



Ostéométrie et migration(s) du renne (*Rangifer tarandus*) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21 500 - 13 000 cal. BP)

Delphine Kuntz

► To cite this version:

Delphine Kuntz. Ostéométrie et migration(s) du renne (*Rangifer tarandus*) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21 500 - 13 000 cal. BP). Archéologie et Préhistoire. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, 2011. Français. <tel-00725310>

HAL Id: tel-00725310

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00725310>

Submitted on 24 Aug 2012

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

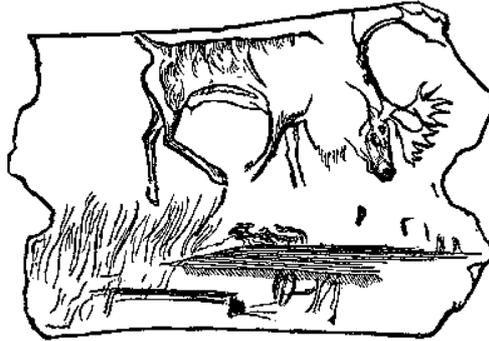
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE TOULOUSE II LE MIRAIL
Temps, Espaces, Sociétés et Cultures - TRACES UMR 5608

Thèse de Doctorat en Anthropologie sociale et Préhistoire

Présentée par

Delphine KUNTZ



**Ostéométrie et migration(s) du Renne (*Rangifer tarandus*)
dans le Sud-Ouest de la France
au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21 500 - 13 000 Cal. BP)**

Thèse dirigée par

M. Michel BARBAZA et Mme Sandrine COSTAMAGNO

Soutenue le 28 novembre 2011

Devant le jury composé de :

M. Michel BARBAZA, Professeur, Université de Toulouse II

Mme Sandrine COSTAMAGNO, Chargée de recherche au CNRS

M. Jean-Philip BRUGAL, Directeur de recherche au CNRS

M. Jean-Denis VIGNE, Directeur de recherche au CNRS

M. Olivier BIGNON, Chargé de recherche au CNRS

M. Gilles ESCARGUEL, Maître de conférence, Université de Lyon I

Mme Françoise DELPECH, Directrice honoraire de recherche au CNRS

Rapporteur

Rapporteur

Examineur

Examineur

Invitée

*Cette recherche a été effectuée avec le soutien du Ministère de la Culture et de la
Communication ainsi que des Archives départementales du Lot.*

Remerciements

Il m'est très agréable d'adresser ici mes remerciements aux (nombreuses) personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de cette recherche doctorale.

Mes premiers remerciements reviennent aux membres du jury.

Je suis tout d'abord très reconnaissante à Michel Barbaza d'avoir accepté d'encadrer ce travail et de m'avoir toujours soutenue lors de démarches administratives et demandes de financement.

Je suis particulièrement honorée que Messieurs Jean-Phillip Brugal et Jean-Denis Vigne siègent dans ce jury en tant que rapporteurs.

Le même honneur m'est fait par la présence, au sein de ce jury, de Madame Françoise Delpech. Lui soumettre, après les longs travaux qu'elle a menés sur la paléontologie, la taille corporelle et les migrations des rennes paléolithiques, le résultat de mes propres recherches est aussi valorisant qu'intimidant ! Je tiens quoi qu'il en soit à la remercier très sincèrement d'avoir accepté cette tâche.

Je suis très heureuse et tout aussi honorée qu'Olivier Bignon ait accepté de participer à ce jury. Ses recherches étant en partie consacrées à la taille des chevaux tardiglaciaires, il m'est apparu important qu'il juge ce travail de thèse portant sur une autre espèce emblématique de la Préhistoire. J'espère avoir un jour l'opportunité d'appliquer à mon tour la méthode de la morphométrie géométrique aux restes osseux de Renne.

Tous mes remerciements vont à Sandrine Costamagno, qui a pleinement assuré son rôle de tutrice, en encadrant mes études en archéozoologie depuis la maîtrise. Elle fut une formatrice hors-pair lorsqu'à mes débuts, seule dans le laboratoire d'archéozoologie de Toulouse, je tâtonnais dans la détermination animale et les méthodes de l'archéozoologie. Nous avons passé de nombreuses années à travailler ensemble, et nos discussions et débats ont toujours été une source d'inspiration. Je souhaiterai ici simplement et chaleureusement te remercier, pour tes idées, ta patience et ton soutien.

Gilles Escarguel m'a été d'un inestimable secours tout au long des ces dernières années de Doctorat. Ses compétences de paléontologue et statisticien ainsi que sa grande pédagogie m'ont permis de m'initier aux méthodes et outils statistiques adaptés à mes problématiques de recherche. Nos nombreux échanges et nos diverses rencontres dans la belle ville de Lyon témoignent de l'intérêt qu'il a accordé à mon travail, et ce en dépit d'un emploi du temps très chargé. Grâce à sa disponibilité et son génie, nous sommes parvenus à élaborer une méthodologie qui est non seulement viable sur l'actuel, mais également applicable au fossile. Sans tes compétences, tes efforts et ton soutien, je ne serai jamais parvenue à ce niveau d'analyse. Alors, une fois de plus... : Mille Mercis Gilles !!!



Je souhaite également remercier toutes les personnes qui ont eu la gentillesse de m'accorder l'accès aux collections archéologiques.

Avec une mention un peu particulière pour Jean-Christophe Castel, chercheur au Muséum de Genève et directeur du chantier de fouilles de l'Igue du Gral, avec qui je travaille depuis plusieurs années sur les restes osseux de Renne en Quercy. Merci de ta disponibilité, de la confiance que tu m'accordes, pour toutes ces années au sein d'une équipe scientifique formidable et dans des ambiances de terrain plutôt festives et sportives ! Un grand merci à plusieurs fouilleurs : Sophie, Mathieu, Marie-Cécile, Manu, Jérémie, les Mag', Marylin, Nadia, Jess, Florian, Emma, Tristan...ainsi qu'à Valérie pour sa gentillesse et son accueil au sein de sa famille. Plein de mercis également à Mapie avec qui il est toujours plaisant de parler aussi bien de Préhistoire que de musique, de lecture, de rapports humains, de psychologie ...

Dans le cadre de mes recherches en Quercy, j'ai eu l'opportunité de prendre des mesures sur les restes de rennes du gisement paléontologique de Siréjol et de la grotte de Pégourié. Cette étude a été rendue possible grâce au soutien financier du PCR « Accumulations accidentelles de faunes en contexte karstique. Paléontologie, paléoécologie et taphonomie » (coord. M.-P. Coumont) ainsi qu'à l'amabilité et la disponibilité de Michel Philippe, Didier Berthet, l'ensemble de l'équipe du Muséum de Lyon et Marie-Roger Séronie-Vivien. Merci également à Bertrand Defois (Musée de Pech-Merle), Stéphane Madeleine (Musée National de Préhistoire, Eyzies-de-Tayac), Edmée Ladier (Muséum de Montauban), Dominique Armand (IPGQ, Bordeaux) ainsi qu'Evelyne Crégut (Musée Requien, Avignon).

Il m'est très agréable de remercier Dominique Sacchi, directeur émérite du CNRS, grâce à qui j'ai pu rencontrer Gilles Escarguel. Merci également de m'avoir accueillie au Dépôt archéologique de Carcassonne afin que je puisse mener des investigations ostéométriques sur les rennes de Gazel et Canecaude ainsi qu'une étude taphonomique et archéozoologique du site de Lassic. La richesse de ces assemblages apporte de précieuses informations, notamment sur la caractérisation de la biologie et de l'éthologie des rennes de la fin du Paléolithique supérieur. Je tiens aussi à remercier Hélène Martin qui a bien voulu effectuer des analyses cémento-chronologiques sur les restes de plusieurs ongulés de Gazel.

J'exprime ici toute ma gratitude à Claire Letourneux et Jean-Marc Pétillon pour les décomptes des ossements de rennes d'Isturitz ; à Jean-Marc qui m'a aimablement confié l'étude de la faune de Laa2 ; à Mathieu Langlais et Véronique Laroulandie pour les discussions et les échanges, et m'avoir intégrée à l'équipe scientifique de Peyrazet qui, je l'espère, livrera de nombreux ossements de renne dans les années à venir !

*Plusieurs personnes ont accepté de me livrer leurs données ostéométriques brutes, souvent inédites : Nicole Pailhaugue pour la grotte de La Vache, Christophe Griggo pour le Placard, Andrea Valli pour Jaurens et Kerstin Pasda pour l'échantillon de caribous du Groenland. Une collaboration a été entreprise en Norvège, notamment avec Ann Karin Hufthammer (Muséum de Bergen, Norvège) qui m'a cordialement ouvert l'accès aux collections de squelettes de rennes actuels du Hardangervidda et Svein Indrelid (Université d'Oslo), à l'origine d'une publication dans *Quaternary International*. Que tous soient ici vivement remerciés.*



Je tiens à remercier chaleureusement l'ensemble de l'équipe de mon laboratoire d'accueil, TRACES. Ces remerciements s'adressent tout particulièrement à François Bon et Nicolas Valdeyron, grâce à qui j'ai découvert le monde de la Préhistoire sur les bancs de l'Université du Mirail. Leur formation fut très enrichissante et m'a permis, quelques années plus tard, d'enseigner à mon tour. Cette petite expérience de l'enseignement m'a fait découvrir un univers dans lequel je me sens à l'aise. Merci également à François Bon et Romain Mensan de m'avoir acceptée, alors que je me vouais à une vocation de fauniste, sur le site de plein-air de Régismont-le-Haut pour fouiller des amas lithiques. Finalement, ces années de transgression auront été bénéfiques puisque nous avons eu la chance de découvrir et restaurer un crâne de bison, pièce rarissime dans un tel contexte de plein-air. Merci à l'équipe scientifique et aux fouilleurs de Régismont-le-Haut, pour tous ces moments tant agréables passés ensemble...Merci également au laboratoire de restauration Materia Viva.

Plein de mercis à tous les doctorants et post-doctorants de TRACES : les lithiciens - Sylvain Ducasse, Caroline Renard, Laura Eizenberg, Sébastien Dubois, Clément Ménard, Marie-Hélène Dias-Meirinho...-, les « artistes » - Raphaëlle Bourillon et Lise Aurière - et mes « zozoologues » adorés - Nadia Cavanhié (Melle Ours), Jessica Lacarrière (Melle Gravettien), Jean-Baptiste Fourvel (Crocuta Boy), Marie-Cécile Soulier (Melle Transition), Benjamin Marquebielle (Cervus nestorus) et Aude Chevallier (Melle Azilien)- qui ont admirablement comblé le vide du laboratoire d'archéozoologie (« et d'industrie osseuse » !), en apportant du sérieux mais aussi beaucoup de rires et de partage.

Nous formons une belle équipe et j'espère qu'elle demeurera soudée !!! Nos interventions sur la biodiversité animale au Paléolithique en milieu scolaire et lors de la Fête de la Science 2010 ont été initiées par Stéphanie Delaguet, notre documentaliste préférée, que je remercie vivement pour son efficacité et sa gentillesse.

Un grand merci à Mathieu Langlais et Sylvain Ducasse pour la relecture et la correction des parties consacrées aux cadres fondamentaux et au corpus d'étude... Merci également à mes collègues bordelais de l'IPGQ avec qui j'ai souvent l'occasion de travailler et d'échanger : Myriam Boudadi-Maligne, Jean-Baptiste Mallye ainsi que Véronique Laroulandie. Merci beaucoup à Pierre Magniez pour les échanges d'idées sur la méthode ostéométrique ; ainsi qu'à William Rendu pour nos discussions et ses conseils concernant les données saisonnières.

Je tiens à remercier tous les organismes m'ayant octroyé des financements : le Ministère de la Culture qui m'a octroyé une Bourse du Patrimoine, ainsi que les Archives départementales du Lot. Grâce à des subventions départementales, plusieurs contrats ont également pu être réalisés, merci beaucoup à Françoise Echassieraud de l'Association Archeologies qui a géré tout l'aspect financier et administratif.



Merci également aux personnes m'ayant permis de m'évader un peu de France.

Mes séjours en Norvège resteront à jamais gravés dans ma mémoire, puisque c'est lors d'un « road trip » en Scandinavie et en Laponie que j'ai vu des rennes dans leur élément naturel pour la première fois ! Merci à mes compagnons de route, Monsieur Val, Poussin et Nadia pour cette aventure unique ! Je me dois également de remercier une fois de plus mon laboratoire TRACES de m'avoir permis d'effectuer une mission au Muséum de Bergen en Norvège. Merci à Jean-Luc Guadelli de m'avoir autorisée à fouiller à Kozarnika, et de découvrir ainsi un peu de la Bulgarie ainsi qu'à Marc Jarry qui m'a proposé d'assister au Congrès de l'UISPP à Lisbonne. Mille mercis à Nicolas Valdeyron, Adrian Burke et Pierre Chalard de m'avoir donné récemment l'opportunité d'effectuer, en leur compagnie, un séjour très agréable et très enrichissant à Montréal (Québec, Canada). Les rencontres avec des archéologues, des zooarchéologues et des biologistes ont été une source d'échange et de dialogue passionnants, laissant entrevoir de belles collaborations à venir !

Milles mercis aux amis non archéologues : ma Célinou, Cris mon mécano préféré et leurs formidables filles (Léna, Loane et Lou) pour leur gentillesse, leur accueil, leurs rires et leur apprentissage de la parentalité... Un grand merci également aux « anciens » du Musée des Augustins, mes copines Anne et Mélanie pour les bons moments passés ensemble, ainsi qu'à Stephan pour la traduction de textes norvégiens sur l'éthologie des rennes du Hardangervidda. Je tiens également à remercier chaleureusement les chevaux et cavalières des écuries de Bessières, notamment Emilie et Fabi, grâce à qui j'ai pu m'évader de temps en temps, lors de merveilleuses promenades en forêt avec Hélios, mon rayon de soleil. Merci à Yann et Marine pour les moments passés ensemble et bravo Yann pour ton nouveau statut de Docteur en Biologie !

Je ne peux oublier mes collègues et les élèves des collèges de l'Union et de Pechbonnieu avec qui j'ai passé ces cinq dernières années : les collègues qui m'ont supportée et soutenue, et pour les moments drôles passés ensemble ; merci aussi aux élèves, et particulièrement à ceux qui m'ont proposé de venir fouiller dans leur jardin et qui me demandent régulièrement des nouvelles de « mes rennes » !

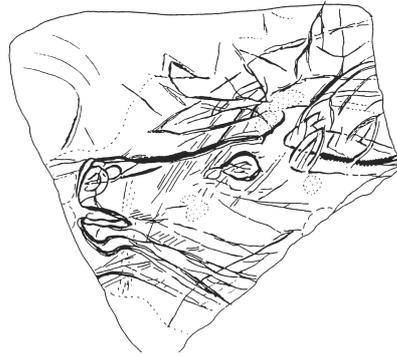
Toute ma tendresse et mon affection va vers les membres de ma famille.

À commencer par les plus anciens, mes adorables grands-parents Théo et Malou : merci de votre gentillesse, de votre générosité et de votre ouverture d'esprit. J'adresse ces mêmes remerciements à ma petite maman si courageuse, Sylvette, à mon adorable papa, André, ainsi qu'à ma sœur Stéphanie, pour leur amour et leur soutien face à mes craintes et mes angoisses. Merci aussi à Nathan, mon formidable neveu, pour ses rires d'enfant qui me procurent chaque fois énormément de joie. Un grand merci également à Françoise, ma belle-maman qui, pendant toutes ces années, m'a toujours encouragée à poursuivre ce travail de thèse, et qui a relu et corrigé avec beaucoup d'attention mon manuscrit finalisé.



Je dédie les derniers mots de ces remerciements à Sylvain, avec qui je partage ma vie depuis bientôt 15 ans... Depuis notre adolescence, nous nous sommes cherchés et construits, ensemble, en respectant toujours les choix de l'autre. Chacun a ainsi pu s'épanouir dans des disciplines passionnantes bien que très éloignées ! Je te dois énormément dans l'achèvement de ce long travail de thèse ; ne serait-ce parce que tu as toujours montré de l'intérêt à l'égard de la Préhistoire et de l'Archéologie. Alors tout simplement merci pour ton amour, ta patience, tes encouragements, ton intelligence... !

... et à cette nouvelle vie qui commence !!



À Michel Ract, mon beau-père parti bien trop tôt, mais qui doit être fier que son « ennemie préférée », adolescente rebelle, ait finalement fait de longues et passionnantes études. J'aurais tant aimé partager cette expérience (et tant d'autres) avec toi !...

En espérant que cela te plaise, je te dédie ce travail.

« On peut travailler en solitaire pendant des années, c'est même la seule manière de travailler à vrai dire ; vient toujours un moment où l'on éprouve le besoin de montrer son travail au monde, moins pour recueillir son jugement que pour se rassurer soi-même sur l'existence de ce travail, et même sur son existence propre, au sein d'une espèce sociale, l'individualité n'est qu'une fiction brève ».

Michel Houellebecq, La carte et le territoire, 2010



Sommaire

REMERCIEMENTS	
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<i>I. Rangifer tarandus : apports de l'actualisme à la compréhension des populations passées.....</i>	<i>7</i>
I.1. Distribution géographique, systématique et taxinomie des populations actuelles	9
I.2. Ecologie, biologie et éthologie	13
I.3. Taille corporelle des populations actuelles	37
<i>II. Cadres fondamentaux et historique des recherches sur le Renne paléolithique.....</i>	<i>47</i>
II.1. Cadres géographiques, paléoenvironnementaux et chronoculturels.....	49
II.2. Le renne, un gibier de choix.....	65
II.3. Ecologie et éthologie.....	83
II.4. Taille corporelle des rennes paléolithiques	101
<i>III. Méthodes d'étude.....</i>	<i>115</i>
III.1. Identification de l'âge et du sexe des individus	117
III.2. Caractérisation de la taille et de la masse des rennes	123
<i>IV. Corpus d'étude.....</i>	<i>139</i>
IV.1. Présentation générale.....	141
IV.2. Assemblages fossiles.....	143
IV.3. Assemblages actuels	207
IV.4. Echantillon de référence : Stellmoor.....	216
<i>V. Discussions sur la validité des méthodes d'étude à partir des référentiels actuels d'âge et de sexe connus</i>	<i>221</i>
V.1. Sex-ratio des rennes actuels	223
V.2. Différences de taille et de masse corporelle selon les écotypes.....	235
<i>VI. Caractéristiques ostéométriques des rennes paléolithiques : analyses biométriques et interprétations.....</i>	<i>247</i>
VI.1. Caractérisation d'écotypes au Paléolithique ?	249
VI.2. Variations spatio-temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques	255
<i>VII. Discussions</i>	<i>297</i>
VII.1. Fluctuations temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques.....	300
VII.2. Mobilité du renne au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire	307
<i>VIII. Bilan & perspectives de recherche.....</i>	<i>335</i>
BIBLIOGRAPHIE.....	341
ANNEXES.....	397



Introduction générale

Le renne (*Rangifer tarandus*) constitue une espèce animale emblématique et incontournable des temps paléolithiques. Les relations entre le renne et les groupes humains de chasseurs-cueilleurs ont en effet été omniprésentes à l'échelle européenne, comme l'attestent les découvertes d'abondants ossements, témoins des repas des hommes, ainsi que des vestiges d'art mobilier ou des représentations, plus rares, sur les parois des grottes. Dès les débuts de la Préhistoire en France, au XIX^{ème} siècle, les préhistoriens ont ainsi progressivement pris conscience de l'intérêt que les sociétés passées ont accordé à ce gibier de choix (Lartet et Christy 1864a, Brun 1867, Garrigou 1867a, Garrigou et Duportail 1869, Douliot 1871, De Mortillet 1872, Piette 1874, Lartet et Christy 1875, Martin 1906, etc.). Par ailleurs, l'ethnologie nous apprend que la répartition actuelle des rennes/caribous dans plusieurs zones septentrionales d'Eurasie et d'Amérique du Nord leur confère un statut particulier au sein de plusieurs sociétés humaines qui les ont chassés et/ou domestiqués. Certains groupes contemporains ou subactuels de chasseurs-cueilleurs demeurent dépendants du renne et organisent leurs activités socio-économiques saisonnières autour de cet animal grégaire et migrateur (Gubser 1965, Binford 1978, Spiess 1979). Le renne représente en effet pour ces populations une source essentielle d'approvisionnement en matières premières, tant dans les sphères alimentaires (prélèvement de la viande, moelle, graisse) que techniques (peau, tendons, panse, os, bois, dents, etc.).

Sur la base de ce modèle et en raison de l'abondance des restes de rennes dans les archéofaunes du Paléolithique supérieur, plusieurs préhistoriens ont émis l'hypothèse que les groupes de chasseurs-cueilleurs nomades étaient étroitement dépendants du renne sauvage. C'est particulièrement pour la période magdalénienne (17 000 - 12 000 BP soit environ 20 000 - 14 000 cal. BP) que cette hypothèse a été avancée. Au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire, le renne représente en effet une espèce animale abondante dans l'environnement des groupes humains. Ces derniers, dotés de techniques et d'équipements de chasse élaborés, auraient mené des abattages collectifs planifiés, principalement au cours de la migration automnale. Le renne aurait ainsi fourni la base des ressources alimentaires et techniques de certains groupes humains, attestant de l'existence d'économies de subsistance spécialisées (Straus et Spiess 1985, White 1989, David et Enloe 1992, David 1994, Taborin 1994, Enloe et David 1997, Enloe 2000b, 2003a). Ce modèle de spécialisation de la chasse au renne au cours du Magdalénien en France a toutefois été remis en cause par de récents travaux qui tendent à montrer que d'autres Ongulés -chevaux, bouquetins, bisons, etc.- ont été la cible des chasseurs, tant dans le Sud-Ouest de la France (Delpech 1983, Costamagno 2003, Castel *et al.* 2007, Costamagno *et al.* 2008, 2009), que dans le Bassin parisien (Bridault *et al.*, 2003, Bignon 2006, Bignon *et al.*, 2006). En dépit de l'existence de proies chassées diverses, le renne demeure un gibier de choix sur de nombreux gisements magdaléniens.



Le comportement migratoire des gibiers, en l'occurrence du renne, influe sur les stratégies de subsistance à mettre en œuvre par les chasseurs nomades. La mobilité des rennes varie en fonction de nombreux facteurs, tels les événements biologiques (rut, mise bas, condition démographique des troupeaux, etc.) et les conditions écologiques (recherche de pâturages, nécessité de fuir face aux insectes et aux prédateurs, etc.). Selon les saisons de l'année, les rennes vont s'agréger ou se disperser. En automne par exemple, les rennes, qui présentent des conditions physiques optimales, se rassemblent en vastes troupeaux. Ce phénomène d'agrégation profite ainsi aux hommes qui peuvent mettre en place des abattages en masse. Le comportement migratoire des rennes étant généralement prévisible, les hommes ont pu adopter des stratégies saisonnières en lien avec cette mobilité. En dépit de l'abondance des vestiges découverts dans les gisements magdaléniens du Sud de la France, la question de la saisonnalité d'occupation des territoires et du comportement migratoire du renne demeure posée. Les travaux conduits sur des restes dentaires et des bois ont permis de proposer des modèles de comportements migratoires variés. Selon certains auteurs, le renne migrait sur de grandes distances (Bahn 1977, Spiess 1979, Gordon 1988a, b), comme le barren-ground caribou actuel ; pour d'autres, il était au contraire sédentaire (Bouchud *et al.* 1953, Bouchud 1966, Deplano 1994, Fontana 2000a) ; pour d'autres encore, il effectuait de courts déplacements (Delpech 1983). La question de l'amplitude des migrations du renne est donc une question cruciale qui est loin d'être tranchée.

Parallèlement, la période étudiée est le siège de changements environnementaux majeurs. Elle correspond en effet au passage entre la fin du dernier maximum glaciaire (LGM), caractérisé par un environnement froid et un milieu ouvert de type steppe/toundra, et le réchauffement climatique du Tardiglaciaire qui coïncide avec la mise en place progressive de la forêt tempérée. Les conditions paléoclimatiques et paléoenvironnementales ont eu des implications décisives dans les adaptations des groupes de chasseur-cueilleurs, en structurant leurs décisions en terme d'occupation et de gestion du territoire, de choix et d'exploitation de l'environnement immédiat (approvisionnement en matières premières minérales, exploitation des ressources végétales et animales, etc.) (Costamagno *et al.* 2008, 2009). Elles jouent également un rôle primordial dans les aires de distribution et le degré d'adaptation des troupeaux d'ongulés (Delpech et Prat 1980, Delpech 1983, 1984, 1988, 1989, 1999, 2003). Les changements paléoclimatiques et paléoenvironnementaux ont ainsi eu des répercussions indéniables sur « le mode de vie » des animaux et particulièrement du renne, dont les dates de disparition dans le Sud-Ouest de la France se situent pour l'heure autour de 14 000 cal. BP, lors du réchauffement climatique de l'Allerød (Costamagno *et al.* 2008).

Les variations paléoclimatiques qui caractérisent cette période ont également eu des impacts, directs ou indirects, sur le métabolisme et par conséquent sur la stature des rennes. La question de la taille corporelle¹ des rennes paléolithiques fut posée assez tôt, notamment à

¹ L'expression « **taille corporelle** » s'entend ici au sens de caractéristiques morphologiques d'une espèce animale, particulièrement sa hauteur au garrot ainsi que sa forme (ou proportions). Cette acception correspond à la notion anglo-saxonne de *body size*.



partir de découvertes exceptionnelles de squelettes complets. C'est le cas par exemple du renne de Villestofte découvert en 1938 au Danemark (Figure 1) et daté à $12\ 080 \pm 90$ BP (Aaris-Sørensen *et al.* 2007). Cet individu est décrit comme puissant, la hauteur au garrot du squelette reconstitué est de 113cm, la longueur de la tête et du corps de 173 cm, ce qui le rapprocherait du renne de toundra eurasiens (*Rangifer tarandus tarandus*) (Degerbøl et Krog 1959). Les squelettes complets, comme celui de Villestofte, sont malheureusement rarissimes dans les gisements archéologiques du Sud de la France : les vestiges osseux, témoins des repas des hommes et victimes de processus post-dépositionnels, sont en effet généralement retrouvés à l'état fragmentaire.

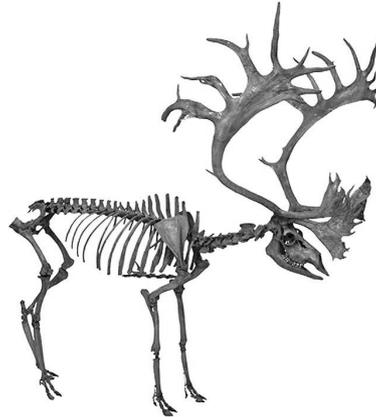


Figure 1 : Renne de Villestofte, Allemagne (Aaris-Sørensen *et al.* 2007, modifié).

Bien que les ossements complets fassent souvent défaut dans les assemblages du Sud-Ouest de la France, des tentatives de caractérisation de la taille corporelle des rennes paléolithiques ont malgré tout été entreprises, sous l'impulsion de Bouchud (1959a, 1966). À notre connaissance, Bouchud a été le premier à s'interroger précisément sur la taille et l'appartenance sous-spécifique du renne paléolithique. À partir de l'étude ostéométrique d'un os court et massif -le talus (appelé anciennement astragale)-, il constate que la taille des rennes diminue régulièrement depuis le Moustérien jusqu'au Magdalénien moyen inclus. Pendant la phase supérieure du Magdalénien, les rennes redeviennent de grande taille, égale voire supérieure à celle des rennes moustériens. Pour expliquer ces changements de taille au cours du temps, il propose l'existence de trois formes de rennes qu'il assimile à des sous-espèces actuelles : un type de toundra plutôt petit (*Rangifer tarandus* var. *minor*), un renne de toundra plus robuste (*Rangifer tarandus arcticus*), et un type de forêt plus grand (*Rangifer tarandus caribou*). Son interprétation se fonde également sur l'analyse d'œuvres d'art et d'appendices frontaux (bois). Les travaux pionniers de Bouchud ne sont toutefois pas exempts de critiques. D'un point de vue méthodologique tout d'abord, nous sommes en droit de nous interroger sur la validité de la prise en compte d'un unique ossement -le talus- dans la caractérisation globale des fluctuations de la taille corporelle ; l'ensemble des éléments squelettiques permettant de mieux décrire les caractéristiques morphologiques d'une espèce animale (Von den Driesch 1976, Uerpmann 1982, Delpech 1983, Weinstock 2000b, etc.). Le talus étant un os court qui ne présente pas de stade d'épiphyse, il demeure par ailleurs délicat voire impossible d'attribuer un âge biologique précis à l'individu étudié. La proportion plus ou moins importante de jeunes individus par rapport aux adultes au sein de différents



assemblages peut ainsi conduire à des interprétations biométriques inter-sites erronées (les jeunes individus étant plus petits que les individus adultes). L'hypothèse de la succession de plusieurs formes de rennes au Paléolithique paraît en outre peu probable car elle insinue que la taille corporelle des rennes de forêt et de toundra est restée stable durant plusieurs millénaires alors que le climat enregistre d'importantes variations. D'autre part, comme le précise Delpéch (1975, 1983), la forme générale des bois de rennes ne permet pas de séparer les deux types car chez certaines populations actuelles, un même animal peut porter, durant une même année, des bois de type *cylindricornis* (renne de toundra) et des bois de type *compressicornis* (renne de forêt) l'année suivante.

L'hypothèse de la coexistence de plusieurs sous-espèces de rennes paléolithiques dans le Sud-Ouest de la France a donc été remise en cause par Delpéch (1975, 1983, 1989). L'étude ostéométrique et statistique qu'elle a réalisée sur la base de plusieurs éléments du squelette l'amène à conclure qu'il n'existait qu'une seule forme : le renne de toundra. Delpéch confirme cependant la tendance observée par Bouchud selon laquelle une diminution de la taille corporelle est enregistrée dans le Sud-Ouest de la France. La stature des individus aurait ainsi fortement variée en raison de conditions environnementales plus ou moins favorables à la vie de l'espèce (Delpéch 1983). Dans ses analyses, Delpéch ne tient toutefois pas compte de la proportion de mâles et de femelles au sein des échantillons qu'elle étudie. Or des travaux menés récemment sur le renne (Weinstock 2000b, Magniez 2010b) tendent à mettre en évidence l'importance du sex-ratio dans l'interprétation des fluctuations temporelles et spatiales de la taille corporelle. En synchronie, plusieurs auteurs constatent des différences de taille corporelle au sein des troupeaux de rennes tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France (Delpéch 1983, Weinstock 2000b), ce qui permet de rejeter l'hypothèse de migrations Nord/Sud des troupeaux de rennes (Gordon 1988b).

Au cours des dix dernières années, d'importantes investigations ostéométriques, *via* la méthode du *Variability Size Index* (VSI) ont été appliquées sur des cervidés comme le cerf (Liouville 2007) et le renne (Weinstock 2000b, Kozdeba 2003, Magniez 2010a, b.). Cette méthode autorise la comparaison de plusieurs échantillons fossiles à partir d'un échantillon de référence et permet d'identifier les variations spatio-temporelles de la taille corporelle. Les analyses ostéométriques de Weinstock (2000b) lui ont permis de caractériser une instabilité de la taille corporelle des rennes au cours du Paléolithique moyen et supérieur dans le Sud-Ouest de la France, en réponse à des modifications paléoenvironnementales. Au cours du Tardiglaciaire, il constate un gradient de taille Nord/Sud à l'échelle de l'Europe occidentale et centrale.

Partant de ces différents travaux et résultats, de nombreux questionnements ont guidé ma démarche.

L'existence de populations de rennes et de caribous occupant à l'heure actuelle les zones septentrionales constitue un atout majeur pour mieux comprendre les populations passées. Les études biologiques menées sur les rennes/caribous actuels permettent en effet d'obtenir de précieuses informations relatives à l'écologie, la biologie et l'éthologie de l'espèce *Rangifer tarandus*. Ces indications sont déterminantes, même s'il convient de rester prudent dans le



transfert des modèles actuels aux populations humaines et animales fossiles puisque les conditions environnementales et les phénomènes culturels ne sauraient être considérés comme strictement identiques (David et Karlin 2003). L'approche actualiste constitue cependant une étape incontournable car les connaissances actuelles sur les types d'habitats fréquentés par les rennes paléolithiques, leur alimentation, leurs caractéristiques morphologiques ainsi que leurs comportements migratoires demeurent encore parcellaires. Me fondant sur l'abondante littérature disponible en matière de biologie des populations de rennes actuels, je propose dans une Ière partie une synthèse de ces divers aspects de la vie du renne qui, nous le verrons, ont vocation à interagir.

La II^{ème} partie s'attache à décrire les cadres fondamentaux (géographiques, paléoenvironnementaux et chrono-culturels) ainsi que l'historique des recherches ayant été conduites sur le renne. J'ai notamment tenté de mieux cerner les biotopes fréquentés par les troupeaux de rennes paléolithiques ainsi que le type d'alimentation consommée qui s'y trouve associée. Une synthèse des données paléoenvironnementales et biogéochimiques a ainsi été menée afin de percevoir les changements survenus à la fin du Paléolithique supérieur. Afin de caractériser les stratégies de chasse au renne adoptées par les hommes, j'ai établi une synthèse des données archéozoologiques provenant d'assemblages badegouliens et magdaléniens du Sud-Ouest de la France. Cette approche permet d'apporter des éléments de réponses quant à la sélection du gibier à abattre (en termes de sexe et d'âge), au transport des carcasses (éloignement du camp de base par rapport au site d'abattage), aux techniques de boucherie mises en œuvre pour exploiter les produits de la chasse, etc. J'ai particulièrement cherché à savoir si les groupes humains tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France ont pratiqué des chasses collectives avec abattage en masse, comme cela est attesté dans plusieurs sites magdaléniens du Bassin parisien. La question de la taille corporelle des rennes du Sud-Ouest de la France ayant fait l'objet d'investigations antérieures (Bouchud 1959, Delpech 1983, Weinstock 2000b), chacune d'entre elle est ensuite présentée en détail.

Pour évaluer la taille des rennes, je me suis appuyée sur des méthodes d'étude novatrices, présentées dans la III^{ème} partie. Le sex-ratio, particulièrement important si l'on compare des assemblages entre eux, est estimé grâce à l'analyse de mélanges. Partant de la méthode du VSI, les fluctuations spatio-temporelles de la taille corporelle sont ici estimées à partir d'un nouvel indice nommé *modified Variability Size Index* ou VSI* qui permet d'obtenir, sur la base de plusieurs variables biométriques du squelette post-crânien, une « différence de taille isométrique moyenne », notée mISD. Les indices de plusieurs assemblages peuvent être comparés entre eux. Les représentations graphiques (de type diagramme de Simpson, Analyses en Composantes Principales, etc.) permettent ensuite d'identifier si les différences observées résultent d'une différence allométrique et/ou isométrique². Enfin, des tests statistiques (*t* de Student, ANOVA, etc.) sont appliqués.

² On parle d'allométrie lorsque le changement de taille est accompagné d'un changement de forme et d'isométrie lorsque le changement de taille n'induit pas de changement de forme



Afin de tester cette méthodologie et dans l'optique de comparer la stature des rennes actuels entre eux ainsi qu'à celle des populations paléolithiques, j'ai effectué des analyses sur des assemblages actuels de rennes et de caribous dont la provenance, l'âge et le sexe sont connus. Des représentants de trois écotypes distincts : la toundra (*Rangifer tarandus groenlandicus* - Pasda 2009), la taïga (*Rangifer tarandus fennicus* - Puputti et Niskanen 2008, 2009) et la montagne (*Rangifer tarandus tarandus*) ont été choisis. Le corpus paléolithique renferme quant à lui 29 assemblages provenant de 22 gisements situés dans le Sud-Ouest de la France. J'ai élargi temporellement la période d'étude en intégrant des assemblages quercinois issus de pièges à faune naturels (OIS4/2). L'intérêt de ce type de matériel réside dans la bonne conservation des ossements, généralement complets, qui autorisent une analyse détaillée de la structure démographique du troupeau (âge et sexe des individus), des saisonnalités d'occupation ainsi que des comparaisons morphologiques sur une échelle de temps plus large. Tous les assemblages étudiés sont présentés dans la partie IV.

Je discute, dans la V^{ème} partie, de la validité des méthodes d'étude à partir des référentiels actuels d'âge et de sexe connus, en testant au préalable divers outils permettant d'identifier le sex-ratio d'un assemblage puis les méthodes de différenciation des tailles isométriques et allométriques.

La VI^{ème} partie est consacrée aux résultats des analyses biométriques menées sur les populations fossiles. Je me suis d'abord penchée sur la question des écotypes des rennes au Paléolithique en comparant la masse et la taille corporelle des échantillons actuels et fossiles. Le sex-ratio obtenu à partir des analyses de mélanges est ensuite présenté pour chacun des assemblages paléolithiques, préalable essentiel à l'identification des caractéristiques morphologiques des rennes en diachronie puis en synchronie. À l'échelle temporelle, j'ai testé l'hypothèse selon laquelle la taille des rennes fluctue selon les conditions paléoclimatiques. À l'échelle spatiale, je me suis interrogée sur l'existence de populations « contemporaines » présentant des caractéristiques morphologiques distinctes.

Me fondant sur l'ensemble des résultats sur les différences de taille corporelle, la VII^{ème} partie est consacrée aux discussions relatives aux modalités et aux causes des fluctuations diachroniques de la taille corporelle des rennes paléolithiques. D'un point de vue synchronique, à l'échelle du Sud-Ouest de la France, j'ai tenté de caractériser le degré de mobilité des rennes à la fin du Paléolithique supérieur en lien avec leur taille corporelle et leur comportement migratoire. Afin de mieux cerner la mobilité des rennes paléolithiques, et de comprendre comment s'organisait le cycle socio-économique des hommes, une synthèse critique des données saisonnières disponibles dans la littérature (bois, fœtus, dents de jeunes, cémentochronologie) a été entreprise pour chacune des grandes périodes paléoclimatiques (dernier Pléniglaciaire, Dryas ancien ou He1 et Bølling-Allerød ou GIS-1).

Enfin, je propose dans la VIII^{ème} partie, un bilan des travaux menés ainsi que de nouvelles perspectives de recherche.



I. Rangifer tarandus : apports de l'actualisme à la compréhension des populations passées



« La reconstitution des communautés paléoécologiques doit nécessairement s'appuyer sur l'actualisme, sans toutefois aller dans le sens d'un actualisme strict » (Bignon 2003).

Le concept d'actualisme consiste à effectuer des transferts d'attributs d'une base de connaissances vers une base de faits. Ainsi, les propriétés ou caractéristiques respectives d'un écosystème ou d'un organisme (aire de distribution, biotopes fréquentés, comportements, etc.), peuvent être transférées vers un paléocosystème ou un taxon donné (Bignon 2003). La compréhension des systèmes d'adaptation des rennes paléolithiques aux modifications paléoclimatiques et paléoenvironnementales nécessite de prime abord une analyse des caractéristiques de l'espèce *Rangifer tarandus*. Cette approche, menée sur des populations actuelles de rennes/caribous sauvages, permet ainsi de mieux cerner les biotopes fréquentés, l'alimentation consommée, la densité de population, les caractéristiques morphologiques, le comportement migratoire, etc.

I.1. Distribution géographique, systématique et taxinomie des populations actuelles

I.1.1. Distribution géographique

L'espèce *Rangifer tarandus* (Linné 1758) comprend les caribous nord-américains et groenlandais ainsi que les rennes d'Eurasie. Cet ongulé est celui qui présente la plus grande distribution circumpolaire, de 14° W. à 5° E. (Banfield 1961). Son aire de distribution latitudinale s'étend de 46° à 80° N. (Geist 1998). À ces latitudes, la neige et le froid dominent la plupart de l'année. On dénombre près de huit millions d'individus répartis dans les régions circumpolaires de trois continents : l'Europe (Scandinavie), l'Asie (Sibérie, Chine et Mongolie) et l'Amérique du Nord (Canada, Alaska, Groenland) (Syroechkovskii 1995) (Figure 2). Des troupeaux de rennes norvégiens ont également été introduits sur l'île de South Georgia, zone montagneuse située au sud de l'Océan Atlantique (Leader-Williams 1988). L'espèce a été domestiquée en Fennoscandie (région d'Europe du Nord comprenant la Norvège, le Suède et la Finlande) et en Russie, de la Péninsule de Kola jusqu'au détroit de Béring (Fédry 2007).

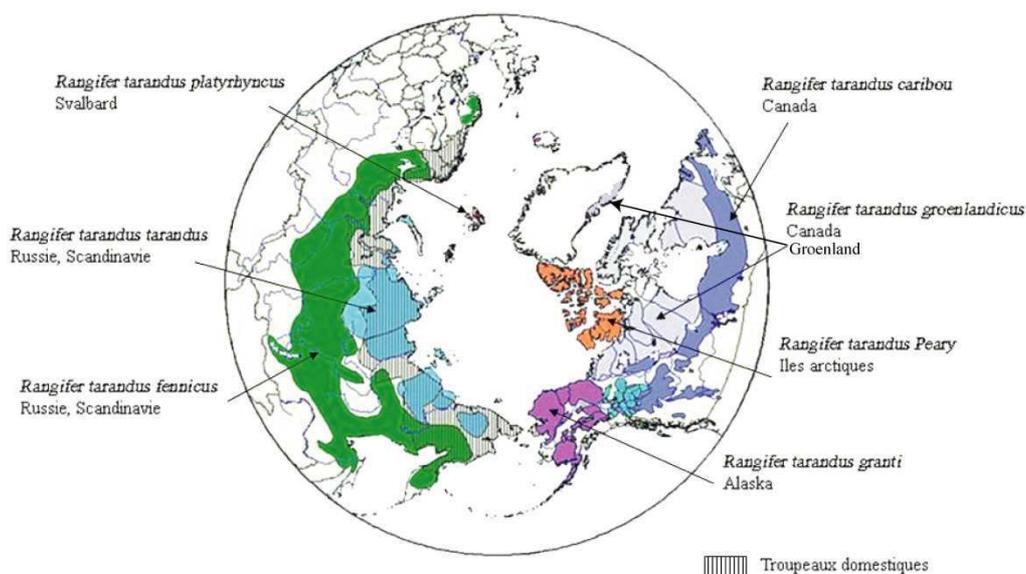


Figure 2 : Répartition des principales sous-espèces de rennes et caribous actuels (rangifer.net, modifié)



I.1.2. Systématique et taxinomie

L'histoire du genre *Rangifer* aurait débuté en Amérique du Nord à la fin du Pliocène ou au début du Pléistocène (vers 2 millions d'années) (Kahlke 1994) ; son apparition en Alaska étant située aux alentours d'un million d'années (Geist 1998). Les restes osseux les plus anciens d'Europe, identifiés sur le site de Süssenborn (Allemagne), dateraient quant à eux de 500 000 BP (stade isotopique 14) (Kahlke 1969 in Gizejewski *et al.* 2004). En France, les vestiges de renne (*Rangifer tarandus*) les plus anciens auraient été découverts dans les alluvions vosgiennes d'Achenheim, dans des niveaux datés des OIS 10/11 (environ 370 000 BP) et qui ont livré les restes de vingt cinq animaux (Bouchud 1959a). La présence ancienne du renne paraît également attestée en France dans le piège naturel de Camp de Peyre (Lot-et-Garonne), où le renne, espèce prédominante, associé à un mouflon de grande taille ainsi qu'à une forme archaïque de loup (*Canis etruscus*). Une telle association faunique tendrait à indiquer une période froide antérieure au stade 9 (Delpech *et al.* 1978, Guadelli et Prat 1995). Les rennes des stades isotopiques 8 à 6 sont en revanche actuellement mal connus en France. Les fragments retrouvés à Châtillon-Saint-Jean (Drôme) remonteraient aux OIS 8/10 (350-250 000 BP) (Bouchud 1959a). C'est au cours de la glaciation dite du « Würm » (dès le stade isotopique 5, c'est-à-dire autour de 130 000 BP) que la présence du renne s'affirme puisqu'il occupe alors de vastes aires de distribution et constitue un gibier abondant pour les groupes humains (Delpech 1983). Au cours du Paléolithique moyen et supérieur, voire dès l'Holocène dans les zones septentrionales, on retrouve du renne dans toute l'Eurasie, de l'Espagne à la Sibérie (Kahlke 1994). Des restes osseux ont en effet été identifiés en Europe occidentale, centrale et orientale, notamment en Espagne (Altuna 1971), France (Bouchud 1959a, Delpech 1983), Allemagne (Bratlund 1996, Gaudzinski et Roebroeks 2000), Angleterre (Clutton-Brock 1986, Murray 1993), sur les rivages de la Mer du Nord (Glimmerveen *et al.* 2006), en Scandinavie et Laponie (Bang-Andersen 1999, 2003, Aaris-Sørensen *et al.* 2007), Pologne (Thacker 1997, Kozdeda 2003, Gizejewski *et al.* 2004), Autriche (West 1997), République Tchèque, Slovaquie et Hongrie (Thacker 1997, Kozdeda 2003), Ukraine (Cohen 1997) et dans le Nord de la Russie (Pitul'ko 1999). Actuellement, le genre *Rangifer* comprend une seule espèce, *tarandus*, divisée en plusieurs sous-espèces. Sa classification est complexe et fait l'objet de controverses.

La plus couramment citée est celle proposée par Banfield (1961) (Tableau 1). Neuf sous-espèces actuelles (dont deux éteintes depuis le début du XXème siècle : *R. tarandus eogroenlandicus* et *R. tarandus dawsoni*), appartenant à deux groupes selon la morphologie des bois, ont été identifiées sur la base de mesures de crânes, de bois et d'ossements d'adultes, de l'aspect du pelage et de la biologie de chacune des sous-espèces.



Sous-espèces	Nom commun et distribution
Groupe <i>cylindricornis</i> (renne de toundra) <i>Rangifer tarandus tarandus</i> <i>Rangifer tarandus groenlandicus</i> <i>Rangifer tarandus granti</i> <i>Rangifer tarandus pearyi</i> <i>Rangifer tarandus eogroenlandicus</i> <i>Rangifer tarandus platyrhyncus</i>	Renne scandinave Caribou du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest Caribou de Grant, Alaska Caribou de Peary (îles arctiques nord-américaines) Caribou de l'Est du Groenland (éteint) Renne de Spitsberg, Péninsule de Svalbard, Norvège
Groupe <i>compressicornis</i> (renne de forêt) <i>Rangifer tarandus caribou</i> <i>Rangifer tarandus dawsoni</i> <i>Rangifer tarandus fennicus</i>	Caribou canadien Caribou de l'île Reine Charlotte et de Colombie britannique Renne de Norvège, Finlande, Karelia

Tableau 1: Sous-espèces de *Rangifer tarandus* (d'après Banfield 1961)

Les rennes et caribous de toundra appartenant au groupe *cylindricornis* ont des bois de couleur pâle, généralement longs et élancés dont le rayon est cylindrique. Les rennes et caribous de forêt appartenant au groupe *compressicornis* portent des bois foncés, marron-acajou, généralement courts, lourds et plats (Jacobi 1931, Banfield 1961). La classification taxinomique de Banfield (1961), fondée particulièrement sur des traitements statistiques de mesures crâniennes, a depuis peu été remise en cause. En effet, les comparaisons morphométriques ne peuvent, en principe, être utilisées en taxinomie car il n'existe pas de corrélation étroite entre différences morphométriques et génétiques (Geist 2007). De plus, la forme des bois a été considérée comme un mauvais indicateur taxinomique en raison de sa grande variabilité (Bubenik 1975); enfin, les travaux de Banfield ne tiendraient pas suffisamment compte des différences de pelage (Geist 1991, 1998). C'est ainsi que Geist (1991, 1998) a largement remis en question la nomenclature de Banfield (1961). Elle propose une nouvelle classification des sous-espèces basée principalement sur la fourrure automnale des mâles adultes, caractère phénotypique qu'il juge ne pas être influencé par l'environnement. Quatorze sous-espèces ont été identifiées (Tableau 2) : le caribou Newfoundland (considéré comme *R. tarandus caribou* dans la taxinomie de Banfield) devient *R. tarandus terraenovae*, en raison des caractéristiques de son pelage nuptial. Le caribou de montagne du sud de la Colombie britannique possède le même pelage et les mêmes types de bois que le vrai caribou des bois et appartient donc probablement à la même sous-espèce. Le caribou d'Osborn, différent du caribou des bois, est reconnu comme une sous-espèce distincte (*R. tarandus osborni*). Il en va de même pour *Rangifer tarandus caboti*, forme dissemblable du barren-ground caribou (Geist 2007). Les rennes de Sibérie regroupent également plusieurs sous-espèces (Geist 1998).



Sous-espèces	Nom commun et distribution
Formes nord-américaines	
<i>Rangifer tarandus caribou</i> Gmelin 1788	Caribou des bois du Nord de l'Amérique, des montagnes de British Columbia, Alberta et Idaho
<i>Rangifer tarandus terraenovae</i> Bangs 1896	Newfoundland
<i>Rangifer tarandus pearyi</i> Allen 1902	Caribou du Haut-Arctique
<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i> Linné 1767	Barren ground caribou du Nord de l'Amérique, tous les caribous d'Alaska (<i>stoni</i> et <i>granti</i>)
<i>Rangifer tarandus osborni</i> Allen 1902	Caribou de montagne, Nord de British Columbia et Sud du Yukon
<i>Rangifer tarandus caboti</i> Allen 1914	Forme distincte du Barren ground caribou
<i>Rangifer tarandus dawsoni</i> Seaton 1900	Caribou éteint des îles de la Reine Charlotte
Formes eurasiennes	
<i>Rangifer tarandus tarandus</i> Linné 1758	Renne de toundra européen
<i>Rangifer tarandus fennicus</i> Lonnberg 1901	Renne de forêt européen
<i>Rangifer tarandus pearsoni</i> Lydekker 1902	Renne de Novaya Zemlya
<i>Rangifer tarandus sibiricus</i> Schreber 1784	Renne de toundra sibérien
<i>Rangifer tarandus valentinae</i> Flerov 1933	Renne de l'Altai
<i>Rangifer tarandus phylarcus</i> Hollister 1912	Caribou de l'Est de la Sibérie
<i>Rangifer tarandus platyrhyncus</i> Vrolik 1829	Renne de Spitsberg

Tableau 2 : Sous-espèces de *Rangifer tarandus* (d'après Geist 1998)

En l'absence de consensus clair sur la taxinomie, les biologistes préfèrent classer les populations³ selon les habitats. Le caribou est adapté à des habitats forts différents et, de ce fait, est le Cervidé présentant la plus grande variabilité biogéographique et écologique (Geist 1998). On le retrouve actuellement de la forêt boréale aux îles de l'archipel arctique, en passant par la taïga et la toundra. Devant les différentes exigences écologiques du caribou, Bergerud (1988) a appliqué le concept d'écotype⁴ en se basant sur les écosystèmes fréquentés, le comportement migrateur et la stratégie d'évitement spatial des prédateurs lors de la mise bas. Il a reconnu l'écotype migrateur qui s'applique aux grandes populations effectuant des migrations spectaculaires entre la taïga et la toundra, et l'écotype sédentaire pour les petites populations de caribous vivant toute l'année au-delà de la limite des arbres et qui n'effectuent que des déplacements limités. Selon la stratégie d'évitement des prédateurs, les femelles de l'écotype migrateur se rassemblent en grands groupes, parfois par dizaines de milliers, dans la toundra sur des aires de mise bas qui sont éloignées de la limite des arbres et des plus fortes densités de loups (*Canis lupus*), tandis que les femelles de l'écotype sédentaire s'isolent et s'éparpillent dans la forêt boréale lors de la mise bas. S'ajoutant à ces deux premières formes, les écotypes montagnard et insulaire furent utilisés pour identifier, respectivement, les populations qui vivaient dans les habitats de hautes montagnes et sur les îles (Mallory et Hillis 1998 in Couturier 2007). Ainsi, quatre écotypes principaux ont été distingués pour *Rangifer tarandus* : montagne, toundra, forêt et milieu insulaire. Chacun peut être constitué d'une ou plusieurs populations (Courtois *et al.* 2002, 2003).

³ Une **population** a été définie comme un groupe de troupeaux ou de sous-populations qui n'ont pas de contact avec les populations adjacentes (Skoog 1968). Un groupe de caribou est défini comme un **troupeau** dès lors qu'il a établi une aire de mise bas distincte, qu'il fréquente régulièrement pendant plusieurs années (Hinkes *et al.* 2005)

⁴ Le terme **écotype** désigne des populations de la même espèce qui élaborent des adaptations démographiques et comportementales afin de surmonter des contraintes écologiques particulières (Hinkens *et al.* 2005), elles utilisent le même écosystème (Jean et Lamontagne 2004).



Si l'on s'intéresse à la génétique de *R. tarandus*, il apparaît que les écotypes précédemment définis correspondent à des entités distinctes, particulièrement celles de toundra et de montagne (Røed *et al.* 1991, Courtois *et al.* 2003). Røed et ses collaborateurs (1991) ont mis en évidence l'existence de différences génétiques importantes entre le caribou de forêt et le barren-ground caribou mais ont également noté une hétérogénéité génétique au sein des sous-espèces de forêt. Cronin a identifié, à partir de l'ADN mitochondrial, plusieurs génotypes de caribou n'ayant aucune relation apparente avec les sous-espèces actuelles (Cronin 1992). Le renne de toundra eurasiatique (Norvège) et le caribou d'Alaska sont les sous-espèces les plus similaires sur le plan génétique. Cette similitude semble refléter un ancêtre commun de ces sous-espèces dans le refuge du Déroit de Béring. Le renne de Svalbard et le caribou de forêt nord-américain sont à contrario très différents (Røed 1992). Les sous-espèces insulaires constituent des écotypes d'origine relativement récente, ayant évolué de manière convergente, probablement en raison de conditions climatiques et nutritionnelles semblables (Gravlund *et al.* 1998). De récentes analyses de l'ADN mitochondrial effectuées sur des troupeaux de rennes domestiques d'Eurasie (Scandinavie et Russie) révèlent l'existence de foyers distincts et indépendants (Røed *et al.* 2008, Røed *et al.* 2010).

Les études génétiques tendent à confirmer que la désignation actuelle des sous-espèces reflète très mal les différences génétiques retrouvées dans l'ADN mitochondrial (Flagstad et Røed 2003, Røed 2005 in Couturier 2007). Les différences morphologiques (mesures crâniennes) des sous-espèces de Banfield (1961) correspondent donc à des réponses aux changements environnementaux post-glaciaires plutôt qu'à des populations génétiquement distinctes.

En ce qui concerne les rennes pléistocènes, trop peu d'études paléogénétiques ont pour l'heure été conduites et publiées. Des prélèvements sur des rennes fossiles ont toutefois été effectués au Musée National de Préhistoire des Eyzies-de-Tayac par K. Røed, généticien de l'Université d'Oslo spécialisé sur le renne. Nous sommes toujours dans l'attente des résultats des échantillons analysés provenant des gisements de Lunel-Viel (350 000 BP), Castanet (niveaux de l'Aurignacien ancien), Laugerie-Haute Ouest (Aurignacien, Gravettien, Solutréen), le Fourneau du Diable (Solutréen), Crabillat, Laugerie-Haute Est (Magdalénien moyen), Limeuil, Abzac et La Madeleine (Magdalénien supérieur) (Madeleine, com. pers.).

I.2. Ecologie, biologie et éthologie

I.2.1. Habitat et alimentation

I.2.1.1. Habitat

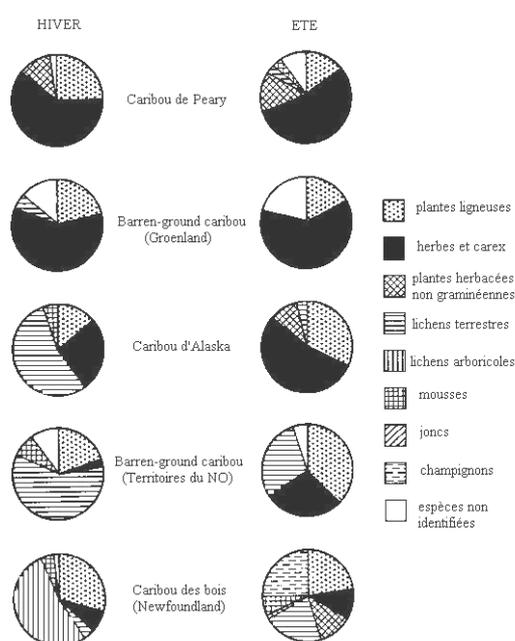
La vaste zone de répartition des rennes inclut différents biotopes, des îles du Haut-Arctique en passant par la toundra jusqu'aux zones boisées de la taïga (Leader-Williams 1988). Selon la classification ancienne, les sous-espèces appartenant au groupe *cylindricornis* occupent les zones de toundra alpine et celles se situant au-delà de la ligne des arbres. Les sous-espèces appartenant au groupe *compressicornis* vivent en petits troupeaux dans les marais et les régions forestières boréales de conifères (Banfield 1961). Les zones montagneuses sont également habitées, notamment en Alberta (Centre Ouest : Edmonds et Smith 1991), dans le Mackenzie (Shaw et Benn 2001) et dans le nord de l'Europe (Skogland 1978, Nellemann



1996). Le choix de l'habitat de certaines sous-espèces (comme *R. tarandus caribou*) est généralement associé à la prédation exercée par les loups et à la densité d'autres proies comme l'orignal ou le cerf de Virginie (Poole *et al.* 2000, Mahoney et Virgl 2003).

I.2.1.2. Alimentation

L'élément déterminant pour la survie d'ongulés dépendants d'environnements aux contraintes saisonnières fortes réside dans leur capacité à trouver de la nourriture de bonne qualité en quantité suffisante tout au long de l'année. L'alimentation des rennes domestiques et sauvages dépend donc de la zone géographique, de la topographie des lieux fréquentés et de la saison de l'année considérés (Syroechkovskii 1995). Des observations directes associées à l'examen de contenus stomacaux (rumens) permettent de renseigner les diverses espèces végétales consommées.



L'hiver, en raison de leur relative abondance dans les pâturages, les lichens (particulièrement *Cladonia rangiferina*) constituent fréquemment la principale ressource alimentaire des rennes (Kelsall 1968, Skoog 1968, Kumpula 2001). Les lichens, riches en calories mais pauvres en nitrogène et vitamines, ne peuvent toutefois être consommés toute l'année (Figure 3). En effet, s'ils deviennent l'alimentation exclusive du renne, ce dernier doit alors puiser, dans ses réserves, des nutriments importants (protéines, calcium, phosphore) afin d'assurer sa survie (Leader-Williams 1988, Syroechkovskii 1995).

Figure 3: Alimentation saisonnière du Caribou (d'après Leader-Williams 1988, modifié)

Outre les lichens, le renne est également friand de mousses et champignons, de grandes quantités d'herbes, de joncs (carex et roseaux), de linaigrettes (lin des marais), de graminées et d'arbustes (feuilles de saule, bouleau et aulne) (Syroechkovskii 1995, Leader-Williams 1988). Une étude comparative entreprise entre des rennes alpins (*R. tarandus tarandus* - Hardangervidda, Norvège) et des caribous des plaines arctiques (*R. tarandus granti* - Baie Prudhoe, Alaska) a montré des différences dans l'alimentation estivale (Skogland 1980). Le premier sélectionne tant les plantes herbacées que les lichens et, dans une moindre mesure, des plantes à petites feuilles et des arbustes rampants. Le second opère quant à lui une moindre sélection et broute les plantes en fonction de leur disponibilité. Ce manque apparent de choix est probablement un effet du faible taux de productivité des pâturages (Skogland 1980).



Occasionnellement, *Rangifer tarandus* est également consommateur de petits mammifères (lemmings) et d'œufs d'oiseaux (Skoog 1968). Il peut ronger avec avidité les andouillers trouvés au sol qui lui procurent un apport en sels minéraux (Banfield 1977). La caractéristique principale d'accès à l'alimentation des rennes réside dans leur capacité à creuser la neige (Pruitt 1959, Thing 1977, Skogland 1978, Helle 1980, 1984). Au moyen de leurs membres antérieurs ou de leur bois, ils forment des « cratères » afin d'atteindre les végétaux enfouis. En hiver, seules les femelles portent des bois, il devient alors plus difficile pour les mâles de se nourrir.

I.2.2. Organisation sociale et dynamique de population

I.2.2.1. Organisation sociale

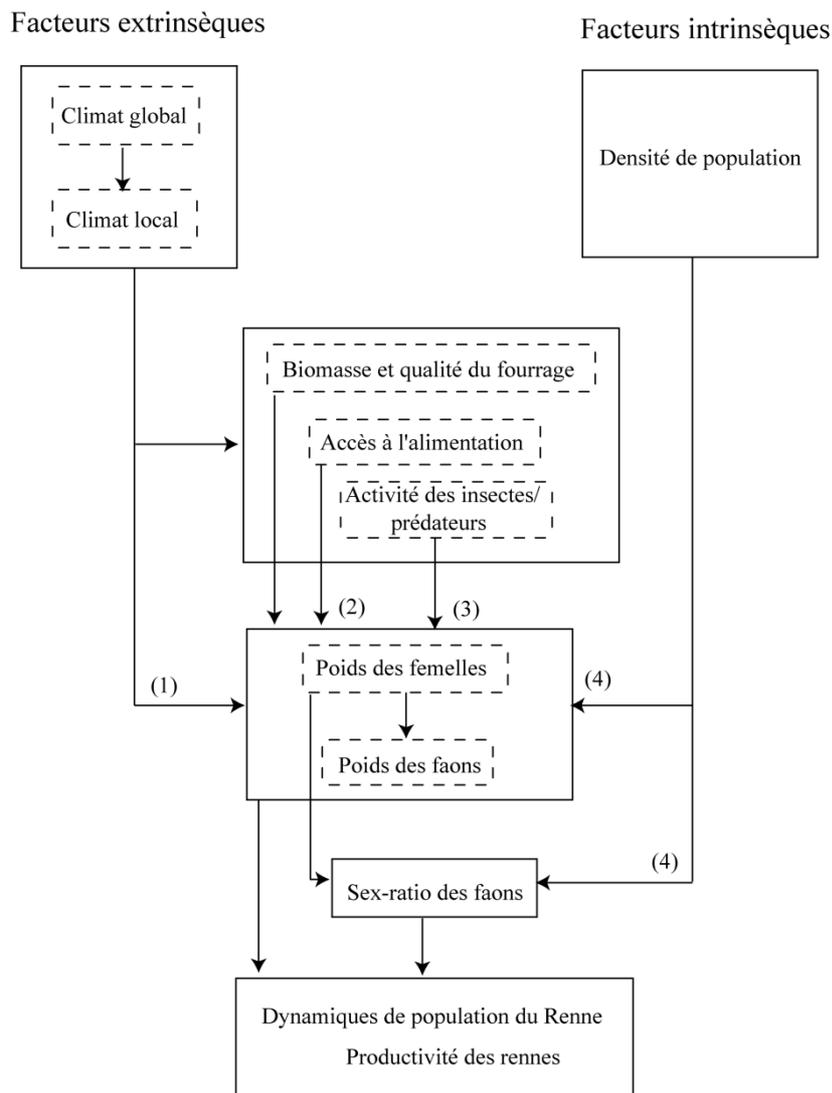
Le renne a un système social ouvert sans groupe structuré fixe. L'écotype de forêt paraît plus solitaire que son congénère de toundra (Banfield 1961, Kelsall 1968). Dans les deux cas, l'unité sociale de base est constituée de la mère et de son faon (Miller *et al.* 1975a). Le caribou de toundra (population Kaminuriak) constitue des troupes de différentes natures parmi lesquelles Miller (1974) distingue sept groupes sociaux, regroupés en fonction de l'âge et du sexe des individus analysés :

- ✓ Groupe des femelles (*cow band*) : composé de femelles matures pouvant être accompagnées de faons. Ce groupe se rencontre sur les aires de mise bas.
- ✓ Groupe des mâles (*bull band*) : exclusivement des mâles de 41 mois et plus. Ce groupe se retrouve à m'importe quelle saison de l'année et se compose de deux à quatre individus (Parker 1972).
- ✓ Groupe de juvéniles (*juvenile band*) : se compose de jeunes de 1 et/ou 2 ans. Parfois ce groupe est encore rattaché à celui des femelles, notamment en hiver.
- ✓ Groupe de sub-adultes (*sub-adult band*) : constitué d'individus dans leur troisième voire quatrième année. Les deux sexes peuvent être représentés cependant, les femelles de trois ans gravides rejoignent le groupe de femelles. Ce type d'agrégation peut se rencontrer à n'importe quel moment de l'année mais souvent au printemps ou à l'automne. En hiver, le groupe de sub-adultes se retrouve généralement associé aux femelles, et les mâles de 3 à 4 ans peuvent intégrer les groupes de mâles.
- ✓ Groupe de femelles-juvéniles (*cow-juvenile band*) : quelques femelles matures et individus des deux sexes de moins de 34 mois. Ce type de groupe est généralement appelé « familial » ; il se rencontre tout au long de l'année et se joint aux mâles pour les migrations. Généralement, les jeunes sont expulsés du groupe matriarcal à l'âge d'un an et doivent partir à la recherche d'une nouvelle harde.
- ✓ Groupe de femelles-juvéniles-mâles (*cow-juvenile-bull band*) : se caractérise par une prédominance des femelles avec des jeunes mais inclut également des mâles ou des groupes de mâles. Ce type de harde se rencontre au printemps pour la migration ou à l'automne lors de la période de rut.



- ✓ Groupe de mâles-femelles-juvéniles (*bull-cow juvenile band*) : se distingue du précédent car ici ce sont les mâles qui dominant numériquement. Ce sont des mâles matures qui ont rejoint un groupe de femelles matures avec des jeunes des deux sexes. Comme le groupe de femelles-juvéniles-mâles, on le rencontre généralement lors de la migration de printemps et du rut.

Ce modèle permet d'envisager la composition en termes d'âge et de sexe d'individus d'un troupeau de caribou de toundra. Il n'est toutefois pas représentatif de la diversité des groupes sociaux pouvant exister au sein de l'espèce *Rangifer tarandus*. La composition, de même que la taille démographique d'une population, fluctue en réalité continuellement en réponse à des facteurs tant intrinsèques (densité de population) qu'extrinsèques (climat) (Figure 4).



- 1) Coûts énergétiques liés aux déplacements à travers le couvert neigeux, à l'accès au fourrage enseveli sous la neige ("cratering") et à la thermorégulation
- 2) Sols gelés, neige profonde
- 3) Harcèlement des insectes et présence de prédateurs
- 4) Compétition intraspécifique

Figure 4 : Facteurs influençant les dynamiques de population et la productivité de *Rangifer tarandus* (d'après Weladji et Holand 2006, modifié)



I.2.2.2. Dynamiques de population

En raison de leur importance socio-culturelle et économique pour les groupes humains des régions septentrionales et des dangers qu'ils encourent face à l'industrialisation et au réchauffement global, les caribous et rennes actuels font l'objet de nombreux travaux en écologie. Les études permettent de mesurer, sur de longues périodes, les changements intervenus dans la démographie et la composition des troupeaux et ainsi identifier les causes et les modalités d'accroissement ou de déclin démographique au cours du temps (Kurten 1953, Fuller et Keith 1981, Reimers 1997, Gaillard *et al.* 1998, Weladji *et al.* 2002, 2006, Aanes *et al.* 2003). Des études suggèrent que les fluctuations de densité du caribou et du renne auraient une périodicité variant de 40 à 130 ans, période durant laquelle un troupeau peut s'accroître avant de diminuer fortement en nombre (Melgaard 1986, Baskin 2000, Gunn 2003, Valkenburg *et al.* 2003). Dans certains cas, par exemple si les conditions environnementales sont défavorables ou si la biomasse de prédateurs augmente, les populations n'arrivent pas à faire face à une forte diminution en nombre et finissent par s'éteindre. Généralement, l'extinction ne suit pas immédiatement le déclin ; la population survit en petit nombre pendant quelques années avant de disparaître (Meldgaard 1986).

Du fait de la nature migratrice et grégaire du renne, ses relations avec l'écosystème sont plus complexes que chez d'autres espèces. Chaque troupeau répond ainsi à un ensemble de contraintes environnementales (Figure 5). À ces contraintes s'ajoute celle de la « récente » pression humaine, qui a fortement perturbé l'habitat naturel du renne et du caribou actuel. Les chasses intensives, ainsi que les exploitations forestières et industrielles sont responsables de la réduction, voire de la disparition de troupeaux : en Amérique du Nord par exemple, elles ont réduit la taille de certaines hardes de caribous (comme Beverly et Kaminuriak). La chasse explique également l'extinction du renne de Svalbard (Wollebaek 1926) et demeure le facteur primaire de régulation des troupeaux sauvages de Norvège et du grand troupeau Taïmyr de Russie (Syroechkovskii 1995). La recrudescence des activités touristiques dans les grands espaces naturels constitue également un frein à la préservation des troupeaux sauvages (Nellemann *et al.* 2003, Olav Bråtå 2008). Par ailleurs, il n'existe pas de réelle compétition interspécifique entre les rennes et d'autres ongulés comme les orignaux.



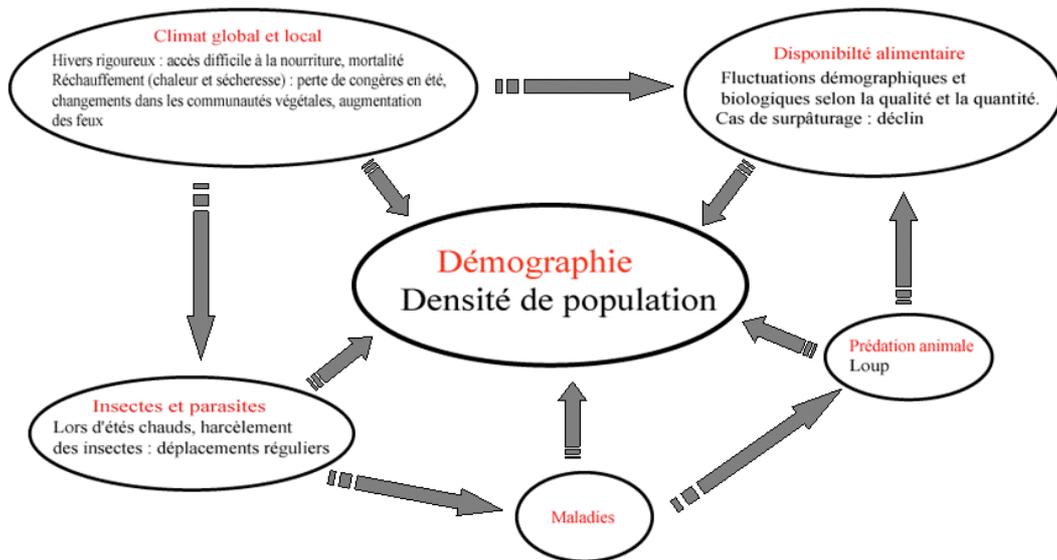


Figure 5 : Principaux facteurs influant sur la démographie des troupeaux de rennes et caribous actuels (d'après Klein 1991, modifié)

I.2.2.2.1. Conditions climatiques et disponibilité alimentaire

Les conditions météorologiques et le climat local figurent parmi les facteurs limitant le plus la densité des sous-espèces de *Rangifer tarandus*. Les hivers rigoureux causent une augmentation de la mortalité et, par conséquent, une diminution du nombre d'individus composant un troupeau. Ces extrêmes climatiques entraînent non seulement le décès de nombreux faons (hypothermie), mais aussi la perte d'individus de tous les âges, quand des épaisseurs de neige trop conséquentes (supérieures à 50-70 cm) limitent l'accès aux ressources alimentaires (Pruitt 1959, Klein 1968, Skogland 1978, Klein et Kuzyakin 1982, Miller *et al.* 1982, Adamczewski *et al.* 1988, Aanes *et al.* 2000). L'extinction de la sous-espèce endémique du caribou de l'est du Groenland (*R. tarandus eogroenlandicus*) à la fin du siècle dernier est ainsi due à une succession d'hivers très rigoureux, caractérisés par une forte accumulation de neige et de glace (Vibe 1967). Depuis plusieurs décennies, diverses hardes de caribou de Peary (*R. tarandus pearyi*) ont également été victimes d'extinction en raison d'hivers défavorables, accompagnés de couches de glace au sol et/ou d'un couvert neigeux plus épais que d'ordinaire (Tews *et al.* 2007). A Svalbard, en Norvège, une population de *R. tarandus platyrhincus* a décliné de 80% en raison d'un épisode de glace sévère en 1993/94 (Figure 6) (Aanes *et al.* 2000, Aanes *et al.* 2002). Ce type de troubles météorologiques pourrait à l'avenir augmenter tant en fréquence qu'en sévérité, sous l'effet du réchauffement climatique global (Weladji et Holand 2006, Tews *et al.* 2007). De même, les feux de forêt, facteur environnemental susceptible de réduire de manière dramatique l'abondance des lichens (Rupp *et al.* 2006 in Joly *et al.* 2007), devraient devenir plus fréquents (Joly *et al.* 2003, McCoy et Burn 2005, Sharma *et al.* 2009).



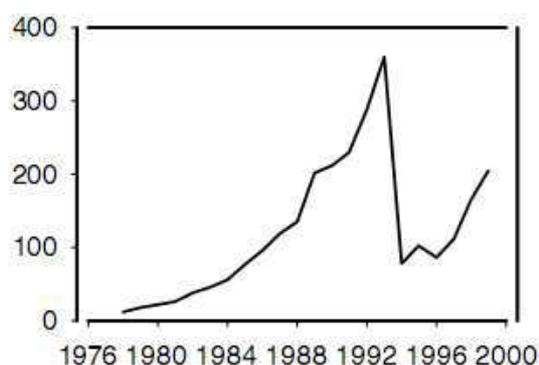


Figure 6 : Evolution de la population de rennes de Svalbard (Norvège) entre 1976 et 2000 (d'après Aanes *et al.* 2002, modifié)

Les conditions climatiques défavorables ont non seulement un impact sur l'accès à la nourriture, mais aussi sur l'abondance et la qualité des plantes disponibles, particulièrement au cours de la période estivale (Klein 1970 *in* Aanes *et al.* 2000, Skogland 1985). Le changement climatique global (notamment la chaleur et la sécheresse) cause des changements dans les communautés végétales, en particulier la réduction de l'abondance des lichens dans la toundra (Chapin *et al.* 1995, Weladji et Holand 2006, Joly *et al.* 2007). Des variations climatiques à l'échelle d'une saison peuvent aussi affecter la quantité en azote des végétaux (Lenart *et al.* 2002) dont le caribou manque à la fin de l'hiver (Mc Ewan et Whitehead 1970). Or, les femelles doivent reconstituer leurs réserves au cours de l'été pour concevoir à l'automne (Reimers 1983a, Skogland 1985). La qualité des végétaux en été peut donc affecter les conditions physiques (Lenart *et al.* 2002), la reproduction (Reimers 1983a), et la densité des populations de renne et de caribou (Leader-Williams 1980).

D'une manière générale, les conséquences du changement climatique sont nombreuses : altération de l'utilisation de l'habitat, changements démographiques mais également comportemental (migrations) et alimentaire (Sharma *et al.* 2009). L'épuisement de la nourriture causé par le surpâturage est également considéré comme responsable de l'extinction ou du déclin de plusieurs populations introduites dans des milieux insulaires (Scheffer 1951, Klein 1968, Leader-Williams 1988), ou encore présentes dans l'Ouest du Groenland (Thing 1984) et en Norvège (Skogland 1985).

Le renne a peu de compétiteur direct du fait de son alimentation particulière (Klein 1992). En Alaska, ce dernier sélectionne plutôt des lichens tandis que le bœuf musqué consomme des carex et des mousses (Ihl et Klein 2001). Dans le Yukon, les bisons des bois consomment des graminées alors que les caribous recherchent et mangent des lichens. Le chevauchement entre les régimes alimentaires de ces deux espèces demeure minimal puisqu'il est seulement de 10% en hiver (Fischer et Gates 2005). Seul le lemming constitue un compétiteur important du renne car dans la toundra, il détruit parfois la végétation hivernale (Syroechkovskii 1995).



Parmi les effets nocifs de la variabilité des conditions climatiques (température et précipitation), on pourrait donc retenir notamment : l'accroissement de pluies verglaçantes, l'épaississement des couches de neige sur les lichens terrestres, l'accentuation des dégels en hiver, l'élévation des températures et la diminution, voire la disparition de congères (accumulation de neige créée par le vent) en été, des pertes temporaires de territoire dues au feu, et enfin des changements dans l'approvisionnement en nourriture (COSEPAC 2002). Des études de plus en plus nombreuses indiquent donc que les conditions météorologiques influent sur tous les aspects de l'écologie du caribou et du renne. Cependant, de tels effets sont souvent indirects et subtils et peuvent par exemple se manifester par une légère baisse du taux de gravidité ou du taux de survie des faons et des adultes (Weladji et Holand 2003b, 2006).

I.2.2.2.2. Insectes et maladies

En dépit de la brièveté de la période estivale qu'elles connaissent, les régions arctiques et subarctiques abritent une grande quantité d'insectes. Ces derniers représentent une source de perturbation pour les populations de caribous et de rennes, qui sont alors contraintes d'adopter des comportements spécifiques. Le harcèlement intense des insectes (moustiques et oestres) pendant les saisons chaudes cause de denses regroupements et des mouvements journaliers incessants (Couturier *et al.* 2004). Ainsi, le temps passé à se déplacer augmente tandis que celui destiné à l'alimentation diminue (Mörschel et Klein 1997, Weladji *et al.* 2002). Les populations dépensent de ce fait beaucoup d'énergie pendant la saison des insectes (Toupin 1994, Toupin *et al.* 1996). Certaines études ont également démontré que la masse corporelle des faons est moindre durant les étés où le harcèlement des insectes est intense (Helle et Tarvainen 1984, Helle et Kojola 1994, Colman 2000, Albon *et al.* 2002, Weladji *et al.* 2003, Weladji et Holand 2006). Selon des observations de terrain, les moustiques et insectes deviennent actifs quand les températures dépassent 8°C (Couturier *et al.* 2004).

Le réchauffement climatique global apparaît ainsi susceptible de causer d'importants rassemblements d'insectes en été, ce qui aurait nécessairement de fortes répercussions sur les dynamiques de population. L'agression des insectes entraîne fréquemment une infestation parasitaire, élément jugé déterminant dans le déclin de la condition physique de plusieurs troupeaux (Klein 1991, Syroechkovskii 1995, Colman 2000). De même, de nombreuses maladies virales, bactériennes (Fédry 2007) ou dentaires (Miller 1974, Leader-Williams 1982), peuvent être une cause de décès.

I.2.2.2.3. Prédateurs

Le renne et le caribou partagent, historiquement, leurs territoires avec des prédateurs hormis dans certaines îles du Haut-Arctique comme Svalbard (Reimers 1983b), South-Georgia (Leader-Williams 1988) ou encore l'Ouest du Groenland (Roby et Thing 1985). Excepté l'Homme, le principal prédateur du renne est, dans les zones continentales, le loup (Figure 7) (Kelsall 1968, Parker 1973, Bergerud et Eliot 1986, Bergerud 1988, Bergerud et Ballard 1988, Walton *et al.* 2001, Kojola *et al.* 2004). Il est généralement difficile pour un loup de tuer un mâle adulte en bonne santé (Syroechkovskii 1995). En hiver néanmoins, les mâles affaiblis



par le rut et les animaux malades constituent des proies privilégiées. La mortalité juvénile due à la prédation exercée par les loups gris et les ours demeure la cause principale du déclin démographique de certaines populations (exemple dans les Territoires du Nord-Ouest : Miller et Broughton 1974, Miller *et al.* 1988, en Alaska : Adams *et al.* 1995a, Kojola *et al.* 2004, Jenkins et Barten 2005). Dans le Yukon, les loups représentent également la première cause de mortalité chez les caribous de forêt adultes (Farnell *et al.* 1996). Au Nord de la Colombie britannique, les loups sont aussi responsables du déclin de plusieurs troupeaux (Bergerud et Eliot 1986).

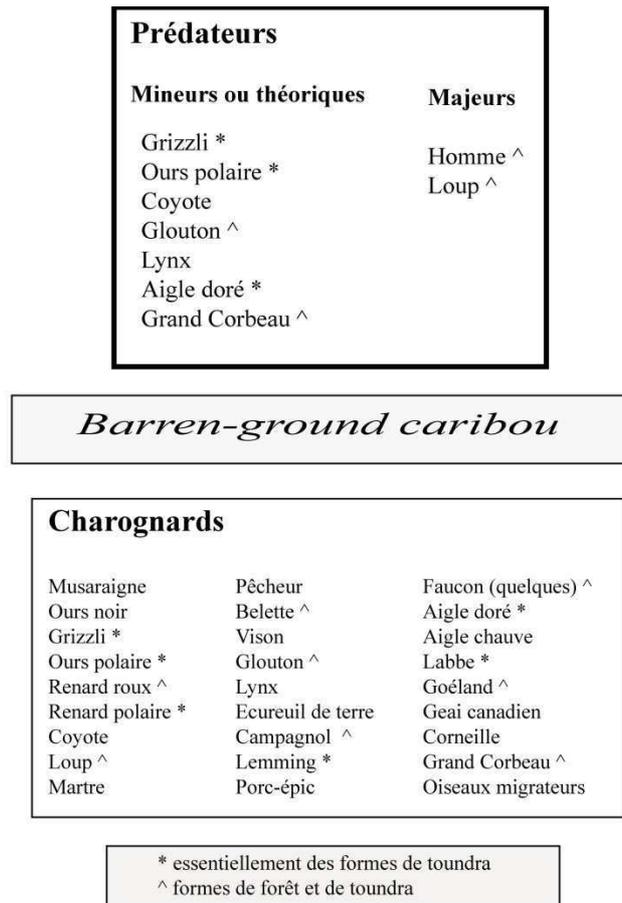


Figure 7 : Prédateurs et charognards du Barren-ground caribou (d'après Klein 1968, modifié)

Le lynx attaque rarement les rennes sauvages ; il s'en prend en revanche fréquemment aux populations semi-domestiques de Norvège (Nybakk *et al.* 2002). Dans le Newfoundland, où les loups ont été exterminés, le lynx est tenu responsable de pertes importantes de faons (Calef 1981).

Les ours sortent de leur tanière après leur hibernation, vers le mois de mai. Ils charognent alors des carcasses de rennes (Syroechkovskii 1995). Le grizzly (*Ursus arctos*) s'attaque occasionnellement aux rennes et, de ce fait, a une préférence pour les orignaux (Boertje *et al.* 1988). Les ours polaires peuvent aussi attaquer des rennes ou charogner. Tous les cas de prédation sont signalés en hiver ou au printemps sur des proies affaiblies (Derocher *et al.*



2000). Dans certaines zones de mise bas, les ours tuent davantage de faons que les loups (Calef 1981).

Le renard polaire et le coyote se révèlent de redoutables ennemis sur les sites de mise bas des populations de rennes migratrices, où les faons constituent les proies privilégiées (Reimers 1983b, Comité de rétablissement du caribou de la Gaspésie (2002-2012) 2002).

Le glouton attaque ponctuellement les rennes mais il charogne généralement les restes laissés par les loups, les lynx et les ours (Syroechkovskii 1995, Nybakk *et al.* 2002). En Scandinavie, il se montre toutefois capable de tuer un grand nombre de faons (Calef 1981, Landa *et al.* 1997).

L'aigle royal, abondant en Alaska et dans le Yukon, peut attaquer les individus juvéniles (Roseneau et Curatolo 1976, Calef 1981). Les corbeaux, très communs auprès des caribous à certaines saisons, tuent parfois des jeunes ou des faons affaiblis mais pas d'adultes en bonne santé (Roby et Thing 1985).

Une grande partie de ces prédateurs étaient présents à la fin du Paléolithique supérieur et ont certainement, comme pour les populations actuelles (Bergerud 1988, Bergerud et Ballard 1988, Adams *et al.* 1995b, Hayes *et al.* 2003), influé sur les conditions démographiques ainsi que sur la répartition géographique et spatiale des troupeaux.

Loin de s'exclure, tous les facteurs naturels précédemment évoqués de manière isolée ont nécessairement vocation, dans la réalité, à interagir. Les conditions défavorables de neige, qui réduisent la disponibilité alimentaire en hiver, influent aussi sur la prédation, en obligeant les caribous à hiverner dans le fond des vallées avec les autres ongulés et les loups (COSEPAC 2002). En outre, les épisodes hivernaux rigoureux peuvent augmenter la vulnérabilité des faons face aux prédateurs (Adams *et al.* 1995a, Singer *et al.* 1997 in Tveraa *et al.* 2003). L'augmentation de la prédation lorsque l'épaisseur de neige a retardé la migration printanière donne un exemple de l'interaction de ces variables (Edmonds et Smith 1991).

I.2.3. Reproduction, croissance, poids, condition physique et cycle des bois

I.2.3.1. Maturité sexuelle et fécondité

L'âge de maturité et de fécondité est fortement subordonné à la masse corporelle et à la condition physique (Reimers 1997). En moyenne, l'âge de maturité des femelles est atteint vers l'âge de deux ans ½ (Dauphiné 1976, Skogland 1989, Syroechkovskii 1995). A partir de l'âge de 3 ans, près de 80% des femelles donnent naissance à des faons (COSEPAC 2004). Les deux sexes peuvent rester féconds jusqu'à l'âge de treize ans. La longévité peut atteindre dix-huit/vingt ans, mais plus fréquemment celle des femelles est de quatorze/quinze ans en milieu sauvage et celle des mâles de neuf/dix ans (MacDonal et Barrett 1995).



I.2.3.2. Rut et mise bas

Comme chez la plupart des Cervidés, la reproduction du renne est saisonnière. La caractéristique principale du rut est la formation de groupes mixtes. En général, les jeunes mâles de moins de trois ans ne participent pas au rut car ils ne peuvent pas se confronter aux mâles puissants. Lors des duels, parfois très violents, les mâles n'utilisent pas seulement leurs bois mais également leurs membres antérieurs (Syroechkovskii 1995). Contrairement à d'autres Ongulés, les rennes mâles n'utilisent pas le brame pendant cette période. Les étalons renâclent en signe d'agression (Engel-Martin 2008). Au cours de cette période, la viande des mâles semble avoir un très mauvais goût (Herre 1956 in Syroechkovskii 1995, Costamagno, com. pers. d'après des observations ethnoarchéologiques en Sibérie). Au sein des populations sauvages, le rut, qui dure environ deux mois, a lieu en automne (de septembre à novembre). *Rangifer tarandus groenlandicus* se reproduit généralement fin octobre (Kelsall 1968, Dauphiné et Lynn McClure 1974). Skoog (1968) a déterminé, à partir de l'étude de deux populations de *Rangifer tarandus granti* d'Alaska, que la période principale du rut se déroule entre fin septembre et mi-octobre, avec probablement un pic début octobre. L'activité de reproduction du *Rangifer tarandus caribou* de Newfoundland a lieu principalement mi-octobre (Bergerud 1961). Les rennes de forêt et les rennes de montagne et taïga débutent le rut avant les rennes de toundra (Banfield 1961), c'est-à-dire au cours du mois de septembre.

La gestation des femelles de Laponie et du Canada dure environ 8 mois (Mc Ewan et Whitehead 1972, Banfield 1977). La période optimale pour les naissances est le printemps, lorsque les conditions climatiques s'améliorent et que la nourriture devient plus abondante (Leader-Williams 1988). Leader-Williams (1988) a établi une corrélation entre la latitude et la période de vêlage de plusieurs populations (Figure 8). Ainsi, les femelles des formes les plus septentrionales sont les dernières à mettre bas (Banfield 1977). En Laponie, la mise bas commence mi-mai, culmine début juin et cesse fin juin (Syroechkovskii 1995). Les femelles de la population Kaminuriak donnent naissance à un faon dès les premières semaines du mois de juin et le nombre de naissances connaît un pic mi-juin (Parker 1972).

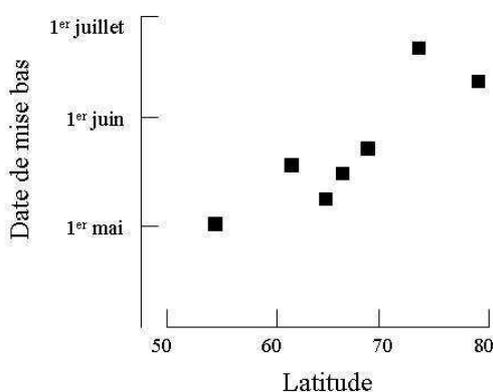


Figure 8 : Périodes moyennes de mise bas de plusieurs populations naturelles à différentes latitudes (d'après Leader-Williams 1988, modifié)



La notion d'aire de mise bas a été définie par les biologistes nord-américains : « *the area occupied by the parturient barren-ground caribou from calf birth through the initiation of foraging by calves* » (Russell *et al.* 2002 : 31). Les femelles gestantes vivant dans la toundra choisissent de préférence un terrain rocailleux, afin de protéger les nouveau-nés du vent. Le choix de l'emplacement réside également dans la volonté de minimiser la prédation exercée par les loups sur les faons (Bergerud et Page 1987 *in* Adams 2003, Adams *et al.* 1995a). Généralement, les femelles retournent au même endroit d'une année sur l'autre (Kelsall 1968, Skoog 1968, Gunn et Miller 1986), bien qu'il puisse y avoir des exceptions (Russell *et al.* 2002). En Alberta par exemple, les femelles des écotypes boréaux et montagnards se dispersent dans les zones de mise-bas et peuvent donner naissance à leurs faons soit en montagne, soit dans les forêts subalpines (Dzus 2001).

Les femelles n'ont d'ordinaire qu'un seul petit, les jumeaux étant rares. Dès les premiers jours, le faon peut courir auprès des autres animaux, il commence à brouter vers l'âge de deux semaines (Banfield 1977). La lactation se poursuit jusqu'au début du rut suivant. Le jeune peut rester près de sa mère pendant deux/trois ans (Syroechkovskii 1995).

I.2.3.3. Croissance et poids

Chez le fœtus, l'ossification commence autour de la sixième semaine de gestation. Les premiers éléments à s'ossifier sont le crâne, les vertèbres thoraciques et cervicales, la scapula et les côtes. Le processus d'ossification des membres antérieurs précède celui des postérieurs (Roine *et al.* 1982).

Le nouveau-né peut mesurer environ 51 cm de hauteur au garrot et peser autour des 5 kg (Banfield 1977) mais des variations existent au sein des troupeaux. L'accumulation de graisse et la croissance squelettique des nouveau-nés dépendent de la sévérité de l'hiver pendant la période de gestation (Skogland 1984, Eloranta et Nieminen 1986, Adams *et al.* 1995b, Adams 2003), ainsi que des réserves nutritionnelles des femelles à la fin de l'hiver (Rognmo *et al.* 1983). Les faons doivent puiser abondamment dans l'alimentation disponible au cours de la brève période estivale afin de croître rapidement pour surmonter leur premier hiver (Robbins et Robbins 1979, Knott *et al.* 2005, Couturier *et al.* 2009).

Jusqu'à l'âge de cinq mois, les jeunes caribous mâles et femelles de toundra (*R. tarandus groenlandicus*) ont des taux de croissance relativement similaires (Figure 9). Au cours de la première année, les mâles atteignent leur poids maximum à 6 mois et les femelles à 5 mois. De novembre à mai (5^{ème} au 11^{ème} mois), les faons perdent du poids, allant jusqu'à 17% chez les femelles. Les mâles de moins d'un an ont des taux de croissance plus élevés que les femelles. À douze mois, les mâles et les femelles ont déjà atteint 80-90% de leur taille et 50% de leur poids adulte (Leader-Williams 1988).



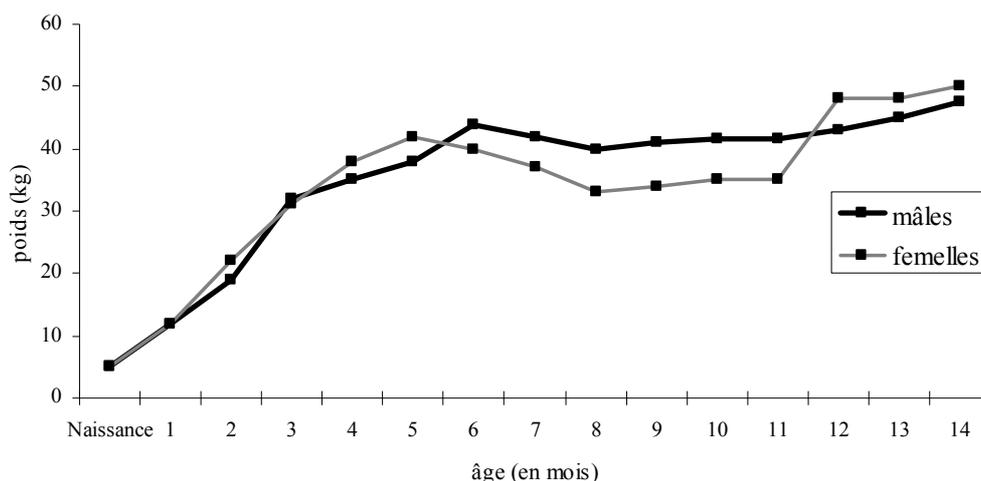


Figure 9 : Croissance des caribous sauvages de la toundra (d'après Mc Ewan 1968, modifié)

En général, la taille et la masse corporelle augmente jusqu'à l'âge de 3-5 ans chez les femelles et 5-7 ans chez les mâles (Skogland 1983, Nieminen et Leppäluoto 1986). Les caribous adultes mâles atteignent en moyenne 30 kg de plus que les femelles (Kelsall 1968). À partir de l'âge adulte (dès 3 ans), des différences morphologiques sont perceptibles entre mâles et femelles. Le dimorphisme est bien marqué mais à des degrés divers selon les sous-espèces et les écotypes (Tableau 3). Dans les îles du Haut-Arctique, les mâles pèsent 65 kg et les femelles 55 kg (Thomas et Everson 1980). Les individus mâles adultes de barren-ground caribou pèsent généralement autour de 150 kg et les femelles 90 kg (Kelsall 1968, Dauphiné 1976). Le barren-ground caribou (*R. tarandus groenlandicus*) pèse beaucoup moins que le caribou de forêt *R. tarandus caribou* (ce dernier avoisine en moyenne 180 kg pour les mâles et 132 kg pour les femelles). Le caribou d'Alaska (*R. tarandus granti*) a un poids variable : il est d'environ 80 kg pour les mâles et 60 kg pour les femelles (Geist 1998).

En Norvège et en Russie, les mâles pèsent environ 100 kg et les femelles 75 kg ou moins (Klein 1970, Reimers *et al.* 1983). Au sein de populations introduites comme celle de la Péninsule Avalon dans le Newfoundland, les plus gros mâles peuvent peser jusqu'à 350 kg ! (Geist 1998).

Sous-espèces	Poids (en kg)	
	♂ adultes	♀ adultes
<i>Rangifer tarandus tarandus</i>	60- 150	30-75
<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>	150	90
<i>Rangifer tarandus granti</i>	80	60-110
<i>Rangifer tarandus pearyi</i>	60-70	50-60
<i>Rangifer tarandus eogroenlandicus</i>	pas de données	pas de données
<i>Rangifer tarandus platyrhyncus</i>	pas de données	45-63
<i>Rangifer tarandus caribou</i>	160-210	110-150
<i>Rangifer tarandus dawsoni</i>	pas de données	pas de données
<i>Rangifer tarandus fennicus</i>	128	88

Tableau 3 : Poids moyen de quelques sous-espèces actuelles (d'après Kelsall 1968, Klein 1970, Dauphiné 1976, Thomas et Everson 1980, Reimers *et al.* 1983, Tyler et Blix 1990, Geist 1998)



Dans le Sud de la Norvège, la différence moyenne de poids entre mâles et femelles âgés de plus de trois ans est de 15 kg (Figure 10). Passé un an, les mâles prennent, au fil des années, beaucoup plus de poids que les femelles. La population du Hardangervidda est celle qui enregistre le taux de croissance le moins élevé (Reimers *et al.* 1983).

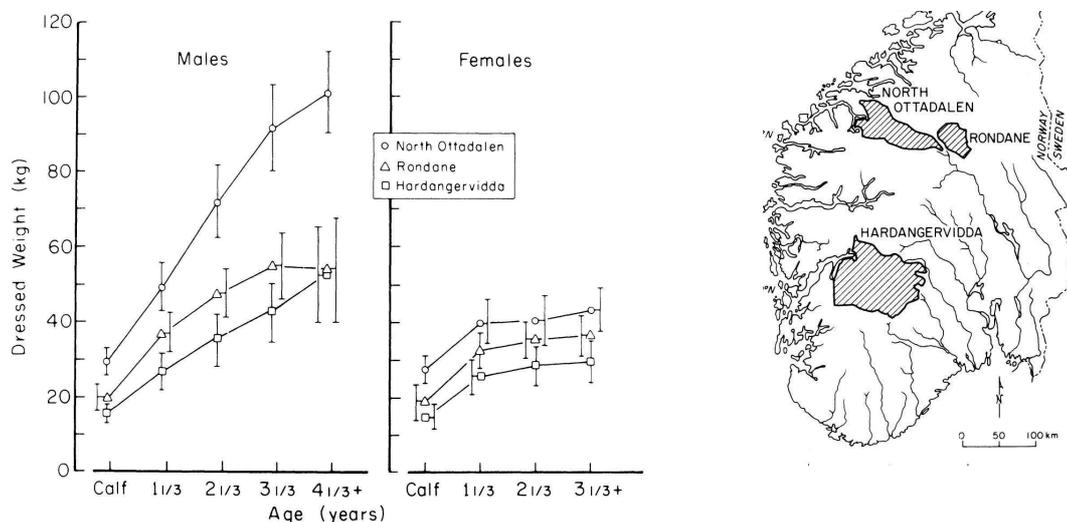


Figure 10 : Poids des rennes sauvages de trois populations du Sud de la Norvège, en fonction du sexe et de l'âge (d'après Reimers *et al.* 1983, modifié)

La masse corporelle varie donc intra-spécifiquement (selon l'âge et le sexe des individus) mais également au sein des différentes sous-espèces. L'état physiologique des rennes fluctue également au gré des saisons.

I.2.3.4. Condition physique saisonnière

La condition physique des rennes varie aussi saisonnièrement en fonction des conditions démographiques et environnementales. Les écologistes se sont largement intéressés à l'évaluation de la condition physique des animaux car ce type d'étude permet notamment de suivre l'état des populations d'ongulés et d'aménager des plans de gestion (Crête *et al.* 1993, Farnell *et al.* 1998, Beverly and Qamanirjuaq Caribou Management Board 1999, Dzus 2001, Olsen *et al.* 2001, COSEPAC 2002, Kofinas *et al.* 2002, Kofinas *et al.* 2003, COSEPAC 2004, Jean et Lamontagne 2004, Cuyler *et al.* 2005, Herfindal *et al.* 2006).

Pendant la période estivale, les individus des deux sexes présentent une bonne condition physique (Jacobi 1931 *in* Kelsall 1968, Soppela et Nieminen 2001). La prise de poids peut toutefois être ralentie par le harcèlement des mouches et des moustiques qui incitent à se déplacer sans cesse et ainsi à brûler de l'énergie (Kelsall 1968, Helle et Tarvainen 1984, Hagemoen et Reimers 2002). La couche de graisse la plus conséquente est située au dessus de la croupe et au niveau du dos, s'étendant parfois jusqu'aux côtes supérieures et jusque derrière le cou. Durant l'automne et l'hiver, les femelles présentent une meilleure condition physique générale. Elles perdent du poids au cours de l'hiver et durant le printemps alors que les mâles en reprennent. Dans les écosystèmes boréaux, à la fin de l'hiver, la condition



physique est généralement mauvaise (Crête *et al.* 1993). Chez les mâles, l'accumulation de graisse en été est rapidement et complètement dissipée pendant et après le rut. À cette période en effet, les mâles adultes sont amaigris suite aux combats liés à la reproduction et au manque d'alimentation (Jacobi 1931 *in* Kelsall 1968). Leur taux de graisse par rapport au poids connaît alors un déclin soudain (Figure 11). C'est au cours de cette période que l'on enregistre la plus grande mortalité chez les rennes mâles (Reimers 1983a).

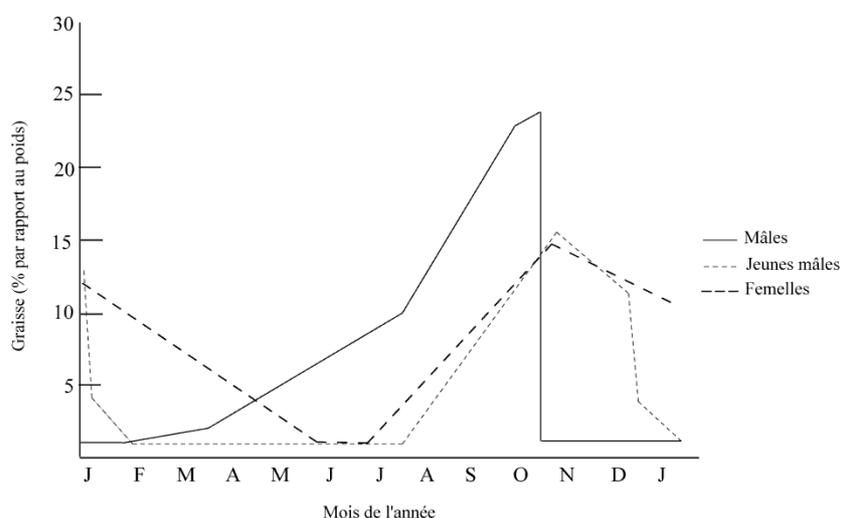


Figure 11 : Variation saisonnière du taux de graisse chez le renne (d'après Spiess 1979, modifié)

Les femelles adultes sont en bonne condition physique au moment où les mâles sont les plus affaiblis. La perte de poids est ensuite progressive chez les femelles qui atteignent leur poids minimal après la mise bas. À la fin du printemps, les femelles gravides sont donc très faibles ; la gestation puis l'allaitement nécessitent beaucoup d'énergie et entraînent une perte importante de poids, surtout si un stress nutritionnel s'ajoute à cela (Dauphiné 1976 *in* Reimers 1983b, 1997). Les femelles non gestantes sont souvent plus grasses que celle qui le sont (Jacobi 1931 *in* Kelsall 1968).

Les jeunes mâles sont en mauvaise condition physique au cours de l'hiver et jusqu'en été, période à partir de laquelle le pourcentage moyen de graisse par rapport au poids augmente progressivement pour atteindre leur pic maximal à l'automne. Les individus non matures sexuellement ne participant pas au rut, ils ne connaissent pas les diminutions de poids des autres mâles. Chez les Cervidés, les jeunes individus sont particulièrement affectés par les conditions défavorables du climat et par la densité des populations. Les juvéniles de petite taille peuvent demeurer de moindre condition physique toute leur vie, avoir un succès de reproduction plus faible et donner naissance à des jeunes plus petits (Post *et al.* 1997 *in* Couturier 2007).

Ces variations saisonnières de masse corporelle dépendent donc du climat, de la densité de population, de la qualité et la quantité des pâturages d'été, des besoins en énergie et nutriments, de l'habitat, de la prédation exercée, du harcèlement des insectes et de l'homme, des mouvements migratoires, etc. (Reimers 1983a, Weladji *et al.* 2002, Couturier 2007).



I.2.3.5. Cycle des bois

Le renne est le seul Cervidé dont la femelle porte des bois. Il existe néanmoins des populations chez lesquelles les femelles n'en portent pas (Reimers 1993) comme les caribous du nord du Québec (Jean et Lamontagne 2004, Taillon com. pers.), d'autres au sein desquelles 50 à 70% des femelles sont « tête nue » toute l'année (Meldgaard 1986). Les bois suivent un cycle saisonnier distinct selon l'âge et le sexe de l'individu. Leur taille et leur forme diffèrent selon le sexe : les bois des mâles adultes sont complexes, hautement ramifiés et fréquemment asymétriques, ceux des femelles sont plus simples. Bien qu'une grande variabilité soit constatée, les bois des rennes norvégiens pèsent environ de 7 à 10 kg et mesurent jusqu'à 120 cm chez les adultes. Les mâles les plus lourds (qui peuvent peser jusqu'à 150 kg) portent parfois des bois de 12 kg (Markuson et Folstad 1997 *in* Engel-Martin 2008). Le développement et la taille des bois dépendent de la quantité de nourriture disponible ainsi que de l'état de santé de l'animal. La principale fonction des bois chez les mâles serait en relation avec les combats au moment du rut. Pour les femelles et les jeunes individus, les bois confèrent un avantage dans le rang social quand les mâles sont « tête nue » car ils leur permettent d'accéder à la nourriture enfouie sous la neige durant l'hiver (Leader-Williams 1988).

Chez le faon, qu'il soit mâle ou femelle, les bois commencent à se développer dès le premier mois avec la pousse des pivots (Nieminen 1985 *in* Høymork et Reimers 2002). Les premiers bois ne sont pas ramifiés et forment une dague qui tombe vers le mois de février chez les jeunes mâles et au début du printemps chez les femelles juvéniles (UAF 2005). Lors de la deuxième tête, l'andouiller d'œil apparaît et à la troisième tête, la ramure est complète avec l'andouiller de glace et les nombreuses digitations des empaumures pour les mâles (Bonnissent 1993). Les bois des mâles adultes atteignent leur croissance maximale juste avant le rut, à l'automne (Figure 12). Ils tombent après la reproduction, au début de l'hiver, et repoussent au début du printemps, autour du mois d'avril. Les bois des mâles atteignent leur taille maximale vers 6-7 ans, ceux des femelles autour de 4-5 ans (Nieminen 1985 *in* Høymork et Reimers 2002). Les femelles non gestantes perdent leurs bois à la fin de l'hiver. Les femelles pleines les portent jusqu'aux naissances, autour du mois de mai. Contrairement aux mâles, ils repoussent peu de temps après la chute (Høymork et Reimers 2002, Murray 1993).



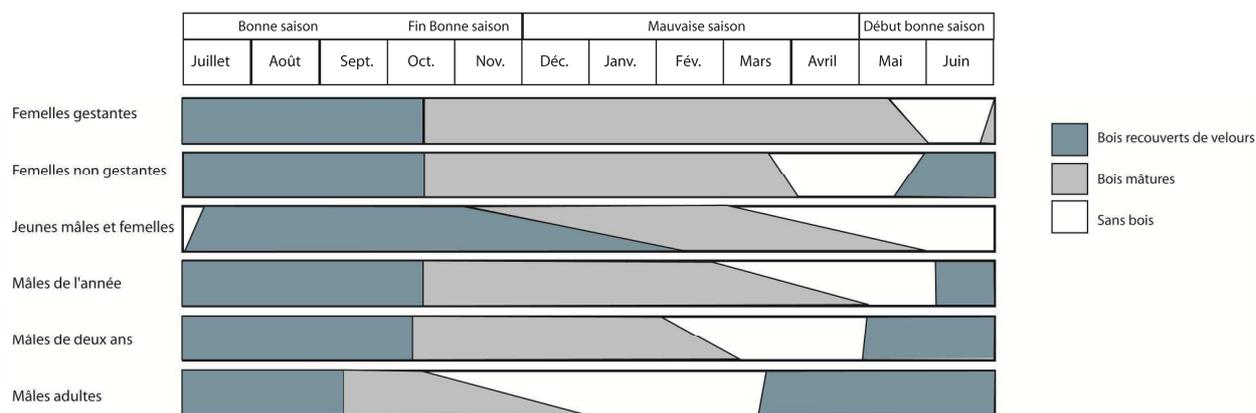


Figure 12 : Cycle des bois de rennes mâle et femelle (d'après Murray 1993, modifié)

I.2.4. Comportements migratoires et cycles saisonniers

La migration du caribou a intéressé les voyageurs du Grand Nord dès le XVIIIème siècle (Kelsall 1968). De nos jours, les comportements migratoires des troupeaux sont connus notamment grâce à la télémétrie (Dauphiné *et al.* 1975 in Jean et Lamontagne 2004, White et Garrott 1990, Gunn *et al.* 2001). La compréhension du comportement au sein du territoire est centrale pour saisir la distribution et l'abondance des populations, de même que les facteurs limitant ces populations (Brown *et al.* 2001). Généralement, la migration peut être définie comme un mouvement de population régulier, un aller-retour entre deux ou plusieurs territoires saisonniers (White et Garrott 1990).

I.2.4.1. Comportements migratoires

I.2.4.1.1. Diversité du comportement migratoire

Les enregistrements télémétriques montrent de fortes variations de l'ampleur des migrations des rennes et caribous actuels. D'une manière générale, trois types de comportements sont attestés au sein des populations actuelles : déplacements sur de longues distances, de l'ordre de plusieurs milliers de kilomètres, mobilité plus réduite (100/80 km parcourus au cours d'une migration saisonnière), et enfin sédentarité (Figure 13).



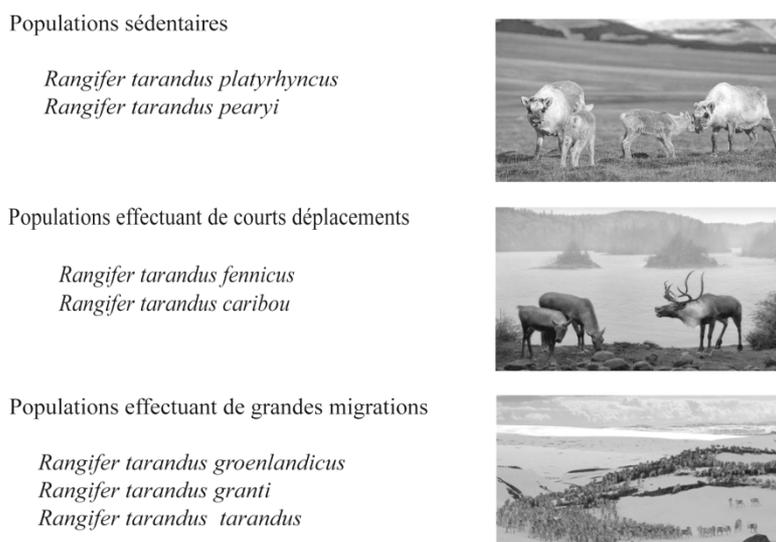


Figure 13 : Comportement migratoire de sous-espèces de rennes et caribou actuels

Dans les archipels du Haut-Arctique, *R. tarandus platyrhincus* et *R. tarandus pearyi* forment des populations de taille démographique relativement petite⁵ (Tyler et Oritsland 1989, COSEPAC 2004). Ces deux sous-espèces sont sédentaires en raison de conditions très particulières comme la présence de nourriture toute l'année ainsi que l'absence de prédateurs et d'insectes (Reimers 1983b, Tyler et Oritsland 1989, Loe *et al.* 2007). *R. tarandus pearyi* peut toutefois effectuer des mouvements migratoires de faible ampleur si les conditions environnementales l'y contraignent (Banfield 1961, COSEPAC 2004).

Ces déplacements sont bien différents de ceux du barren-ground caribou du Canada et d'Alaska (*R. tarandus groenlandicus* et *R. tarandus granti*) et de certaines populations de rennes de toundra d'Eurasie (*R. tarandus tarandus*). Ces hardes forment généralement de grands troupeaux, atteignant parfois des dizaines de milliers d'animaux, et entreprennent des migrations de grande ampleur, de plusieurs milliers de kilomètres, à la recherche de pâturages riches en végétaux. Les déplacements ont lieu deux fois par an, dans un axe nord-sud, entre les zones hivernales (dans la forêt boréale) et estivales (dans les plaines de toundra) (Kelsall 1968, Gunn et Miller 1986, Couturier *et al.* 2004, Jean et Lamontagne 2004). La migration peut varier selon l'orientation de la limite des arbres, comme c'est le cas par exemple pour les caribous de la Rivière-George au Québec qui migrent parfois d'est en ouest (Figure 14). Bien que les deux troupeaux du Nord du Québec (Rivière George et Rivière aux Feuilles) ne soient pas génétiquement distincts (Boulet *et al.* 2007), ils montrent des différences dans le comportement migratoire, de même que dans la taille corporelle, les conditions physiques ainsi que la démographie (Couturier 2007, Sharma *et al.* 2009). Mise à part la fidélité annuelle pour les terrains de mise bas, nul ne peut prédire de façon certaine les déplacements des grands troupeaux de caribous de toundra. Les enregistrements télémétriques des déplacements d'une femelle adulte au cours de deux hivers consécutifs montrent en effet des variations entre 400 et 450 km (Schaefer *et al.* 2000).

⁵ Elles peuvent atteindre quelques centaines d'individus mais excèdent rarement deux ou trois animaux



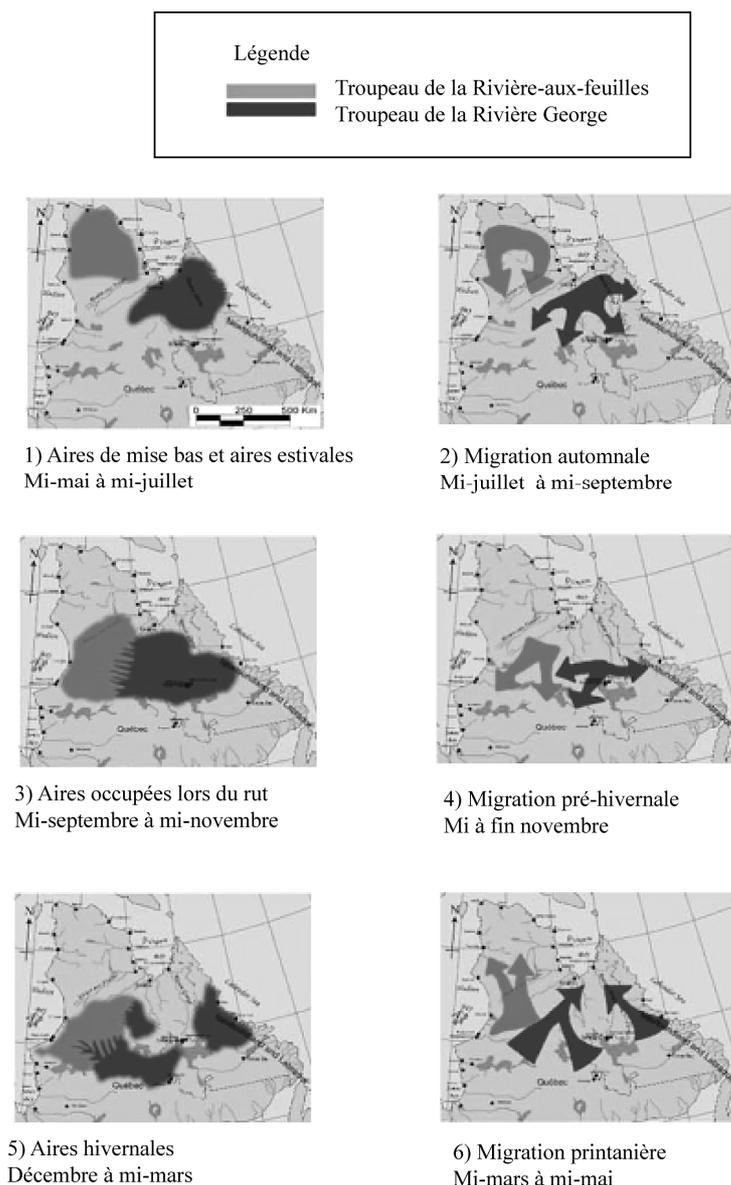


Figure 14 : Principaux schémas de migration actuelle d'un écotype migrateur toundrique du Nord du Québec (troupeaux de la Rivière-George et de la Rivière aux-Feuilles). Basé sur le suivi des bêtes par collier satellite entre 1991 et 2002 (d'après Jean et Lamontagne 2004 et Couturier *et al.* 2004, modifié).

Le comportement du renne de forêt (*R. tarandus caribou* et *R. tarandus fennicus*) se situe entre ces deux extrêmes. Comme les populations du Haut-Arctique, les rennes de forêt sont relativement solitaires et forment des troupeaux de quelques individus. Moins sédentaires que leurs congénères nordiques, ils entreprennent de courts déplacements au sein des forêts, parfois dans un sens altitudinal (Schaefer *et al.* 2000, Ferguson et Elkie 2004). C'est pendant l'été et l'hiver que les caribous forestiers sont le moins mobiles, la majorité des déplacements ayant lieu au printemps avant la mise bas, et avant le rut (COSEPAC 2002). Des migrations saisonnières d'ampleurs relativement grandes ont été documentées chez *R. tarandus caribou* lorsqu'existe un risque de prédation (Bergerud 1974). Dans les montagnes du Sud de la Norvège (Oppland), les rennes (*R. tarandus tarandus*) migraient, d'est en ouest, sur de



courtes distances entre les territoires d'été et d'hiver (Jordhøy 2008). Les migrations ont cessé depuis en raison notamment du trafic routier (Oberg 2001, Olav Bråtå 2008).

Les rennes semi-domestiques du Nord de la Suède migrent, entre leurs territoires d'hiver en forêt et leurs territoires d'été en montagne, sur une distance de 100- 150 km (Danell *et al.* 2006). En Alberta, l'écotype montagnard occupe des terrains montagneux où des épaisseurs de neige modérées autorisent l'accès aux lichens terrestres (Edmonds et Smith 1991). La majorité des caribous alpins entreprennent des déplacements de 80 km ou plus entre les territoires d'hiver près des forêts, et les territoires de mise-bas et estivaux en montagne (Oberg 2001).

Les comportements migratoires demeurent ainsi diversifiés (déplacements réguliers de grande ampleur, mouvements limités et sédentarité) et compliqués à cerner car ils peuvent varier à court ou long terme. Un troupeau peut ainsi changer subitement de comportement, comme dans le Sud-Ouest de l'Alaska où 84% des caribous équipés de collier émetteur étaient sédentaires avant de devenir migrateurs (Hinkes *et al.* 2005).

I.2.4.1.2. Facteurs à l'origine des migrations

Le comportement migratoire du renne n'est pas fixe. Les déplacements des hardes sauvages, qu'ils soient restreints ou étendus, témoignent de leurs adaptations aux variations affectant l'environnement naturel. Les facteurs déterminant les migrations sont complexes et interagissent entre eux (Figure 15).

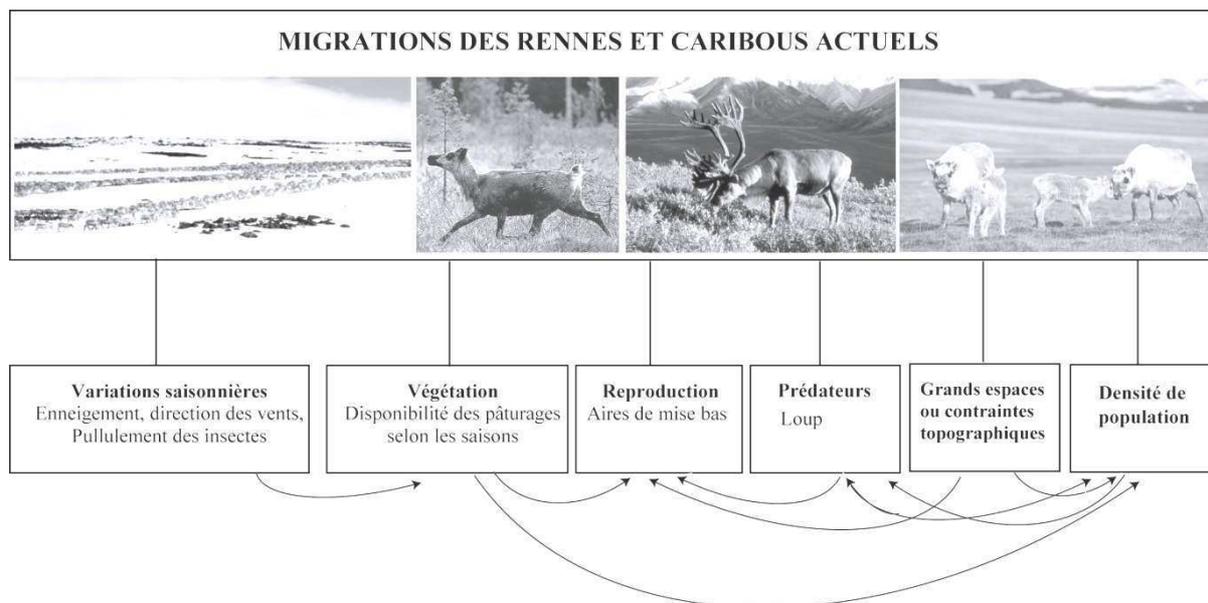


Figure 15: Facteurs à l'origine des migrations des rennes actuels



Les conditions atmosphériques et environnementales -particulièrement l'enneigement, les températures extrêmes, la direction des vents et le pullulement des insectes- constituent des exigences saisonnières qui déterminent le déclenchement des migrations (Banfield 1954a, Pruitt 1959, Gavin 1975, Beverly and Qamanirjuaq Caribou Management Board 1999, COSEPAC 2002). Ces conditions influent également sur la croissance saisonnière de la végétation (Ferguson et Elkie 2004). Les besoins de l'accouplement et particulièrement la mise bas sont également à l'origine de mouvements migratoires réguliers (Gunn et Miller 1986, Schaefer *et al.* 2000, Couturier 2007). Les biches gravides, accompagnées des daguets et poussées par la nécessité de mettre bas dans une zone propice, entraînent les troupeaux vers les quartiers d'été (Banfield 1977). La présence de prédateurs sur un territoire peut inciter les rennes à migrer vers des zones moins risquées, quitte à se disperser et vivre en petits groupes afin de minimiser le risque (Bergerud 1974, Bergerud *et al.* 1990, Fryxell 1998, Ferguson et Elkie 2004, Couturier 2007). La variable environnementale majeure qui permet au caribou de cohabiter avec ses prédateurs sans qu'ils ne soient nuisibles est l'utilisation de grands espaces (Hinkes *et al.* 2005). Enfin, le comportement migratoire dépend de la densité de population : la distance parcourue par les rennes de toundra est ainsi plus importante pendant les périodes de haute densité de population (Enloe 2007).

I.2.4.2. Cycles saisonniers annuels

Les mouvements de population, dictés par les nombreux paramètres précédemment évoqués, s'inscrivent dans un schéma d'organisation annuel fondé généralement sur des événements de la vie du renne. De nombreux facteurs, écologiques et éthologiques, dictent l'organisation du cycle annuel. Afin de tenir compte de la diversité des comportements du renne, j'ai choisi de présenter le cycle saisonnier de troupeaux canadiens appartenant à des écotypes différents : la toundra, la forêt et la montagne.

I.2.4.2.1. Ecotype de toundra

Les troupeaux de caribous nord-américains (Porcupine, Bathurst, Beverly et Qamanirjuaq) se répartissent à travers la toundra arctique et la taïga subarctique dans les Territoires du Nord-Ouest, Nunavut, au Nord de Manitoba, Saskatchewan, Alberta et dans les territoires du Yukon et d'Alaska (Figure 16).



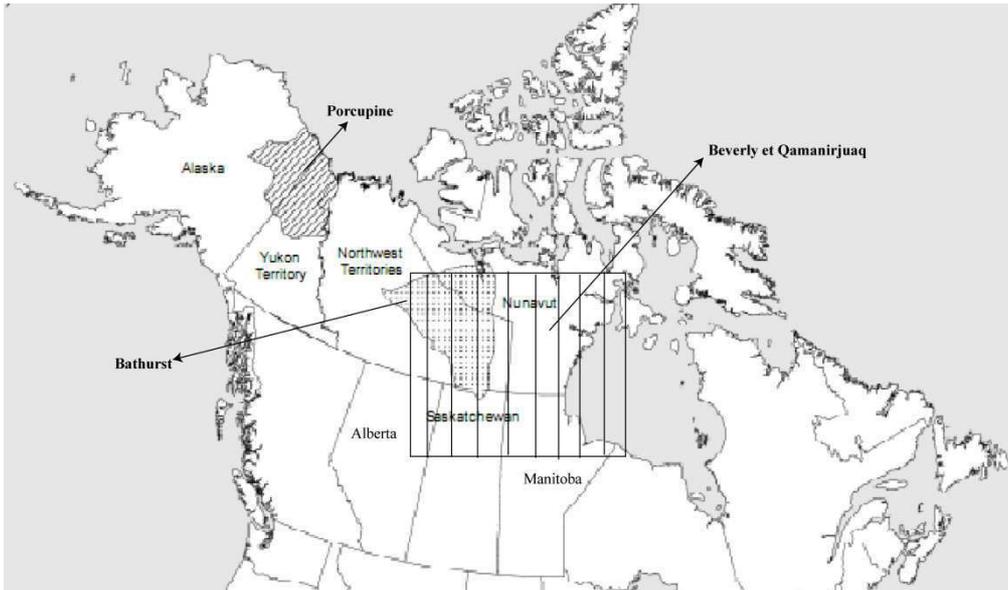


Figure 16 : Carte de répartition de certains troupeaux de caribous de la toundra d'Amérique du Nord (d'après McNeil *et al.* 2005, modifié)

Ces caribous (*R. tarandus groenlandicus* et *R. tarandus granti*) suivent globalement, chaque année, le même schéma traditionnel de déplacements entre les territoires saisonniers (Figure 17).

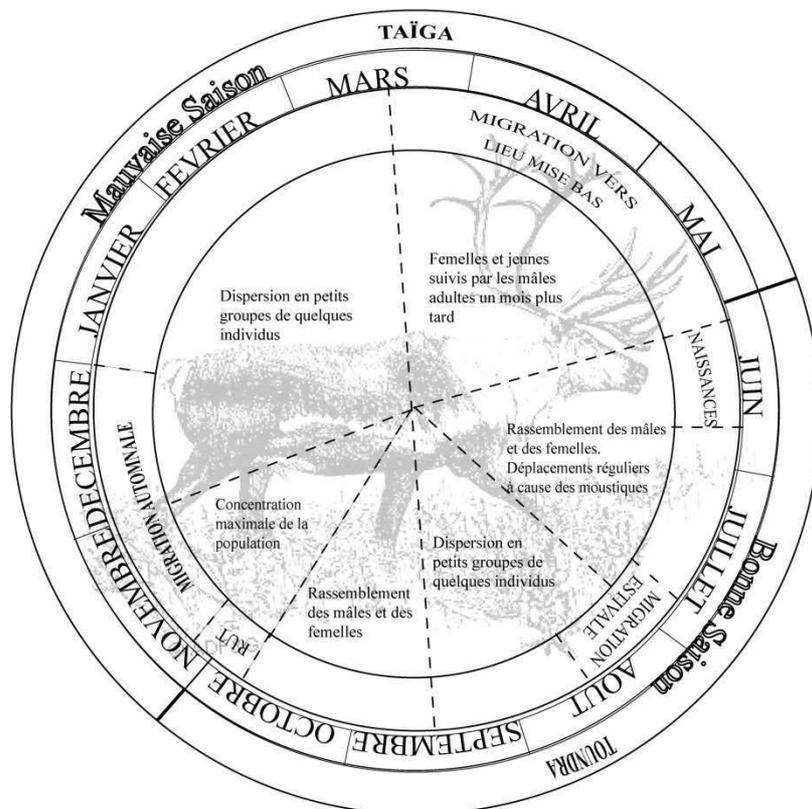


Figure 17 : Cycle annuel de troupeaux de caribous de toundra nord-américains



Au printemps, à partir de la mi-mars, les femelles gestantes et les jeunes sont les premiers à migrer vers les territoires de mise bas, dans la toundra. Ils sont suivis par les femelles non gravides et les jeunes mâles ; les mâles adultes enclenchent leur migration un mois plus tard. La plupart des faons naissent entre le 5 et le 15 juin. La même zone est généralement utilisée chaque année pour la mise bas mais le lieu spécifique où les faons naissent peut varier d'une année sur l'autre. La période de mise bas coïncide avec la croissance rapide de la végétation, cruciale pour la survie des faons. Après les naissances début juin, le caribou commence à former de larges groupes. Mi-juillet, plusieurs centaines de caribous, y compris les mâles adultes, constituent de grandes bandes en raison du harcèlement des moustiques et de la prédation exercée par les loups. À la fin du mois de juillet, le caribou entreprend une rapide migration vers le sud, vers la ligne des arbres et se disperse dans le courant du mois d'août. À partir de fin septembre, des rassemblements mixtes annoncent la période du rut qui a lieu début octobre, généralement près de la ligne des arbres. Les mâles matures se séparent des autres individus après la période de reproduction et se rassemblent en groupes. La migration automnale vers la taïga se produit fréquemment entre octobre et décembre. Elle donne lieu à de grands rassemblements. En novembre, la plupart des caribous ont migré dans la forêt et ils continuent à se déplacer tout au long de l'hiver. La distribution hivernale dépend de l'épaisseur de la neige et de l'abondance du lichen. Au milieu du mois de mars, le cycle recommence (Kelsall 1968).

Dans le Grand Nord canadien, la population Kaminuriak entreprend une migration printanière plus tardive puisqu'elle a lieu fin avril. Les naissances se déroulent majoritairement mi-juin. Les troupeaux se rassemblent également mi-juillet avant de se disperser mi-août. Fin septembre, les femelles initient le déplacement vers les zones d'accouplement, les mâles rattrapent rapidement le retard (Parker 1972, Miller 1974, Dauphiné 1976). Les périodes de rut et de migration automnale sont les mêmes que les troupeaux cités précédemment.

I.2.4.2.2. Ecotype de forêt

R. tarandus caribou, dont plusieurs populations sont présentes au Canada⁶, effectue généralement de courts déplacements (inférieurs à 100 km) entre les territoires d'été et d'hiver (Figure 18). Il est présent dans les forêts boréales et les montagnes. D'autres troupeaux sont relativement sédentaires ou, avec les saisons, passent de l'aire d'hivernage à l'aire d'estivage, et changent périodiquement d'aire d'hivernage, à cause soit de conditions de neige défavorables soit d'une perturbation de l'habitat (COSEPAC 2002). Le caribou des bois a tendance à se reproduire plus tôt que le caribou de toundra et ses faons affichent des taux de mortalité plus élevés. Les femelles gravides se dispersent pour mettre bas individuellement dans les forêts, les tourbières, les rives des lacs et dans la toundra afin de réduire le risque de prédation. Les faons naissent en mai ou début juin. Au moment du rut, fin septembre- début octobre, le caribou des bois forme des harems, alors que le caribou de la toundra a tendance à former des groupes de biches moins défendus. C'est à cette période que les troupeaux

⁶ Populations : de la Gaspésie-Atlantique, boréale, des montagnes du Sud et du Nord et de Terre-Neuve



atteignent leur taille maximale⁷ mais sans commune mesure avec le caribou de toundra. La taille des groupes est à leur minimum lors de la mise bas et tout au long de l'été et elle fluctue en hiver (COSEPAC 2002).

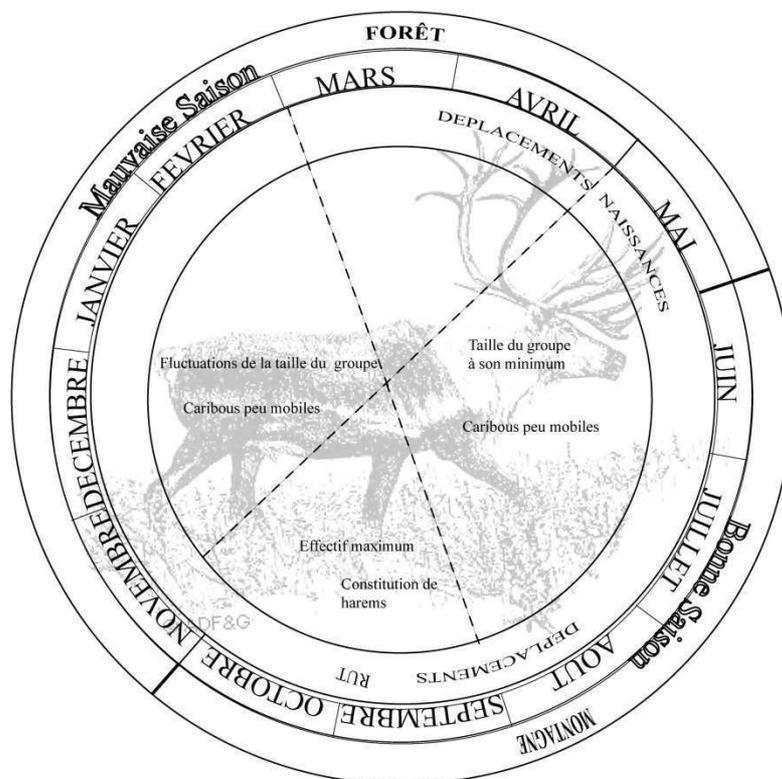


Figure 18 : Cycle annuel d'un écotype forestier *Rangifer tarandus* caribou canadien

I.2.4.2.3. Ecotype de montagne

La sélection de l'habitat par le renne migrateur des montagnes d'Alberta (*R. tarandus caribou*) change saisonnièrement. Le rut a lieu généralement dans les pâturages alpins ou subalpins. En hiver, les caribous occupent particulièrement les forêts de pins et d'épicéas (Edmonds et Bloomfield 1984 in Dzus 2001, Edmonds et Smith 1991). La majorité des caribous entreprennent des migrations de 80 km ou plus entre les terrains hivernaux à l'orée des forêts et les territoires printaniers et estivaux en altitude (Oberg 2001).

⁷ Aucune estimation du nombre n'est donnée dans le rapport de COSEPAC (problème du comptage des individus et fluctuation du nombre au fil des années).



I.3. Taille corporelle des populations actuelles

I.3.1. Considérations générales et données ostéométriques

Les données existantes sur les dimensions et proportions corporelles des populations actuelles de renne sont relativement nombreuses (Dauphiné 1976, Nieminen et Helle 1980, Thomas et Everson 1980, Leader-Williams et Ricketts 1982, Reimers *et al.* 1983, Skogland 1983, Klein *et al.* 1987, Kojola et Helle 1996, Kuzyk *et al.* 1999, Couturier *et al.* 2010). Toutefois, contrairement aux méthodes de l'archéozoologie (mesures de largeurs et d'épaisseurs d'extrémités articulaires d'os longs), les biologistes travaillant sur les populations actuelles se basent le plus souvent sur des critères, tels la longueur totale du corps, la longueur de la mandibule, la masse totale, le poids de la carcasse, de la tête, des viscères, la quantité des dépôts de graisse du dos et du rein (Figure 19). Ces mesures, hormis la longueur de la mandibule (élément anatomique rarement complet en contexte archéologique), ne peuvent pas être appliquées aux ossements fossiles. Au travers d'une synthèse bibliographique, j'ai inventorié les données ostéométriques disponibles pour les populations actuelles, pouvant servir de point de comparaison avec les assemblages paléolithiques.

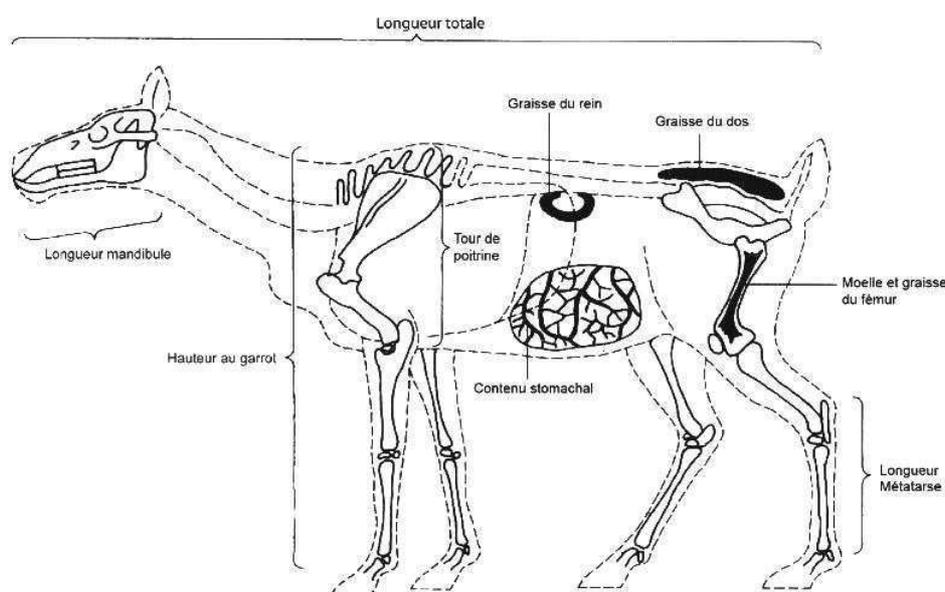


Figure 19 : Zones de la carcasse où certaines mesures de taille et de masse corporelle sont prises sur les rennes actuels (d'après Dauphiné 1976, modifié)

D'un point de vue ostéométrique, les crânes des individus actuels ou sub-actuels ont fait l'objet d'attentions particulières, dès le début du XX^{ème} siècle, afin de préciser notamment la taxinomie de l'espèce (Wollebaek 1926 sur les rennes de Spitsberg, de Laponie et du Groenland ; Banfield 1961 sur toutes les sous-espèces ; Degerbøl 1957 sur les caribous, Thomas et Everson 1980 sur les caribous de Peary, etc.). Plusieurs mesures crâniennes peuvent être prises (Figure 20) et servir de base de comparaison. Les longueurs des mandibules (Figure 21) sont également fréquemment mentionnées et des mesures brutes sont disponibles pour plusieurs troupeaux de rennes norvégiens (Skogland 1983). D'autres mesures de longueur de mandibule et de diastème existent pour les populations actuelles



Kaminuriak (Miller 1974, Morrison et Whitridge 1997), d'Alaska (Skoog 1968) et du Newfoundland (Bergerud 1964). Elles sont données selon des classes d'âge qui peuvent varier selon les auteurs.

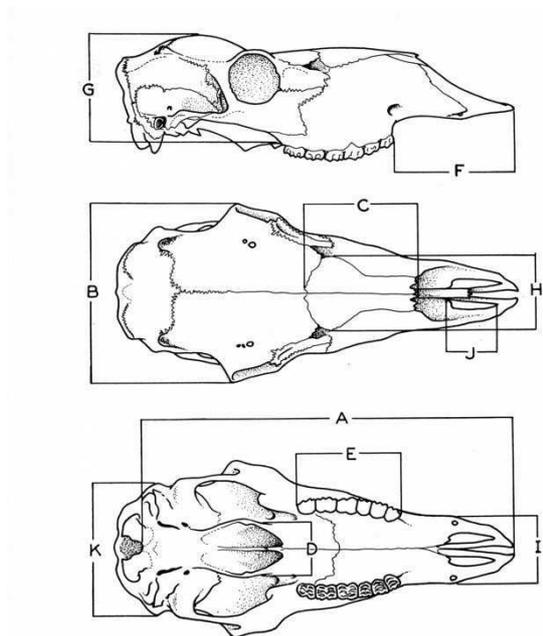


Figure 20 : Mesures prises sur les crânes (Banfield 1961)

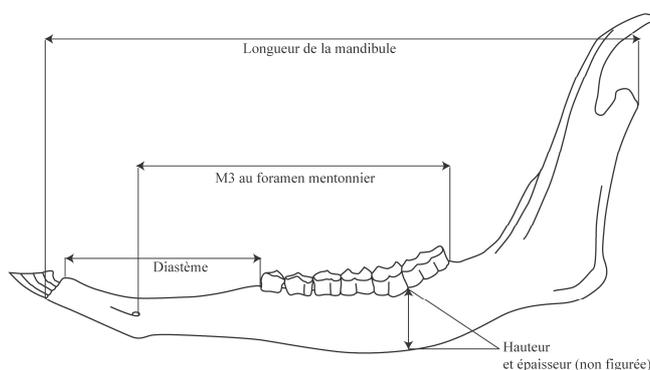


Figure 21 : Principales mesures prises sur les mandibules de rennes actuels

Les comparaisons avec le matériel fossile restent cependant limitées ; les mandibules et surtout les crânes étant rarement conservés complets dans les sites archéologiques en raison de l'intervention humaine (fracturation des ossements pour le prélèvement de la moelle et de la graisse) mais aussi d'autres agents taphonomiques naturels (effondrements de blocs, piétinement, etc.).

Des données sur l'actuel sont aussi disponibles pour le squelette post-crânien, en particulier les os longs. Les mesures de longueur des os longs sont les plus couramment mentionnées (Reimers 1983a pour les rennes du Sud de la Norvège et Meldgaard 1986, Degerbøl 1957, Degerbøl et Krog 1959 pour les caribous actuels -*R. tarandus groenlandicus*- et sub-actuels -



R. tarandus eogroenlandicus- du Groenland). Des mesures d'épaisseur (diamètre antéro-postérieur), de largeur (diamètre transversal) et surtout de longueur de métapodes (métacarpien et métatarsien) sont également accessibles pour plusieurs troupeaux de Laponie (Reimers *et al.* 1983), du Groenland (Degerbøl 1957, Degerbøl et Krog 1959, Meldgaard 1986), du Yukon (Kuzyk *et al.* 1999), de Peary et d'Alaska (Klein *et al.* 1987). Dans le fossile, les longueurs d'ossements ne peuvent généralement être mesurées qu'en contexte naturel, où l'homme n'est pas intervenu sur le stock osseux. En revanche, les extrémités articulaires sont fréquemment préservées en contexte anthropique. De telles mesures sont toutefois assez rares dans le registre actuel.

Les deux référentiels les plus couramment utilisés pour les comparaisons avec le matériel fossile, celui de Bouchud (1959a) et celui de Spiess (1979), ont été constitués à partir d'individus isolés de provenance diverse. Afin de mieux prendre en compte la variabilité des individus, nous avons cherché dans les publications des mesures prises sur le squelette post-crânien de populations dont l'âge et le sexe de chaque individu est connu. L'ensemble ou au moins une partie du squelette post-crânien a été mesuré pour plusieurs populations actuelles : caribous du Groenland (Meldgaard 1986, Pasda 2009), rennes de Finlande (Puputti et Niskanen 2008, 2009) et de Norvège (Kuntz ce travail). Ces échantillons, étudiés d'un point de vue ostéométrique et statistique, sont présentés dans la partie relative au corpus d'étude. Ils ont été retenus car de nombreux éléments anatomiques, directement comparables aux assemblages fossiles, ont été mesurés pour chacun d'entre eux.

I.3.2. Différences de taille corporelle au sein des écotypes et des sous-espèces actuels

De tous les Cervidés, *Rangifer tarandus* constitue l'espèce la plus variable (Geist 1998). Les différences de taille (comme de poids) varient fortement d'une population à l'autre (Valkenburg *et al.* 2003) et sont notamment à mettre en relation avec la diversité des zones écologiques occupées par l'espèce (forêt, toundra continentale, montagne et îles du Haut-Arctique). D'une manière générale, les rennes sont plus grands au sud ; à partir du 60° nord, ils déclinent rapidement en taille (Geist 1998), ce qui est contraire à la loi de Bergmann qui statue que chez les espèces présentant une large répartition géographique, les individus possédant le plus fort volume corporel présentent une meilleure résistance aux conditions climatiques plus rudes.

La taille (hauteur au garrot) des rennes et caribous actuels oscille ainsi entre 0,90 et 1,30m (Tableau 4). Le caribou des bois (*R. tarandus caribou*) est le plus grand d'entre eux et les rennes des archipels arctiques (*R. tarandus pearyi*, *Rangifer tarandus platyrhyncus*) sont les plus petits, leur taille excédant rarement plus d'un mètre. Les caribous qui parcourent la toundra groenlandaise (*R. tarandus groenlandicus*) mesurent en moyenne 1,15m pour les mâles et 1,10 m pour les femelles (Banfield 1977).



Sous-espèces	Taille (en cm)	
	♂ adultes	♀ adultes
<i>Rangifer tarandus tarandus</i>	130	90
<i>Rangifer tarandus groenlandicus</i>	115	110
<i>Rangifer tarandus granti</i>	115	101
<i>Rangifer tarandus pearyi</i>	100	95
<i>Rangifer tarandus eogroenlandicus</i>	pas de données	pas de données
* <i>Rangifer tarandus platyrhyncus</i>	87	85
<i>Rangifer tarandus caribou</i>	130	125
<i>Rangifer tarandus dawsoni</i>	105	-
<i>Rangifer tarandus fennicus</i>	120	105

Tableau 4 : Taille moyenne (en cm) de différentes sous-espèces actuelles (d'après * Wollebaeck 1929, Banfield 1961, 1977, Nieminen et Helle 1980, Klein *et al.* 1987, Geist 1998)

Les rennes vivant dans les îles du Haut-Arctique sont ainsi de très petite taille, les membres et le museau sont courts et les orbites protubérants par rapport aux autres sous-espèces (Degerbøl 1957, Banfield 1961). Ces petites tailles sont à mettre en relation avec d'autres proportions corporelles (Krog *et al.* 1976). La scapula de *R. tarandus platyrhyncus* est courte et large, l'humérus mince, le tibia court et le métatarse long (Wollebaek 1926). Pour le renne insulaire du Groenland (*R. tarandus eogroenlandicus*), Andersen (*in* Wollebaek 1926) indique des pattes antérieures assez grandes, un tibia et un pelvis relativement longs et un métatarse court.

Les rennes et caribous de toundra ont une taille petite à modérée, des membres courts et des sabots plus larges que longs. Les individus de forêt sont fréquemment plus grands et possèdent des membres plus longs (Banfield 1961, 1977, Klein 1980, Geist 1998, Syroechkovskii 1995). Des exceptions sont toutefois mentionnées, notamment au sein des caribous du Québec-Labrador (Canada). Ainsi, Banfield (1961), qui recueille des informations sur la taille squelettique du caribou de la région, observa que le Caribou de la toundra était plus grand que le Caribou des bois. Bergerud, en étudiant la taille squelettique à partir de la longueur de la mandibule, confirma lui aussi cette observation (Couturier 2007). De puissants os des membres se rencontrent souvent chez les animaux vivant en montagne, de même que chez les espèces domestiques (Degerbøl et Krog 1959).

La différenciation des rennes de toundra de petite taille et aux membres courts et des grands rennes eurasiens de forêt et de montagne, de même que les petites formes insulaires aux membres courts semblerait s'être produite au cours du Pléistocène (Klein *et al.* 1987). Des études génétiques indiquent ainsi une relation entre *R. tarandus pearyi* et *R. tarandus platyrhyncus*, ainsi qu'une séparation génétique d'environ 250 000 ans entre ces formes et les sous-espèces continentales de Scandinavie et d'Amérique du Nord (Røed 1985).

Si l'on s'intéresse aux sous-espèces par zones géographiques, les données biométriques des caribous de toundra du Groenland, -*R. tarandus eogroenlandicus* (espèce récemment éteinte de l'Est du Groenland) et *R. tarandus groenlandicus* (espèce actuelle de l'Ouest du



Groenland)- indiquent que ce dernier était plus grand que l'espèce éteinte *R. tarandus eogroenlandicus*, bien que les os nasaux soient plus courts, comme ceux de *R. tarandus pearyi* et *R. tarandus platyrhyncus* (Degerbøl 1957). En dépit d'un échantillon restreint, les extrémités articulaires distales des métapodes (Figure 22) indiquent également que *R. tarandus groenlandicus* est plus grand que *R. tarandus pearyi*, caribou occupant le Haut-Arctique (Meldgaard 1986).

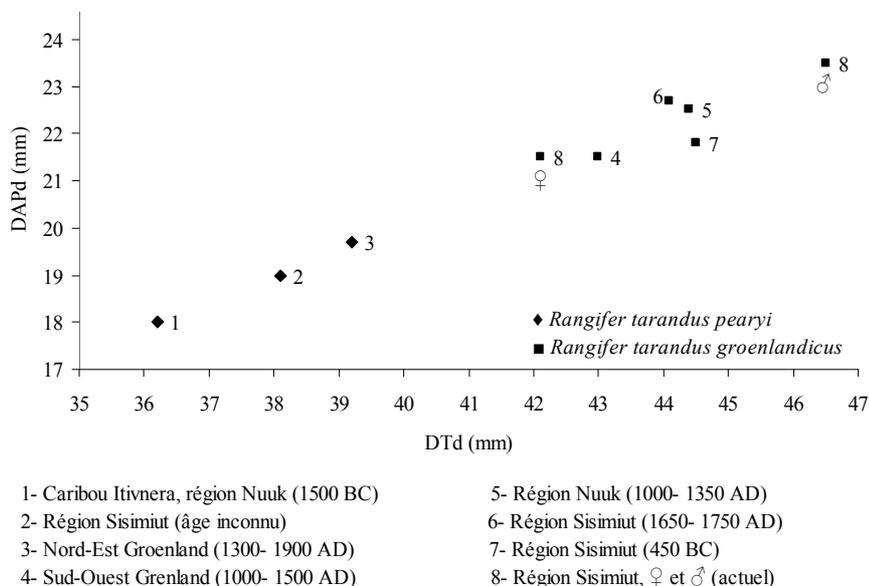


Figure 22 : Comparaison des dimensions des extrémités articulaires distales des métapodes des populations du Groenland (d'après Meldgaard 1986, modifié)

Au sein de l'aire de répartition des caribous nord-américains, une relation linéaire négative existe entre la longueur du membre postérieur et la latitude (Figure 23). Ainsi, les caribous nord-américains sont généralement plus grands à basse latitude (Klein *et al.* 1987), constat en désaccord avec la loi de Bergmann. Les deux sous-espèces qui présentent la plus faible longueur du membre postérieur (*R. tarandus dawsoni* et *R. tarandus pearyi*) proviennent de milieux insulaires. Comme pour la longueur du membre postérieur, la longueur des mandibules des troupeaux de toundra d'Alaska (*R. tarandus granti*) est généralement plus grande que celle de la population de barren-ground caribou (*R. tarandus groenlandicus*) du troupeau Kaminuriak (Skoog 1968). Le caribou de montagne du Nord de la Colombie Britannique et du Sud du Yukon (*R. tarandus osborni*) enregistre quant à lui la plus forte longueur du membre postérieur.



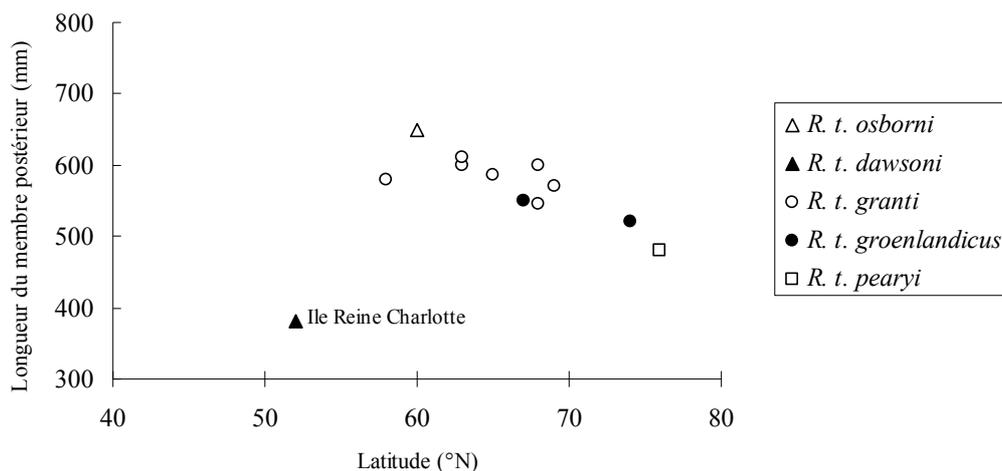


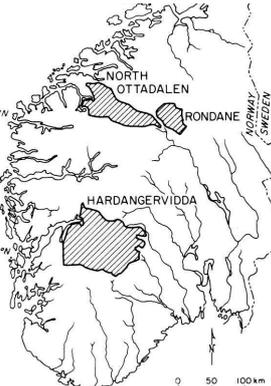
Figure 23 : Relation entre le membre postérieur et la latitude au sein des caribous nord-américains (d'après Klein *et al.* 1987, modifié)

Dans le Yukon (territoire du Nord-Ouest canadien à la frontière avec l'Alaska), le caribou des bois de la partie centrale (*R. tarandus caribou*) présente des caractéristiques corporelles intermédiaires entre le petit caribou de la toundra du Nord du Yukon (*R. tarandus granti*) et le grand caribou des bois plus au sud (*Rangifer tarandus caribou*) (Banfield 1961, Gauthier et Farnell 1986). L'environnement du caribou des bois en hiver donnerait lieu à des différenciations dans les caractéristiques morphologiques : une différence significative (de 14 cm) de la hauteur au garrot entre les caribous qui passent l'hiver en forêt et ceux qui passent l'hiver dans la zone alpine a été constatée. Ainsi, les caribous occupant la forêt ont tendance à être plus grands que ceux qui séjournent en montagne. La différence de hauteur au garrot ne serait pas influencée par la nutrition en hiver car les mesures de la condition physique ne diffèrent pas chez les deux groupes de caribous. D'autres facteurs, tels la prédation et la migration, pourraient expliquer ces différences (Kuzyk *et al.* 1999).

Sur le continent eurasiatique, les rennes sauvages de montagne (*R. tarandus tarandus*) du Sud de la Norvège sont plus petits que ceux de la Péninsule de Kola en Russie. Le renne sauvage de forêt (*R. tarandus fennicus*) diffère de ces deux formes pour plusieurs mesures et rapports. Au niveau du crâne, les longueurs basale et nasale ainsi que le diastème mandibulaire sont considérablement plus longs pour le renne de forêt que pour le renne de montagne et la forme domestique. Bien que la largeur orbitale soit relativement similaire, le crâne des rennes de forêt paraît plus long et plus mince (Siivonen 1975, Puputti et Niskanen 2008). *R. tarandus fennicus* a des membres significativement plus longs que le renne sauvage norvégien de montagne et que les formes semi-domestiques. Les longs membres du renne de forêt (10-15 cm plus grands que le renne de montagne) constituent une adaptation à la taïga, où le couvert neigeux est généralement profond et léger (Nieminen et Helle 1980). Comme ce qui a été observé chez les caribous du Yukon, le renne sauvage (*R. tarandus tarandus*) qui vit en montagne et passe l'hiver dans les zones où la neige est basse et balayée par le vent est plus petit -au niveau de la hauteur de l'épaule, de la poitrine et de la longueur des membres postérieurs- que le renne de forêt qui a séjourné l'hiver dans les zones où la neige est épaisse et légère (Nieminen et Helle 1980, Kuzyk *et al.* 1999).



Dans les zones alpines du Sud de la Norvège, les trois troupeaux sauvages appartenant à une même sous-espèce (*R. tarandus tarandus*) et plus ou moins séparés par des barrières topographiques, indiquent également des tailles corporelles différentes (Tableau 5). Les mesures ont des valeurs significativement plus hautes à Ottadalen qu'à Rondane et dans le Hardangervidda, plus particulièrement au niveau de la longueur du fémur et de la mandibule que celle du métatarse (Reimers *et al.* 1983). Ces différences se retrouvent également au niveau du poids des individus mâles et femelles qui indiquent que les rennes du Hardangervidda ont un taux de croissance moins élevé (cf. Figure 9).



Mesures	Hardangervidda			Rondane			North Ottadalen		
	Moy.	Ec-type	N	Moy.	Ec-type	N	Moy.	Ec-type	N
longueur fémur	23.8	0.7	66	24.7	0.7	21	25.4	0.9	11
longueur métatarse	23.8	0.6	34	24.3	0.8	23	24.6	0.7	13
longueur mandibule	22.9	0.8	841	23.4	0.8	311	24.4	0.8	589
longueur totale	156.1	6.5	35	155.5	7.3	24	165.9	6.5	14
longueur pied postérieur	46.7	1.2	39	47.7	4.8	23	48.2	1.5	13

Tableau 5: Localisation géographique et mesures disponibles pour les populations sauvages des zones alpines du Sud de la Norvège (d'après Reimers *et al.* 1983, modifié)

En résumé, ces exemples empruntés à l'actuel témoignent de la grande variabilité intra et inter-spécifiques⁸ de la taille corporelle des rennes/caribous. Généralement, les rennes de forêt paraissent plus grands que les rennes de toundra, eux-mêmes plus grands que ceux de montagne. Ce modèle a été testé sur la base des données ostéométriques disponibles (cf. partie résultats sur l'actuel).

I.3.3. Causes des variations spatio-temporelles de la taille corporelle

Outre les différences de taille entre écotypes ou sous-espèces, des différences sont également perceptibles sur le court, moyen ou le long terme⁹ au sein des populations de rennes. Différents facteurs peuvent être responsables de ces fluctuations (Figure 24).

⁸ Variabilité au sein des diverses sous-espèces et également à l'intérieur de mêmes écotypes et de même sous-espèces.

⁹ Court terme : à l'échelle d'une saison ; moyen terme : quelques mois à une année ; long terme : quelques années ou décennies (Couturier 2007)



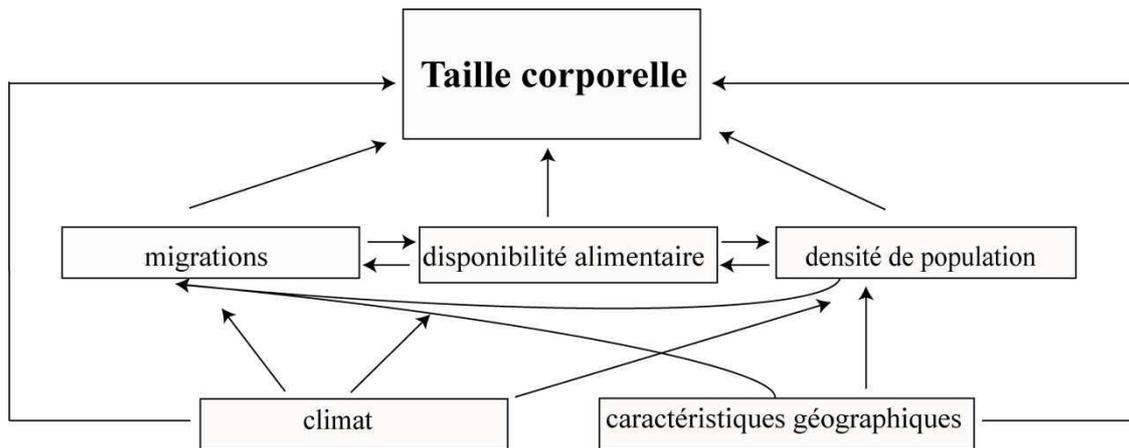


Figure 24 : Principaux facteurs influant sur la taille corporelle des rennes

Des différences de taille enregistrées entre les écotypes des caribous canadiens pourraient en partie être liées à l'ampleur des migrations. Des déplacements fréquents sur de longues distances augmentent les dépenses énergétiques et peuvent donc influencer sur la taille corporelle, spécialement chez les troupeaux très mobiles. La taille corporelle de femelles adultes, provenant de sept populations de caribous de la péninsule du Québec-Labrador (Canada) et représentant trois écotypes (migrateur, montagnard et sédentaire), a été étudiée en relation avec la taille des effectifs, les mouvements et l'aire annuelle de répartition (Couturier 2007, Couturier *et al.* 2010). Les résultats suggèrent que les trois écotypes diffèrent dans la taille (longueur), la forme (rondeur) et les mouvements, l'écotype sédentaire étant plus grand et se déplaçant quatre à sept fois moins que l'écotype migrateur. « *Selon nos données récentes, la longueur du pied, le tour de poitrine et la longueur totale du corps étaient environ 5 cm, 10 cm et 20 cm respectivement plus grands chez les caribous sédentaires que chez les migrants (...). Cependant, la comparaison des tailles corporelles entre l'écotype migrateur et sédentaire est complexe car nous avons aussi suggéré que l'abondance de la population et les mouvements des caribous migrants influençaient leur taille corporelle, ce qui entraînait des variations temporelles à long terme* » (Couturier 2007 : 145). Sur le long terme, de grandes variations ont ainsi été enregistrées dans la taille corporelle des caribous provenant d'un même troupeau. À titre d'exemple, les femelles adultes du troupeau George (Québec-Labrador) qui effectuent des migrations de grande ampleur, ont perdu 18 mm au niveau de la longueur de la mandibule en trois décennies. Ce déclin a fait suite à des mouvements accrus, associés à une croissance démographique marquée et une augmentation de l'aire annuelle du troupeau (Couturier 2007).

Plusieurs auteurs ont montré que les modifications dans la taille corporelle peuvent être synchronisées, à court, moyen et long terme, aux changements dans la densité des populations (Klein 1968, Reimers 1972, Meldgaard 1986, Couturier 2007). Selon les chasseurs Inuit, la taille corporelle du caribou connaît des changements à court terme, corrélés aux fluctuations de population. De telles fluctuations ont été observées par de nombreux biologistes (Vibe 1982 *in* Meldgaard 1986). Ainsi, au cours des maxima de population, le caribou deviendrait



plus grand et plus lourd alors qu'il tendrait à être plus petit et plus léger quand la population décline. Néanmoins, cette règle ne semble pas s'appliquer dans tous les cas. Par exemple, une étude menée sur une population de caribous d'Alaska a montré qu'ils étaient plus petits pendant les épisodes de forte densité de population (Ver Hoef *et al.* 2001). Cette diminution de taille a aussi été observée chez des populations de caribous migrateurs du Labrador (Couturier 2007).

Selon Couturier (2007), les diminutions de taille -intervenant en quelques années ou décennies (long terme)- lors d'une augmentation démographique pourraient résulter de l'accroissement des mouvements migratoires (supra) en relation avec la dégradation des pâturages estivaux. Comme pour les mouvements migratoires, ce facteur serait directement lié aux fluctuations climatiques.

Des changements de taille corporelle, et notamment de longueur des membres, ont été enregistrés au sein des rennes sauvages de l'île de St Matthew (Klein 1968), des caribous de l'Ouest du Groenland (Degerbøl et Krog 1959, Melgaard 1986) et des rennes sauvages de Norvège (Reimers *et al.* 1983, Skogland 1983, 1984, 1989, 1990). Pour ces populations, une variation dans le régime nutritionnel est une des causes principales des modifications de taille. Ces limitations de la nourriture se sont produites lors de périodes allant de plusieurs années à quelques décennies (Klein *et al.* 1987). Les trois populations de renne sauvage des zones alpines du Sud de la Norvège (*R. tarandus tarandus* de Rondane, Hardangervidda et North Ottadalen) indiquent des tailles corporelles différentes en réponse à des adaptations environnementales distinctes. Les populations qui ont favorablement accès aux pâturages ont ainsi un rythme de croissance plus rapide, une taille corporelle plus grande et des naissances plus précoces (Reimers *et al.* 1983). Klein (1968) a identifié une augmentation de la taille corporelle de caribous introduits dans des zones (St Matthew) où les pâturages contenaient un fourrage de bonne qualité. Les changements dans la nutrition peuvent ainsi expliquer les variations rapides de la longueur des membres bien que ces changements soient généralement d'ordre allométrique¹⁰ (Klein *et al.* 1987). Des réductions de taille ont été enregistrées chez les trois sous-espèces vivant dans les îles du Haut-Arctique (*R. tarandus pearyi*, *R. tarandus platyrhyncus* et *R. tarandus eogroenlandicus*). Une des explications est la limitation des ressources végétales pendant les périodes de forte densité qui, suivie d'un important stress nutritionnel, serait responsable d'une réduction de 11% de la hauteur à l'épaule en 30-35 ans chez *R. tarandus tarandus* de Russie (Klein *et al.* 1987). Ces modifications de taille corporelle sur le long terme sont comparables aux changements enregistrés dans le matériel fossile d'autres grands mammifères terrestres confinés dans des îles. Par exemple, les cerfs (*Cervus elaphus*) de l'île de Jersey ont vu leur poids diminuer d'environ 200 à 36 kg en moins de 6000 ans (Lister 1989), les mammoths (*Mammuthus primigenius*) de l'île Wrangle qui ont survécu à l'Holocène, ont montré une réduction de taille de 20-25% en moins de 5000 ans (Gravlund *et al.* 1998). Enfin, l'isolement de rennes et de caribous par des reliefs peut aussi être à l'origine d'une réduction de la longueur des membres (Klein *et al.* 1987).

¹⁰ C'est-à-dire des changements de formes/proportions



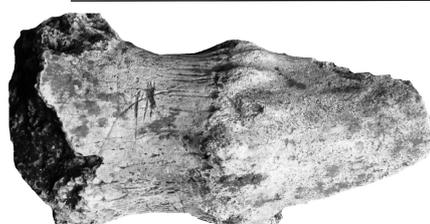
Il est donc bien documenté que la limitation de la nourriture diminue la taille corporelle moyenne des rennes, qu'ils proviennent de milieux continentaux ou insulaires (Klein 1968, Reimers *et al.* 1983, Skogland 1983). À contrario, des conditions environnementales et végétales propices permettent généralement un accroissement de la taille. D'autres facteurs comme l'adaptation au couvert neigeux, la densité de population, l'ampleur des déplacements saisonniers et également la nécessité de fuir face à des prédateurs, etc. peuvent être à l'origine de modifications morphologiques des individus constituant un troupeau. Des changements de taille corporelle peuvent donc se produire à court, moyen et long terme, en réponse à de nombreux facteurs, tant climatiques, environnementaux, éthologiques que démographiques.



II. Cadres fondamentaux et historique des recherches sur le Renne paléolithique



« L'état des os des herbivores et le mode de leur cassure ne laissait point de doute que ces animaux (les rennes) n'aient subi l'influence de l'homme, et, très probablement, servi à sa nourriture (...) Outre la chair des animaux, ils utilisaient aussi leurs peaux ; nous avons remarqué au bas des cornes du renne (...) les traces des incisions qu'ils y pratiquaient pour l'en détacher (...) ; enfin, au bas des os de la jambe de ces mêmes rennes, d'autres incisions très significatives nous révèlent qu'ils y coupaient les tendons pour les fendre et les diviser en fils, comme le font de nos jours encore les Esquimaux » (Lartet et Christy 1864b).



L'aire géographique étudiée se situe dans le grand quart Sud-Ouest de la France où le renne constitue un taxon abondamment représenté dans les assemblages attribués au Paléolithique supérieur. D'un point de vue chronoculturel, cette période voit se succéder plusieurs techno-complexes attribués aux groupes de l'Aurignacien, du Gravettien, du Solutréen, du Badegoulien et du Magdalénien. Cette recherche s'est principalement axée sur ces deux dernières périodes. Le contexte paléoclimatique et paléoenvironnemental montre également de profondes variations qu'il convient d'identifier car elles vont influencer, directement ou indirectement, sur la taille corporelle des rennes paléolithiques. Bien que mon thème d'étude porte sur la fin du dernier Pléniglaciaire et le Tardiglaciaire (18 000 - 11 000 BP soit environ 21 500- 13 000 cal. BP), j'ai également pris en compte, ponctuellement, des assemblages archéologiques quercinois contemporains des stades isotopiques 4 et 3. Cet élargissement chronologique a été effectué dans l'optique de mener des comparaisons sur une échelle diachronique plus large, comme cela a été fait par d'autres auteurs, notamment pour le Périgord (Bouchud 1959a, Delpech 1983, Weinstock 2000a, b).

II.1. Cadres géographiques, paléoenvironnementaux et chronoculturels

II.1.1. Cadre géographique

Le secteur géographique a été découpé en sept entités géographiques distinctes (Figure 25), en fonction de la topographie et des données archéologiques :

- ✓ l'ensemble Poitou-Charentes encadrant le seuil du Poitou ;
- ✓ le Bassin aquitain correspondant aux ensembles Gironde, Périgord, Quercy-Agenais ;
- ✓ le bassin de l'Aude autour du seuil de Naurouze ;
- ✓ le versant septentrional des Pyrénées ;
- ✓ le piémont occidental des Pyrénées et Chalosse.

Les gisements du Massif central ont été exclus car les données quantifiées sur le renne sont rares et aucune étude ostéométrique n'est publiée (Bouchud 1953, Surmely *et al.* 1997, Delpech 1998, Costamagno 1999a, Fontana 2000a, 2003a, Fontana et Chauvière 2009). De la même façon, les gisements situés à l'Est du Rhône (Rivière 1916, Aujard-Catot 1973, Aujard-Catot *et al.* 1979, Defleur *et al.* 1994, Defleur et Crégut-Bonnoure 1995, Valensi 2000, Fernandez 2001, Crégut-Bonnoure et Laudet 2006, Rillardon 2011, Kuntz et Crégut sous presse, Crégut com. pers.) ainsi que dans la zone cantabrique (Altuna 1971, 1979, 1995, Weinstock 2000b) n'ont pas été retenus compte tenu de la rareté du renne à la fin du Paléolithique supérieur dans ces secteurs géographiques.



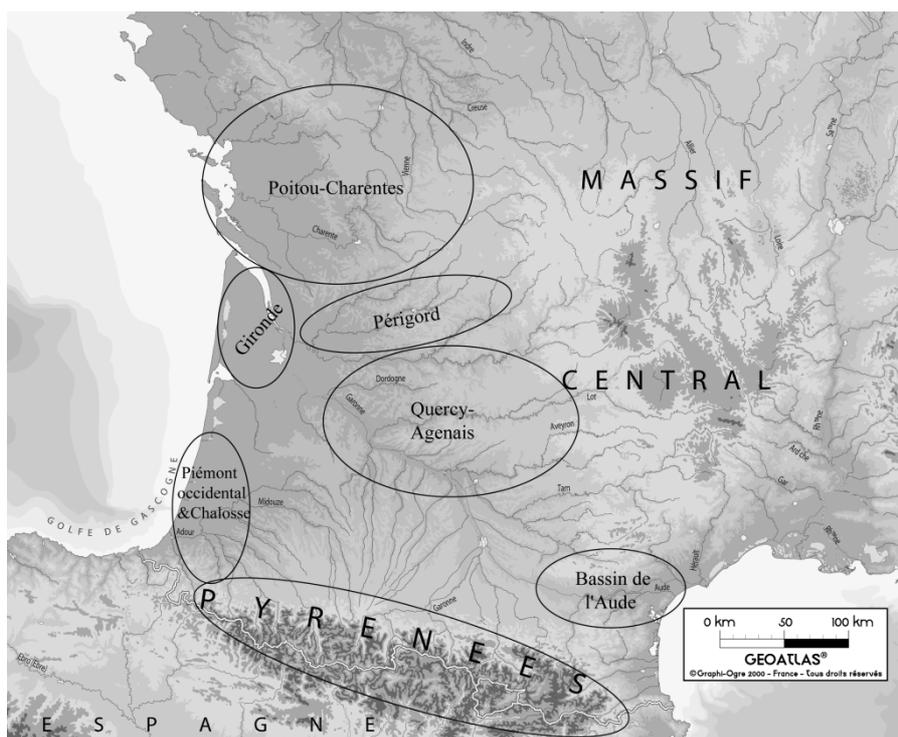


Figure 25: Limites des zones géographiques considérées

La région **Poitou-Charentes**, enserrée entre les plateaux limousins du Massif Central et le Massif Armoricain, se situe à la jonction de deux grands bassins sédimentaires, le bassin parisien et le bassin aquitain (Airvaux 2001). Les formations géologiques du Quaternaire sont, en Poitou-Charentes, des dépôts sédimentaires continentaux et superficiels. Les dépôts alluviaux, les remplissages karstiques, les dépôts de pente et les altérites recouvrant les plateaux forment l'essentiel des sédiments qui intéressent préhistoriens et paléontologues (Tournepiche 1996).

La **Gironde** appartient à la bordure occidentale du Bassin aquitain ; elle prolonge à l'ouest le Périgord, en direction de l'Atlantique, et se place en marge des Charente et de l'Agenais. Les basses vallées de la Dordogne et de la Garonne qui correspondent, *grosso modo*, au département de la Gironde, sont caractérisées par des formations calcaires entaillées par de nombreux cours d'eau qui rejoignent la Dordogne et la Garonne et qui constituent des falaises généralement basses, creusées d'abris sous roche. Cette région possède un relief peu accidenté (Lenoir 1987, 1992, 2000a, b).

Le **Périgord**, situé dans la partie nord-est du Bassin Aquitain, constitue depuis le début du XIX^{ème} siècle une zone d'études préhistoriques privilégiée. La morphologie régionale est assez contrastée. Quatre rivières principales, le Dronne, l'Isle, la Vézère et la Dordogne coulent en Périgord, du Massif Central à l'Atlantique (White 1980). La Dordogne et la Vézère ont creusé de profondes entailles démarquées par des escarpements calcaires. Ces grands couloirs délimitent des plateaux parfois accidentés de dolines et incisés par un réseau plus ou moins dense de vallées secondaires (Texier *et al.* 2006). Exposés au sud, la majorité des gisements magdaléniens sont situés à moins d'un kilomètre d'un cours d'eau et à proximité d'un gué (White 1980, 1992).



La région du **Quercy** est composée de vallées et de plateaux calcaires jurassiques d'une altitude moyenne de 350 m, bordant le Massif Central, jouxtant la Dordogne et dominant le piémont du bassin de la Garonne et au-delà de l'Aquitaine (Brugal *et al.* 2007). Les causses du Quercy sont des plateaux calcaires qui présentent des morphologies karstiques caractéristiques : dolines (cloups), grottes (crozes), gouffres (igues), réseaux de vallées sèches sillonnant la surface du plateau, et buttes isolées (pechs). Ils sont incisés par deux vallées principales : la Dordogne au nord, séparant le Causse de Martel et le Causse de Gramat, et le Lot au sud, entre le Causse de Gramat et le Causse de Limogne (Figure 26). La confluence des cours du Célé et du Lot isole un quatrième plateau, beaucoup plus petit : le Causse de Gréalou (Astruc *et al.* 2008).

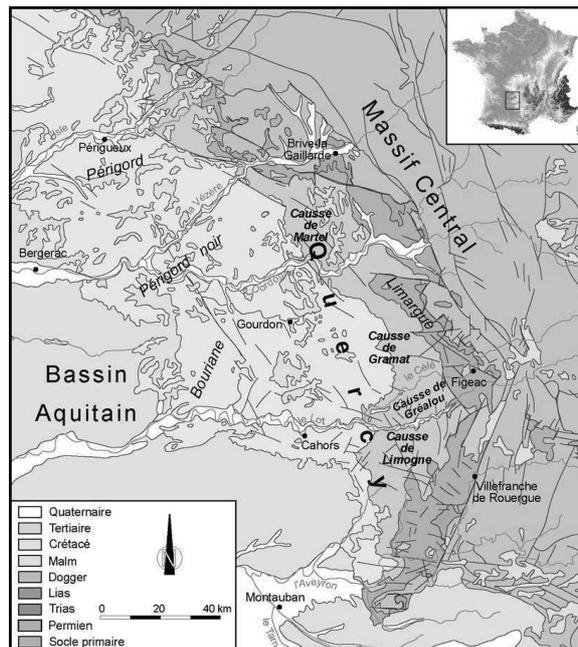


Figure 26: Le Quercy et ses marges, principales formations sédimentaires (Astruc *et al.* 2008)

À l'extrémité sud des petits causses du Quercy, au Nord-est de Montauban, l'Aveyron a incisé la partie méridionale du Causse de Limogne : il s'agit de la **vallée de l'Aveyron**, connue depuis le XIX^{ème} siècle pour ses nombreux gisements magdaléniens (Brun 1867, Peccadeau de Lisle 1867, Cartailhac 1903, Pajot 1969, Ladier et Welté 1991, Ladier *et al.* 1994, Ladier et Welté 1994, Ladier et Welté 2005, Langlais 2007a). Au Nord-est du Bassin aquitain, l'Agenais correspond *grosso modo* au département du Lot-et-Garonne.

Le **Bassin de l'Aude** est limité au nord par la Montagne Noire, à l'est par l'Orb et la côte méditerranéenne, à l'ouest par une ligne joignant le seuil de Naurouze à la frontière espagnole, cette dernière en formant la limite sud (Sacchi 1988). Le bassin de l'Orbiel, formant un réseau naturel de voies de communication entre la plaine et la Montagne Noire, apparaît aujourd'hui comme le territoire archéologiquement le mieux documenté (Sacchi 1986, 2008).

Les **Pyénées centrales** sont constituées par les départements de la Haute-Garonne et de l'Ariège et s'étendent du Val d'Arnan au col de Puymorens. Les Pyénées ariégeoises comprennent trois chaînes principales : l'une relativement haute, une seconde plus basse



nommée « les petites Pyrénées » puis une zone dite « pré pyrénéenne » de faible relief. Les Hautes-Pyrénées regroupent trois espaces naturels bien distincts : la montagne et ses vallées (dont les pics peuvent atteindre jusqu'à 3000 m d'altitude) ainsi que des coteaux et des plaines. A l'ouest se situe le bassin de Gave de Pau et à l'Est la vallée de la Neste.

À l'extrémité occidentale de la chaîne, dans les **Pyrénées occidentales** et en **Chalosse**, l'altitude est modeste puisque les pics n'excèdent pas 900 m d'altitude. Dans les Landes, les gisements de la falaise du Pastou (Duruthy, Grand & Petit Pastou et Dufaure) sont en effet entourés d'un relief plan de faible altitude. Les collines en forme d'éperons qui constituent l'interfluve entre les Gaves (cours d'eau) de Pau et d'Oléron correspondent aux premiers vallonnements en bordure du bassin aquitain. Ces gisements étaient distants d'une quarantaine de kilomètres vers l'est des rivages marins de l'époque magdalénienne (Dachary et coll. 2006).

II.1.2. Cadre paléoenvironnemental

Pendant plusieurs décennies, les préhistoriens ont fondé leurs reconstructions paléoclimatiques et paléoenvironnementales sur des études pluridisciplinaires (palynologie, sédimentologie, macro et microfaune) menées dans des grottes et abris sous-roches (Laville et Rigaud 1973, Paquereau 1976, Leroi-Gourhan et Girard 1979, Renault-Miskovsky et Leroi-Gourhan 1981, Laville *et al.* 1986, Jalut et Vernet 1989, Leroyer 1989, 1994, Renault-Miskovsky et Lebreton 2005). Depuis, ces reconstitutions ont été largement critiquées et remises en cause (Sánchez-Goñi 1996, Texier 2004). D'autres analyses, effectuées dans des séquences plus fiables que les gisements anthropiques, permettent désormais d'obtenir des enregistrements haute résolution des variations paléoclimatiques. Les études multiproxy se basent sur des carottes glaciaires (variations du rapport de l'oxygène $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$: Björck *et al.* 1998), marines (palynologie marine : Sánchez-Goñi 1994, 1996, Beaudouin *et al.* 2007, Sánchez-Goñi *et al.* 2008, Naughton *et al.* 2009) et continentales (tourbières : Reille 1990, Beaulieu et Reille 1992, Jalut *et al.* 1992, Jalut *et al.* 2000).

Le signal isotopique du Groenland est considéré comme représentatif de l'Hémisphère Nord. Plusieurs courbes paléoclimatiques obtenues à partir de carottes glaciaires sont disponibles, comme GISP2 ou GRIP (Björck *et al.* 1998, Burroughs 2005) ou encore NorthernGRIP (GICC05 - Andersen *et al.* 2004, Svensson *et al.* 2005, Svensson *et al.* 2008, Rasmussen *et al.* 2006, Stevens *et al.* 2008). Les prélèvements effectués en Alaska ont livré des enregistrements retraçant plus de 800 000 ans d'histoire climatique (Jouzel *et al.* 2007), ceux du Groenland couvrant quant à eux la dernière période glaciaire (Andersen *et al.* 2004, Svensson *et al.* 2008). La courbe de $\delta^{18}\text{O}$ obtenue sur la carotte NorthernGRIP indique que des changements rapides et de forte amplitude, dits événements de Dansgaard-Oeschger (D-O) (Dansgaard *et al.* 1984), ont produit une alternance de phases froides (stades- GS) et chaudes (interstades- GIS) au cours de la dernière période glaciaire (Figure 27). Ce type d'oscillations s'est reproduit une vingtaine de fois. Généralement, le réchauffement se produit en 60 ans alors que le refroidissement peut s'étaler sur plus de 2000 ans (Sánchez-Goñi et



Harrison 2009). Les cycles de Dansgaard-Oeschger sont parfois associés à des variations dans les températures des eaux de surface : tous les 7000 - 10 000 ans, des phases froides en lien avec d'énormes débâcles d'icebergs (transport massif et soudain de sables et débris grossiers et changements dans les foraminifères) se sont produites dans l'Atlantique Nord, ce sont les « événements d'Heinrich » (Heinrich 1988, Johnsen *et al.* 1997, Grousset 2001, Sánchez-Goñi et Harrison 2009). Six variations catastrophiques ont ainsi ponctué la période comprise entre 70 000 - 15 000 cal. BP (Elliot *et al.* 2002). Les variations climatiques liées à un événement d'Heinrich (He) sont rapides (quelques dizaines d'années) et importantes, à la fois en terme de température et de cycle hydrologique (Cortijo *et al.* 2005, Kageyama *et al.* 2005). Une des conséquences fondamentales des événements d'Heinrich a été de libérer, en peu de temps, une importante quantité d'eau de fonte douce et froide qui s'est répandue jusqu'aux côtes européennes, conduisant à un refroidissement des eaux de surface ainsi qu'une aridification (Sánchez-Goñi *et al.* 2000, Grousset 2001).

NorthernGRIP

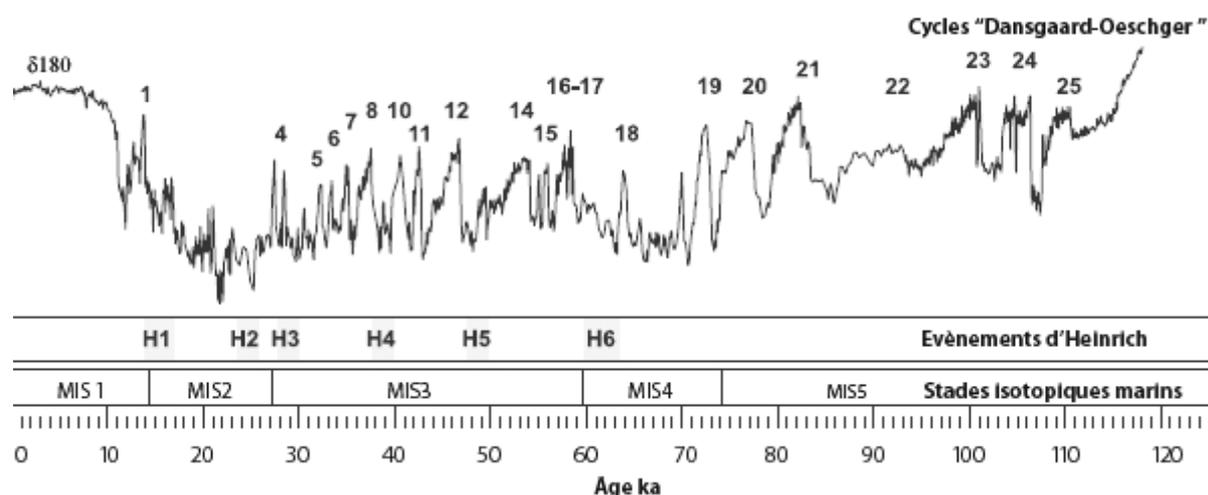


Figure 27 : Evolution temporelle de la composition isotopique ($\delta^{18}O$) de la glace du Groenland (Courbe GIC005- NorthernGRIP) au cours des 130 000 dernières années (d'après Sánchez-Goñi *et al.* 2008, modifié)

L'étude des assemblages polliniques conservés dans les sédiments marins a montré que des changements de végétation majeurs ont eu lieu en même temps que les bouleversements océaniques (Sánchez-Goñi 1996, 2006, Sánchez-Goñi *et al.* 2000, Sánchez-Goñi et Harrison 2009). Une comparaison détaillée du développement de la forêt durant les cycles D-O 16-17, 14, 12 et 8 (stade isotopique 3) révèle un contraste dans les réponses de la végétation dans les latitudes européennes les plus au sud (en-deçà du $40^{\circ}N$) et celles les plus au nord (au-delà du $40^{\circ}N$).

Pour le sud de l'Europe, notamment la Péninsule ibérique, l'impact des modifications climatiques sur les environnements terrestres est relativement bien renseigné (Jost *et al.* 2005). Dans le sud-ouest de la Péninsule, les phases froides océaniques, associées ou non à



des débâcles d'icebergs, sont contemporaines d'une forte réduction de la forêt tempérée ; les réchauffements océaniques coïncident quant à eux avec l'expansion de cette forêt. Dans les zones plus au nord de la Péninsule, c'est la forêt de conifères qui se développe au cours des interstades de D-O (Sánchez-Goñi *et al.* 2000, Sánchez-Goñi 2006). Dans le sud de la Péninsule Ibérique, lors des derniers 50 000 ans, chaque phase froide coïncide avec un paysage semi-désertique (refroidissement d'environ 10°C, diminution des précipitations annuelles) (Sánchez-Goñi 2006). Le dernier maximum glaciaire, de 23 000 à 18 000 BP (28 000 à 21 500 cal. BP) se caractérise dans cette région par l'expansion de bruyères et le faible développement d'arbres caducifoliés (Sánchez-Goñi *et al.* 2000, Sánchez-Goñi 2006).

Dans le Nord-Ouest de l'Europe, lors des interstades, la végétation est ouverte, composée de zones herbeuses et peu arborées. Dans le Nord-est ainsi que dans les régions alpines, la toundra forestière domine. Dans les latitudes moyennes (44-50°N), plusieurs longues séquences polliniques enregistrées dans des dépôts lacustres français (La Grande Pile, Les Echets, le Velay), indiquent la prédominance d'une végétation de type steppe-toundra durant le dernier épisode glaciaire. Durant certaines périodes (MIS3- MIS4), l'augmentation des pollens arboréens atteste du développement d'une forêt ouverte composée de pin, bouleau et épicéa.

À travers le continent européen, existent donc des variations régionales dans les réponses de la végétation aux cycles D-O. Dans l'ouest et le centre de l'Europe, un gradient nord/sud de la végétation est constaté durant les interstades : la transition de la forêt tempérée ouverte à la toundra se produit dans une bande latitudinale d'environ 15°N. Le sud de l'Europe est constitué de forêts ouvertes et discontinues (chêne et arbres thermophiles) avec un développement localisé d'éléments tempérés chauds dans les régions les plus australes (Péninsule ibérique notamment) (Sánchez-Goñi *et al.* 1999, Fletcher *et al.* 2009).

La période qui me préoccupe plus particulièrement correspond au stade isotopique MIS2-1 et s'étend de 18 000 à 11 000 BP (21 500 à 13 000 cal. BP). Elle inclut le dernier Pléniglaciaire (fin du dernier maximum glaciaire ou LGM entre 18 000 - 15 000 BP soit 21 500- 18 000 cal. BP) et le Tardiglaciaire (15 000 - 10 000 BP soit environ 18 000 - 11 500 cal. BP) (Figure 28). À l'échelle européenne, le Dernier Maximum Glaciaire (LGM : 22 000 - 15 000 BP soit 26 500 - 18 000 cal. BP) fut un épisode très froid et sec (Walker 1995), surtout lors des He2 et He1 qui l'encadrent. Les indicateurs géomorphologiques, zoologiques, botaniques ainsi que les signatures isotopiques suggèrent que toutes les zones européennes étaient bien plus froides que de nos jours (Frenzel *et al.* 1992, Peyron *et al.* 1998). Lors de l'extrême climatique du dernier Pléniglaciaire, le pergélisol était présent depuis le Nord de la France jusqu'en Aquitaine, où les températures moyennes annuelles de l'air ne devaient pas dépasser 0°C (Texier et Bertran 1993). Le Tardiglaciaire se définit ordinairement comme une période d'instabilité climatique qui précède le Postglaciaire et fait suite à la stabilité relative du Dernier Maximum Glaciaire. Il est subdivisé en différentes phases correspondant à des biozones définies au Danemark : Dryas ancien, Bølling, Dryas moyen, Allerød, Dryas récent (Iversen 1954 *in* Langlais 2007a). Je considère ici le Tardiglaciaire dans sa version longue, c'est-à-dire en intégrant le Dryas ancien (Magny 1995, Langlais 2007a). Ce dernier



correspond, sur le continent, à l'expression de l'évènement d'Heinrich 1 (He1) daté entre 15 100 et 13 400 BP, soit environ 18 300- 16 500 cal. BP (Elliot *et al.* 2002). L'épisode du Bølling-Allerød correspond quant à lui à l'interstade glaciaire GIS-1 enregistré dans les carottes glaciaires (Rasmussen *et al.* 2006). À l'échelle européenne, le maximum thermique est atteint au cours du Bølling, vers 13 000 BP (15 700 cal. BP) avec des températures équivalentes à celles que l'on connaît aujourd'hui (Beaulieu *et al.* 1994, Walker 1995). Enfin, le Dryas récent (11 000 - 10 000 BP soit 13 000 - 11 500 cal. BP) représente la dernière phase du Tardiglaciaire. Il s'agit d'une rapide détérioration climatique qui, à l'échelle européenne, a eu un impact fort sur les communautés végétales (Beaulieu *et al.* 1994, Guiter *et al.* 2005). Le climat était plus froid et plus sec que de nos jours.

Les diverses oscillations climatiques ont des répercussions inévitables sur la végétation, et ont également affecté les biocénoses animales dont dépendent les groupes humains. Des phases froides marines corrélées, d'après la palynologie, avec un climat froid et sec sur le continent permettent le développement d'une végétation steppique (Sánchez-Goñi *et al.* 2000, Sánchez-Goñi 2006), propice notamment à l'expansion d'ongulés tels le Cheval, les Bovinés et le Renne. Les spectres de faune issus de gisements archéologiques du Sud-Ouest de la France indiquent toutefois une variabilité des taxons dominants selon les secteurs géographiques (Brugal et Yravedra 2005, Langlais 2007a, Costamagno *et al.* 2009).



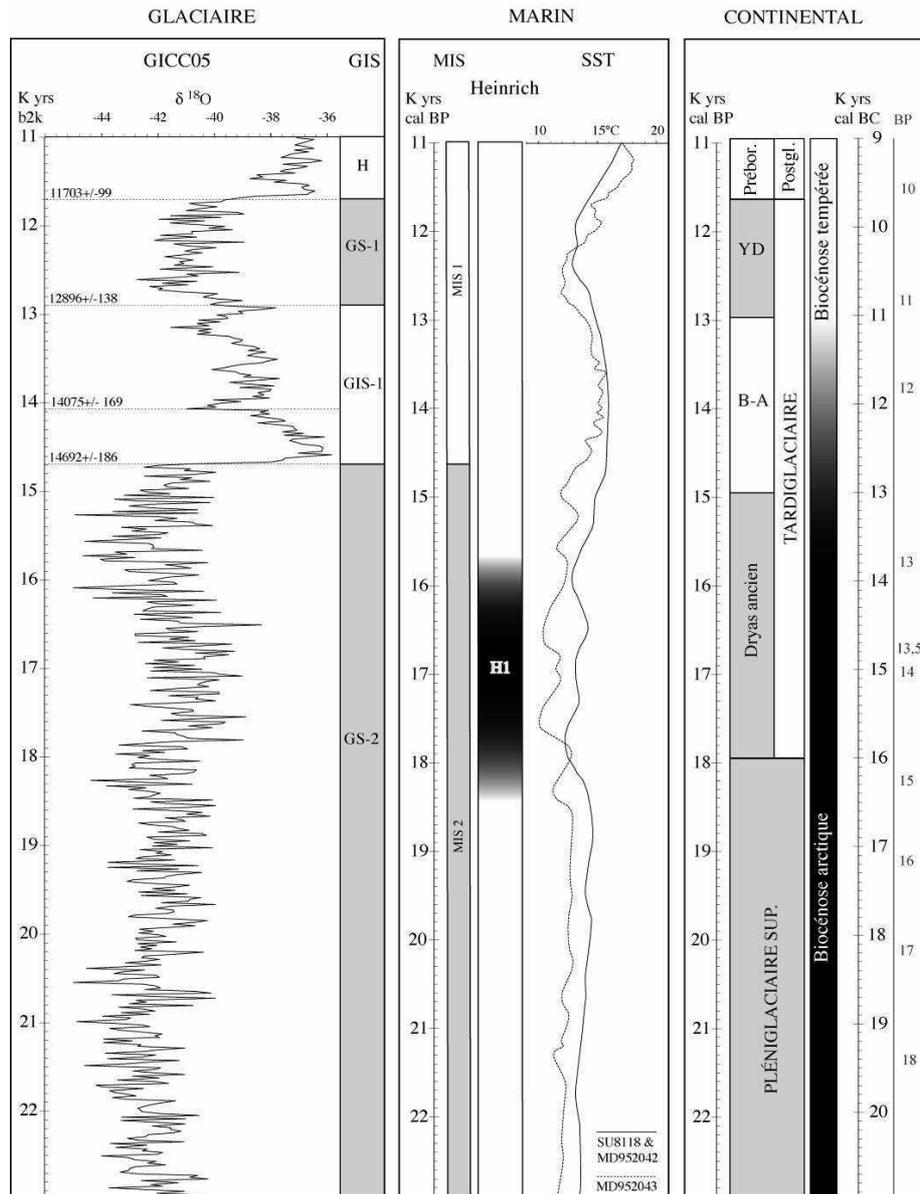


Figure 28 : Schéma synthétique des cadres climatiques selon les carottes glaciaires, marines et continentales. Courbe de calibration IntCal09 (Langlais *et al.* soumis-b).

En France, une synthèse récente des données paléoenvironnementales en lien avec les cadres paléoclimatiques apporte un cadre nouveau pour la zone comprise entre le Rhône et l'Ebre. En dépit de variations régionales, les carottes glaciaires, marines et continentales provenant principalement de la Péninsule ibérique permettent de distinguer quatre moments principaux dans l'évolution du climat et de la végétation : le Pléniglaciaire supérieur, le Dryas ancien (He1), le Bølling et l'Allerød (GIS-1), et enfin le Dryas récent (GS-1) (Langlais 2007a).

L'accent est ici davantage porté sur les données polliniques terrestres disponibles pour les Pyrénées françaises (Jalut 1976, 1977, Jalut *et al.* 1992, Jalut *et al.* 1998, Jalut *et al.* 2000, Jalut et Turu i Michels 2010, Reille 1990, Reille et Lowe 1993, Reille et Andrieu 1995). Comme pour la zone Rhône/Ebre, quatre périodes majeures caractérisent la fin du Paléolithique supérieur :



✓ Le **Pléniglaciaire supérieur**, à la fin du LGM, se caractérise par la présence d'arbres (taïga ou forêt boréale) et de plantes semi-désertiques (steppe continentale et toundra), dans un contexte climatique froid. Des analogues modernes de ce type de végétation se trouvent partiellement dans les steppes continentales (où les Armoises dominent) et dans la toundra arctique, où les Poacées demeurent majoritaires (Guiot *et al.* 2008). Dans les Pyrénées françaises, le LGM est enregistrée entre 20 000 et 15 000 BP (24 000 - 18 000 cal. BP). Durant cette phase, dans les zones à permafrost situées à l'ouest du Massif Central, la température moyenne estimée avoisinait $-1^{\circ}\text{C}/0^{\circ}\text{C}$ soit environ $12\text{-}13^{\circ}\text{C}$ de moins qu'actuellement ; et les précipitations moyenne annuelle pouvaient être de l'ordre de 250-300 mm au lieu des 600-650 mm actuels. À la périphérie des Pyrénées, dans une zone de type steppe/toundra, la température pouvait être de $-4^{\circ}\text{-}5^{\circ}\text{C}$ et le climat était sec, avec des précipitations d'environ 300 mm (Jalut et Turu i Michels 2010). Une révision des étapes de la déglaciation montre que, contrairement aux hypothèses précédemment publiées (Andrieu *et al.* 1988, Jalut *et al.* 1992), les glaciers des versants nord des Pyrénées ont stationné vers 400 m d'altitude jusque vers 14 000 - 13 500 BP (17 500 - 15 000 cal. BP) (Jalut et Turu i Michels 2010). Dans les Pyrénées ariégeoises, les sites de la vallée du Vicdessos n'étaient plus englacés vers 13 000 BP (15 700 cal. BP). Jusque vers 14 500 BP (17 500 cal. BP), dans les Pyrénées françaises, les conditions climatiques demeurent typiquement glaciaires. Les données polliniques, dominées par les Poacées et les armoises, indiquent que la végétation était de type steppe. Divers éléments de la flore laissent également penser que des formations de type toundra ont existé (Jalut et Turu i Michels 2010), ce qui est en accord avec les spectres de faune chassée qui indiquent des milieux ouverts et froids. Les pollens d'arbre sont majoritairement constitués de pin, le genévrier étant également présent. Les arbres se situaient probablement dans des zones favorables dites « de refuge » (Jalut et Turu i Michels 2010). Le couvert végétal est donc pauvre, les plantes sont steppiques ou semi-désertiques et les précipitations sans doute assez faibles (Reille 1990, Reille et Lowe 1993, Jalut *et al.* 1992, Andrieu *et al.* 1993).

✓ Le **Dryas ancien (ou He1)** correspond à un changement significatif de la couverture végétale. Plus sec, cet épisode est dominé par les plantes semi-désertiques héliophiles (conditions steppiques). Les diagrammes polliniques des Pyrénées, du Massif Central et de certaines zones des Alpes occidentales indiquent une expansion des armoises et d'autres plantes steppiques autour de 15 000 BP (18 000 cal. BP) (Beaulieu et Reille 1984, Reille et Beaulieu 1988, Reille et Lowe 1993, Jalut *et al.* 1992, Andrieu *et al.* 1993, Walker 1995). Dans les Pyrénées françaises, au cours du Dryas ancien (He1), les analyses polliniques indiquent un développement des armoises bien enregistré d'est en ouest de la chaîne (Mardonès 1982, Andrieu *et al.* 1993, Reille et Andrieu 1995). On observe ensuite, dans divers sites (Biscaye, Freychinède et La Borde), le recul des armoises et l'extension du genévrier. Sur la chaîne pyrénéenne (Pyrénées occidentales, Ariège et Pyrénées méditerranéennes), le pin est l'arbre le mieux représenté mais son abondance diffère selon les secteurs. Le bouleau et le chêne ne sont représentés que de façon sporadique (Jalut 1988). Par rapport à la phase précédente, le développement d'une steppe à armoises et graminées est



considéré comme l'indice d'une amélioration climatique, insuffisante néanmoins pour permettre la mise en place d'un véritable couvert forestier (Jalut et Turu i Michels 2010).

✓ La **fin du Dryas ancien, le Bølling et l'Allerød (GIS-1)** marquent la reprise et l'installation de la forêt tempérée avec le développement du bouleau, particulièrement dans les Pyrénées occidentales et en Ariège (Jalut 1988). Les nouveaux travaux menés dans les Pyrénées françaises tendraient à rajeunir la date du début du Bølling vers 12 500 BP (13 500 cal. BP- Jalut et Turu i Michels 2010). Dans le bassin de l'Aude comme dans le bassin de Lourdes, le pin est peu abondant durant le Bølling (moins de 10% en moyenne), le bouleau est également rare (Jalut *et al.* 1985). Dans les Pyrénées centrales, dans l'étage montagnard, le pin et le bouleau paraissent également peu représentés dans les concentrations polliniques. La couverture végétale paraît donc faiblement boisée, dominée par les poacées et des taxons à affinité steppique. Le genévrier et le saule constituent sans doute une strate arbustive éparse (Aubert *et al.* 2004). Au cours de l'Allerød, (vers 12 000 BP ou 14 000 cal BP), dans les Pyrénées françaises, le couvert forestier devient plus dense en raison du développement du pin (Jalut *et al.* 1992, Jalut et Turu i Michels 2010), comme par exemple dans les courbes polliniques de La Vache et des Eglises (Renault-Miskovsky et Leroi-Gourhan 1981). Dans les Pyrénées centrales, les armoises et, dans une moindre mesure, les Poacées reculent (Aubert *et al.* 2004). Le pin et le bouleau forment alors l'essentiel de la couverture forestière. De ce fait, les plantes héliophiles (genévrier, armoises et chénopodiacées) régressent. Dans le même temps apparaissent également de façon régulière les pollens de chêne déjà présents de façon épisodique au cours de la phase précédente (Jalut *et al.* 1992, Jalut *et al.* 1998). C'est notamment le cas à Belvis dans la moyenne vallée de l'Aude où des charbons de bois (chêne, hêtre et pin) datés de $12\,270 \pm 280$ BP (15 230 - 13 500 cal BP) témoignent de l'existence de zones refuges dans les Pyrénées méditerranéennes (Jalut 1988). Durant cette phase, une mosaïque de milieux se met en place. Dans les diagrammes polliniques, le rapport pollen d'arbres/pollen d'herbes traduit cependant des milieux encore ouverts (Jalut et Turu i Michels 2010).

✓ Le **Dryas récent (GS-1)** -entre 13 000 et 12 500 cal. BP- témoigne, notamment dans les Pyrénées françaises, d'un retour des plantes steppiques au détriment des arbres comme les pins et bouleaux (Andrieu *et al.* 1993, Reille et Andrieu 1995, Guiter *et al.* 2005, Jalut et Turu i Michels 2010). À la Restaque et La Borde, des restes d'insectes (*Helophorus glacialis*) tendent à suggérer que les températures de juillet n'excédaient pas 10°C (Ponel *et al.* 1999). Cet épisode du Dryas récent est donc enregistré partout dans les Pyrénées françaises mais plus nettement dans le domaine méditerranéen où l'accentuation de la sécheresse attestée par le net accroissement des pourcentages d'éléments steppiques, principalement les armoises, a provoqué une nette ouverture du milieu (Jalut *et al.* 1992, Jalut et Turu i Michels 2010).



II.1.3. Cadre chronoculturel

La période qui m'intéresse plus particulièrement, la fin du Paléolithique supérieur, est riche en événements bien datés. Elle débute avec le maximum glaciaire du stade isotopique 2 (OIS-2) et se termine avec la mise en place des conditions tempérées de l'Holocène. Les datations effectuées sur de nombreux gisements établissent avec une certaine précision une chronologie absolue du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire. Plusieurs problèmes relatifs à ces datations doivent toutefois être soulevés. La publication récente d'une nouvelle courbe de calibration (IntCal09 : Reimer *et al.* 2009) permet notamment de préciser les données issues de la précédente (IntCal04 : Reimer *et al.* 2004) : en plus des trois plateaux ou remontées de la courbe observés vers 12 500 BP (15 000 cal. BP), 15 000 BP (18 000 cal. BP) et 16 500 BP (19 500 cal. BP), un large plateau est documenté autour de 13 000 BP (15 700 cal. BP) (Figure 29). L'existence de ces plateaux ^{14}C empêche des datations radiocarbones précises au sein même de ces intervalles (Magny 1995). D'autre part, la confrontation des datations effectuées par la méthode conventionnelle du ^{14}C et celles réalisées par AMS doit être menée avec prudence, tant en termes d'échantillonnages, qu'au regard de la diversité des laboratoires impliqués dans l'analyse des échantillons à dater (Langlais 2007a). La nature et la provenance des échantillons ainsi que l'existence d'écarts-types élevés entraînent des imprécisions dont il convient d'avoir conscience.

En accord avec les climatologues, les paléoenvironnementalistes (Rose 2007) et plusieurs préhistoriens (Langlais 2007a, Costamagno *et al.* 2008, Szmidi *et al.* 2009b), je parlerais en cal. BP et non BC. Les datations radiocarbones ont été calibrées grâce au logiciel OxCal 4.1 (Bronk Ramsey 2009), à partir de la nouvelle courbe de calibration IntCal 2009 (Reimer *et al.* 2009).

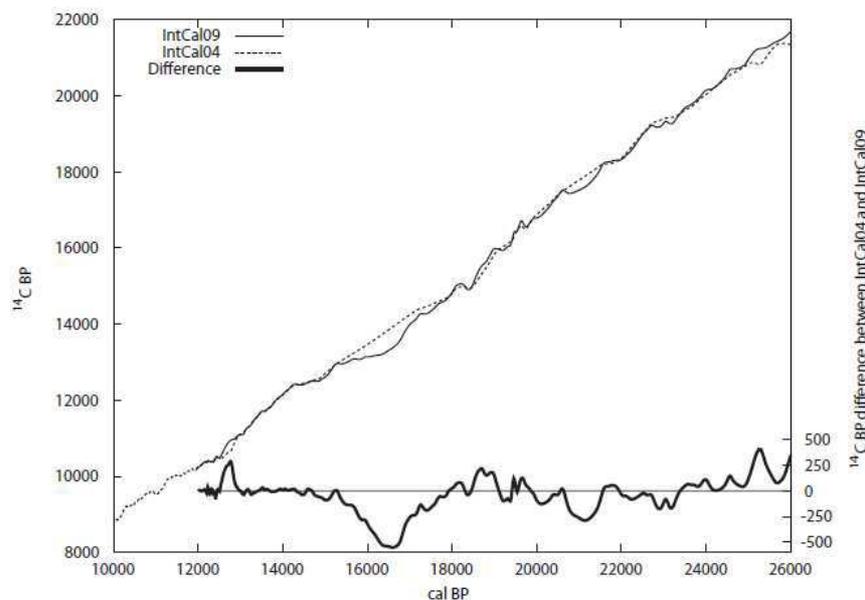


Figure 29 : Courbes de calibration IntCal 09 et IntCal 04 avec les différences associées entre 12 000 et 26 000 cal BP (Reimer *et al.* 2009)



À partir des dates calibrées disponibles pour chacun des assemblages retenus (cf. IV.2), j'ai établi un graphique de répartition chronologique pour le dernier Pléniglaciaire et le Tardiglaciaire (Figure 30). Une fois calibrées, les dates recouvrent environ sept millénaires. Les assemblages correspondent, d'un point de vue chronoculturel, au Badegoulien et au Magdalénien inférieur (fin du dernier Pléniglaciaire : 19 000 - 15 000 BP soit 23 000 - 18 000 cal. BP), au Magdalénien moyen (Heinrich 1/Dryas ancien : 15 000 - 13 000 BP soit 18 000 - 15 700 cal. BP) et au Magdalénien supérieur (GIS-1/Bølling : 13 000 - 11 500 BP soit 15 700 - 13 000 cal. BP) (Ducasse et Langlais 2007, Langlais 2007b, 2008b).

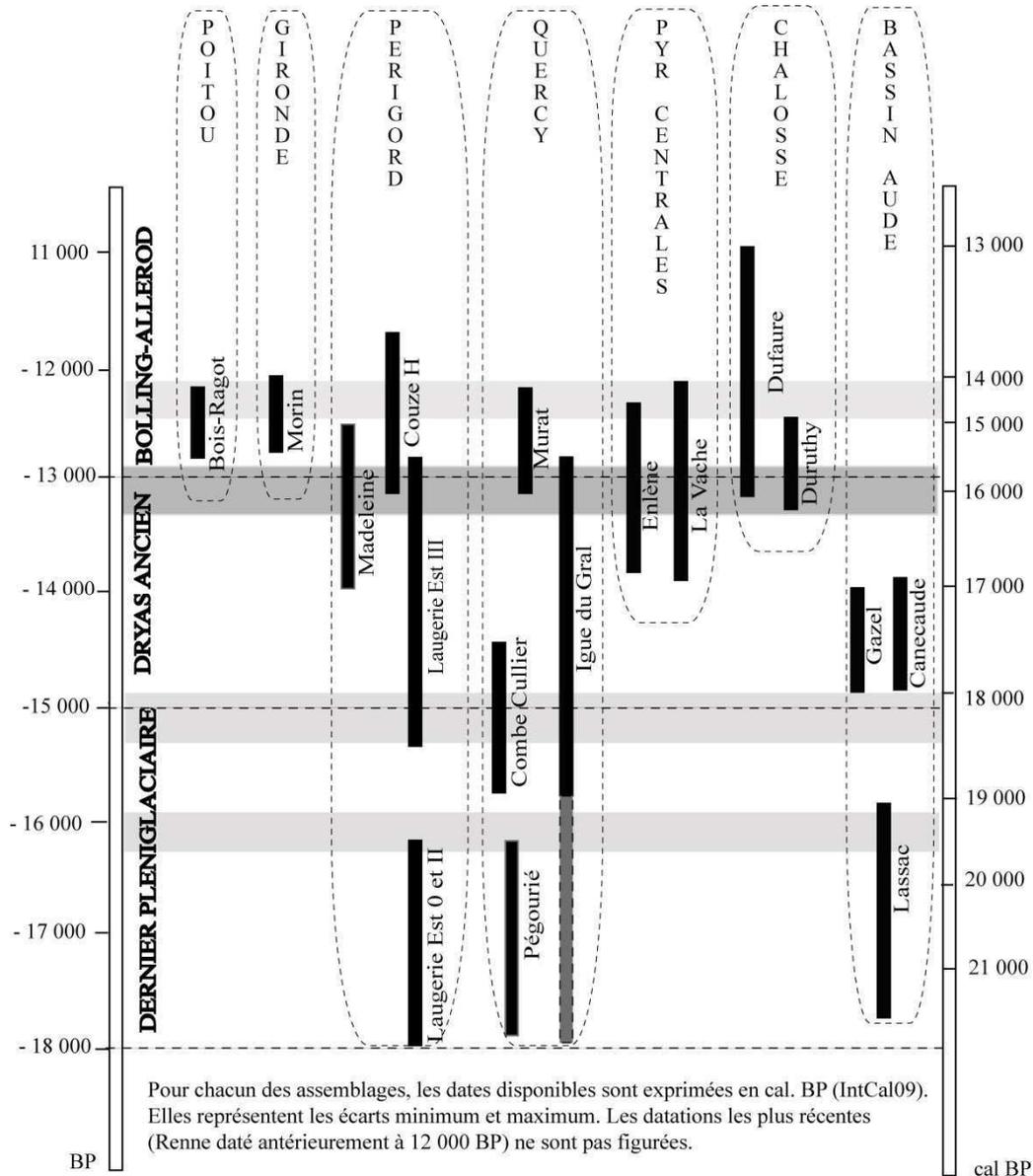


Figure 30 : Répartition chronologique des assemblages retenus datés de la fin du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (les zones grisées correspondent aux plateaux radiocarbone. Les intervalles représentés correspondent à une compilation des datations).



Les nouvelles analyses techno-économiques menées ces dernières années sur les industries lithiques et en matière dure animale permettent de définir un cadre chrono-culturel précis pour cette période (Averbouh *et al.* 1999, Averbouh 2000, 2005, Pétillon 2006, Pétillon *et al.* 2008, Ducasse et Langlais 2007, Ducasse 2010, Langlais 2007b, a). Autour de 23 000 BP (28 000 cal. BP), l'Europe occidentale connaît une des vagues de froid les plus rudes de la dernière glaciation, nommé «événement de Heinrich 2». La genèse du Badegoulien et ses relations éventuelles avec le Magdalénien, notamment dans le Bassin aquitain autour de 19 000 - 15 000 BP (23 000 - 18 000 cal. BP), ont été largement discutées. Bien que la culture badegoulienne soit très différente du Magdalénien classique, l'hypothèse d'un passage progressif de l'une à l'autre a été proposée suite à la découverte d'assemblages originaux, attribués depuis au Magdalénien inférieur (Ducasse et Langlais 2007, Ducasse 2010, Langlais 2007b,). Par ailleurs, plusieurs traits techno-économiques traversent les différentes entités du Magdalénien et constituent, de fait, un fonds commun des équipements lithiques : l'essentiel des opérations de taille répond à deux objectifs toujours présents, des lames pour l'outillage et des lamelles pour des microlithes utilisés principalement dans l'armement de chasse (Langlais 2007a).

✓ **Le Badegoulien** (19 000 - 17 000 BP : 23 000 - 20 000 cal. BP)

Une grande part des besoins techniques est satisfaite par les minéraux présents dans l'environnement local. L'outillage lithique est essentiellement composé d'éclats et ne paraît pas soumis à de fortes exigences en terme de normalisation. L'utilisation d'éclats comme nucléus alimente l'équipement tant domestique que cynégétique ; les lamelles (brutes ou retouchées) paraissent destinées à armer les pointes osseuses (Ducasse 2010). Au Badegoulien, les matières osseuses seraient débitées exclusivement par percussion (Pétillon *et al.* sous presse). Le bois de renne est ainsi fracturé afin d'obtenir des éclats qui seront ensuite façonnés par raclage. Très rarement décorés, les objets sont peu diversifiés : les pointes de projectile et les outils biseautés (coins, ciseaux) sont fabriqués en bois de renne ; les poinçons et les aiguilles sont réalisés à partir de fragments d'os. Plusieurs types d'objets représentent la continuation directe d'innovations apparues au Solutréen, telle l'aiguille à chas ou encore la pointe barbelée « à méplat mésial » (Pétillon *et al.* sous presse).

✓ **Le Magdalénien inférieur** (17 000 - 15 000 BP : 20 000 - 18 000 cal. BP)

Le passage du Badegoulien vers le Magdalénien s'opère progressivement et différemment selon les registres d'activité (Figure 31). L'industrie lithique du Magdalénien inférieur témoigne d'une perdurance de choix techniques comme le débitage d'éclats, attestant d'une continuité avec le Badegoulien. D'autres sphères évoluent, comme l'intensification des débitages microlamellaires, la standardisation des supports d'outils, l'évolution progressive vers le couple lame-lamelle typique du Magdalénien moyen. En cela, le Magdalénien inférieur annonce bel et bien les développements qui auront lieu au cours des millénaires suivants (Ducasse et Langlais 2007, Langlais 2007a). L'équipement en matières osseuses varie peu, bien qu'une certaine diversification soit perceptible dans l'outillage en bois de



renne. La rareté des décors, la présence de certains types spécifiques (pointes à méplat mésial, etc.) rappellent certains traits badegouliens. Les techniques utilisées pour fabriquer cet équipement marquent en revanche une nette rupture probablement dès le début du Magdalénien inférieur : le débitage par percussion est ainsi remplacé par le double rainurage longitudinal. Cette dernière technique connaîtra son apogée au Magdalénien moyen et supérieur (Langlais *et al.* 2010, Pétilion *et al.* sous presse).

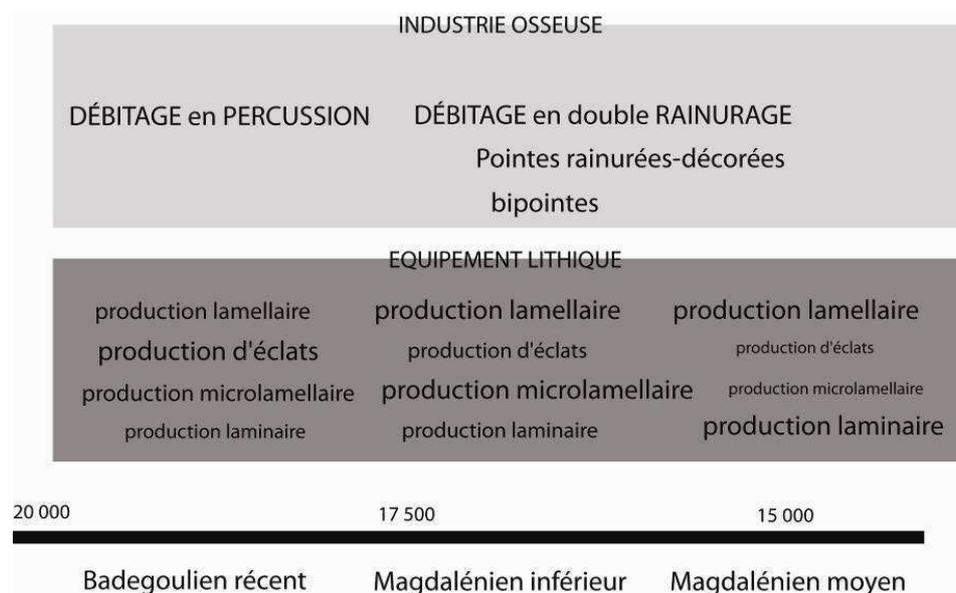


Figure 31 : Schémas de fabrication des industries lithiques et en matières dures animales entre le Badegoulien récent et le Magdalénien moyen. Les repères chronologiques sont en BP (Pétilion *et al.* sous presse)

✓ **Le Magdalénien moyen** (15 000 - 13 500 BP : 18 000 - 16 000 cal. BP)

Au cours du Magdalénien moyen, on note un renouvellement des équipements lithiques et osseux ainsi qu'une explosion de l'art mobilier et pariétal (Clottes 1989, Sacchi 2003b). Les outils (grattoirs, burins, couteaux, etc.) sont réalisés sur des lames standardisées dont la confection requiert de bonnes matières premières de grandes dimensions. Leur acquisition nécessite la mise en œuvre de réseaux de circulation et d'échanges sur de grandes distances, depuis des régions riches en ressources lithiques (comme la Saintonge, la Dordogne ou la Chalosse) vers d'autres plus dépourvues (comme les Pyrénées ou le Quercy) (Langlais 2007b, a, 2008a, b, 2010). Une chaîne opératoire autonome, qui s'exprime sous différents formes selon les régions, vise à produire des lamelles. La production de lamelles, destinées à la confection de microlithes emmanchés comme armatures de chasse, est moins contrainte par les matières premières utilisées et montre une territorialité plus marquée (Langlais 2007a, 2010). Le travail des matières osseuses s'intensifie au Magdalénien moyen : os et bois de renne de gros modules sont débités en baguettes au moyen de longues rainures longitudinales pratiquées sur toute la périphérie du bloc (Averbouh 2000, 2005, Pétilion 2006). L'importance économique des bois de rennes (particulièrement ceux des mâles adultes en automne) laisse supposer que les groupes du Magdalénien moyen investissaient beaucoup d'énergie dans leur



collecte et que la production d'équipements en bois de renne était intégrée dans un cycle annuel (Averbouh 2000, 2005). Les décors gravés ou sculptés, dont les motifs sont souvent d'une extrême finesse, se multiplient sur les outils et les armes. On note également la présence de contours découpés qui témoignent de circulations symboliques entre les Pyrénées, les Cantabres et le Périgord (Bellier 1984, Sacchi 1986, Buisson *et al.* 1996, Fritz 1999, Corchón 2006 *in* Langlais 2007a), de rondelles percées (Bellier *et al.* 1991), de parties distales de propulseurs (Cattelain 1988), de décors particuliers sur les baguettes demi-rondes et les pointes de projectile. La découverte de fragments de pointes en os de Mammifère marin à Isturitz atteste de contacts sur des distances de 50-60 km, séparant les Pyrénées de la côte atlantique. Bien que ce type d'acquisition reste épisodique, il paraît également y avoir eu des déplacements de 250 km entre les Pyrénées centrales et l'Atlantique (Pétillon 2008, Pétillon et Langlais sous presse). De manière générale, certains traits des productions matérielles témoignent d'une économie planifiée et d'une anticipation des besoins traduisant une organisation sociale complexe.

✓ **Le Magdalénien supérieur** (13 500 - 12 000 BP : 16 000 - 14 000 cal. BP)

Au cours du Magdalénien supérieur, on assiste à une densification du nombre de sites dans le piémont pyrénéen ainsi qu'au nord de l'Aquitaine tandis que s'observe une ouverture des espaces au nord de l'Europe. Le retrait des glaciers dû au réchauffement climatique du GIS-1 autorise une expansion géographique des territoires parcourus ainsi que l'occupation de toutes les niches écologiques (Bocquet-Apple et Demars 2000, Demars 2003, Bocquet-Apple *et al.* 2005). Dans le Sud-Ouest de la France, les productions en matière dure animale présentent les mêmes traditions techno-économiques qu'au Magdalénien moyen. L'apparition de pointes à base fourchue et la généralisation des pointes barbelées traduisent cependant quelques particularismes. On observe le maintien des relations sociales à grande distance (exemple de la pointe barbelée ou des figurations féminines schématiques) (Clottes 1989, Ladier 2001, Pétillon 2006). Le Magdalénien supérieur connaît également une perdurance des traditions techniques lithiques (débitage de lames) avec toutefois une plus grande adaptabilité aux matériaux locaux, perceptible notamment dans les Pyrénées. On assiste ainsi à une diminution des importations de silex allochtones et une intensification de l'exploitation des affleurements régionaux et locaux (Lacombe 1998, Simonnet 1998, 1999, Lacombe 2005). Comme au Magdalénien inférieur, un investissement techno-économique différentiel se marque dans l'organisation des débitages, à travers une place importante accordée aux productions relativement simplifiées. Le système techno-économique demeure orienté vers la production de lames et de lamelles mais on constate une diversification régionale importante des morphotypes d'armature (Langlais 2007a). Les industries du Magdalénien supérieur montrent ainsi des variations internes dans l'armement lithique et osseux qui pourraient refléter, dans l'hypothèse synchronique, différentes traditions régionales (Langlais 2008a, Pétillon et Langlais sous presse).



✓ Le Magdalénien semble perdurer à l'Allerød (à partir de 12 000 BP ou 14 000 cal. BP) sous la forme d'un **Magdalénien final ou terminal** (Bordes et Sonneville-Bordes 1979, Barbaza 1996, Dachary 2002). Dans certains cas, l'industrie osseuse demeure abondante tandis que dans d'autres gisements, elle se raréfie. L'outillage en silex se caractérise notamment par le développement de pointes à dos et de grattoirs courts qui annoncent l'Épipaléolithique. Le Magdalénien final ou terminal correspond à un ensemble polymorphe, dans lequel les industries lithiques présentent des caractères mixtes et dont la caractérisation technologique reste en grande partie à faire (Langlais 2007a).



II.2. Le renne, un gibier de choix

En France, le renne fossile fut découvert au XVIII^{ème} siècle, près d'Etampes (Bouchud 1959a). D'un point de vue historiographique, il constitue dès le milieu du XIX^{ème} siècle l'un des taxons les plus fréquemment identifiés dans les gisements archéologiques du Sud-Ouest de la France (grottes et abris des Pyrénées, de Dordogne et du Quercy) (Lartet et Christy 1864a, 1875, Brun 1867, Garrigou 1867b, a, Garrigou et Duportal 1869, Peccadeau de Lisle 1867, Frossard et Frossard 1870, Douliot 1871, De Mortillet 1872, Piette 1873, 1874). Ces derniers vestiges étaient tellement nombreux que Lartet et Christy (1865-1875) ont défini, une des quatre grandes périodes de la Préhistoire comme constituant « l'Âge du Renne ». Leur lecture du matériel osseux va au-delà de simples considérations paléontologiques en constatant que le renne a été exploité par l'Homme à des fins alimentaires et techniques. D'emblée, le renne est ainsi perçu comme un élément central de l'économie des hommes de cette époque (Birouste 2011).

Durant plusieurs dizaines de millénaires, le renne a constitué un gibier de choix très prisé par les hommes du Paléolithique. Certains groupes humains vivant ou ayant vécu dans les zones septentrionales ont fondé leurs modes de vie et leurs techniques autour de cet animal (Arbos 1932, Leroi-Gourhan 1936, Spiess 1979, Abe 2005, Vitebsky 2005, Audouze et Beyries 2007, Lavrillier 2007). Il est non seulement une proie facile à chasser¹¹, mais il permet également la récupération d'une grande quantité de matières premières telles la viande, les entrailles, les contenus stomacaux, le sang, la graisse, la moelle, les bois, les tendons, les dents et la peau (Kelsall 1968, Burch 1972, Binford 1978, Spiess 1979, Vézinet 1979) (Figure 32). L'utilisation de petits os à des fins ludiques (jeu ?) a même été proposée à partir de la découverte, à l'abri Durif (Massif Central), de neuf scaphoïdes de renne au sein d'un même carré et d'une même couche (Delpech 1998).



Figure 32 : « Dans le renne, tout est bon ! » (illustration de Tosello *et al.* 2005)

¹¹ « caribou are among the most easily killed of game animals » (Kelsall 1968 : 216)



II.2.1. Sources ethnographiques

La chasse au renne/caribou est connue par des sources ethnographiques depuis le XVI^{ème} siècle en Europe et le XVIII^{ème} siècle en Amérique du Nord (Arnautou 2000, 2002, Trudel et Huot 1979). Nous n'aborderons pas ici les stratégies mises en œuvre par les groupes sibériens (Abe 2005, Lavrillier 2007, Julien et Karlin 2007) car les rennes ont été domestiqués en partie, contrairement à l'Amérique du Nord où les caribous n'ont jamais été domestiqués. Les techniques de chasse reflètent des choix culturels qui sont eux-mêmes fonction des technologies utilisées, de la taille du groupe humain, de l'utilisation que l'on veut faire des carcasses, de la disponibilité et de la composition démographique du troupeau, de son comportement migratoire, de la topographie des lieux, de la présence de neige, de la proximité du camp de base, etc. (Spiess 1979, Trudel et Huot 1979). Les chasses modernes peuvent être menées collectivement, sur un grand nombre d'individus lors des migrations, mais aussi individuellement sur un petit groupe d'animaux au cours des autres saisons (Randa 1996, West 1997).

Plusieurs sources documentaires indiquent des stratégies de chasse fondées sur des abattages en masse (Spiess 1979, Bouchard 1982 *in* Saint-Germain 2006, Blehr 1990, Binford 1991, Loring 1997). À la différence de la technique d'approche au cours de laquelle le chasseur affronte individuellement sa proie, le rabattage porte sur un grand nombre d'animaux et implique une coopération active entre les chasseurs qui vont œuvrer ensemble, en planifiant au préalable la stratégie à adopter (Vézinet 1979, Driver 1990). La chasse collective se déroule souvent à proximité de gués qui sont traversés par les troupeaux lors des migrations saisonnières. La récurrence des mouvements saisonniers des animaux permet aux hommes d'anticiper la présence du gibier et de s'organiser collectivement (Driver 1990, Loring 1997). Dans le Grand Nord canadien, plusieurs groupes humains ont pratiqué ce type de chasse avant l'introduction des armes à feu (Trudel et Huot 1979, Bouchard 1982 *in* Saint-Germain 2006, Gordon 1990a). Ainsi, par exemple, les Nunamiut (Alaska), les Inuits de Coper (Nunavut), les Naskapis, Montagnais (Québec-Labrador) ainsi que les Chipewyans (Territoires du Nord-Ouest) pratiquaient préférentiellement des abattages en masse en automne lors des agrégations démographiques des caribous¹². La concentration du gibier, la bonne qualité de la viande, de la graisse, de la peau ainsi que la possibilité de faire des stocks de nourriture pour l'hiver, constituaient des atouts majeurs justifiant ce choix (Binford 1978, Denton 1979, Trudel et Huot 1979, Driver 1990, Binford 1991). Des systèmes de piégeage ont été utilisés en Europe, en Amérique du Nord ainsi qu'au Groenland (Denton 1979, Blehr 1990, Jordhøy 2008). Les Nunamiut, par exemple, construisaient autrefois des « inuksuk », sortes de cairns représentant des formes humaines géantes (Gubser 1965). Au sommet des cairns, des omoplates de caribou étaient parfois attachées et, agitées par le vent, faisaient un bruit accélérant la course des bêtes effrayées, qui s'engageaient alors dans un goulet d'étranglement au bout duquel les attendaient les chasseurs postés (Saladin d'Anglure *et al.* 1977, Beiger, com. pers). Au Québec-Labrador, les vestiges osseux sont malheureusement rares en contexte archéologique

¹² Pour le Québec nordique toutefois, on ne connaît aucune mention de chasse collective avec rabattage des animaux (Vézinet 1979).



en raison de problèmes de conservation des restes organiques. La présence d'inuksuk, de structures, d'outils ainsi que les sources ethnographiques permettent toutefois d'inférer les modes de vie des groupes humains (Fitzhugh 1979, Turner 2001 (1894)). Dans cette zone, notamment à proximité des côtes, on ne peut pas réellement parler de « civilisation du caribou » car d'autres ressources (mammifères marins, poissons, orignal, wapiti, castor...) ont également été exploitées au cours des temps préhistoriques et historiques (Piérard 1979, Trudel 1979, Vézinet 1979, Saint-Germain 1997).

II.2.2. Sources archéologiques

Au début du XX^{ème} siècle, de nombreuses études ont été menées sur le renne, permettant ainsi d'acquérir de nouvelles connaissances sur les paléoenvironnements de l'époque ainsi que sur son rôle socio-économique (Martin 1906, Arbos 1932, Leroi-Gourhan 1936, Corbel 1952, Bouchud *et al.* 1953, Bouchud 1954b, a, 1959a, b, 1966, Lacorre 1953, 1956, Patte 1958). Il a longtemps été admis que les groupes de chasseurs-cueilleurs magdaléniens étaient étroitement dépendants du renne, qui fournissait l'essentiel des ressources alimentaires (Raynal et Daugas 1992, Altuna et Mariezkurrena 1995, Le Meur 1999). La notion de chasse spécialisée, encore débattue de nos jours, présuppose l'exploitation préférentielle d'une espèce animale alors que d'autres sont présentes dans l'environnement ; la fréquence très élevée d'un taxon au sein d'un assemblage suggérerait donc l'existence d'économies de subsistance spécialisées sur ce taxon (Mellars 1973, White 1982)¹³. Ce modèle de spécialisation économique a été proposé pour le Bassin parisien où le renne domine largement les spectres de faune de plusieurs assemblages de plein-air (Audouze et Enloe 1991, David et Enloe 1992, David 1994, Enloe et Audouze 1997, Enloe 2000b, 2003a). Mais dans ce modèle, la spécialisation est définie plus précisément car elle implique l'organisation de chasses massives automnales, menées collectivement, afin de constituer des réserves alimentaires pour une consommation différée (Binford 1980, David et Enloe 1993, Costamagno 1999a).

Les études archéozoologiques menées notamment à Pincevent (IV-20 et Habitation n°1) et Verberie montrent ainsi une fréquence très élevée du renne (supérieure à 90%), un fort nombre minimal d'individus, des techniques de boucherie spécifiques (stockage) qui, en lien avec les grandes aires d'activités, témoigneraient de stratégies planifiées collectives visant un abattage en masse des rennes au cours la migration automnale (Enloe et Audouze 1997, Enloe 1998, 2000b, 2003a, b, 2007). De récents travaux ont néanmoins montré que le renne ne constituait pas le gibier préférentiel des Magdaléniens tout au long de l'année, le cheval représentant ainsi une ressource complémentaire, chassée durant toute l'année (Bridault *et al.* 2003, Bignon 2006, 2007, 2008).

¹³ Voir Costamagno 1999a pour une discussion sur le sujet



Les groupes magdaléniens ayant occupé le sud de la France ont-ils chassé majoritairement du renne, ont-ils mis en œuvre des stratégies d'acquisition particulières ? Ont-ils, comme ceux du Bassin parisien, acquis cette ressource lors de grandes chasses collectives ? Afin de tenter d'apporter un éclairage sur les modalités de subsistance des groupes badegouliens et magdaléniens, nous présentons tout d'abord une synthèse bibliographique des espèces dominantes dans les différents secteurs du Sud-Ouest de la France¹⁴. La réalisation de ce travail a permis d'identifier les espèces animales présentes ainsi que la fréquence du renne¹⁵. Dans un second temps, les données archéozoologiques disponibles sur l'acquisition du gibier et le traitement des carcasses sont mobilisées afin de percevoir les relations qu'entretenaient les hommes et les rennes.

II.2.2.1. Fréquence du renne dans le Sud-Ouest de la France

À partir des listes de faune publiées dans la littérature, nous avons établi un inventaire des ongulés dominants dans les différents assemblages attribués au dernier Pléniglaciaire, au Dryas ancien (He1) et au Bølling-Allerød (GIS-1) (Annexe 1). Les assemblages livrant des données imprécises sur la chrono-climatologie ou encore la fréquence des taxons (recouvrant deux ou plusieurs périodes, deux taxons dominants) n'ont pas été retenus pour établir les figures de répartition.

En premier lieu, il apparaît que, quelle que soit la période, le renne constitue souvent le taxon majoritaire dans les assemblages : il représente 61% du total des faunes en présence au cours du dernier Pléniglaciaire, près de 69% au cours du Dryas ancien (He1) et enfin, 67% dans les gisements attribués au Bølling-Allerød (GIS-1). Au cours du dernier Pléniglaciaire (Figure 33), il cohabite avec l'antilope saïga, essentiellement représentée en grand nombre en Gironde (Delpech 1989, Costamagno 1999a, 2000, 2001), ou d'autres espèces de milieu steppique (bovinés et chevaux). Au cours du Dryas ancien (He1) (Figure 34), les mêmes espèces animales se retrouvent ; les espèces rupicoles (bouquetin et chamois) sont également la cible des chasseurs magdaléniens dans la zone pyrénéenne. À Bourrouilla (Pyrénées Atlantiques), le cerf constitue le taxon dominant au cours du He1/GIS-1 (US 2007), et paraît contemporain du renne (Dachary *et al.* 2008, Szmidt *et al.* 2009a). Au Bølling-Allerød (Figure 35), le renne paraît encore bien représenté. Toutefois, certaines espèces ne sont plus mentionnées (antilope saïga, bovinés) alors que d'autres, préférant des biotopes plus tempérées (cerf et surtout sanglier) ou des escarpements rocheux (bouquetin), sont fréquemment chassées à la fin de la période, particulièrement dans les Pyrénées (Delpech 1983, 1989, 1999, Costamagno *et al.* 2008, Costamagno *et al.* 2009).

¹⁴ À la suite de la synthèse de Costamagno 2003

¹⁵ La fréquence est calculée à partir du Nombre de restes déterminés (NRD), les nombres minimaux d'individus (NMI) étant rarement mentionnés dans les publications



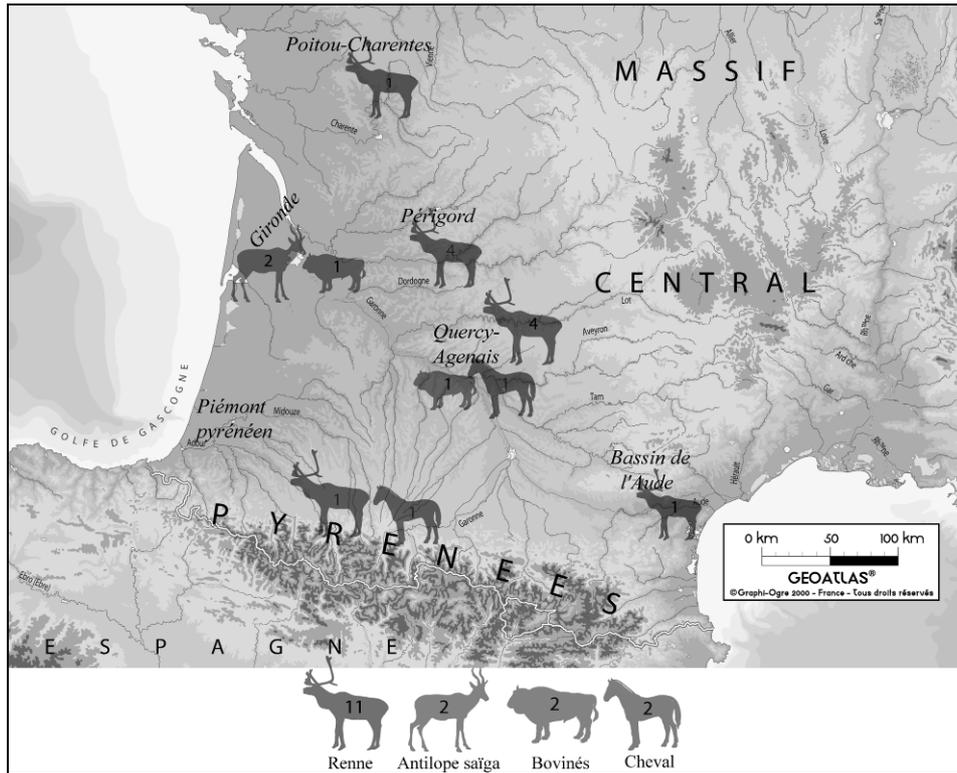


Figure 33 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire (les chiffres correspondent au nombre d'assemblages où chaque taxon est majoritaire)

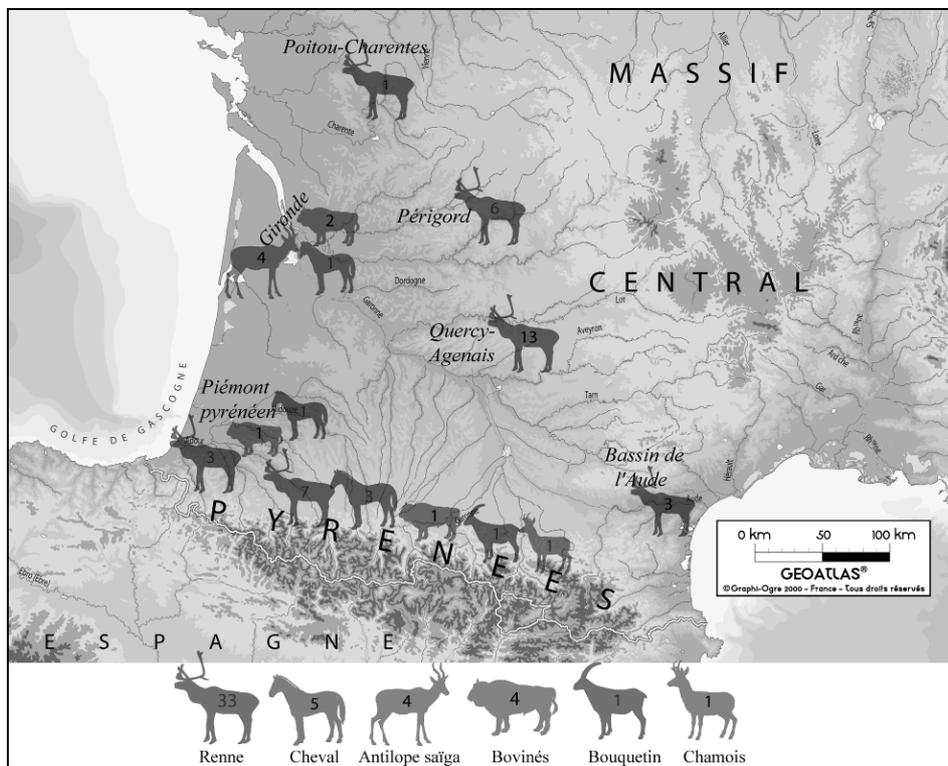


Figure 34 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du Dryas ancien (He1) (les chiffres correspondent au nombre d'assemblages où chaque taxon est majoritaire)



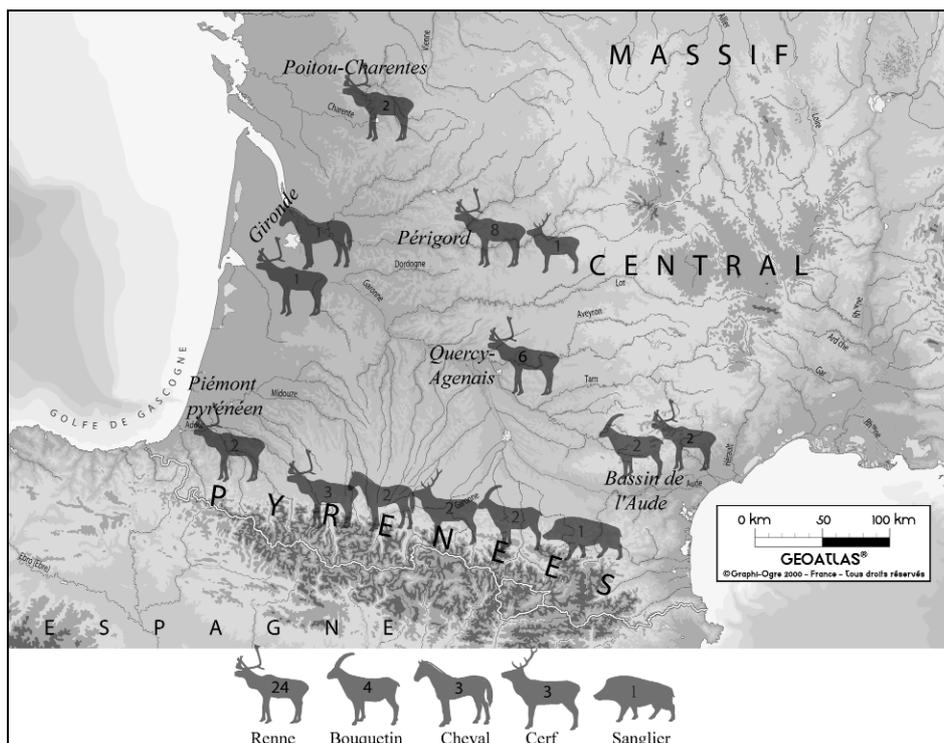


Figure 35 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du Bølling-Allerød (GIS-1) (les chiffres correspondent au nombre d'assemblages où chaque taxon est majoritaire)

Si l'on étudie en détail la fréquence du renne (de 0 à plus de 90% du NRD) dans les assemblages dominés par ce taxon, on s'aperçoit que la notion de chasse spécialisée (Mellars 1973) ne peut pas vraiment être retenue. En effet, comme l'avait déjà souligné Costamagno (1999b, 2003), sur les 47 assemblages pour lesquels nous disposons d'informations sur la fréquence, seuls 36% d'entre eux sont dominés par le renne à plus de 90% (*cf.* également Kuntz et Costamagno 2011). Une prédominance de ce taxon est attestée dans trois secteurs principaux : le Périgord, le Quercy et le Bassin de l'Aude (Costamagno 1999b). Pour les autres zones géographiques, une certaine diversité des taxons dominants est constatée, particulièrement dans les Pyrénées (Costamagno 2003, Costamagno et Mateos Cachorro 2007, Costamagno *et al.* 2008, Costamagno *et al.* 2009, Kuntz et Costamagno 2011).

II.2.2.2. Stratégies de subsistance des groupes de chasseurs-cueilleurs

Afin d'identifier quelles stratégies ont été mises en œuvre par les groupes badegouliens et magdaléniens, les données archéozoologiques disponibles pour les assemblages dans lesquels le renne constitue un gibier bien représenté ont été compilées. J'ai tenté d'établir une synthèse socio-économique en mettant l'accent sur les modalités de transport des carcasses, l'âge et le sexe des individus abattus, la découpe des carcasses, le prélèvement de la viande, l'exploitation de la moelle (os longs et phalanges), l'utilisation de l'os comme combustible ainsi que le traitement des matières dures animales. Bien que les modalités d'exploitation demeurent à l'heure actuelle encore peu documentées, des comparaisons temporelles (Pléniglaciaire, Dryas ancien/He1, Bølling-Allerød/GIS-1) et spatiales (entre occupations « contemporaines » de différentes zones géographiques) sont possibles.



II.2.2.2.1. Dernier Pléniglaciaire (Badegoulien/Magdalénien inférieur)

Dans les gisements badegouliens du Sud-Ouest de la France, le renne constitue l'un des taxons les mieux représentés (dominant dans 55% des assemblages renseignés) dans plusieurs secteurs géographiques, hormis en Gironde où l'antilope saïga est abondante dans les spectres de faune (Costamagno 1999a, 2001, 2003).

En **Charente**, dans les niveaux badegouliens du Placard, l'étude archéozoologique menée sur le renne indique que les carcasses étaient transportées entières jusqu'au campement (Griggo 1997b). Toutes les étapes de la chaîne opératoire de boucherie (dépouillement, désarticulation, décharnement) sont représentées. Les groupes humains ont systématiquement recherché la moelle contenue dans la cavité médullaire des os longs mais aussi des phalanges. L'utilisation de l'os comme combustible est envisagée dans les niveaux badegouliens et solutréens du Placard (Costamagno *et al.* 1999).

Le même type de schéma d'exploitation des carcasses animales se retrouve dans le comportement des groupes badegouliens du **bassin de l'Aude**. Sur le gisement de plein-air de Lassac, également dominé par le renne (à plus de 90%), les profils de mortalité indiquent un abattage non sélectif. Le sexe des individus demeure difficile à caractériser. Les carcasses animales semblent avoir été ramenées entières au campement, qui devait se trouver non loin du site d'abattage. En dépit d'une mauvaise préservation des surfaces corticales (traces de racines, concrétionnement...), différentes étapes de boucherie (dépouillement, éviscération, désarticulation, décarnisation et récupération de la moelle) ont pu être caractérisées (Kuntz sous presse-a).

En **Quercy**, les groupes badegouliens du Cuzoul de Vers (Lot) ont mené des chasses au renne (plus de 90% dans la c. 23. Proie également majoritaire dans les niveaux solutréens). Dans les couches du Badegoulien ancien et récent, les rennes, majoritairement des jeunes, ont, là-encore, été rapportés complets ou presque entiers (Castel 1999). Les carcasses ont été intensément exploitées (récupération de la viande, de la moelle, de la graisse), allant jusqu'à l'utilisation des portions spongieuses comme combustibles et à la réalisation d'un outillage varié en matière dure animale (Figure 36) (Castel 1999, Castel et Chauvière 2007).



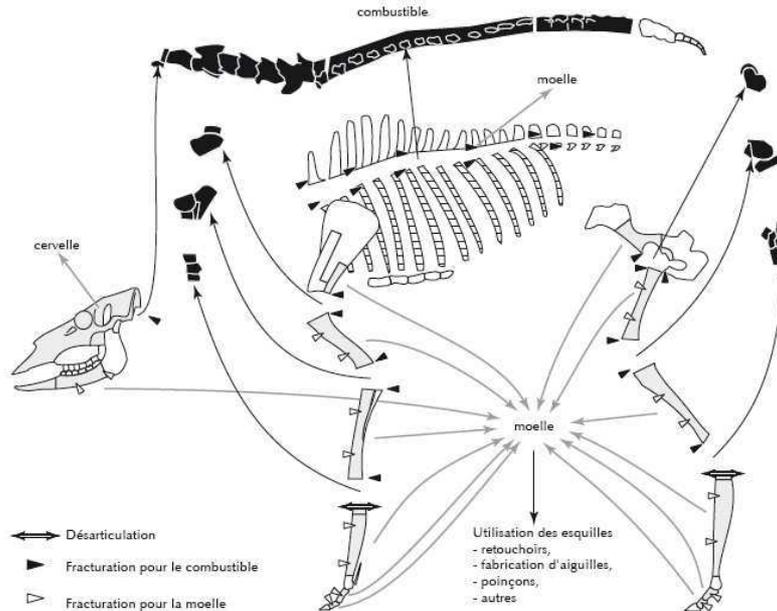


Figure 36 : Schéma d'utilisation des carcasses de renne après le prélèvement de la viande au Cuzoul de Vers (Castel et Chauvière 2007)

À Pégourié (Lot), où le renne domine à 60-70%, le nombre minimum d'individus est de vingt-quatre rennes pour la couche 8 et douze pour la couche 9. Concernant la représentation anatomique, Séronie-Vivien conclut que les carcasses ont été apportées entières sur le site (Séronie-Vivien *et al.* 1995, p. 203). Les modalités du traitement de boucherie ne sont malheureusement pas précisées, seule la fracturation des os longs est signalée. L'étude de l'âge des individus indique un profil de mortalité « catastrophique » traduisant une chasse non sélective. Dans le niveau 8c du Petit Cloup Barrat (Lot)¹⁶, les groupes ont prélevé des rennes correspondant à toutes les classes d'âge. L'intense fragmentation des ossements ne permet pas d'avoir des informations concernant le sexe des individus abattus. Les éléments du squelette axial post-crânien sont sous-représentés. Des traces de boucherie correspondant à la désarticulation et au démembrement ont été observées. Le mode d'exploitation des carcasses présente des similitudes avec le Cuzoul de Vers, surtout en ce qui concerne les modalités de combustion de l'os (Castel *et al.* 2006, Castel et Chauvière 2007 et com. pers.). À l'abri des Peyrugues (c. 5 à 9c), le renne domine également à 60-70% ; il est représenté par un nombre minimum de neuf individus, au sein desquels les juvéniles paraissent majoritaires. Les rennes auraient été transportés complets au campement, néanmoins, aucune indication n'est donnée sur les modalités de traitement des carcasses (Juillard 2009). Les occupations badegouliennes (c. 7 à 10) de la grotte de Cassegros (Lot-et-Garonne) livrent d'importantes quantités d'ossements rapportés principalement au renne (pourcentage encore inconnu), aux bovinés, au cheval et au cerf (Le Tensorer 1981). Une analyse archéozoologique, menée en collaboration avec J.-C. Castel, devrait prochainement livrer des données relatives aux stratégies de subsistance des groupes badegouliens.

¹⁶ Le niveau 8c du Petit Cloup Barrat n'est pour l'heure pas encore bien attribué : dans le même ensemble sédimentaire semblent se confondre des éléments du Badegoulien et du Magdalénien inférieur (Ducasse, com. pers.). Site en cours de fouille sous la direction de J.-C. Castel.



Dans la vallée de l'Aveyron, à l'abri Gandil (Tarn-et-Garonne) attribué au Magdalénien inférieur (Langlais *et al.* 2007), le renne demeure le taxon le mieux représenté (70-80% du NRD). Une nette sous-représentation des fragments osseux riches en spongiosa et/ou de ceux de petite dimension (conséquence directe de l'action répétée de l'eau) a empêché la reconstitution des activités de transport et de traitement des carcasses. Un fragment de diaphyse de renne a pu servir de retouchoir (Griggo 1997a).

Dans les **Pyénées**, cet ongulé est représenté à 50-60% dans la couche 4 d'Enlène (Ariège) (Delpech 1981, Fosse 1992). Aucune donnée sur la chaîne opératoire de boucherie n'est publiée.

II.2.2.2.2. He1 (Magdalénien moyen/Magdalénien supérieur ancien)

Au cours du Magdalénien moyen (Dryas ancien ou He1), le renne demeure l'espèce animale la mieux représentée, sauf en Gironde.

En **Périgord**, dans la grotte du Flageolet II c. IX, le renne domine à plus de 95%, représentant dix-sept individus juvéniles et adultes. L'étude des bois indique la présence de mâles et de femelles. Bien que tous les éléments anatomiques ne soient pas représentés, l'hypothèse d'un transport complet des carcasses est envisagée. La faible représentation de certains ossements serait liée à une fonte taphonomique ainsi qu'à des problèmes méthodologiques lors des fouilles. Les stries de boucherie témoignent d'activités de décharnement (majoritaires), de dépouillement et de désarticulation. La fracturation des os longs pour la récupération de la moelle a également été pratiquée sur le site (Deplano 1994).

En **Quercy**, à la grotte de la Bergerie-des-4-Chemins (c. 6 et 7), le renne représente moins de 50% du NRD total. Les jeunes individus sont sur-représentés (Séronie-Vivien *et al.* 1980, Séronie-Vivien *et al.* 1981a). D'après les auteurs, une « *partie de la venaison n'a pas été consommée sur place* », le reste ayant été transporté (Séronie-Vivien *et al.* 1981a : 266). D'après nos propres observations, le faible nombre de restes déterminables (NRD= 60) ne permet pas de conclure sur les stratégies de transport des carcasses. En dépit des surfaces osseuses mal préservées (traces de concrétionnement et de desquamation), quelques stries de désarticulation, de décarnisation et de fracturation sur os frais ont été observées. Alors que les outils en silex sont peu nombreux, l'industrie osseuse et la parure sont relativement abondantes : ont notamment été retrouvées dix-huit incisives de renne percées, ainsi que quarante-cinq autres dont l'usure pourrait correspondre au port de ces ornements (Séronie-Vivien *et al.* 1981a). Au sein de la couche 3 de l'abri des Peyrugues attribuée au Magdalénien moyen (Allard 1992b, a, 2009, Langlais 2007b), le renne domine nettement (près de 90% des restes déterminés), correspondant à un NMI de sept (Juillard 2009). À priori, aucune sélection ne semble avoir été effectuée dans l'âge des individus capturés, les carcasses ayant probablement été apportées entières, sans que l'on sache comment elles ont été traitées avant consommation.



Dans la vallée de l'Aveyron, à l'abri Fontalès (Tarn-et-Garonne), au cours du Magdalénien supérieur, les hommes perpétuent la chasse au renne¹⁷ (Welté 2000a). Malheureusement, aucune analyse archéozoologique détaillée n'est publiée. D'après l'étude de Bouchud (1966), toutes les parties du squelette étaient présentes, les faons et les jeunes individus étaient abondants et les bois de chute correspondent majoritairement à des mâles. L'assemblage de La Magdeleine La Plaine, attribué au début du Magdalénien supérieur, (Tisnerat-Laborde *et al.* 1997, Ballista 2005), a livré un nombre minimal de dix rennes (représentant 80/90 % du NRD) (Kuntz 2005, 2006). L'étude de la représentation des éléments squelettiques ne permet pas de savoir clairement si les Hommes ont ramené les carcasses complètes au campement ou s'ils ont abandonné le squelette axial post-crânien sur le site d'abattage. L'hypothèse de la confection de bouillons gras a été proposée pour expliquer le déficit en portions spongieuses. Malgré un aspect très fragmentaire, la bonne conservation des ossements a permis la mise en évidence de pratiques de boucherie impliquant une exploitation intensive des portions riches en nutriments (viande, moelle et graisse) (Kuntz 2005, 2006).

Dans le **bassin de l'Aude**, à la grotte Tournal¹⁸ (Bize), les chasseurs magdaléniens ont abondamment mené des chasses sur le renne (Patou-Mathis 1997, Patou-Mathis *et al.* 1999, Saillot et Patou-Mathis 2002, Magniez 2010b). Dans le niveau G, où il représente plus de 90%, le sex-ratio indique une prédominance des femelles (dont certaines étaient gravides) et des individus juvéniles. Tous les éléments squelettiques sont représentés malgré un déficit relatif du matériel crânien et une sous-représentation du squelette axial. Il ressort des analyses que certaines carcasses ont subi un premier traitement hors de la grotte (sur le site d'abattage ?) tandis que d'autres ont été ramenées entières au campement. L'analyse des ossements a permis d'identifier toutes les étapes du traitement de boucherie (dépouillement, séparation du crâne et de la mandibule, prélèvement de la langue, désarticulation des vertèbres, prélèvement des tendons et des ligaments...) ; la désarticulation constituant l'activité ayant livré le plus de traces (Magniez 2010b). Le stockage d'une partie de la viande pour une consommation différée a été proposé (Patou-Mathis *et al.* 1999). De nombreux ossements portent des traces de combustion liées à la cuisson de la viande et à l'utilisation de l'os comme combustible (Magniez 2010b). Les groupes humains qui ont fréquenté cette zone au cours du Magdalénien moyen ont chassé abondamment du renne, comme l'attestent également les gisements en grotte de Gazel et Canecaude (Fontana 1995, 1998b, Sacchi 1989, Fontana 1999, 2005, Sacchi 2008) où ils ont été rapportés entiers dans les campements et consommés au moins en partie sur place. Comme pour Lassac, l'étude des profils de mortalité a mis en évidence une chasse non sélective en termes d'âge. À Canecaude et Gazel, les femelles adultes et les jeunes paraissent dominer, les mâles adultes restant isolés (Fontana 1999, 2000a)¹⁹. Dans les Pyrénées orientales, la grotte des Conques renferme aussi du renne en abondance, particulièrement dans la couche 3, attribuée au Magdalénien moyen (14 320 ± 90 BP : 17 800 - 18 000 cal. BP). Les rennes (NMI= 7) sont représentés par des individus adultes, des sub-adultes et des juvéniles ; les mâles et les femelles sont mentionnés mais ces

¹⁷ % NRD inconnu

¹⁸ Niveau G (IVa) attribué au Magdalénien ancien (*in* Magniez 2010a) ou moyen (Langlais, com. pers.)

¹⁹ D'après nos propres observations (biométrie), les mâles paraissent plus abondants à Gazel



dernières paraissent plus abondantes. Ils ont été transportés complets dans la grotte, et ont été entièrement exploités (Moigne *et al.* 1998, Moigne et Moncel 2003).

Dans l'ensemble **Pyrénées occidentales-Chalosse**, les études effectuées sur le gisement du Grand Pastou (Landes) indiquent que le renne représente moins de 50%, le cheval et les bovinés étant également bien représentés (Lalande 1988, Costamagno 2006). Les quelques données disponibles témoignent d'un transport complet des carcasses vers le campement. Les os longs, de même que les phalanges, ont été systématiquement fracturés, comme l'attestent les traces de percussion relevées sur de nombreux restes osseux (Lalande 1988, Costamagno 2006). À Isturitz (Pyrénées Atlantiques), dans la couche attribuée au Magdalénien supérieur ancien (I ou F1 selon les fouilleurs de la première moitié du XX^{ème} siècle), les spectres de chasse sont diversifiés mais le renne demeure l'ongulé dominant (près de 50% du NRD et un NMI de 14). Les jeunes paraissent avoir été préférentiellement sélectionnés. L'étude des portions anatomiques indique une sous-représentation des éléments du squelette axial post-crânien, qui est certainement la conséquence des méthodes de fouilles et des techniques de récolte du matériel ainsi que de la conservation et de la détermination différentielle (Pétillon 2004, Pétillon et Letourneux 2006). Les carcasses ont donc probablement été introduites entières dans la grotte. En dépit d'un déficit de diaphyses (non prélevées à la fouille), les ossements attestent d'une fracturation anthropique intensive afin d'extraire et de consommer la moelle contenue dans la cavité médullaire. Les stries de boucherie suggèrent un traitement intensif des carcasses, y compris le dépouillement.

Dans les **Pyrénées ariégeoises**, à Enlène (Salle du Fond), les données archéozoologiques sont lacunaires : d'après les séries mandibulaires et les dents isolées, des jeunes et des adultes sont présents ; des mâles et des femelles (y compris gravides) ont été abattus. Les carcasses paraissent avoir été rapportées entières au campement. Les ossements ont été brisés et certains probablement « jetés au feu » (Lalande 1986).

II.2.2.2.3. GIS-1 (Magdalénien supérieur/final)

Les rennes de la fin du Magdalénien montrent une prédominance toujours nette dans les assemblages du Périgord et du Quercy-Agenais. On observe toutefois une diversification des spectres de chasse, particulièrement dans les Pyrénées françaises, avec des chasses centrées sur le renne, le cheval, le bouquetin et le cerf.

En **Poitou-Charentes**, dans la grotte de Bois-Ragot (c. 5 & 6), le renne domine dans les niveaux archéologiques attribués au Magdalénien supérieur (entre 70/80% du NRD). Il ne semble pas qu'il y ait eu de sélection en terme d'âge ou de sexe. L'étude de la représentation des différentes portions anatomiques indique, en dépit d'un déficit en éléments spongieux en raison d'un problème de conservation différentielle, que les carcasses ont été introduites complètes dans la grotte. Les différentes étapes du traitement de boucherie ont été menées (dépouillement, désarticulation, décharnement, fracturation des os longs pour l'extraction de la moelle) (Griggo 2005).



En **Périgord**, les restes de faune de plusieurs sites datés de la fin du Magdalénien ont été étudiés dans une perspective paléo-économique. Il s'agit du célèbre site de la Madeleine (Boyle 1994, 1997), de Reignac (Boyle 1997), Limeuil (Boyle 1997) ainsi que de la Grotte des Eyzies (Olsen 1987). L'exploitation des rennes par les groupes du Magdalénien supérieur de cette dernière a été étudiée à partir de blocs de brèches provenant de fouilles anciennes (Olsen 1987). Le renne est dominant à plus de 90% (NMI= 17). La représentation des éléments anatomiques (carcasses a priori complètes originellement) ainsi que certaines traces de boucherie (raclage et désarticulation) correspondraient à une activité de séchage et de stockage des denrées alimentaires (Olsen 1987). Les os longs ayant été intensément fracturés pour la moelle, il est toutefois délicat de faire la part entre un prélèvement de filets de viande pour le stockage et la nécessité de décharner les ossements avant leur fracturation. À la Madeleine, dans les niveaux du Magdalénien supérieur (fouilles Peyrony), le renne domine largement le spectre faunique (Delpech 1983, Boyle 1994). Dans le Magdalénien VI, il représente plus de 90% du NRD et un nombre minimal de 86 individus (Boyle 1994). Quel que soit le niveau archéologique considéré, le renne est prépondérant mais fréquemment accompagné du cheval. Pour le renne, la représentation des éléments anatomiques a été interprétée comme une sélection des portions les plus riches : après l'abattage des individus en masse, les hommes auraient ainsi ramené au campement seulement les parties les plus charnues (Boyle 1994). À Reignac, La Madeleine et Limeuil (Dordogne), l'abondance des éléments squelettiques en relation avec leur MGUI (Boyle 1990, 1993, 1994, 1997) témoigne en fait de courbes d'utilité inverse probablement imputables à la non prise en compte des portions diaphysaires dans l'étude des profils squelettiques (Bartram 1993, Marean et Frey 1997). Dans les niveaux du Magdalénien final de Moulin du Roc (Detrain *et al.* 1996), le renne constitue l'ongulé dominant mais il demeure peu fréquent au regard du nombre de restes de lagomorphes (Jones 2006). Malheureusement, aucune donnée n'est disponible sur le nombre minimum de rennes abattus, la structure démographique, les techniques de transport et de boucherie ainsi que la saisonnalité. Il en va de même pour le niveau 0 (Magdalénien supérieur) de la grotte XVI où le renne domine à plus de 90% (Delpech 1983, Faith Tyler 2007). Les analyses fauniques, typo-technologiques des outils en silex ou de distribution spatiale suggèrent une occupation spécialisée de courte durée par un petit groupe de nomades (Rigaud *et al.* 2000).

Dans le **bassin de l'Aude**, le niveau H de la grotte Tournal²⁰ indique, comme pour le niveau G plus ancien, une exploitation importante des rennes (80/90% du NRD) (Magniez 2010b). Le squelette axial paraît toutefois mieux représenté et les carcasses ont probablement été rapportées entières au campement. Les mêmes schémas d'acquisition de la viande ont été observés ; la fracturation des ossements pour la récupération de la moelle constitue également une activité récurrente, de même que la carbonisation des ossements localisés à proximité de foyers.

²⁰ Attribué au Magdalénien supérieur



En **Quercy**, les analyses archéozoologiques en cours des niveaux magdaléniens de Murat et Peyrazet (Lot) devraient prochainement livrer des indications sur les modalités d'acquisition et de traitement des carcasses animales, en particulier du renne qui constitue un taxon bien représenté.

À la grotte de La Vache (**Ariège**), où le bouquetin constitue l'animal le plus abondamment chassé, les données archéozoologiques détaillées sur le renne (NRD= moins de 50% ; NMI= 147) demeurent sommaires (Pailhaugue 1993, 1996, 1998, 2004). L'étude des séries dentaires indique que la majorité des individus avaient plus de deux ans tandis que l'examen des bois de chute atteste de la présence de femelles mais surtout d'individus mâles (Pailhaugue 1998). L'étude ostéométrique que nous avons menée grâce aux données inédites de N. Pailhaugue conforte cette hypothèse d'une prédominance des mâles. L'étude de la représentation des restes montre que tous les éléments anatomiques étaient présents : les animaux étaient donc ramenés entiers au campement avant d'être dépouillés et dépecés (Pailhaugue 1998).

À Dufaure (c. 4) dans les **Landes**, le renne représente 50/60% du NRD total. Toutes les classes d'âge sont représentées et les carcasses paraissent avoir été rapportées entières au campement. Les stries de boucherie identifiées renseignent la phase de décharnement. Les ossements et les phalanges ont été intensément fracturés (Altuna et Mariezkurrena 1995).

Que nous apprennent ces données sur les stratégies mises en œuvre par les groupes badegouliens et magdaléniens dans le Sud-Ouest de la France ? À l'instar des sites du Bassin parisien, des chasses collectives ont-elles été menées sur le renne ? Les carcasses ont-elles été exploitées selon des modalités particulières ? Est-il possible de mettre en évidence des variations régionales dans les adaptations des groupes badegouliens et magdaléniens ?

Si l'on reprend les critères établis pour la caractérisation de chasses collectives au renne (David et Enloe 1993, Costamagno 1999a, Kuntz et Costamagno 2011), plusieurs différences entre le nord et le sud de la France émergent. Pour ce dernier, concernant tout d'abord le sexe des rennes abattus, peu de données sont mobilisables (Tableau 6). Dans plusieurs sites, mâles et femelles sont mentionnés sans que l'on connaisse la proportion respective de chacun. Dans la majorité des cas, les courbes d'abattage présentent toutes les classes d'âge, pouvant témoigner d'une mortalité catastrophique mais aussi de chasses non sélectives au sein des troupeaux. Quelles que soient la période et la zone géographique considérées, l'étude de la représentation des éléments anatomiques montre fréquemment un transport des rennes complets. Néanmoins, à Dufaure, les études archéozoologiques indiquent des stratégies différentes selon les niveaux : dans la couche 4 (Magdalénien supérieur), les carcasses auraient été apportées complètes au campement alors que dans les niveaux 5/6 (Magdalénien moyen), elles auraient été introduites sous forme de segments (introduction des pattes complètes, tronc délaissé sur le site d'abattage) (Altuna et Mariezkurrena 1995). La question de la conservation différentielle des vestiges n'ayant pas été abordée, ces conclusions, comme celles de Boyle (1990, 1993, 1994, 1997) sont à considérer avec précaution.



Peu de gisements livrent des informations sur le traitement des carcasses de renne. La présence de stries est signalée dans tous les assemblages ; en revanche, leur fréquence est rarement documentée. La fracturation intensive des ossements, y compris les phalanges, est systématiquement mentionnée. Dans la majorité des cas, d'autres ressources (bois, peau, tendon) ont également été prélevées.

Que ce soit d'un point de vue diachronique ou synchronique, aucune différence majeure n'a été constatée ; la plupart des gisements du Sud-Ouest de la France témoigne donc d'une exploitation optimale des carcasses de renne, difficilement compatible avec l'hypothèse de chasses collectives. Il est en effet généralement documenté que lors de grands abattages, seules les portions anatomiques les plus riches en éléments nutritifs sont rapportées au campement (Costamagno 1999a, Kuntz et Costamagno 2011). Des disparités existeraient alors entre les gisements du Nord et du Sud de la France. Toutefois, les grandes chasses collectives sur le renne sont plus difficiles à caractériser dans le Sud du fait notamment de la nature des archives documentaires. En effet, contrairement aux sites de plein-air du Bassin parisien qui livrent des occupations, souvent saisonnières, évoquant une forte mobilité (Julien 1987, Enloe 1998, 2000a, Bodu *et al.* 2006), les gisements en grotte et abris du Sud de la France correspondent à des sites d'habitat dont les niveaux d'occupation représentent des palimpsestes pour lesquels il est difficile d'individualiser les différents épisodes de chasse (Costamagno 1999a, Kuntz et Costamagno 2011). La mauvaise conservation des vestiges osseux en contexte de plein-air constitue ainsi un biais majeur dans l'approche socio-économique des Magdaléniens du Sud de la France.



Site/ niveau	Zone géographique	Chrono-climato	Chrono-cult	Âge	Sexe	Transport	Eviscération	Dépouillage	Désarticulation	Décharnement	Fract. os longs	Fract. phalanges	exploitat° graisse os brûlés	références	
Lassac	Bassin de l'Aude	Pléni-glaciaire	B	Tous âges	♀ + ♂	carcasses complètes	X	X	X	X	X		X	Kuntz sous presse	
Placard	Poitou-Charente	Pléni-glaciaire	B	-	-	carcasses complètes		X	X	X	X		X	Griggo inédit	
Placard	Poitou-Charente	Pléni-glaciaire	S	-	-	carcasses complètes		X	X	X	X		X	Griggo inédit	
Pégourié c. 8 et 9	Quercy	Pléni-glaciaire	B	tous âges	-	carcasses complètes	?	?	?	?	X	?		Séronie-Vivien <i>et al.</i> 1995	
Cuzoul de Vers c. 23	Quercy	Pléni-glaciaire	B	Jeunes	♀ + ♂	complet sauf cra et pha		X	non	X	X		X	Castel 1999	
Petit Cloup Barrat c. 4	Quercy	Pléni-glaciaire	MM	tous âges	-	axial sous-représenté	illisible	illisible	illisible	illisible	XXX		X	Castel <i>et al.</i> 2006, com. Pers.	
Petit Cloup Barrat c. 8c	Quercy	Pléni-glaciaire	B	tous âges	-	axial sous-représenté		X	X	X	X		X	Castel <i>et al.</i> 2006, com. Pers.	
Peyrugues c. 5 à 9c	Quercy	Pléni-glaciaire	B	jeunes	-	carcasses complètes	?	?	?	?	?		?	Juilliard 2009	
Bize c. H	Bassin de l'Aude	Dryas ancien/ Bolling	MS	tous âges	femelles majoritaires	carcasses complètes	X	X	XXX	X	X		XXX	Magniez 2010b	
Grand Pastou	Piémont Pyrénéen	Dryas ancien/ Bolling	MM/ MS	-	♀ gravides + ?	carcasses complètes		?	?	?	XXX	XXX		Lalande 1988, Costamagno 2006	
La Vache	Pyrénées	Dryas ancien/ Bolling	MS	chasse non sel	♂ dominants	carcasses complètes	X	X	X	X	X		?	Pailhaugue 2004, Kuntz inédit	
Magdeleine La Plaine	Quercy	Dryas ancien/ Bolling	MS	tous âges	-	axial sous-représenté		X	X	X	X		X	Kuntz 2005, 2006	
Gazel ensble 7	Bassin de l'Aude	Dryas ancien	MM	tous âges	♀ & sub majoritaires + ♂	carcasses complètes		X	XX	XXX	XXX	XXX		Fontana 1998	
Canecaude c.II	Bassin de l'Aude	Dryas ancien	MM	tous âges	♀ & sub majoritaires	carcasses complètes		X	X	X	XXX	XXX		Fontana 1998	
Bize c. G	Bassin de l'Aude	Dryas ancien	MM	tous âges	femelles majoritaires	carcasses complètes	X	X	XXX	X	X		XX	Magniez 2010b	
Dufaure c. 5/6	Piémont Pyrénéen	Dryas ancien	MM	tous âges	-	tronc abandonné	?	?	?	?	XXX	?		Altuna et Mariezkurrena 1995	
Enlène	Pyrénées	Dryas ancien	MM	jeune & adulte	♀ gravides + ♂	carcasses complètes	?	?	?	?	XXX		X	Lalande 1986	
Conques c. 3	Pyrénées orientales	Dryas ancien	MM	tous âges	femelles majoritaires	carcasses complètes	X	X	X	X	XXX	?		Moigne <i>et al.</i> 1998, Moigne 2003	
Bergerie des 4 Chemins c.6/ 7	Quercy	Dryas ancien	MM	jeunes	-	carcasses incomplètes		X	X	X	peu	?		Séronie-Vivien <i>et al.</i> 1979, 1981, 1997, Kuntz inédit	
Peyrugues c. 3	Quercy	Dryas ancien	MM	tous âges	-	carcasses complètes	?	?	?	?	?		?	Juilliard 2009	
Fontalès	Quercy	Dryas ancien	MS	jeunes	mâles présents	carcasses complètes	?	?	?	?	?		?	Bouchud 1966	
Madeleine c. V et VI	Dordogne	Bølling-Allerød	MS	tous âges	-	portions pauvres		X	X	X	XXX	XXX		Delpech 1983, Boyle 1994, 1997	
Grotte des Eyzies	Dordogne	Bølling-Allerød	MS	-	-	carcasses complètes		X	X	X	XXX			Olsen 1987	
Flageolet II c. IX	Dordogne	Bølling-Allerød	MS	tous âges	♀ + ♂	carcasses complètes	X	X	X	X	XXX	XXX	X?	X	Deplano 1994
Limeuil (plein-air)	Dordogne	Bølling-Allerød	MS	-	-	portions pauvres		X	X	X				Boyle 1997	
Reignac	Dordogne	Bølling-Allerød	MS	-	-	portions pauvres		X	X	X	X			Boyle 1997	
Dufaure c. 4	Piémont Pyrénéen	Bølling-Allerød	MS	tous âges	-	carcasses complètes		X	X	X	XXX	XXX		Altuna et Mariezkurrena 1995	
Isturitz I ou FI	Piémont Pyrénéen	Bølling-Allerød	MS	jeunes	-	axial sous-représenté	X	X	X	X	XXX	XXX		Pétillon et Letourneux 2006	
Bois Ragot c.5&6	Poitou-Charente	Bølling-Allerød	MS	tous âges	♀ + ♂	carcasses complètes		X	X	X	X			Griggo 2005	
Peyrazet c. 1 à 9	Quercy	Bølling-Allerød	MF	-	-	carcasses incomplètes		X		X	X		X	Costamagno et Laroulandie 2008	

Tableau 6 : Synthèse des études archéozoologiques menées sur les restes de renne dans les gisements du Sud-Ouest de la France au cours du Badagoulien et du Magdalénien (Dryas ancien : He1, Bølling-Allerød : GIS-1 ; S : Solutréen, B : Badegoulien, MM : Magdalénien moyen, MS : Magdalénien supérieur, MF : Magdalénien final ; X : activité présente, XX : activité bien attestée, XXX : activité importante ; sexe : - signifie absence de données)



Pour les périodes historiques, l'élevage du renne est mentionné en Occident à partir du Moyen-âge. Vers le X^{ème} siècle, un voyageur Viking est le premier à décrire le renne domestique qu'il a observé chez des Finnois (Leroi-Gourhan 1936). Il est difficile de savoir si ce sont des Finnois ou des Sames (territoire Lapon) qui ont domestiqué le renne en premier (Fédry 2007). Quoi qu'il en soit, les troupeaux de rennes migrateurs auraient d'abord été suivis et chassés par les hommes. Les animaux auraient ensuite été apprivoisés afin de servir d'appât pour le gibier sauvage et, progressivement, l'homme serait parvenu à former et contrôler des troupeaux. Les animaux auraient alors pu être utilisés pour le trait, le lait, la viande, la peau (Gordon 2003 *in* Fédry 2007). À partir du XVI^{ème} siècle, de nombreux voyageurs mentionnent la domestication du renne dans leurs récits contant leurs périples en Europe du Nord et en Eurasie (Leroi-Gourhan 1936). En Sibérie occidentale, la renniculture s'est mise en place de manière certaine au XVII^{ème} siècle, lorsque les Nenetses ont colonisé l'immense étendue de toundra et de taïga, et a rapidement pris de l'ampleur au début du XVIII^{ème}. En Sibérie centrale, l'élevage du renne a débuté au XVIII^{ème} siècle, peu après l'arrivée des Dolgans dans le Taïmyr central (Syroechkovskii 1995). En Amérique du Nord, en revanche, le caribou n'a jamais été domestiqué (Geist 1998).

II.2.2.3. La question des rennes domestiques au Paléolithique

Les groupes humains paléolithiques du Sud-Ouest de la France ont-ils pu contrôler ou domestiquer le renne ? Cette question a fait l'objet de nombreux débats depuis plus d'un siècle (Piette 1873, Patte 1958, Bouchud 1959a, Sturdy 1975, Bahn 1978, 1984, 1989, 1990, White 1989). Une forme de domestication ou de contrôle a ainsi été proposée pour le Tardiglaciaire du Nord de l'Allemagne (Polhausen 1953, 1972 *in* Weinstock 2000b) et du Sud-Ouest de la France (Sturdy 1975, Bahn 1978, 1984, 1989, 1990) sur la base de plusieurs arguments.

Tout d'abord, à partir d'une représentation artistique mobilière découverte dans les couches magdaléniennes de Gourdan (Haute-Garonne), E. Piette écrit : « (...) *la gravure de la femme au renne (...) semble fournir un argument sans réplique, prouvant que l'homme savait apprivoiser le renne dès cette époque. Cette femme, retenue près de sa tente par un état de grossesse avancé (...) semble vouloir se livrer au vice de la bestialité. La gravure n'est peut-être, en réalité, que le symbole de la domestication du renne, dont l'homme aurait excité les passions sexuelles pour s'en rendre maître plus facilement* » (Piette 1873 : 288). Cette interprétation mêlant la vie sexuelle des hommes préhistoriques à la domestication des rennes, bien qu'osée, ne peut être retenue car elle relève de la sur-interprétation.

Un autre argument, somme toute plus raisonnable, propose que la présence de pathologies osseuses soit le signe d'un processus évolutif conduisant au contrôle du renne. À titre d'exemple, la découverte, à Isturitz, d'un métacarpe présentant de multiples fractures a été interprétée comme une forme de domestication ou de protection de l'animal blessé : « *the reindeer in question was, therefore, «predisposed to predation» ; its two-year survival strongly suggested some form of protection by man* » (Bahn 1978 : 189). Or comme le rappelle Binford (1981), on ne peut pas conclure que les pathologies sont systématiquement la



conséquence d'une intervention humaine. En effet, en contexte naturel, il n'est pas rare que des animaux subissent des traumatismes suite à un combat, une chute, une maladie... Dans le registre actuel, des rennes/caribous sauvages présentent des pathologies osseuses (ostéoporosis, fracture, infection...) et dentaires (« lumpy jaw »²¹) ; ces dernières pouvant d'ailleurs être une cause importante de mortalité (Miller 1974, Miller *et al.* 1975b, Leader-Williams 1988). Dans le piège tardiglaciaire de l'Igue du Gral (Lot) (Castel *et al.* 2008), dans lequel l'homme n'est pas intervenu, plusieurs ossements de renne portent des déformations pathologiques (Figure 37). Une mandibule droite d'un individu adulte montre ainsi une usure très prononcée au niveau de la M₁ par rapport aux autres dents jugales. Cette usure avancée pourrait être liée à une utilisation préférentielle de cette zone lors de la mastication, ou à une fragilité de base (infection, carie, cassure ancienne...). Il ne s'agit probablement pas de carence alimentaire car, si tel était le cas, les autres dents seraient également touchées. L'extrémité distale de la phalange 1 montre, d'après la déviation homogène et la limite nette, que l'exostose résulte d'une ancienne fracture totalement soudée. Le renne avait donc probablement le pied déjà fracturé avant sa chute dans l'aven ; car si la fracture était liée à sa chute, il aurait alors dû survivre près d'un mois (durée de consolidation de la fracture) au fond du trou sans eau ni nourriture, ce qui paraît peu probable²².

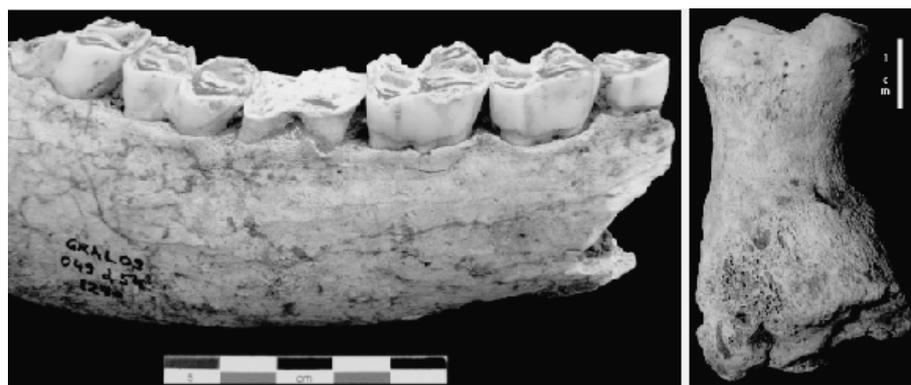


Figure 37 : Igue du Gral (Lot)- Mandibule incomplète et première phalange de renne présentant des pathologies (clichés D. Kuntz). Sur la mandibule, la M₁ est nettement plus usée que les autres dents. Sur la première phalange, c'est l'extrémité distale qui est fortement atteinte.

L'identification de bois de mâles castrés a également conduit à envisager l'hypothèse d'une sorte de semi-domestication (Patte 1958). Toutefois, après l'examen de radiographies de bois de massacre de plusieurs gisements du Sud-Ouest de la France, Bouchud parvient à la conclusion contraire : « *les Paléolithiques n'ont certainement pas castré le Renne. Les trois cas rapportés auxquels il faut joindre celui que E. Patte (1958) a signalé sont dus au hasard (...) la découverte de quatre bois de castrats parmi des milliers de pièces normales ne constitue pas un argument en faveur de la domestication du Renne* » (Bouchud 1959b : 98).

²¹ « Lumpy jaw » : maladie bactérienne qui attaque fortement la structure osseuse des mandibules au niveau des dents jugales

²² Je remercie Florian Violon, étudiant en médecine et fouilleur à l'Igue du Gral, pour ses remarques sur ces vestiges osseux pathologiques



La mise au jour de « pierres à anneaux » et la possibilité de parquer facilement de jeunes bêtes dans un enclos constitueraient des arguments supplémentaires en faveur de la domestication du renne (Lacorre 1956, Patte 1958). Or, d'après Bouchud (1959a), le nombre de jeunes individus présents dans les assemblages osseux ne peut être reconnu comme le témoignage d'un contrôle des individus les plus vulnérables. Il conclut toutefois en nuancant : « *Ont-ils tenté d'appivoiser le Renne ? Très certainement, sans doute ont-ils essayé (...) de retenir captives quelques bêtes dans le but de les utiliser comme appeau pour la chasse. Ce serait là un début de domestication, mais il n'est pas possible de l'établir d'une façon positive en se basant sur l'étude des bois et des dents* » (Bouchud 1959b : 100).

Des particularités morphologiques pourraient également témoigner d'un processus de domestication : une population sous contrôle humain devrait montrer, tout du moins au début, une taille corporelle plus petite que celle des troupeaux sauvages (Chaix et Méniel 1996). Mais une petite taille peut également être considérée non pas comme une preuve de domestication mais comme une adaptation des animaux à des changements environnementaux. Des modifications dans les caractéristiques métaboliques peuvent ainsi se produire sur des animaux sauvages dont la liberté de mouvement est aussi restreinte que chez des espèces domestiquées (Weinstock 2000b). À partir d'une étude ostéométrique visant à caractériser les fluctuations de la taille corporelle des rennes, Weinstock (2000b) conclut que ces dernières sont incompatibles avec l'hypothèse d'un contrôle humain des troupeaux au cours du Tardiglaciaire en Europe occidentale : si le renne avait été domestiqué, sa taille corporelle serait demeurée plus stable. Tous ces arguments, y compris l'absence de preuves formelles dans le registre des représentations artistiques et des pathologies osseuses, ne permettraient donc pas, pour l'heure, d'envisager une forme de domestication du renne au Paléolithique.

De récents travaux indiqueraient toutefois une possible domestication des loups par les groupes humains de la fin du Paléolithique supérieur (Vigne 2005, Boudadi-Maligne, com. pers.). Le loup étant un animal bien moins social que le renne, une forme de pré-domestication de ce dernier paraîtrait tout à fait envisageable. La proximité de l'homme et du renne durant plusieurs millénaires ainsi que la nature sociale et grégaire de ce dernier constituent également des atouts pour la mise en place d'une pré-domestication. Le passage de la chasse (prédation) au pastoralisme (protection des troupeaux par l'homme) se produit généralement lors d'instabilités écologiques et de diminutions démographiques des troupeaux sauvages (Ingold 1980). Pour les recherches futures, une attention toute particulière devra être portée sur les éventuelles formes de domestication des rennes par les derniers chasseurs-cueilleurs du Tardiglaciaire.



II.3. Ecologie et éthologie

II.3.1. Adaptation et disparition du renne

Au cours du Paléolithique moyen et supérieur, ou dès l'Holocène dans les zones septentrionales, on retrouve du renne dans toute l'Eurasie, de l'Espagne à la Sibérie (Kahlke 1994), en particulier lors des périodes climatiques glaciaires particulièrement propices à son expansion.

Le renne peut en effet supporter des températures moyennes de -70°C à -10°C en janvier, et des températures comprises entre 0°C et 17°C en juillet (Hokr 1951 *in* Delpech 1983). Pour s'adapter aux conditions climatiques extrêmes de l'arctique et du subarctique, il a développé diverses caractéristiques morphologiques comme un pelage d'hiver long et dense, des oreilles courtes, larges et très poilues, un muflé velu et court. Les membres massifs sont adaptés à la vie dans la neige ; c'est une des caractéristiques principales de l'adaptation de l'espèce aux conditions nordiques. Les sabots, particulièrement ceux des membres antérieurs, sont grands, larges, plats et fortement incurvés. Toutes les phalanges sont mobiles, ce qui facilite grandement le contact avec la surface du sol. Les articulations des membres sont très mobiles : le renne peut notamment se gratter l'oreille avec le sabot d'un membre postérieur. Une telle structure des membres lui permet de se déplacer facilement sur des terrains mous, sur la neige ou la glace, ou sur des éboulis glacés (Kelsall 1968, Banfield 1977, COSEPAC 2004, Engel-Martin 2008). La marche du renne adulte produit un son de claquement sec pouvant être entendu à 100 m. On a longtemps pensé que c'était le claquement des sabots l'un sur l'autre qui produisait ce son caractéristique mais il intervient en fait quand l'animal soulève le membre du sol et que le tendon hautement tendu effleure les sésamoïdes (Syroechkovskii 1995). Comme le suggérait A. Leroi-Gourhan : « *si on considère chaque détail du renne, on s'aperçoit qu'il correspond au maximum d'adaptation à la nature arctique. Il doit nager, marcher sur la vase, sur la neige molle, parcourir la glace : ses pieds énormes sont des rames, des pelles, des raquettes à neige (...). Il doit couvrir la plus grande surface possible, posséder le maximum de stabilité, aussi son corps est-il bas et long sur des pattes écartée* » (Leroi-Gourhan 1936 : 13). Son pelage est d'une exceptionnelle texture. Les poils, qui atteignent 7 cm de long, forment une couche serrée de 4 cm d'épaisseur. Ils sont creux, ce qui non seulement assure une excellente isolation, mais sert également de bouée à l'animal (Tyler et Blix 1990) qui est un excellent nageur. Cette caractéristique devait se retrouver chez les rennes paléolithiques comme en témoignent certaines représentations, notamment une gravure sur bois de renne de Laugerie-Basse sur laquelle l'animal affiche l'attitude typique de la nage, avec les bois rejetés en arrière, de même qu'un bois de renne gravé provenant du gisement de La Madeleine (Soubeyran 1993).

Dans le Sud-Ouest de la France, *Rangifer tarandus* est ainsi omniprésent au cours des épisodes les plus froids en raison de conditions environnementales propices à son expansion (Leroi-Gourhan 1936, Delpech 1983).



Le réchauffement climatique global, caractérisant la transition entre le Tardiglaciaire et le Postglaciaire, a eu d'importantes répercussions sur la répartition géographique du renne, entraînant sa disparition progressive sur un grand nombre de territoires. À l'échelle européenne, selon la latitude, les conditions climatiques et environnementales, cet événement ne s'est pas déroulé en simultané. Ainsi, dans le nord de l'Europe, où le renne est un taxon omniprésent dans les assemblages tardiglaciaires (Degerbøl et Krog 1959, Bratlund 1996), les datations radiocarbone indiquent, pour le Danemark, la Suède et le Nord de l'Allemagne, sa disparition au cours de l'Holocène, vers 8000 BP (9000 cal. BP) (Aaris-Sørensen *et al.* 2007). Le retrait plus tardif des glaciers et la persistance de pâturages favorables a vraisemblablement contribué à son maintien tardif dans cette zone.

Qu'en est-il pour le territoire français ? Dès la fin du XIX^{ème} siècle, les paléontologues prennent conscience qu'après le retrait des glaciers, l'augmentation des températures estivales a poussé le renne et le bœuf musqué à migrer latitudinalement (Lartet et Christy 1875 : 151). Que nous apprennent les travaux récents sur la question de la disparition du renne ? À quelle période cet événement majeur s'est-il produit ? Peut-on mettre en évidence l'existence de zones refuges dans certains secteurs ?

Dans le Sud-Ouest de la France, les travaux de Delpech (1978, 1983, 1988) ont permis de renseigner la disparition du renne (*Rangifer tarandus*) et le remplacement progressif par le cerf (*Cervus elaphus*) autour de 12 000 BP (14 000 cal. BP). En effet, l'amélioration climatique de l'Allerød a entraîné une recomposition des spectres de faune avec le groupe forestier (cerf, chevreuil, sanglier) qui devient prépondérant au détriment du renne et des autres espèces arctiques et steppiques (Delpech 1983, Costamagno *et al.* 2008). Dans certains gisements des Pyrénées occidentales, la présence d'ossements de renne dans des niveaux récents (couches 3 de Duruthy et de Dufaure) a conduit Delpech (1983) à proposer l'hypothèse d'une zone-refuge dans les Landes, en raison notamment de la proximité des massifs montagneux. Cette hypothèse d'une survivance du renne était alors confortée par sa présence dans la couche 1 de Sainte-Eulalie (Lot) datée autour de 10 000 - 11 000 BP (11 500 - 13 000 cal. BP), dans les niveaux du Magdalénien supérieur/final de Bourrouilla (c. B1 et A, Pyrénées Atlantiques) et dans le niveau épipaléolithique de Gazel (bassin de l'Aude) (Tableau 7). La datation obtenue anciennement sur un lot d'ossements de renne de la grotte Bernard en Ariège (9 150 ± 1000 BP : 13 300 - 8200 cal. BP) a quant à elle été remise en cause par l'analyse AMS effectuée récemment dans le cadre du PCR « Accumulations accidentelles de faunes en contexte karstique » (coord. M.-P. Coumont) qui atteste d'un âge antérieur au stade isotopique 2 (Tableau 7). Depuis quelques années, de nouvelles datations AMS remettent en cause l'hypothèse d'une perduration du renne après le Bølling. La date directe sur ossement de renne de la couche 3 de Duruthy (Costamagno *et al.* 2009) ainsi que l'outillage lithique (Dachary 2002) témoigneraient d'un dépôt au cours de l'He1. Dans la couche 3 azilienne de Dufaure, la date correspond à la phase du GIS-1 et indiquerait la présence d'ossements de renne intrusifs dans les dépôts aziliens (Costamagno *et al.* 2009).



Ces nouvelles dates iraient donc plutôt dans le sens d'une disparition de ce taxon dans les Landes avant l'Allerød. Afin de s'en assurer, il conviendrait de réaliser d'autres datations radiométriques, par exemple sur des ossements identifiés dans les dépôts aziliens de Duruthy (c. 2) ainsi qu'au sein de la couche 1 de Sainte-Eulalie. Dans la Péninsule ibérique, des restes de rennes découverts dans des assemblages aziliens attribués au Dryas récent (La Riera, Santa Catalina²³) permettent toutefois de proposer une disparition tardive de ce taxon de la zone cantabrique, postérieurement aux autres espèces de la steppe à mammoth (Álvarez-Lao et Garcia 2010, 2011).

Gisement	Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	Chrono-clim.	Techno-complexe	Références
Dufaure	3 moyen	os	14 C	Ly 4222	9600± 290	11 970 10 225	Dryas récent	Azilien	Straus 1995
Dufaure	3 moyen	os	14 C	AA 2477	9750± 110	11 595 10 730	Dryas récent	Azilien	Straus 1995
Dufaure	3 moyen	os	14 C	AA 2478	9810± 100	11 620 10 790	Dryas récent	Azilien	Straus 1995
Dufaure	3 moyen- inf	os	14 C	Ly 4223	10 310± 270	12 660 11 240	Dryas récent	Azilien	Straus 1995
Dufaure	3	os de renne	AMS	Poz 15984	12 260± 60	14 440 13 900	Bølling	Azilien	Costamagno et al. 2009
Dufaure	4	os	14 C	Ly 3181	11 750± 300	14 600 12 950	Allerød	Magda final	Straus 1995
Dufaure	4	os	14 C	Ly 3245	12 030± 280	14 990 13 355	Allerød	Magda final	Straus 1995
Dufaure	4 base	os	14 C	Ly 3182	12 260± 400	16 050 13 320	Bølling- Allerød	Magda final	Straus 1995
Dufaure	4 sommet	os	14 C	Ly 2666	10 910± 220	13 290 12 400	Allerød	Magda final	Straus 1995
Duruthy	3	os de renne	AMS	Poz 15983	12 930± 60	16 140 15 050	Dryas ancien	Magda sup	Costamagno et al. 2009
Duruthy	3 sommet	os	C14	Ly 858	11 150± 220	13 420 12 620	Allerød	Magda sup/ final	Arambourou et al. 1978
Duruthy	4 base	os	C14	Ly 860	13 840± 210	17 550 16 500	Préboëlling	Magda moyen	Arambourou et al. 1978
Duruthy	4 sommet	os	C14	Ly 859	13 510± 220	17 080 15 480	Bølling	Magda sup/ final	Arambourou et al. 1978
Gazel	6	charbon	C14	Gif2654	10 760± 190	13 100 12 140	Dryas récent	Epipaléolithique	Sacchi 1986
Morin	B1	fémur de renne	AMS	OxA- 19699	13 065± 60	16 410 15 195	début Bølling	Magda. sup	Szmidt et al. 2009
Morin	A 1-2	os de renne	AMS	Poz- 36172	12 280± 60	14 870 13 930	Bølling	Magda. sup	Costamagno inédit
Morin	A IV	os de renne	AMS	Poz- 36173	12 290± 60	14 880 13 940	Bølling	Magda. sup	Costamagno inédit
Morin	A III	os de renne	AMS	Poz- 36 174	12 430± 60	14 990 14 130	Bølling	Magda. sup	Costamagno inédit
Murat	IV	métatarse de renne	AMS	Poz- 27953	12 550± 90	15 140 14 210	Bølling	Magda sup/ final	Costamagno inédit
Murat	V	tibia de renne	AMS	Poz- 27959	12 510± 80	15 090 14 190	Bølling	Magda sup/ final	Costamagno inédit
Murat	VI	tibia de renne	AMS	Poz- 27955	12 550± 80	15 130 14 220	Bølling	Magda sup/ final	Costamagno inédit
Murat	VI	humérus de renne	AMS	Poz- 27960	12 880± 90	16 140 14 960	Bølling	Magda sup/ final	Costamagno inédit
Murat	Vn	métatarse de renne	AMS	Poz- 27954	12 680± 80	15 530 14 550	Bølling	Magda sup/ final	Costamagno inédit
Sainte-Eulalie	I	os	C14	Gif2193	10 400± 300	12 840 11 250	Bølling- Allerød	Magda sup	Delibrias et al. 1976
Sainte-Eulalie	I	os	C14	Gif 1697	10 830± 200	13 200 12 220	Bølling- Allerød	Magda sup	Delibrias et al. 1976
Sainte-Eulalie	III+C	os	C14	Gif 2194	15 200± 300	19 190 17 650	Dryas ancien	Magda moyen	Delibrias et al. 1976
Sainte-Eulalie	III+C	os	C14	Gif 1745	15 100± 270	18 830 17 700	Dryas ancien	Magda moyen	Delibrias et al. 1976
Bernard		lot os de renne	C14	Gif 395	9150± 1000	13 260 8200	Dryas récent	Piège naturel	Bouchud 1959
Bernard		métatarse de renne	AMS	Ly6443	31 940± 620	- -	MIS3	Piège naturel	Coumont et collab. Inédit
Bourrouilla	US 2007	humérus de renne	AMS	OxA- 19698	12 610± 55	15 210 14 260	Bølling	Magda sup	Szmidt et al. 2009

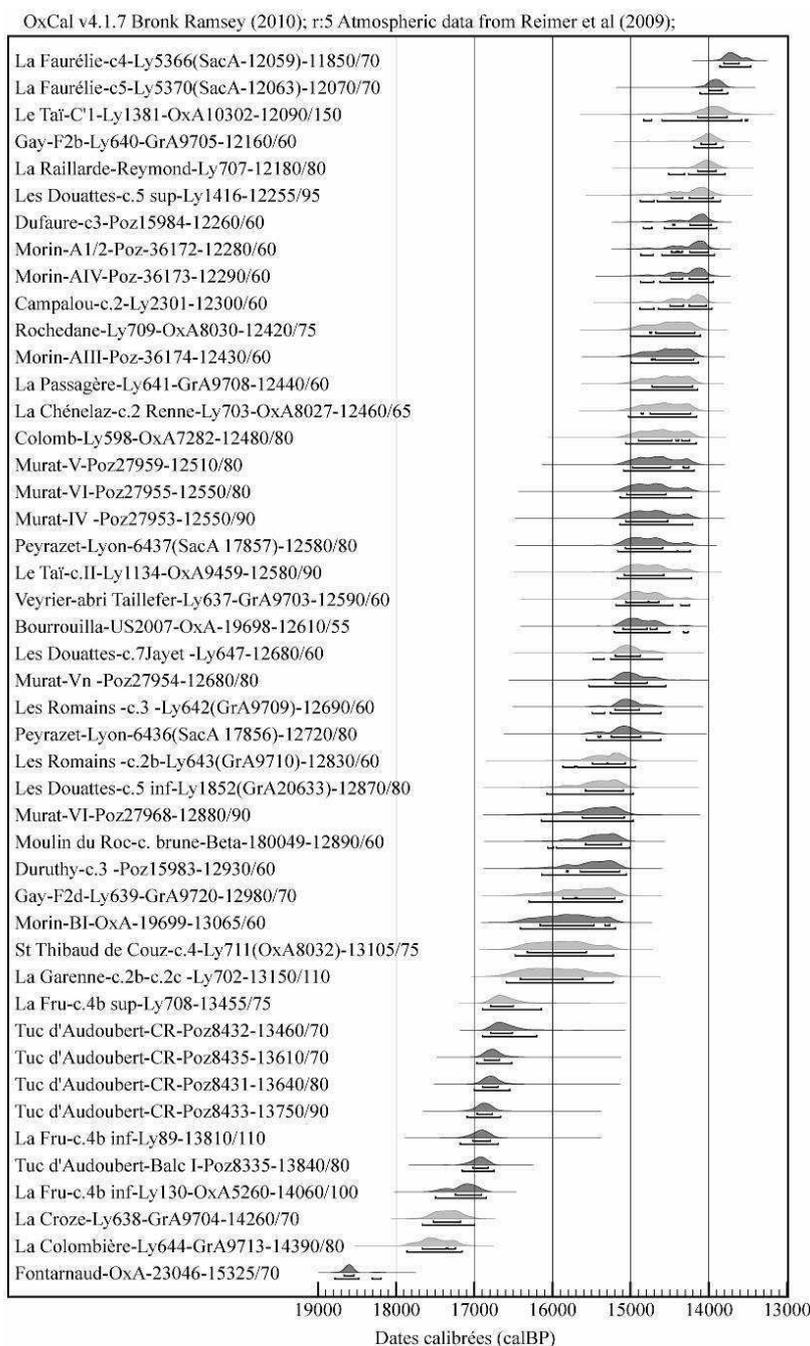
Tableau 7 : Datation des gisements du Sud-Ouest de la France renfermant du Renne à la fin du Magdalénien

Pour l'heure, dans le Sud-Ouest de la France, des dates récentes effectuées directement sur des ossements de renne provenant des gisements du Morin (Gironde), de Bourrouilla (Pyrénées Atlantiques), de Murat (Lot) et de Peyrazet (Langlais *et al.* soumis) ne permettent pas de documenter sa présence au-delà de 12 000 BP (14 000 cal. BP) (Figure 38), exception faite du site de la Faurélie (Dordogne) mais le laboratoire considère cette dernière date comme non fiable (Laroulandie, inédit). Ces nouvelles analyses sont globalement en accord avec les séries de datations menées sur des échantillons provenant des Alpes françaises et du Jura méridional qui indiquent elles aussi que le renne disparaîtrait autour de 12 000 BP (14 000 cal. BP), dans des gisements attribués au Magdalénien supérieur final (Bridault et Chaix 2009, Oberlin et Pion 2009).

²³ La Riera (Asturies)- 10 800 BP ou 12 500 cal. BP

Santa Catalina (Vizcaya)- de 12 400 à 9100 BP ou 14 400- 10 300 cal. BP



Figure 38 : Datations du renne en France (Langlais *et al.* soumis-b)

II.3.2. Habitat et alimentation

La question de l'appartenance du renne fossile à l'écotype forestier ou aux formes de toundra a été largement débattue par les préhistoriens. « Pour Gervais (1867), le renne du Nord de la France est un animal de forêt ; (...) Lartet et Gaudry voient dans le renne des Pyrénées un animal de toundra. M. Boule (1906) (...) partage cette opinion, mais l'étude des perches et des andouillers des rennes de Grimaldi le conduit à admettre l'existence de deux types de rennes en France » (Bouchud 1959a : 9). Longtemps, l'idée d'une distinction de ces deux formes sur la base de la morphologie des bois de renne a été avancée. C'est ainsi qu'à partir de l'observation d'œuvres pariétales, d'appendices frontaux et par analogie avec les



populations actuelles (Jacobi 1931, Banfield 1961), la coexistence des deux formes a été proposée (Bouchud 1959a). L'attribution spécifique sur la base de la forme des bois a toutefois été remise en cause, notamment au Danemark (Villestoft) où un individu portait de grands bois à palmure très développée alors qu'il vivait dans la toundra (Degerbøl et Krog 1959). D'une manière générale, il est admis que les bois de renne ont peu de valeur taxonomique (Bubenik 1975) car il existe une grande variabilité de formes, indépendantes des types d'habitat fréquentés. Il est par conséquent difficile, voire impossible, de déduire l'habitat du renne fossile sur la base des ramures (Delpech 1983). Pour Delpech, le renne de toundra était le seul représentant dans le Sud-Ouest de la France au cours du Paléolithique.

La biogéochimie isotopique est une méthode qui permet de détecter les mœurs alimentaires des espèces fossiles ainsi que le type d'habitat qu'elles ont fréquenté (Genoni *et al.* 1998, Drucker *et al.* 2000, Drucker *et al.* 2003, Drucker 2005, Sponheimer *et al.* 2003, Richards *et al.* 2005, Coltrain 2009). Les reconstructions sont effectuées à partir des variations de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ contenus dans le collagène des ossements des animaux. Les concentrations isotopiques dans les tissus des herbivores dépendent de celles des plantes consommées qui présentent des contrastes isotopiques significatifs selon leur environnement local. Les teneurs en $\delta^{13}\text{C}$ du collagène des herbivores permettent de distinguer les milieux (terrestre ou aquatique, tropical ou tempéré) et le type de plantes consommées (Figure 39).

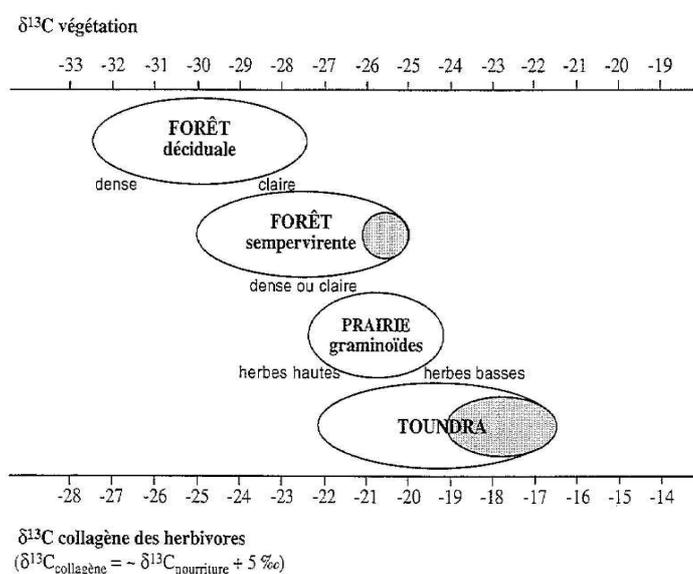


Figure 39 : Synthèse des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ des plantes et de leurs consommateurs en fonction des écosystèmes de milieu arctique et tempéré. Les parties en gris foncé correspondent aux lichens (Drucker 2001)

Les teneurs en $\delta^{15}\text{N}$ peuvent refléter les conditions climatiques, telles que l'aridité et la température, dans lesquelles les plantes consommées se sont développées (Drucker *et al.* 2000, Drucker *et al.* 2001, Drucker *et al.* 2003, Drucker *et al.* 2005, Drucker 2005, 2007, Bocherens et Drucker 2003). Des valeurs basses sont observées dans des régions froides et/ou humides et des valeurs fortes dans des zones froides et/ou arides. Les signatures isotopiques



du collagène paraissent très distinctes entre le renne et le cheval tout au long du Paléolithique supérieur : les rennes consommaient intensément du lichen, alors que les chevaux se nourrissaient d'herbacées et de graminées dans les prairies (Drucker *et al.* 2000, Drucker *et al.* 2001). Cela implique qu'il n'existait pas de compétition alimentaire inter-spécifique entre ces deux taxons. Des études isotopiques ont été entreprises sur des populations de rennes actuels (Drucker *et al.* 2001, Drucker *et al.* 2008). Des valeurs élevées de $\delta^{13}\text{C}$ traduisent des environnements de toundra ainsi que la consommation de lichens (Drucker 2005). La fréquentation du milieu forestier tout au long de l'année s'exprime par des teneurs en ^{13}C plus basses. Les caribous du continent nord-américain, consommateurs de lichens, présentent ainsi des valeurs $\delta^{13}\text{C}$ plus élevées que les caribous du Groenland qui n'en consomment pas (Drucker 2007).

Drucker (2005) a tenté, à partir du $\delta^{13}\text{C}$, de caractériser le type de milieu fréquenté par les rennes à la fin du Paléolithique supérieur (forestier/toundra). La comparaison avec les modèles actuels (populations du Canada) permettrait de proposer l'existence de rennes de toundra au cours du dernier Pléniglaciaire et de l'He1 dans le Sud-Ouest de la France, comme cela a été proposé à partir des spectres fauniques (Delpech 1983). Les derniers rennes du GIS-1 présenteraient quant à eux des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ comparables à celles des caribous forestiers actuels (Drucker 2005). Une diminution de la disponibilité de lichen due aux conditions plus douces aurait affectée la signature isotopique en carbone des populations de rennes survivant dans la région (Drucker *et al.* 2003). Les valeurs basses de $\delta^{13}\text{C}$ enregistrées pour les rennes des niveaux du Magdalénien supérieur/final du Pont d'Ambon (Dordogne) pourraient être, en comparaison avec des assemblages périgourdiens plus anciens (Magdalénien inférieur et moyen), le signe d'une modification environnementale (Drucker et Célérier 2001). Des changements de biotopes se seraient donc produits entre la fin de l'He1 et le GIS-1. La diminution des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ (associée à une baisse de la consommation de lichen) chez les derniers rennes sauvages du Sud-Ouest de la France pourrait être en lien avec un changement important de l'alimentation suite à une survivance locale de l'espèce dans un contexte de réchauffement climatique (défavorable au développement des lichens).

En dépit des résultats obtenus par la biogéochimie isotopique, le type d'habitat fréquenté par les troupeaux du Sud-Ouest de la France est encore assez mal connu, notamment en raison de la faiblesse des échantillons fossiles analysés²⁴. Par analogie avec ce que l'on connaît des rennes actuels, plusieurs biotopes (toundra, taïga et montagne) ont pu être fréquentés mais ont dû varier selon les conditions topographiques, climatiques et environnementales locales. Les mœurs alimentaires des rennes dépendaient de ces facteurs, mais aussi de l'ampleur des migrations et des variations végétales saisonnières. Une consommation exclusive de lichens antérieurement au GIS-1 est proposée (Drucker *et al.* 2003) mais il est tout à fait envisageable que les rennes aient également été, tout du moins à certaines périodes et dans certaines zones, des consommateurs de végétaux mixtes (Rivals et Solounias 2007).

²⁴ Les analyses effectuées sur du collagène de renne concernent seulement cinq gisements (un dans la Vienne, et quatre en Dordogne).



II.3.3. Comportement migratoire du renne paléolithique

La connaissance du comportement migratoire du renne est un élément fondamental pour mieux comprendre son cycle saisonnier annuel, l'ampleur de ses mouvements, ainsi que les stratégies de subsistance adoptées par les groupes humains paléolithiques. La question du déplacement des rennes a intéressé très tôt des préhistoriens français et anglo-saxons qui se sont interrogés sur le degré de nomadisme des hardes animales (Saint-Périer 1920b, Cheynier *et al.* 1952, Bouchud 1953, Bouchud *et al.* 1953, Bouchud 1954b, a, Lacorre 1956, Spiess 1979, Gordon 1988a, b, Le Gall 2005, etc.).

II.3.3.1. Méthodes d'étude

Plusieurs méthodes ont été développées depuis les années 1950 afin de déterminer la saisonnalité de prédation ainsi que l'ampleur des migrations des rennes paléolithiques. La période de naissance étant relativement bien connue dans le registre actuel (généralement en mai-juin), il est souvent possible de proposer des saisons d'occupation à partir des vestiges de jeunes individus découverts dans un assemblage.

Les restes de fœtus, en particulier, peuvent donner une bonne indication de l'âge du fœtus et de la saison de mort de la femelle gravide. Sachant que le renne se reproduit et met bas à des saisons précises, la longueur des os longs permet d'apporter des indications précises relatives à l'âge du fœtus depuis sa conception et sont par conséquent de bons indicateurs de saisonnalité (Kelsall 1957, Spiess 1979, Roine *et al.* 1982). Les données métriques sur les populations actuelles demeurent malheureusement encore éparses car les études biologiques se concentrent davantage sur des mesures utiles à la compréhension des conditions physiques des troupeaux (exemple : Vahtiala *et al.* 2004). Toutefois, grâce aux données fournies par Spiess (1979), la mesure de la longueur de la diaphyse des os longs permet d'indiquer le mois de mort de la femelle gestante ainsi que celui du fœtus (la période de reproduction ayant lieu en octobre). Le taux de croissance étant relativement constant entre la longueur totale du membre postérieur et la longueur des diaphyses des os longs antérieurs et postérieurs, une simple régression permet d'obtenir l'âge du fœtus depuis sa conception, quel que soit l'os long mesuré. Spiess (1979) a ainsi proposé une formule simple à partir de laquelle l'âge du fœtus depuis sa conception (ASC²⁵) peut être estimé :

$$\hat{\text{Age (en jours)}} = \frac{1}{2} \times \text{longueur (en mm)} + 70$$

L'application de cette méthode sur les restes fossiles demeure encore peu répandue (exception : Magniez 2010b) or si les diaphyses d'os longs étaient systématiquement mesurées, les schémas de migration des femelles pourraient être reconstruits avec une meilleure résolution (Napierala 2009).

²⁵ ASC : Age Since Conception



Les restes dentaires constituent les éléments les plus fréquemment utilisés pour caractériser l'âge d'un individu au moment de sa mort. Les dents de renne sont de type brachyodonte, elles possèdent ainsi une couronne basse. Les changements de la dentition (remplacement des dents déciduales et usure) reflètent l'âge de l'animal (Figure 40), dont la durée de vie devait se situer autour de 15 ans (Bouchud 1959a). Bouchud a ainsi tenté de déterminer l'âge et la saison de mort à partir de l'état d'éruption et d'usure dentaire. Se fondant sur l'observation de nombreuses mandibules de rennes d'élevage scandinaves actuels ainsi que sur les travaux de Banfield (1961) sur les caribous nord-américains, il a établi des catégories d'âge (de 3 semaines à 48 mois) qui lui ont permis d'estimer, au mois près, l'âge des rennes paléolithiques ainsi que la saison de mort des individus les plus jeunes. Selon lui, la M₁ sort au troisième mois, la M₂ au treizième et la M₃ au vingt-quatrième mois, l'abrasion de la troisième cuspide de la M₃ commençant la troisième année. Les prémolaires percent simultanément vers 27 mois et deviennent fonctionnelles en même temps que la M₃ vers 30 mois. Reprenant de précédents travaux (Skuncke 1952), il précise toutefois qu'il est possible de déterminer l'âge de la mandibule d'un animal jusqu'à 5 ans avec quelque certitude ; pour les plus âgés, il faut compter avec une marge de deux à trois ans (Bouchud 1959a, 1966). Concernant l'utilisation des dents isolées, abondantes dans les gisements paléolithiques, il considère que seules les dents inférieures sont utilisables en raison de l'irrégularité de l'usure des dents supérieures. Partant de cette méthodologie, il a étudié un grand nombre de gisements paléolithiques du Sud-Ouest de la France datés du Paléolithique moyen et supérieur. Les gisements magdaléniens concernés sont : Laugerie-Haute, Crabillat, La Madeleine et Limeuil en Dordogne, ainsi que Fontalès dans le Tarn-et-Garonne.

À partir de l'analyse des vestiges de rennes du site aurignacien de La Quina, d'autres auteurs ont pareillement soulevé la question de l'éruption et de l'usure dentaire en observant et en radiographiant des restes dentaires de rennes actuels et fossiles (Guillien et Salmon 1968, Guillien et Henri-Martin 1974). Selon eux également, les dents peuvent être rapportées à tels ou tels mois de l'année, et ce jusqu'à la percée de la troisième molaire aux environs de 18 mois (pour Bouchud, la troisième molaire ferait son apparition à 24 mois).

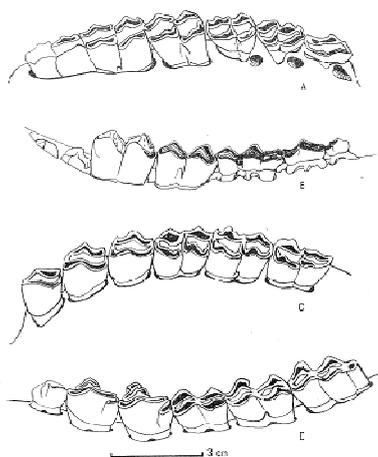


Figure 40 : Dentition du renne (d'après Bouchud *in* Lavocat 1966) A : maxillaire portant des dents de lait fortement usées, B : mandibule portant des dents de lait moins usées, C : maxillaire avec prémolaires définitives peu usées, D : mandibule avec des prémolaires peu usées.



D'autres recherches ont toutefois montré que cette méthode ne tient pas suffisamment compte de la variabilité individuelle et que la prise en compte de classes d'âge plutôt que d'âges précis s'avère plus pertinente (Miller 1974, Spiess 1976, 1979, Fontana 2000a, Kuntz 2005, Soulier 2008). Le référentiel de Miller (1974) sur les caribous Kaminuriak des territoires du Nord-Ouest canadien livre des données exhaustives sur l'éruption et l'usure dentaire, en détaillant les mandibules de près de 1000 individus (de toutes classes d'âge et des deux sexes). Dans le tableau 8 sont présentées les séquences d'éruption dentaire de cette population ainsi que celles d'autres caribous du Grand Nord. Les intervalles de temps selon les divers auteurs ne sont pas surprenants puisqu'il existe une variabilité dans l'éruption et l'usure dentaire selon les individus en fonction de l'âge, de l'alimentation, etc. La dentition lactéale (incisives et prémolaires) est présente généralement à la naissance ou dès les premiers mois de la vie de l'animal. La première molaire apparaît assez tôt (entre 3 et 5 mois), la deuxième sort vers l'âge de 1 an et la troisième entre 2 et 3 ans. Les prémolaires percent dans un intervalle de temps relativement restreint, au cours de la seconde année. Les incisives et les canines apparaissent globalement au cours de la première année. Sur la base de ces observations, Miller (1974) a proposé la répartition des mandibules en six classes d'âge : de 0-1 an, 1-2 ans, 3 ans, 4-5 ans, 6-9 ans et 10+. Nous n'avons utilisé que cinq classes d'âge (0-1 an, 1-3 ans, 3-6 ans, 6-10 ans, > 10 ans) car il est parfois difficile de distinguer les dents appartenant à des individus âgés de 1 à 2 ans de celles appartenant à des individus âgés de 2 à 3 ans (Fontana 2000a, Kuntz 2005).

Dent permanente	Kaminuriak caribou (Miller, 1974) Début Fin	Nfld. Caribou (Bergerud, 1970)	Alaskan caribou (Skoog, 1958) Début Fin	Canadian caribou (Banfield, 1954)	Lapland reindeer (Bromée-Skuncke, 1952)
I1	9-13	-	10-11	10	12
I2	11-15	-	10-12	10	12-14* ²
I3	11-15	-	11-12	10	12-14*
C1	11-16	-	11-12	11-15	12-14*
P2	21-28	24-27½	21-24	18	30
P3	21-28	24-27½	21-24	18	30
P4	21-28	24-27½	21-24	18	28
M1	3-5	3	3-4	3	4
M2	10-15	13	5-13	10	15
M3	15-28	25-27½	15-25	17	28
Dentition complète	24-29 mois	27½	22-25	18	30

Tableau 8 : Eruption des dents permanentes de plusieurs populations de caribous (Miller 1974)

Les bois, portés par les mâles et les femelles, peuvent également livrer des indications de saisonnalité car leur chute et leur repousse interviennent à une période précise de l'année (chez les individus adultes : après la mise-bas chez les femelles, après le rut chez les mâles). Le cycle saisonnier annuel de chaque genre étant bien distinct, il convient, avant d'attribuer une saison de mort, d'identifier si les bois étudiés correspondent à des individus mâles ou femelles. Plusieurs critères ont été retenus pour y parvenir (Bouchud 1966, Averbouh 2000). Au niveau des bois de massacre, le sexe des individus est évalué d'après la position de la suture fronto-pariétale, la concavité ou la convexité du médaillon ou la hauteur du col du pédicule (Figure 41). Un sillon porté par le pédicule, au-dessous et au contact de la meule est le signe d'une mue prochaine chez une femelle (début avril à fin mai). Si le sillon est distant



de la meule de quelques millimètres, il s'agit d'un mâle, dont la mue aura lieu entre novembre et janvier selon l'âge (Bouchud 1959a). Lorsque la détermination s'avérait délicate, Bouchud étudia, sur des bois modernes bien datés et sur des bois de massacre fossiles, le degré de compaction du pédicule en réalisant des radiographies aux rayons X : «*ce sont les changements survenus dans le tracé de l'alimentation sanguine du pédicule et de la base de la perche qui permettent de dater les bois de massacre en fonction des mois*» (Bouchud 1959a : 94).

Bien qu'il précise qu'une détermination préalable des appendices frontaux (chute ou massacre) et du sexe des ramures soit indispensable, ses observations ont été critiquées en raison de la variabilité inter-individuelle au niveau de la fréquence de compaction et de la période de chute, conduisant ainsi à une imprécision des analyses (Lacorre 1953, 1956, Spiess 1979, Burke 1995). De même, les critères de distinction mâle/femelle retenus par Bouchud sont loin d'être universellement reconnus chez les populations de renne (Averbouh 2000). L'étude de bois de rennes provenant de Sibérie a conduit Averbouh (2000) à établir d'autres traits distinctifs : la morphologie générale des bois (les bois de mâles sont davantage ramifiés), la section de la perche (la perche A est généralement ovale ou biconvexe chez les mâles et plutôt circulaire chez les femelles), ainsi que le rapport compact/spongieux (l'épaisseur du tissu compact de la perche est plus importante chez les mâles). Concrètement, mieux vaut combiner plusieurs critères avant d'émettre une hypothèse sur l'attribution sexuelle d'un bois de renne (Pétillon, com. pers.).

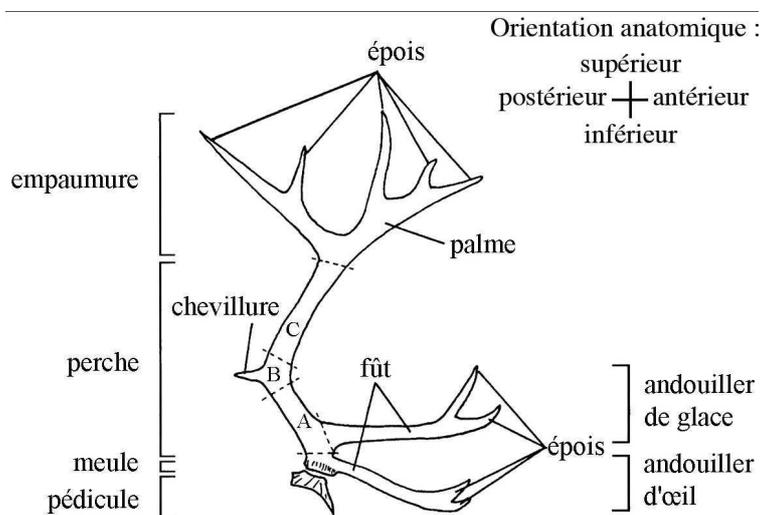


Figure 41 : Terminologie des bois de renne (Averbouh 2000 in Pétillon 2006)

Le recours aux événements physiologiques connaît des limites propres à chaque méthode et livre par ailleurs principalement des informations sur les jeunes individus. Par exemple, l'étude des séquences de remplacement des dents n'est utilisable que sur les individus qui n'ont pas encore leur denture définitive. Les adultes sont ainsi exclus. La détermination de la saisonnalité par l'étude des bois est également problématique, en raison de la difficulté d'une part à distinguer le sexe des jeunes et des adultes (Averbouh 2000, Pétillon 2006), et d'autre



part d'identifier si les bois de chute ont été collectés dans d'autres secteurs et au cours d'une autre saison que l'assemblage étudié (Burke 1995).

À l'inverse, les analyses cémento-chronologiques offrent la possibilité d'obtenir des déterminations saisonnières absolues, à partir du ciment dentaire d'une seule dent, tout en ignorant l'âge et le sexe de l'échantillon analysé (Spiess 1979, Martin 1994, Burke 1995, Rendu 2007). Cette méthode, développée dès les années 1960 sur plusieurs cervidés (élan canadien, cerf rouge, wapiti, cerf élaphe, etc.), repose sur le décompte de marques de croissance qui résultent de changements physiologiques annuels de l'individu en réponse aux fluctuations environnementales (Gordon 1988a, Lieberman 1994, Pike-Tay 1991, 1995, Burke 1995, Martin 1999, Armand *et al.* 2001, Rendu 2007). Les variations saisonnières, enregistrées dans le ciment, se caractérisent par la succession d'un dépôt à croissance rapide (la zone) et d'une bande à croissance lente (l'annulus) (Figure 42). Le premier se forme à la belle saison (d'avril à novembre) et le second pendant la période de ralentissement du métabolisme de l'animal (fin novembre à début avril). La belle saison équivaut ainsi à environ 7 mois de l'année, soit du milieu du printemps à la fin de l'automne, alors que la mauvaise saison correspond à l'hiver et au début du printemps (Tableau 9).

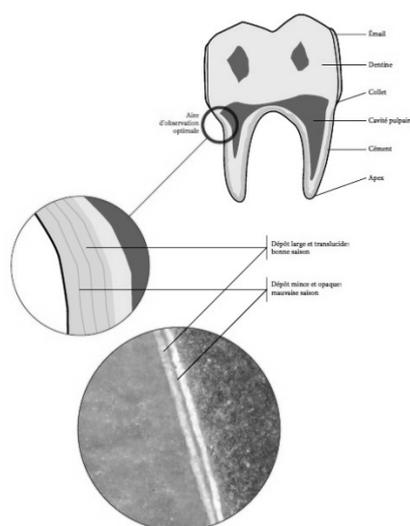


Figure 42 : Analyses cémento-chronologiques (Jarry *et al.* 2008)

DBS- début de la belle saison	milieu du printemps
BS- pleine belle saison	été/ automne
FBS- fin de la belle saison	automne/ hiver
MS- mauvaise saison	hiver/ 1ère partie du printemps

Tableau 9 : Saisonnalités déduites des analyses cémento-chronologiques

L'établissement de la saison de mort repose sur une double détermination : celle de la nature du dernier dépôt et celle de son développement relativement au précédent (Rendu 2007). L'association d'une bande à croissance rapide et d'une bande à croissance lente correspond à l'enregistrement d'une année de vie de l'animal (Martin 1994, Pike-Tay 1995, Martin 1999, Rendu 2007). Des référentiels sur des populations actuelles de rennes et de caribous ont été



établis pour des écotypes de toundra (Mc Ewan 1963, Gordon 1988a, Pike-Tay 1995) et de montagne (Reimers et Nordby 1968), afin d'une part de valider les processus de la cémentogenèse et, d'autre part, de caractériser les périodes de formation de chaque type de dépôt. Des analyses cémentochronologiques commencent à se généraliser dans l'étude des saisons de présence et/ou de chasse des mammifères paléolithiques (Gordon 1988a, b, Burke 1995, Burke et Pike-Tay 1997, Rendu 2006, 2007).

Dès lors, sur la base de ces diverses méthodes, plusieurs interprétations ont été proposées sur le degré de nomadisme des troupeaux de rennes paléolithiques.

II.3.3.2. Mobilité du renne

II.3.3.2.1. Migration de grande ampleur

Se fondant sur des modèles ethnographiques, des archéologues ont proposé, pour le Paléolithique de différentes régions d'Europe, que les groupes de chasseurs-cueilleurs étaient dépendants du renne et suivaient les troupeaux sur de longues distances lors de leurs migrations saisonnières (Sturdy 1975, Bahn 1977, Gordon 1988b, a, 1990b). En Allemagne de l'Ouest, une économie basée sur le suivi des troupeaux (*Herd following*) a été proposée à partir des études de saisonnalité et de la distribution des gisements magdaléniens (Sturdy 1975). En France, ce type de modèle est avancé par de Mortillet qui, par analogie avec des peuples actuels, présente les Magdaléniens comme des groupes humains qui auraient suivi le renne jusqu'en Amérique : « *le Renne, qui formait le plus abondant et le plus régulier des chasses, diminue peu à peu et finit par émigrer complètement vers le nord, cherchant un climat plus froid. Une partie de la population le suivit jusque dans les régions polaires de l'Amérique septentrionale* » (De Mortillet 1900 : 326). À la suite des travaux de l'abbé Breuil, cette théorie du *Herd following* a également été prônée par de Saint-Périer (1920b). D'après l'étude des bois de renne de grottes pyrénéennes comme Lespugue, Gourdan, Gargas et Isturitz, il conclut que les occupations étaient limitées aux mois d'hiver. Les groupes magdaléniens auraient quitté la région durant la belle saison afin de suivre les troupeaux vers leurs territoires estivaux²⁶. Une suggestion similaire a été proposée pour les sites tardiglaciaires des plaines nord-européennes (Clark 1938). Les mouvements saisonniers des hommes et des rennes se seraient produits entre les territoires d'hiver des plaines nord européennes et les pâturages d'été en Grande-Bretagne.

L'hypothèse de la migration bi-annuelle des troupeaux de rennes et du *Herd Following* a été proposée en France par de nombreux préhistoriens dès la seconde moitié du XX^e siècle. Pour Lacorre (1953, 1956), ce type de comportement migratoire aurait été adopté par les

²⁶ *Nous pouvons affirmer que les populations magdaléniennes habitaient les grottes de cette région pendant l'hiver. (...) Mais, pendant l'été, nous pensons qu'ils abandonnaient leurs grottes et qu'ils effectuaient des migrations peut-être étendues. (...) Nous pensons d'ailleurs concilier les deux hypothèses et donner une explication rationnelle des faits observés en admettant que les hommes suivaient les migrations des rennes* (Saint-Périer 1920 : 139).



rennes qui passaient l'hiver en Dordogne avant de migrer vers les territoires d'estive. Bahn (1983) a également suggéré que les rennes migraient du Périgord vers les Pyrénées, selon un axe nord/sud, et également d'est en ouest, le long des Pyrénées. Selon cet auteur, les sites périgourdins et pyrénéens dominés par le renne constituaient des sites d'agrégation saisonnière. Ce modèle sous-tend une spécialisation économique, une forte mobilité humaine, un cycle d'agrégation et de dispersion des populations ainsi que des migrations de grande ampleur des rennes paléolithiques (Bahn 1977). Une application de ce modèle a également été entreprise par Gordon en 1988. La synthèse de nombreuses analyses cémentochronologiques effectuées sur des dents de renne (soit un total de 774 dents issues de 55 gisements) provenant notamment de Charente, Gironde, Dordogne, Tarn-et-Garonne, Lot, Landes, Pyrénées françaises et Haute-Garonne le conduit à proposer l'existence de mouvements migratoires de grande ampleur selon un axe nord/sud au cours du Magdalénien. Dans le Sud de la France, il isole trois zones géographiques distinctes (Figure 43) : la zone ouest couvre une partie des Pyrénées occidentales, des Landes, de la Gironde et des Charente ; la zone médiane va des Hautes-Pyrénées au sud jusqu'en Dordogne et dans le Lot au nord ; la zone est, hypothétique, est localisée entre le Bassin de l'Aude et le Massif Central. Les troupeaux auraient séjourné l'hiver en Charente, en Gironde et en Dordogne puis auraient migré plus au sud, vers les Pyrénées centrales et occidentales, afin de rejoindre les territoires de mise-bas. Une sous aire-estivale a été identifiée dans le département de l'Aude (Gordon 1988a). Se fondant sur l'éthologie des populations de caribous nord-américains, Gordon considère que les migrations printanières des troupeaux paléolithiques étaient entreprises non seulement pour trouver de nouveaux pâturages mais également afin de protéger les femelles gravides des prédateurs (homme, loup) et des insectes.



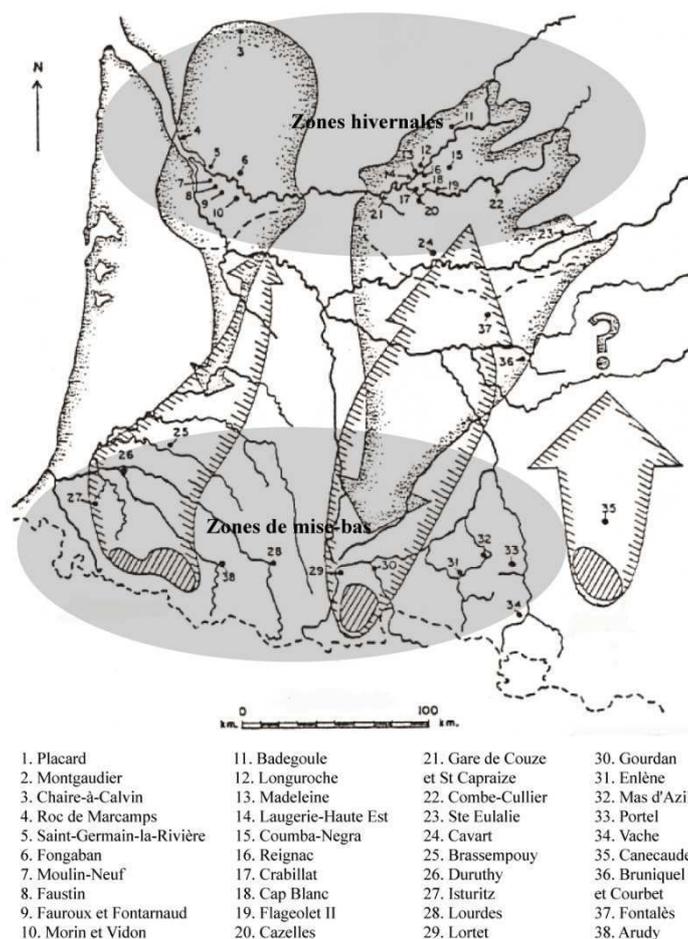


Figure 43 : Aires de parcours des rennes de l'ouest, du centre et de l'est dans le Sud-Ouest de la France (d'après Gordon 1988b, modifié).

Ces modèles de migrations bi-annuelles et de *Herd Following* ne sont pas exempts de critiques. Tout d'abord, le *Herd Following* implique une dépendance des hommes vis-à-vis du renne durant toute l'année, de même qu'un haut degré de mobilité (Burch 1972, Burke 1995). Le renne/caribou pouvant se déplacer sur de grandes distances à des allures avoisinant les 10 km/h au pas, 40 km/h au trot et 70-80 km/h au galop (Skoog 1968), il paraît inconcevable que les hommes paléolithiques se soient lancés à la poursuite des animaux, surtout si d'autres ressources animales étaient disponibles dans l'environnement. En limitant son étude à des sites qui renferment majoritairement des restes de renne, Gordon n'est pas en mesure d'évaluer l'importance relative des autres ongulés dans les stratégies de subsistance des groupes magdaléniens. Par ailleurs, comme le rappelle Delpech (1983), les quelques déterminations de saisons de chasse se fondent sur des méthodes imprécises ou non étalonnées et sur du matériel ne datant pas d'une même période chronoculturelle. En effet, les analyses cémentochronologiques de Gordon sont basées pour l'essentiel sur des gisements fouillés anciennement dont les repères stratigraphiques sont très vagues. Si l'on examine les descriptions pour chaque gisement à la fin de son ouvrage, on constate que les niveaux analysés ne sont pas explicitement définis d'un point de vue chronoculturel. D'autre part, le nombre de dents étudiées (parfois minime dans certains assemblages) n'est pas systématiquement précisé ; parfois, seuls des pourcentages d'occurrences saisonnières sont



mentionnés. Enfin, certaines de ses interprétations sont plus que douteuses. Par exemple, pour le gisement de la Madeleine -occupé essentiellement en hiver et au printemps selon lui-, si l'on regarde dans le détail les données de chaque entité stratigraphique, les résultats permettent d'apporter d'autres constats. Dans le niveau V, sur les 28 dents analysées, 77% d'entre elles correspondent au printemps, 8% à l'hiver et 11% à l'été. Dans le niveau VI (18 dents), le printemps représente 40%, l'été 32% et l'hiver 27% (Gordon 1988a, p. 198). De la même façon, pour le site magdalénien de Crabillat (Dordogne), il conclut que le gisement était occupé en hiver alors que ses résultats sur les dents (dont nous ignorons le nombre de restes analysés) indiquent 56% en hiver, 31% au printemps et 12% en automne (Gordon 1988b, p. 171). Ainsi, même s'il a identifié plusieurs saisons de chasse, il ne reprend dans ses conclusions que celles qui paraissent valider son modèle de migrations bi-annuelles.

F. Delpech rejette le modèle de migrations bi-annuelles des rennes selon un axe nord/sud (Gordon 1988a) : « *en fait, l'amplitude des déplacements saisonniers paraît en relation directe avec la dimension des régions naturelles. Les grands espaces nord-américains nécessitent de longues migrations ; la diversité régionale de l'Europe de l'Ouest conduit les rennes à n'effectuer que de courts déplacements saisonniers* » (Delpech 1983 : 174). Cette hypothèse de migrations de grande ampleur a également été rejetée par le résultat d'analyses ostéométriques. La mise en évidence de tailles corporelles distinctes au sein d'individus péné-contemporains permettrait en effet de penser qu'il s'agit de deux troupeaux différents qui n'effectuaient pas des migrations entre la Dordogne et les Landes (Delpech 1983, Weinstock 2000b).

II.3.3.2.2. Sédentarité

D'autres auteurs ont soutenu, a contrario, que le renne se déplaçait peu dans certains secteurs comme le Périgord. Lartet (1875) pensait que les rennes et les hommes occupant la Dordogne n'étaient pas nomades : « *After the very many observations which we have been able to make, in the caverns and rock-shelters of Perigord, on the remains of Reindeer, slain in all seasons and at every age (judging by the state of their antlers still attached to the frontal bones), we must conclude that this animal had a permanent habitat in that region* » (Lartet et Christy 1875: 56). À partir de l'étude des vestiges de rennes de plusieurs stations magdaléniennes de la vallée de la Vézère, des préhistoriens de la seconde moitié du XX^{ème} siècle ont également conclu à une présence permanente du renne (Cheynier *et al.* 1952, Bouchud *et al.* 1953, Bouchud 1954a, Guillien 1965). Dans plusieurs gisements du Sud-Ouest de la France, que ce soit dans des niveaux moustériens, aurignaciens, gravettiens, solutréens ou magdaléniens, les mandibules de renne se répartissent souvent sur les douze mois de l'année, attestant d'une sédentarité des troupeaux (Bouchud 1954a). Plus récemment, l'hypothèse d'une présence annuelle des rennes en Périgord a été soutenue à partir de l'étude des bois de renne de La Madeleine (Bonnissent 1993) et des vestiges osseux de la couche IX de l'abri du Flageolet II (Deplano 1994). À partir de l'examen des profils démographiques et des données de saisonnalité de sites du Sud de la France datés de tout le Paléolithique supérieur, Fontana



conclut qu'il existe deux types de sites : *ceux où la chasse au renne n'est pratiquée qu'une partie de l'année et ceux où elle serait pratiquée toute l'année* » (Fontana 2000a : 158). Des chasses saisonnières auraient ainsi pu se dérouler dans le Bassin de l'Aude (Gazel, Canecaude, Bize), en Ariège (grotte de la Vache) et dans le Lot (Combe-Saunière, Pégourié). Des chasses tout au long de l'année (avec un possible creux entre juin et octobre/ novembre) sont proposées pour la Dordogne et peut-être les Pyrénées centrales (Mas d'Azil). Ces analyses ont finalement conduit Fontana à proposer que les hardes hivernales composées de femelles, faons et subadultes des deux sexes avaient une mobilité très réduite entre la fin du rut et la mise-bas (de novembre à mai). Cette relative sédentarité serait liée aux caractéristiques environnementales (Fontana 2000a).

II.3.3.2.3. Déplacements limités

Bouchud (1959a, 1966), qui propose des déplacements très restreints en Périgord, nuance toutefois son propos : *« qu'on nous comprenne bien : nous ne faisons pas du Renne pléistocène un animal sédentaire et nous penchons volontiers en faveur des déplacements limités. Ce que la méthode de l'usure dentaire conduit à rejeter, ce sont les migrations à grande distance, à plusieurs centaines de kilomètres. Si le troupeau vivant dans la région de Badegoule (Dordogne) se retirait à certains moments de l'année sur les premières pentes du Massif Central, à quelques soixante ou soixante-dix kilomètres, les robustes chasseurs préhistoriques pouvaient fort bien l'y poursuivre et rapporter à Badegoule des quartiers de leur gibier favori. Une absence de quelques jours, et même de trois semaines, ne saurait être mise en évidence par la méthode de l'usure dentaire »* (Bouchud 1954a: 84-85). Ces travaux rejettent donc le modèle des migrations de grande ampleur des rennes paléolithiques. La topographie (*« harmonieux équilibre des plaines et du relief et la latitude moyenne du Sud-Ouest de la France »* Bouchud 1954b : 243) et l'étude des dents et des bois se rapportant à des rennes abattus à différents moments de l'année, pourraient indiquer des déplacements limités. En parcourant des distances maximales de 80 km, il était ainsi assuré de trouver le biotope de son choix. L'approche topographique menée sur des gisements périgourdiens (type de gisement, orientation, altitude, dimensions, distance au gué le plus proche, etc.) a conduit White (1980) à proposer que les chasseurs paléolithiques pratiquaient une stratégie de chasse saisonnière, en interceptant les troupeaux qui migraient près de points stratégiques (goulets d'étranglement). White conclut que le renne ne se déplaçait sûrement pas sur de grandes distances mais exploitait plutôt des différences altitudinales de l'habitat fournies par la topographie variée de la région. Les grands sites du Périgord ayant été majoritairement occupés en hiver, il voit dans les cours d'eau descendant du Massif Central les axes privilégiés des migrations automnales.



Pour le dernier Pléniglaciaire, le modèle proposé par Burch (1972) et repris par Burke (1995) à partir d'analyses cémentochronologiques paraît indiquer deux aires principales : la Dordogne occupée majoritairement en hiver, et un chevauchement des pâturages estivaux en Quercy et dans le Massif Central (Figure 44).

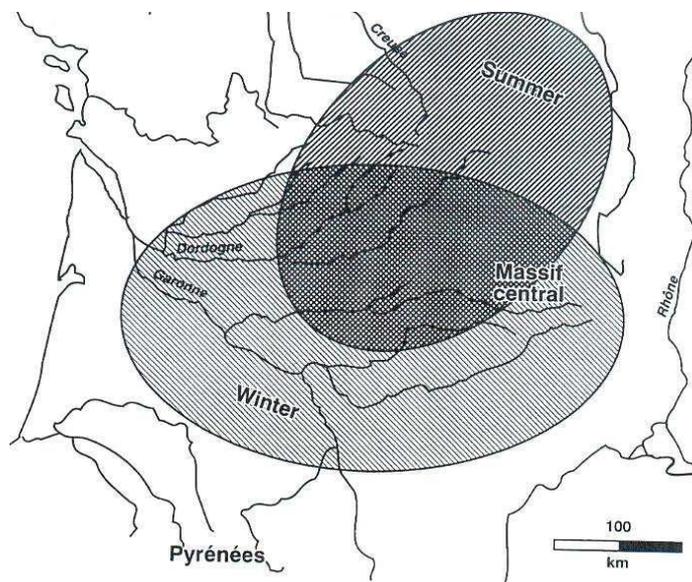


Figure 44 : Zones de pâtures estivales et hivernales des rennes au cours du dernier Pléniglaciaire dans le Sud-Ouest de la France (Burke 1995)

Pour Delpech (1983, 1987), les rennes du Sud-Ouest de la France se sont déplacés, probablement suivant des axes de circulation faciles, c'est-à-dire les cours d'eau. Pour le Dryas ancien (He1), elle propose des migrations de courte ampleur, également selon un axe est/ouest entre le Massif Central et la Gironde, avec des troupeaux passant la majorité du temps dans les zones de moyenne altitude en Périgord, et une hypothétique migration nord/sud le long des contreforts pyrénéens (Delpech 1987).

Pour le Quercy, Séronie-Vivien et ses collaborateurs (1995) envisagent également une migration est/ouest (des contreforts du Massif central vers l'Atlantique) au cours du dernier Pléniglaciaire. Toujours en Quercy, l'étude du réseau hydrographique et des saisonnalités de chasse au renne au dernier Pléniglaciaire permet de proposer une hypothèse de migration ouest/est, en direction du Massif Central (Le Gall 2005, Le Gall *et al.* 2007). Le réseau "primaire" (Dordogne au nord et Lot au sud, vallée du Dropt à l'ouest) pourrait avoir servi de voies aussi bien aux troupeaux d'animaux qu'aux chasseurs. À partir de ce réseau "primaire", un réseau "secondaire" fournirait également des voies de communication : au nord par les affluents de la Dordogne : le Céou, l'Ouyse-Alzou, tout à fait au nord-ouest la Cère, et au sud les tributaires du Lot : le Vers et le Célé (Figure 45). Ces petites rivières dégagent des voies d'accès aux Causses ; mais celles-ci sont parfois étroites (vallée du Vers) et fréquemment bordées de falaises. En cela, elles semblent plus pratiques pour les groupes humains qui les ont largement parcourues que pour des troupeaux potentiellement importants.



Pour eux, ou du moins ceux qui ont suivi l'axe de la Dordogne, il existe une autre alternative : elle consiste à suivre la vallée de la Combe de la Dame, sèche à l'heure actuelle comme vraisemblablement depuis le Pléistocène moyen (Le Gall *et al.* 2007).

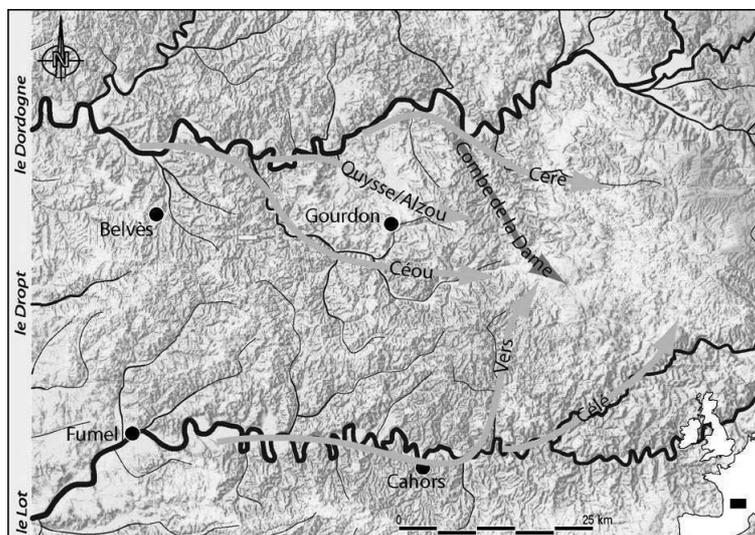


Figure 45 : Axes de circulation hydrographiques en Quercy (Le Gall *et al.* 2007)

Afin de tester la fiabilité de ces différents modèles de migration, nous reviendrons, dans la partie consacrée aux discussions, sur la pertinence des données saisonnières disponibles et tenterons d'établir une synthèse du comportement migratoire du renne au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France. Mais au préalable, il apparaît primordial de mener une approche ostéométrique, qui consiste à évaluer la taille corporelle des rennes. En effet, la mise en évidence de tailles corporelles distinctes entre des échantillons contemporains provenant de zones géographiques distinctes laissent à penser qu'il existait, à la fin du Paléolithique supérieur, des troupeaux différents qui n'effectuaient pas des migrations dans les mêmes directions (Delpech 1983, Weinstock 2000b).



II.4. Taille corporelle des rennes paléolithiques

L'ostéométrie permet de caractériser non seulement des différences géographiques dans la taille corporelle des rennes mais également des fluctuations temporelles. Les premiers travaux portant sur la biométrie des rennes provenant de plusieurs gisements paléolithiques français n'ont débuté qu'à partir de la seconde moitié du XX^{ème} siècle, sous l'impulsion notamment de Bouchud (1966). Ils ont été suivis par ceux de Delpech (1975, 1983) puis, plus récemment, ceux de Weinstock (1997a, b 2000a, b, 2001, 2002) et de Magniez (2010a, b).

II.4.1. Méthodes d'étude

Selon les auteurs, plusieurs méthodes ont été appliquées afin de répondre aux problématiques relatives à la taille corporelle (morphologie) des rennes fossiles.

II.4.1.1. Les travaux de J. Bouchud (1959, 1966)

L'étude ostéométrique de Bouchud a été menée sur des talus de rennes actuels et fossiles. Plusieurs raisons l'ont amené à effectuer ce choix : tout d'abord, le renne de forêt ayant l'arrière-train surélevé par rapport aux membres antérieurs, il devrait s'ensuivre une différence dans la démarche et probablement aussi dans la forme du talus²⁷. D'autre part, le talus est un os robuste, massif et sans moelle, donc impropre à l'industrie et à la consommation ; il est aussi susceptible de résister aux processus post-dépositionnels. À partir des valeurs de hauteur et de largeur des pièces, il a établi des graphiques de dispersion afin de déterminer leur limite de variation (Figure 46). L'ellipse de l'intervalle de confiance à 70% (moyenne \pm ~1 écart-type) correspond à l'intervalle des valeurs ayant pour limites inférieures et supérieures la moyenne des talus, celle à 95% correspond aux valeurs extrêmes (moyenne \pm ~2 écart-types). Entre l'ellipse de 95% et celle de 99% (moyenne \pm ~3 écart-types) se placent les sujets exceptionnels et au-delà de cette frontière se situent les individus aberrants.

²⁷ Mais cette différence éventuelle de forme peut-elle se traduire par la seule mesure de sa hauteur et de sa largeur ?



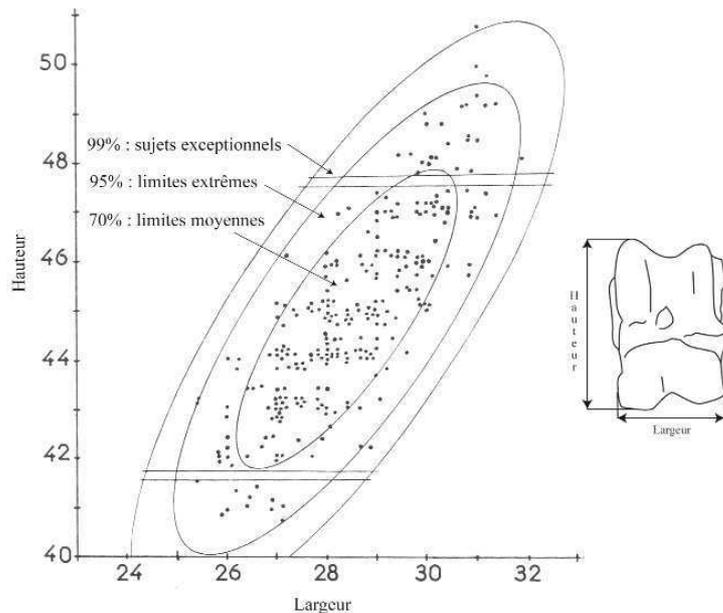


Figure 46 : Distribution des talus de renne provenant du Magdalénien supérieur de Limeuil (Dordogne). Les trois ellipses correspondent aux limites des intervalles de confiance à 70, 95 et 99% (d'après Bouchud 1966, modifié).

Il a ensuite calculé les dimensions moyennes, les pentes de régression ainsi que le coefficient de corrélation. Pour décrire les variations morphologiques du talus, Bouchud a regroupé ses données par période chrono-culturelle (Figure 47).

Groupe A	Groupe B	Groupe C	Groupe D	Groupe E
9 horizons	7 horizons	8 horizons	4 horizons	5 horizons
751 astragales	516 astragales	650 astragales	242 astragales	509 astragales
Moustérien	Aurignaco-périgordien	Solutréen	Magdalénien ancien (I, II, III)	Magdalénien récent (IV, V, VI)

Figure 47 : Échantillons étudiés par Bouchud (1959a, 1966)

Des analyses de covariance ont été menées sur les talus afin de distinguer les différences morphologiques au sein des divers groupes. Ses conclusions sur les fluctuations de taille des rennes et l'existence de trois types de renne se basent sur ces éléments. La méthode de Bouchud n'est toutefois pas exempte de critiques. Bien que le nombre de talus mesurés soit statistiquement suffisant, cet élément anatomique n'est pas le meilleur indicateur des fluctuations de taille. La croissance d'un os est achevée quand les épiphyses sont soudées or dans le cas du talus, un tel contrôle n'est pas possible. Si les calcanéums avec lesquels ils s'articulent ne sont pas présents (ce qui est fréquemment le cas en contexte archéologique), il est très délicat de savoir si le talus appartient à un individu jeune ou adulte. De plus, la prise en compte de la porosité de l'os et de son poids ne peut aboutir à un âge précis de l'individu en raison d'une très forte variabilité individuelle. Comme Bouchud le reconnaît lui-même, il peut y avoir « *des mâles adultes dont l'astragale, par ses dimensions, se place dans le domaine des faons. A fortiori, des femelles adultes peuvent se rencontrer dans le domaine des mâles et dans celui des jeunes* » (Bouchud 1959 : 50).



II.4.1.2. Les travaux de F. Delpéch (1975, 1983)

Contrairement aux mesures d'ossements de Bouchud, celles de Delpéch portent sur un grand nombre d'éléments squelettiques, y compris les dents et les os courts (carpiens, tarsiens et phalanges) et, lorsque le matériel n'est pas trop fragmenté, des éléments crâniens (notamment le trou occipital et les mandibules). Son étude se fonde sur des méthodes statistiques descriptives (moyenne et intervalle de confiance de la moyenne pour une probabilité de 95%) et analytiques. Après le calcul de la moyenne et de l'intervalle de confiance d'un certain nombre de dimensions, Delpéch a tenté de mettre en évidence des tendances communes à tous les os concernant les dimensions absolues d'une part et, d'autre part, un sens commun de variation pour ces mêmes pièces, pour les indices (Figure 48).

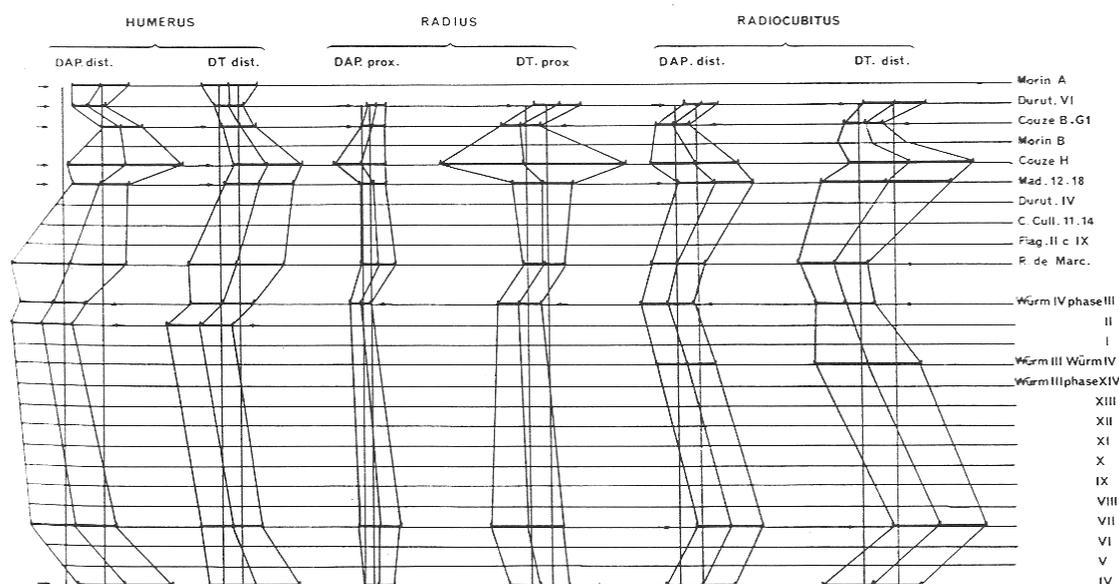


Figure 48 : Tendances communes des variations de taille de l'humérus et du radius-ulna dans des assemblages du Sud-Ouest de la France (Delpéch 1983)

Afin de chiffrer les « tendances » à la diminution et à l'augmentation de la taille et identifier si ces variations sont fortuites ou non, Delpéch a eu recours à l'analyse de variance à partir de la troisième molaire inférieure, de l'humérus, du radius-ulna, des carpiens, du métacarpien, du tibia, de l'os malléolaire, des tarsiens et du métatarsien. Pour les trois groupes considérés (du début du « Würm III » à la fin du « Würm IV »), alors que des variations moyennes de taille sont attestées, les dimensions moyennes de la M_3 sont très proches les unes des autres ; l'indice de robustesse du talus varie peu également.

II.4.1.3. Indices de taille

Plusieurs méthodes, fondées sur des indices de taille, ont été élaborées. Elles permettent l'utilisation simultanée de divers éléments squelettiques dans leurs évaluations biométriques et le calcul d'un indice de variabilité de taille par rapport à un individu ou un échantillon de référence. Sur la base des diagrammes de rapports logarithmiques (*Log-ratio diagram* :



Simpson 1941), le LSI « *Logarithmic size Index* »²⁸ est un des premiers indices à avoir été utilisé en archéozoologie (Meadow 1984, Uerpmann 1990). Chaque dimension d'un fragment donné livre un indice qui peut avoir une valeur positive quand ses dimensions sont plus grandes que celles du standard de comparaison ; ou négative si les dimensions sont plus petites. Si plusieurs mesures sont prises sur un même os, toutes sont utilisées pour construire des histogrammes (Uerpmann 1990). Cette méthode permet d'évaluer la tendance de l'évolution des changements de taille au cours du temps ou la comparaison de la taille d'échantillons contemporains (Meadow 1984).

La méthode du VSI « *Variability Size Index* »²⁹ répond au même principe que le LSI puisque l'on obtient un indice de variabilité de taille qui compare un échantillon archéologique avec un échantillon standard pris pour référence. L'assemblage de référence est ici toutefois représenté non pas par un seul individu mais par une « population ». Cela présente l'avantage de tenir compte de la variabilité des mesures et implique que l'on considère comme unité de variabilité l'écart-type de la mesure donnée de l'échantillon standard (Uerpmann 1982). Cette méthode permet également d'aboutir à la construction d'histogrammes et de courbes, autorisant ainsi la comparaison de plusieurs descripteurs biométriques pour un même échantillon ainsi que la comparaison simultanée de plusieurs échantillons entre eux avec un échantillon de référence. Elle a récemment été appliquée par de nombreux chercheurs travaillant sur les fluctuations de taille corporelle des Ongulés (Equidés : Eisenmann et Kuznetsova 2004, Cervidés : Weinstock 1997a, b, 2000b, 2002, 2006, Kozdeda 2003, Liouville 2007, Magniez 2010b, a, van Kolfshoten *et al.* 2011). Pour le renne, l'échantillon de référence est généralement celui du niveau ahrensbourgien de Stellmoor (Nord de l'Allemagne) (Weinstock 2000b, 2001).

Weinstock interprète la forme des courbes VSI comme représentative de la proportion de mâles et de femelles : une bimodalité permet de mettre en évidence la part respective de chaque catégorie d'individus (mâles et femelles). Les femelles étant plus petites que les mâles, elles sont figurées par un pic à gauche du graphique alors que les mâles se situent à droite. Une courbe unimodale, comme celle du repaire de carnivore de Sandford Hill (Grande-Bretagne), signifierait, en contexte anthropique, que les chasseurs n'ont pas mené une chasse sélective, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas préférentiellement chassé des mâles et des femelles (Weinstock 2000b). Ce serait le cas par exemple dans l'assemblage de La Madeleine (Figure

²⁸ $LSI = \log\left(\frac{Mx}{Ms}\right) = \log(Mx) - \log(Ms)$ (Mx : dimension individuelle ou moyenne de la pièce archéologique considérée, Ms : dimension d'un individu ou d'un échantillon standard servant de référence)

²⁹ $VSI = \frac{x - m}{2 \times s} \times 50$ (x : mesure de l'échantillon fossile ; m : moyenne arithmétique de la population standard ; s : écart-type de la population standard)



49). Si la distribution des valeurs VSI de chaque site ne montre pas clairement de distribution normale, leurs valeurs médianes sont comparées grâce au test de Wilcoxon (Weinstock 2000b).

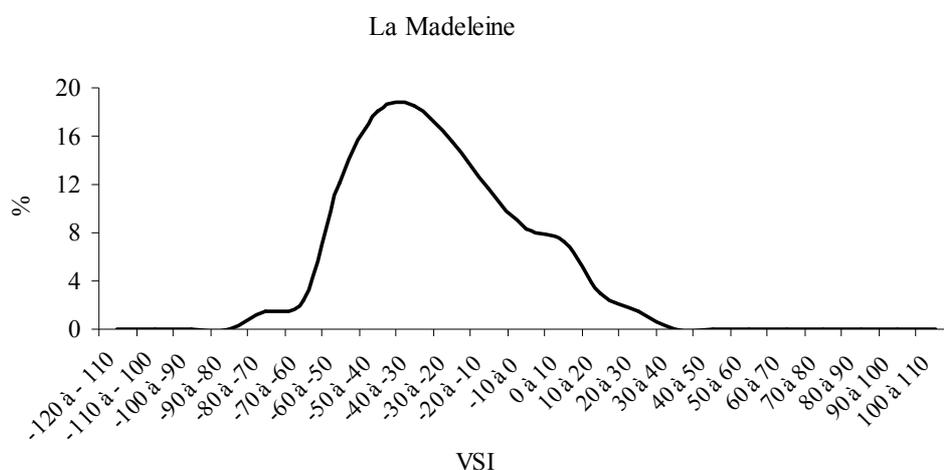


Figure 49 : Fréquence relative du Variability Size Index des rennes de la Madeleine en Dordogne (d'après Weinstock 2000b)

Partant de ces diverses méthodes, plusieurs modèles de fluctuations de la taille corporelle des rennes paléolithiques ont été proposés. Selon les assemblages considérés, ils renseignent soit des variations temporelles (diachroniques) soit spatiales (synchroniques).

II.4.2. Fluctuations temporelles

II.4.2.1. Premières études ostéométriques et premiers débats

Sur la base de l'étude ostéométrique du talus, Bouchud (1959a, 1966) constate que la taille corporelle des rennes ayant occupé le Sud-Ouest de la France diminue régulièrement depuis le Moustérien jusqu'au Magdalénien moyen inclus. Les rennes du Moustérien et du Solutréen sont statistiquement significativement différents, alors qu'au cours de l'Aurignacien, les rennes ne sont distincts ni de l'un ni de l'autre. De la même manière, les rennes du Solutréen et du Magdalénien moyen ne se distinguent pas au niveau de la taille corporelle. Toutefois, pendant le Magdalénien supérieur, la taille des rennes redevient égale voire supérieure à celle des rennes moustériens.

Pour expliquer ces changements de taille corporelle au cours du temps, Bouchud (1966) propose l'existence de trois formes de rennes présentes dans le Sud-Ouest de la France : un type de toundra plutôt petit (*Rangifer tarandus* var. *minor*), un renne de toundra plus robuste (*Rangifer tarandus arcticus*), et un type de forêt plus grand (*Rangifer tarandus caribou*). Cette hypothèse se fonde également sur son interprétation des œuvres d'art (couleur du pelage, forme des appendices frontaux) et sur l'étude des bois. Convaincu que plusieurs formes de renne existaient au cours des temps paléolithiques, il aboutit aux conclusions suivantes : « les rennes sylvestres, médiocrement représentés pendant le Moustérien, disparaissent au début de l'Aurignacien. Ils réapparaissent momentanément au cours du



Périgordien supérieur, se raréfient à la fin de la période aurignacienne et au début du Solutréen. Ils augmentent à nouveau pendant le Solutréen final et se maintiennent jusqu'au Magdalénien moyen (III) comme en témoigne l'iconographie de la grotte des Combarelles (Dordogne). Au Magdalénien supérieur, ils cèdent la place aux grands rennes de toundra » (Bouchud 1969 : 65). Ainsi, selon Bouchud (1959a, 1966), quand le climat était froid et sec, les petits rennes de toundra étaient dominants alors que durant les améliorations climatiques, les rennes de forêt de grande taille prenaient de l'importance.

Les interprétations de Bouchud sont toutefois peu plausibles car elles insinuent que durant plus de 120 000 ans, alors que les fluctuations climatiques et environnementales sont rapides, la taille corporelle des rennes est restée stable au sein de chacun des écotypes qu'il a identifiés (Weinstock 2000b). Or, des études menées sur plusieurs vertébrés indiquent que les espèces animales connaissent des fluctuations temporelles de la taille corporelle et doivent par conséquent s'adapter à leur environnement, en modifiant notamment leur taille corporelle (Davis 1981, Guthrie 1984, Lister 1989).

Se fondant sur des mesures prises sur les restes de renne de plusieurs gisements, une récente étude conclut que trois formes de rennes étaient présentes en Moldavie : un renne de grande taille (*Rangifer tarandus* sp.) au début du Paléolithique, à l'époque anté-moustérienne et au Magdalénien ; un renne de petite taille : *Rangifer tarandus* cf. *guettardi* aux alentours de 21 000 BP (25 000 cal. BP) puis, enfin *Rangifer tarandus constantini* (Croitor 2010). L'attribution de ces restes fossiles à une sous-espèce particulière demeure à notre sens assez délicate, en raison du faible nombre de restes de Renne considérés à l'échelle de ces sites (notamment des restes dentaires), mais également en raison des controverses soulevées par la taxinomie (cf. partie sur l'actualisme).

Dans le Sud-Ouest de la France, l'hypothèse de la coexistence de plusieurs sous-espèces de rennes paléolithiques a été remise en cause par Delpech (1975, 1983, 1999). En étudiant à son tour la forme des bois, des crânes ainsi que la taille des individus sur la base d'analyses biométriques et statistiques d'ossements, elle conclut qu'il n'existait qu'une seule forme : le renne de toundra. Elle précise que la forme des bois ne permet pas de séparer les deux types car chez certaines populations actuelles, un même animal peut porter des bois de type cylindricornis (renne de toundra) durant une année et des bois de type compressicornis (renne de forêt) l'année suivante (Delpech 1983).

Delpech confirme toutefois la tendance observée par Bouchud selon laquelle une diminution de la taille corporelle est enregistrée durant le « Würm supérieur récent »³⁰ dans le Sud-Ouest de la France. La taille des individus aurait fortement variée en raison de conditions environnementales plus ou moins favorables à la vie de l'espèce : « je pense que ces variations de taille représentent des réponses adaptatives d'une même forme de rennes aux changements environnementaux me fondant, pour cela, sur le modèle des rennes de l'Est du Groenland soumis à l'époque historique à des conditions climatiques très contraignantes

³⁰ Stades isotopiques 3 & 2



entraînant pour les sujets de grandes difficultés lors de l'acquisition de leur nourriture : avant leur extinction, la taille moyenne de ces rennes avait considérablement diminué (Degerbøl 1957) » (Delpech 1999 : 31). Dans l'actuel, il est effectivement bien documenté que des conditions climatiques drastiques et une limitation de la nourriture entraînent généralement une diminution de la taille corporelle moyenne des rennes (Klein 1968, Reimers *et al.* 1983, Skogland 1983). D'autres causes (type de migration, densité de population, conditions topographiques, etc.) peuvent également être à l'origine de ce phénomène (cf. partie sur l'actualisme).

L'analyse d'ossements provenant de nombreux assemblages du Paléolithique a conduit Delpech (1983, 1989, 2003) à proposer une évolution temporelle de la taille corporelle des rennes dans le Sud-Ouest de la France. Elle constate que la taille moyenne diminue à plusieurs reprises avant de retrouver une taille normale (Delpech 1983, 1989). Il est de petite taille aux alentours de 140 000 BP (grotte Suard : Bouchud 1966, Griggo 1995), vers 70 000 BP (abri de Combe Grenal : Delpech 1996) et de 20 000 à 14 000 BP environ (24 000 - 17 000 cal. BP). La période de forte contrainte se situerait vers 18 000 BP (21 500 cal. BP), à la fin du dernier maximum glaciaire, quand les effectifs étaient modestes et la taille corporelle réduite. La petite taille corporelle des rennes au cours du dernier maximum glaciaire serait la conséquence des conditions froides et très humides qui rendent difficile l'accès à l'alimentation ainsi que du resserrement de leurs aires de répartition (Delpech 2003).

Pour résumer, entre 32 000 et 25 000 BP, les rennes sont de grande taille, avec une diminution sensible entre 30 000 et 28 000 BP (Figure 50). Ils diminuent ensuite fortement de taille entre 25 000 et 14 000 BP. Delpech (1983, 2003) enregistre ensuite une augmentation de la taille des rennes entre 14 000 et 12 500 BP (17 000- 15 000 cal. BP) en raison de conditions climatiques favorables. À partir de 13 000 BP (15 700 cal. BP), le début du réchauffement de l'Allerød conduirait au morcellement de l'aire de répartition des rennes qui auraient tendance à réduire leur taille corporelle (Delpech 1983).

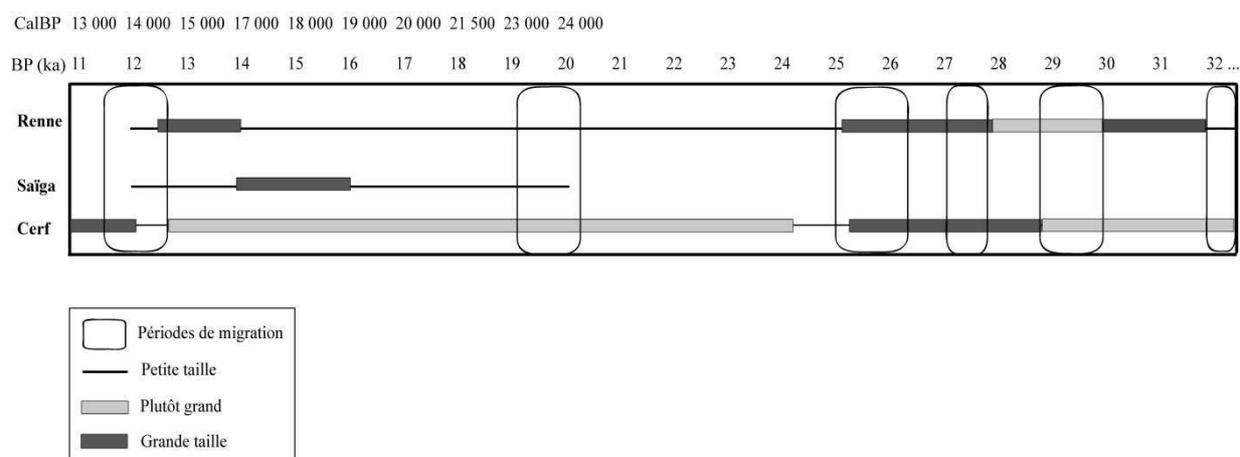


Figure 50 : Evolution de la taille corporelle de plusieurs Ongulés dans le Sud-Ouest de la France entre 32 000 et 11 000 BP (d'après Delpech 2003, modifié).



II.4.2.2. Postulats actuels

Les analyses ostéométriques de Weinstock, menées à partir d'ossements post-crâniens provenant d'assemblages du Sud-Ouest de la France, montrent également que la taille corporelle des rennes ne demeure pas stable durant les stades isotopiques 6 à 2 (Figure 51).

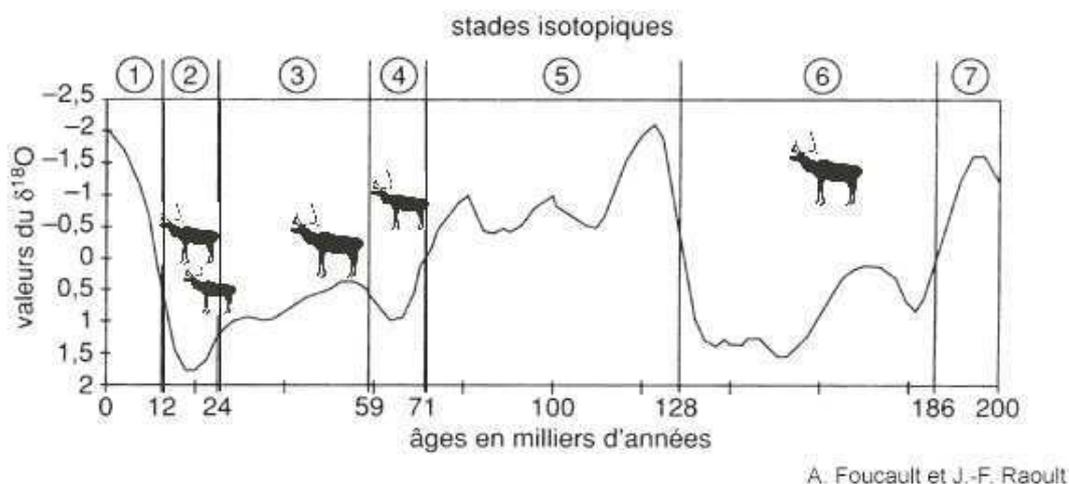


Figure 51 : Fluctuation diachronique de la taille corporelle des rennes du Sud-Ouest de la France (d'après les données de Weinstock 2000b)

Ces changements de taille significatifs seraient la réponse à des modifications paléoenvironnementales. L'étude du gisement périgourdin de Combe Grenal daté du Paléolithique moyen (du stade 6 au début du stade 3 soit de 120 000 à 45 000 BP) a livré des résultats intéressants sur l'évolution de la taille des rennes (Guadelli 1990, Weinstock 2000b). Au cours du stade isotopique 6 (niveaux 64-58 : Acheuléen récent), Weinstock constate une augmentation des dimensions quand l'environnement devient plus humide (Guadelli et Laville 1990). Les rennes des niveaux 58 à 35 (OIS 5) sont peu nombreux à Combe Grenal et l'évolution de la taille ne peut être suivie. Au cours du stade isotopique 4 et 3 (niveau 35-1), le renne devient à nouveau abondant. Dans les niveaux 35-26 (phase XI de Guadelli et Laville 1990), il atteint une taille presque aussi grande que dans le niveau 58 (phase VI). Ensuite, elle diminue dans les niveaux 19-17 (phase XIV) datés de l'OIS4, et les animaux sont aussi petits que ceux du niveau 60. Il est intéressant de constater que ces résultats sont en contradiction avec ceux de Guadelli (1990) qui suggère qu'au cours du Würm ancien, les dents de la phase XI (couche 35 -26) sont plus petites que celles des périodes postérieures (c. 25- 1). Cependant, comme le signale Guadelli lui-même, la taille des dents n'est pas nécessairement un bon indicateur de taille. Pour la dernière phase du Paléolithique moyen de Combe Grenal (niveaux 13-1), très peu d'ossements de rennes sont mesurables et la taille au cours de cette période ne peut donc être évaluée. Entre les niveaux 19-17 de ce gisement (60 000 - 50 000 BP ?) et le niveau 7 de Roc de Combe (Lot) daté quant à lui aux environs de 32 000 - 30 000 BP (Aurignacien ancien), il redevient plus grand. La taille corporelle recommence ensuite à diminuer pour atteindre ses plus basses valeurs au cours du maximum glaciaire, vers 18 000 BP (21 500 cal. BP). Avec l'arrivée de conditions environnementales plus favorables, la taille



du renne augmente progressivement, probablement jusqu'à leur extinction de la région (Weinstock 1997b, 2000b).

Plus récemment, des recherches universitaires ont également permis de mettre en évidence une fluctuation temporelle de la taille corporelle des rennes du Pléistocène (Magniez 2010a, b). Se fondant sur l'analyse ostéométrique de plusieurs gisements du Sud de la France et à l'instar de travaux sur les bisons pléistocènes (Brugal 1983), Magniez parvient ainsi à individualiser les rennes de l'Arago en *Rangifer tarandus* « major » et à regrouper ceux du Portel-Ouest (OIS3), de la Crouzade (OIS3), de Combe Grenal (OIS4), de Jaurens (OIS3) et de Tournal (OIS2) en *Rangifer tarandus* « minor ».

II.4.3. Fluctuations spatiales au cours du Tardiglaciaire

II.4.3.1. En Europe

Les travaux menés sur des rennes tardiglaciaires d'Europe centrale et occidentale permettent d'apporter des éléments nouveaux. Les analyses ostéométriques, fondées sur le *Variability Size Index*, indiquent l'existence d'un gradient de taille nord-ouest/sud-est. Les rennes de Grande-Bretagne (grottes de Kent's et Ossom) sont ainsi plus petits que ceux du Nord de l'Allemagne (Stellmoor, Meiendorf) et de Belgique (Remouchamps), eux-mêmes plus petits que les rennes de Moldavie (Weinstock 1997b, 2000a, b) (Figure 52). Les rennes contemporains de Pologne, République Tchèque et Hongrie étaient également de plus petite taille que ceux de Moldavie (Kozdeda 2003). Les populations tardiglaciaires de rennes et de cerfs d'Allemagne, de Pologne et de République Tchèque occupaient les mêmes zones géographiques et partageaient probablement le même biotope. La variabilité de taille enregistrée chez le renne et le cerf pourrait résulter d'une compétition interspécifique (Kozdeda 2003).

Weinstock propose également l'existence d'un gradient européen nord/sud : les rennes du Sud de l'Allemagne (Schussenquelle, Kesslerloch), de la frontière suisse (Veyrier), du Bassin parisien (Pincevent), du Sud de la France (Madeleine, Gare de Couze, Dufaure) et du Nord de l'Espagne présentent des tailles corporelles moyennes plus petites que les rennes du Nord de l'Allemagne (Weinstock 1997b, 2000a, b) (Figure 52). Les rennes du Bassin parisien n'étaient a priori pas plus grands que ceux du Sud-Ouest de la France. Une étude récente menée sur des assemblages osseux des Pays-Bas (site de Woerden) indique que les rennes étaient de très petite taille corporelle, enregistrant la valeur de VSI la plus basse connue à ce jour (van Kolfschoten *et al.* 2011). Ne disposant pas d'attribution chrono-culturelle précise pour cet assemblage, il demeure pour l'heure délicat d'interpréter cette caractéristique morphologique.



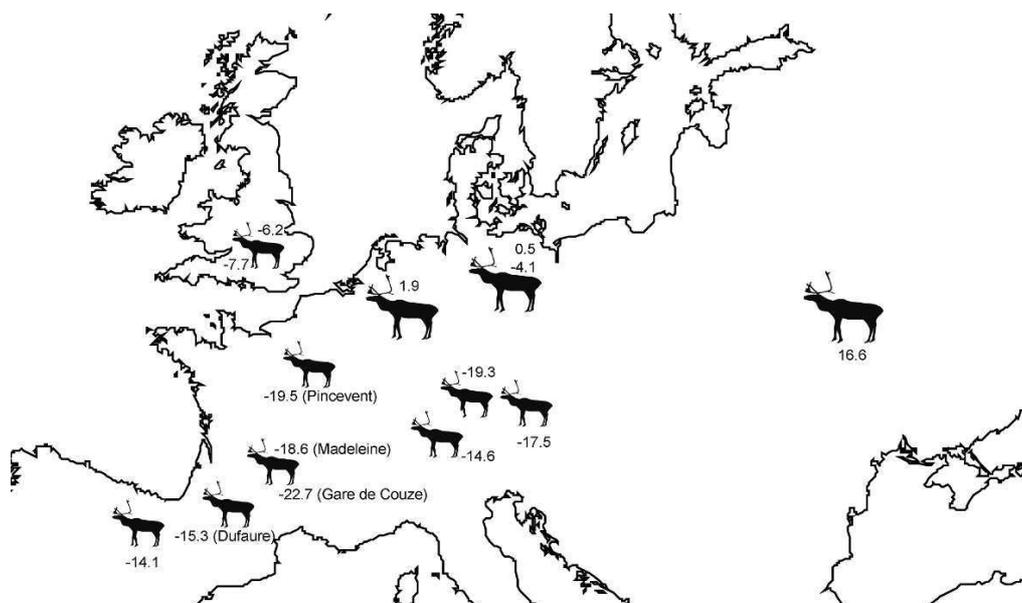


Figure 52 : Représentation schématique de la taille des rennes et moyennes VSI (Variability Size Index) pour plusieurs assemblages tardiglaciaires (d'après Weinstock 1997b).

Quoi qu'il en soit, les rennes tardiglaciaires du Nord de l'Europe auraient ainsi tendance à être plus grands que ceux du Sud. Weinstock révèle que bien que les valeurs maximales du VSI soient plus hautes, la différence principale entre les deux groupes réside dans les parties basses de leurs distributions respectives. Les sites du Sud montrent généralement des minima plus bas que les sites du Nord³¹ ; ces différences pouvant être expliquées par l'existence de femelles plus petites au Sud par rapport au Nord de l'Europe. En d'autres termes, il existe une différence dans le degré de dimorphisme sexuel des deux groupes. Le plus large degré de dimorphisme sexuel des rennes du Sud de l'Europe centrale et occidentale pourrait être la conséquence de restrictions alimentaires, particulièrement durant l'été, saison au cours de laquelle les animaux se procurent les protéines nécessaires à leur croissance (Weinstock 2000a, b). Les résultats de Weinstock apparaissent ainsi conformes à la loi de Bergmann qui statue que chez les espèces présentant une large répartition géographique, les individus possédant le plus fort volume corporel présentent une meilleure résistance aux conditions climatiques plus rudes. Les individus de grandes tailles se retrouvent ainsi dans des environnements froids, notamment en raison de leur capacité à accumuler de la chaleur. Les données sur les populations actuelles de *Rangifer tarandus* sont toutefois contraires à cette règle car généralement, les plus grandes formes se retrouvent au Sud du 60° Nord et les plus petites dans les zones les plus septentrionales (Geist 1987, Klein *et al.* 1987). De nouvelles analyses sur les variations de taille des rennes en fonction de la latitude apportent également des conclusions qui ne suivent pas la loi de Bergmann. Magniez (2010a, b), sur la base de gisements étudiés par Weinstock et lui-même provenant du Sud de l'Allemagne (Schussenquelle, Petersfels), de Suisse (Kesslerloch), du Bassin parisien (Pincevent) et du Sud de la France (Tournal, Dufaure, Gare de Couze et La Madeleine), conclut que la tendance est à la diminution moyenne de la taille corporelle des rennes quand la latitude augmente.

³¹ Il semblerait qu'il y ait une erreur dans le texte de Weinstock (p. 87) qui dit que les sites du Nord présentent des minima plus bas que les sites du Sud or c'est l'inverse.



II.4.3.2. Dans le Sud-Ouest de la France

Certains sites tardiglaciaires du Périgord (Madeleine, Gare de Couze H) et du Sud de l'Allemagne (Kesslerloch et Petersfels) ont des indices de variabilité de taille ainsi que des distributions de fréquence relativement similaires. Malgré la ressemblance générale des rennes du Sud de l'Europe, certains paraissent plus grands : ceux de Veyrier, des Cantabres et de Dufaure (Landes) (Weinstock 2000b).

Dans le cadre des analyses ostéométriques menées sur des individus tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France, Delpech (1983) avait également constaté une différence dans la taille des rennes ayant occupé la Dordogne et la Gironde et les Landes au cours du Magdalénien supérieur. Les variables biométriques lui ayant permis de caractériser des différences de taille significatives ou hautement significatives entre les rennes contemporains de Dordogne (Gare de Couze) et de Gironde (Abri du Morin) d'une part et des Pyrénées occidentales (Duruthy) de l'autre sont au nombre de six : Radius Bp, Radius Dd, Métacarpien Dd, Métacarpien Bd, Métatarsien Dd, Métatarsien Bd (Figure 53). Elles indiquent que les ossements de Duruthy sont plus grands que ceux du lot regroupant les pièces du Morin et de Gare de Couze. Cependant, la variable Humérus Dd serait de taille plus faible à Duruthy par rapport aux autres gisements. F. Delpech ne donne pas d'explication à ce fait.

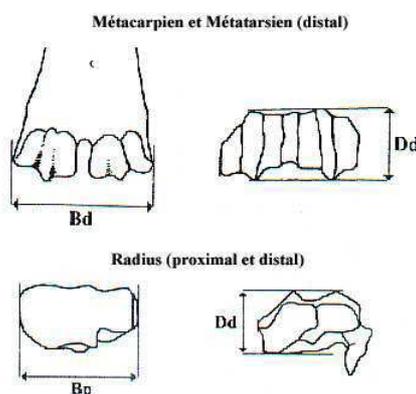


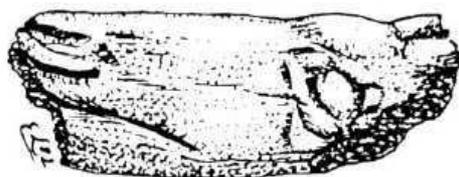
Figure 53 : Variables biométriques pour lesquelles F. Delpech constate des différences significatives entre lots d'ossements différents (Bd : diamètre transversal de l'extrémité distale, Dd : diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale, Bp : diamètre transversal de l'extrémité proximale)

D'après ses travaux, les troupeaux du nord de l'Aquitaine auraient donc été isolés de ceux qui séjournèrent en bordure du massif pyrénéen, ce qui signifie que des troupeaux différents auraient occupé le Sud-Ouest de la France au cours du Bølling-Allerød. Selon Delpech (1983), les rennes aquitains, plus petits, subissaient des contraintes environnementales plus fortes que ceux qui occupaient les abords montagneux, secteur mieux adapté aux exigences de cet ongulé de milieu froid (Delpech 1999). Ces différences de taille entre les rennes de Dordogne/Gironde et des Landes révéleraient l'existence de troupeaux distincts et ainsi, peut-être, le début de la constitution d'isolats (Delpech 1983). D'après des analyses isotopiques, les individus des Landes et de Dordogne avaient des valeurs $\delta^{13}\text{C}$ différentes, indiquant une absence de lichen dans l'alimentation des premiers (Hayden *et al.* 1987 in Weinstock 2000b).



Antérieurement aux travaux de Weinstock et postérieurement à ceux de Delpéch, Altuna et Mariezkurrena (1995) se sont également interrogés sur la présence de rennes plus grands dans les Landes. Pour cela, ils ont effectué des comparaisons entre les sites voisins de Dufaure (c. 4 et 5) et de Duruthy (c.3), en comparant les données de Dufaure à celles du Morin et de la Gare de Couze. Les tests de Student qu'ils ont réalisés à partir des mesures brutes de chaque variable ont permis de mettre en évidence une seule différence significative (Mcm Bd et Dd – diamètre transversal et antéro-postérieur de l'extrémité distale du métacarpien) entre Dufaure et Duruthy. Ayant exclu l'hypothèse d'une méthodologie distincte, les auteurs ne parviennent pas à expliquer cette différence. Dans un second temps, la comparaison entre les valeurs de Dufaure et celles de Gare de Couze montre « *moins de différences qu'avait observées F. Delpéch (1983) pour le Renne de Duruthy* » (Altuna et Mariezkurrena 1995 : 207). En effet, seules les mesures de l'extrémité distale de l'humérus et une mesure du métatarse (Mtm Bd) sont significativement différentes. Malgré cela, les auteurs considèrent que la différence de taille corporelle des rennes abonde dans le même sens que celle observée à Duruthy par Delpéch. Les conclusions de Straus (1995) tendent toutefois à tempérer les résultats : « *Bien que des différences statistiques significatives existent entre les rennes de Dufaure et ceux de la Gare de Couze, les différences avec leurs congénères du site du Morin ne sont pas tout à fait significatifs au niveau de 0.05 de probabilité. Toutes ces données suggèrent l'existence d'une population pyrénéenne de rennes plus ou moins distincte d'une autre population dont le territoire annuel s'étendait, peut-être, le long de la vallée de la Dordogne au Tardiglaciaire* » (Straus 1995 : 264).

Les travaux menés par Clot dans les Hautes-Pyrénées permettent d'apporter quelques données complémentaires sur la taille corporelle des rennes de la fin du Paléolithique supérieur. D'après l'analyse paléontologique menée sur la faune du Magdalénien moyen de la Grotte de Labastide, il constate que les rennes mesurés (NRM= 16 ; dents incluses) sont de forte taille, en comparaison avec d'autres assemblages pyrénéens -Duruthy compris- et seraient en relation avec une présence importante d'individus mâles (Clot 1982, 1988). Dans les déblais de la grotte Lortet, les quelques éléments mesurables (NRM= 15, principalement des phalanges) ont des dimensions générales moyennes entrant dans les limites de variation des rennes des Pyrénées de l'OIS2 (Boivin *et al.* 1986). Au Bois de Cantet, les dimensions relevées (NRM= 37) oscillent autour des moyennes données par Delpéch (1975, 1983) pour le Magdalénien de Duruthy (Clot *et al.* 1984). Dans les déblais des fouilles anciennes de la grotte des Espéluques, les dimensions des M₃ de rennes (NRM= 6) ont été comparées à d'autres assemblages magdaléniens (Duruthy, Gare de Couze et Le Morin) et indiquent des valeurs moyennes plus importantes (Omnès *et al.* 1980).



Espéluques- Tête de renne sculptée sur bois de renne (Ladier 1983)



Bilan sur les cadres fondamentaux

L'abondance des ossements de renne dans les assemblages fossiles du Sud-Ouest de la France a conduit de nombreux auteurs, français et étrangers, à s'interroger sur les modes de vie des groupes humains et des troupeaux de rennes paléolithiques. En dépit des nombreux vestiges découverts en contexte anthropique, nos connaissances sur les stratégies de chasse demeurent encore incomplètes. Le recours aux données actualistes ainsi que les analyses sur le matériel archéologique dentaire et osseux ont permis l'établissement de nombreuses hypothèses, relatives notamment à l'habitat, aux habitudes alimentaires ainsi qu'au degré de nomadisme des troupeaux de rennes. La synthèse des données sur les populations vivant actuellement dans les zones septentrionales indique néanmoins qu'il convient de demeurer prudent dans les transferts actuel/fossile, particulièrement en raison de la grande variabilité existante au sein même des populations de rennes actuels. Par ailleurs, les causes de cette grande variabilité demeurent pour l'heure encore difficiles à cerner : est-elle intrinsèque à l'espèce ? Ou bien est-elle la conséquence d'un fractionnement biogéographique actuel important lié à des conditions climatiques non-optimales pour cette espèce ?

Les études portant sur la morphologie des rennes paléolithiques ont finalement conduit plusieurs auteurs à proposer l'hypothèse de fluctuations diachroniques de la taille corporelle des rennes -qui seraient plutôt apparentés à des formes de tundra-, ainsi que l'existence de troupeaux « contemporains » de morphologie distincte, à la fin du Paléolithique supérieur (Delpech 1983, Weinstock 2000a, b). À mon tour, je me suis interrogée sur les variations de taille corporelle des rennes ayant fréquenté le Sud-Ouest de la France au cours du Paléolithique supérieur. J'ai tout d'abord tenté d'identifier leurs caractéristiques morphologiques, en testant les hypothèses de fluctuations temporelles de la taille corporelle, en lien notamment avec les changements climatiques et environnementaux. Je me suis également interrogée sur les variations spatiales à l'échelle du Sud-Ouest de la France.

La problématique sous-jacente est celle de l'étendue des déplacements et du degré de mobilité des rennes, gibiers de choix au sein de l'économie des groupes de chasseurs-cueilleurs nomades.



III. Méthodes d'étude



Il n'y a pas une méthode unique pour étudier les choses (Aristote)



Afin de répondre aux problématiques relatives aux fluctuations de la taille corporelle des rennes actuels et paléolithiques, divers outils méthodologiques ont été sollicités. La morphologie varie tout d'abord selon l'âge, mais également selon le sexe des individus composant un troupeau. En effet, comme chez la plupart des mammifères, les rennes mâles adultes sont plus imposants que les femelles, tant du point de vue de la taille générale que de la corpulence. Pour caractériser la masse et la taille corporelle des échantillons paléolithiques, il est donc nécessaire d'évaluer la composition de l'échantillon étudié du point de vue de l'âge mais aussi du sex-ratio. Les analyses statistiques (Analyses de mélanges, diagrammes de Simpson, ANOVA, ACP, RTB, etc.) permettant d'évaluer la taille corporelle des rennes sont abordées dans une seconde partie. Ces méthodes ont été mises au point en collaboration avec G. Escarguel.

III.1. Identification de l'âge et du sexe des individus

Plusieurs méthodes classiques permettent d'identifier l'âge et le sexe des individus. Ces informations sont primordiales car elles livrent des indications sur les structures démographiques des troupeaux. Dans le cas d'un gisement anthropique, les hommes ont-ils préférentiellement ciblé leurs chasses sur des groupes d'individus particuliers ? Le choix s'est-il porté sur les individus les plus faibles (juvéniles et séniles), sur les mâles en bonne condition physique ? Les stratégies d'acquisition sont-elles plutôt orientées vers un prélèvement au hasard au sein des hardes de rennes ? Les contextes d'accumulations naturelles de faunes (aven-pièges), grâce au bon état de conservation des ossements (souvent complets), offrent l'opportunité d'étudier les structures démographiques naturelles des populations animales sans intervention de l'homme ou des carnivores (Brugal *et al.* 1998, Brugal 2006, Costamagno 1999b, Coumont 2006, Castel *et al.* 2008).

III.1.1. Âge des individus

Les restes dentaires qui évoluent tout au long de la vie de l'animal sont un matériel de choix pour la détermination de l'âge des individus (Bouchud 1966, Miller 1972, 1974, Pike-Tay 2000). Néanmoins, notre étude ayant porté plus spécifiquement sur les éléments du squelette post-crânien, c'est la méthode du degré d'épiphyse des ossements que nous avons utilisée pour l'analyse de notre matériel. La fusion des épiphyses articulaires constitue une des approches majeures dans l'estimation de l'âge des individus. La croissance du squelette est variable au cours du temps : les extrémités articulaires ne fusionnent pas toutes au même moment dans la vie de l'animal. On admet généralement que la croissance des ossements de Renne se termine lorsque les épiphyses sont soudées. Certains auteurs considèrent qu'elle s'achève vers 3 ans (Pasda 2009) alors que pour d'autres, seules les femelles continueraient à grandir jusqu'à la troisième année (Reimers 1975, Skogland 1983). Weinstock (1997, 2000a, b, 2001, 2002) a montré que l'achèvement de la croissance chez les femelles peut différer au sein des populations, y compris fossiles.



Les données disponibles concernant l'âge d'épiphyssation des différents ossements de renne proviennent de populations de Yakoutie (Nord-est de la Sibérie) (Egorov 1967) et de rennes sauvages des montagnes (*Rangifer tarandus tarandus*) du Sud de la Norvège (population Hardangervidda), dont le matériel consiste en 35 squelettes (19 mâles et 16 femelles) (Hufthammer 1995). La naissance des rennes dans cette zone peut varier du milieu à la fin du mois de mai (en moyenne autour du 15 mai). Le degré d'éruption et l'usure dentaire couplés avec la date d'abattage a permis de déterminer un âge individuel. D'après les observations réalisées sur ce matériel, voici les principales informations (Tableau 10) :

Dès la naissance, les extrémités proximales des métapodes ainsi que les extrémités distales des phalanges sont fusionnées. Les éléments anatomiques qui se soudent tôt dans la vie de l'animal sont les scapulas et les phalanges. Au niveau des os longs, les extrémités proximale de radius, distale de l'humérus, du tibia et des métapodes sont soudées avant l'âge de trois ans. La croissance osseuse est complètement achevée lorsque les ulnas, les fémurs et les extrémités proximales des humérus et tibia sont soudées, c'est-à-dire autour de 4-5 ans. D'après nos observations sur les vertèbres de cette même population (dont nous avons effectué l'analyse ostéométrique), les disques vertébraux sont soudés vers cet âge-là.

Portions anatomiques	d'après Egorov 1967 in Murray 1993							d'après Hufthammer 1995	d'après Pasda 2009	
	< 1	1	2	3	4	5	6			7
PHALANGE1 p		NF	Fs	Fs	CF	CF	CF	CF	6-18 mois	7-12 mois
PHALANGE2 p		NF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	6-18 mois	6-9 mois
PHALANGE3 p	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	-	-
CALCANEUM		NF	NF	Fs	CF	CF	CF	CF	18-42 mois	36-47 mois
METACARPE p	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	naissance	-
METACARPE d		NF	Fs	CF	CF	CF	CF	CF	30 mois	12-35 mois
METATARSE p	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	naissance	-
METATARSE d		NF	Fs	CF	CF	CF	CF	CF	30 mois	18-35 mois
ULNA p		NF	NF	NF	Fs	CF	CF	CF	54 mois	43-76 mois
ULNA d		NF	NF	NF	Fs	CF	CF	CF	48 mois	48-54 mois
RADIUS p	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	CF	10 mois	6-9 mois
RADIUS d		NF	NF	NF	Fs	CF	CF	CF	48 mois	36-47 mois
TIBIA p		NF	NF	NF	CF	CF	CF	CF	48-60 mois	18-42 mois
TIBIA d		NF	Fs	CF	CF	CF	CF	CF	18-30 mois	18-30 mois
HUMERUS p		NF	NF	NF	Fs	Fs	CF	CF	48 mois	43-76 mois
HUMERUS d		Fs	Fs	CF	CF	CF	CF	CF	18 mois	7-42 mois
FEMUR p		NF	NF	Fs	CF	CF	CF	CF	48 mois	42-47 mois
FEMUR d		NF	NF	NF	Fs	CF	CF	CF	36-48 mois	36-47 mois
tubérosité ILIUM		NF	NF	NF	NF	Fs	Fs	CF	-	-
tubérosité ISCHIUM		NF	NF	NF	NF	Fs	Fs	CF	-	-
fusion ILIUM & ISCHIUM		Fs	CF	CF	CF	CF	CF	CF	-	6-18 mois
Scapula	-	-	-	-	-	-	-	-	6 mois	6-9 mois

Tableau 10: Âge d'épiphyssation des ossements de renne d'après plusieurs sources (NF : non fusionné, Fs : fusion visible, CF : complètement fusionné). D'après Egorov : âge en années.

Plus récemment, les travaux de Pasda (2009) sur des populations actuelles de l'Ouest du Groenland (*Rangifer tarandus groenlandicus*) ont permis d'apporter des données supplémentaires (Tableau 10) sur les âges de fusion des principaux ossements provenant de 80 individus connus. D'après cet auteur -dont les résultats sont en partie en accord avec ceux d' Hufthammer (1995)-, l'extrémité proximale du radius ainsi que le processus coracoïde de la scapula et la phalange médiale sont soudés autour de 6-9 mois. Les derniers éléments à s'épiphyser sont : les extrémités proximales des humérus et fémurs, l'ulna (début de soudure



vers 43 mois) puis le sternum (autour de 115-131 mois). Les analyses menées sur cette population indiquent que les ossements continuent toutefois à se développer, en longueur, après la fusion des épiphyses (Pasda 2009).

La méthode de la fusion des épiphyses peut ainsi donner des indications, à partir d'un seul élément anatomique, sur l'âge minimum d'un individu. Ces indications permettent de mieux caractériser la composition démographique de l'échantillon analysé. Bien entendu, les os complets dont les deux extrémités sont conservées offrent l'avantage de donner un âge plus précis (Figure 54).



Figure 54 : Etapes d'épiphysation des tibias et âge des individus (Siréjol, Lot. Cliché D. Kuntz) ; a) aucune épiphyse soudée : individu de moins de 30 mois ; b) seule l'épiphyse distale est soudée : individu âgé entre 30 et 48 mois ; c) les deux épiphyses sont soudées : individu de + de 4/5 ans. Echelle : 10 cm.

III.1.2. Sexe des individus

La détermination du sexe est un complément essentiel à l'estimation de l'âge des individus. La prise en compte du sex-ratio constitue une démarche indispensable dès lors que l'on souhaite aborder la question de la taille corporelle des rennes. Il est en effet primordial de déterminer si les différences corporelles mises en évidence sont le reflet d'une différence effective de taille ou d'une proportion distincte de mâles et de femelles. Dans le cadre d'études archéozoologiques, ce type de données livre par ailleurs des informations sur la biologie et le comportement des populations animales ainsi que sur les éventuels choix opérés par les groupes humains lors de la sélection du gibier (Weinstock 2000b).



La communauté scientifique dispose d'un certain nombre de critères morphologiques et morphométriques. Les critères morphologiques sont divers, allant de la forme des chevilles osseuses chez les caprinés par exemple, à celle des canines ou encore du bassin (Chaix et Méniel 1996). Pour le renne, les bois ne sont pas forcément un bon indicateur car d'une part, les deux sexes en portent et, d'autre part, les distinctions sexuelles sont souvent difficiles (Averbouh 2000, Pétilion et Letourneux 2006). Par ailleurs, seule la présence de bois de massacre permet d'identifier, partiellement tout du moins, la part des mâles et des femelles chassés et rapportés au campement par les groupes humains. Les bois de chute ne sont quant à eux pas représentatifs des individus présents dans un assemblage car ils ont pu être collectés en dehors des épisodes de chasse et à d'autres saisons.

L'os coxal permet plus aisément de distinguer les mâles des femelles. Chez le renne comme chez d'autres Cervidés, le bord ventro-médial de l'acétabulum est beaucoup plus épais chez les mâles que chez les femelles (Tyler 1987, Greenfield 2006, Pasda 2009) (Figure 55). Chez les individus adultes, cette largeur est relativement stable, ce qui en fait une méthode particulièrement utile pour l'identification du sexe des individus.

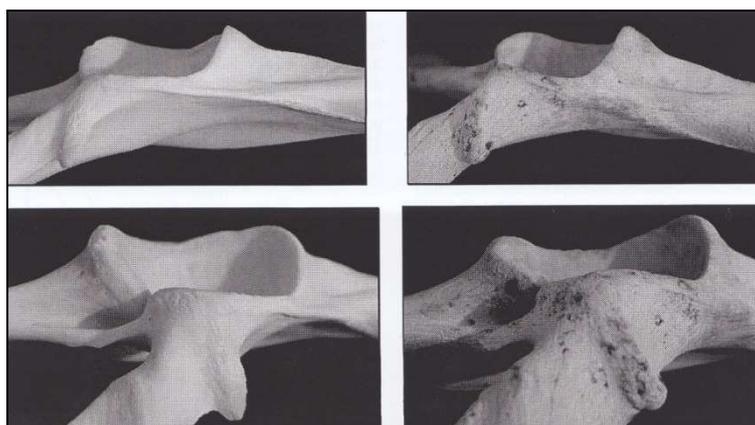


Figure 55: Bord ventro-médial des os coxaux de caribous actuels (à gauche, coxal de femelle ; à droite, coxal de mâle) (Pasda 2009).

La largeur du bord est comprise, pour la population de Svalbard (*Rangifer tarandus platyrhincus*), entre 1 à 4 mm pour les femelles et 7 à 13 mm pour les mâles (Tyler 1987). Pour l'échantillon de Norvège (*R. tarandus tarandus*), la mesure varie, pour les individus de trois ans et plus, de 4,5 à 8,6 mm pour les femelles et de 8,5 à 12,1 mm pour les mâles (Kuntz ce travail). Les femelles du Sud de la Norvège paraissent ainsi avoir une largeur du bord de l'acétabulum plus importante que celles de la péninsule de Svalbard alors que les coxaux des mâles demeurent quant à eux de morphologie moins large. Les rennes du gisement paléontologique lotois de Siréjol (Figure 56) ont des valeurs proches (5,6 à 7,7 mm pour les femelles et 8,5 à 12,3 mm pour les mâles) de celles de l'échantillon norvégien.





Figure 56 : Siréjol (Lot)- Coxal de mâle (à l'avant) et de de femelle (à l'arrière). Cliché D. Kuntz

Chez la plupart des mammifères, les mâles sont morphologiquement plus trapus que les femelles. Cela se traduit par des différences biométriques au niveau des ossements. Le degré de dimorphisme sexuel est cependant variable en fonction des espèces (Altuna 1978, Mariezkurrena et Altuna 1983, Speth 1983). Des analyses ostéométriques sur l'actuel ont permis de montrer que le dimorphisme sexuel est très marqué, tant chez le caribou de la toundra (Pasda 2009), que chez le renne de montagne (cf. partie V). Généralement, les mâles demeurent plus trapus et plus grands que les femelles, en raison notamment du port de bois plus lourds chez les premiers. Ces différences de proportions sont perceptibles sur la majorité des os longs, et pas uniquement ceux du membre antérieur. Plusieurs méthodes permettent d'obtenir des informations générales sur la proportion de mâles et femelles présents dans un assemblage osseux.

III.1.2.1. Analyses graphiques

Ce sont les diagrammes bivariés (nuages de points) et les histogrammes qui sont le plus fréquemment utilisés pour illustrer le problème du dimorphisme sexuel. À partir de notre référentiel actuel de Norvège dont le sexe est connu, nous avons testé la méthode de la représentation classique en nuages de points. La fiabilité de cette méthode -pour discriminer les mâles des femelles- est discutée dans la partie V. D'une manière générale, ces graphiques ne permettent malheureusement pas de séparer systématiquement les deux groupes, soit par insuffisance des données, soit parce que le recouvrement est trop important. Si la bimodalité ne peut être résolue par des tests et des représentations graphiques simples, le recours à l'analyse de mélange apparaît comme une solution (Monchot 2000).

III.1.2.2. Analyse de mélange

Dans un assemblage fossile, on cherche généralement à évaluer le nombre de mâles (« grands » individus) et de femelles (« petits » individus) présents dans un échantillon composé de N observations (Figure 57) (Monchot 2000, Monchot et Léchelle 2002). L'analyse de mélange est une méthode statistique basée sur le maximum de vraisemblance : la solution adoptée est celle maximisant la vraisemblance du modèle de mélange (ici, deux ou trois distributions gaussiennes plus ou moins superposées) au regard des données disponibles (N individus échantillonnés et mesurés pour une variable métrique quelconque), c'est-à-dire celle maximisant la probabilité d'observer les données disponibles sachant que c'est le



modèle de mélange considéré qui les a produites. Cette méthode a été appliquée, dans le registre fossile, sur l'ours des cavernes (Quiles *et al.* 2005), le renard (Monchot et Gendron 2010), le mouflon (Monchot 1999), le bouquetin (Fernandez et Monchot 2007), l'aurochs (Helmer et Monchot 2006), le cerf élaphe (Monchot 2002), le mégacéros et des hominidés anciens d'Afrique (Dong 1997).

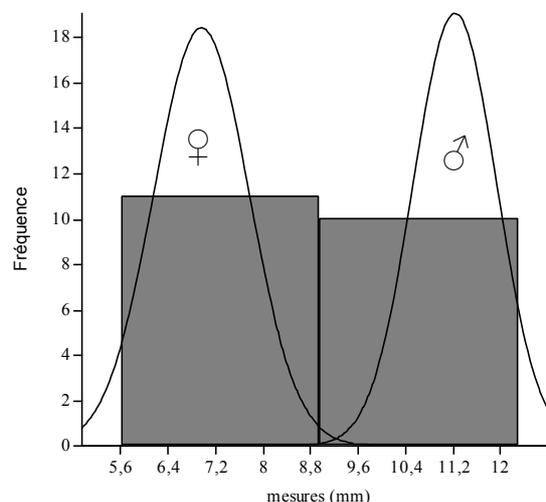


Figure 57 : Exemple d'une analyse de mélange montrant une bimodalité

En collaboration avec G. Escarguel, des analyses de mélange ont été entreprises sur des assemblages d'ossements de rennes actuels et fossiles pour lesquels des mesures brutes (individuelles) étaient accessibles. Pour un échantillon donné, des analyses ont d'abord été menées séparément pour chaque variable biométrique, afin d'obtenir ensuite, sur la base de tous les éléments considérés simultanément, une estimation du pourcentage moyen de mâles et femelles constituant l'assemblage. Pour chaque variable, les analyses de mélange ne sont pas réalisées à partir des valeurs individuelles mesurées, mais à partir de valeurs individuelles standardisées sur l'échantillon de référence de Stellmoor (Weinstock 2000b). Les principales techniques d'« ajustement à la taille » sont : le LSI - *Logarithm Size Index* (Simpson 1941) et le VSI - *Variability Size Index* (Uerpmann 1982) (cf. infra p. 129).

À partir des valeurs individuelles de VSI* (les ossements non épiphysés étant exclus), des analyses de mélanges sont réalisées à l'aide du logiciel PAST version 1.95 © Hammer et Harper 2009 (Hammer *et al.* 2001) séparément pour chaque variable analysée. Pour chaque variable, elles permettent d'estimer le pourcentage de « très petits » (juvéniles), de « petits » (femelles ?) et de « grands » individus (mâles ?) dans le cas d'une répartition à trois groupes, ou bien de mâles et femelles dans le cas d'une distribution bimodale³². Enfin, la moyenne des pourcentages de « petits » (femelles ?) et de « grands » (mâles ?) permet d'estimer l'abondance relative de chacune des deux catégories (sexes ?) au sein de l'assemblage étudié.

³² Notons toutefois que dans le cadre d'une bimodalité, on peut également être en présence de juvéniles et de femelles ou de juvéniles et de mâles, certains éléments anatomiques fusionnant tôt dans la vie de l'animal.



Pour des raisons de représentativité statistique, ces données ne peuvent toutefois être obtenues qu'à partir d'échantillons dont le nombre de mesures brutes est supérieur à ~20 restes mesurés. L'analyse de mélange n'identifie parfois qu'un seul groupe au sein de l'échantillon analysé. Le chevauchement des valeurs, un nombre insuffisant de restes osseux ou la présence (quasi-)exclusive d'un sexe (sex-ratio très déséquilibré) peuvent être à l'origine d'un tel résultat.

Cette nouvelle méthode a été préalablement testée sur des échantillons d'ossements de rennes actuels (caribous de la toundra du Groenland et rennes de montagne du Sud de la Norvège) dont l'âge et le sexe des individus sont connus. Ces tests nous ont ensuite permis d'envisager son application sur le fossile. Les résultats issus de ces analyses sont présentés dans les parties V et VI.

III.2. Caractérisation de la taille et de la masse des rennes

Afin de caractériser la taille corporelle d'échantillons vivants ou fossiles et d'étudier les variations morphologiques qui affectent le squelette, plusieurs méthodes statistiques sont actuellement utilisées : la morphométrie conventionnelle et, plus récemment, la morphométrie géométrique. La différence principale réside dans la nature des mesures utilisées : les approches biométriques conventionnelles sont basées sur des mesures euclidiennes (mesures de longueur, largeur, etc.) alors que la morphométrie géométrique (analyse de la position de points de repères homologues et analyse des contours) se fonde sur des coordonnées dans un espace à deux ou trois dimensions et nécessite un dispositif technique d'enregistrement approprié (Figure 58) (Betti *et al.* 2000, Baylac 1996, Bignon 2003).

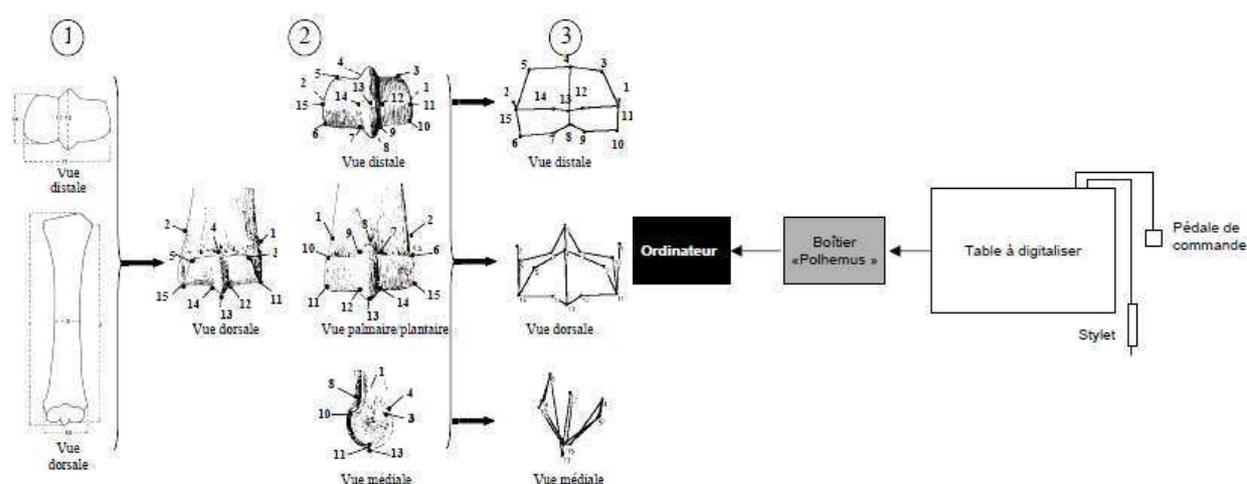


Figure 58 : Sélection des points repères homologues des métapodes de chevaux et processus d'enregistrement des coordonnées (Bignon 2003)



En biologie, toute différence morphométrique entre deux (ou plus) individus « réels » ou « moyens » peut se décomposer en deux parties distinctes : une différence isométrique (taille *s.s.*) et une différence allométrique (forme). D'une manière générale, on parle d'allométrie lorsque le changement de taille est accompagné d'un changement de forme (la patte d'un renne n'a pas la même forme que la patte d'un cerf) et d'isométrie lorsque le changement de taille n'induit pas un changement de forme (un gros cube a exactement la même forme qu'un petit cube). Une variation allométrique implique de fait, en plus d'un strict changement de taille, un changement de conformation (forme), c'est-à-dire de proportions entre les différents éléments de l'objet analysé. C'est par exemple le cas lors de la croissance des individus (Teissier 1948). Une variation isométrique implique quant à elle une invariance des proportions en fonction de la taille, ce qui est rarement le cas en biologie (Baylac 1996, Betti *et al.* 2000). Dans ce contexte général, la morphométrie géométrique reconnaît deux composantes fondamentales de la forme, résumées dans la désormais célèbre formule : **«forme = taille + conformation»** (« *form = size + shape* » : Bookstein 1989). L'intérêt principal de la morphométrie géométrique réside dans le fait de pouvoir développer des analyses disjointes des paramètres de taille et de conformation (Bignon 2003, Cucchi 2005).

J'ai ici retenu les méthodes traditionnelles pour des raisons pratiques et techniques, le laboratoire TRACES n'étant pas doté des outils techniques propres à des analyses en morphométrie géométrique. Les variables utilisées en morphométrie conventionnelle sont des mesures linéaires et/ou des indices dont les valeurs sont standardisées sur un échantillon de référence (dans notre cas, les rennes du niveau ahrensbourgien de Stellmoor, présentés ci-après dans le corpus d'étude). Elles permettent de décrire les changements de forme d'un taxon au cours de son évolution et de comparer la forme d'échantillons vivants ou fossiles selon plusieurs critères (populations géographiques, effets génétiques ou environnementaux, couches sédimentaires ou niveaux archéologiques) (Cucchi 2005). La taille corporelle dépend principalement du contexte environnemental (alimentation) alors que la conformation (forme) peut résulter de caractères génétiques ou de contraintes développementales reliées, directement ou indirectement, au contexte environnemental (Escarguel, *com. pers.*). L'objectif de telles analyses biométriques est de séparer les variations isométriques de taille des variations qui relèvent uniquement de la forme *stricto sensu* (Cucchi 2005). À partir de cette méthode, il est généralement possible de mesurer un nombre important de restes squelettiques en prenant en compte les éléments fracturés. En d'autres termes, il n'est pas nécessaire que les restes osseux soient complets (Bouchud 1966, Von den Driesch 1976, Delpech 1983, Weinstock 2000b, Bignon 2003).

III.2.1. Mesure des éléments anatomiques et variables retenues

Seuls les ossements épiphysés (considérés comme adultes d'un point de vue biologique) ont été mesurés afin de ne pas introduire de biais. En effet, un échantillon dominé par les jeunes individus aurait tendance à laisser croire que les rennes sont de petite taille par rapport à un



assemblage dans lequel les adultes sont mieux représentés. L'épiphysation des extrémités proximales et distales d'un même élément anatomique ne se faisant pas au même moment, il est préférable de mesurer des os longs complets pour garantir l'âge adulte des individus (Von den Driesch 1976). Or les éléments anatomiques complets ne sont généralement représentés, dans les assemblages fossiles, qu'en contexte naturel. D'autre part, les extrémités proximales et distales des os longs se préservent selon des fréquences différentes (Brain 1976, Shipman 1981, Lyman 1994). Les extrémités mesurables des os longs dont les épiphyses fusionnent tôt (comme HUMdistal et RADproximal) sont souvent représentées en plus grand nombre car l'os se consolide tôt. Les extrémités dont les épiphyses fusionnent tard (comme HUMproximal et RADdistal) ont tendance à être moins fréquentes (la paroi des os est moins compacte et donc moins résistante aux forces destructrices). Certains ossements se prêtent donc moins facilement à la prise de mesures (Von den Driesch 1976).

La comparaison des données biométriques entre plusieurs sites nécessite que les mesures aient été prises selon les mêmes procédures. Toutes nos mesures ont été effectuées au pied à coulisse (au mm près) et nous nous sommes référés aux codes établis par von den Driesch (1976) appliqués au renne par Weinstock (2000b).

Lors des comparaisons inter-sites, je me suis aperçue que subsistaient des problèmes de correspondance selon les auteurs : certaines variables peuvent en effet être mesurées différemment selon les analystes. C'est le cas par exemple du diamètre antéro-postérieur de l'extrémité distale du radius pour lequel Griggo et Delpech tiennent compte de l'épiphyse distale de l'ulna alors que nous ne l'avons pas conservée. Dans ces conditions, et afin de ne pas fausser les résultats, les valeurs correspondant à ces mesures n'ont pas été retenues lorsqu'elles s'avéraient aberrantes (valeurs moyennes très différentes). Une méthode permet d'évaluer l'erreur de mesures entre deux séries (%EM) afin d'évaluer si des variables doivent être supprimées de l'analyse (Bailey et Byrnes 1990, Muñoz-Muñoz et Perpiñan 2010). Dans le cadre de son analyse ostéométrique sur des restes de rennes de la grotte Tournal (Aude), Magniez (2010a) indique que l'erreur de mesure se montre suffisamment faible pour n'exclure aucune variable. Les écarts les plus faibles s'enregistrent au niveau du diamètre transversal du métacarpe et du métatarse distal (Mcm Bd et Mtm Bd) et de la longueur totale du calcanéum (Cal GL) (%EM= 1%). Les plus forts pourcentages d'erreur calculés (les seuls au-dessus de 1%) se trouvent sur le diamètre antéro-postérieur du radius proximal (%EM= 1,1%) et distal (%EM= 2,2%). Un test rapide sur deux séries de mesures prises sur les ossements de l'Igue du Gral indique que la variabilité est faible, que ce soit au niveau d'un seul (Kuntz) ou de deux analystes (Castel & Kuntz).

Les éléments crâniens n'ont pas été étudiés car les crânes et les mandibules complets sont rarement conservés dans les gisements préhistoriques. Les dents isolées demeurent généralement plus abondantes car elles résistent mieux aux dommages mécaniques. Bien que ces dernières puissent être sollicitées pour comparer la taille des individus d'une même espèce



séparés d'une dizaine de milliers d'années (Guthrie 1984, Fortelius 1990), leur utilisation peut être critiquable quand on se situe sur une courte échelle de temps. En effet, les dents réagissent plus lentement aux changements environnementaux à l'origine d'une augmentation ou d'une diminution de la taille (Weinstock 2000b). Les dents ne sont donc pas un bon indicateur de taille corporelle intra-spécifique. Par ailleurs, elles sont plus stables génétiquement que les ossements du squelette post-crânien (Hillson 1986, Dayan *et al.* 2002). Enfin, les dents ne permettent pas d'évaluer le dimorphisme sexuel (Magniez 2010b), contrairement à d'autres variables prises sur la mandibule (Bergerud 1964, Miller 1974, Morrison et Whitridge 1997). Le matériel dentaire n'a donc pas été pris en compte dans nos analyses morphométriques.

Les mesures post-crâniennes peuvent en revanche apporter des informations sur la taille et la masse corporelle. Cela s'explique par les nécessités biomécaniques des individus : les os doivent avoir une épaisseur suffisante pour résister aux forces de compression générées par le poids des éléments. Ainsi, dans une population animale qui augmente de taille, les dimensions squelettiques doivent augmenter de manière régulière pour compenser l'augmentation de la masse corporelle (Scott 1990). Alors que les dimensions du squelette post-crânien montrent une corrélation significative avec la masse corporelle, les mesures de la longueur des os longs ne s'avèrent pas autant efficaces (Scott 1983, 1990). Ce n'est pas surprenant car le squelette doit résister à des forces de compression, ce qui s'opère davantage sur l'épaisseur et la largeur que sur la longueur des ossements. De nombreuses mesures ont été utilisées pour estimer la taille corporelle mais plusieurs études indiquent que les surfaces articulaires sont les meilleurs indicateurs chez un grand nombre de taxons comme les primates, les carnivores et les ongulés (Scott 1990, Anyonge 1993, Ruff 2003).

Les analyses ostéométriques ont été réalisées d'après les mêmes variables que celles retenues par Weinstock (2000b). Pour les comparaisons inter-sites, les mesures des premières vertèbres cervicales (l'atlas et l'axis), celles des mandibules, des fémurs et de l'extrémité proximale de l'humérus ont toutefois été exclues en raison de leur faible nombre dans les assemblages archéologiques du Sud-Ouest de la France. Il en va de même pour les quelques mesures de longueur d'os longs obtenues en contexte naturel, que nous ne citerons que ponctuellement. Bien que non disponibles pour les gisements étudiés par d'autres auteurs, les mesures d'épaisseur des diaphyses ont été conservées car elles peuvent renseigner sur la robustesse ainsi que sur le sex-ratio. Les mesures des poulies articulaires des métapodes et des phalanges n'ont quant à elle pas été prises car elles seraient peu fiables pour individualiser des tailles corporelles (Weinstock 2000b, 2001). Enfin, nous n'avons pas inclu les carpiens car nous ne disposons pas de valeurs au sein de l'échantillon de référence de Stellmoor.

Au total, ce sont donc 42 variables qui ont été retenues afin de mener des comparaisons globales (Tableau 11). Le détail de chaque mesure est présenté en annexe 2 sous la forme de figures. Dans la présentation du corpus d'étude (IV), je distingue, dans les tableaux, le



nombre total de restes mesurés (NRM) et le nombre d'éléments retenus (NER) pour les analyses. Pour certains assemblages, j'ai repris les valeurs statistiques (nombre, moyenne, écart-type) publiées pour chacune des variables biométriques. Pour les corpus inédits, ces valeurs ont pu être calculées à partir des mesures brutes. Toutes les valeurs obtenues ont été standardisées sur l'échantillon de référence de Stellmoor (Weinstock 2000b, 2001).

Éléments anatomiques	Codes Weinstock	Terminologie anglaise	Correspondance française
Scapula	SCA M1	SLC	DAP col
	SCA M2	GLP	DAP max.
	SCA M4	BG	DT cav.
Humérus	HUM M1	Bd	DT d
	HUM M2	BT	DT trochlée
	HUM M3	SD	Petite l. diaph.
	HUM M4	Dd	DAP d
Radius	RAD M1	Bp	DTp
	RAD M2	SD	petite l. diaph.
	RAD M3	Bd	DTd
	RAD M6	Dp	DAPp
	RAD M7	Dd	DAPd
Ulna	ULN M1	BPC	l. surf. artic.
	ULN M2	DAP	ép. Processus anconé
Métacarpe	MC M1	Bp	DT p
	MC M2	Dp	DAP p
	MC M3	SD	petite l. diaph.
	MC M4	Bd	DT d
	MC M5	dd	DAP d
	MC M7	DD	petite ép. diaph.
Pelvis	PEL M1	La	L acétabulum
Tibia	TIB M1	BP	DT p
	TIB M2	SD	petite l. diaph.
	TIB M3	Bd	DT d
	TIB M4	Dd	DAP d
Calcaneus	CAL M1	GL	Lt
	CAL M2	GB	DT
	CAL M3	DI	DAP
	CAL M4	DTc	petite ép.
Talus	TAL M1	LI	Ht l
	TAL M2	Lm	HT m
	TAL M3	DI	DAP l
	TAL M4	Dm	DAP m
	TAL M5	BC	? DT
Cubo-naviculaire	CBN M1	GB	DT
	CBN M2	D	DAP
Métatarse	MT M1	Bp	DT p
	MT M2	Dp	DAP p
	MT M3	SD	petite l. diaph.
	MT M4	Bd	DT d
	MT M5	Dd	DAP d
	MT M7	DD	petite ép. diaph.

Tableau 11 : Variables retenues dans le cadre de nos analyses multivariées (terminologie française- p : proximal, d : distal, DT : diamètre transversal, DAP : diamètre antéro-postérieur, l : largeur, ép. : épaisseur). Pour les référentiels actuels et certains sites paléolithiques (aven-pièges), des mesures de longueur ont également été prises (cf. Annexe 2).

III.2.2. Estimation de la masse corporelle

Plusieurs relations d'allométrie permettent d'obtenir des indices de masse corporelle des ongulés mais toutes ne sont pas de bons indicateurs (Scott 1983, 1990, Fortelius 1990). J'ai



estimé la masse corporelle des rennes paléolithiques du Sud-Ouest de la France sur la base du talus, os du tarse très résistant aux processus post-dépositionnels et par conséquent bien représenté dans les assemblages osseux. C'est la relation d'allométrie développée pour les Artiodactyles par Martinez et Sudre (1995), appliquée récemment sur le renne par Magniez (2010a, b), qui a été utilisée (Figure 59) :

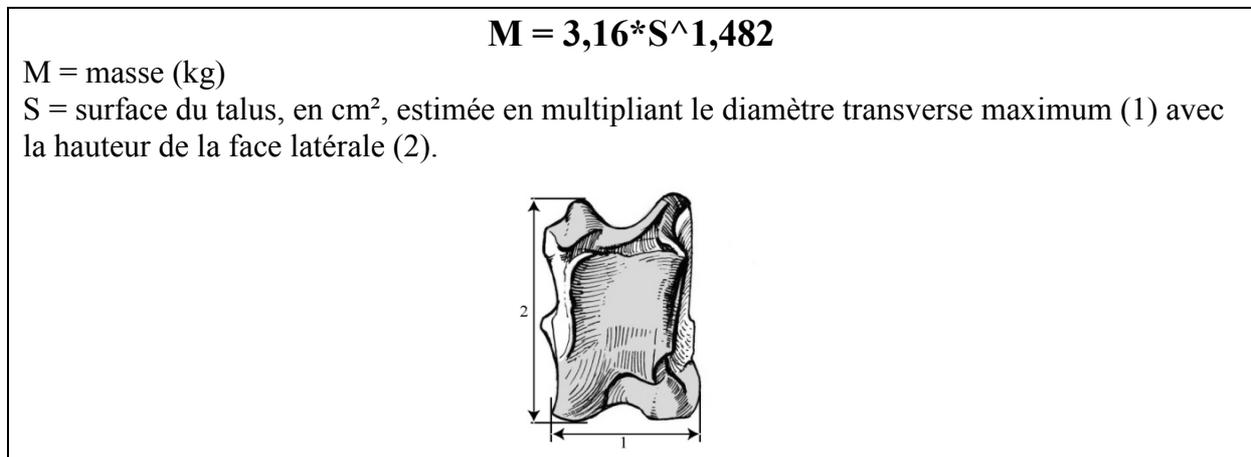


Figure 59: Estimation de la masse corporelle à partir du talus

III.2.3. Calcul d'un indice de variabilité de taille : VSI* (modified Variability Size Index)

L'indice de variabilité de taille corporelle utilisé afin de standardiser les données biométriques des échantillons étudiés est une version modifiée du VSI (*Variability Size Index* ; Uerpman 1982, Meadow 1999, Weinstock 2000b). La modification introduite (Escarguel 2008a) consiste à intégrer, au dénominateur de la formule du VSI, l'écart-type de l'échantillon analysé au côté de celui de l'échantillon de référence. Ainsi, pour la variable i , la différence entre les valeurs moyennes de l'échantillon analysé (X_i) et de l'échantillon de référence (R_i) est rapportée à l'écart-type conjoint de ces deux échantillons, et non au seul écart-type de l'échantillon de référence³³, selon la formule suivante³⁴ :

$$VSI_i^* = \frac{X_i - R_i}{\sqrt{\frac{((n_{X_i} - 1) \cdot s_{X_i}^2) + ((n_{R_i} - 1) \cdot s_{R_i}^2)}{n_{X_i} + n_{R_i} - 2}}}$$

Au contraire du VSI (Uerpman 1990, Weinstock 2000b), en normalisant la différence des moyennes des deux échantillons par leur écart-type conjoint, VSI* prend explicitement en compte l'incertitude associée à l'échantillon étudié. En effet, dès lors que l'on souhaite

³³ Bien sûr, si, pour la variable traitée, l'échantillon fossile analysé n'est constitué que d'un seul spécimen, ou si l'on souhaite calculer l'indice de variabilité de taille pour chaque spécimen mesuré au sein de l'échantillon analysé, les formules du VSI et du VSI* sont strictement équivalentes. Autrement dit, VSI et VSI* ne diffèrent l'un de l'autre que si l'analyse réalisée porte sur la valeur moyenne de l'échantillon étudié.

³⁴ Pour les autres variables de l'équation, cf. p. 129



réaliser des comparaisons basées sur des moyennes d'échantillons, la non prise en compte de cette incertitude par le VSI est un problème, car celle-ci est souvent plus élevée que celle de l'échantillon de référence du seul fait d'un échantillonnage moindre (un échantillon de référence est généralement un « gros » échantillon). Ainsi, ignorer l'incertitude associée à l'échantillon étudié revient à sous-estimer l'incertitude associée à la différence relative, exprimée en unité d'écart-type, entre les deux échantillons (Escarguel 2008a, b, com. pers.).

VSI* peut être calculé grâce au logiciel SIST (pour *Size Index Scaling Techniques* : Escarguel 2008b), un programme écrit en langage IDL (version 6.0.1 © G. Escarguel) qui permet de décrire un échantillon taxinomique caractérisé par N variables biométriques distinctes – les *dimensions* – par comparaison à un échantillon de référence. Les différences relatives, qu'elles soient isométriques ou allométriques, entre plusieurs échantillons standardisés sur la même référence, peuvent ainsi être analysées. En outre, le calcul pour chaque échantillon de la moyenne pondérée des valeurs du VSI* estimées pour chaque variable, permet de définir une « différence de taille isométrique moyenne » (relativement à l'échantillon de référence), notée mISD (pour mean Isometric Size Difference). Ainsi, les comparaisons entre échantillons basées sur les valeurs « centrées » du VSI* (= VSI* - mISD) permettent, en ramenant tous les échantillons comparés à la même échelle de taille (celle de l'échantillon de référence), de s'affranchir des différences isométriques pour ne considérer que les seules différences allométriques, c'est-à-dire de proportions, et donc de conformation entre échantillons (Escarguel 2008b). La mISD obtenue à partir de la comparaison simultanée de plusieurs variables permet donc, comme l'a fait différemment Weinstock à partir du VSI, de comparer les indices de plusieurs échantillons ; elle permet d'avoir une première vision globale des différences de taille corporelle existant entre plusieurs assemblages. Des représentations graphiques variable par variable des valeurs VSI* (de type diagramme de Simpson : Simpson 1941, Simpson *et al.* 1960) sont toutefois nécessaires afin de rendre compte des différences variable par variable mais aussi pour identifier si les différences observées résultent d'une différence allométrique et/ou isométrique. **SIST** propose au calcul trois indices différents d'ajustement de taille :

* Le « **Log-Size Index** » (**LSI**) ou Rapport de Simpson (1941, Simpson *et al.* 1960) valant,

pour chaque dimension i analysée, $LSI_i = \ln\left(\frac{X_i}{R_i}\right) = \ln(X_i) - \ln(R_i)$ où X_i est la valeur

moyenne de la dimension i mesurée pour l'échantillon étudiée, et R_i est la moyenne de cette même dimension i dans l'échantillon de référence.

* Le « **Variability Size Index** » (**VSI**) de Uerpman (1982) valant, pour chaque dimension i

analysée, $VSI_i = k \cdot \frac{X_i - R_i}{s_{Ri}}$ où X_i et R_i ont la même signification que pour le *LSI*, s_{Ri} est

l'écart-type associé à la moyenne de la dimension i dans l'échantillon de référence, et k est une constante positive fixée (arbitrairement) à 25 par Uerpman.



* Le « **modified Variability Size Index** », (**VSI***), valant, pour chaque dimension i analysée,

$$VSI_i^* = \frac{X_i - R_i}{\sqrt{\frac{((n_{Xi} - 1) \cdot s_{Xi}^2) + ((n_{Ri} - 1) \cdot s_{Ri}^2)}{n_{Xi} + n_{Ri} - 2}}}$$

, où X_i et R_i ont la même signification que pour le LSI , n_{Xi} et n_{Ri} sont les nombres de mesures (spécimens) réalisées dans les deux échantillons pour la dimension, et s_{Xi}^2 et s_{Ri}^2 sont les variances associées à X_i et R_i – le dénominateur de la formule du VSI^* est l' « écart-type conjoint », c'est-à-dire la racine carrée de la moyenne pondérée des variances associées aux deux échantillons (Sokal et Rohlf 1995 *in* Escarguel 2008b).

Après avoir calculé, pour chacune des N dimensions analysées, la valeur empirique (observée) de l'indice correspondant à l'échantillon étudié, SIST estime l'intervalle de confiance qui lui est associé. L'estimation est réalisée par bootstrap paramétrique : pour chaque dimension, des pseudo-valeurs des quantités nécessaires au calcul de l'indice retenu sont générées aléatoirement à partir des distributions empiriques de ces quantités (moyennes et écart-types observés pour les deux échantillons). Ces pseudo-moyennes et pseudo-écart-types permettent le calcul de pseudo-valeurs de l'indice retenu ; re-calculées indépendamment un grand nombre de fois ($N_{boot} = 10\,000$ par défaut), elles forment une estimation non-biaisée de l'intervalle de confiance associé à la valeur d'indice observée. Selon la même technique, l'intervalle de confiance associé à l'hypothèse nulle (notée H_0) que « l'échantillon analysé provient de la même population initiale que l'échantillon de référence » est estimé, pour chacune des N dimensions. Ensuite, la moyenne bootstrap et l'écart-type bootstrap associés à l'intervalle de confiance de chaque valeur empirique sont extraits des distributions bootstraps. C'est à partir de ces moyennes et écart-types bootstraps qu'est estimée la différence de taille isométrique moyenne ($mISD$) et son erreur-standard associée. Des tests de significativité (test de Welch) sont effectués par SIST afin d'évaluer l'écart des valeurs empiriques au modèle nul d'absence de différences entre l'échantillon analysé et celui de référence. Enfin, au terme des calculs, le logiciel SIST génère automatiquement trois graphiques : un diagramme de Simpson³⁵ et deux diagrammes synthétiques (histogrammes en fréquences brutes et en fréquences cumulées).

L'analyse comparative simultanée de plusieurs échantillons (tous standardisés sur le même échantillon de référence) est rendue possible grâce au programme IDL MULTI-SIST, permettant ainsi de mener des analyses soit en diachronie, soit en synchronie, tant sur les valeurs « brutes » que sur les valeurs « centrées » de l'indice d'ajustement de taille choisi pour l'étude.

³⁵ En parallèle, SIST crée un fichier de données directement importable dans un tableur de type Excel, fichier contenant l'ensemble des résultats numériques générés par l'analyse et qui permet d'établir soi-même les diagrammes de Simpson.



III.2.4. Représentations graphiques et tests statistiques

III.2.4.1. Problèmes des courbes VSI de Weinstock

Les courbes VSI de Weinstock (2000b) combinent, en un unique signal, différentes variables biométriques mesurées pour plusieurs éléments osseux distincts. Les pourcentages représentent la fréquence des indices VSI des différents éléments anatomiques selon les écarts de taille. D'un point de vue strictement descriptif, quelle est la signification morphologique de la courbe ainsi obtenue ? Cette courbe ne renvoie à aucune caractéristique biométrique simple et explicitement définie, mais à une combinaison de facteurs (signal d'échantillonnage, signal biométrique, sex-ratio...) dont le mélange en une unique courbe empêche d'établir la part respective de chacun dans la construction du signal global. En d'autres termes, observant une courbe VSI donnée, il est impossible d'expliquer simplement quelle est la cause de sa forme, notamment en termes de descripteurs (variables biométriques) impliquées (ou non) dans tel ou tel pic de fréquence. On pourrait très bien imaginer deux échantillons avec des mesures complètement différentes pour le même jeu de descripteurs biométriques, mais qui aboutissent au final à la construction de deux graphes VSI parfaitement identiques.

D'un point de vue strictement comparatif, quel sens y a-t-il à comparer des courbes résultant du mélange de plusieurs descripteurs sur lesquels, pour de simples raisons d'échantillonnages, un nombre différents de mesures a été réalisé ? Le problème est le suivant. Imaginons deux échantillons distincts tirés au hasard au sein d'une unique population de départ. Si le tirage aléatoire n'est pas faussé, alors on s'attend à ce que les deux courbes VSI soient (presque) parfaitement superposées. En fait, cela ne peut être le cas qu'à une seule condition : que la proportion de fragments échantillonnés pour chaque élément osseux pris en compte dans l'analyse soit (presque) parfaitement identique dans les deux échantillons – ce qui n'est qu'exceptionnellement le cas. Sinon, la seule sur- ou sous-représentation relative de tel ou tel élément osseux dans l'assemblage va générer des différences entre les deux courbes. En d'autres termes, on peut très bien arriver à des différences significatives entre courbes VSI simplement parce que les profils d'échantillonnages des assemblages (= les abondances relatives des différentes pièces osseuses mesurées) diffèrent, et cela alors même que les échantillons sont biométriquement parfaitement identiques.

Ne serait-ce que pour ces deux raisons, notre avis est qu'au final il est impossible d'interpréter et de comparer (graphiquement ou statistiquement) des courbes VSI, simplement parce que ces courbes mélangent de façon inextricable un signal d'échantillonnage (abondances relatives des différentes pièces osseuses mesurées) avec un signal biométrique (iso- et allométrique), lui-même résultante morphologiquement ininterprétable de la combinaison de différents descripteurs. La méthode graphique classiquement associée au VSI confond dans une même courbe synthétique trois sources potentielles principales de différenciation entre échantillons : différence de profil d'échantillonnage, différence biométrique isométrique (= différence de taille) et différence biométrique allométrique (= différence de forme) (Escarguel, com. pers.).



Ainsi, l'usage des courbes VSI afin de caractériser le sex-ratio des rennes d'un échantillon n'est pas sans poser quelques difficultés de lecture et d'interprétation. C'est le cas, par exemple, pour des échantillons de petite taille que nous avons étudiés, comme Pégourié (Figure 60) et Murat (Figure 61) dans le Lot. Ces deux assemblages présentent des courbes multimodales que l'on ne peut pas interpréter en terme de proportions mâles/femelles. Weinstock (2000b) lui-même rappelle que les graphiques de distribution des indices peuvent, dans certains cas, donner une idée approximative de certains aspects de la composition démographique d'un assemblage ; et qu'il convient de mesurer une centaine d'ossements pour ne pas fausser l'allure générale de la courbe.

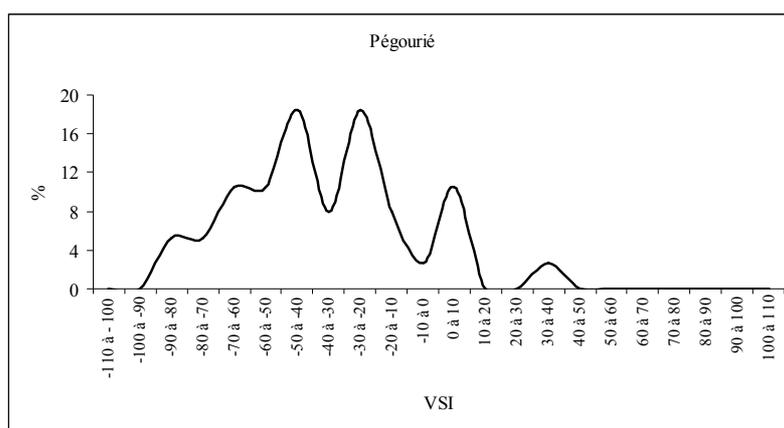


Figure 60 : Distribution de fréquence VSI de Pégourié (Nombre d'Eléments Retenus = 38)

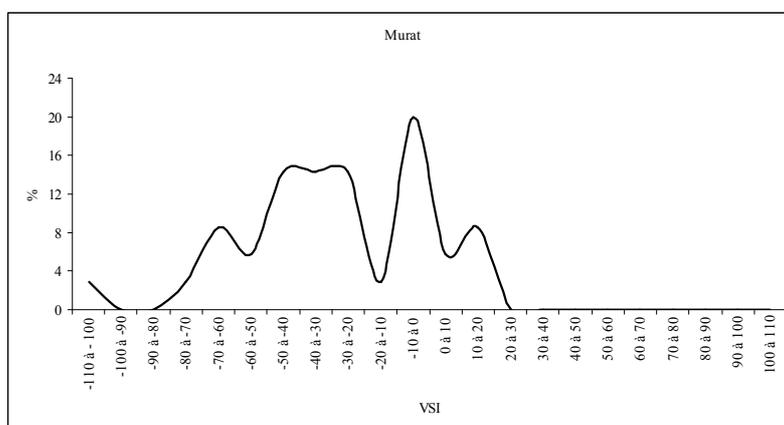


Figure 61 : Distribution de fréquence VSI de Murat (Nombre d'Eléments Retenus = 35)

Cette méthode a été testée sur deux échantillons actuels (Norvège et Groenland) pour lesquels le sex-ratio est précisément connu. Les courbes réalisées ne permettent pas d'identifier clairement la part respective des mâles et des femelles. Pour l'assemblage de Norvège, représentée par 17 femelles et 8 mâles, il est en effet délicat d'interpréter la répartition de la courbe. Elle pourrait éventuellement laisser envisager que les jeunes et les femelles sont majoritaires, et les mâles représentés par le léger pic de droite (Figure 62).



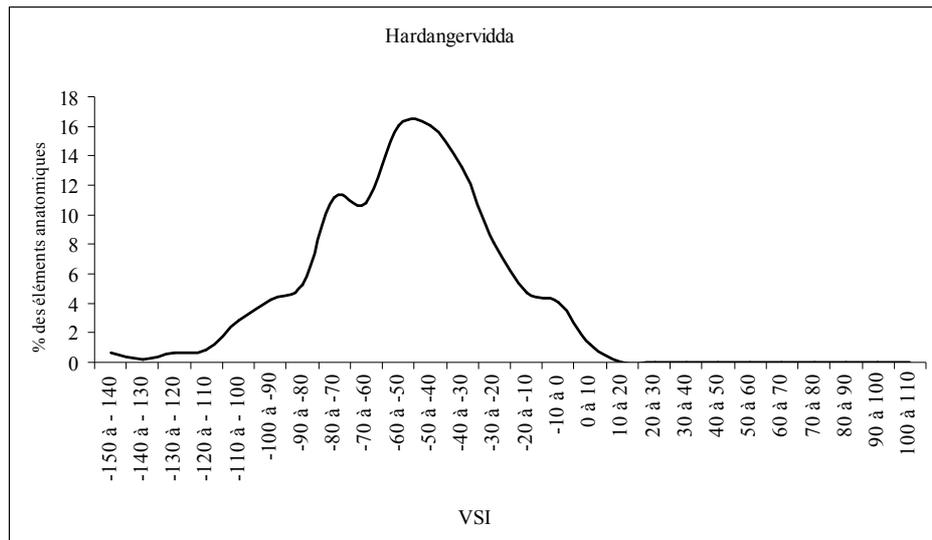


Figure 62 : Distribution de fréquence VSI des rennes du Hardangervidda (Sud de la Norvège) (Nombre d'Eléments Retenus = 492)

De la même façon, sur un échantillon présentant une quasi-égalité de mâles et femelles mais représentés par une plus faible quantité d'éléments anatomiques (seulement les humérus distaux et les métapodes distaux), la répartition de la courbe n'indique pas de bimodalité nette (Figure 63).

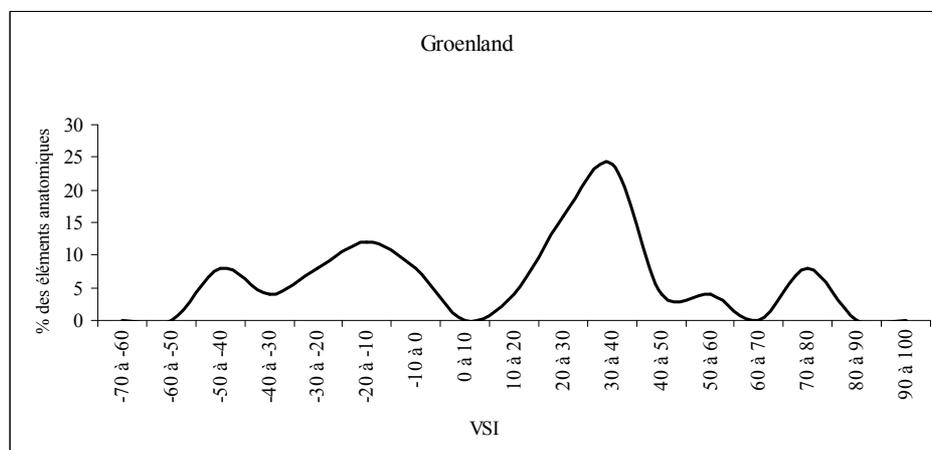


Figure 63 : Distribution de fréquence VSI des caribous du Groenland (Données : Meldgaard 1986) (Nombre d'Eléments Retenus = 56)

Quand on examine un assemblage constitué d'un plus grand nombre de mesures sur un nombre plus important d'éléments anatomiques (exemple de la population Sisimiut : Pasda 2009), la courbe VSI ne permet pas non plus de discriminer clairement les mâles des femelles (Figure 64). Le mode de gauche pourrait correspondre aux femelles et celui de droite aux mâles mais son étalement suggère la présence d'individus de taille très variable. Or la différence de taille isométrique moyenne (mISD) ne diffère pas significativement entre mâles et femelles de cet échantillon. Autrement dit, l'étalement de cette courbe pour les valeurs



positives de VSI n'est pas une simple conséquence d'une plus grande variabilité de taille des mâles de cet échantillon et reste, compte tenu des données disponibles, ininterprétable.

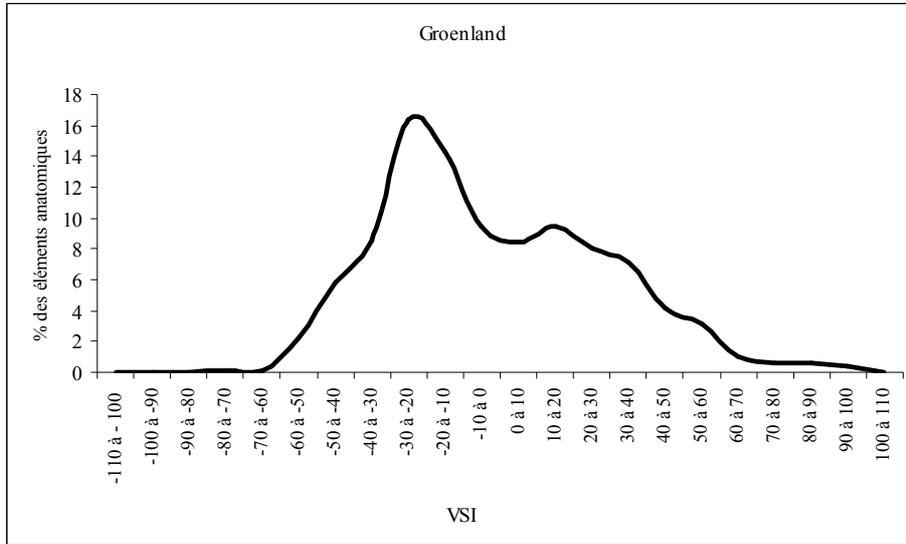


Figure 64 : Distribution de fréquence VSI des caribous du Groenland (Données : Pasda 2009) (Nombre d'Eléments Retenus = 668)

Quand on compare les courbes VSI des mâles et femelles de l'échantillon de Norvège, les mâles apparaissent en moyenne plus grands que les femelles, mais il existe une importante zone de recouvrement entre les deux sexes (Figure 65). Ainsi, dans un assemblage fossile, ce type de courbes uni-modales ne signifie pas forcément que l' « échantillon noir » est morphologiquement plus grand que l'« échantillon gris » : cela peut aussi indiquer que chaque assemblage est dominé par un sexe différent.

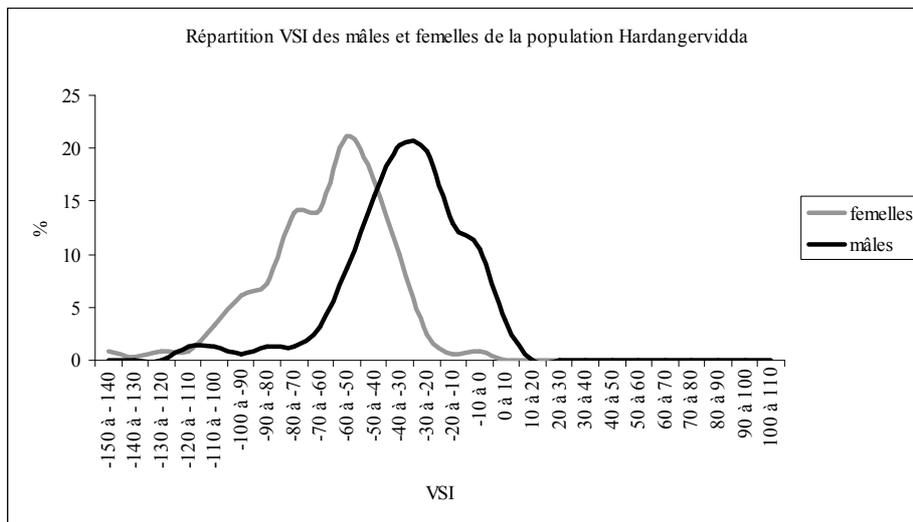


Figure 65 : Distribution de fréquence VSI des mâles et femelles de l'échantillon de Norvège



En raison des problèmes et difficultés inhérents à cette méthode, les résultats ne sont donc pas présentés sous la forme de courbes VSI. Afin de rendre compte du sex-ratio de l'assemblage considéré, les analyses bivariées menées sur les valeurs métriques brutes ont été privilégiées. La comparaison d'échantillons deux à deux a été réalisée, notamment, *via* la construction de diagrammes de Simpson. Enfin, des analyses en composantes principales ont permis d'identifier des différences de tailles isométriques et allométriques.

III.2.4.2. Diagrammes de Simpson

Le diagramme de Simpson (Figure 66) (Simpson 1941) permet de visualiser, pour chaque dimension analysée (abscisse), la valeur observée pour l'indice sélectionné (en vert), son intervalle de confiance bootstrap associé (en rouge ; I.C. à 95% en tiretés, à 99% en pointillés), l'intervalle de confiance bootstrap associé au modèle nul d'absence de différence entre l'échantillon étudié et l'échantillon de référence (en bleu ; I.C. à 95% en tiretés, à 99% en pointillés), ainsi que la différence de taille isométrique moyenne (*mISD*) et son intervalle de confiance associé (en orange) (Escarguel 2008b). La ligne $VSI^* = 0$ correspond ici à l'échantillon de référence de Stellmoor.

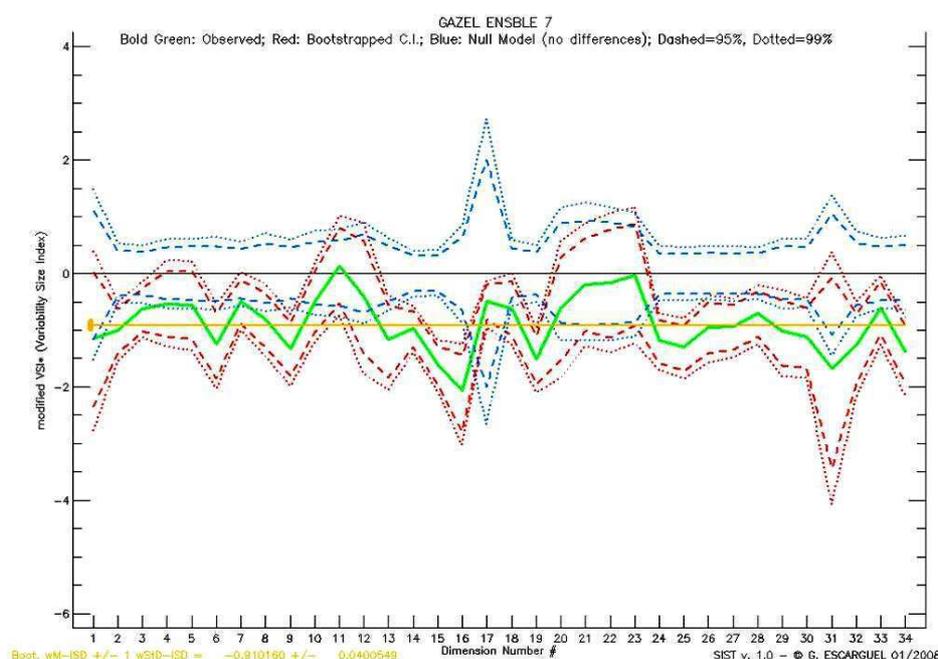


Figure 66: Exemple de diagramme de Simpson généré par le programme SIST. L'axe des X correspond aux variables biométriques analysées dans l'échantillon.

La comparaison biométrique de deux ou plusieurs échantillons peut conduire à des interprétations variées (Figure 67).



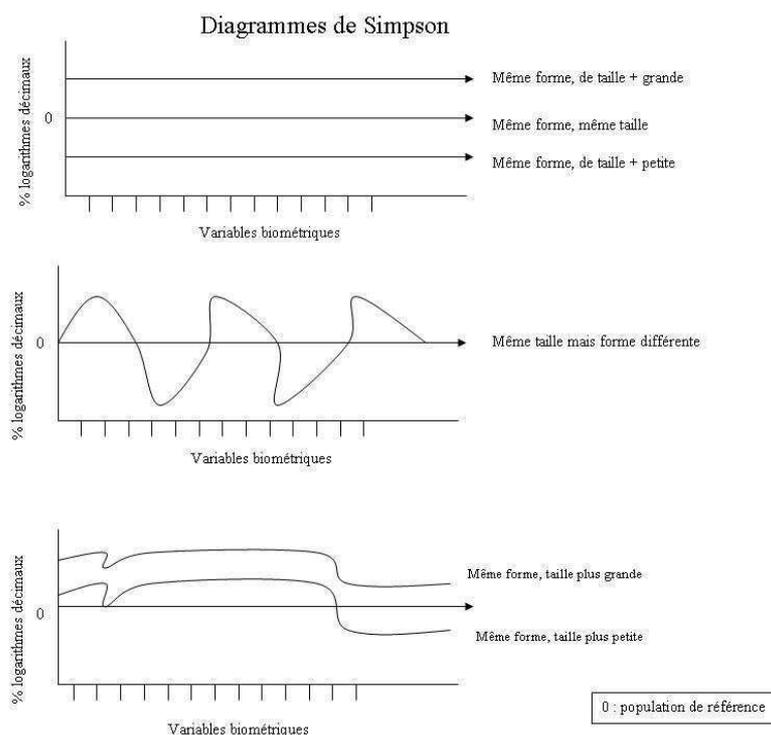


Figure 67: Interprétations théoriques des diagrammes de Simpson. Cas du haut : les 2 échantillons comparés ont la même forme entre eux, et la même forme que l'échantillon de référence. Cas du milieu : les 2 échantillons ont la même taille mais une forme différente. Cas du bas : les 2 échantillons comparés ont la même forme entre eux (courbes parallèles) mais n'ont pas la même forme que le référentiel. L'échantillon du bas a une taille isométrique inférieure à l'échantillon du haut mais paraissent tous deux globalement plus grands que l'échantillon de référence.

Ainsi, la combinaison du calcul du VSI* avec la construction de diagrammes de Simpson, en intégrant explicitement les différences d'échantillonnage entre variables dans les calculs, permet de se concentrer exclusivement sur les différences biométriques entre échantillons, et donne la possibilité de séparer les facteurs de différenciations isométrique et allométrique. Chaque descripteur (variable biométrique) reste distinct dans l'analyse (pas de regroupement de descripteur) et dans les comparaisons entre échantillons, indépendamment du nombre de fragments mesurés. La différence de profils d'échantillonnages entre échantillons est ainsi explicitement prise en compte, via les écart-types bootstraps associés à chaque valeur moyenne de chaque variable, au moment de la comparaison statistique des échantillons.

III.2.4.3. Analyses en Composantes Principales et Réseaux traversant Bootstrap

À partir des « valeurs brutes » (VSI*) ou des « valeurs centrées » (VSI* - mISD) calculées par le logiciel **MULTI-SIST** (analyse simultanée de plusieurs échantillons distincts standardisés sur le même échantillon de référence), les différences de formes moyennes entre échantillons peuvent être analysées à l'aide d'Analyses en Composantes Principales. L'ACP est une méthode d'analyse exploratoire multivariée classique, qui a pour but de représenter la distribution de n objets (individus ou groupes d'individus) décrits par p variables numériques quantitatives (Bouroche et Saporta 1980). Les résultats de l'ACP sont numériques et



graphiques. Les composantes principales sont classées par ordre d'importance décroissante, mesurées par la variance des points-objets sur les composantes. Les graphiques illustrent les nuages de points (les individus), en fonction des axes qui représentent, dans le cadre de cette étude, les principales tendances de déformations des conformations. Le poids respectif de chaque variable initiale au sein de chaque composante principale se mesure directement par leur corrélation : plus une variable est corrélée (en valeur absolue) à une composante principale, plus son implication dans la construction du signal portée par cette composante principale est élevée. Le seuil de significativité de la corrélation des variables mesurées aux composantes principales dépend directement du nombre n d'objets comparés (plus n est grand, plus le seuil est bas). Ainsi, pour un n donné, toute corrélation supérieure à ce seuil indique une participation significative de la variable mesurée à la composante principale considérée.

En complément des Analyses en Composantes Principales, nous avons également calculé les réseaux traversant bootstrap (RTB) correspondant aux données analysées. Il s'agit d'une méthode de regroupement non-hiérarchique permettant la visualisation de structures de similarité non-métriques sous la forme d'un réseau connexe admettant la présence de cycles entre les objets comparés (A relié à B, B à C, et C à A). Ce réseau, appelé Réseau Traversant Bootstrap (RTB, ou BSN pour *Bootstrapped Spanning Network*), est une représentation directe et statistiquement robuste des relations d'ordination et de groupement existant entre différents objets comparés (Brayard *et al.* 2007, Escarguel 2008a). Pour résumer, un Réseau Traversant Bootstrap s'obtient, partant de l'ensemble de tous les liens possibles entre les n objets comparés, soit $n.(n - 1)/2$ liens, par élimination progressive des liens les moins bien supportés par les données analysées. Un BSN peut donc être vu comme un réseau connexe *simultanément* le plus simple possible (nombre minimal de liens) *et* le mieux supporté par les données disponibles (Escarguel 2008a).

III.2.4.4. Tests statistiques

En plus des observations morphologiques et graphiques, les comparaisons des tailles et masses corporelles ont été effectuées *via* des tests statistiques paramétriques, l'ensemble des populations du Sud-Ouest de la France présentant des distributions normales. L'analyse de contraste associée à l'analyse de variance (ANOVA pour *Analysis of Variance*) permet, suite à la comparaison simultanée des M échantillons entre eux (ANOVA proprement dite) et dès lors qu'une différence significative entre ces échantillons est mise en évidence, de comparer deux à deux tous les échantillons afin d'identifier la ou les sources d'hétérogénéité identifiées par l'ANOVA. Tous les couples possibles étant tour à tour testés (soit $Mx (M-1)/2$ au total), les analyses de contraste ont été réalisées en utilisant une méthode de comparaisons multiples pos-hoc : le test HSD (pour Honestly Significant Difference) de Tukey. Ce test de comparaison de deux moyennes (similaire en cela au test t de Student) est basé sur le calcul d'une statistique nommée "étendue studentisée", prenant en compte le fait que les deux moyennes comparées s'inscrivent dans un ensemble non-planifié de comparaison exhaustive de M moyennes entre elles.



Compte tenu du fait que le nombre de variables biométriques comparées n'est jamais très élevé, ce test est le meilleur compromis possible entre contrôle du risque global d'erreur alpha (qui augmente avec le nombre de tests réalisés) et optimisation de la puissance de chaque test individuel. Dans tous les cas, ce sont les indices VSI* de chacune des variables biométriques standardisées sur l'échantillon de référence de Stellmoor qui ont été utilisés, et non les valeurs brutes.

Les tests ont été réalisés avec PAST © Hammer et Harper 2009 (Hammer *et al.* 2001). Les seuils de significativité retenus sont : $p < 0,05$ (différences significatives) ; $p < 0,01$ (différences très significatives) ; $p < 0,001$ (différences hautement significatives).

Ces différentes méthodes ont été appliquées à des référentiels actuels afin de tester leur fiabilité dans le cadre d'analyses d'échantillons fossiles.



IV. Corpus d'étude



IV.1. Présentation générale

Afin de sélectionner les assemblages les plus pertinents pour cette étude ostéométrique, un inventaire biométrique a été réalisé (Annexe 3). Le renne étant très abondant dans les gisements du Sud-Ouest de la France, plusieurs critères ont dû être retenus. J'ai tout d'abord sélectionné les assemblages pour lesquels le nombre de restes est mentionné, et suffisamment abondant pour entreprendre une approche biométrique et statistique³⁶. Les indications du nombre minimal d'éléments anatomiques (NME) sont à ce titre très utiles car elles permettent de se faire une idée assez précise des ossements potentiellement mesurables. Les décomptes demeurent toutefois trop rarement mentionnés dans les publications les plus anciennes. Les gisements ayant fait l'objet de fouilles récentes (à partir de la seconde moitié du XXème siècle) ont été privilégiés car ils offrent généralement de meilleurs repères stratigraphiques et chronologiques que les sites fouillés anciennement. Il n'a pas été donc pas jugé utile, par exemple, de mener des investigations sur les rennes de la Salle du crâne du Mas d'Azil (Ariège) ou des sites de Lespugue (Haute-Garonne), et ce en dépit d'un matériel abondant et/ou en bon état de conservation. Afin d'optimiser le nombre d'échantillons de comparaison, certaines données biométriques disponibles dans la littérature ont été reprises. Ce type de données connaît toutefois des limites car il peut exister des problèmes de correspondance de mesures entre les différents auteurs. D'autre part, ce sont généralement des mesures arithmétiques (nombre, moyenne et écart-type) qui sont publiées et non des mesures brutes. Dans ce cas, il demeure difficile de mener des études statistiques détaillées et les informations sur le sex-ratio sont malheureusement impossibles à obtenir.

Le corpus, centré sur le Sud-Ouest de la France à la fin du Paléolithique supérieur (21 500 - 13 000 cal BP), a été élargi en diachronie et en synchronie. D'un point de vue temporel, j'ai cherché à évaluer, pour la zone quercinoise, les fluctuations de taille corporelle des rennes depuis le stade isotopique 4. D'un point de vue spatial, les gisements du bassin de l'Aude ont été inclus en dépit de leur appartenance aux Pyrénées orientales et au domaine méditerranéen. Enfin, des représentants de sous-espèces sub-actuelles (*Rangifer tarandus groenlandicus* de l'Ouest du Groenland, *Rangifer tarandus fennicus* de l'Est de la Finlande et de *Rangifer tarandus tarandus* du Sud de la Norvège) ont également été intégrés au corpus d'étude. Cette approche a été menée d'une part dans l'optique de tester la méthodologie et, d'autre part, d'envisager d'éventuelles similitudes entre des populations actuelles provenant d'écotypes distincts (tundra, taïga, montagne) et les rennes fossiles.

Au total, 33 assemblages ont été retenus pour l'étude : 26 d'entre eux, anthropiques, ont été comparés à 3 assemblages d'origine naturelle et 4 échantillons actuels (Figure 68). L'échantillon de référence de Stellmoor en Allemagne dont les niveaux ahrensbourgiens correspondent à une accumulation d'origine anthropique (Weinstock 2000b) a été inclus.

³⁶ Nombre de restes mesurés (NRM) minimum de 30



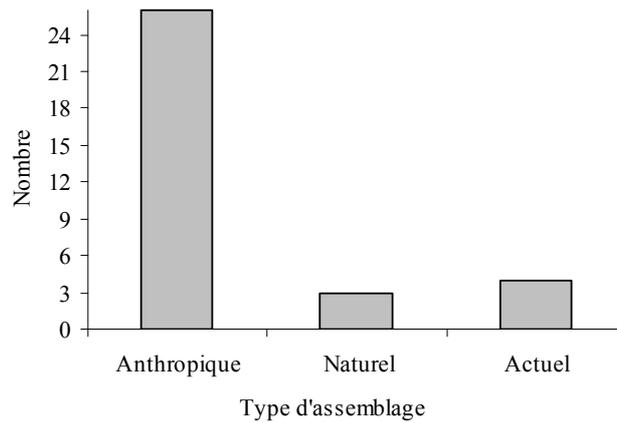


Figure 68 : Nature des assemblages étudiés sous l'angle de l'ostéométrie

Il convient de rappeler que les échantillons analysés ne représentent pas des populations animales au sens écologique du terme (groupe d'individus appartenant à la même espèce et occupant le même biotope : Ramade 1994). La contemporanéité des individus demeure en effet difficile à établir au sein de dépôts stratigraphiques résultant d'accumulations plus ou moins longues. Le principe du *Time averaging* (Fürsich et Aberhan 1990, Kowalewski 1996, Bush *et al.* 2002) constitue ainsi un frein dans la précision de nos analyses. Nous définissons de ce fait les termes « assemblage ou échantillon » comme un ensemble d'individus issus d'une même entité stratigraphique, dont l'homogénéité chronologique est considérée comme cohérente, mais dont la contemporanéité stricte ne peut être certifiée.



IV.2. Assemblages fossiles

À l'échelle du Sud-Ouest de la France, 22 gisements, correspondant à 29 assemblages ont été retenus (Figure 69).

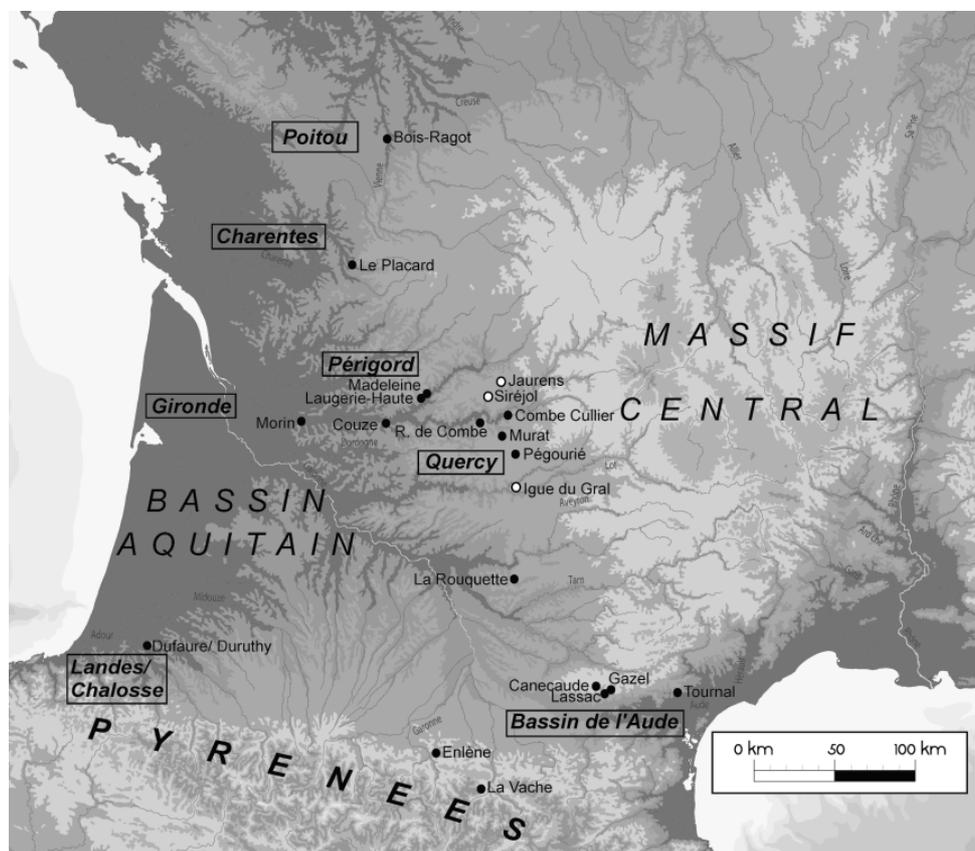


Figure 69 : Localisation géographique des gisements du Sud-Ouest de la France retenus pour l'analyse ostéométrique (○ : gisements naturels, ● : gisements anthropiques) (GEOATLAS © Graphi-Ogre 2000- France)

Pour sept assemblages (Tableau 12), j'ai moi-même réalisé les mesures (présentées brutes en Annexe 5) ; pour les autres, les données ostéométriques publiées antérieurement à ce travail ont été reprises. Pour chaque assemblage, le nombre total de restes de renne déterminés est précisé (NRDt), de même que le nombre total de restes mesurés (NRMt) ainsi que le nombre d'éléments anatomiques retenus (NER) dans le cadre des analyses. Pour tous les gisements composant le corpus, les tableaux de statistiques descriptives (nombre, moyenne, écart-type) sont présentés.



Assemblage	Zone géographique	Climatologie	NRDt	NRMt	NER	Référence Ostéométrie
La Rouquette	Quercy	stades 4/3	699	192	59	Heriech-Briki 2003
Siréjol	Quercy	stades 3/2	585	572	407	Kuntz ce travail
Roc de Combe c. 5	Quercy	stades 3/2	1109	131	129	Weinstock 2000
Jaurens	Quercy	stades 3/2	1199	543	120	Valli et Guérin 2000 et com. pers.
Roc de Combe c. 1	Quercy	stade 2	1692	166	161	Weinstock 2000
Lassac	Bassin de l'Aude	Pléniglaciaire	1841	213	111	Kuntz ce travail
Laugerie-Haute Est M. 0,1,2	Périgord	Pléniglaciaire	1954	124	119	Weinstock 2000
Le Placard sol.	Poitou-Charente	Pléniglaciaire	2276	135	60	Griggo inédit
Le Placard bad.	Poitou-Charente	Pléniglaciaire	3090	126	72	Griggo inédit
Pégourie c. 8/9	Quercy	Pléniglaciaire	1626	86	38	Kuntz ce travail
Tournal c. H	Bassin de l'Aude	He1/GIS-1	3184	min 428	309	Magniez 2010
Tournal c. G	Bassin de l'Aude	He1	5743	min 962	612	Magniez 2010
Gazel ensemble 7	Bassin de l'Aude	He1	6647	974	375	Kuntz ce travail
Canecau c. II	Bassin de l'Aude	He1	5460	401	204	Kuntz ce travail
Laugerie-Haute Est M. 3	Périgord	He1	2143	196	180	Weinstock 2000
La Madeleine c. 12 à 18	Périgord	He1/GIS-1	3038	217	146	Delpech 1983
La Madeleine (fouilles anciennes)	Périgord	He1	?	205	203	Weinstock 2000
Duruthy c. 3	Chalosse	He1/GIS-1	4306	432	333	Delpech 1983
Enlène Salle du Fond	Pyrénées centrales	He1	1262	291	78	Lalande 1986
Igue du Gral sect. avant	Quercy	He1	3000	540	189	Kuntz ce travail
Combe Cullier c. 11 à 14	Quercy	He1	1505	61	44	Delpech 1983
Morin c. A	Gironde	GIS-1	1216	186	110	Delpech 1983
Gare de Couze c. H	Périgord	GIS-1	613	58	55	Weinstock 2000
Gare de Couze c. G	Périgord	GIS-1	3158	227	218	Weinstock 2000
Dufaure c. 4	Chalosse	GIS-1	2356	116	109	Weinstock 2000
Bois-Ragot c. 6 et 5b	Poitou-Charente	GIS-1	1217	67	37	Griggo 2005
La Vache Salle Monique	Pyrénées centrales	GIS-1	5821	1194	639	Pailhaugue, com. Pers.
La Vache sans mâles	Pyrénées centrales	GIS-1	5821	1194	231	Pailhaugue, com. Pers.
Murat	Quercy	GIS-1	-	107	35	Kuntz ce travail

Tableau 12 : Liste des gisements fossiles retenus pour l'étude ostéométrique (en gras, données personnelles inédites. En grisé, gisements non retenus pour les analyses multivariées)

La majorité des gisements préhistoriques sélectionnés proviennent du Quercy et du Périgord (Figure 70), zones géographiques ayant fait l'objet d'intenses investigations archéologiques.

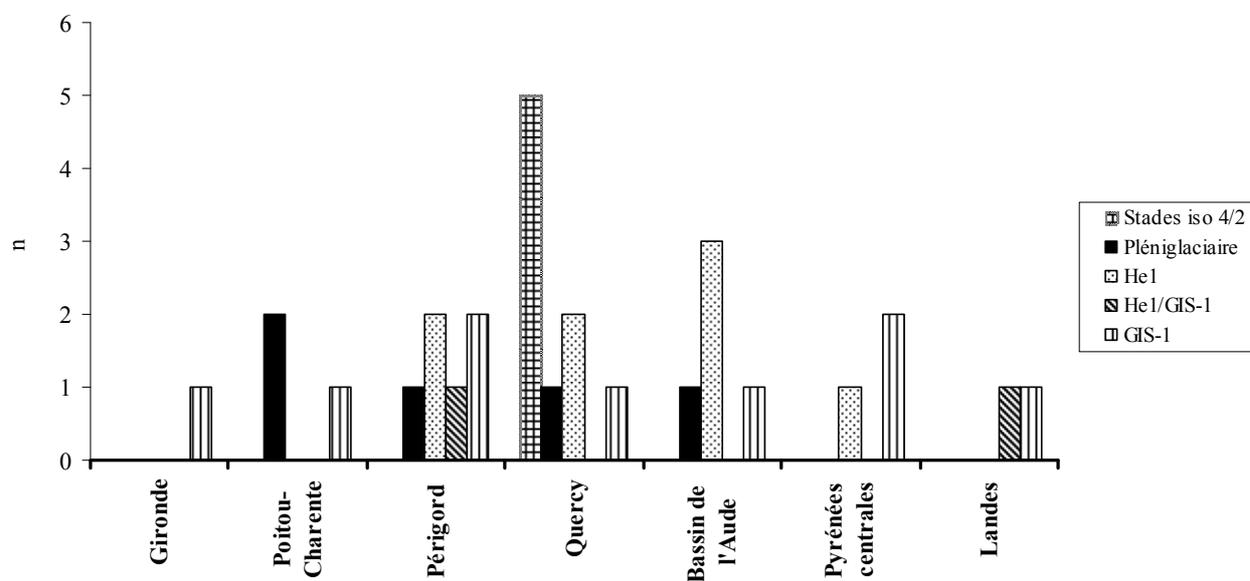


Figure 70 : Répartition géographique et chronologique des gisements du Sud-Ouest de la France retenus pour l'analyse ostéométrique



Le Quercy constitue une région d'étude privilégiée dans ce travail car peu de données ostéométriques ont été publiées sur le renne. De plus, des gisements plus anciens (stades isotopiques 4, 3 et 2) ont pu être étudiés afin d'identifier si les fluctuations de taille mises en évidence pour le Périgord (Delpech 1983) sont également perceptibles au sein des assemblages du Quercy voisin. Des sites naturels (aven-pièges), qui offrent l'avantage de livrer des ossements souvent complets, ont été inclus dans les analyses. Ce type de matériel paléontologique autorise par conséquent des analyses démographiques et ostéométriques plus poussées que pour les gisements anthropiques où l'homme est intervenu sur le stock osseux (Delpech et Villa 1993, Enloe 1993, Patou-Mathis 1997, Castel 1999, Costamagno 2003, Coumont 2006). Les gisements de Gironde, de Poitou-Charentes, du Bassin de l'Aude et des Pyrénées ont tous été occupés par l'homme. Pour le Périgord, nous ne disposons d'aucune donnée inédite, beaucoup d'assemblages ayant été étudiés par Delpech (1983) et Weinstock (2000b).

IV.2.1. Gisements de Gironde

Le renne est pour l'heure peu représenté en Gironde (Annexe 3). Des données biométriques conséquentes ne sont disponibles que pour le gisement du Morin daté de la période Bølling-Allerød (GIS-1), et au sein duquel il constitue le taxon dominant (Delpech 1983).

✓ **Abri du Morin (Pessac-sur-Dordogne, Gironde)**

✓ Présentation générale du gisement et datations

L'abri du Morin, situé à une altitude de 10 m, a été fouillé par R. Deffarge de 1954 à 1958. Sous un niveau superficiel contenant de rares tessons et quelques artefacts aziliens et mésolithiques, les ensembles A (subdivisé de I à IV), et B (subdivisé en I et II (pauvre)) (Figure 71), ont été rattachés au Magdalénien supérieur et final (Bordes et Sonnevill-Bordes 1979).



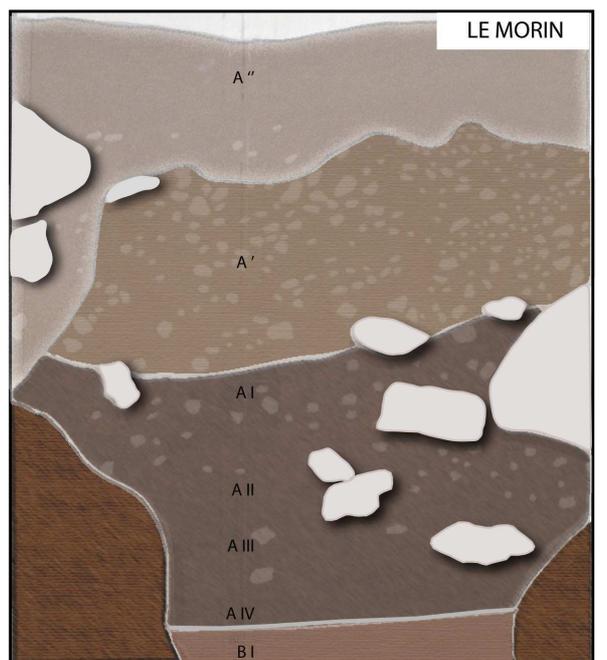


Figure 71: Le Morin- Stratigraphie de l'abri (Lenoir 1970, modifié). L'échelle mesure 1 m.

Un réexamen en cours (Langlais et Lenoir, en cours) tend à démontrer une dilatation chrono-culturelle avec pour A, un abondant matériel attribuable à du Laborien à pointes de Malaurie (Langlais *et al.* soumis-a), de l'Azilien ancien à bipointes et du Magdalénien supérieur à pointes de Laugerie-Basse. L'ensemble B livre quant à lui des vestiges rattachés au Magdalénien supérieur à pointes à cran. Une date radiocarbone à $10\,480 \pm 200$ BP (Gif-2105) ($12\,800 - 11\,600$ cal. BP) a été obtenue dans les années 1970 (Delibrias *et al.* 1974) mais l'échantillon ayant été prélevé dans un emplacement inconnu, elle n'a pas été considérée comme fiable, à moins qu'elle ne soit représentative d'une occupation laborienne contemporaine du Dryas récent (Langlais, com. pers.). Au total, sept échantillons distincts ont été datés (Tableau 13), permettant d'une part de situer les ensembles AIV et B1 au début du Bølling, période durant laquelle rennes et cerfs sont présents en Gironde (Szmids *et al.* 2009a) et, d'autre part, de rattacher les vestiges de renne au Magdalénien supérieur (Langlais *et al.* soumis-b).

Niveau	Echantillon	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie
B1	fémur de renne	OxA- 19699	13 065± 60	16 410	15 195	début Bølling
B1	ulna de chouette-harfang	OxA- 19826	12 945± 50	16 140	15 070	début Bølling
AIV	cerf daté deux fois	OxA- 19827	12 630± 60	15 230	14 270	début Bølling
AIV	cerf daté deux fois	OxA- 19828	12 690± 60	15 490	14 610	début Bølling
AIV	ulna de chouette-harfang	OxA- 19829	12 380± 55	14 930	14 080	Bølling
A 1-2	os de renne	Poz- 36172	12 280± 60	14 870	13 930	Bølling
A IV	os de renne	Poz- 36173	12 290± 60	14 880	13 940	Bølling
A III	os de renne	Poz- 36 174	12 430± 60	14 990	14 130	Bølling

Tableau 13 : Le Morin- Bilan des datations (d'après Szmids *et al.* 2009a pour les cinq premières et Costamagno inédit pour les trois dernières)



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Les ongulés sont dominés tout au long de la séquence par le renne, suivi des bovinés et du cheval. Le spectre de faune s'enrichit, dès l'ensemble A, de taxons du groupe forestier comme le cerf, le sanglier et l'aurochs, accompagnés de rares vestiges de chevreuil. Cette association indiquerait un milieu encore froid mais plus tempéré et plus humide que dans l'ensemble B (Delpech 1983). La faune aviaire comporte une quantité importante d'ossements de Harfang (Gourichon 1994).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les restes osseux du Morin, dont 110 ont été retenus (Tableau 14), ont été mesurés par Delpech (1983). Les valeurs des dents isolées et des carpiens, pour lesquelles il n'existe pas de valeur de référence à Stellmoor, n'ont pas été reprises. Seules les valeurs statistiques (nombre, moyenne, écart-type) ont été publiées (Tableau 14), aucune donnée sur le sex-ratio ou les saisons de présence du renne ne sont disponibles.

Eléments	Morin c. A	mesure	nombre	moyenne	écart-type
dents isolées	42	SCA SLC	11	32,4	0,34
scapula	13	SCA GLP	13	46,2	0,42
humérus	15	HUM Bd	15	45	0,26
ulna	6	HUM Dd	14	47,3	0,24
radius	3	RAD Bp	3	41,6	1,1
carpiens	23	RAD Bd	1	41,8	0
métacarpe	14	RAD Dp	3	24,4	0,5
tibia	5	ULN BPC	6	23,3	0,08
calcanéum	4	MCM Bd	14	41,1	0,23
talus	27	MCM Dd	14	21	0,12
culo-naviculaire	5	TIB Bd	4	38,8	1,7
autres tarsiens	11	TIB Dd	5	30,7	0,18
métatarse	18	CAL GL	4	87,7	3,6
TOTAL NRM	186	CAL LI	27	44	0,14
TOTAL NER	110	CBN GB	5	34,9	0,19
		CBN D	5	31,9	0,09
		MTM Bd	18	40,1	0,11
		MTM Dd	18	22,5	0,07

Tableau 14 : Abri du Morin- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques³⁷ (d'après Delpech 1983)

Dans l'attente d'une nouvelle étude archéozoologique et ostéométrique, ce sont ces valeurs qui ont été exploitées afin d'estimer la taille corporelle moyenne des rennes de Gironde et de la comparer aux autres assemblages pris en compte.

³⁷ Rappel- NRM : Nombre de Restes Mesurés/ NER : Nombre d'Eléments Retenus



IV.2.2. Gisements de Poitou-Charentes

Les gisements de Poitou-Charentes sont particulièrement bien connus pour les représentations artistiques et la parure qu'ils renferment (Dujardin et Pinçon 2000, Dujardin et Gomez 2001, Airvaux 2001, Chauvière *et al.* 2002, Tournepiche *et al.* 2006), mais également pour les pièges à faune naturels (Tournepiche 1988, 1996, Delagnes *et al.* 1999, Débénath 2003). D'une manière générale, les décomptes de faune sont rares, notamment en raison de l'ancienneté des fouilles (Dujardin et Pinçon 2000, Airvaux 2001). Sur le gisement en cours de fouille du Taillis des Coteaux (Primault *et al.* 2010), le renne est abondant mais les restes osseux demeurent pour l'heure malheureusement trop fragmentés pour entreprendre des analyses ostéométriques (Griggo 2008). De fait, seuls deux gisements ont finalement été retenus.

IV.2.2.1. Le Placard (Vilhonneur, Charente)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte du Placard, située sur la rive gauche de la Tardoire, domine la rivière d'environ 17 m. Malgré l'ancienneté des fouilles (découverte à la fin du XIX^{ème} siècle) et la dispersion d'une partie des collections, elle reste un gisement clé pour la connaissance du Solutrén et du Badegoulien. Dans les années 1990, de nouvelles fouilles, menées par J. Clottes, L. Duport et V. Féruglio, ont livré du matériel osseux bien conservé et en abondance dans plusieurs secteurs : zones X (c. 1 & 2 : Badegoulien), Y (c. 1 à 5 : Badegoulien, c. 5 à 9 : Solutrén), Z (c. 1 à 8 : Solutrén), CRL (c. 1 à 3 : Solutrén) et GLD (c. 1 à 7 : Badegoulien, c. 8 à 17 : Solutrén) (Figure 72) (Clottes *et al.* 2010).

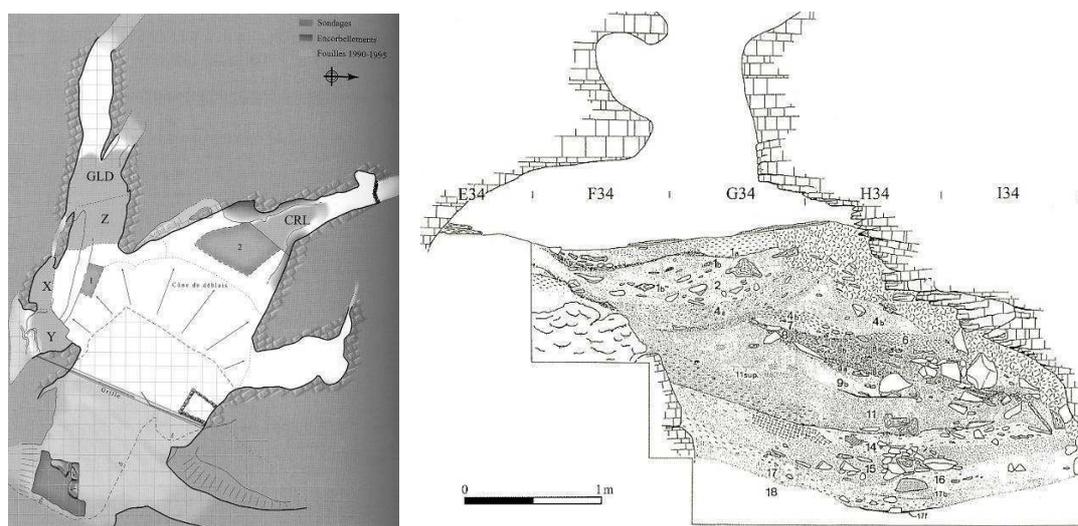


Figure 72 : Le Placard- Plan de la grotte et stratigraphie du secteur GLD (Clottes *et al.* 2010)



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

La faune des niveaux solutréens et badegouliens de la grotte du Placard a été étudiée en 1997 par Griggo, qui nous a aimablement communiqué son rapport inédit. Les résultats de ses travaux, qui doivent faire l'objet d'une publication, ne sont pas détaillés ici. Il apparaît globalement que la faune recueillie reste très homogène quel que soit le niveau archéologique et le secteur fouillé. Le renne constitue l'espèce dominante, suivi du cheval (*Equus caballus gallicus*). L'antilope saïga est présente dans tous les niveaux archéologiques, le bison est également mentionné. Cette association d'ongulés est caractéristique d'un climat froid et assez sec qui pourrait correspondre à un paysage de type toundra ou steppe.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

L'abondance des ossements de renne a autorisé une étude biométrique. À partir des restes osseux mesurés, Griggo a testé, selon la méthodologie de Delpech (1975, 1983), l'hypothèse selon laquelle les rennes du dernier Pléniglaciaire auraient été de petite taille corporelle. Ses mesures ont été comparées, à partir d'un test *t* de Student, à celles effectuées par Delpech (1975) sur des ossements de renne provenant de plusieurs assemblages du Sud-Ouest de la France et ayant livré des rennes de taille « normale » (Roc de Combe c. 5 et Duruthy c. 3) et des rennes de « petite » taille (Laugerie-Haute Est c. 22 à 28 et Laugerie-Haute Ouest c. 2 à 7). Ses résultats indiquent que la taille des rennes de la grotte du Placard est à peu près similaire sur toute la séquence (niveaux solutréens et badegouliens). Par rapport aux gisements de comparaison, le renne du Placard est plus petit que celui de Roc de Combe ou de Duruthy mais très proche du petit renne de Laugerie-Haute. Les résultats de son étude biométrique vont donc dans le même sens que les observations de Delpech (1975, 1983).

Le nombre de restes mesurés et retenus dans les deux niveaux étant sensiblement le même et statistiquement suffisant (Tableau 15), j'ai également conservé les données provenant des niveaux solutréens. Les comparaisons ont été menées à partir des valeurs statistiques suivantes (Tableau 16).

Eléments	Badegoulien	Solutréen
scapula	7	3
humérus	4	2
radius	7	7
carpiens	52	40
métacarpe	10	12
tibia	7	13
calcanéum	4	4
talus	8	8
cubo-naviculaire	6	6
autres tarsiens	23	14
métatarse	7	17
TOTAL NRM	135	126
TOTAL NER	60	72

Tableau 15 : Le Placard- Nombre de restes mesurés dans les deux assemblages (en grisé : éléments retenus)



mesure	Le Placard Solutréen			Le Placard Badegoulien		
	nombre	moyenne	écart-type	nombre	moyenne	écart-type
SCA SLC	3	29,4	0,01	7	31,5	5,43
SCA GLP	3	42,5	0,01	4	46	2,1
HUM Bd	2	43,5	4,2	4	44,2	0,95
HUM Dd	1	45,6	0,01	4	43,7	1,35
RAD Bp	6	41	2,1	1	39,5	0,01
RAD Bd	-	-	-	7	41,8	2
RAD Dp	7	24	1,2	1	23,2	0,01
MCM Bd	12	40,8	2	10	40,1	0,7
MCM Dd	12	21,6	1	10	21,3	0,5
TIB Bd	13	38,7	2	7	38,7	1,5
TIB Dd	13	30,7	1,2	7	30,3	0,9
CAL GL	4	88,6	1,1	4	89,9	1,7
TAL LI	8	44,7	2	8	44,5	1
CBN GB	6	31,2	1,5	6	34,3	1,2
CBN D	-	-	-	6	30,6	1,6
MTM Bd	17	40,7	2,7	7	41,2	1,9
MTM Dd	15	22,8	1,3	-	-	-

Tableau 16 : Le Placard- Valeurs statistiques pour les assemblages badegouliens et solutréens (d'après Griggo, inédit)

IV.2.2.2. Bois-Ragot (Gouex, Vienne)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte, qui s'ouvre sur la rive gauche de la Vienne, à 74 m d'altitude, a été découverte en 1968 au cours d'une campagne de prospection (Chollet et Dujardin 2005). Le remplissage est d'une épaisseur de 2 à 3 m dans la partie fouillée. Le niveau 6 est constitué d'un sable fin parsemé de zones charbonneuses avec de nombreux galets dont certains ont subi l'action du feu. Les vestiges lithiques (prédominance des lamelles à dos et outillage sur lames) et fauniques sont abondants. Séparé de lui par une épaisseur de 10 à 20 cm de sédiment, le niveau 5 s'apparente au niveau 6. Après le dépôt de ces niveaux sableux renfermant des industries que l'on peut rapporter au Magdalénien supérieur, la cavité a été le siège d'un effondrement de voûte. Le niveau 4 renferme des occupations aziliennes (Figure 73) (Chollet et Dujardin 2005 : 18).

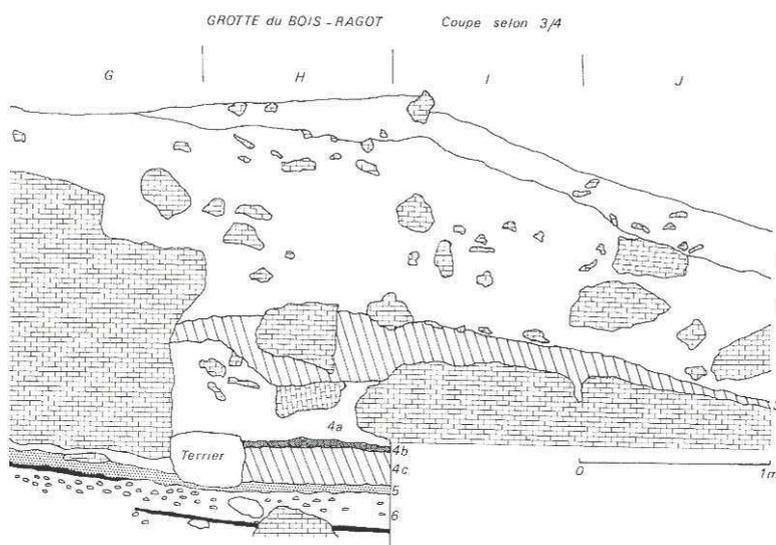


Figure 73 : Bois-Ragot - Stratigraphie (Chollet et Dujardin 2005)



« Les datations obtenues se situent toutes dans l'intervalle 13 400- 12 400 av. J.-C. et ne permettent pas de distinguer le Magdalénien final de l'Azilien » (Dujardin et Oberlin 2005 : 401), peut-être en raison de remaniements. Que ce soit dans le niveau 5 ou dans le niveau 4, les dates indiquent une contemporanéité entre le renne et le cerf au cours du Bølling (GIS-1) (Tableau 17).

Niveau	Echantillon	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Chrono-climatologie	Techno-complexe
c. 4	harpon	OxA2754	11 640± 55	13 670	13 330	Bølling- Allerød	Azilien
c. 4	renne	OxA10332	12 475± 75	15 050	14 160	Bølling- Allerød	Azilien
c. 5	harpon	OxA12079	12 560± 50	15 150	14 240	Bølling- Allerød	Magda sup/ final
c. 4	cerf	OxA10333	12 585± 75	15 180	14 240	Bølling- Allerød	Azilien
c. 5	renne	OxA10263	12 615± 65	15 220	14 250	Bølling- Allerød	Magda sup/ final
c. 6	harpon	OxA12080	12 630± 50	15 225	14 550	Bølling- Allerød	Magda sup/ final
c. 6	renne	OxA10262	12 645± 65	15 440	14 270	Bølling- Allerød	Magda sup/ final
c. 5	cerf	OxA10331	12 685± 70	15 510	14 580	Bølling- Allerød	Magda sup/ final
c. 3	cerf	OxA10334	12 720± 100	15 655	14 260	Bølling- Allerød	Azilien

Tableau 17 : Bois-Ragot- Datations radiométriques (d'après Dujardin et Oberlin 2005)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Les restes de faune des niveaux magdaléniens et aziliens ont fait l'objet de plusieurs travaux (Ongulés : Delpech 1983, Griggo 1995, 2005 ; Lagomorphes : Cochard 2005, Oiseaux : Laroulandie 2005, Poissons : Cravinho et Desse-Berset 2005, Rongeurs : Marquet 2005). Parmi les Ongulés, le renne est l'espèce la mieux représentée dans les niveaux 6 et 5 (après le lièvre variable dans ce dernier). Dans le niveau 4, les espèces forestières (cerf, chevreuil, sanglier) traduisent des conditions climatiques plus tempérées que dans les niveaux rapportés au Magdalénien supérieur/final (Tableau 18). On passerait ainsi d'un paysage de toundra (niveaux 6 et 5) à un environnement plus boisé (niveaux 4 et 3) (Griggo 2005), correspondant aux ensembles magdaléniens d'une part et azilien d'autre part.

	Niveau 4		Niveau 5		Niveau 6	
	NRD	NMI	NRD	NMI	NRD	NMI
<i>Rangifer tarandus</i>	66	2	858	6	359	4
<i>Cervus elaphus</i>	427	7	25	2		
<i>Bos primigenius</i>	5	2	3	1		
<i>Bison priscus</i>	2	1	2	1	1	1
Bovins	57		62		4	
<i>Equus caballus</i>	50	2	154	2	63	2
<i>Rupicapra rupicapra</i>			1	1		
<i>Sus scrofa</i>	82	6	23	4		
Total	689	20	1128	17	427	7

Tableau 18 : Bois-Ragot- Principaux Ongulés déterminés dans les niveaux 4, 5, 6 (d'après Griggo 2005, modifié)

Au sein des niveaux magdaléniens 6 et 5, une évolution climatique et environnementale est perceptible d'après l'étude de la grande faune (C. Griggo), des poissons (S. Cravinho et N. Desse-Berset) et des rongeurs (J.-C. Marquet). Le climat aurait ainsi été plus humide (mais toujours froid) lors de la constitution du niveau 5 (Chollet et Dujardin 2005). Cette hypothèse



est en contradiction avec l'étude paléoécologique menée à partir des teneurs en isotopes stables du carbone et de l'azote du collagène contenu dans des ossements des Cervidés (renne, cerf, chevreuil). Les résultats indiquent en effet que les trois espèces (et particulièrement le renne) s'alimentaient dans un milieu relativement ouvert, sans couvert forestier dense, et ce, quelque soit le niveau archéologique considéré (Drucker et Bocherens 2005). La présence de sanglier dans le niveau 5 permet toutefois d'envisager d'éventuels mélanges avec le niveau 4.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Une étude ostéométrique a été menée sur le renne par Griggo (2005) qui, comme pour les assemblages du Placard, a effectué un test *t* de Student en comparaison avec les valeurs publiées par Delpech (1983). Il conclut que le renne de Bois-Ragot « *diffère peu, par sa taille, de celui du début du Würm récent et est plus grand que celui du Pléniglaciaire du Würm récent. Il est également légèrement plus grand que le renne de Duruthy mais F. Delpech a montré que ce dernier était un peu plus petit que les Rennes vivant dans le Nord de l'Aquitaine pendant la même période. Nous pouvons, par conséquent, considérer que le renne de Bois-Ragot est un renne de taille "normale", ce qui va dans le sens des observations de F. Delpech.* (Griggo 2005 : 295-296). Griggo (2005) fait ici une confusion car Delpech a montré que les rennes de Duruthy étaient plus grands, et non « *un peu plus petit(s)* » que les rennes aquitains. Par conséquent, ceux de Bois-Ragot représenteraient en fait un échantillon de forte taille corporelle.

Le nombre de restes mesurés s'élève à 67, seuls 37 d'entre eux seront repris dans le cadre de nos analyses (Tableau 19). Bien que cet échantillon regroupe un faible nombre d'individus, nous avons conservé ce gisement afin d'effectuer une comparaison diachronique à l'échelle de la zone Poitou-Charentes.

Eléments	Bois-Ragot 5&6	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
scapula	2	SCA SLC	1	35,9	0,01
humérus	1	SCA GLP	1	47,8	0
carpiens	16	SCA BG	2	33,1	0,01
métacarpe	7	HUM Dd	1	42,6	0,01
tibia	17	MCM Bp	6	40,8	3
talus	4	MCM Dp	7	22,5	2,1
cubo-nav	6	MCM Bd	6	41,7	1,2
autres tarsiens	14	MCM Dd	6	22,4	1
TOTAL NRM	67	TIB Bd	17	40,5	2
TOTAL NER	37	TIB Dd	17	32,1	2
		TAL LI	4	45,6	1,2
		TAL DI	4	26,6	1,8
		CBN GB	6	30,6	1,6
		CBN D	6	33,7	1,5

Tableau 19 : Bois-Ragot c. 5 & 6- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (Griggo 2005)



IV.2.3. Gisements du Périgord

De nombreux gisements périgourdiens ont été fouillés anciennement, notamment par les abbés Peyrony qui ont publié de façon assez exhaustive les industries lithiques et osseuses contrairement à la faune qui n'a, à l'époque, pas fait l'objet d'attention particulière (Madelaine 1989). La grande majorité des restes osseux a été déterminée d'un point de vue paléontologique par Delpech (Delpech 1970, Delpech *et al.* 1970, Delpech 1975, Delpech et Sonnevile-Bordes 1977, Delpech 1983, Delpech et Prat 1983, Delpech 1984, 1986, 1988, Delpech *et al.* 1994, Delpech 1996). J'ai mené l'examen des séries de la grotte XVI (c. ø A et B) et du Flageolet II (c. IX) mais le nombre de restes osseux post-crâniens demeure trop faible pour entreprendre une approche biométrique (Annexe 3). Dans le cadre de cette étude, seuls trois gisements, examinés par Delpech (1983) et Weinstock (2000b) ont été intégrés au corpus.

IV.2.3.1. La Madeleine (Tursac, Dordogne)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Le grand abri de La Madeleine, situé sur la rive droite de la Vézère, constitue un des plus grands sites paléolithiques du Périgord. Le gisement fut découvert en 1863 par Lartet et Christy qui y entreprirent des fouilles (1863-1865). D'autres travaux furent ensuite réalisés par Masséna et Girod (vers 1865), Rivière (1901), Peyrony (1910-1913 et 1926) et Bouvier à partir de 1968. Une synthèse de ces travaux est disponible dans le tableau 20.

Ensembles	Couches sédimentaires	Industries		Climat
		niveaux	stades/ datations	
supérieur	A			
moyen	B	1	Magdalénien VI	plus froid
		2		
		3		
	C	4		
		5		
		6		
	F	7	12 640± 260 BP	plus froid et moins humide
		8		
	G	9	12 750± 240 BP	moins froid, plus humide
inférieur	H	10	Magdalénien V	très froid et sec
		11		
	I	12	13 070± 190 BP	doux et humide
		13		
	J	14	13 440± 300 BP	
		15		
	K	15	Magdalénien IV	
		16		
	L	16	↓ ?	
		17		
	M	17		
N	18			
O	stérile			
P				
Q				
R				
S	stérile			
sol rocheux de l'abri				

Tableau 20 : La Madeleine- Corrélations entre couches sédimentaires et niveaux industriels (d'après Bouvier 1973, 1977 in Delpech 1983), datations (Delibrias *et al.* 1976) et climat (Laville 1973). En grisé, niveaux dont les ossements de renne ont été mesurés par Delpech (1983) et qui correspondent à l'He1-GIS-1.



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

D'après l'analyse des sédiments (Laville 1973), les différentes couches de La Madeleine montreraient une alternance d'épisodes plus ou moins froids et humides (Tableau 20). Les couches 18 à 12 se seraient déposées alors que le climat était doux et humide. Les travaux menés par Laville (1973) ont toutefois été remis en cause par de nouvelles études sédimentologiques de gisements périgourdiens (Texier *et al.* 2006). D'autre part, aucune des oscillations reconnues à La Madeleine n'est clairement identifiée dans les faunes d'Ongulés. Selon Delpech (1983 : 91), elles ont dû être « *brèves ou peu marquées, ce qui a permis aux Magdaléniens de trouver toujours aux alentours du gisement leur gibier préféré* ».

Concernant les faunes, il convient tout d'abord préciser que les collections sont dispersées dans plusieurs musées internationaux. En raison des nombreux travaux effectués dans ce gisement, un grand nombre de préhistoriens ont étudié les vestiges fauniques. Les restes de renne, très abondants, ont été étudiés notamment par Bouchud (1966). Le matériel faunique issu des fouilles Peyrony a également été étudié sous l'angle de la paléoéconomie, afin de mieux appréhender les stratégies de subsistance des hommes au cours du Magdalénien supérieur (Boyle 1994). D'après ces analyses, le renne demeure le taxon le mieux représenté : sa fréquence (en % du Nombre de Restes d'Herbivores) atteint ainsi 57,4% dans le Magdalénien IV, 71,2% dans le Magdalénien V et 94% au sein du Magdalénien VI (Boyle 1994 : 73).

Les vestiges osseux issus des fouilles Bouvier (c. 2 à 18) ont été étudiés par Delpech (1983) qui a révélé l'existence d'au moins deux ensembles faunistiques. Le premier correspond aux niveaux 17 à 14 où le renne domine, accompagné du cheval. Le bouquetin et les bovinés sont présents mais en faible quantité. Dans le second ensemble (c. 13 à 2), le renne domine toujours largement ; il est accompagné de quelques restes de bovinés, cheval et chamois. Le chevreuil fait une timide apparition dans la couche 12 (Delpech 1983 : 90). Les bois de renne provenant des fouilles Bouvier ont fait l'objet d'une étude spécifique (Bonnissent 1993).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne des niveaux 12 à 18 (fouilles Bouvier) ont été mesurés par Delpech (1983) (Tableau 20). Les datations indiqueraient une période comprise entre le Dryas ancien et/ou le Bølling (He1 et/ou GIS-1). Bien que seules des statistiques descriptives (nombre, moyenne, écart-type) soient disponibles, j'ai pris en compte les valeurs publiées par Delpech afin de les comparer notamment à celles de Weinstock (2000b). Le matériel archéologique étudié par ce dernier, conservé au Muséum d'Histoire Naturelle de Londres, est issu des fouilles anciennes de Lartet et Christy. Le corpus est constitué de 205 ossements mesurés (Tableau 21) correspondant à un NMI de 37 rennes. Tous les éléments anatomiques ne sont pas représentés en raison d'un tri. Aucune indication stratigraphique n'est disponible pour cet assemblage mais, sur la base des séquences de Peyrony et Bouvier, il a été rapporté à la période 13 500 - 12 500 BP (16 000 - 15 000 cal. BP), soit au cours de l'He1/GIS-1 (Weinstock 2000b). Le nombre de restes mesurés est sensiblement le même dans les deux



analyses mais comme je n'ai pas tenu compte des os courts (carpiens et autres tarsiens), c'est l'échantillon de Weinstock qui est le plus important.

	Weinstock 2000	Delpech 1983
	Fouilles Lartet	c. 12 à 18
dents isolées	-	9
axis	2	-
scapula	44	11
humérus	70	18
ulna	-	16
radius	-	17
carpiens	-	43
métacarpe	22	10
tibia	-	30
calcanéum	11	5
talus	36	15
cubo-naviculaire	-	14
autres tarsiens	-	19
métatarse	20	10
TOTAL	205	217
TOTAL VSI	203	69

Tableau 21 : La Madeleine- Nombre de restes mesurés (en grisé : éléments retenus)

À partir des données de Weinstock (2000b) et de Delpech (1983), j'ai dans un premier temps comparé les valeurs statistiques de ces deux ensembles (Tableau 22), avant de confronter l'assemblage de la Madeleine aux autres sites tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France.

Fouilles Lartet				Fouilles Bouvier			
mesure	nombre	moyenne	écart-type	mesure	nombre	moyenne	écart-type
SCA SLC	38	31,5	2,2	SCA SLC	9	31,9	0,3
SCA GLP	33	44,1	3,1	SCA GLP	11	45,4	0,3
SCA BG	30	28,9	1,7	HUM Bd	18	46,4	0,3
HUM Bd	50	44,8	2,6	HUM Dd	17	47,2	0,3
HUM BT	57	41,5	2,4	RAD Bp	17	44,9	0,3
HUM Dd	51	47	2,5	RAD Bd	8	42,6	0,4
MCM Bd	22	40,4	1,5	RAD Dp	17	25,4	0,1
MCM Dd	19	20,6	1	RAD Dd	7	30,4	0,2
MCM DD	8	15	1,3	ULN BPC	16	25,5	0,2
CAL GL	5	90,6	3,1	MCM Bd	10	42,7	0,3
CAL GB	6	29,3	1,3	MCM Dd	10	22,4	0,1
CAL DI	4	34,2	1,1	TIB Bd	30	39	0,2
CAL DTc	11	22,4	0,9	TIB Dd	30	30,3	0,2
TAL LI	33	44,6	2	CAL GL	5	88,9	0,3
TAL Lm	36	41,8	1,7	TAL LI	15	44,6	0,2
TAL DI	33	24,7	1,1	CBN GB	14	34,2	0,2
TAL Dm	26	25,3	1,1	CBN D	14	30,5	0,2
TAL BC	34	27,6	1,4	MTM Bd	10	40,8	0,2
MTM Bd	20	40,3	1,6	MTM Dd	10	23,4	0,1
MTM Dd	19	22,5	1,1				
MTM DD	10	17	1,1				

Tableau 22 : La Madeleine- Valeurs statistiques des assemblages de Weinstock (2000b) et Delpech (1983)



IV.2.3.2. Laugerie-Haute Est (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Ce vaste abri, qui s'ouvre en rive droite de la Vézère à deux kilomètres des Eyzies-de-Tayac, est connu depuis 1862 et des générations de préhistoriens s'y sont succédé. Les résultats exhaustifs des recherches menées dans le secteur ouest ont été publiés (Peyrony et Peyrony 1938). Les fouilles du secteur Est ont été entreprises par F. Bordes dès 1955 (Bordes 1958). La stratigraphie des occupations magdaléniennes est la suivante (Figure 74) : couches 1 et 2 : « Magdalénien III » (moyen), c. 4 : « Magdalénien II », c. 6 : « Magdalénien II », c. 8 : « Magdalénien II »³⁸, c. 10 : « Magdalénien Id », c. 12 : « Magdalénien Ic », c. 14 : « Magdalénien Ib », c. 16 : « Magdalénien Ia » (Badegoulien récent), c. 18 : « Magdalénien 0-II », 20 : « Magdalénien 0-I » (Badegoulien ancien). Viennent ensuite des niveaux du Solutréen, du Gravettien et de l'Aurignacien.

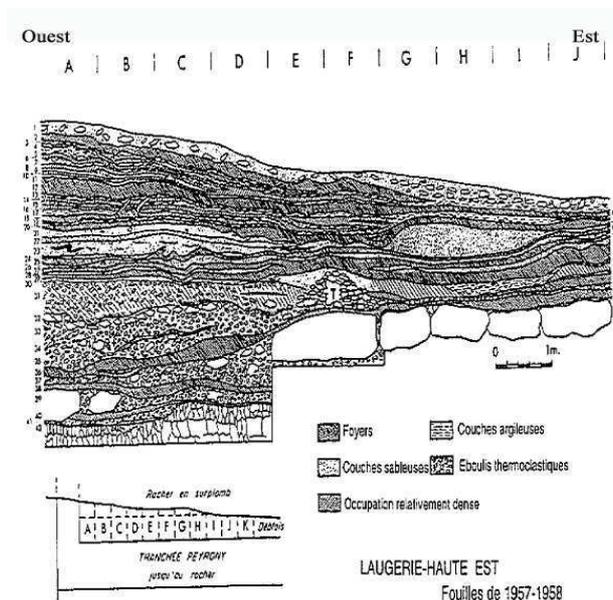


Figure 74 : Laugerie-Haute Est- Stratigraphie (Bordes 1958)

Trois datations ont été obtenues pour les niveaux magdaléniens de l'abri Est (Tableau 23). Les niveaux « magdaléniens 0 et II » se rapportent à des occupations du dernier Pléniglaciaire (Badegoulien) ; le « Magdalénien III » correspondant au Magdalénien moyen s'est déposé durant le Dryas ancien (He1).

Niveau	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
Magda III	Ly 974	13 970± 480	18 500	15 530	Dryas ancien	Magda moyen
Magda II	Ly 973	17 040± 440	21 430	19 420	Pléniglaciaire	Magda ancien
Magda 0	Ly 972	18 260± 360	22 650	20 550	Pléniglaciaire	Badegoulien

Tableau 23 : Laugerie-Haute Est- Datation des niveaux magdaléniens (d'après Delibrias *et al.* 1976)

³⁸ On ne sait pas vraiment à quoi correspond le « Magdalénien II » : un vrai Magdalénien inférieur ? Ou un mélange entre le Badegoulien et le Magdalénien moyen ? (Ducasse, com. pers.)



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

La palynologie, la paléontologie et la sédimentologie indiquent que le climat correspondant au dernier Pléniglaciaire était froid et sec (Delpech 1983). La phase du « Magdalénien 0 » (c. 18 et 20) se caractériserait, d'après la palynologie et la sédimentologie, par un climat plus doux et humide alors qu'au cours du « Magdalénien II et III », le climat redeviendrait froid et sec. Dans les spectres fauniques toutefois, ces différences sont très peu marquées (Delpech 1983). Le faible taux de restes de cerf et la dominance du renne dans le « Magdalénien 0 » (Badegoulien ancien) ne permet pas, selon Delpech, de parler de radoucissement climatique. D'après les analyses isotopiques, les valeurs du $\delta^{13}C$ les plus faibles se retrouvent chez les chevaux et les plus hautes chez le renne ; elles ne varient pas selon les périodes (Drucker 2001). La distinction est ainsi très nette entre les deux espèces. Les valeurs de $\delta^{15}N$ des rennes et des chevaux baissent de façon significative entre le Solutréen et le Magdalénien ancien. Le renne est dominant dans toutes les couches (Tableau 24) mais il est moins abondant dans le « Magdalénien 0 »/Badegoulien ancien où le Cheval occupe également une place importante. D'une manière générale, il est suivi par le cheval et l'antilope saïga (Delpech 1983).

	Magda III Magda. moyen	Magda II ?	Magda II et III ?	Magda I Bad. Récent	Magda 0 Bad. Ancien	TOTAL
<i>Rangifer tarandus</i>	2143	508	2651	1188	258	6748
<i>Cervus elaphus</i>	13	8	21	1	4	47
Bovinés	17	1	18	6	7	49
<i>Capra ibex</i>	9	3	12	12		36
<i>Rupicapra rupicapra</i>	12	3	15	6	22	58
<i>Saïga tatarica</i>	34	13	47		5	99
<i>Equus caballus</i>	104	23	127	34	104	392
<i>Mammuthus primigenius</i>	1		1			2
TOTAL	2333	559	2892	1247	400	7431

Tableau 24 : Laugerie-Haute Est- Ongulés déterminés dans les niveaux magdaléniens (d'après Delpech 1983).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne provenant des quatre niveaux badegouliens et magdaléniens des fouilles F. Bordes ont été mesurés par Weinstock (2000b). Dans ses travaux, il distingue le Magdalénien 0/ Badegoulien ancien, (21 restes mesurés), I/ Badegoulien récent (102 restes), II/ Magdalénien à définir (16 restes) et III/ Magdalénien moyen (206 restes). Au sein de ces sous-ensembles, la seule différence de taille significative (d'après les courbes VSI et les tests de Wilcoxon) concerne les rennes du Magdalénien II et III. Dans cette étude, les niveaux du « Magdalénien 0, I et II » sont considérés comme un ensemble et le « Magdalénien III » comme un autre ensemble (Tableau 25). Ce choix a été effectué en raison du faible nombre de restes mesurés par Weinstock dans les niveaux 0 et II mais aussi car les datations ^{14}C de ces deux ensembles se rapportent à la fin du dernier Pléniglaciaire tandis que les couches 1 et 2 se sont déposées au cours du Dryas ancien (He1). Les assemblages de Laugerie-Haute Ouest,



également étudiés par Weinstock d'un point de vue ostéométrique, n'ont pas été intégrés à ce corpus car ils sont rapportés au Solutréen.

Eléments	Laugerie Est M.0,1,2	Laugerie Est M. III
scapula	17	11
humérus	5	14
ulna	6	5
radius	8	22
métacarpe	29	29
fémur	5	16
tibia	5	22
calcanéum	1	2
talus	10	27
cuvo-naviculaire	12	23
métatarses	26	25
TOTAL NRM	124	196
TOTAL NER	119	180

Tableau 25 : Laugerie-Haute Est- Nombre de restes mesurés dans les deux assemblages (en grisé : éléments retenus) (d'après Weinstock 2000b)

D'un point de vue diachronique, la taille corporelle des rennes du dernier Pléniglaciaire a été comparée à celle de ceux rapportés à la période climatique du Dryas ancien (He1), à partir des valeurs disponibles dans les travaux de Weinstock (2000b) (Tableau 26).

Mesure	Magdalénien 0, I, II			Magdalénien III		
	nombre	moyenne	écart-type	nombre	moyenne	écart-type
SCA SLC	10	31,5	2,5	2	29,8	1,3
SCA GLP	13	42,3	4,2	9	41,4	1,6
SCA BG	11	28,1	1,9	2	26,6	0,1
HUM Bd	3	41,5	0,7	10	43,9	3
HUM BT	5	38,6	1,4	14	40,7	2,5
HUM Dd	4	44,1	2,4	7	44,9	2,7
RAD Bp	4	43,3	1,2	9	43,1	2,6
RAD Bd	3	40,8	1,6	6	40,6	1,6
RAD Dp	5	24,5	1	11	24,2	1
RAD Dd	3	26,6	2,8	7	25,7	1
ULN BPC	6	22,2	1,7	4	24,8	2,4
ULN DAP	1	37,5	0	1	42	0,01
MCM Bp	1	31,4	0,01	2	34,8	0,1
MCM Dp	1	23,1	0,01	2	26	0,2
MCM Bd	26	40,3	1,8	27	40,2	1,4
MCM Dd	26	20,9	1,1	25	20,7	0,7
TIB Bd	4	38,2	1,2	19	37,7	1,8
TIB Dd	5	30,6	2,3	19	31,5	1,5
CAL GL	1	83,8	0,01	2	88,35	4,60
CAL GB	1	27,5	0,01	2	27,9	0,71
CAL DI	1	31	0,01	2	32,2	1,41
CAL DTc	1	19,9	0,01	2	20,95	1,34
TAL LI	8	42,9	1,6	22	43,4	1,6
TAL Lm	10	40,5	1,6	22	41,4	1,6
TAL DI	7	24,2	1	24	24,2	1,1
TAL Dm	3	24,9	0,5	16	25,5	1,4
TAL BC	8	27	1	23	27,6	1,4
CBN GB	12	32,8	1,5	22	34,3	1,5
CBN D	10	29,7	1,6	22	30,4	1,4
MTM Bp	2	28,3	1,7	2	27,8	2,2
MTM Dp	-	-	-	1	28,6	0,01
MTM Bd	23	39,5	1,4	22	39,7	2
MTM Dd	22	22,2	1	20	21,9	1

Tableau 26 : Laugerie-Haute Est- Valeurs statistiques des différents assemblages (d'après Weinstock 2000b)



IV.2.3.3. Gare de Couze (Lalinde, Dordogne)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Ce gisement comprend une grotte et deux abris devant lesquels s'étend une « prairie ». L'abri oriental et la prairie ont été exploités par Peyrony en 1912. À partir de 1957, les fouilles furent reprises dans la prairie par Fitte puis par Bordes. Il s'agit de la partie du gisement la mieux connue, correspondant à des installations de plein-air à la confluence de la Couze et de la Dordogne (Bordes et Sonnevill-Bordes 1979, Leroi-Gourhan 1988). À la base de la stratigraphie, le niveau H, sableux, correspondrait au Magdalénien supérieur (V) daté à $12\,430 \pm 320$ BP ($16\,000 - 14\,000$ cal. BP) (Tableau 27). Au-dessus, les niveaux G à B, s'étageant sur une épaisseur de 70 cm, renferment les principaux dépôts archéologiques attribuables également au Magdalénien supérieur-final (VI). La couche C a été datée par le ^{14}C à $11\,730 \pm 310$ BP ($15\,000 - 13\,000$ cal. BP) (Bordes et Sonnevill-Bordes 1979, Delibrias *et al.* 1976).

Fouilles F. Bordes		Industries
Série 1	Série 2	
-	A	Remanié
1	B	11 750 ± 310 Magdalénien VI
2	C	
3	D	
4	E	
5	F	
6	G	
7	G0	
-	G1	
-	H	Magdalénien V (?) 12 430 ± 320 BP

Tableau 27 : Gare de Couze- Correspondance des couches et datations (Weinstock 2000b)

✓ Spectre de faune

La faune étudiée par Prat (Prat 1962) puis par Delpech (1983) provient d'un sondage effectué par Bordes et Fitte dans les années 1950 (Fitte et Sonnevill-Bordes 1962). Le renne, comme cela est fréquemment le cas dans les gisements de Dordogne, domine largement dans toutes les couches. Il est suivi par le cerf, les bovinés et le cheval. Dans la couche H, les espèces forestières (cerf, sanglier, chevreuil) sont inexistantes alors qu'elles sont mieux représentées dans les niveaux G à B, indiquant des conditions climatiques probablement moins rigoureuses et plus humides que dans l'assemblage H.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne de la Gare de Couze ont fait l'objet d'études biométriques par Delpech (1983) et Weinstock (2000b). D'après ses résultats sur les reconstitutions paléoenvironnementales, Delpech a distingué le niveau H des niveaux B à G. Weinstock a, quant à lui, analysé les niveaux H, G et C. Dans notre étude, nous avons repris le découpage de Weinstock car les mesures brutes sont disponibles. En outre, seuls les niveaux G et H ont



été considérés (Tableau 28), car les rennes du niveau C se caractérisent par un effectif trop faible (NRM = 25).

Eléments	Couze G	Couze H
axis	5	2
scapula	20	10
humérus	32	4
ulna	46	12
radius	7	5
métacarpe	11	2
pelvis	3	
fémur	4	1
tibia	14	2
calcanéum	9	2
talus	40	10
cubo-naviculaire	27	6
métatarse	9	2
TOTAL NRM	227	58
Total NER	218	55

Tableau 28 : Gare de Couze- Nombre de restes mesurés dans les niveaux G et H (en grisé : éléments retenus) (d'après Weinstock 2000b)

Compte tenu du faible nombre de spécimens échantillonnés dans le niveau H (Tableau 29), seul l'assemblage constituant le niveau G a été retenu pour mener des analyses multivariées inter-sites.

mesure	NIVEAUX G, G0, G1			NIVEAU H		
	nombre	moyenne	écart-type	nombre	moyenne	écart-type
SCA SLC	8	32	4,4	4	30,8	1,7
SCA GLP	15	44,1	4,3	6	43,1	1,9
SCA BG	12	28,7	2,5	7	28,7	1,2
HUM Bd	10	45	1,8	0	0	0
HUM BT	27	41,4	2,1	3	40,9	2,4
HUM Dd	17	46,9	2,2	2	44,8	0,8
RAD Bp	16	44	2,1	0	0	0
RAD Bd	16	41,5	2,4	9	42,6	3,1
RAD Dp	21	25	1,3	1	23,5	0
RAD Dd	22	26,3	1,9	9	26,3	1,6
ULN BPC	7	24,1	0,8	5	23,7	1,1
MCM Bp	2	33,2	1,7	0	0	0
MCM Dp	2	24,7	0,6	0	0	0
MCM Bd	8	42,4	2,1	2	40,3	1,3
MCM Dd	6	21,4	0,8	2	20,6	0,7
PEL La	3	42,3	1,3	0	0	0
TIB BP	1	60,1	0	1	56,9	0
TIB Bd	13	39,4	1,9	1	39,1	0
TIB Dd	10	32,5	1,4	1	33,2	0
CAL GL	1	88,8	0	1	97,5	0
CAL GB	2	27,6	1,5	1	32,3	0
CAL DI	1	33,2	0	1	35,9	0
CAL DTc	9	21,9	1	2	22,3	2,8
TAL LI	30	44,2	1,5	9	44	2,7
TAL Lm	33	41,8	1,2	10	41,2	2
TAL DI	31	24,8	1	8	24,4	1,5
TAL Dm	13	26,3	1,2	8	25,4	1,6
TAL BC	36	27,8	1,4	9	27,1	1,5
CBN GB	27	35	2,1	5	35,2	2,5
CBN D	25	30,7	2,1	6	31,6	2,2
MTM Bd	8	40,1	1,7	2	39,5	1,2
MTM Dd	8	22,4	1,1	1	20,9	0
MTM DD	3	16,3	0,6	0	0	0

Tableau 29 : Gare de Couze- Valeurs statistiques des assemblages G et H (d'après Weinstock 2000b)



IV.2.4. Gisements du Quercy

En Quercy, le corpus d'étude a été élargi aux gisements du Paléolithique moyen et du début du Paléolithique supérieur afin de procéder à une approche diachronique. J'ai intégré le site de La Rouquette (Puycelsi, Tarn), les pièges naturels de Siréjol (Lot) et Jaurens (Corrèze), ainsi que les assemblages anthropiques du gisement lotois de Roc de Combe. Les gisements correspondant au dernier Pléniglaciaire et au Tardiglaciaire sont au nombre de quatre (Pégourié, Combe Cullier, Abri Murat, Igue du Gral). Pour les sites magdaléniens de la vallée de l'Aveyron, nous disposons de très peu de données numériques sur les faunes en présence. Ce biais est en partie lié à l'ancienneté des fouilles (Pajot 1969, Pajot 1969, Ladier et Welté 1994, Tisnerat-Laborde *et al.* 1997, Welté 2000b, Ladier et Welté 2005, Kuntz 2005, 2006). Les données biométriques publiées pour les couches badegouliennes et magdaléniennes de l'abri des Peyrugues (Juillard 2009) n'ont malheureusement pas pu être exploitées, avant tout en raison de leur faible effectif, mais aussi en raison du manque de valeurs pour plusieurs variables. Enfin, en collaboration avec J.-C. Castel, un inventaire des restes de Renne potentiellement mesurables (nombre de restes mesurables estimé à environ 50 ossements) a été établi pour les assemblages badegouliens de Cassegros (Lot-et-Garonne). Cette collection fera prochainement l'objet d'une analyse détaillée.

IV.2.4.1. La Rouquette (Puycelsi, Tarn)

✓ Présentation du gisement et datations

Ce site de plein-air stratifié, qui culmine à 266 m d'altitude, fut découvert en 1952 par Bessac et fouillé de 1980 à 1987 par Tavano (1987a), puis par Bourguignon de 1998 à 2001 (premier niveau d'occupation). Le gisement contient trois ensembles stratigraphiques attribués à un moustérien de type Quina contemporain de l'OIS 4-3 (Tavano 1987a, Heriech-Briki 2003, Duran et Tavano 2005, Saos *et al.* 2009). Aucune datation absolue n'est disponible.

✓ Spectre de faune et paléoenvironnement

Les données archéozoologiques et biométriques disponibles pour le renne proviennent des fouilles de Tavano. Dans l'ensemble du gisement, la faune est dominée par le cheval, suivi des bovinés, du renne et de quelques restes de cerf, bouquetin, chamois, sanglier, loup, renard et ours (Heriech-Briki 2003). Les rennes, particulièrement abondants dans l'ensemble II (couche B), sont représentés par des individus de toutes les classes d'âge. La localisation et la morphologie des traces de boucherie indiquent des activités de désarticulation, de décarnisation et de fracturation des ossements (Heriech-Briki 2003). La paléontologie et la sédimentologie indiquent un milieu plutôt ouvert, froid et faiblement humide en II_b, froid plus humide en II.



✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

L'étude métrique préalable menée sur les restes du squelette appendiculaire de *Rangifer tarandus* révélerait une taille corporelle comparable aux rennes des gisements aquitains et méditerranéens. Les dents seraient plus robustes (Heriech-Briki 2003). Au sein de l'ensemble II, sur les 585 restes de renne déterminés anatomiquement, 203 ont pu être mesurés. La majorité des restes mesurés proviennent de l'ensemble II_a. Les dents isolées ainsi que l'ulna étant exclus des analyses ostéométriques, l'échantillon de la Rouquette comprend alors 59 restes retenus (Tableau 30).

Eléments	Rouquette	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
dents	133	SCA GLP	7	44,9	4,0
scapula	8	SCA BG	7	29,6	2,6
humérus	13	HUM Bd	13	43,2	2,1
radius	13	HUM Dd	8	47,0	2,3
ulna	11	RAD Bp	7	42,9	2,0
métacarpe	13	RAD Bd	4	41,9	3,4
tibia	6	RAD Dp	9	24,2	1,0
calcanéum	6	MCM Dp	3	24,9	1,7
TOTAL NRM	203	MCMBd	10	42,0	3,0
TOTAL NER	59	MCM Dd	9	19,7	3,1
		TIB Bd	5	36,8	0,7
		TIB Dd	6	30,5	0,5
		CAL GB	3	30,1	0,6
		CAL DI	3	34,0	1,0

Tableau 30 : La Rouquette- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (d'après Heriech-Briki 2003)

IV.2.4.2. Roc de Combe (Payrignac, Lot)

✓ Présentation du gisement et datations

Le gisement du Roc de Combe est localisé au nord-ouest du département du Lot, à la frontière entre deux régions naturelles, adossées à la bordure sud-ouest du Massif Central. Cette petite grotte fut découverte en 1950 par J. Labrot. Un sondage en 1959 lui permit de reconnaître une séquence classique pour la région, constituée de huit niveaux de Paléolithique supérieur surmontant du Moustérien. La séquence archéologique relevée en 1966 par Bordes apporte quelques compléments, en particulier l'individualisation des couches formant l'interstratification (Bordes et Labrot 1967, Bordes 2002, Sonnevile-Bordes 2002) (Figure 75).



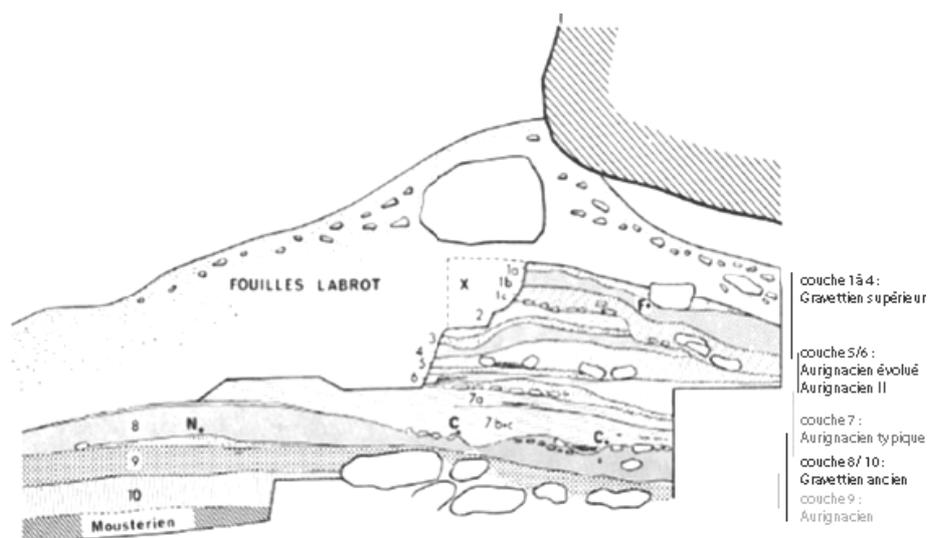


Figure 75 : Roc de Combe- Stratigraphie (modifiée et simplifiée, d'après Bordes et Labrot 1967)

Pour les assemblages des niveaux 1 et 5 retenus dans le cadre de cette étude ostéométrique, plusieurs datations ont été obtenues. Elles donnent des dates situées autour de 30 000 BP pour la couche 5 attribuée à l'Aurignacien évolué (OxA-1441 : $28\,500 \pm 700$, OxA-1259 : $32\,000 \pm 1\,000$ BP), et autour de 25 000/24 000 BP pour la couche 1 attribuée au Gravettien récent (Hedges *et al.* 1990 *in* Bordes 2002).

✓ Spectre de faune

Les restes fauniques sont très abondants au Roc de Combe. D'après les analyses, le renne domine largement dans les différents assemblages ; il est souvent suivi par les bovinés et le cheval (Delpech 1972, 1983, Grayson et Delpech 2008). Au sein des couches 8 et 7 (respectivement Châtelperronien et Aurignacien ancien), la différence dans l'abondance des ossements de renne (respectivement 35,7% et 92,7%) a été interprétée comme la conséquence de changements climatiques plutôt que d'un comportement humain (Grayson et Delpech 2008). Une nouvelle étude archéozoologique (M.-C. Soulier, doctorat en cours) portant sur les Ongulés des couches 8 et 7 livrera prochainement de nouvelles données. Aucune étude paléoenvironnementale n'est disponible.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Une analyse ostéométrique a été menée sur les assemblages des niveaux 5 et 1 (Weinstock 2000b). Le nombre de restes mesurés (Tableau 31) autorise la mise en œuvre d'études statistiques et de comparaisons inter-sites. Le tableau 32 reprend les valeurs statistiques pour chaque assemblage.



Eléments	c.5 Auri év.	c. 1 Périg. Ev.
scapula	5	5
humérus	7	8
ulna	8	2
radius	20	12
métacarpe	16	26
fémur	2	5
tibia	19	18
calcanéum	5	10
talus	14	14
cubo-naviculaire	20	31
métatarse	12	29
TOTAL NRM	128	160
TOTAL NER	126	155

Tableau 31 : Roc de Combe- Nombre de restes de renne mesurés dans les deux assemblages (en grisé : éléments retenus) (d'après Weinstock 2000b)

Mesure	c. 1 Gravettien supérieur			c. 5 Aurignacien supérieur		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
SCA SLC	2	29,8	0,4	4	31,9	3,1
SCA GLP	5	41,6	2,0	3	44,7	3,0
SCA BG	3	28,2	1,6	4	29,4	1
HUM Bd	7	43,3	1,5	6	46,1	2,5
HUM BT	8	39,9	1,2	6	42,4	2,4
HUM Dd	6	44,4	0,9	6	47,9	2,3
RAD Bp	8	44,5	2,2	10	44,1	2,2
RAD Bd	3	44,6	3,0	7	41,3	3,2
RAD Dp	9	24,8	1,2	11	24,5	1,1
RAD Dd	3	28,0	1,6	8	26,3	1,7
ULN BPC	2	25,25	2,2	7	23,8	1,6
ULN DAP	0	0	0	2	40,3	0,7
MCM Bp	4	33,6	1,5	3	32,2	0,8
MCM Dp	5	24,8	0,5	3	23,6	0,9
MCM SD	1	18,1	0	0	0	0
MCM Bd	21	40,6	1,7	13	41,2	1,6
MCM Dd	21	20,8	0,9	12	21,3	0,9
MCM DD	1	16,1	0	0	0	0
TIB BP	2	58,6	0,7	2	63,1	3,7
TIB Bd	16	39,4	1,9	16	39,8	2,1
TIB Dd	17	32,4	1,7	16	32,8	1,5
CAL GL	10	89,9	3,9	4	91,6	3,3
CAL GB	10	29,7	0,9	4	29,7	0,7
CAL DI	10	33,4	1,3	4	34,3	1,3
CAL DTc	9	22,2	1	5	22,1	0,8
TAL LI	12	44,5	2,2	13	46,2	1,1
TAL Lm	13	42,0	1,9	13	43,2	1,1
TAL DI	13	24,6	1,4	13	25,5	0,7
TAL Dm	12	26,0	1,0	9	26,7	0,5
TAL BC	14	27,7	1,5	13	28,2	1,4
CBN GB	31	34,7	1,7	20	34,8	1,9
CBN D	29	30,6	1,6	19	30,7	1,2
MTM Bp	4	29	2,2	4	30,0	1,9
MTM Dp	1	32,6	0	1	32,0	0
MTM Bd	25	40,4	1,9	7	40,9	0,9
MTM Dd	24	22,5	0,8	8	22,8	0,6
MTM DD	1	16,7	0	1	17,3	0

Tableau 32 : Roc de Combe- Valeurs statistiques des niveaux 5 et 1 (d'après Weinstock 2000b)



IV.2.4.3. Siréjol (Gignac, Lot)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Le gisement paléontologique de Siréjol, sur le causse de Gramat, fut découvert en 1964 lors d'une exploration par le Groupe Spéléologique du Foyer Culturel de Brive qui remonta à la surface un lot d'ossements fortement calcifiés ainsi que deux crânes humains (Couchard *et al.* 1966). Le gisement a été scindé en deux parties : les étages supérieur (renfermant des ossements humains et animaux ainsi que quelques tessons de poterie) et inférieur (renfermant des faunes pléistocènes). Les travaux ont ensuite été repris en 1972 sous la direction de M. Philippe et ont donné lieu à plusieurs publications (Philippe 1972, 1973, 1974, 1975). Cette grotte renferme en fait trois gisements, l'un protohistorique, le second paléontologique d'âge holocène, et le gisement paléontologique principal, d'âge « würmien » (Figure 76) (Philippe *et al.* 1980).

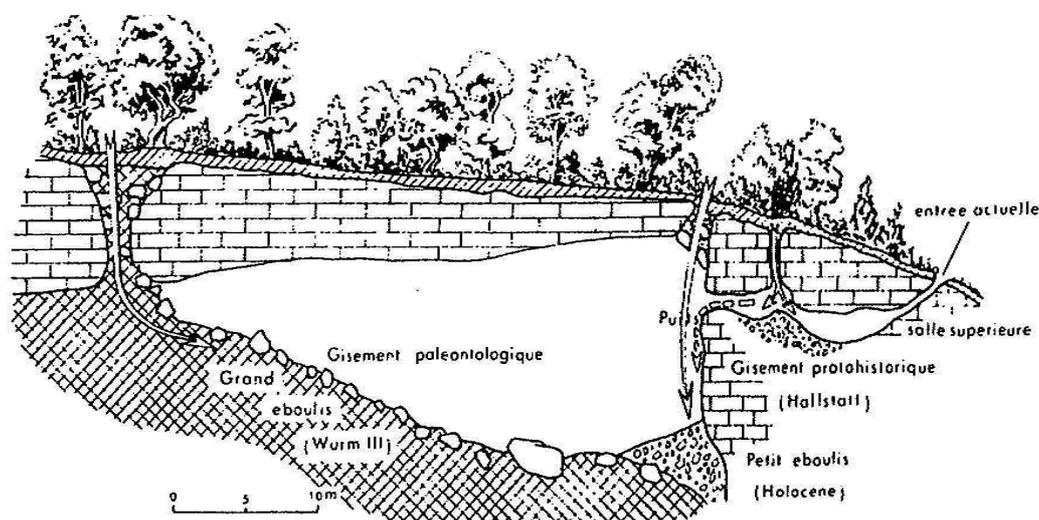


Figure 76 : Siréjol- Coupe de la grotte (d'après Philippe 1983)

La région avoisinante est un plateau calcaire faisant la liaison entre le causse de Martel (à l'est) et le causse sarladais (à l'ouest). Le plateau, d'une altitude moyenne de 320 m, est sillonné de nombreuses vallées sèches et ponctués de dolines (Couchard *et al.* 1966). Quatre datations ^{14}C , réalisées par le laboratoire de Lyon, ont été obtenues (Tableau 33). Les trois premières (Philippe *et al.* 1980) ont été effectuées d'après la méthode conventionnelle du ^{14}C . Bien que situées vers 30 000 BP, ces dates doivent être considérées avec prudence en raison des écart-types élevés. La dernière (AMS) a été réalisée dans le cadre du PCR « Accumulations accidentelles de faunes en contexte karstique » coordonné par M.-P. Coumont et viendrait confirmer les précédentes.

Niveau	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie
Grand éboulis	Ly 767	29 100± 1600	38 390	31 050	stade 3
Grand éboulis	Ly 1225	30 080± 1740	39 910	31 350	stade 3
Grand éboulis	Ly 614	31 300± 1800	41 390	32 620	stade 3
Grand éboulis	Ly 7477	32 930± 670	39 400	36 300	stade 3

Tableau 33 : Siréjol- Datations radiométriques



✓ Spectre de faune et paléoenvironnement

La faune du grand éboulis est constituée d'un matériel abondant et en parfait état de conservation. Les herbivores, déterminés par Guérin (*in* Philippe 1975), concernent cinq espèces : le renne (*Rangifer tarandus* - nombre minimal d'individus : 27), deux espèces de bison (*Bison schoentensacki* NMI : 14 et *Bison priscus*), le cheval (*Equus caballus* NMI : 9) et le cerf (*Cervus elaphus* NMI : 1). Seules deux ou trois espèces de carnivores ont, pour l'heure, été identifiées, il s'agit de la belette (*Mustela nivalis*), du blaireau (*Meles meles*) et peut-être du renard (*Vulpes vulpes*). Lors d'un examen du matériel, j'ai toutefois noté la présence de carnivores (morsures, coprolithes) non identifiés jusqu'à présent. Ainsi, au minimum 10,5% des ossements de renne ont subi l'attaque des carnivores. Une analyse taphonomique détaillée de ces restes devra prochainement être entreprise afin de mieux caractériser l'origine de l'accumulation osseuse. D'autres espèces animales de plus petite taille sont également représentées, comme des amphibiens, des reptiles, des oiseaux, des chiroptères et insectivores, ainsi que des rongeurs et des lagomorphes (pour une liste faunique détaillée, cf. Philippe 1975 et Philippe *et al.* 1980). D'après l'ensemble des restes osseux déterminés, la faune de Siréjol (y compris les micromammifères) serait plutôt typique d'un biotope forestier, correspondant à un paysage de steppe arborée (Philippe 1979, Joannin 2002, Colombeau 2003, Mérico 2003). Or le renne, associé à d'autres taxons typiques d'environnement froid comme le chocard, domine l'assemblage et sa présence permet de nuancer ces interprétations paléoenvironnementales strictement forestières.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Signalons tout d'abord que les ossements de renne sont en bon état de conservation, plusieurs ossements d'un jeune renne ont ainsi été retrouvés (Figure 77).

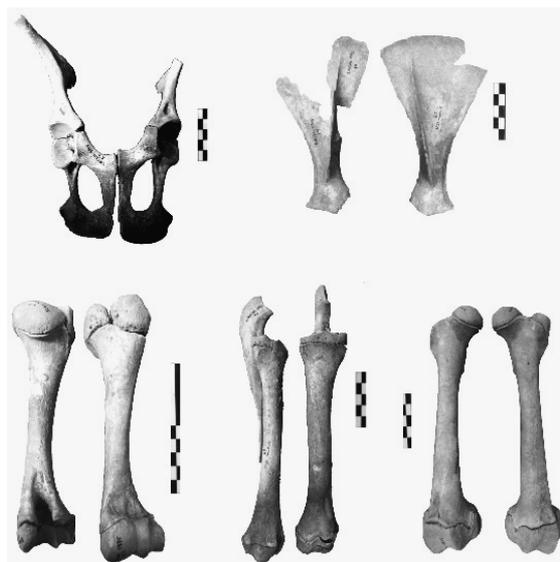


Figure 77 : Siréjol- Principaux ossements (coxal, scapula, humérus, radius et fémur) d'un jeune renne de 3-5 mois (clichés D. Kuntz)



Les ossements de Cervidés (renne et cerf) de Siréjol ont fait l'objet d'une étude paléontologique (détermination et ostéométrie) dans le cadre d'un travail universitaire (Mérico 2003). D'après cette étude, le nombre de restes de renne déterminés (jeunes et adultes) s'élève à 609 ossements (Tableau 34). Dans ces décomptes, tous les éléments anatomiques n'ont pas été considérés puisque plusieurs petits os courts sont absents (phalanges, carpiens, etc.).

		<i>Rangifer tarandus</i>		<i>Cervus elaphus</i>	
		Jeunes	Adultes	Jeunes	Adultes
Os longs	Métacarpe	30	33	\	\
	Radius	32	27	\	2
	Humérus	34	21	\	\
	Métatarses	40	16	\	2
	Tibia	51	37	\	\
	Fémur	46	20	\	\
Os courts	Calcaneum	26	22	2	\
	Astragale	24	29	\	\
Mâchoires	Mandibule	11	39	\	1
	Maxillaire	5	37	\	\
Bois	Massacre	\	19	\	\
	Chute	\	10	\	\
TOTAL		299	310	2	5

Tableau 34 : Siréjol- Nombre de restes de Cervidés déterminés (d'après Mérico 2003, modifié)

De nouvelles analyses biométriques ont été effectuées sur cet assemblage³⁹ afin de collecter des données ostéométriques exhaustives (données brutes) et ainsi apporter des indications sur la proportion des mâles et des femelles ainsi que sur la taille corporelle moyenne des individus constituant l'assemblage (NMI= 26). Contrairement aux analyses précédentes, les jeunes individus (articulations non épiphysées) ont été écartés. Tous les éléments anatomiques mesurés présentent ainsi des extrémités articulaires épiphysées et appartiennent donc à des individus adultes, tout au moins d'un point de vue ostéologique. L'assemblage de Siréjol correspond à un échantillon important (Tableau 35); aucune pathologie osseuse n'a été observée. Les valeurs statistiques calculées pour l'assemblage de Siréjol sont nombreuses en raison de l'excellente conservation des restes osseux qui sont généralement complets (Figure 78). Des mesures d'os longs (GL) ont ainsi pu être prises (Tableau 36).

³⁹ Conservé au Centre de dépôt et de conservation du Muséum de Lyon



Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Eléments	Siréjol
SCA SLC	21	32,7	3,6	Bois	22
SCA GLP	17	44,2	3	Atlas	9
SCA BG	20	30	2,6	Axis	12
HUM Bd	31	44,1	2,4	Scapula	21
HUM BT	28	41,2	2,1	Humérus	31
HUM SD	26	20,6	1,8	Radius	46
HUM Dd	27	44,9	2,5	Ulna	35
RAD Bp	37	43,1	2,3	Carpiciens	86
RAD SD	30	23,8	4,1	Métacarpe	43
RAD Bd	25	40,6	3,4	Pelvis	21
RAD Dp	29	25,1	1,5	Fémur	15
RAD Dd	25	26,9	1,8	Tibia	40
ULN BPC	34	23,6	1,5	Calcaneum	38
ULN DAP	24	38,3	3,4	Talus	47
MCM Bp	40	32,4	1,7	Cubo-naviculaire	32
MCM Dp	40	23,6	1,4	Autres tarsiens	21
MCM SD	37	18,8	2,5	Métatarse	53
MCM Bd	25	39,9	2,1	Total NRM	572
MCM Dd	25	20,7	1,3	Total NER	407
MCM DD	31	14,8	1,3		
PEL La	21	36,3	2,2		
TIB BP	6	57,7	4,5		
TIB SD	32	23,0	2,2		
TIB Bd	40	38,2	2,7		
TIB Dd	40	29,8	1,6		
CAL GL	23	87,6	3,6		
CAL GB	38	28,6	1,7		
CAL DI	38	33,0	1,8		
CAL DTc	30	21,7	1,2		
TAL LI	47	44,0	1,9		
TAL Lm	47	41,3	1,8		
TAL DI	47	24,3	1,1		
TAL Dm	46	25,9	2,7		
TAL BC	47	27,0	1,5		
CBN GB	32	32,2	1,9		
CBN D	32	29,4	1,5		
MTM Bp	49	29,0	2,0		
MTM Dp	49	32,1	2,0		
MTM SD	41	18,3	1,7		
MTM Bd	32	39,3	1,9		
MTM Dd	33	22,1	1,1		
MTM DD	42	17,3	1,7		

Tableau 35 : Siréjol- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques correspondant aux variables communes à tous les assemblages (étude inédite)





Figure 78 : Siréjol- Métacarpiens complets (cliché D. Kuntz)

Élément	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Humérus	GL	5	207,3	13,3
Humérus	GLC	2	238,1	0,7
Radius	GL	18	237,9	13,1
Métacarpien	GL	23	180,3	8,6
Fémur	GL	1	277,6	0,0
Tibia	GL	14	286,7	12,8
Métatarsien	GL	30	251,9	11,0

Tableau 36 : Siréjol- Valeurs statistiques des os longs de renne



IV.2.4.4. Jaurens (Nespouls, Corrèze)

✓ Présentation du gisement et datations

Découvert en 1968, ce piège à faune situé sur le causse de Martel à une altitude de 260 mètres, fut fouillé par Guérin entre 1968 et 1972 (Guérin 1969, 1970, Guérin *et al.* 1979). Longue d'une cinquantaine de mètres et d'une largeur d'environ 4 mètres, la cavité se développe sur une hauteur de 4 à 6 mètres (Figure 79). Sept couches ont été identifiées dans un dépôt sédimentaire de quatre mètres. Plusieurs datations ^{14}C ont été réalisées sur des ossements. Les résultats (Tableau 37) se situent entre 29 330 et 32 600 BP et paraissent contemporains du site voisin de Siréjol.

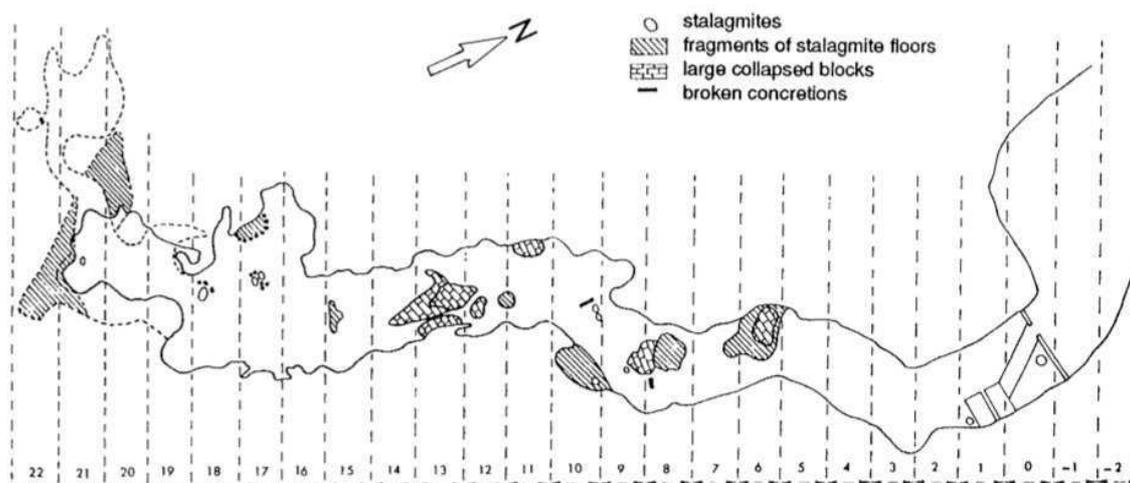


Figure 79: Jaurens- Plan de la grotte de Jaurens (Guérin 1999)

Niveau	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie
secteur médian	Ly 359	29 300± 1400	37 440	31 200	stade 3
secteur médian	Ly 892	30 350± 3000	IMPOSSIBLE	IMPOSSIBLE	stade 3
secteur 20	Ly 1938	32 630± 2900	IMPOSSIBLE	IMPOSSIBLE	stade 3
secteur 1	Ly 1939	29 700± 1500	38 420	31 380	stade 3

Tableau 37 : Jaurens- Datations radiométriques (Philippe *et al.* 1980)

✓ Spectre de faune et paléoenvironnement

Les restes osseux fossiles ont été découverts en surface et dans le niveau 1. La faune est composée d'amphibiens, reptiles, plusieurs espèces aviaires, de rongeurs, d'insectivores, de chiroptères, mais également de *Canidae* (*Canis lupus*, *Vulpes vulpes*, *Alopex lagopus*), d'*Ursidae* (*Ursus arctos*), de *Mustelidae* (*Gulo gulo*), de *Felidae* (*Panthera spelaea*, *Felis silvestris*), de *Hyaenidae* (*Crocuta spelaea*), de Lagomorphes, *Rhinocerotidae* (*Coelodonta antiquitatis*), *Equidae* (*Equus caballus gallicus*), *Elephantidae* (*Mammuthus primigenius*), *Suidae*, *Cervidae* (*Rangifer tarandus*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Megaceros giganteus*) et *Bovidae* (*Bison priscus*, *Bos primigenius*, *Rupicapra rupicapra*). Au sein des Ongulés, le cheval, le bison et le renne dominent le spectre faunique. Une canine supérieure a



été attribuée par J.-M. Bouvier à Néandertal (Guérin 1999). La sédimentologie des dépôts indique un climat humide entrecoupé d'épisodes plus secs (Debard 1979). Aucune analyse palynologique n'a été réalisée. D'après les restes de faune, l'environnement était en mosaïque, avec des températures modérément froides et un faible couvert neigeux. Le paysage était ainsi probablement plutôt de type steppique (Guérin 1999).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne de Jaurens ont fait l'objet d'une publication par Valli et Guérin (2000). Le renne, troisième espèce de grands mammifères dans le gisement, est le Cervidé le plus abondant avec près de 1200 restes déterminés. Le nombre minimal enregistré d'après les métapodes est de huit individus adultes et cinq jeunes. Tous les éléments du squelette paraissent présents. Alors que les bois sont rares, deux crânes ont toutefois été identifiés : un appartenant à un jeune individu (Figure 80) et un autre à un mâle adulte.

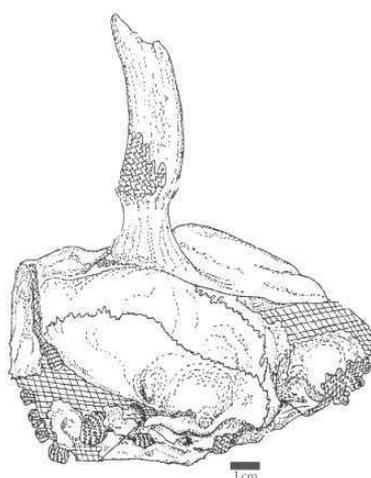


Figure 80 : Jaurens- Arrière-crâne de renne (Valli et Guérin 2000)

Des mesures sont disponibles pour ces deux crânes, de même que pour les dents et tous les os longs (Tableau 38). D'après les analyses ostéométriques effectuées, le renne de Jaurens se révèle identique aux spécimens provenant de la fin du Pléistocène moyen et du Pléistocène supérieur d'Europe (Valli et Guérin 2000). Les dimensions des humérus notamment correspondraient notamment à celles des rennes du gouffre de Padirac (Crégut-Bonnoure et Guérin 1994, Valli et Guérin 2000). Valli et Guérin nous ont aimablement communiqué leurs mesures brutes prises sur le squelette post-crânien des rennes de Jaurens (Tableau 38). Partant de ces données, nous avons pu analyser le sex-ratio des individus piégés et les comparer notamment au gisement voisin *a priori* contemporain de Siréjol. Les variables retenues dans le cadre des comparaisons inter-sites sont au nombre de 24 (Tableau 38). Malheureusement, les scapulas n'ont pas été mesurées par Valli. D'autre part, les valeurs de diaphyse ont été retirées car elles ne correspondent pas à celles que j'ai retenues.



Eléments	Jaurens	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
crâne	2	HUM Bd	9	46,6	1,5
mandibule	10	HUM Dd	9	47,6	1,9
dents isolées	294	RAD Bp	15	45,1	2,4
humérus	9	RAD Bd	6	44,3	2,7
radius	15	RAD Dp	13	26,0	1,2
métacarpe	19	MCM Bp	19	34,0	2,4
fémur	11	MCM Dp	19	24,7	1,8
tibia	16	MCM Bd	12	42,1	1,8
calcanéum	17	MCM Dd	13	21,5	0,8
talus	27	TIB BP	10	63,8	3,3
métatarse	17	TIB Bd	16	40,2	1,5
TOTAL NRM	543	TIB Dd	16	31,5	1,3
TOTAL NER	120	CAL GL	17	93,8	3,2
		CAL GB	17	31,3	1,3
		CAL DI	17	36,0	2,0
		TAL LI	27	44,2	1,8
		TAL Lm	27	41,6	1,7
		TAL DI	27	24,8	1,5
		TAL Dm	27	25,4	1,7
		TAL BC	26	27,6	1,5
		MTM Bp	8	29,9	2,0
		MTM Dp	8	33,6	2,1
		MTM Bd	13	41,5	1,8
		MTM Dd	13	23,0	0,9

Tableau 38 : Jaurens- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques (d'après Valli et Guérin 2000 et Valli com. pers.)

Comme pour l'assemblage paléontologique de Siréjol, des mesures de longueurs d'os longs sont disponibles (Tableau 39).

Elément	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Humérus	GL	2	237,8	3,2
Radius	GL	5	259,5	23,6
Métacarpien	GL	14	191,9	7,7
Tibia	GL	12	312,5	13,1
Métatarsien	GL	5	267,5	9,5

Tableau 39 : Jaurens- Valeurs statistiques des os longs de renne (d'après Valli, com. pers.)

IV.2.4.5. Pégourié (Caniac-du-Causse, Lot)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte de Pégourié est située dans un massif boisé qui fait partie du Causse de Gramat. L'altitude moyenne du plateau karstique dans lequel est implanté ce gisement est de l'ordre de 350 à 400 mètres. Les travaux entrepris dans la grotte ont été dirigés par Séronie-Vivien de 1967 à 1988 (Séronie-Vivien 1973, Séronie-Vivien et Le Tensorer 1979, Séronie-Vivien *et al.* 1981b, Séronie-Vivien *et al.* 1995, Séronie-Vivien 1997). Sur une puissance d'environ 1,60m, plusieurs ensembles sédimentaires ont été identifiés (Séronie-Vivien *et al.* 1995), dont l'ensemble 5 (couches 9 et 8) fouillé sur une surface de 25 à 30 m², est rapporté au Badegoulien et l'ensemble 4 (couches 7, 6, 5, 4) attribué à l'Azilien (Figure 81).



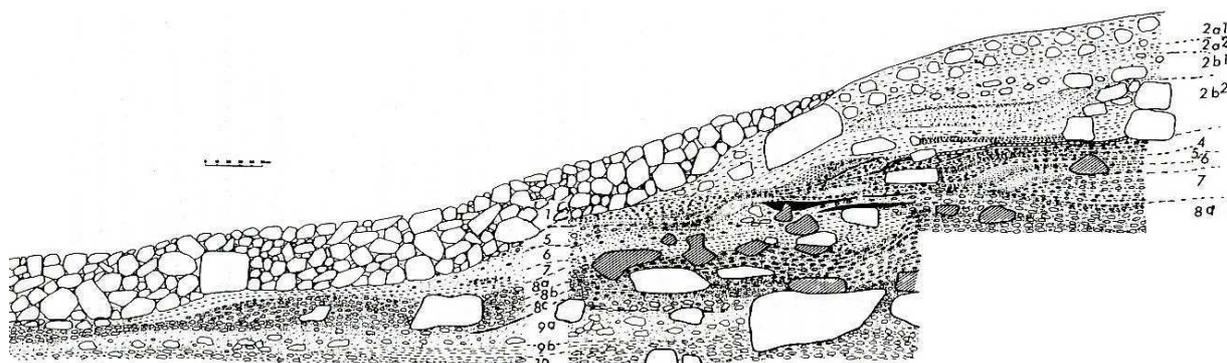


Figure 81 : Pégourié - Coupe stratigraphique longitudinale (Séronie-Vivien *et al.* 1995)

L'ensemble 5 a livré une série de quatre datations homogènes (dont deux provenant directement d'ossements de renne), indiquant une occupation centrée autour de 17 000 BP (20 000 cal. BP) (Tableau 40). Au vu des dates obtenues par la méthode classique et des intervalles de confiance, il est raisonnable de penser que malgré la puissance des dépôts archéologiques, la période d'occupation badegoulienne a été relativement courte, probablement entre 17 000 et 17 500 BP (20 000 - 20 700 cal. BP) (Séronie-Vivien *et al.* 1995). La couche 7, d'âge azilien mais remaniée dans sa partie sommitale par des terriers, a livré des ossements de renne dont l'un a fait l'objet d'une datation qui se rapprocherait, selon Séronie-Vivien, d'un âge badegoulien⁴⁰. Les autres analyses pour l'ensemble 4 Azilien (couches 7 à 4) livrent quant à elles une série de dates rapprochées s'échelonnant entre 11 300 et 12 250 BP (environ 13 000 - 15 000 cal. BP).

Niveau	Echantillon	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
7 remanié	renne	Ly 5283	16 090± 320	19 990	18 650	Pléniglaciaire	Badegoulien
8A2	renne	Ly 5285	16 890± 300	21 020	19 440	Pléniglaciaire	Badegoulien
8	renne	Ly 1834	17 320± 420	21 660	19 550	Pléniglaciaire	Badegoulien
9A	os	Ly 1836	17 420± 390	21 780	19 600	Pléniglaciaire	Badegoulien
8B	os	Ly 1394	17 490± 520	22 190	19 580	Pléniglaciaire	Badegoulien
8A	os	Ly 1834	17 400± 460	21 960	19 580	Pléniglaciaire	Badegoulien

Tableau 40 : Pégourié- Datations radiométriques (Séronie-Vivien *et al.* 1995)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

La palynologie, l'anthracologie et l'étude des micromammifères couplée à celle des macromammifères présents dans l'assemblage permettent de reconstituer en partie le paysage du dernier Pléniglaciaire (Séronie-Vivien *et al.* 1981b, Séronie-Vivien *et al.* 1995). Le taux de boisement de la couche 9 varie de 5 à 20% et montre la prédominance du pin sylvestre, associé au chêne, à l'orme et au saule (Séronie-Vivien *et al.* 1981b). Les rongeurs indiquent des conditions climatiques relativement tempérées alors que le renne et le bison traduisent un environnement froid et relativement ouvert. Il apparaît dès lors possible que lors de la

⁴⁰ Cette datation paraît toutefois très jeune pour du Badegoulien. D'autre part, d'après la projection des vestiges côtés, il n'existe aucun niveau stérile entre les couches 7 et 8 qui pourrait garantir l'imperméabilité des deux ensembles (Ducasse 2010)



formation de la couche 9, le paysage était ouvert mais entrecoupé de zones boisées. La couche 8 a sans doute connu des conditions plus sévères. Le taux de boisement reste le plus souvent en dessous de 5% avec principalement des pins sylvestres. L'analyse anthracologique de la couche 8 complète le spectre végétal avec une forte représentation des genévriers (probablement surreprésentés en raison de la fragmentation des échantillons au moment du prélèvement), et une présence minime de quelques ligneux (bouleau, noisetier, merisier, prunier, prunellier, chêne à feuillage caduc, orme). Ces espèces sont certes révélatrices d'une période froide steppique mais elles annoncent toutefois l'amélioration climatique de l'interstade du Bølling-Allerød (Séronie-Vivien *et al.* 1995). Le cortège des rongeurs se différencie du précédent par l'apparition du lemming à collier et du campagnol des hauteurs, à côté du lemming des steppes et du campagnol nordique. Tous ces animaux, sans oublier le renne, témoignent de conditions très froides et sèches.

Les couches badegouliennes livrent un tableau de chasse assez habituel pour ces périodes (Tableau 41) : les rennes et les bovinés (particulièrement le bison) constituent les espèces principales auxquelles viennent s'ajouter les chevaux, cerfs, bouquetins et chamois.

	C.8	C.9	Total
<i>Rangifer tarandus</i>	1297	329	1626
<i>Cervus elaphus</i>	91	15	106
<i>Capreolus capreolus</i>	4	2	6
<i>Capra ibex</i>	11	2	13
<i>Rupicapra rupicapra</i>	7	2	9
<i>Equus caballus</i>	30	34	64
<i>Equus hydruntinus</i>	5	2	7
Bovinés	178	252	430
<i>Bos primigenius</i>	4	1	5
<i>Bison priscus</i>	17	41	58
<i>Sus scrofa</i>	5		5
<i>Canis lupus</i>	1		1
<i>Vulpes vulpes</i>	5		5
<i>Felis sp.</i>	1		1
Total	1635	638	2273

Tableau 41 : Pégourié- Espèces déterminées dans les niveaux badegouliens, en nombre de restes (d'après Séronie-Vivien *et al.* 1995, modifié)

Le renne, abondant dans les couches badegouliennes, a également été trouvé dans les niveaux aziliens et actuels (Tableau 42). Toutefois, ces occurrences ne troublent en rien cette étude étant donné que certains niveaux ont été perturbés et que d'autres se chevauchent par endroits. De plus, les restes ne peuvent avoir qu'un âge antérieur, le renne ayant très certainement disparu de nos régions à l'époque azilienne.

	C.1 Actuel	C.4 Azilien	C.5 Azilien	C.6 Azilien	C.7 Azilien	C.8 Badegoulien	C.9 Badegoulien	C.10 Périgordien	Total
Renne	5	22	33	23	48	1297	329	18	1775

Tableau 42 : Pégourié- Répartition des restes de renne dans les niveaux archéologiques



✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

L'analyse ostéométrique réalisée concerne uniquement les couches 8 et 9. Toutefois, les quelques pièces mesurées provenant du niveau 9b (un métacarpe et deux phalanges) ont été retirées des décomptes des niveaux badegouliens en raison de la stratigraphie. En effet, ce niveau épouse une forme en gouttière préfigurée par le sommet de la couche 10 gravettienne. Afin d'éviter tout mélange de vestiges non contemporains, ces vestiges ont été exclus.

Afin de caractériser la taille des rennes ayant occupé le site de Pégourié, j'ai effectué une série de mesures sur des ossements adultes (Tableau 43). Au total, après le retrait de pièces trop altérées, ce sont quatre-vingt six restes d'adultes qui ont été utilisés dans l'analyse. Les phalanges n'ayant pas été retenues, ce sont finalement trente-huit restes et vingt-deux variables (Tableau 43) qui ont servi aux analyses statistiques. Cet échantillon n'a toutefois pas fait l'objet d'analyses multivariées en raison du faible effectif. Malgré cette faiblesse, cette assemblée a été retenue car les référentiels ostéométriques des rennes du dernier Pléniglaciaire sont rares.

Eléments	Pégourié	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
humérus	3	HUM Bd	3	45,9	4,5
radius	2	HUM BT	3	38,7	3,2
métacarpe	12	HUM Dd	3	38,3	2,4
tibia	5	RAD Bd	2	40,8	2,6
calcanéum	1	RAD Dd	2	24,5	2,5
talus	3	MCM Bp	2	27,7	0,2
cubo-naviculaire	4	MCM Bd	10	41,3	1,7
métatarse	8	MCM Dd	10	20,4	0,6
phalange 1	27	TIB Bd	5	39,0	3,8
phalange 2	21	TIB Dd	5	29,6	2,4
TOTAL NRM	86	CAL GL	1	96,4	0,01
TOTAL NER	38	CAL DI	1	33,1	0,01
		CAL DTc	1	23	0,01
		TAL LI	2	44,0	0,2
		TAL Lm	3	42,5	1,9
		TAL DI	3	24,7	1,1
		TAL Dm	3	25,4	1,7
		TAL BC	3	27,7	1,2
		CBN GB	4	33,9	1,6
		CBN D	4	29,7	1,7
		MTM Bd	8	40,4	2
		MTM Dd	8	21,5	1

Tableau 43 : Pégourié- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (étude inédite)



IV.2.4.6. Igue du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot)

✓ Présentation générale du gisement et datations

L'Igue du Gral est un aven-piège localisé sur les plateaux calcaires du Quercy, à une altitude de 300 m, 170 m au-dessus des vallées du Lot et du Célé toutes proches. Le gisement, découvert en 1998 par le Spéléo-club de Saint-Céré, est fouillé depuis 2001 par Castel, en collaboration avec Coumont (Castel *et al.* 2008, Castel *et al.* 2009, Castel *et al.* 2010, Coumont et Castel 2007). Un puits de 2 mètres sur 1 mètre d'ouverture et profond de 9 m permet de pénétrer dans la cavité. Il donne accès à une salle oblongue de 8 x 3 mètres, haute de 2 à 6 mètres, nommée salle principale (Figure 82).

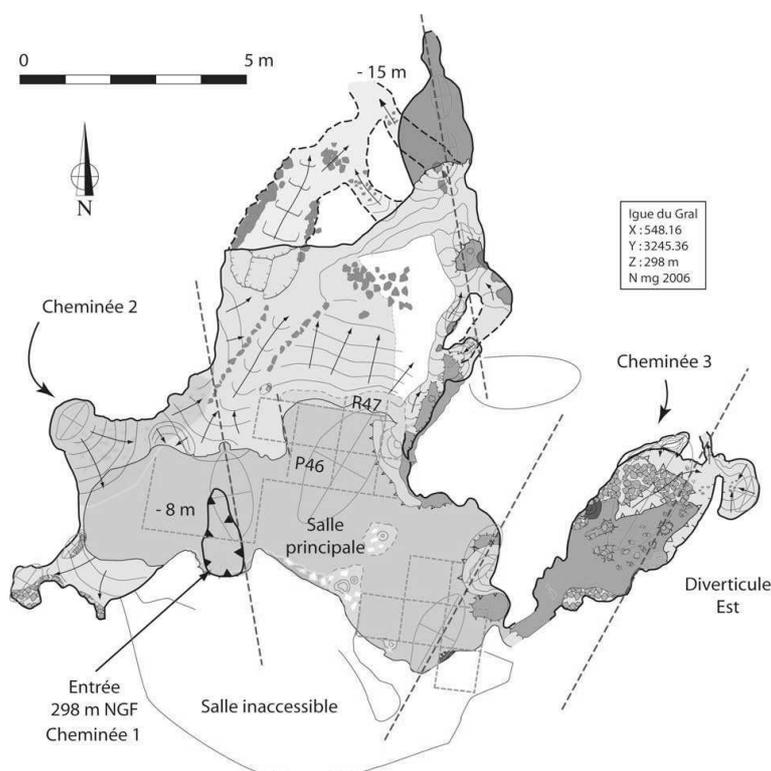


Figure 82 : Igue du Gral – Plan de la cavité (Castel *et al.* 2008, 2009)

Dans le secteur « avant » (carrés P, Q, R), où la stratigraphie est la plus favorable à l'observation de l'évolution des faunes sur les plateaux du Quercy, plusieurs niveaux horizontaux ont été mis en évidence sur la base de caractéristiques géologiques, paléontologiques et taphonomiques. La quinzaine de datations obtenues à ce jour dans le secteur avant couvre une grande partie de la fin du Paléolithique supérieur, avec une faune abondante à la fin du dernier Pléniglaciaire et au cours du Tardiglaciaire (Tableau 44).



Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Chrono-climatologie
c. 201	boviné	AMS	Ly 4437	10 440± 50	12 500	12 200	Holocène
c. 205	lièvre	AMS	Ly 16 390	10 520± 55	12 620	12 200	Holocène
c. 201	cerf	AMS	Ly 16 389	10 650± 50	12 700	12 440	Holocène
c. 207	renne	C14	Ly 12 419	13 360± 70	16 850	15 675	Dryas ancien
c. 207/209	os grands ong	C14	Ly 11 518	13 680± 75	17 020	16 620	Dryas ancien
secteur arrière	cheval	C14	Ly 12418	13 970± 90	17 400	16 800	Dryas ancien
c. 211 ou 213	renne	AMS	Ly 16 388	14 460± 130	17 960	17 150	Dryas ancien
c. 211 ou 213	saïga	AMS	Ly 3086	15 350± 120	18 860	18 100	Dryas ancien
c. 213	loup	AMS	Ly 6451	15 840± 100	19 380	18 800	Dernier Pléniglaciaire/ Dryas
c. 213	renne	AMS	Ly 443B	16 120± 90	19 400	18 900	Dernier Pléniglaciaire
secteur arrière	loup	AMS	Ly 3631	16 260± 70	19 800	18 900	Dernier Pléniglaciaire
c. 218	renne	AMS	Ly5609	17 520± 130	21 300	20 400	Dernier Pléniglaciaire
c. 216	cheval	AMS	Ly 4439	17 680± 110	21 400	20 500	Dernier Pléniglaciaire
c. 215	renne	AMS	Ly 5608	17 990± 130	22 000	21 100	Dernier Pléniglaciaire
c. 223	boviné	AMS	Ly 6452	19 290± 150	23 700	22 600	MIS2
c. 223	ours	AMS	OxA 21062	19390±150	23 500	22 500	MIS2
base coupe nat.	cheval	AMS	Ly 3087	26 320± 410	31 400	30 300	MIS3/2
c. 223	boviné	AMS	Ly 5607	28 530± 460	34 400	31 700	MIS3/2
c. 223	hyène	AMS	OxA-20763	31 990± 240	37 000	35 600	MIS3
hors stratigraphie	mégacéros	AMS	OxA-21062	42 400± 700	47 100	44 600	MIS3

Tableau 44 : Igue du Gral- Datations (Castel *et al.* 2010). En encadré : échantillons compris entre le dernier maximum glaciaire et le Tardiglaciaire

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

La séquence principale a, pour l'heure, été subdivisée en quatre ensembles paléontologiques principaux (Figure 83).

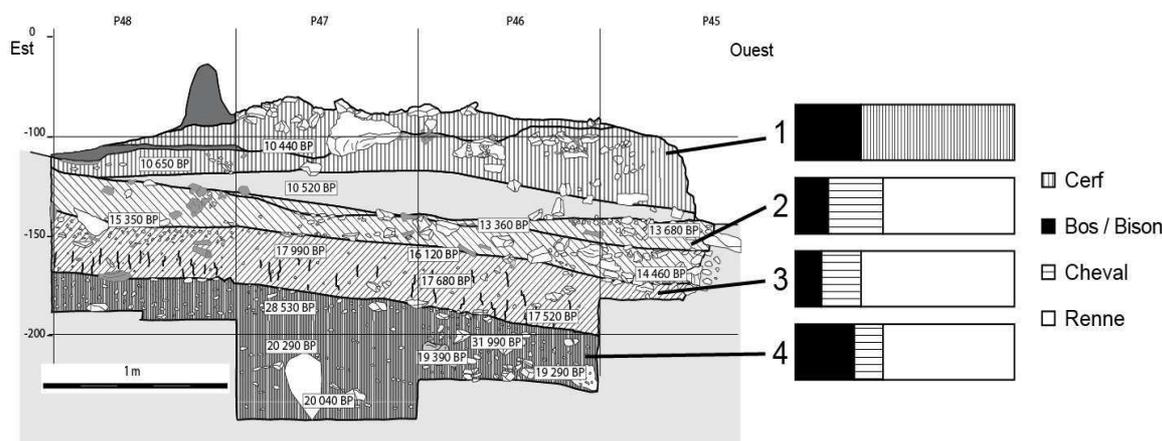


Figure 83 : Igue du Gral- Stratigraphie, ongulés et datations du secteur avant (Castel *et al.* 2010)

Au sommet du remplissage, l'ensemble 1 a livré des sépultures protohistoriques, de rares fragments de céramique et de la faune de milieu tempéré, sauvage et domestique. Un niveau à escargots venait recouvrir le sommet des remplissages pléistocènes. Au-dessous, un niveau horizontal est riche en vestiges d'un cerf de très grande taille (10 650 ± 50 BP : 12 700 - 12 400 cal. BP). Cet ensemble renferme également une faible proportion de vestiges de renne, de bison et de cheval dont la contemporanéité avec le cerf n'est pas assurée. Sous cet ensemble, un niveau argileux livre des espèces de très petite taille, notamment des léporidés



(lièvre variable et lapin) ; il est daté à $10\,520 \pm 55$ BP (12 600 - 12 200 cal. BP). L'ensemble 2, rapporté à l'évènement de Heinrich 1 ($\pm 13\,500 - 14\,500$ BP : 16 000 - 18 000 cal. BP), contient des niveaux argileux à passées de cailloutis ou de blocs formant à plusieurs reprises des pavages naturels horizontaux. Les ongulés de type glaciaire et steppique (renne, cheval bovinés) dominent le spectre de faune. L'ensemble 3, dont les dates se rapportent au dernier Pléniglaciaire, renferme les mêmes taxons, avec une présence plus affirmée du renne en nombre de restes. Sous les niveaux supérieurs ayant livré des faunes de milieu tempéré comme le cerf, les ensembles 2 et 3 sont ainsi marqués par l'abondance du renne accompagné du bison, du cheval et d'autres espèces plus discrètes numériquement : loup, renard, antilope saïga et bouquetin notamment. Enfin, les niveaux les plus anciens identifiés récemment (ensemble 4) ont livré les mêmes types d'ongulés. On note toutefois l'apparition de l'hyène et de l'ours brun ainsi que la raréfaction très nette du loup. Un travail de description fine des ensembles biostratigraphiques est actuellement en cours et s'appuie à la fois sur les données paléontologiques, géologiques et taphonomiques.

En l'absence d'analyses palynologiques, les données issues de la microfaune donnent des indications climatiques et environnementales. Elles indiquent notamment une période glaciaire et d'un paysage ouvert, avec des températures moyennes annuelles ne dépassant pas 10°C. Alors que les précipitations sont relativement réduites tout au long du remplissage, les conditions climatiques s'améliorent progressivement de la base au sommet (Castel *et al.* 2010). Au sein des petits carnivores, les ensembles 2 et 3 attestent également de conditions climatiques rigoureuses et d'un paysage ouvert. L'ensemble 4 paraît indiquer un radoucissement par la présence d'espèces de milieu tempéré comme le blaireau, la belette, le lapin de garenne et le lièvre brun (Mallye 2010).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

À l'issue de la campagne 2010, le renne livre plus de 3700 restes déterminés anatomiquement, ce qui le place parmi l'ongulé le mieux représenté dans l'aven (Kuntz et Castel 2008, 2010). Dans l'attente de découpages biostratigraphiques fins du secteur avant, les restes de renne provenant des fouilles 2001- 2008 et correspondant aux ensembles 2 & 3 (rapportés au dernier Pléniglaciaire et au He1) ont été considérés ici (Kuntz et Castel 2010) (Figure 84). Des tentatives de restitutions articulaires sur les os du tarse (calcanéus, talus, cubo-naviculaire) ont été menées afin de caractériser la distribution stratigraphique des restes osseux (Kuntz et Castel 2010). L'ensemble supérieur indiquerait une relative homogénéité des dépôts et correspondrait ainsi à un épisode à renne compris entre 13 600 et 14 600 BP ($\pm 16\,500 - 17\,500$ cal. BP). Dans le cadre d'analyses pluridisciplinaires (géologie, biochronologie, paléontologie, etc.), il sera prochainement entrepris un découpage biostratigraphique plus précis du secteur avant de l'igüe du Gral, notamment entre le dernier Pléniglaciaire et le Tardiglaciaire.



Le nombre minimum d'individus décomptés à ce jour s'élève à 25, sur la base de l'extrémité proximale du métacarpien. Le bon état de conservation général (présence de crânes et d'ossements complets - Figure 85) ainsi que l'abondance des ossements autorisent ainsi une étude démographique et ostéométrique inédite.

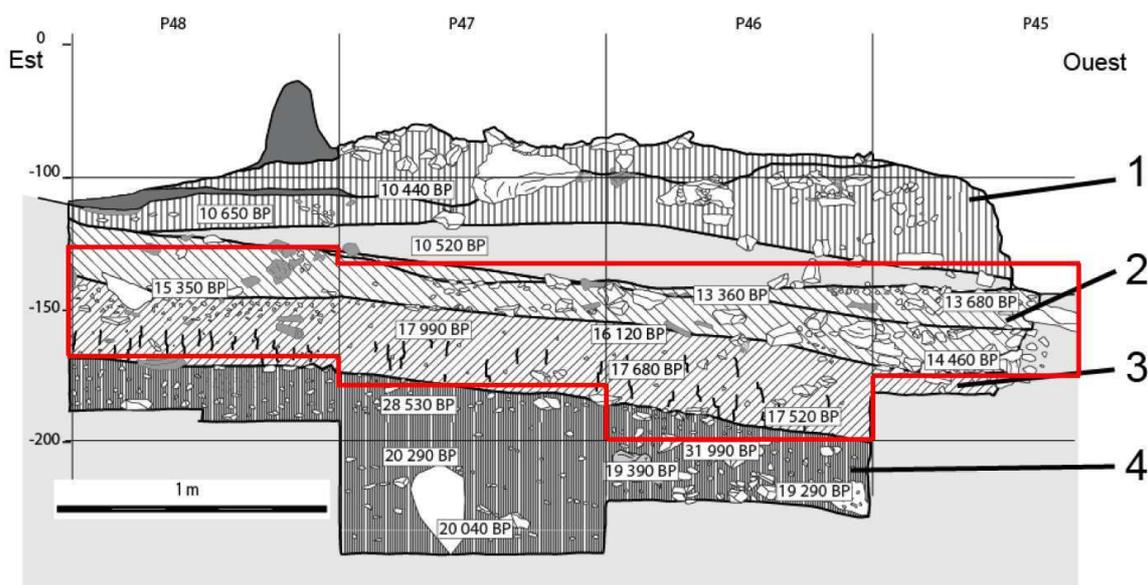


Figure 84 : Igue du Gral- Répartition stratigraphique des ossements de renne étudiés dans le secteur avant



Figure 85 : Igue du Gral - Crâne et os longs du membre postérieur d'un renne mâle adulte (l'échelle représente 5 cm)

Les restes dentaires (particulièrement les mandibules) et le degré d'épiphyssation des os longs attestent de la présence majoritaire de jeunes individus (Kuntz et Castel 2008). Le sexe des individus (cf. résultats sex-ratio) a pu être caractérisé grâce à l'observation visuelle des restes crâniens et d'os coxaux ainsi que par le biais d'analyses ostéométriques sur des éléments du squelette post-crânien (Kuntz et Castel 2008, 2010).

De nombreux ossements ont pu se prêter à une analyse ostéométrique ; 188 d'entre eux, correspondant à des individus adultes, ont finalement été retenus pour les comparaisons globales inter-sites (Tableau 45). Les moyennes des principaux ossements, y compris les mesures de longueurs des os longs, sont reportées dans le tableau 45.



Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Sca SLC	12	33	4,4
Sca GLP	10	45,4	4,2
Sca BG	11	29,7	3,6
Hum Bd	12	44,3	1,9
Hum BT	14	41,2	2,2
Hum SD	13	21,7	2,8
Hum Dd	13	45,5	2,5
Rad Bp	16	41,7	3,9
Rad SD	15	22,1	4,3
Rad Bd	10	39,7	4,1
Rad Dp	17	24	1,3
Rad Dd	9	26,1	2
Uln BPC	5	22,2	4,1
Uln DAP	3	42,4	5,9
Mc Bp	24	32,7	2
Mc Dp	23	23,9	1,4
Mc SD	25	20,1	2,9
Mc Bd	16	40,6	2,1
Mc dd	18	20,5	1,1
Mc DD	19	15,3	1,4
Pel La	12	36	1,7
Tib BP	8	62,2	3,1
Tib SD	16	22,9	3,5
Tib Bd	12	38,5	2,8
Tib Dd	16	29,9	1,9
Cal GL	8	93,2	5
Cal GB	6	30,5	4,1
Cal DI	8	34,7	1,7
Cal DTc	5	23,8	1,1
Tal LI	21	44,7	2,1
Tal Lm	18	42,4	1,5
Tal DI	21	24,6	1,3
Tal Dm	19	25,8	1,9
Tal BC	18	27,9	1,9
Cbn GB	24	33,8	2
Cbn D	23	30,6	1,6
Mt Bp	13	29,5	2,2
Mt Dp	12	32,7	1,9
Mt SD	10	18,9	2,9
Mt Bd	7	41,5	1,8
Mt dd	7	23,1	0,8
Mt DD	8	18,4	1,4

Eléments mesurés	Nombre
Crâne	4
Atlas	5
Axis	6
Mandibule	11
Scapula	12
Humérus	17
Radius	22
Ulna	6
Carpiciens	96
Métacarpe	27
Pelvis	12
Fémur	5
Tibia	23
Calcanéum	10
Talus	21
Autres tarsiens	35
Cubo-naviculaire	24
Métatarses	14
Phalange 1	76
Phalange 2	83
Phalange 3	30
TOTAL NRM	539
TOTAL NER	188

	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Hum GL	2	245	2,83
Rad GL	10	246,0	12,2
Mcm GL	22	187,6	7,6
Tib GL	11	305	19,1
Mtm GL	8	262,6	11,3

Tableau 45 : Igue du Gral- Nombre de restes mesurés (en gras : éléments retenus) et valeurs statistiques des rennes du secteur avant (fouilles 2001-2008) (étude inédite)



IV.2.4.7. Murat (Rocamadour, Lot)

✓ Présentation générale du gisement et datations

L'abri Murat, dans la vallée de l'Alzou, a été fouillé au début du siècle par l'abbé Lemozi (Lemozi 1924) avant qu'une reprise des travaux soit entamée dans les années 1980 par Lorblanchet (Lorblanchet 1986). À la base de la stratigraphie, dans les couches V, Vn et VI, ce dernier enregistre une phase à harpons à deux rangs de barbelure (Magdalénien final) ; la couche IV et la base de la couche III correspondant à une phase de transition magdaléno-azilienne. Les couches III et II contiennent des industries aziliennes et mésolithiques (Lorblanchet 1986) (Figure 86).

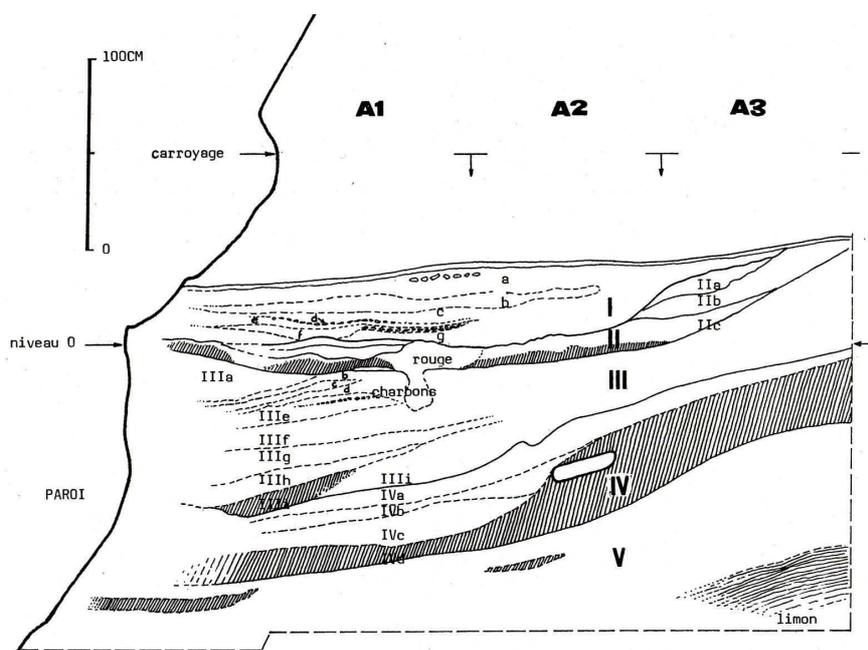


Figure 86: Murat- Stratigraphie de l'abri en 1982 (Lorblanchet 1986)

Depuis la datation publiée par Lorblanchet, d'autres analyses radiométriques ont été menées (Tableau 46). Si les nombreuses datations confirment la plupart de ces attributions chronoculturelles, les travaux menés récemment ont permis de démontrer l'appartenance de la couche IV à un Azilien ancien, tandis que l'ensemble supérieur (couche II) représenterait une phase plus récente de ce techno-complexe (Ballista 2006).



Niveau	Echantillon	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
II	cerf	Poz- 27968	11 780± 60	13 790	13 440	Allerød	Azilien récent
II	cerf	Poz- 27969	11 890± 60	13 910	13 490	Allerød	Azilien récent
IV	cheval	Poz- 27958	12 330± 80	14 920	13 990	Bølling	Azilien ancien
IV	cheval	Poz- 27957	12 430± 80	15 020	14 110	Bølling	Azilien ancien
base cIV	cheval	Gif A 92 345	12 620± 130*	15 480	14 150	Bølling	Azilien ancien
V	renne	Poz- 27959	12 510± 80	15 090	14 190	Bølling	Magda sup
VI	renne	Poz- 27955	12 550± 80	15 130	14 220	Bølling	Magda sup
IV	renne	Poz- 27953	12 550± 90	15 140	14 210	Bølling	Azilien ancien
Vn	renne	Poz- 27954	12 680± 80	15 530	14 550	Bølling	Magda sup
VI	renne	Poz- 27960	12 880± 90	16 140	14 960	Bølling	Magda sup

Tableau 46 : Murat- datations radiométriques (d'après Costamagno inédit sauf * Lorblanchet 1986)

✓ Spectre de faune

D'après les travaux préliminaires de F. Delpech, dans les couches V, Vn et VI, le renne est largement dominant et le cheval présent. Dans les couches de transition (IV), la faune est caractérisée par l'abondance des chevaux et la présence discrète du renne alors que dans les niveaux holocènes, les ossements de lapins sont extrêmement abondants, et accompagnés de restes de cerf et de bovinés. Les analyses archéozoologiques en cours (S. Costamagno, D. Kuntz, V. Laroulandie) vont globalement dans le sens de ces observations générales.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne mesurés proviennent des collections de l'abbé Lemozi (majoritairement du « foyer R ») et de Lorblanchet (principalement des déblais, d'un sondage et de la couche V). Pour cette étude ostéométrique, les deux échantillons ont été regroupés pour deux raisons : d'une part car les niveaux magdaléniens sont tous datés de l'interstade Bølling-Allerød (Magdalénien supérieur) et, d'autre part, afin d'avoir à disposition un échantillon plus important. Ce sont au total 107 restes qui ont pu être mesurés ; les os courts étant nombreux, ce sont au final 35 éléments correspondant à 25 variables qui ont été retenus (Tableau 47).



Element	Tout Murat	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
axis	1	SCA SLC	1	35,1	0,01
scapula	2	SCA GLP	1	47,6	0,01
humérus	1	SCA BG	2	31	1,2
carpiens	4	HUM Bd	1	43,2	0,01
métacarpe	9	HUM BT	1	39	0,01
pelvis	1	HUM Dd	1	44,1	0,01
fémur	1	MCM Bp	1	35,3	0,01
tibia	3	MCM Dp	2	25,4	0,5
calcaneum	1	MCM Bd	5	41,2	2,1
talus	9	MCM Dd	7	21,2	1
cubo-naviculaire	3	PEL La	1	35,6	0,01
autres tarsiens	4	TIB Bd	3	39,2	2,1
métatarse	6	TIB Dd	3	30,3	1,4
phalange 1	27	CAL GB	1	30,2	0,01
phalange 2	23	CAL DI	1	34,7	0,01
phalange 3	12	TAL LI	6	44,3	2
TOTAL NRM	107	TAL Lm	6	41,7	1,9
TOTAL NER	35	TAL DI	9	24	1,3
		TAL Dm	8	24,6	2,5
		TAL BC	8	26,8	1,8
		CBN GB	3	34,3	0,8
		CBN D	3	29,8	0,6
		MTM Dp	1	33,5	0,01
		MTM Bd	4	39,9	1,4
		MTM Dd	5	21,9	1,1

Tableau 47 : Murat- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (étude inédite)

IV.2.4.8. Combe Cullier (Lacave, Lot)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Cette petite grotte a été fouillée par A. Viré à partir de 1906. Après plusieurs décennies d'abandon, M. Lorblanchet reprend, en 1969, l'étude des collections Viré ainsi que le matériel découvert dans les déblais. Selon lui, l'ensemble se rapporterait au Magdalénien moyen. Rapidement, des fouilles sont reprises par J.-F. Flies dans le talus situé en avant de l'abri. La stratigraphie comporte des niveaux remaniés (c. 1), des niveaux holocènes (c. 2 et 3) et enfin, plusieurs niveaux de la fin du Pléistocène (c. 4 à 17) qu'il attribue à un Magdalénien supérieur/final. Une date radiocarbone (Ly 978- 15 030 ± 350 soit environ 19 000 - 17 000 cal. BP) paraît toutefois confirmer l'attribution de M. Lorblanchet. D'après l'étude technologique de l'industrie lithique, il s'agirait en effet d'un Magdalénien moyen à lamelles scalènes (Adachi 2000 *in* Langlais 2007a).



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Les restes de faune issus des fouilles de Flies ont été étudiés par Delpech (1983) qui constate que le renne domine largement dans l'ensemble des couches. Les autres gibiers (cheval, bovinés, cerf, bouquetin, chamois, lagomorphes) sont représentés dans des proportions variables. Des restes d'antilope saïga ont également été déterminés.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne ont été mesurés par Delpech (1983). L'échantillon n'est pas très conséquent puisque sur les 61 restes, nous n'en avons conservé que 44 (Tableau 48).

Elément	Combe Cullier	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
scapula	7	SCA SLC	3	30,3	0,42
radius	4	SCA GLP	7	44,6	0,44
ulna	1	RAD Bp	4	44	0,18
carpiens	10	RAD Dp	4	25,5	0,24
métacarpien	7	ULN BPC	1	22,5	0
tibia	4	MCM Bd	7	40,79	0,21
talus	2	MC Dd	6	21,08	0,11
cubo-naviculaire	5	TIB Bd	3	39	0
autres tarsiens	7	TIB Dd	4	29,6	0,08
métatarsien	14	TAL Ll	2	45,5	0,5
TOTAL NRM	61	CBN GB	5	35,4	0,27
TOTAL NER	44	CBN D	5	30,9	0,16
		MTM Bd	14	39,9	0,21
		MTM Dd	14	22	0,12

Tableau 48 : Combe Cullier- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (Delpech 1983)

IV.2.5. Gisements du Bassin de l'Aude

Dans les Pyrénées orientales, des restes de renne ont été mesurés à la grotte des Conques (c. 3 attribuée au He1) mais l'étude biométrique concerne un trop faible nombre d'éléments anatomiques (Moigne 2003) pour être retenue (Annexe 3). Trois assemblages (Lassac, Gazel, Canecaude), appartenant plus précisément au bassin de l'Orbiel, ont fait l'objet d'une étude ostéométrique préliminaire (Fontana 1998b). J'ai jugé utile de réaliser un nouveau corpus afin, notamment, de pallier l'absence de données brutes dans les travaux antérieurs. Enfin, une thèse récemment soutenue (Magniez 2010b) livre de nouvelles données ostéométriques pour les niveaux du Magdalénien moyen et supérieur de la grotte Tournal à Bize (Aude). Ces assemblages seront ponctuellement mobilisés pour mener des comparaisons inter-sites.



IV.2.5.1. Lassac (Sallèles-Cabardès, Aude)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Le gisement de plein-air de Lassac, situé sur la rive droite de l'Orbiel qu'il domine de 80 m, a été découvert en 1964 lors de travaux agricoles. En 1973, D. Sacchi y effectue une fouille de sauvetage sur 6m² (Locus I). De 1974 à 1978, des vestiges de faune ont été récoltés en surface par A. Bennes suite à des sondages mécaniques. En 1994, le projet d'ouverture d'une décharge d'ordures ménagères a nécessité une opération d'évaluation du gisement par l'AFAN qui mit en évidence des dépôts archéologiques remaniés attribuables en partie à la culture badegoulienne (Barthes et Bourgarel 1994). Le caractère exceptionnel du gisement tient à ses dimensions, à l'abondance et à la diversité du matériel archéologique, à la conservation des vestiges osseux ainsi qu'à la présence d'infrastructures d'aménagements (Sacchi 1986, 2003a). A la suite des deux premières datations radiométriques réalisées sur os (Tableau 49), d'autres mesures ont été récemment réalisées et ce, directement sur des bois de renne travaillés. Après calibrage, l'intervalle d'occupation du site se situe globalement entre 18 000 et 16 000 BP (21 500 et 19 000 cal. BP). Notons que les vestiges du sondage 1 paraissent un peu plus récents que ceux du locus I, alimentant, en comparaison avec les données disponibles sur d'autres gisements, une discussion sur leur appartenance réelle au Badegoulien (présence de Magdalénien ?) (Ducasse, com. pers.). En tout état de cause, cela ne semble pas poser de problème particulier concernant notre problématique.

Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
sond. 1 c. 4	bois de renne	AMS	Lyon-6422	15 750 ± 90	19 300	18 700	Pléniglaciaire	en discussion
surface	bois de renne	AMS	Lyon-6420	16 230 ± 100	19 600	18 900	Pléniglaciaire	en discussion
sond. 1 c. 4	os	AMS	GRA18788	16 580 ± 80	20 040	19 450	Pléniglaciaire	en discussion
sond. 1 c. 4	bois de renne	AMS	Lyon-6421	16 650 ± 100	20 150	19 500	Pléniglaciaire	en discussion
Loc. I	os	C14	Gif 2981	16 750 ± 250	20 460	19 420	Pléniglaciaire	Badegoulien
Loc. I M6 CX rel. 6	bois de renne	AMS	Lyon-6417	17 400 ± 110	21 200	20 300	Pléniglaciaire	Badegoulien
Loc. I L6 rel. 8	bois de renne	AMS	Lyon-6419	17 420 ± 110	21 200	20 300	Pléniglaciaire	Badegoulien
Loc. I coupe W	bois de renne	AMS	Lyon-6418	17 530 ± 110	21 300	20 400	Pléniglaciaire	Badegoulien

Tableau 49 : Lassac- Datations radiométriques (Sacchi 2003a), les dates sur bois de Renne sont inédites (monographie en cours de publication sous la direction de D. Sacchi, J.-L. Brûlé et S. Ducasse)

✓ Spectre de faune

Les vestiges de faune proviennent de trois collections constituées au cours de périodes distinctes : les ramassages de surface effectués par A. Bennes dans les années 1970 ; le Locus 1 fouillé sur une surface de 6m² par Sacchi en 1973 (Sacchi 1986) ; ainsi que les sondages réalisés par l'AFAN en 1994 (Barthes et Bourgarel 1994). Ces séries ont fait l'objet d'un travail préliminaire par Fontana en 1998 avant que nous ne reprenions l'étude taphonomique et archéozoologique (cf. II.2.2.2.1) (Kuntz sous presse-a). Quelle que soit la série considérée, le renne (*Rangifer tarandus*) domine le spectre faunique de façon écrasante puisqu'il représente plus de 98% des ossements identifiés d'un point de vue anatomique et taxonomique (Tableau 50). Le nombre minimal d'individus (NMI), obtenu à partir des restes dentaires, indiquent la présence d'au moins huit rennes dans le locus 1, huit dans le sondage et



dix-huit dans les ramassages de surface. De rares vestiges de bouquetin ont également été identifiés dans les trois collections, de même qu'un ossement de Lagomorphe et deux restes d'un grand ongulé (cheval ou boviné). Pour le renne, les profils de mortalité indiquent que les abattages étaient non sélectifs en terme d'âge. Le sexe des individus est plus délicat à déterminer (cf. VI.2.1.). D'après les bois, les femelles et les juvéniles paraissent avoir été particulièrement visés. La présence d'individus mâles n'est toutefois pas à exclure car ils sont généralement « tête nue » après le rut automnal et au cours de l'hiver. Les carcasses animales semblent avoir été ramenées entières au campement, qui devait se trouver non loin du site d'abattage. Les techniques de boucherie sont difficiles à caractériser en raison d'une mauvaise préservation des surfaces corticales (Kuntz sous presse).

Espèces	Locus 1	%	NMI	S1 c. 4	%	NMI	Surface	%	NMI	Total NRD	Total NMI
<i>Rangifer tarandus</i>	1149	99,5	8	246	98,8	8	446	98,5	18	1841	34
<i>Capra ibex</i>	5	0,4	1	3	1,2	1	5	1,1	1	13	3
Lagomorphe	1	0,1	1							1	1
Grand ongulé							2	0,4		2	1
Total	1155	100	10	249	100	9	453	100	19	1857	39

Tableau 50 : Lassac- Espèces animales déterminées dans les différentes séries

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

À la suite des travaux de Fontana, nous avons effectué une nouvelle étude ostéométrique. Si l'on exclut les éléments anatomiques non étudiés, le nombre de restes s'élève à 111 (Tableau 51), ce qui demeure assez exceptionnel pour un gisement de plein-air.

Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Eléments	Lassac
SCA SLC	2	30,1	0,01	axis	2
SCA GLP	9	44,0	1,8	scapula	10
SCA BG	9	28,7	1,3	humérus	11
HUM Bd	11	42,9	2,4	ulna	2
HUM BT	11	41,1	2,3	radius	10
HUM Dd	8	42,9	2,6	carpiens	25
RAD Bp	5	44,7	2,3	métacarpe	11
RAD Bd	3	39,9	3,1	fémur	0
RAD Dp	5	26,0	1,1	tibia	8
RAD Dd	4	24,6	0,7	calcanéum	12
ULN BPC	2	20,7	0,3	talus	37
MCM Bp	1	30,5	0	culo-naviculaire	6
MCM Dp	2	24,0	0,8	autres tarsiens	12
MCM Bd	9	40,6	1,7	métatarse	4
MCM Dd	9	20,7	1,3	phalange 1	35
TIB BP	2	59	3	phalange 2	20
TIB Bd	5	37,2	1,8	phalange 3	8
TIB Dd	6	28,8	2	TOTAL NRM	213
CAL GB	1	30,5	0	TOTAL NER	111
CAL DI	3	34,1	1,4		
CAL DTc	8	22,6	1,2		
TAL LI	36	44,4	1,6		
TAL Lm	32	41,9	1,5		
TAL DI	37	24,7	1		
TAL Dm	30	25,3	1,2		
TAL BC	34	27,7	1,5		
CBN GB	6	32,4	1,4		
CBN D	6	29,5	1		
MTM Bd	3	40,2	3,3		
MTM Dd	4	21,6	1,1		

Tableau 51 : Lassac- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (étude inédite)



IV.2.5.2. Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte Gazel, qui s'ouvre à 200 m d'altitude, fut l'objet de nombreux travaux depuis la fin du XIX^{ème} siècle. Les dépôts épipaléolithiques et paléolithiques de la Salle centrale ont été fouillés par D. Sacchi entre 1967 et 1996 (Figure 84). Les niveaux magdaléniens proviennent de l'ensemble 7 ; la couche 6 ($10\,760 \pm 190$ BP ou $13\,000 - 12\,000$ cal. BP) se caractérisant quant à elle par une industrie lithique vraisemblablement laborienne (Langlais 2010). Les niveaux supérieurs sont attribués à un Epipaléolithique aziloïde (Sacchi 1986) et au Néolithique.

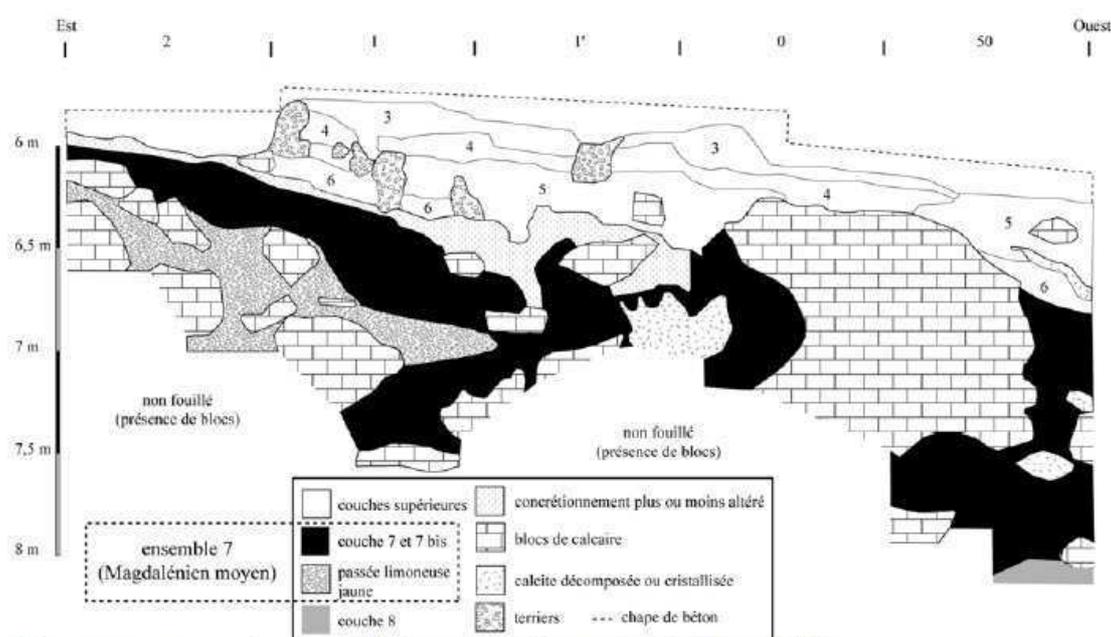


Figure 87 : Gazel- Coupe sagittale Est-Ouest (d'après Sacchi 1995 modifié Langlais 2007)

Les dates ^{14}C (Tableau 52) de l'ensemble 7 indiqueraient des occupations successives s'étalant sur un millénaire environ. En effet, alors que la première date, réalisée selon la méthode conventionnelle, indiquait $15\,070 \pm 270$ BP (Sacchi 1986), une série de trois dates AMS a donné $14\,462 \pm 62$ BP, $14\,213 \pm 60$ et $13\,935 \pm 45$ BP (Sacchi, com. pers. in Langlais 2007a). L'ensemble magdalénien moyen de Gazel recouvre ainsi les débuts de l'évènement d'Heinrich 1 (Dryas ancien).

Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
c. 7	charbon	AMS	KIA 25340	$13\,935 \pm 45$	17 200	16 800	Dryas ancien	Magda moyen
c. 7	charbon	AMS	KIA 22856	$14\,462 \pm 62$	17 890	17 220	Dryas ancien	Magda moyen
c. 7	charbon	AMS	KIA 22855	$14\,213 \pm 60$	17 600	17 000	Dryas ancien	Magda moyen
7	-	C14	Gif 2655	$15\,070 \pm 270$	18 810	17 670	Dryas ancien	Magda moyen

Tableau 52 : Gazel- Datations radiométriques de l'ensemble 7 (Sacchi 1986, Langlais 2007)



✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Le cadre paléoclimatique de Gazel est bien esquissé : à la suite des travaux de Vernet (*in* Sacchi 1986), l'étude des niveaux du Magdalénien moyen et de l'Epimagdalénien (Laborien) de Gazel a été reprise (Heinz 2001). La fin de la période glaciaire évolue dans un milieu très ouvert, de type lande, où les seuls arbres présents sont le bouleau et le saule. Dans les niveaux épipaléolithiques, le pin sylvestre et le genévrier sont présents, le bouleau et le saule se raréfient alors que le chêne à feuillage caduc fait son apparition, comme dans la couche 6 de Troubat, en raison de l'amélioration des conditions climatiques.

L'étude des restes fauniques de la grotte Gazel a été réalisée en premier lieu par Maurel. Dans le Magdalénien moyen, la révision des fouilles David a permis d'identifier du renne en abondance, du bouquetin assez fréquent, des bovinés, chevaux, cerfs ainsi que de l'isard, de l'ours, de l'hyène, du loup, du renard, du chat sauvage, un lagomorphe ainsi que des oiseaux. La faune de la couche 7 mise au jour par les fouilles de Sacchi et étudiée par Maurel est dominée par le renne et le cheval. Viennent ensuite *Equus hydruntinus*, le chamois, le bouquetin, les bovidés, le renard, des léporidés et des oiseaux. Le cerf, le daim et le sanglier sont également représentés mais en faible quantité (*in* Sacchi 1986). Quant aux oiseaux, il s'agit surtout de lagopèdes (Laroulandie et Vilette sous presse, com. pers.).

La reprise de l'étude des ensembles fauniques des mammifères des couches 8 et 7 a été menée par Fontana (1998). Elle a mis en évidence, outre l'abondance du renne (Tableau 53), la prédominance du lièvre variable (Fontana 1998b, 2003b).

	C7		C7 Bis		C7/8		C8		NMIc TOTAL	
	NR	%NR	NR	%NR	NR	%NR	NR	%NR		
<i>Equus caballus</i>	1215	8,16	12	5,53	128	8,71	11	3,41	29	1366
<i>Bos/ Bison</i>	76	0,51	2	0,92	12	0,81	4	1,24	5	94
<i>Capra pyrenaïca</i>	141	0,95	2	0,92	10	0,68	4	1,24	8	157
<i>Rupicapra rupicapra</i>	12	0,08	2	0,92	1	0,07	2	0,62	4	17
<i>Cervus elaphus</i>	15	0,1	1	0,46	3	0,2	1	0,31	3	20
<i>Rangifer tarandus</i>	5885	39,5	91	41,94	530	36,05	141	43,64	104	6647
<i>Sus scrofa</i>	14	0,09	1	0,46	1	0,07	1	0,31	4	17
<i>Lepus timidus</i>	7438	50	106	48,85	762	51,84	154	47,68	84	8460
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	41	0,28							3	41
<i>Ursus spelaeus</i>	19	0,13			2	0,14	3		4	24
<i>V. vulpes/ A. lagopus</i>	21	0,14			6	0,41	2	0,93	4	29
<i>Canis lupus</i>	6	0,04			15	1,02		0,62	2	21
<i>Crocuta crocuta</i>	4	0,03							1	4
<i>Lynx lynx</i>	1	0,01							1	1
<i>Lutra lutra</i>	1	0,01							1	1
Total déterminés	14 889	100	217	100	1470	100	323	100	257	16 899

Tableau 53 : Gazel- Restes de faune déterminés (Fontana 1998b)



✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

En raison de leur bonne conservation, les ossements de renne avaient d'ores et déjà fait l'objet d'une étude ostéométrique (Fontana 1998b). Afin de disposer des mesures brutes et non des valeurs moyennes, nous avons à notre tour repris l'étude des vestiges de l'ensemble 7. Les travaux de Fontana avaient porté sur un total de 283 restes. Le nouveau corpus se compose de près de mille restes mesurés, dont 375 ont été retenus pour les comparaisons globales (Tableau 54).

Eléments	Gazel ensble 7	Mesures	nombre	moyenne	écart-type
mandibule	50	Sca GLP	27	43,1	3,1
axis	1	Sca BG	31	28,9	2,6
scapula	31	Hum Bd	20	45,6	3,4
humérus	20	Hum BT	20	42,1	3,1
ulna	16	Hum Dd	18	45,2	3,2
radius	41	Rad Bp	24	44,1	2,3
carpiens	173	Rad Bd	16	40,8	2,4
métacarpe	76	Rad Dp	21	24,1	1,4
pelvis	9	Rad Dd	15	27,8	1,8
fémur	16	Mc Bp	9	34,1	3,1
tibia	35	Mc Dp	21	23,8	2
calcanéum	6	Mc Bd	55	41,1	1,8
talus	46	Mc Dd	54	20,9	1,0
cubo-naviculaire	24	Tib Bd	25	38,9	2,1
autres tarsiens	101	Tib Dd	34	30,7	1,7
métatarse	71	Cal GB	5	30,3	1,5
phalange 1	88	Cal DI	5	34,6	1,5
phalange 2	115	Cal DTc	6	23,3	1,5
phalange 3	55	Tal LI	39	43,7	1,9
TOTAL NRM	974	Tal Lm	41	41,2	1,9
TOTAL NER	375	Tal DI	39	24,4	1,5
		Tal Dm	41	25,5	1,7
		Tal BC	42	27,4	1,8
		Cbn GB	24	33,5	2,7
		Cbn D	24	30,1	2
		Mt Bd	51	40,6	1,8
		Mt Dd	51	22,0	1,0

Tableau 54 : Gazel- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques des ossements (étude inédite)



IV.2.5.3. Canecaude (Villardonnell, Aude)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte de Canecaude s'ouvre à 250 m d'altitude à une dizaine de mètres au-dessus du lit d'un ruisseau. Après avoir fait l'objet de fouilles clandestines, des travaux ont été menés de 1966 à 1976 par Sacchi (1986). La couche II (Figure 85), d'une épaisseur maximale de 0,25m, atteste, comme pour l'ensemble 7 de la grotte Gazel, d'une occupation au cours du Magdalénien moyen ($14\,230 \pm 160$ BP soit 17 800 - 16 900 cal. BP). Il s'agit en effet d'une industrie à lamelles scalènes (Langlais 2007a).

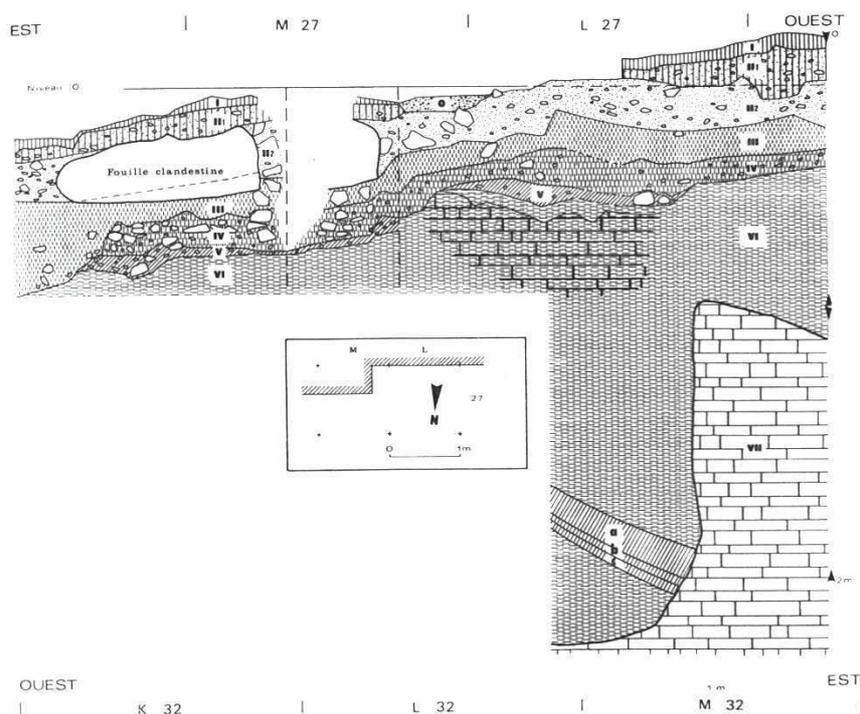


Figure 88 : Canecaude - Coupe stratigraphie sud (Sacchi 1986)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Les données de la palynologie et de la sédimentologie plaident en faveur d'un climat froid et relativement humide. L'antracologie atteste de la présence d'essences arborescentes thermophiles qui pourraient indiquer le maintien d'un refuge (Sacchi 1986).

Les restes osseux de la couche II, étudiés par Fontana (1998), révèlent la forte présence du renne (Tableau 55). Classiquement, pour des assemblages datés du Dryas ancien (He1), les bovinés et le cheval complètent le spectre de faune chassée. D'autres ongulés (bouquetin, chamois, cerf, sanglier) sont également mentionnés. Contrairement à Gazel, les restes de lagomorphes sont peu nombreux.



	NRD	% NRD
<i>Equus caballus</i>	111	1,82
<i>Bos/ Bison</i>	128	2,10
<i>Capra pyrenaica</i>	47	0,77
<i>Rupicapra rupicapra</i>	44	0,72
<i>Cervus elaphus</i>	9	0,15
<i>Rangifer tarandus</i>	5460	89,48
<i>Sus scrofa</i>	6	0,10
<i>Lepus timidus</i>	90	1,47
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	41	0,67
<i>Ursus sp.</i>	120	1,97
<i>Vulpes vulpes/ Alopex lagopus</i>	42	0,69
<i>Canis sp.</i>	3	0,05
<i>Crocuta crocuta</i>	1	0,02
Total	6102	100

Tableau 55 : Canecaude - Restes de faune déterminés (Fontana 1998)

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

L'étude de Fontana (1998) portait sur 231 restes mesurés. Notre propre analyse a concerné 401 restes au total, dont 204 ont servi, sur la base de 27 variables, aux analyses statistiques (Tableau 56).

Eléments	Canecaude	Mesures	nombre	moyenne	écart-type
mandibule	13	Sca GLP	3	41,3	0,4
axis	2	Sca BG	5	28,1	4,0
scapula	5	Hum Bd	8	46,5	2,3
humérus	10	Hum BT	9	41,7	2,7
ulna	10	Hum Dd	10	43,1	4,1
radius	27	Rad Bp	20	43,3	2,9
carpiens	53	Rad Bd	6	40,4	0,8
métacarpe	41	Rad Dp	22	24,6	1,5
pelvis	2	Rad Dd	6	27,0	0,6
fémur	11	Mc Bp	3	33,9	2,0
tibia	19	Mc Dp	7	23,3	2,0
calcanéum	5	Mc Bd	34	40,5	1,7
talus	17	Mc Dd	34	20,5	1,1
cubo-naviculaire	20	Tib Bd	17	38,3	2,1
autres tarsiens	33	Tib Dd	19	30,0	1,7
métatarse	48	Cal GB	5	28,8	3,1
phalange 1	31	Cal Dl	5	33,3	2,4
phalange 2	41	Cal DTc	5	23,0	1,3
phalange 3	13	Tal Ll	17	43,2	2,3
TOTAL NRM	401	Tal Lm	17	40,9	2,2
TOTAL NER	204	Tal Dl	17	24,0	1,2
		Tal Dm	17	25,3	1,8
		Tal BC	16	27,1	1,9
		Cbn GB	20	32,7	1,8
		Cbn D	20	29,2	1,5
		Mt Bd	29	40,1	1,7
		Mt Dd	30	21,9	0,9

Tableau 56 : Canecaude- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (étude inédite)



IV.2.5.4. Tournal (Bize, Aude)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Les grottes de Bize, dont la plus importante est celle de Tournal, se situent au pied du versant méridional de la Montagne Noire et s'ouvrent sur la rive gauche de la rivière la Cesse. Découvertes au début du XIX^{ème} siècle, elles furent étudiées par H. de Lumley et A. Tavano dans les années 1970/1980. La stratigraphie du chantier principal a été découpée en quatre ensembles distincts attribués au Moustérien, à l'Aurignacien et au Magdalénien (Tavano 1987b *in* Magniez 2010a). Celui qui nous intéresse plus particulièrement, l'ensemble IV, comprend les niveaux archéologiques G et H. Ils ont été attribués, sur la base de l'outillage et des datations radiocarbone (Tableau 57), au Magdalénien ancien (niveau G) et supérieur (niveau H) (*in* Magniez 2010a). Cependant, d'un point de vue typo-technologique, l'ensemble G serait plutôt à rattacher au Magdalénien moyen à lamelles scalènes, semblable à celui de la c.2 de la Petite Grotte de Bize (Sacchi 1986, Langlais 2007b).

Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
niveau G	os	C14	Ly 1232	14 530± 510	18 800	16 750	Dryas ancien	Magda moyen
niveau G	charbon	C14	Ly 1675	14 770± 970	20 300	15 260	Dryas ancien	Magda moyen
niveau H	os	C14	Ly 1250	12 550± 210	15 615	13 940	Bølling- Allerød	Magda sup
niveau H	os	C14	Ly 1894	12 850± 320	16 640	14 190	Bølling- Allerød	Magda sup
niveau H	os	C14	Ly 1897	13 710± 420	17 910	15 270	Dryas ancien/ Bølling	Magda sup

Tableau 57 : Bize- Datations radiométriques des niveaux magdaléniens

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Que ce soit dans le niveau G (Patou-Mathis 1997, Patou-Mathis *et al.* 1999) ou H (Magniez 2010a), le renne constitue le taxon majoritaire dans les deux assemblages magdaléniens (plus de 80% du nombre de restes déterminés), avec un nombre minimum de 75 rennes dans la couche G, et de 48 dans le niveau H. Il est fréquemment accompagné des Bovinés et du Cheval. Dans le niveau G, le sex-ratio indique une majorité de femelles et de jeunes rennes.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Une étude ostéométrique exhaustive a été menée récemment par Magniez (2010a). Son corpus se base sur un grand nombre de vestiges osseux, y compris des restes dentaires, des bois, les deux premières vertèbres cervicales ainsi que les os du carpe. Mes comparaisons se fondent sur un total de 921 restes mesurés (Tableau 58) pour lesquels des distinctions sont faites selon la provenance stratigraphique des échantillons (Tableau 59).



Éléments	Tournal G et H
Scapula	53
Humérus	63
Radius	140
Ulna	54
Métacarpe	98
Fémur	68
Tibia	95
Calcanéum	72
Talus	128
Cubo-naviculaire	91
Métatarsien	127
TOTAL	989
TOTAL NER	921

Tableau 58 : Bize- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) (Magniez 2010a)

Mesure	Tournal c. G			Tournal c. H		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
SCA SLC	10	29.9	2.8	14	30.5	4
SCA GLP	14	43.4	2.2	24	45.4	2.6
SCA BG	19	28.3	2.2	28	29.6	2.6
HUM Bd	30	44.6	1.9	26	45.6	2.5
HUM BT	26	41.5	1.7	27	42.2	2.2
HUM Dd	18	45	1.8	24	47	2.8
RAD Bp	43	44.5	2.3	20	44.9	2.4
RAD Dp	42	25.6	1.2	19	25.9	1.1
RAD Bd	47	40.3	2.2	17	41.1	2.5
RAD Dd	43	27.7	1.6	19	28.4	1.6
ULN BPC	30	24.1	1.8	20	25.2	2
ULN DAP	9	41.6	1.3	6	41.1	3.5
MCM Bp	15	32.9	1.5	3	35	1.3
MCM Dp	15	24.2	1	5	24.7	1.1
MCM Bd	52	41.5	2	21	41.8	1.7
MCM Dd	52	21.4	1	21	21.7	1
MCM DD	13	14.8	1	3	14.4	1.8
TIB Bd	51	38.2	1.4	26	39.2	1.9
TIB Dd	55	31.6	1.2	28	32.6	1.7
CAL GL	19	89.6	2.5	5	90.2	5.8
CAL GB	37	29.8	1.4	17	29.9	2
CAL DI	38	33.8	1.2	20	34	1.5
TAL LI	81	44.2	1.6	33	44.6	2.2
TAL Lm	83	41.8	1.6	33	42	1.9
TAL DI	82	24.4	0.9	36	24.8	1.2
TAL Dm	80	25.7	1	35	26.5	1.5
TAL BC	76	27.5	1.1	34	28.1	1.6
CBN GB	56	34.3	1.6	29	34.6	1.6
CBN D	55	30.4	1.5	27	31.2	1.3
MTM Bp	7	28.6	0.8	9	30.9	2.3
MTM Dp	8	32.6	1.9	17	33.8	2.7
MTM Bd	67	40.8	1.4	20	41.3	1.9
MTM Dd	65	22.7	0.9	20	23.1	0.9
MTM DD	25	16.9	1.1	5	17.6	2

Tableau 59 : Bize- Valeurs statistiques (Magniez 2010a)



IV.2.6. Gisements des Pyrénées centrales

Dans certains gisements des Hautes-Pyrénées (Bois de Cantet, Espélugues, Labastide et Lortet) le renne a fait l'objet d'approches biométriques, notamment sous l'impulsion de Clot (Clot 1973, 1982, 1988, Clot *et al.* 1984 Omnès *et al.* 1984, Boivin *et al.* 1986), mais le nombre de mesures n'est pas assez conséquent pour entreprendre des comparaisons inter-sites (Annexe 3). Les séries archéologiques des grottes et abris des gorges de la Save (Harpons, Rideaux, Scilles - commune de Lespugue, Haute-Garonne), fouillés anciennement (Saint-Périer 1912a, b, 1920a, 1926), ont fait l'objet de réexamens récents (San Juan-Foucher 2005, Pétilion *et al.* 2008). Par exemple, l'étude pluridisciplinaire menée sur la collection de la grotte des Scilles a permis une réattribution de ce site au Magdalénien inférieur ($16\ 180 \pm 140$ BP : $19\ 600 - 18\ 900$ cal. BP), phase jusqu'ici méconnue dans les Pyrénées (Pétilion *et al.* 2008, Langlais *et al.* soumis-b). Les vestiges osseux de renne, dominants dans l'assemblage, ne permettent malheureusement pas d'approche biométrique en raison du faible nombre de restes mesurables (J.-M. Pétilion et C. Letourneux, com. pers.). Seuls deux gisements des Pyrénées ariégeoises ont donc finalement été sélectionnés.

IV.2.6.1. Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Cette grotte-habitat, située à 469 m d'altitude, constitue, avec ses voisines ornées (Le Tuc d'Audoubert et les Trois Frères), l'ensemble des Cavernes du Volp, connu depuis le XIX^{ème} siècle. De 1976 à 1990, les fouilles entreprises par Clottes et Bégouën ont permis de mettre au jour des niveaux en place dans l'ensemble de la grotte (Clottes et Bégouën 1969). Trois zones principales se distinguent : la zone des entrées avec le diverticule gauche (EDG) et le Porche supérieur (EPS), le cheminement et la zone du fond avec la Salle des Morts (ESM, daté à $13\ 940 \pm 250$ BP soit $17\ 800 - 16\ 600$ cal. BP) et la Salle du Fond (ESF) située à 170 m de l'entrée (Figure 89). C'est dans cette dernière salle qu'a été mise au jour la principale occupation magdalénienne. Les deux niveaux identifiés (couches 1 et 3) s'étendent sur toute la surface de la salle. La couche 1 ($13\ 400 \pm 120$: $16\ 800 - 15\ 600$ cal. BP) a livré un matériel lithique et osseux peu abondant alors que la couche 3 ($12\ 900 \pm 140$ BP : $16\ 400 - 15\ 000$ cal. BP) était extrêmement riche et était vraisemblablement le résultat d'un grand nombre d'occupations (Averbouh 1999).





Figure 89: Plan de la caverne d'Enlène (Rouzaud et Sablayrolles in Clottes et Bégouën 1969)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

D'après les analyses palynologiques (Leroi-Gourhan 1981) et les études fauniques (Delpech 1981, Lalande 1986, Fosse 1992), la caverne aurait été plus spécifiquement occupée au cours du Dryas ancien (He1). Les restes de faune provenant des différents secteurs ont été examinés : la couche badegoulienne (c. 4 mélangée à du Gravettien : Clottes 1989) du diverticule gauche (Fosse 1992), la couche magdalénienne (c. 3) ainsi que les déblais de la Salle des Morts (Delpech 1981) et ceux de la Salle du Fond (Lalande 1986). Dans cette dernière, les carnivores représentent 10% et les ongulés 90% de la faune. Le bison domine, il est suivi par le renne et le cheval. La présence du bouquetin, du chamois et du cerf est également attestée mais en quantité négligeable (Lalande 1986).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Quelques mesures sont disponibles dans les travaux de Delpech (1981) et Fosse (1992) mais le nombre de restes est insuffisant (Annexe 3). Nous avons repris les données, plus nombreuses, provenant de la Salle du Fond (Lalande 1986). Ce sont 78 restes, représentés par un total de neuf variables qui sont ainsi retenus (Tableau 60). Cet assemblage, attribué à l'He1, n'est pas retenu pour les comparaisons multivariées inter-sites en raison du faible nombre de variables (Tableau 60). Il ne sera repris dans les résultats qu'à titre indicatif.



Eléments	Enlène	Mesure	nombre	moyenne	écart-type
dents isolées	112	HUM Bd	8	43,5	0,23
humérus	8	HUM Dd	6	44,7	0,28
carpiens	49	MCM Bd	12	39,4	0,38
métacarpe	12	MCM Dd	12	21,2	0,17
talus	26	TAL LI	26	44,2	0,24
cubo-naviculaire	17	CBN GB	17	33,12	0,2
autres tarsiens	52	CBN D	17	29,5	0,18
métatarse	15	MTM Bd	15	41,2	0,21
TOTAL NRM	291	MTM Dd	15	21,6	0,11
TOTAL NER	78				

Tableau 60 : Enlène (Salle du Fond)- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (Lalande 1986)

IV.2.6.2. La Vache (Alliat, Ariège)

✓ Présentation générale du gisement et datations

La grotte de La Vache est située sur la rive gauche du Vicdessos, à une altitude de 595 m et à une trentaine de mètres au-dessus du cours actuel de la rivière. Elle fut fouillée dès 1865 par Garrigou qui fit des recherches dans la première salle, qui porte désormais son nom. La salle Monique fut ensuite découverte par Robert qui mit au jour l'occupation magdalénienne de la salle d'entrée (Figure 90).

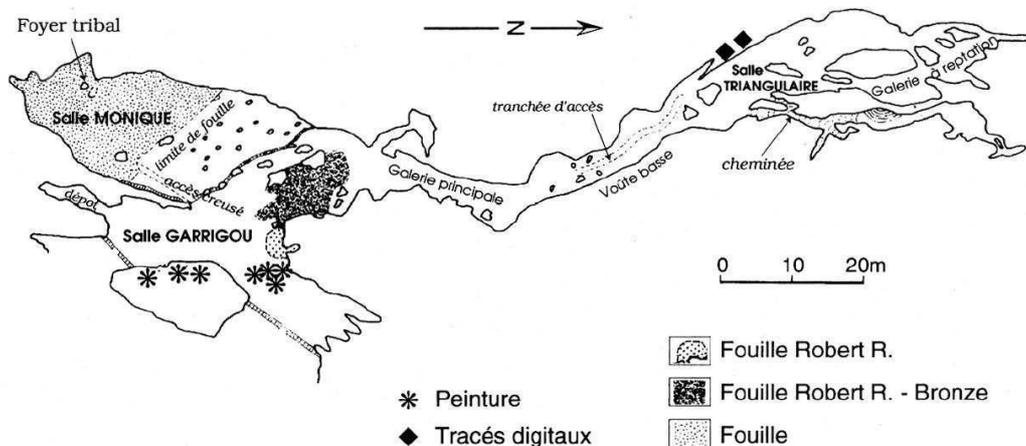


Figure 90: La Vache- Plan de la grotte (Pailhaugue 1998)

L'ensemble archéologique, fouillé sur 288 m² de 1952 à 1964, a été divisé arbitrairement en quatre niveaux ; la couche est d'épaisseur variable, la profondeur maximale étant de 80 cm (Clottes *et al.* 2004).

Deux lots de datations radiocarbone ont été obtenus (Tableau 61). Le premier ensemble renferme des dates effectuées à la fin des années 1950. En accord avec les données palynologiques, il indique une seule phase : la fin du GIS-1. Un deuxième lot (AMS) comprenant trois échantillons suggère des dates plus anciennes pouvant être situées au cours de l'Hel.

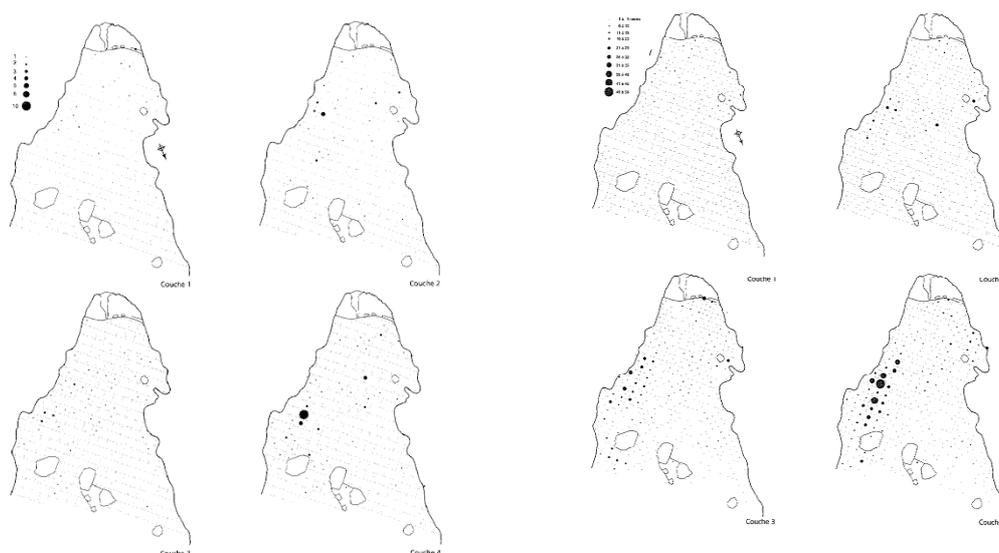


Niveau	Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie
Tr2	-	C14	col336	11 650± 200	13 910	13 140	Bølling- Allerød
Tr2	-	C14	Grn2025	12 540± 105	15 140	14 180	Bølling
Tr4	-	C14	GrN 2026	12 850± 60	15 900	14 960	Bølling
	os	AMS	GifA 96478	13 490± 120	16 930	15 960	Dryas ancien
	os	AMS	GifA 96479	13 770± 140	17 210	16 600	Dryas ancien
	os	AMS	GifA 96480	13 650± 130	17 070	16 410	Dryas ancien

Tableau 61 : La Vache- Datations (Clottes *et al.* 2004)

Quelle valeur accorder à ces datations ? L'occupation humaine s'est-elle déroulée au cours du Dryas ancien (He1) ou du Bølling- Allerød (GIS-1) ? La grotte a-t-elle été occupée pendant 2000 ans ? Les études menées sur les industries lithiques et osseuses peuvent apporter quelques éléments de réponse. Tout d'abord, les analyses effectuées sur l'abondante industrie en matière dure animale paraissent indiquer une grande diversité d'activités, allant de l'extraction à la mise en forme de certains objets façonnés, en passant par le travail des peaux (poinçons, lissoirs), le dépouillement des carcasses, l'exploitation du bois végétal (coins à biseau), etc. Les objets ont été produits massivement sur bois de renne. Toutes ces activités, intérieures et extérieures, permettent de mieux comprendre la fonction du site. En l'occurrence, le site de La Vache correspondrait à un important campement de base occupé en hiver et au début du printemps (Clottes *et al.* 2004).

La répartition spatiale des baguettes demi-rondes au sein de la salle Monique est sensiblement la même que celle des ossements de renne (Figure 91). La série de bâtons percés paraît « numériquement peu importante, il semble que l'époque en soit la cause. Le Magdalénien supérieur voit, en effet, une diminution des baguettes demi-rondes » (Clottes *et al.* 2004 : 275), alors que dans le Magdalénien moyen d'Enlène par exemple, le nombre d'exemplaires est plus élevé. D'autre part, « les décors relevés sur ce type de support appartiennent strictement au Magdalénien supérieur. Aucun n'évoque une autre attribution culturelle » (ibid. : 283).

Figure 91 : La Vache Salle Monique- Répartition des bâtons percés et des ossements de renne (Clottes *et al.* 2004)

La forte production de lames et lamelles en silex, de même que l'outillage, correspondrait également à une tradition technique de la fin du Magdalénien. D'autre part, l'équipement des Magdaléniens tout au long de leur séjour paraît assez uniforme (Clottes *et al.* 2004).

En l'absence de consensus clair sur l'attribution chrono-culturelle des occupations, nous avons attribué l'assemblage de la Salle Monique au Dryas ancien/Bølling, avec une préférence pour l'oscillation du GIS-1 en raison notamment de la prédominance des restes de bouquetin, taxon généralement abondant dans les Pyrénées centrales au cours de cette période. Il serait toutefois nécessaire de dater directement divers taxons, de même que certains objets en bois de cervidé du type pointe à base fourchue (Magdalénien supérieur ancien) ou harpon (Magdalénien supérieur récent).

✓ Paléoenvironnement et espèces chassées

L'analyse anthracologique de la Grotte de la Vache indique l'existence de deux types de végétation : une végétation très ouverte constituée de pin et de genévrier et une végétation de bordure d'eau avec le saule et/ou le peuplier, quelques frênes et l'argousier (Leroi-Gourhan et Thiébault 2004). La palynologie (Leroi-Gourhan 1967) et l'anthracologie suggèrent que les couches inférieures correspondraient au Dryas ancien tandis que les couches supérieures se rapporteraient à l'oscillation du GIS-1 (Leroi-Gourhan et Thiébault 2004).

Le matériel faunique des fouilles Robert a d'abord été étudié par Koby qui n'a eu qu'une faible partie des pièces en main. Pailhaugue (1993, 1996, 1998, 2004) a ensuite repris l'étude des faunes (Tableau 62). Les restes aviaires ont fait l'objet d'une étude taphonomique et archéozoologique détaillée (Laroulandie 2000, 2003).

	NRD	NMI
Ongulés		
<i>Capra pyrenaica</i>	71 451	1831
<i>Rupicapra pyrenaica</i>	3307	85
<i>Rangifer tarandus</i>	5821	147
<i>Bos/ Bison</i>	206	6
<i>Equus caballus</i>	16	3
<i>Cervus elaphus</i>	755	9
<i>Capreolus capreolus</i>	14	2
<i>Sus scrofa</i>	33	2
Carnivores	2250	112
Lagomorphes	1121	47
Oiseaux	54 724	4886
Rongeurs	25	10
Insectivores	30	5
Total	139 753	7 145

Tableau 62 : La Vache Salle Monique- Répartition taxonomique (Pailhaugue 2004)



Le site de la Vache est surtout présenté comme un site de chasse au bouquetin (Pailhaugue 1993, 1996, 1998, 2004). L'environnement montagnard à proximité immédiate du site (falaises escarpées, présence de refuges...) explique la prédominance de ce taxon, de même que celle de l'Isard. Le renne constitue également un gibier de choix avec près de 150 individus abattus. Les rennes de moins de 30 mois représenteraient 25% de l'assemblage total (Pailhaugue 2004).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les mesures effectuées sur les ossements de renne de la Salle Monique m'ont été aimablement communiquées par N. Pailhaugue. Au total, 1194 éléments anatomiques ont fait l'objet d'une analyse ostéométrique, 639 d'entre eux ont été retenus pour établir les comparaisons inter-sites (Tableau 63).

Eléments	La Vache	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
bois	43	SCA SLC	18	33,9	4,2
dents isolées	33	SCA GLP	32	47,6	3,3
scapula	52	SCA BG	44	31,6	2,4
humérus	39	HUM Bd	30	47,3	1,8
ulna	22	HUM Dd	34	49	2,3
radius	83	RAD Bp	38	46,2	2,6
carpiens	205	RAD Bd	23	45,1	2,6
métacarpe	105	RAD Dp	46	26,8	1,2
tibia	92	RAD Dd	29	28,5	2,1
calcaneum	45	ULN BPC	22	25,2	1,8
talus	73	MCM Bd	99	42,4	1,5
cubo-naviculaire	51	MCM Dd	96	22,4	1
autres tarsiens	56	TIB Bd	82	41,3	1,7
métatarse	77	TIB Dd	90	31,4	1,3
phalange 1	30	CAL GL	7	92,5	4,4
phalange 2	39	CAL GB	44	30,8	2,4
phalange 3	149	TAL LI	73	45,5	2,1
TOTAL NRM	1194	CBN GB	51	35,9	1,8
TOTAL NER	639	CBN D	51	31,8	1,6
		MTM Bd	75	41,6	1,8
		MTM Dd	69	23,9	1

Tableau 63 : La Vache Salle Monique- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (Pailhaugue, com. pers.)



IV.2.7. Gisements des Pyrénées occidentales-Chalosse

Aucun gisement daté du Pléniglaciaire et renfermant des restes de faune décomptés n'a été clairement identifié à l'extrémité occidentale de la chaîne pyrénéenne. Au Dryas ancien ou au Bølling-Allerød, le renne est l'ongulé le plus abondamment chassé, exception faite du gisement de Bourrouilla qui est dominé par le cerf (Dachary *et al.* 2008, Costamagno *et al.* 2008). Nous avons repris les mesures ostéométriques disponibles pour le Renne de Duruthy c.3 (Delpech 1983) et Dufaure c. 4 (Weinstock 2000b). Les couches 4/5 de Duruthy et 5/6 de Dufaure n'ont pas été intégrées au corpus en raison d'effectifs trop faibles. Pour cette même raison, les rares restes de renne de la grotte Bourrouilla à Arancou (Dachary *et al.* 2008) n'ont pu être intégrés au corpus ostéométrique. D'après les décomptes de faune des collections anciennes du Magdalénien moyen d'Isturitz (les couches I de St Périer et F1 de Passemard : Pétillon et Letourneux 2006), quelques ossements de renne pourraient faire l'objet de mesures (Letourneux, com. pers.), mais ne constitueraient toutefois probablement pas un corpus statistiquement représentatif. Enfin, des données biométriques ont été relevées pour les rennes du Grand Pastou (Sorde-l'Abbaye, Landes) mais les tableaux de mesures ne sont pas publiés en raison d'une série insuffisante (Lalande 1988).

IV.2.7.1. Duruthy (Sordes l'Abbaye, Landes)

✓ Présentation générale du gisement et datations

Le site de Duruthy est un vaste abri qui fait partie de l'ensemble des gisements magdaléniens et aziliens situés, à faible altitude, au pied de la falaise du Pastou à Sorde-l'Abbaye dans les Landes. Duruthy fut découvert et étudié dès 1874 par Lartet et Chaplain-Duparc. Ce n'est qu'en 1957 qu'Arambourou constate l'extrême richesse de ce site qu'il fouille de 1958 à 1975 (Arambourou 1978, 1979, Dachary 2002, Dachary et coll. 2006) (Figure 92).

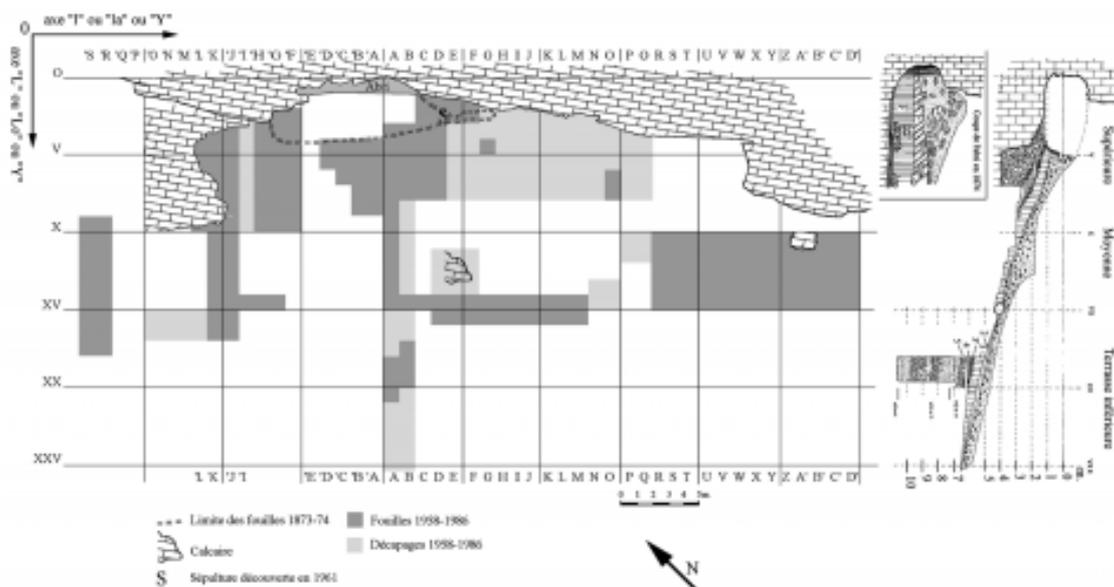


Figure 92: Duruthy- Plan de masse du gisement et coupe sagittale le long de la bande A (Dachary 2002)



L'abri de Duruthy se caractérise, d'un point de vue sédimentologique, par la présence de trois terrasses (supérieure, moyenne et inférieure) formées par le talus. Les fouilles anciennes ont vidé le contenu archéologique de la terrasse supérieure. Les fouilles d'Arambourou ont entamé principalement la terrasse moyenne ainsi que la terrasse inférieure. La stratigraphie a livré plusieurs niveaux sédimentaires (Arambourou 1978) :

- ✓ couche 1 : Chalcolithique
- ✓ couche 2 : Dépôt Azilien presque entièrement détruit par les fouilles anciennes
- ✓ couche 3 : Magdalénien supérieur, fouillé sur plus de 1400 m², matériel lithique et faunique abondant
- ✓ couche 3' : Magdalénien supérieur (?) contenant peu de vestiges. Les nouvelles analyses tendent à montrer que la globalité du matériel de cette couche est affectée par des mélanges dans la terrasse inférieure
- ✓ couche 4 : Magdalénien moyen renfermant une occupation extrêmement riche
- ✓ couche 5 : Magdalénien moyen, occupation humaine assez peu étendue

L'analyse des industries lithiques a permis de montrer que pour les occupations les plus anciennes, le matériel de la terrasse inférieure a subi des mélanges alors que celui de la terrasse supérieure et une partie de la terrasse moyenne est homogène (Dachary 2002, Dachary et coll. 2006). La synthèse des attributions chrono-culturelles des différentes couches est présentée dans le tableau 64.

Niveau	Techno complexe	
	Arambourou 1978	Dachary 2002
5	Magdalénien moyen	Badegoulien ?
4	Magdalénien moyen	Magdalénien moyen
3	Magdalénien sup/ final	Magdalénien sup/ final
3'	"Magdalénien V"	mélanges ?
2	Azilien	Magdalénien final

Tableau 64 : Duruthy- Couches et attributions chrono-culturelles

Une première série de datations (les quatre premières) a été obtenue à la fin des années 1970 (tableau 65). Les rennes de la couche 3, attribuée initialement à l'Allerød d'après ces mesures, ont fait récemment l'objet d'une nouvelle datation AMS (Costamagno *et al.* 2009). La nouvelle date est plus ancienne que la précédente, puisqu'elle peut être rattachée au Dryas ancien ou au début du Bølling. Elle permet ainsi d'envisager une contamination de ce niveau du Magdalénien supérieur avec les couches sous-jacentes, et remet en cause une disparition tardive du renne des contreforts pyrénéens.



Niveau	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
c. 3 sommet	Ly 858	11 150± 220	13 420	12 620	Allerød	Magda sup/ final
c. 4 sommet	Ly 859	13 510± 220	17 080	15 480	Bølling	Magda sup/ final
c. 4 base	Ly 860	13 840± 210	17 550	16 500	Prébølling	Magda moyen
c. 5 sommet	Ly 861	14 180± 200	17 800	16 850	Dryas ancien	Magda moyen
c. 3	Poz 15983	12 930± 60	16 140	15 050	Dryas ancien	Magda sup

Tableau 65 : Duruthy- Datations (Arambourou 1978 sauf la dernière in Costamagno *et al.* 2009)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

Des études palynologiques ont été réalisées sur l'étendue de tout le gisement (Arambourou 1978). Le Magdalénien moyen voit dans un premier temps un épisode fortement humide (Pré-Bølling), suivi d'un bref retour du froid avant une rapide progression du taux de boisement dans un contexte très humide, caractéristique du Bølling. Après un nouveau et court retour du froid, l'oscillation de l'Allerød s'installe au sein de la couche 3 : les espèces végétales mésophiles et thermophiles comme le noisetier et les éléments de la chênaie se développent. Une dernière péjoration climatique (Dryas récent) est suggérée par une végétation de climat tempéré frais. Enfin, au début du Postglaciaire, on assiste à un repeuplement forestier avec l'extension du noisetier (espèce végétale pionnière), la mise en place de chênaies assez claires et le développement progressif du hêtre.

Les vestiges fauniques des couches magdaléniennes et aziliennes ont été étudiés par Delpech (Delpech 1978), avant une reprise d'étude par Costamagno (Costamagno 2006) en raison de problèmes stratigraphiques (Dachary et coll. 2006) (Tableau 66).

	c. 5		c. 4		c. 3		c. 2	
	Delpech	Delpech	Costamagno	Delpech	Costamagno	Delpech	Costamagno	
<i>Rangifer tarandus</i>	24	353	210	4306	2206	15	19	
<i>Equus caballus</i>	199	396	47	143	47	7	4	
<i>Bos/ Bison</i>	99	628	77	564	109	1	1	
<i>Capra pyrenaica</i>				13	4	1		
<i>Rupicapra pyrenaica</i>		2		3				
<i>Cervus elaphus</i>		26	14	972	482	34	38	
<i>Capreolus capreolus</i>				2	2	2	1	
<i>Sus scrofa</i>				1	1	2	3	
Carnivores	1	15	15	31	30	7	7	
Autres	9	78		33				
Total	332	1498	363	6068	2881	69	73	

Tableau 66 : Duruthy- Taxons déterminés dans les différents niveaux

Dans la couche 5, les espèces steppiques (cheval et bison) dominent et le renne est assez peu abondant : cet ensemble traduit un climat relativement froid et sec qui pourrait correspondre au Dryas ancien. Les études palynologiques confirment le caractère rigoureux de cette couche mais elles mettent également en avant une certaine humidité, non révélée par les faunes. Dans la couche 4, on constate une timide apparition des espèces de milieu boisé avec la présence du



cerf ainsi que la régression du cheval qui suggèrent des conditions climatiques un peu plus humides (Bølling) mises en évidence par la palynologie. Dans la couche 3', l'association d'herbivores de milieu ouvert non arctique, semblable à celle de la couche 5, indique le retour d'un climat froid et sec. L'ensemble de la couche 3 est également froid mais nettement plus humide que les précédents puisque les animaux de milieu boisé se développent alors que les animaux steppiques régressent. Cet assemblage n'est pas réellement en accord avec les données paléobotaniques qui indiquent l'instauration du réchauffement de l'Allerød alors que le renne est encore largement abondant. Dans la couche 2, l'amélioration climatique est perceptible puisque le cerf devient l'animal dominant, le chevreuil et le sanglier sont un peu plus abondants (Delpech 1983). La présence du renne dans ce niveau d'occupation azilienne (Tableau 66) traduit, nous l'avons dit, un probable mélange avec les couches sous-jacentes.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les ossements de renne de la couche 3 ont fait l'objet d'investigations ostéométriques par Delpech (1978, 1983), les autres couches ne renfermant pas suffisamment de restes osseux mesurables. C'est à partir de l'étude de cette série qu'elle conclut à la présence de rennes de forte taille corporelle dans le Piémont pyrénéen. Son analyse se fonde sur plus de 400 restes mesurés. Sur la base des données statistiques publiées (Tableau 67), nous avons réalisé de nouvelles analyses statistiques sur ce niveau.

Eléments	Duruthy c. 3	Mesure	nombre	moyenne	écart-type
dents isolées	31	SCA SLC	18	33,1	0,42
scapula	34	SCA GLP	31	45	0,28
humérus	56	HUM Bd	56	45	0,26
ulna	7	HUM Dd	38	46,6	0,25
radius	24	RAD Bp	23	45,6	0,26
carpiens	53	RAD Bd	18	43,1	0,32
métacarpe	48	RAD Dp	24	25,6	0,1
tibia	33	ULN BPC	7	23,6	0,12
calcaneum	4	MCM Bd	48	42,9	0,22
talus	65	MCM Dd	48	22,5	0,11
cubo-naviculaire	30	TIB Bd	29	40	0,2
autres tarsiens	15	TIB Dd	33	30,5	0,15
métatarse	32	TAL LI	65	44,4	0,2
TOTAL NRM	432	CAL GI	4	92,9	4
TOTAL NER	333	CBN GB	30	35,2	0,17
		CBN D	30	31,2	0,18
		MTM Bd	32	40,8	0,19
		MTM Dd	32	23,1	0,11

Tableau 67 : Duruthy- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (Delpech 1983)



IV.2.7.2. Dufaure (Sordes l'Abbaye, Landes)

✓ Présentation générale du gisement et datations

L'abri Dufaure fait également partie de l'ensemble des gisements situés au pied de la falaise du Pastou. Ce petit abri sous-roche fut fouillé en 1900 par Breuil et Dubalen. Motivé par les ressemblances entre Duruthy et Dufaure, Straus entreprend des sondages en 1980 ainsi que des fouilles de 1981 à 1984 qui lui permettent de distinguer deux secteurs : la partie haute et la partie basse (Figure 93).

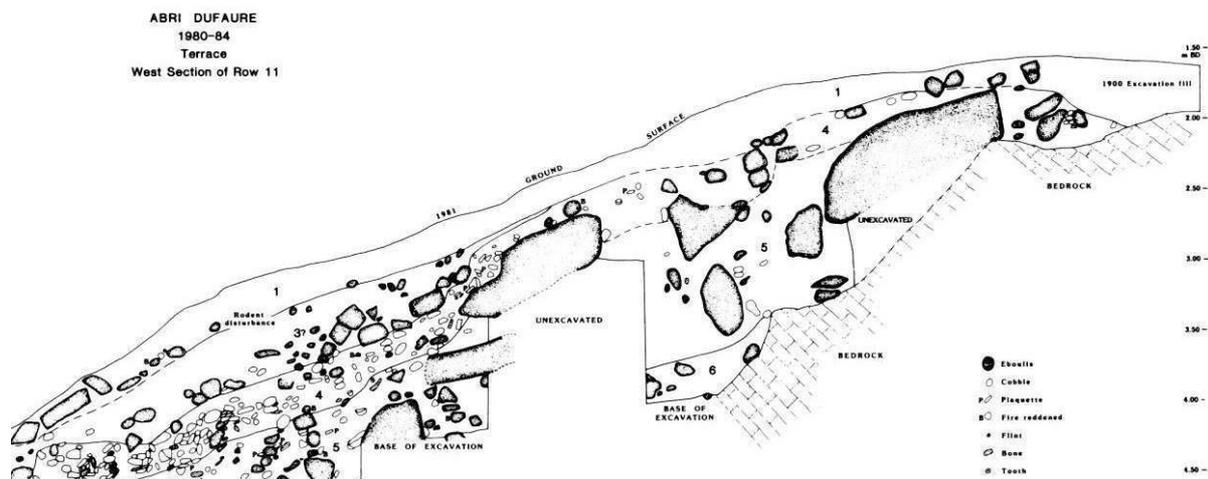


Figure 93: Dufaure- Stratigraphie de la terrasse et du sommet de la pente (Straus et Evin 1989)

- ✓ La couche 2 contient de nombreux tessons mais aucun vestige magdalénien.
- ✓ La couche 3 correspond à des éboulis de falaise qui renferment quelques poches de matériel archéologique attribué à l'Azilien.
- ✓ La couche 4, dont les vestiges sont globalement bien conservés, se définit par la présence de très nombreux galets d'origine anthropique ainsi que des zones pavées. Ce niveau serait riche en vestiges caractéristiques du Magdalénien final. L'outillage lithique est dominé par les lamelles à dos, mais renferme également des burins de Lacan ainsi que des pointes (Straus et Spiess 1985, Straus 1995). D'après un réexamen récent de l'industrie lithique, la couche 4 serait contemporaine d'une occupation du Magdalénien supérieur (Dachary 2002). Des harpons en bois de Cervidé, bien que rares, sont présents au côté de quelques sagaies.
- ✓ La couche 5, dont la matrice limoneuse demeure parmi de gros blocs tombés du surplomb, a livré des industries lithique et osseuse sans harpon. Elle se rapprocherait d'un Magdalénien supérieur ancien à pointe à base fourchue (Dachary 2002). Le sommet de ce dépôt semble avoir été tronqué par un épisode d'érosion.
- ✓ La couche de base (6) contient une petite industrie lithique attribuable au Magdalénien moyen.



Quinze datations (Tableau 68) indiquent que la stratigraphie et les dates sont relativement synchrones avec celles des dépôts magdaléniens et aziliens de Duruthy. Un reste de renne de la couche 3 a fait l'objet d'une nouvelle datation AMS (Costamagno *et al.* 2009) et permet de caractériser la présence d'ossements intrusifs de ce taxon dans les niveaux aziliens.

Niveau	Echantillon	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%	Climatologie	Techno-complexe
3	os de renne	Poz 15984	12 260± 60	14 440	13 900	Bølling	Azilien
3 moyen- inf	os	Ly 4223	10 310± 270	12 660	11 240	Dryas récent	Azilien
3 moyen	os	Ly 4222	9600± 290	11 970	10 225	Dryas récent	Azilien
3 moyen	os	AA 2477	9750± 110	11 595	10 730	Dryas récent	Azilien
3 moyen	os	AA 2478	9810± 100	11 620	10 790	Dryas récent	Azilien
4 base	os	Ly 3182	12 260± 400	16 050	13 320	Bølling- Allerød	Magda sup
4	os	Ly 3181	11 750± 300	14 600	12 950	Bølling- Allerød	Magda sup
4	os	Ly 3245	12 030± 280	14 990	13 355	Bølling- Allerød	Magda sup
4 sommet	os	Ly 2666	10 910± 220	13 290	12 400	Bølling- Allerød	Magda sup
5	os	Ly 3591	12 690± 230	16 220	14 075	Bølling	Magda sup ancien
5	os	Ly 2923	12 990± 270	16 750	14 630	Bølling	Magda sup ancien
5 base	os	Ly 3582	14 570± 390	18 580	16 940	Dryas ancien	Magda sup ancien
6 base	os	Oxa 176	14 590± 100	18 040	17 260	Dryas ancien	Magda moyen
6 base	os	Oxa 177	14 640± 230	18 510	17 200	Dryas ancien	Magda moyen
6 sommet	os	Ly 3583	14 020± 340	18 410	16 330	Dryas ancien	Magda moyen

Tableau 68 : Dufaure- Datations (d'après Strauss 1995 sauf la dernière *in* Costamagno *et al.* 2009)

✓ Paléoenvironnement et spectre de faune

L'étude palynologique a mis en évidence trois phases floristiques. Au sein de la couche 6, le taux de pollens d'arbres est de 30 à 40% avec la domination du pin sylvestre. Les essences thermophiles sont présentes (chêne, orme et tilleul) ainsi que la strate herbacée (les graminées dominant). Les conditions thermiques sont donc favorables ; la flore est boisée et les espèces qui affectionnent l'humidité ne sont pas rares. Au vu des datations obtenues, les auteurs placent cette phase dans le Pré-Bølling, également identifiée au début de la couche 4 de Duruthy. Durant le Magdalénien moyen et au début du Magdalénien supérieur ancien (couches 5 et base de la couche 4), les taux de pollens arboréens sont faibles même si quelques feuillus sont signalés. La rareté des arbres et la prédominance de prairies et de pelouses révèlent une flore de climat assez froid. Ces caractères traduisent un climat rigoureux assez sec qui correspondrait à la phase ultime du Dryas ancien et au Bølling. La couche 4 et la base de la couche 3 voient un accroissement des pollens d'arbres qui passent de 30 à 47% : le pin régresse alors que le bouleau puis le noisetier se développent. Les feuillus thermophiles sont nombreux (chêne, orme, tilleul, frêne, aulne) et la strate herbacée est dominée par les graminées. Ce changement de la flore (développement de la forêt) traduit globalement une amélioration des conditions thermiques ainsi qu'un climat nettement plus humide. Ces éléments permettent de situer cette phase dans l'Allerød, également attestée dans la couche 3 de Duruthy. Ces données sont globalement en accord avec les associations paléoenvironnementales révélées à partir des principaux ongulés (Delpech 1983). À la base de la couche 3, comme dans la couche 2 de Duruthy, un net retour du froid se fait sentir (Dryas récent). Les rares charbons de bois ne permettent pas de dresser une évolution du paysage : le chêne n'est présent que dans la couche 3. Le pin et le genévrier sont attestés dans la couche 4



: cette flore suggère l'existence de conditions climatiques plus froides qu'à l'époque de la formation du sommet de la couche 3 (Straus 1995).

Les données issues des assemblages fauniques montrent que l'activité cynégétique des couches 6 et 5 (Magdalénien moyen/supérieur ancien) se concentre sur le renne, le cheval et les bovinés (Tableau 69). La fréquence du renne augmente fortement au cours du GIS-1 (couche 4- Magdalénien supérieur), avec une fréquence de plus en plus importante du cerf. Au cours de l'Azilien (couche 3), ce dernier domine (Altuna et Mariezkurrena 1995).

	c. 5+6	%	c. 4	%	c. 3	%
<i>Rangifer tarandus</i>	255	46	2356	58,7	27	3,4
<i>Equus caballus</i>	154	28	280	7,0	7	0,9
Grands Bovidés	97	17	331	8,3	15	1,9
<i>Saiga tatarica</i>	1	0,2				
<i>Cervus elaphus</i>	44	8	972	24,2	673	84,2
<i>Capreolus capreolus</i>	3	1	59	1,5	67	8,4
<i>Sus scrofa</i>	1	0,2	13	0,3	10	1,3
Total	555	100	4011	100	799	100

Tableau 69 : Dufaure- Ongulés déterminés dans les différentes couches

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Une étude ostéométrique a été menée sur les abondants restes osseux de renne de la couche 4 (Weinstock 2000b). Dans ce niveau épais de 30 à 50 cm, 23 individus (seize adultes et sept jeunes) ont été identifiés (Altuna et Mariezkurrena 1995). Le nombre de restes mesurés (NRM) est de 116, ce qui correspond à seulement 4,9% du nombre total de restes déterminés (Tableau 70). Afin d'intégrer ce gisement au corpus et comparer les résultats à d'autres sites, les valeurs publiées par Weinstock (2000b) ont été reprises. Les éléments anatomiques les mieux représentés sont le talus et l'humérus (Tableau 70).

Eléments	Dufaure c.4	Mesure	Nombre	Moyenne	Ecart-type
atlas	1	SCA SLC	7	31,8	3,9
axis	1	SCA GLP	7	44,9	4,3
scapula	11	SCA BG	6	28,4	1,3
humérus	18	HUM Bd	10	44,2	1,8
ulna	1	HUM BT	13	43,2	2,5
radius	10	HUM Dd	12	45,9	2
métacarpe	10	RAD Bp	7	45,1	2,6
fémur	5	RAD Bd	3	40,5	0,5
tibia	13	MCM Bd	10	41,2	1,5
calcanéum	4	MCM Dd	10	21,5	1
talus	24	TIB Bd	13	38,9	1,5
cubo-naviculaire	11	CAL GL	2	91,3	3,2
métatarse	7	CAL GB	4	31,5	2,5
TOTAL NRM	116	TAL LI	17	44,8	1,8
TOTAL NER	109	TAL Lm	15	42,1	1,7
		TAL DI	18	24,6	1,1
		TAL BC	22	27,9	1,5
		CBN GB	11	34,3	2,5
		MTM Bd	7	40	0,8
		MTM Dd	5	22,6	0,4

Tableau 70 : Dufaure- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques (Weinstock 2000b)



IV.3. Assemblages actuels

Afin de tester la méthodologie décrite dans le chapitre précédent, des investigations ostéométriques ont également été menées à partir d'échantillons de trois populations actuelles d'écotypes distincts (montagne norvégienne, forêt finlandaise, toundra groenlandaise).

IV.3.1. Sud de la Norvège

✓ Présentation générale

Le parc naturel du Hardangervidda, situé dans le Sud de la Norvège, s'étend approximativement sur 8000 km² à une altitude moyenne de 1200 m. Il est considéré comme le plateau montagnard le plus vaste d'Europe, et le seul abritant encore des populations de rennes sauvages. Un grand nombre de gisements de toutes les périodes préhistoriques, particulièrement holocènes, ont été découverts. L'importance de la chasse au Renne est attestée par les assemblages osseux provenant de sites archéologiques ainsi que par les systèmes de piégeage (Helskog 2011, Hufthammer *et al.* 2011, Indrelid et Hufthammer 2011).

De nouvelles analyses génétiques indiquent que les rennes sauvages du Hardangervidda à l'époque médiévale n'ont pas contribué à la domestication des rennes de Fennoscandinavie. Le métissage génétique s'est produit au XIX^{ème} siècle, période durant laquelle l'élevage du renne était pratiqué dans les montagnes du Sud de la Norvège. Le dernier renne domestique a été abattu dans ce secteur en 1979 (Røed *et al.* 2010). Les rennes sauvages du Hardangervidda ont connu, au cours des dernières décennies, d'importants changements au niveau de la densité des populations. Ces fluctuations ont affecté notamment le poids des individus à la naissance, l'âge de maturité, la survie des juvéniles, la masse corporelle des rennes adultes, etc. (Skogland 1986, 1990). Le nombre de rennes sauvages (*Rangifer tarandus tarandus*) a fluctué de 21 700 en 1979 à 5000 en 2002 (Olav Bråtå 2008). Ces cinquante dernières années, le plateau du Hardangervidda a été utilisé différemment par les troupeaux de rennes (Figure 94).

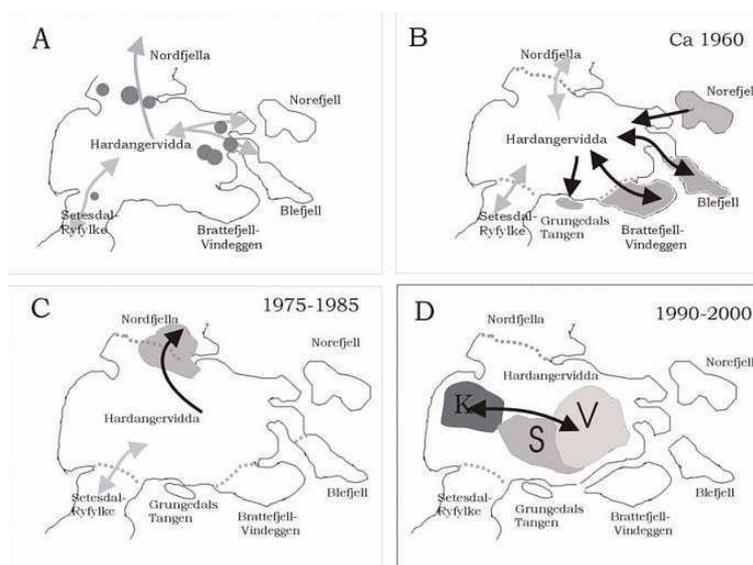


Figure 94 : Changement de l'utilisation du plateau du Hardangervidda par les rennes (Strand *et al.* 2006)



Avant les années 1960 et les modifications du paysage par l'homme, différentes migrations avaient lieu, le Hardangervidda demeurait une zone centrale d'échange des rennes de montagne du Sud de la Norvège. Dans les années 1960 à 1985, les zones d'occupation des rennes ont été modifiées en raison de l'augmentation des troupeaux ainsi que d'un pâturage intensif des rennes qui ont alors migré à la recherche d'autres zones propices à leur alimentation. Dans les années 1990-2000, les zones d'hiver se situaient au centre et à l'est du plateau et les zones d'été au centre et au sud. Durant l'été, les troupeaux de rennes du Hardangervidda occupent une petite partie du plateau, la même zone peut être occupée chaque année (Strand *et al.* 2006). Les zones de mise-bas varient davantage au fil des ans : dans les années 2000, les naissances avaient lieu dans le sud et le centre du plateau alors qu'auparavant, elles se produisaient dans les zones occidentales et nord-occidentales. En hiver, les animaux utilisent les pâtures plus abondamment et dans des secteurs plus vastes.

Jusque dans les années 1960, l'élevage des rennes a été pratiqué dans le Hardangervidda (Strand *et al.* 2006), les rennes sauvages se sont donc génétiquement mélangés aux bêtes domestiques (Røed 1986, Røed *et al.* 2011). La prédation et/ou le harcèlement des insectes, la distribution des végétaux, le couvert neigeux et l'accès aux pâturages sont des facteurs importants dans l'occupation de l'espace. Les restes archéologiques (systèmes de piège) et les données GPS actuelles tendent à suggérer que certaines routes de migration traditionnelles demeurent empruntées par les troupeaux actuels (Strand *et al.* 2006).

Les collections ostéologiques auxquelles j'ai eu accès, conservées au Muséum d'Histoire Naturelle de Bergen, ont été constituées dans les années 1970 dans deux zones distinctes : Buskerud (Uvdal et Halstjørnberget) et Hordaland (Høgaha et Ullensvang) (Figure 95). Ces deux populations sont génétiquement similaires mais se distinguent des troupeaux du Oppland, plus au Nord (Hufthammer, com. pers) qui n'ont pas été étudiés.



Figure 95 : Localisation des provinces géographiques dans le parc naturel du Hardangervidda (Sud de la Norvège)



S'agissant d'une population récente, les ossements présentent un excellent état de conservation et sont très majoritairement complets. Aucune attaque post-dépositionnelle (traces de météorisation, de rongeurs ou de carnivores) n'a été observée ; seuls de rares ossements présentent des traces de découpe, de cuisson, ou encore d'ostéoporose.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les individus dont l'état d'épiphyse des ossements était suffisamment avancé pour autoriser des mesures comparables à celles prises sur les échantillons fossiles ont été privilégiés. Ainsi, les individus de moins de deux ans n'ont pas été retenus et seuls les os soudés ont fait l'objet d'analyses ostéométriques. Pour les os complets à partir desquels nous avons attribué un jeune âge à partir par exemple de l'extrémité distale de métapode non soudée, nous avons quand même pris la mesure de l'extrémité proximale (présente dès la naissance) car il est fréquent, dans les assemblages archéologiques, qu'elle soit la seule présente, sans pouvoir dire toutefois si elle appartient à un individu dont l'extrémité distale est soudée. Pour chaque individu, tous les éléments anatomiques n'étaient pas présents et les ossements ont été mesurés des deux côtes (gauche et droit).

Le corpus ostéométrique se compose au total de 1239 éléments anatomiques d'adultes si l'on inclut les os courts (Tableau 71), 492 si on ne considère que ceux retenus et directement comparables à l'échantillon de référence de Stellmoor.

Eléments	Mâles	Femelles	Tout
mandibule	7	5	12
atlas	8	15	23
axis	8	16	24
scapula	15	31	46
humérus	16	32	48
ulna	4	20	24
radius	16	34	50
carpiens	-	-	259
métacarpe	16	31	47
pelvis	16	28	44
fémur	6	14	20
tibia	16	32	48
calcanéum	16	30	46
talus	16	30	46
cubo-naviculaire	16	30	46
autres tarsiens	-	-	115
métatarse	16	31	47
phalange 1	36	74	110
phalange 2	28	64	92
phalange 3	28	64	92
TOTAL NRM	284	581	1239
TOTAL NER	163	329	492

Tableau 71 : Hardangervidda- Nombre de restes mesurés de rennes mâles et femelles (en grisé, éléments retenus) (étude inédite)

Afin de mener des comparaisons inter-sites, 35 variables prises sur 11 éléments anatomiques distincts ont été retenues (Tableau 72). Des mesures de longueur ont également été enregistrées (Tableau 73). Les valeurs brutes ayant permis le calcul de ces valeurs statistiques sont présentées en annexe 5.



Eléments	RT tarandus femelles			Rt tarandus mâles			Rt tarandus tout		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
SCA SLC	30	26,9	2,3	14	30,3	2,2	44	28	2,8
SCA GLP	31	41,2	2,4	15	43,8	1,4	46	42	2,5
SCA BG	29	27,9	1,9	15	30	1	44	28,1	2,2
HUM Bd	30	41,5	1,4	16	44,3	1,4	46	42,5	1,9
HUM BT	32	37,7	1,2	16	41	1,1	48	38,8	2
HUM SD	29	17,2	1,2	14	20	1,2	43	18,1	1,8
HUM Dd	30	41,8	1,5	16	44,3	0,9	46	42,7	1,8
RAD Bp	32	39,5	1,2	16	43,3	1,2	48	40,7	2,1
RAD SD	29	19,5	0,9	16	23,8	1,1	45	21,1	2,3
RAD Bd	26	37,6	1,4	5	42,5	1,8	31	38,4	2,3
RAD Dd	26	24,5	1	4	27,6	1,4	30	24,9	1,5
ULN BPC	20	23,1	1	4	24,8	1	24	23,4	1,2
ULN DAP	20	37,2	1,2	4	41,5	2,2	24	37,9	2,1
MCM Bp	31	29,8	1,1	16	32,1	0,7	47	30,6	1,5
MCM Dp	31	21,7	1	16	23	0,8	47	22,2	1,1
MCM SD	31	16,1	0,8	16	19,6	1,2	47	17,3	1,9
MCM Bd	31	38,4	1,2	12	41,4	1,1	43	39,2	1,8
MCM Dd	31	19,6	0,7	12	20,8	0,7	43	19,9	0,9
MCM DD	31	12,3	0,7	16	14,6	0,5	47	13,1	1,3
PEL La	28	33,1	1,6	16	34,7	1,4	44	33,6	1,7
TIB BP	21	55,5	2	4	59,9	3,3	25	56,2	2,7
TIB SD	31	18,8	0,8	16	22,1	1	47	19,9	1,8
TIB Bd	32	36	1,5	16	38,3	1,3	48	36,8	1,8
TIB Dd	32	27,1	0,9	16	29	1,2	48	27,8	1,3
CAL GL	24	83,9	1,8	9	89,6	4,9	33	85,5	3,9
CAL GB	30	26,8	1,2	16	28,4	1,1	46	27,3	1,4
CAL DI	30	31,3	1	16	32,7	0,7	46	31,8	1,1
CAL DTc	30	20,3	1,2	16	21,8	1,1	46	20,8	1,4
TAL LI	30	40,9	1,7	16	43,3	1,1	46	41,7	1,9
TAL Lm	30	39	1,3	16	41	1,4	46	39,7	1,6
TAL DI	30	22,6	0,9	16	23,6	0,8	46	22,9	1
TAL Dm	30	23,4	0,9	16	24,9	0,6	46	23,9	1,1
TAL BC	30	25,4	1	16	26,6	0,8	46	25,8	1,1
CBN GB	29	30,6	1,1	16	32,4	1	44	31,3	1,4
CBN D	30	27,6	1,1	16	29	1	45	28,1	1,3
MTM Bp	31	26,6	1	15	28,2	0,8	46	27,1	1,2
MTM Dp	31	28	5,1	15	30,7	0,8	46	28,9	4,3
MTM SD	31	14,9	0,8	15	17,2	1,4	46	15,7	1,5
MTM Bd	28	38	1,2	9	40,5	1,1	37	38,6	1,6
MTM Dd	28	20,7	0,8	9	22,4	0,7	37	21,1	1,1
MTM DD	31	14,2	1,1	15	16,4	0,6	46	14,9	1,4

Tableau 72 : Norvège - Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et de femelles (étude inédite)

Elément	Mesure	Sexe	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Scapula	Ht	femelle	25	194,5	7,7
Scapula	Ht	mâle	13	211,1	10,7
Humérus	GL	femelle	20	191,6	5,4
Humérus	GL	mâle	1	224,0	0,001
Humérus	GLC	femelle	20	205,5	6
Humérus	GLC	mâle	1	239	0,001
Radius	GL	femelle	23	222,6	7,5
Radius	GL	mâle	5	237,3	10,9
Métacarpe	GL	femelle	31	167,7	4,9
Métacarpe	GL	mâle	14	180,8	8,8
Tibia	GL	femelle	23	268,7	6,6
Tibia	GL	mâle	8	288,8	12,9
Métatarse	GL	femelle	28	234,2	6,1
Métatarse	GL	mâle	11	253,6	11,4

Tableau 73 : Norvège- Valeurs des mesures d'os longs de rennes mâles et femelles (étude inédite)



✓ Sex-ratio

L'échantillon se compose d'un ensemble de squelettes appartenant à 25 individus composés de 17 femelles et 8 mâles (Figure 96). Au total, ce sont onze individus de moins de 4 ans et quatorze de plus de 4 ans qui ont été pris en compte. Les femelles sont ainsi mieux représentées que les mâles, particulièrement dans la classe d'âge des adultes.

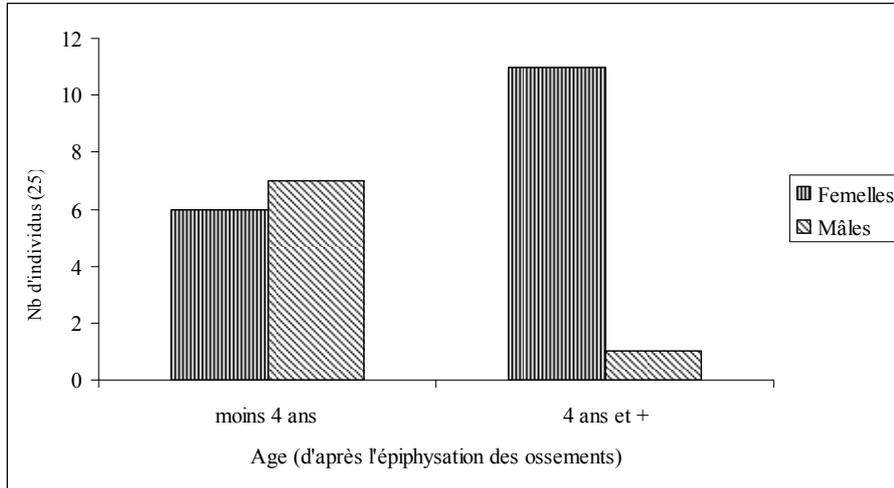


Figure 96 : Hardangervidda- Répartition des individus mesurés en fonction de l'âge et du sexe



IV.3.2. Est de la Finlande

✓ Présentation générale

Jusqu'à récemment, les rennes sauvages de montagne (*Rangifer tarandus tarandus*) et les rennes de forêt (*Rangifer tarandus fennicus*) occupaient le Nord de la Finlande. Actuellement, les rennes de montagne vivent uniquement dans le Sud de la Norvège et la Péninsule de Kola, et les rennes de forêt occupent l'Est de la Finlande et la Russie. Ces derniers ont des hauteurs au garrot 10 à 15 cm plus élevées que les rennes de montagne (Nieminen et Helle 1980, Puputti et Niskanen 2009). Durant les dernières décennies, la population de rennes de forêt de l'Est de la Finlande a fortement chuté en raison notamment de la prédation exercée par les loups (Kojola *et al.* 2004, Kojola *et al.* 2009).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Les données ostéométriques disponibles pour des rennes sauvages de forêt (*Rangifer tarandus fennicus*) concernent six individus mâles et dix femelles (Puputti et Niskanen 2008, 2009). Les valeurs statistiques sont accessibles pour 14 variables (Tableau 74).

Eléments	<i>Rt fennicus</i> mâles			<i>Rt fennicus</i> femelles			<i>Rt fennicus</i> tout		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
HUM BT	6	46,4	0,8	10	42,4	3	16	43,9	2,5
RAD Bp	6	49,2	1,5	10	44,6	3,4	16	46,3	2,9
RAD Dd	5	47,1	1,7	10	42,1	2,9	15	43,8	2,6
MC Bp	4	40	1,1	10	35,8	3,2	14	37,0	2,8
MC Dp	4	28,8	0,3	10	26,4	2,1	14	27,1	1,8
MC Bd	4	48,2	0,5	10	44,5	2,7	14	45,6	2,4
MC Dd	4	24,8	0,6	10	23,2	1,7	14	23,7	1,5
TIB Bd	6	44,1	1,1	9	41	2,8	15	42,2	2,3
MT Bp	4	37	1,2	10	32	2	14	33,4	1,8
MT Dp	4	37,9	1,7	10	34,8	3,5	14	35,7	3,1
MT Bd	4	47,3	0,9	10	44,4	2,7	14	45,2	2,4
MT Dd	4	26,3	0,5	10	24,8	1,3	14	25,2	1,2
MC GL	4	230,5	6,1	10	210,6	17,3	14	216,3	15,3
MT GL	4	310,75	9,3	10	288,3	19	14	294,7	17,1

Tableau 74 : Finlande - Valeurs statistiques des ossements de rennes mâles et femelles adultes (Puputti et Niskanen 2008, 2009)



IV.3.3. Ouest du Groenland

✓ Présentation générale

Deux échantillons provenant de caribous de toundra du Groenland (*Rangifer tarandus groenlandicus*), publiés dans la littérature (Melgaard 1986, Pasda 2009), ont été repris. Plusieurs individus sont originaires de la région Sisimiut, dans la toundra du Sud-Ouest du Groenland (Pasda 2009). Les caribous de la population Sisimiut vivent, depuis plusieurs siècles, sans la présence de prédateurs (loup, glouton ou ours). Le paysage environnant est caractérisé par des montagnes aux crêtes basses et arrondies de direction est-ouest, entrecoupées de vastes plateaux et de vallées. L'intérieur des terres, aride, est dominé par des arbustes nains, une végétation de lande et de steppe alors que les plaines basses plus humides sont principalement recouvertes de prairies (Pasda 2009). Les aires d'habitat hivernales et estivales ainsi que les routes de migration de ces caribous ont été décrites (Thing 1984). Les caribous sont rares en dehors de ces zones, et peuvent également être présents toute l'année. L'aire de mise bas principale est située à l'intérieur de la zone estivale, occupée principalement de début mai à début septembre. Le caribou migre généralement au début de l'hiver sur une distance d'environ 50 km avant de rejoindre les territoires d'hiver, au sud-ouest, deux ou trois semaines plus tard.

✓ Matériel

Pour l'échantillon analysé par Pasda (2009), les nombreuses carcasses étudiées d'un point de vue biométrique ont été collectées dans les années 1999-2003 et proviennent d'animaux morts naturellement. Au total, 282 squelettes ainsi que 403 ossements isolés ont été étudiés. Les âges des individus ont été déterminés à partir des séquences d'éruption dentaire, d'analyses du cément et du degré d'épiphyssation des ossements. L'objectif de cette investigation était de décrire le développement squelettique, puis d'appliquer les résultats au registre archéologique. La fusion des épiphyses et des apophyses a été documentée à partir de 80 rennes. En raison de la présence de matières périssables sur certaines carcasses, seules certaines mesures ont pu être effectuées. Elles se réfèrent à celles établies par von den Driesch (1976) et Weinstock (2000a). Lorsque le squelette était complet, les mesures ont été prises d'un seul côté. Afin de mener nos comparaisons entre populations actuelles et rennes fossiles, seules les valeurs relatives aux individus adultes (épiphyses soudées) ont été reprises⁴¹.

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

L'échantillon le plus important est celui de Pasda (2009) car il représente un nombre total d'éléments retenus de 668 (Tableau 75).

⁴¹ Je remercie K. Pasda qui m'a envoyé ses fichiers de données brutes, me permettant ainsi de gagner un temps considérable dans le traitement des analyses.



Eléments	Pasda 2009			Meldgaard 1986		
	Mâles	Femelles	Total	Mâles	Femelles	Total
Scapula	44	51	95			
Humérus	36	52	88	5	6	11
Radius	36	51	87			
Ulna	32	47	79			
Métacarpe	24	31	55	12	11	23
Fémur	38	63	101			
Tibia	38	58	96			
Calcaneum	22	26	48			
Talus	19	23	42			
Métatarse	31	47	78	11	11	22
TOTAL NRM	320	449	769	28	28	56
TOTAL NER	282	386	668	28	28	56

Tableau 75 : Groenland - Nombre d'éléments anatomiques retenus pour des comparaisons en fonction du sexe

Les valeurs statistiques (nombre, moyenne, écart-type) pour l'échantillon total, mais également individuellement pour les mâles et les femelles ont été calculées pour 35 variables biométriques communes à l'échantillon de référence de Stellmoor (Tableau 76). Des mesures de longueur sont également disponibles (Tableau 77).

Elément	MALES			FEMELLES			TOUT		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
SCA SLC	44	38,0	3,1	51	31,7	1,5	95	34,6	3,9
SCA GLP	44	49,5	2,7	46	44,3	1,8	90	46,9	3,5
SCA BG	42	33,9	2,3	49	29,3	1,4	91	31,4	3,0
HUM Bd	34	50,7	2,0	50	45,4	1,4	84	47,5	3,1
HUM SD	36	24,1	2,3	52	20,0	1,0	88	21,7	2,6
HUM Dd	30	51,8	1,5	32	46,8	1,4	62	49,2	2,9
RAD Bp	36	49,0	1,9	51	43,7	1,3	87	45,9	3,1
RAD SD	35	26,9	2,3	51	20,6	1,1	86	23,2	3,6
RAD Bd	32	44,1	2,9	47	39,7	2,0	79	41,5	3,2
RAD Dp	26	27,7	1,8	29	24,2	1,4	55	25,8	2,4
RAD Dd	22	30,0	1,3	23	27,3	1,0	45	28,6	1,8
ULN BPC	29	25,8	2,2	44	23,6	1,9	73	24,5	2,3
ULN DAP	31	46,8	2,5	47	39,9	1,9	78	42,6	4,0
MCM Bp	24	36,3	1,3	30	32,8	1,2	54	34,3	2,1
MCM Dp	23	26,7	0,9	29	24,0	1,0	52	25,2	1,6
MCM SD	23	23,7	1,8	31	17,9	1,0	54	20,4	3,2
MCM Bd	21	45,7	1,6	27	41,8	1,8	48	43,5	2,6
MCM Dd	20	22,0	1,9	27	20,6	0,9	47	21,2	1,6
TIB BP	38	64,0	2,1	53	59,7	1,5	91	61,5	2,8
TIB SD	38	25,8	1,7	58	21,1	1,1	96	23,0	2,7
TIB Bd	37	42,2	1,9	54	38,7	1,4	91	40,1	2,4
TIB Dd	37	33,0	1,1	54	30,8	0,9	91	31,7	1,4
CAL GL	22	101,6	5,0	26	91,5	2,0	48	96,1	6,3
CAL GB	22	39,0	1,6	26	36,1	1,7	48	37,5	2,2
CAL DI	22	32,4	1,8	25	29,7	1,6	47	30,9	2,2
TAL LI	19	46,8	1,1	23	44,1	1,3	42	45,3	1,8
TAL Lm	19	43,7	1,3	23	41,5	1,1	42	42,5	1,7
TAL DI	19	26,4	1,0	23	24,9	0,8	42	25,6	1,2
TAL Dm	19	28,3	0,8	22	26,6	0,8	41	27,4	1,2
TAL BC	19	30,0	1,2	23	27,9	0,9	42	28,9	1,5
MTM Bp	31	31,7	1,7	46	28,8	1,3	77	30,0	2,0
MTM Dp	31	35,2	1,8	46	31,9	1,2	77	33,2	2,2
MTM SD	30	22,0	2,3	47	16,2	0,9	77	18,5	3,3
MTM Bd	28	43,9	1,1	46	40,5	1,4	74	41,7	2,1
MTM Dd	27	23,9	1,1	44	22,3	0,9	71	22,9	1,2



Tableau 76 : Groenland- Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et femelles (d'après Pasda 2009)

Élément	Mesure	Sexe	Nombre	Moyenne	Ecart-type
Scapula	Ht	femelle	22	209,2	8,4
Scapula	Ht	mâle	25	247,4	21,7
Humérus	GL	femelle	45	204,6	4,6
Humérus	GLC	femelle	26	220,7	5,5
Humérus	GL	mâle	29	226,6	7,6
Humérus	GLC	mâle	20	244,5	10,4
Radius	GL	femelle	47	238,6	8,0
Radius	GL	mâle	35	265,4	9,0
Métacarpe	GL	femelle	31	175,3	4,4
Métacarpe	GL	mâle	23	187,6	5,8
Tibia	GL	femelle	55	289,4	7,9
Tibia	GL	mâle	36	315,2	10,0
Métatarse	GL	femelle	47	248,5	6,5
Métatarse	GL	mâle	31	267,0	7,0

Tableau 77 : Groenland- Valeurs statistiques des longueurs d'ossements (d'après Pasda 2009)

L'échantillon de Meldgaard (1986), numériquement plus restreint, apporte également des informations métriques pour l'humérus ainsi que les métapodes (Tableau 78).

Élément	Mâles			Femelles			Tout		
	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type	Nombre	Moyenne	Ecart-type
HUM Bd	5	52,5	2,6	6	45,1	1	11	48,5	4,2
HUM Dd	5	52,4	2,1	5	45,9	1,7	10	49,1	3,9
MCM Bd	12	46,1	1,6	11	41,8	1,7	23	44,1	2,7
MCM Dd	11	23,5	0,7	11	21,5	0,9	22	22,5	1,3
MCM DD	12	16,9	1	11	13,8	0,7	23	15,4	1,8
MCM GL	11	190,9	12,1	11	175,6	6,6	22	183,3	12,3
MTM Bd	11	44,4	1,2	11	41,1	1,7	22	42,7	2,2
MTM Dd	10	24,3	0,8	11	22,9	1,2	21	23,6	1,2
MTM DD	11	19,1	0,8	11	16,9	2,1	22	18	1,9
MTM GL	10	265,5	9,5	11	246,9	9,2	21	255,8	13,2

Tableau 78 : Groenland- Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et femelles (d'après Meldgaard 1986)

Dans le cadre des analyses biométriques inter-populationnelles, l'échantillon analysé par K. Pasda a été privilégié.

✓ Sex-ratio

À partir des données de Meldgaard (1986), seuls les éléments pour lesquels le sexe est connu ont été repris : soit 23 individus répartis en 11 femelles et 12 mâles. Le sex-ratio est différent au sein de l'échantillon de Pasda (2009) puisque les mâles sont moins bien représentés (44 individus) que les femelles (58 individus). La méthode d'analyses des mélanges a été testée sur ces échantillons afin d'estimer si les pourcentages observés sont bien égaux ou proches de la réalité.



IV.4. Echantillon de référence : Stellmoor

✓ Présentation générale

Afin de comparer tous les échantillons entre eux, l'assemblage de référence du niveau ahrensbourgien de Stellmoor (Nord de l'Allemagne) (Weinstock 2000b) a été repris. Ce site de plein-air, interprété comme une halte de chasse (*hunting camp*), a été fouillé dans les années 1930 par Rust qui mit en évidence un niveau ahrensbourgien extrêmement riche, sous un niveau hamburgien plus pauvre et plus restreint. Au total, environ 1000 m² ont été fouillés (Bratlund 1996, Gronnow 1985). Les datations obtenues sur ossements et bois de renne situent l'assemblage ahrensbourgien autour de 10 000 BP (Tableau 79), soit au cours de la transition entre le Dryas récent et le Pré-boréal.

Echantillon	Méthode	Code Labo	Age BP	CalBP 95.4%	CalBP 95.4%
fémur de renne	C14	K 4325	10 010± 100	11 960	11 240
diaphyse de renne	C14	K 4578	10 100± 100	12 050	11 290
bois de renne	C14	K 4262	10 110± 105	12 070	11 280
diaphyse de renne	C14	K 4326	10 140± 105	11 970	11 250
bois de renne	C14	K 4580	9810± 100	11 620	10 790
bois de renne	C14	-	9900± 105	11 810	11 140
bois de renne	C14	K 4323	9930± 100	11 810	11 180
bois de renne	C14	K 4579	9980± 105	11 960	11 220
bois de renne	C14	K 4581	9990± 105	11 960	11 220

Tableau 79: Stellmoor- Datations du niveau ahrensbourgien (*in* Weinstock 2000b, 2001)

✓ Matériel

Le niveau ahrensbourgien a livré plus de 18 000 restes de bois et d'ossements de renne en excellent état de conservation et dont la position chronologique et stratigraphique est claire. En dépit d'une fracturation anthropique, de nombreux ossements ont été retrouvés complets, ce qui est d'une grande importance pour évaluer l'âge, la taille corporelle, ainsi que le degré de dimorphisme sexuel au sein de l'assemblage (Weinstock 2000b).

✓ Ostéométrie de *Rangifer tarandus*

Plus de 1900 éléments anatomiques post-crâniens de renne ont été mesurés (Tableau 80). Plus de 1600 d'entre eux ainsi que 42 variables (Tableau 81) ont été retenus pour les comparaisons inter-sites.



Éléments mesurés	Stellmoor
atlas	131
axis	72
scapula	234
humérus	239
ulna	58
radius	262
métacarpe	175
pelvis	119
fémur	85
tibia	165
calcaneum	114
talus	138
cubo-naviculaire	79
métatarse	51
TOTAL NRM	1922
TOTAL NER	1634

Tableau 80: Stellmoor- Nombre de restes de renne mesurés (NRM) par Weinstock (2000b) et nombre d'éléments retenus dans l'analyse (NER).

Membre antérieur	N	M	EC	Membre postérieur	N	M	EC
SCA SLC	231	33,6	4,0	PEL La	119	40,4	1,8
SCA GLP	215	46,3	3,2	TIB BP	49	62,2	2,7
SCA BG	224	30,6	2,7	TIB SD	24	22,8	0,9
HUM Bd	228	47,0	2,6	TIB Bd	133	40,1	1,9
HUM BT	228	43,5	2,4	TIB Dd	133	33,2	1,6
HUM SD	50	21,9	2,3	CAL GL	113	95,7	4,5
HUM Dd	228	48,6	2,6	CAL GB	111	30,6	1,8
RAD Bp	176	45,4	2,7	CAL DI	113	34,9	1,5
RAD SD	84	23,6	3,1	CAL DTc	111	23,4	1,5
RAD Bd	128	43,0	2,8	TAL LI	138	45,9	1,9
RAD Dp	163	26,0	1,4	TAL Lm	138	43,4	1,7
RAD Dd	85	28,8	2,0	TAL DI	138	25,5	1,1
ULN BPC	57	25,6	1,7	TAL Dm	137	26,9	1,5
ULN DAP	58	42,6	3,3	TAL BC	138	28,5	1,4
MCM Bp	85	35,0	2,0	CBN GB	79	35,6	1,9
MCM Dp	85	25,6	1,4	CBN D	79	32,0	1,6
MCM SD	75	19,9	2,4	MTM Bp	40	30,7	1,3
MCM Bd	165	43,0	2,0	MTM Dp	38	33,8	1,4
MCM Dd	165	22,5	1,0	MTM SD	15	18,0	1,1
MCM DD	91	14,8	1,2	MTM Bd	26	41,6	1,5
				MTM Dd	26	23,3	0,8
				MTM DD	25	16,8	0,9

Tableau 81: Stellmoor- Valeurs statistiques pour les variables retenues dans l'analyse (Weinstock 2000b)



✓ Sex-ratio

La caractérisation de la proportion de mâles et de femelles au sein de l'assemblage livre des fréquences relatives contradictoires selon l'élément anatomique considéré. D'après l'analyse des bois (Sturdy 1975), les mâles sont largement surreprésentés par rapport aux femelles puisqu'ils constitueraient 90% de l'assemblage. La morphologie du coxal indiquerait, sur la base de 86 individus, une égale répartition des deux sexes (Weinstock 2000b). Les études ostéométriques menées sur les os longs montreraient quant à elles une prédominance des femelles. Pour Weinstock (2000b, 2001), l'échantillon de Stellmoor représente une population ayant une composition démographique naturelle. La détermination sur la base des bois est en outre critiquable car il est possible que les chasseurs aient fait des stocks de bois de gros module (d'où une sur-représentation de bois de mâles) ; il est également envisageable que les femelles ne portaient pas de bois (supposition qui se vérifie dans l'actuel). La présence des mâles adultes et des femelles dans les proportions naturelles d'un troupeau, ainsi que les animaux de toutes les classes d'âge, indiqueraient donc un schéma de mortalité catastrophique, où des individus de tous les âges et des deux sexes meurent ou sont tués en proportion à leur abondance relative (Weinstock 2000a, b, 2001). Cela conforterait le modèle d'une chasse au renne non sélective par les populations humaines ahrensburgiennes (Gronnow 1985).

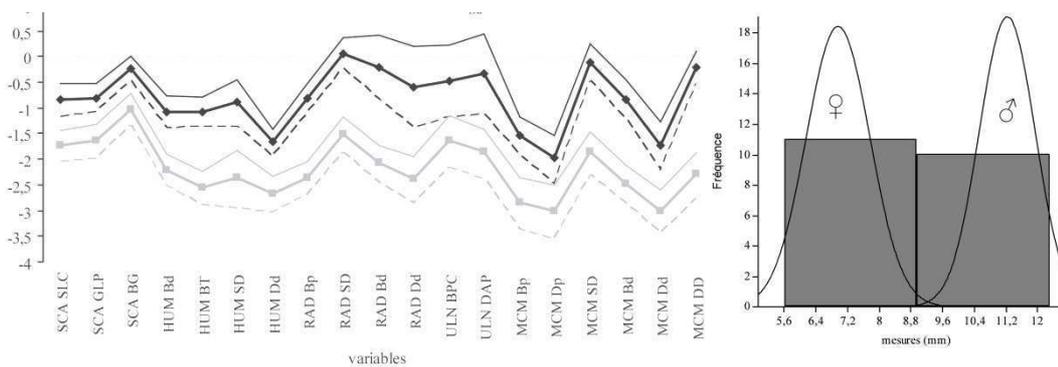


Bilan sur le corpus d'étude

Le corpus paléolithique constitué permet donc d'évaluer, d'un point de vue temporel, si des fluctuations de taille corporelle se sont produites au cours des trois périodes climatiques étudiées (dernier Pléniglaciaire, He1, GIS-1) ; puis, dans un second temps, si des changements à l'échelle spatiale peuvent être distingués au sein de chaque phase. Pour le dernier Pléniglaciaire, quatre zones géographiques distinctes : Poitou-Charentes (Le Placard), Périgord (Laugerie-Haute Est m.0, I, II), Quercy (Pégourié c. 8 & 9) et le bassin de l'Aude (Lassac) ont été comparées. Pour l'He1, ce sont des assemblages du bassin de l'Aude (Gazel et Canecaude), du Quercy (Combe Cullier et Igue du Gral), de Dordogne (Laugerie-Haute Est m. III) et des Pyrénées centrales (Enlène). Deux assemblages ont été rapportés à la transition Dryas ancien/GIS-1: La Madeleine (Dordogne) et Duruthy c. 3 (Landes). Enfin, pour la période du GIS-1, le corpus couvre davantage de secteurs géographiques : la Gironde (Morin c. A), Poitou-Charentes (Bois-Ragot), le Quercy (Murat), la Dordogne (Gare de Couze G et H), les Pyrénées centrales (La Vache) ainsi que les Landes (Dufaure c. 4). Tous ces assemblages ont été confrontés entre eux à partir de l'échantillon de référence de Stellmoor (Allemagne).

Parallèlement à l'analyse ostéométrique des assemblages fossiles, le corpus a été élargi à des collections de rennes et caribous vivant actuellement dans les zones septentrionales. Le choix s'est porté sur des échantillons provenant d'écotypes distincts. Les rennes du Sud de la Norvège vivent en montagne, sur le plateau du Hardangervidda. Ceux de l'est de la Finlande occupent la taïga et enfin, les caribous de l'Ouest du Groenland se retrouvent dans la toundra. Ces échantillons, pour lesquels l'âge et le sexe des individus sont connus, ont permis des avancées méthodologiques notables, comme une meilleure caractérisation des différences de taille liées au sex-ratio d'une part et l'appartenance à des écotypes distincts d'autre part.

V. Discussions sur la validité des méthodes d'étude à partir des référentiels actuels d'âge et de sexe connus



Sur la base des référentiels actuels d'âge et de sexe connus et afin d'envisager une application sur les rennes paléolithiques, la fiabilité et la validité des différentes méthodes d'étude proposées pour identifier la taille et la masse corporelle ont été testées. Certaines méthodes permettent d'acquérir une meilleure connaissance du sex-ratio, préalable essentiel à une meilleure caractérisation des différences de taille corporelle entre échantillons. J'ai dans un premier temps testé diverses méthodes permettant de différencier les individus mâles des femelles, en m'interrogeant notamment sur l'existence d'éléments anatomiques fiables pour cette distinction. Les analyses montrent que les mesures de largeur et d'épaisseur des diaphyses des os longs autorisent une séparation relativement nette entre mâles/femelles alors que les extrémités de métapodes apparaissent généralement moins fiables. Les différences iso- et allométriques de la taille corporelle permettent en outre de s'interroger sur la variabilité morphologique de populations provenant d'écotypes distincts (toundra, montagne, taïga).

V.1. Sex-ratio des rennes actuels

V.1.1. Caractérisation et importance du sex-ratio

Généralement, lors d'études archéozoologiques classiques, des analyses bivariées (nuages de points et -plus rarement- analyses de mélange) sont effectuées afin d'identifier la part des mâles et femelles au sein d'un assemblage osseux. Afin de tester l'efficacité de ces méthodes sur des ossements de renne, de nouvelles analyses ont été menées à partir des référentiels actuels de Norvège et du Groenland dont l'âge et le sexe des individus est connu. Toutes les extrémités articulaires présentant des épiphyses soudées ont été mesurées et prises en compte. Des nuages de points ont dans un premier temps été réalisés puis complétés par des analyses de mélange détaillées (cf. partie méthodes d'étude).

V.1.1.1. Les diagrammes bivariés

Lors de l'étude du sex-ratio, les diagrammes bivariés montrent idéalement deux groupes distincts et séparés, représentant a priori les individus mâles (« grands ») et femelles (« petits ») présents dans un assemblage. Les répartitions bivariées réalisées sur les ossements épiphysés de l'échantillon de Norvège⁴² (constitué de 17 femelles et 8 mâles) indiquent toutefois que la répartition en deux groupes n'est pas toujours évidente, que ce soit pour le membre antérieur (Figure 97) ou le membre postérieur (Figure 98). Les valeurs de certains éléments anatomiques qui fusionnent tôt dans la vie de l'animal (scapula, humérus distal, métapodes distaux, radius proximal par exemple), se répartissent uniformément et ne permettent pas de distinguer les mâles des femelles. Même lorsqu'une séparation nette apparaît entre deux groupes, des recouvrements sont possibles : de grandes femelles peuvent être de taille similaire à de petits mâles (exemple : RADBp et SD, MTMBd et GL, TIBBd et

⁴² Cette méthode des diagrammes bivariés n'a pas été testée sur le référentiel du Groenland (population Sisimiut) car nous avons obtenu les données brutes tardivement et qu'elle apparaît peu fiable sur l'échantillon de Norvège.



Dd, etc.⁴³), et inversement, de petits mâles peuvent avoir sensiblement la même taille que de grandes femelles (exemple : AXIS, MTM Bd et Dd, etc.).

Cette absence de séparation nette entre mâles et femelles pourrait être liée à la prédominance de jeunes mâles de moins de 4 ans dans ce référentiel (7 individus sur 8). À cet âge, en effet, la croissance osseuse n'est pas complètement achevée et des femelles matures (dans cet assemblage : 11 femelles sur 17 ont plus de 4 ans) peuvent donc présenter des tailles plus grandes. Les graphiques établis par Weinstock (2000b) pour l'assemblage ahrensbourgien d'ossements de renne de Stellmoor indiquent également, pour certaines répartitions, un recouvrement des deux groupes, lié à la présence de mâles subadultes (dont certains devaient être plus grands que les femelles et plus petits que les mâles adultes).

⁴³ Pour la liste des abréviations des variables biométriques, cf. Annexe 2.



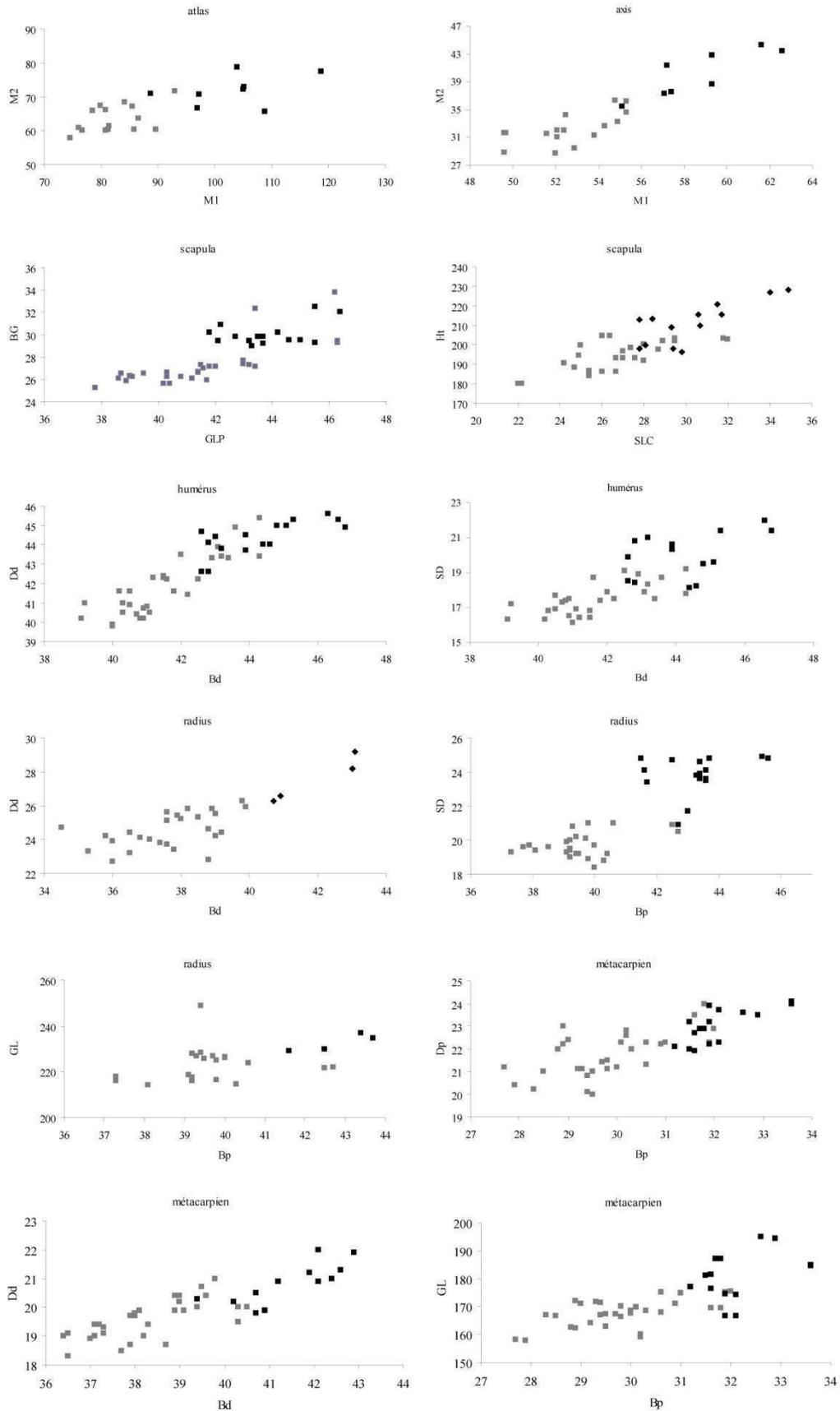


Figure 97 : Hardangervidda- Nuages de points à partir des os du membre antérieur des femelles (■) et des mâles (■). Mesures en mm. Liste des abréviations des variables biométriques, cf. Annexe 2.



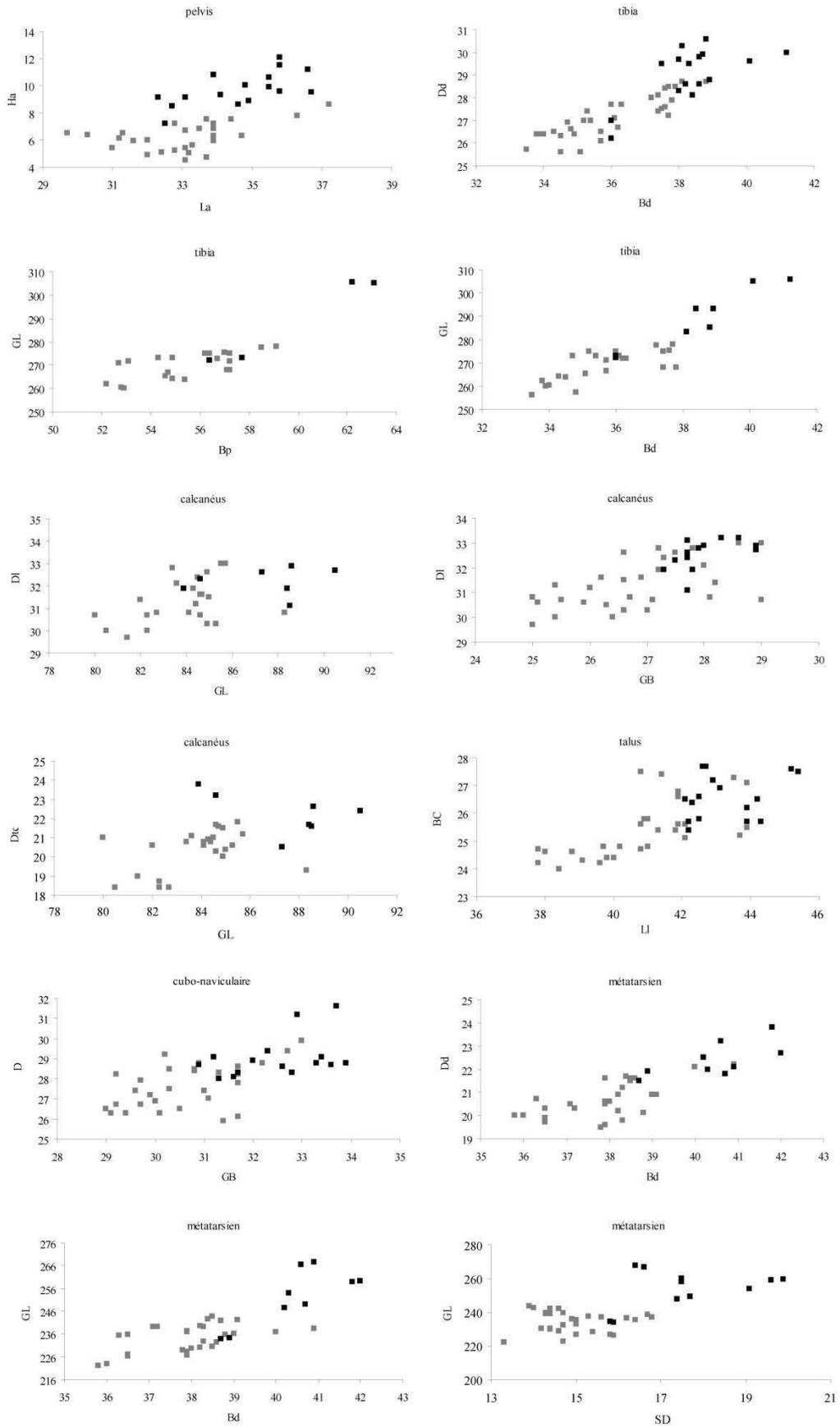


Figure 98 : Hardangervidda- Nuages de points à partir du membre postérieur des femelles (■) et des mâles (■). Mesures en mm. Liste des abréviations des variables biométriques, cf. Annexe 2.

La représentation graphique des nuages de points ne permet donc pas, dans cet exemple, de mettre clairement en évidence des différences entre mâles et femelles, le jeune âge des individus mâles pouvant influencer sur la répartition des points. L'analyse de mélange des valeurs du VSI* est-elle plus précise ? La nouvelle méthode proposée permet-elle d'obtenir un pourcentage de mâles et de femelles proche de la réalité ?

V.1.1.2. Les analyses de mélange

Les analyses de mélange ont, jusqu'à présent, été peu testées sur *Rangifer tarandus*. À notre connaissance, seuls les travaux de Pasda (2009) portant sur les valeurs de mesures brutes de caribous actuels du Groenland ont permis d'aborder cette question.

Le renne présentant un dimorphisme sexuel relativement prononcé, nous devrions, grâce à cette méthode, déterminer la part respective des individus mâles et femelles présents dans un assemblage. Cette méthode -modifiée comme indiqué dans la partie méthodologie- a été appliquée aux échantillons actuels de Norvège (sex-ratio de 17 : 8) et à ceux du Groenland (sex-ratio de 12 : 13 pour l'échantillon de Meldgaard (1986) et de 58 : 44 pour l'échantillon de Pasda (2009)). Les valeurs VSI* individuelles extrêmes (positives ou négatives) ont été retirées car le résultat de l'analyse demeure sensible aux valeurs extrêmes de l'échantillon.

Concernant tout d'abord les deux plus gros échantillons (Norvège- ce travail et Groenland- Pasda 2009), les analyses permettent d'inférer la présence de deux ou trois groupes pour certaines des variables considérées (Tableaux 82 et 83). Ainsi, pour l'échantillon de Norvège, 27 variables sur 41 (cf. IV. Corpus d'étude) donnent des indications de la présence de deux ou trois groupes d'individus ; pour l'échantillon du Groenland, seule une variable (MCMDd) a livré une solution à un groupe. Les résultats finaux ont permis de retrouver, pour les deux échantillons analysés, exactement les proportions réelles de mâles et de femelles (pour l'échantillon de Norvège : un sex-ratio de 17 : 8 soit 68% de femelles et 32% de mâles ; pour l'échantillon du Groenland : un sex-ratio de 58 : 44 soit 57% de femelles et 43% de mâles).



NORVEGE -- résultat de l'analyse des mélanges pour le membre antérieur															
		SCABG	HUMSD	HUMDd	RADBp	RADSD	RADBd	RAD5	RADDd	ULNDAP	MCBp	MCDp	MCSd	MCDd	
n		44	43	48	48	45	31	48	30	24	47	47	47	47	
"Très Petit"	Moyenne	-0,62	-	-	-	-	-	-0,88	-	-	-0,50	-	-	-	Juvéniles ?
	Ec.t-Type	0,24	-	-	-	-	-	0,07	-	-	0,52	-	-	-	
	%	57%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	0%	0%	62%	0%	0%	0%	
"Petit"	Moyenne	0,54	-0,20	-0,65	-0,55	-0,49	-0,20	-0,29	-0,14	-0,17	0,65	-0,16	-0,67	-0,68	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,13	0,69	0,34	0,36	0,33	0,58	0,34	0,58	0,45	0,11	0,75	0,25	0,56	
	%	31%	88%	51%	63%	69%	90%	49%	94%	92%	30%	89%	52%	62%	
"Grand"	Moyenne	1,53	1,45	0,67	0,96	1,09	1,93	1,05	2,03	1,82	1,38	1,30	0,73	1,10	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,40	0,24	0,32	0,42	0,19	0,35	0,48	0,27	0,08	0,25	0,17	0,71	0,48	
	%	12%	12%	49%	37%	31%	10%	31%	6%	8%	9%	11%	48%	38%	
% "petit" hors juv.		72%	88%	51%	63%	69%	90%	62%	94%	92%	78%	89%	52%	62%	
% "grand" hors juv.		28%	12%	49%	37%	31%	10%	38%	6%	8%	22%	11%	48%	38%	
Intermédiaire nécessaire au calcul des % moyens		1,01	1,21	0,79	0,92	0,98	1,26	0,90	1,31	1,28	1,08	1,23	0,80	0,90	
		0,56	0,36	0,78	0,65	0,59	0,31	0,67	0,26	0,29	0,49	0,34	0,77	0,67	

NORVEGE -- résultat de l'analyse des mélanges pour le membre postérieur																
		TIBBP	TIBSD	TIBBd	TIBDd	CALGL	CALDI	CALDt	TALDI	TALDm	TALBC	CBND	MTSD	MTBd	MTDD	
n		30	47	48	48	33	46	46	46	46	46	46	46	39	46	
"Très Petit"	Moyenne	-	-	-	-	-0,20	-	-	-	-0,74	-0,90	-1,07	-0,86	-1,40	-	Juvéniles ?
	Ec.t-Type	-	-	-	-	0,08	-	-	-	0,34	0,25	0,26	0,20	0,29	-	
	%	0%	0%	0%	0%	29%	0%	0%	0%	45%	33%	25%	30%	20%	0%	
"Petit"	Moyenne	-0,27	-0,31	0,67	-0,27	-0,17	-0,68	-1,72	-1,25	0,09	-0,14	0,24	0,13	-0,11	-0,95	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,75	0,99	0,27	0,66	0,65	0,41	0,11	0,25	0,08	0,11	0,42	0,77	0,30	0,16	
	%	88%	69%	49%	84%	65%	50%	11%	23%	15%	30%	71%	63%	57%	30%	
"Grand"	Moyenne	1,97	0,90	0,69	1,38	2,75	0,68	0,22	0,37	0,81	0,90	2,20	2,77	1,44	0,41	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,34	0,89	0,25	0,23	0,11	0,36	0,76	0,69	0,25	0,38	0,13	0,23	0,45	1,12	
	%	12%	54%	31%	16%	6%	50%	89%	77%	40%	37%	4%	6%	23%	70%	
% "petit" hors juv.		88%	56%	61%	84%	92%	50%	11%	23%	28%	44%	94%	91%	71%	30%	% moyen (ant. et post.)
% "grand" hors juv.		12%	44%	39%	16%	8%	50%	89%	77%	72%	56%	6%	9%	29%	70%	
Intermédiaire nécessaire au calcul des % moyens		1,22	0,85	0,90	1,16	1,28	0,78	0,34	0,50	0,55	0,73	1,33	1,26	1,00	0,58	
		0,35	0,73	0,67	0,41	0,30	0,79	1,23	1,07	1,02	0,84	0,24	0,31	0,57	0,99	

Tableau 82: Norvège- Résultat de l'analyse de mélange⁴⁴. Le sex-ratio réel de l'ensemble de cet échantillon est de 17: 8, soit 68% de femelles et 32% de mâles.

⁴⁴ L'estimation finale du % de mâles et de femelles dans l'échantillon nécessite le calcul préalable de la moyenne des transformées angulaires des proportions estimées pour chaque variable, suivant la formule $y = \sin^{-1}(\sqrt{x})$ (correspondant aux deux lignes du tableau intitulées « Intermédiaires nécessaires au calcul des % moyens » ; *in fine*, cette moyenne de transformées angulaires est re-transformée en % grâce à la transformée réciproque $x = \sin(y)^2$.



		GROENLAND--- résultats de l'analyse des mélanges pour le membre antérieur																		
		SCASLC	SCAGLP	SCABG	HUMBd	HUMSD	HUMDd	RADBp	RADSD	RADBd	RADDp	RAD Dd	ULNBPC	ULNDAP	MCBp	MCDp	MCSd	MCBd		
n		95	90	91	84	88	62	87	86	79	55	45	73	78	54	52	54	48		
"Très Petit"	Moyenne																			Juvéniles ?
	Ec.t-Type %																			
"Petit"	Moyenne	-0,70	-0,07	-0,71	-0,88	-0,49	-1,05	-0,83	-0,77	-0,35	-1,08	-0,75	-0,46	-0,88	-0,94	-1,21	-0,92	-1,24	Femelles ?	
	Ec.t-Type %	0,40	0,95	0,405	0,38	0,53	0,24	0,43	0,33	0,84	0,00	0,426	0,68	0,28	0,436	0,39	0,33	0,29		
"Grand"	Moyenne	0,56	3,15	0,757	0,45	1,12	0,44	1,01	1,06	1,66	0,24	0,607	1,49	0,54	0,678	0,53	1,13	0,36	Mâles ?	
	Ec.t-Type %	0,94	0,08	0,508	1,11	1,01	0,95	0,71	0,74	0,52	1,41	0,381	0,91	1,02	0,681	0,85	0,73	1,13		
% "petit" hors juv.		44%	98%	56%	34%	69%	30%	55%	58%	83%	18%	50%	76%	38%	45%	30%	55%	22%		
% "grand" hors juv.		56%	2%	44%	66%	31%	70%	45%	42%	17%	82%	50%	24%	62%	55%	70%	45%	78%		
Intermédiaire nécessaire au calcul des % moyens		0,73	1,42	0,84	0,62	0,99	0,58	0,84	0,87	1,14	0,44	0,79	1,06	0,66	0,73	0,58	0,84	0,49		
		0,84	0,15	0,73	0,95	0,59	0,99	0,74	0,71	0,43	1,13	0,78	0,51	0,91	0,84	0,99	0,73	1,08		

		GROENLAND--- résultats de l'analyse des mélanges pour le membre antérieur																		
		TIBBP	TIBSD	TIBBd	TIBDd	CALGL	CALGB	CALDI	TALLI	TALLm	TALDI	TALDm	TALBC	MTBp	MTDp	MTSD	MTBd	MTDd		
n		91	96	91	91	48	48	47	42	42	42	41	42	77	77	77	74	71		
"Très Petit"	Moyenne																			Juvéniles ?
	Ec.t-Type %																			
"Petit"	Moyenne							-1,57												Femelles ?
	Ec.t-Type %							0,45												
"Grand"	Moyenne	-0,77	-0,81	-1,09	-0,17	-0,89	-1,18	-0,54	-0,24	-0,18	-0,41	-1,13	-0,42	-0,59	-0,48	-0,77	-0,20	-0,07	Mâles ?	
	Ec.t-Type %	0,51	0,42	0,37	0,79	0,40	0,46	0,00	0,84	0,82	0,72	0,18	0,30	0,65	0,71	0,29	0,95	0,98		
% "petit" hors juv.		51%	56%	25%	91%	50%	37%	23%	86%	92%	80%	22%	26%	58%	67%	55%	89%	98%	% moyen (ant. et post.) 57%	
% "grand" hors juv.		49%	44%	75%	9%	50%	63%	72%	14%	8%	20%	78%	74%	42%	33%	45%	11%	2%	43%	
Intermédiaire nécessaire au calcul des % moyens		0,80	0,84	0,52	1,27	0,78	0,65	0,56	1,18	1,28	1,11	0,48	0,53	0,86	0,96	0,84	1,24	1,41	0,85	
		0,78	0,73	1,05	0,30	0,79	0,92	1,01	0,39	0,30	0,46	1,09	1,04	0,71	0,61	0,73	0,33	0,16	0,72	

Tableau 83 : Groenland- Résultat de l'analyse de mélange. Le sex-ratio réel de l'ensemble de cet échantillon est de 58 : 44, soit 57% de femelles et 43% de mâles.



Pour l'échantillon de Norvège (Tableau 82), les variables individuelles les plus pertinentes par rapport au pourcentage moyen de mâles et de femelles sont celles de l'extrémité proximale et de la largeur de la diaphyse du radius (Bp, SD, BFp⁴⁵) ainsi que l'épaisseur de la diaphyse du métacarpe (McmDD) et la largeur distale du tibia (TibBd). Pour l'échantillon du Groenland, les variables sont plus nombreuses. Comme pour l'échantillon de Norvège, les extrémités proximales du radius et le diamètre transversal de la cavité glénoïde de la scapula (ScaBG) permettent de bien distinguer la part attendue des mâles et des femelles. Dans les deux cas, ce sont les mesures des diaphyses des os longs (SD) qui isolent le mieux les deux groupes. Pour quelques variables toutefois, certains pourcentages sont inversés entre les mâles et les femelles. Dans l'échantillon de Norvège par exemple, les mesures DI et Dm du talus ainsi que l'épaisseur de la diaphyse du métatarse (MtmDD) donnent une proportion inverse. La comparaison mâles/femelles des valeurs standardisées indique, pour l'épaisseur du métatarse, un fort recouvrement des valeurs puisque les 25% supérieurs des valeurs des femelles correspondent aux valeurs totales des mâles (Figure 99).

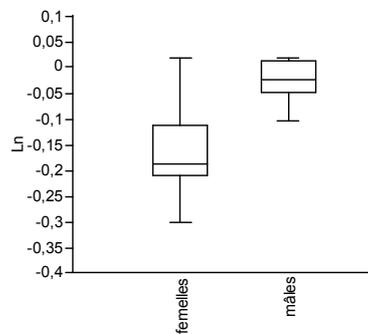


Figure 99 : Hardangervidda- Comparaison des valeurs brutes du MTDD des femelles et des mâles

De la même façon, dans l'échantillon du Groenland, les valeurs inverses des mesures ScaSLC et McMBp montrent un recouvrement des intervalles de confiance des mâles et des femelles (Figure 100). Dans ces exemples, l'analyse de mélange ne peut percevoir précisément la différence des valeurs moyennes entre les mâles et femelles et bascule aléatoirement certaines valeurs intermédiaires dans un groupe ou dans l'autre.

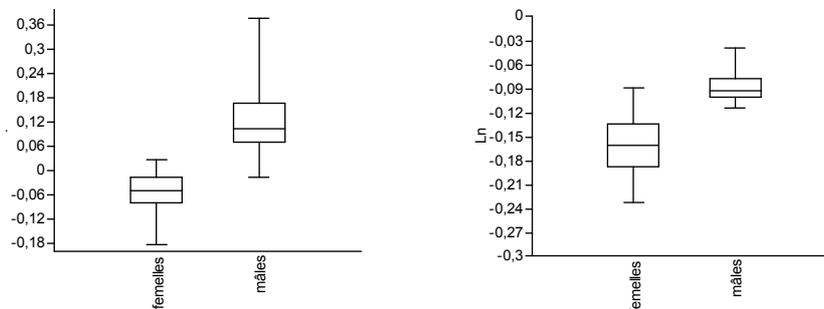


Figure 100 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs brutes de ScaSLC et McMBp des femelles et des mâles

⁴⁵ La mesure BFp (notée RAD5 dans le tableau) correspond à la largeur maximale de l'extrémité proximale du radius.



Pour l'échantillon du Groenland de Meldgaard (1986), les analyses de mélange sont plus délicates à interpréter en raison du faible effectif (entre 10 et 23 restes mesurés). Alors que dans les analyses précédentes les extrémités distales de métapodes (McmBd et Dd, MtmBd et Dd) ne permettent pas d'isoler les deux groupes, elles apparaissent efficaces dans l'analyse de cet échantillon. Pour les valeurs de l'humérus par exemple (Tableau 84), les valeurs sont inverses alors qu'il n'existe pourtant pas de recoupement entre les valeurs brutes des mâles et des femelles. L'épaisseur distale du métacarpien permet ici d'obtenir une proportion de mâles et de femelles proche de la réalité alors que l'analyse de la même mesure du métatarsien livre une solution à un groupe. En dépit de ces inversions de proportions- probablement en lien avec la petite taille de l'échantillon- et en privilégiant les solutions bimodales, le résultat moyen permet d'obtenir un pourcentage relativement proche de la réalité.

		GROENLAND -- résultat de l'analyse des mélanges							
		HumBd	HumDd	McmBd	McmDd	MCMDD	MTMBd	MTMDD	
N		11	10	23	22	23	22	22	
"Petit"	Moyenne	-1,24	-1,03	-1,36	-1,08	-1,50	-1,51	-1,33	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,34	0,71	0,48	0,66	0,08	0,26	0,39	
	%	54%	57%	39%	47%	29%	25%	32%	
"Grand"	Moyenne	1,45	1,36	0,88	0,97	0,61	0,50	0,62	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,89	0,64	0,82	0,64	1,02	0,88	1,09	
	%	46%	43%	61%	53%	71%	75%	68%	
									% moyen
% "petit" hors juv.		54%	57%	39%	47%	29%	25%	32%	40%
% "grand" hors juv.		46%	43%	61%	53%	71%	75%	68%	60%

Tableau 84: Groenland (Meldgaard 1986)- Résultat de l'analyse de mélange. Le sex-ratio réel de l'ensemble de cet échantillon est de 48% de femelles et 52% de mâles

Les résultats obtenus sur ce petit échantillon du Groenland, somme toute globalement concluants dans le résultat final, laissent envisager une application sur le fossile. D'autre part, l'avantage de l'analyse de mélange telle qu'elle est pratiquée ici, réside dans la possibilité d'obtenir un pourcentage moyen des mâles et des femelles présents dans un assemblage, ce qui n'est pas possible avec la répartition bivariée sous la forme de nuages de points ou de courbes VSI.

V.1.1.3. Différences iso- et/ou allométrique

L'élaboration de diagrammes de Simpson (à partir de l'indice VSI*) confrontant les données entre mâles (8 individus) et femelles (17) du Hardangervidda (Norvège) permet de montrer l'existence d'une différence isométrique de taille entre les deux sexes, que ce soit pour le membre antérieur (Figure 101) ou le membre postérieur (Figure 102).



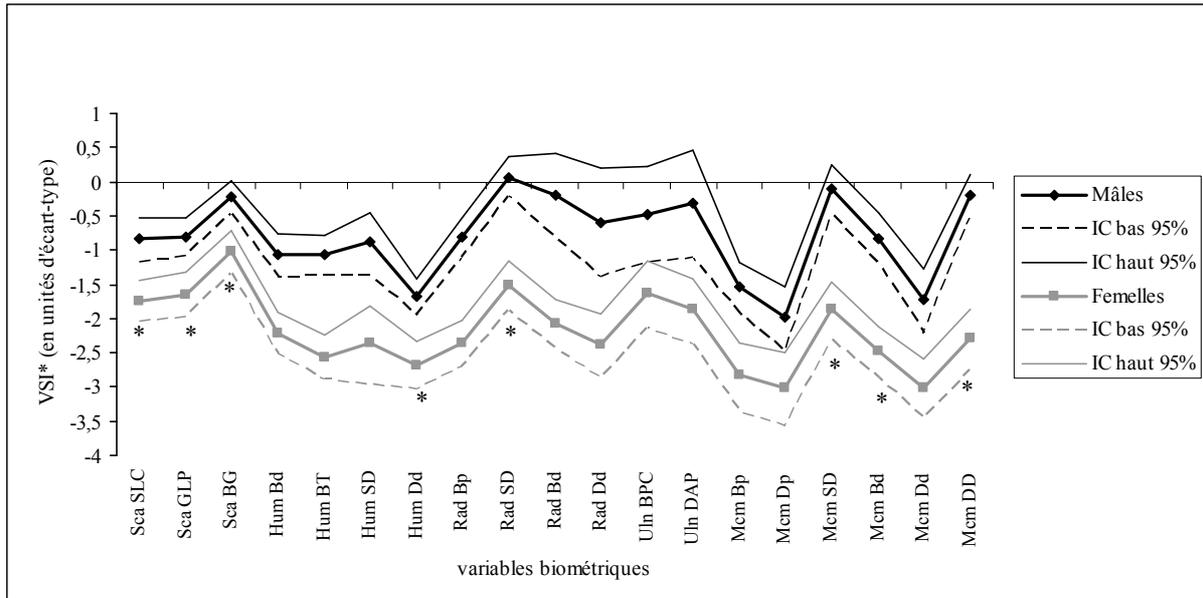


Figure 101 : Hardangervidda - Comparaison du membre antérieur des mâles et femelles (indice VSI* ; la ligne 0 représente l'échantillon de Stellmoor). Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent très significativement ($p [H_0 : mISD_{\delta} = mISD_{\varphi}] = 7,1 \times 10^{-09}$). Les variables qui restent significativement différentes entre mâles et femelles après élimination de la différence de taille isométrique moyenne (mISD) sont indiquées par un astérisque (voir texte pour explications).

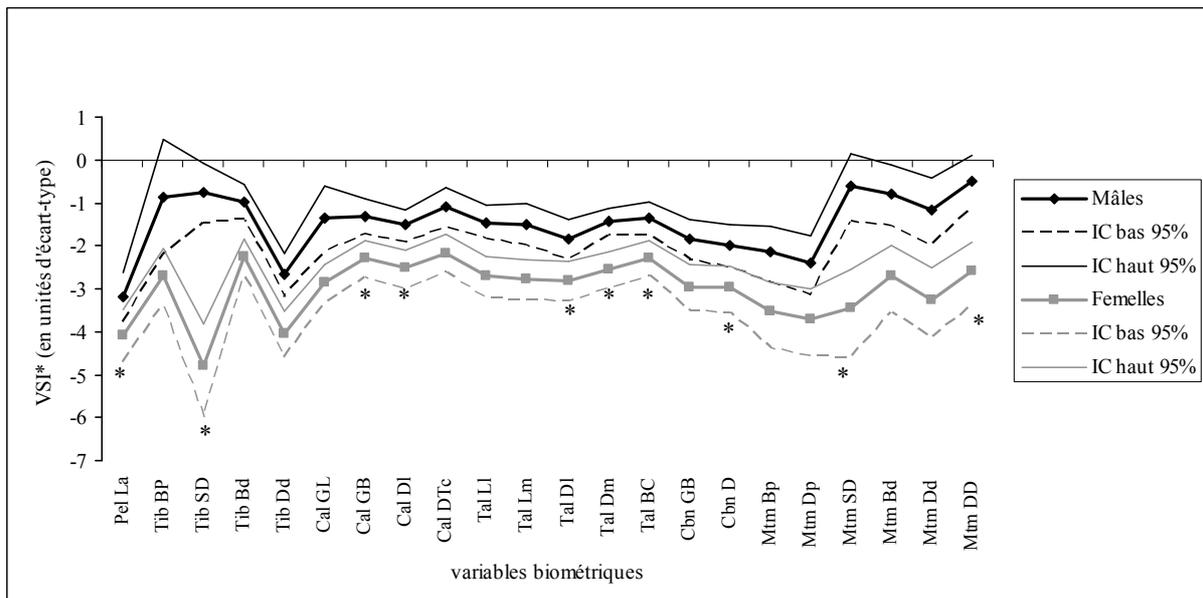


Figure 102 : Hardangervidda- Comparaison du membre postérieur des mâles et femelles (indice VSI* ; la ligne 0 représente l'échantillon de Stellmoor). Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent très significativement ($p [H_0 : mISD_{\delta} = mISD_{\varphi}] = 4,6 \times 10^{-09}$). Les variables qui restent significativement différentes entre mâles et femelles après élimination de la différence de taille isométrique moyenne (mISD) sont indiquées par un astérisque (voir texte pour explications).

Ainsi, les moyennes obtenues pour les mâles apparaissent systématiquement significativement supérieures (incertitudes associées non-recouvrantes) à celles des femelles. À l'échelle de l'ensemble des variables mesurées pour les membres antérieurs et postérieurs, la comparaison



de ces valeurs *via* un test *t* de Student indique une différence statistiquement très significative entre les deux sexes ($p [H_0 : \mu_{\delta} = \mu_{\varphi}] = 3,17 \times 10^{-13}$).

Ce dimorphisme sexuel est beaucoup plus marqué sur les os longs (antérieurs et postérieurs) que sur les tarsiens ($t = 3,59$; $p [H_0 : \mu_{\delta} - \mu_{\varphi}^{\text{os longs}} = \mu_{\delta} - \mu_{\varphi}^{\text{tarsiens}}] = 9,5 \times 10^{-4}$). Les variables qui présentent les plus fortes différences entre mâles et femelles sont celles relatives aux mesures de largeur et/ou d'épaisseur des diaphyses des os longs. En dépit de quelques différences entre les valeurs moyennes des deux sexes, les différences allométriques (forme) paraissent faibles, les courbes étant globalement parallèles.

Les différences isométriques entre mâles et femelles peuvent être éliminées par soustraction, pour chaque groupe, de la valeur de mISD qui lui est associée. Les valeurs de VSI* ainsi « centrées » (= VSI* - mISD) permettent de comparer les différences allométriques entre mâles et femelles. Les tests de Student réalisés sur chaque variable sont significatifs au seuil de confiance de 99% pour 18 des 41 variables étudiées, indiquant dans ce cas l'existence de différences allométriques entre mâles et femelles (variables avec un astérisque sur les Figures 95 et 96). L'interprétation de ces différences de forme demeure toutefois difficile car elles ne correspondent pas à une particularité morpho-fonctionnelle.

Les différences observées dans l'échantillon de Norvège se retrouvent dans un échantillon plus conséquent (44 mâles et 58 femelles) de caribous du Groenland (Pasda 2009) (Figures 103 et 104). Le test *t* de Student effectué pour l'ensemble des variables indique là aussi une différence statistiquement très significative entre mâles et femelles ($p [H_0 : mISD_{\delta} = mISD_{\varphi}] = 5,8 \times 10^{-13}$). Pour le membre postérieur, deux variables montrent des relations à l'échantillon de référence très différentes des autres (mesures GB et DI du calcaneum), ce qui suggère fortement une différence de prise de mesures entre Pasda et Weinstock⁴⁶. Comme pour l'échantillon de Norvège, les courbes obtenues pour les mâles et les femelles sont globalement parallèles. La comparaison des valeurs centrées de VSI* indique toutefois que 25 des 33 variables étudiées présentent des différences allométriques significatives au seuil de confiance de 99% entre les deux sexes (variables avec un astérisque sur les Figures 103 et 104). Là encore, aucune cohérence biométrique ni aucune signification morpho-fonctionnelle simple n'apparaît.

⁴⁶ Ces deux valeurs pour le calcaneum seront donc retirées lors des comparaisons suivantes portant sur des écotypes distincts.



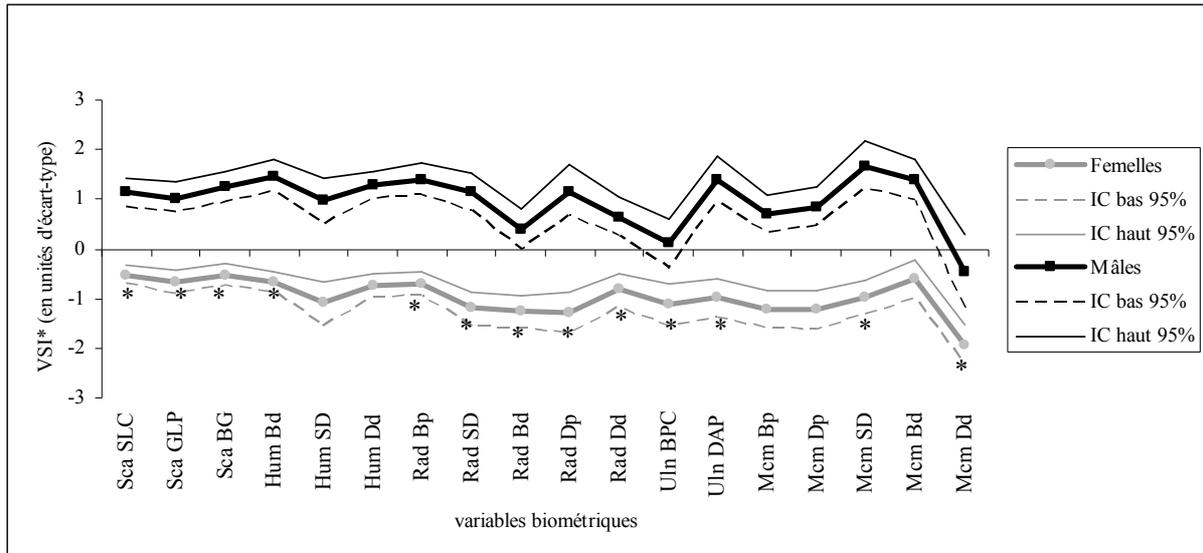


Figure 103 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs du membre antérieur des mâles et femelles (indice VSI* ; la ligne 0 représente l'échantillon de Stellmoor). Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent significativement ($p [H_0 : mISD_{\delta} = mISD_{\varphi}] = 1,4 \times 10^{-14}$). Les variables qui restent significativement différentes entre mâles et femelles après élimination de la différence de taille isométrique moyenne (mISD) sont indiquées par un astérisque (voir texte pour explications).

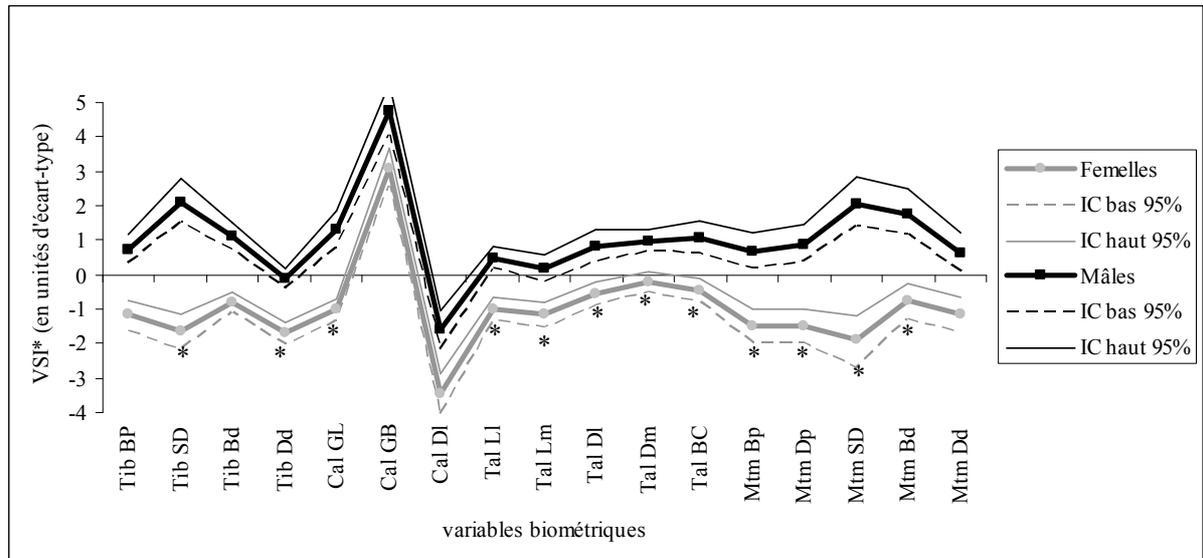


Figure 104 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs du membre postérieur des mâles et femelles (indice VSI* ; la ligne 0 représente l'échantillon de Stellmoor). Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent significativement ($p [H_0 : mISD_{\delta} = mISD_{\varphi}] = 5,9 \times 10^{-05}$). Les variables qui restent significativement différentes entre mâles et femelles après élimination de la différence de taille isométrique moyenne (mISD) sont indiquées par un astérisque (voir texte pour explications).



Ces deux exemples, issus d'échantillons actuels bien distincts géographiquement et génétiquement, confirment l'existence, chez les *Rangifer tarandus* adultes (tout du moins d'un point de vue ostéologique), d'un dimorphisme sexuel prononcé quel que soit l'élément anatomique considéré. Ce dimorphisme se traduit au premier ordre par une plus grande robustesse (statistiquement très significative) des mâles par rapport aux femelles, particulièrement au niveau des os longs. « Toutes différences de taille isométrique étant égales par ailleurs », des différences allométriques semblent également exister, leur interprétation morpho-fonctionnelle restant à préciser. En l'absence de données plus précises, nous n'avons pas jugé utile de tester les différences allométriques entre mâles et femelles à partir des diagrammes de Simpson établis dans le registre fossile.

Dans le cadre de l'analyse comparative d'échantillons paléolithiques, ces résultats ont une conséquence majeure : l'existence de différences de tailles hautement significatives entre individus actuels des deux sexes empêche la comparaison directe d'échantillons dès lors que leur sex-ratio est inconnu. En effet, lorsqu'une différence de taille est enregistrée entre deux échantillons fossiles, cela ne signifie pas pour autant que les assemblages sont issus de populations distinctes, mais peut simplement indiquer une différence de proportions entre mâles et femelles, d'où l'importance des analyses permettant d'identifier la part de chacun dans un assemblage donné.

V.2. Différences de taille et de masse corporelle selon les écotypes

Je me suis également interrogée sur la possibilité de distinguer divers écotypes sur la base de leur taille et de leur masse corporelle. La comparaison de trois échantillons actuels de rennes provenant d'environnements distincts : montagne du Sud de la Norvège (*Rangifer tarandus tarandus* ; ce travail), toundra de l'Ouest du Groenland (*Rangifer tarandus groenlandicus* ; Melgaard 1986, Pasda 2009), et forêt de l'Est de la Finlande (*Rangifer tarandus fennicus* ; Puputti et Niskanen 2008, 2009), permet ainsi de préciser les différences biométriques (taille - isométrie- et forme -allométrie-) entre ces écotypes (Banfield 1961, 1977, Klein 1980, Geist 1998, Nieminen et Helle 1980, Syroechkovskii 1995).

L'importance du dimorphisme sexuel dans la différenciation des trois écotypes a tout d'abord été analysée, via l'utilisation de l'indice VSI modifié (VSI*), et sur la base des 13 variables disponibles pour les trois échantillons. Les valeurs obtenues pour les 3 écotypes (Figure 105), ainsi que pour les 3 écotypes × 2 sexes (Figures 106 et 107) ont été visualisées sous la forme de diagrammes de Simpson (l'échantillon de Norvège [mâles + femelles] constituant l'échantillon de référence), puis analysées de différentes façons (analyse de variance, analyse de groupement, analyse en composante principale, réseau traversant bootstrap) afin d'appréhender les différents aspects des relations de ressemblance entre écotypes et sexes.



Plusieurs remarques peuvent être formulées. Tout d'abord, les rennes (mâles et femelles réunis- Figure 105) qui présentent les plus fortes valeurs de VSI* sont ceux de forêt ; viennent ensuite les caribous de toundra, puis les rennes montagnards de Norvège (ici utilisés comme référence). Ces derniers constituent la population la plus petite en termes de taille corporelle et se distinguent très nettement des populations de forêt et de toundra. Dans les trois cas, les différences sont statistiquement très significatives pour l'ensemble des variables analysées (incertitudes associées non-recouvrantes). Dans cette comparaison, il apparaît que les rennes du Groenland présentent des métapodes relativement courts en comparaison avec les rennes de forêt. Pour ces deux écotypes, les différences les plus nettes se situent notamment, tous sexes confondus, au niveau des longueurs et des épaisseurs distales des métapodes. Les valeurs d'épaisseur de l'extrémité proximale du métatarse (MTMBp) sont cependant très proches. Les mêmes résultats se retrouvent chez les femelles (Figure 106) et les mâles (Figure 107). Ces résultats sur les distinctions de taille selon les écotypes sont en accord avec les travaux précédemment publiés (Banfield 1954b, 1961, Klein *et al.* 1987, Syroechkovskii 1995, Geist 1998, Kuzyk *et al.* 1999).

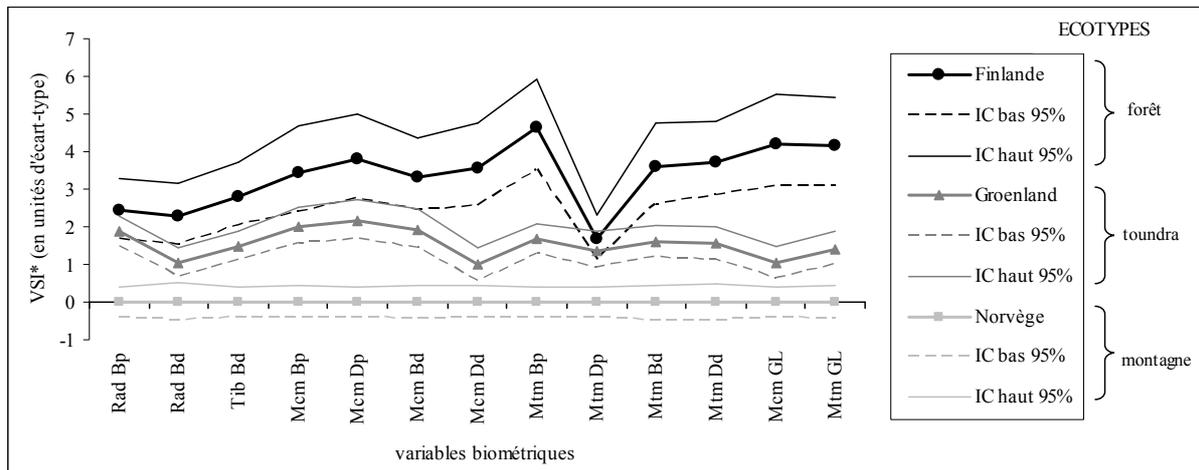


Figure 105 : Comparaison des rennes de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège), deux sexes réunis (Indice VSI*). L'assemblage de Norvège est utilisé comme référence (VSI* = 0). Les valeurs obtenues pour les trois échantillons diffèrent significativement ($p [H_0 : mISD_{FIN} = mISD_{GRO}, mISD_{FIN} = mISD_{NOR}, mISD_{GRO} = mISD_{NOR}] = 10^{-4}$).



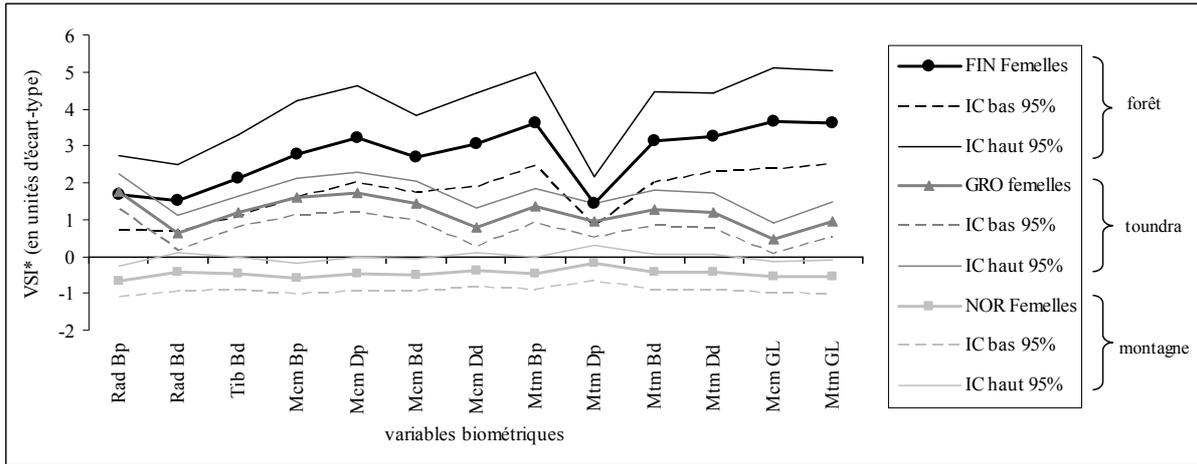


Figure 106 : Comparaison des femelles de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège) (Indice VSI*). L'assemblage de mâles et de femelles de Norvège est utilisé comme référence ($VSI^* = 0$). Les valeurs obtenues pour les trois échantillons diffèrent significativement ($p [H_0 : mISD_{FIN} = mISD_{GRO}, mISD_{FIN} = mISD_{NOR}, mISD_{GRO} = mISD_{NOR}] = 10^{-4}$).

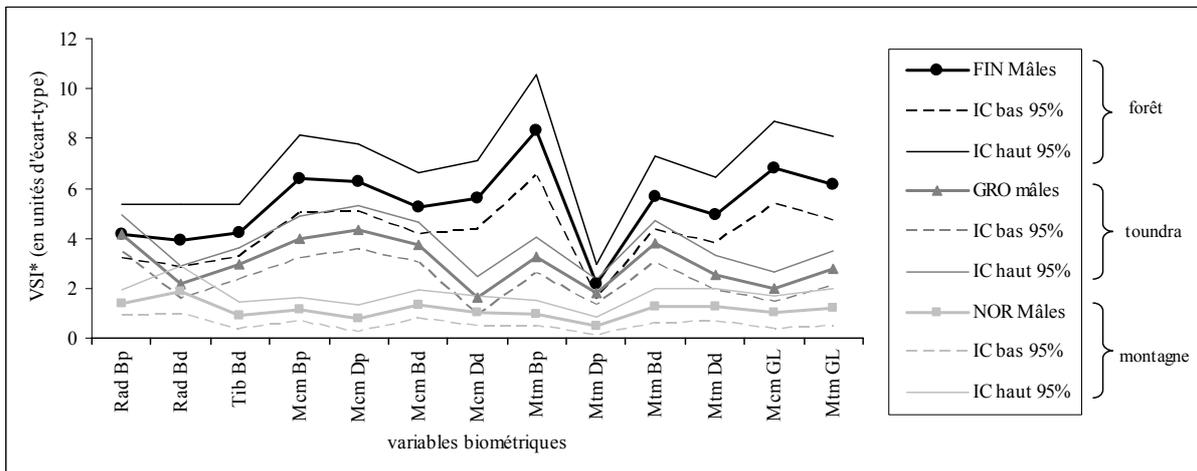


Figure 107 : Comparaison des mâles de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège) (Indice VSI*). L'assemblage de mâles et de femelles de Norvège est utilisé comme référence ($VSI^* = 0$). Les valeurs obtenues pour les trois échantillons diffèrent significativement ($p [H_0 : mISD_{FIN} = mISD_{GRO}, mISD_{FIN} = mISD_{NOR}, mISD_{GRO} = mISD_{NOR}] = 10^{-4}$).

L'analyse de contraste associée à l'analyse de variance effectuée sur ces six échantillons (valeurs brutes de VSI*) indique qu'au sein des mêmes troupeaux, les différences observées entre les mâles et les femelles sont du même ordre que celles observées entre des troupeaux provenant d'écotypes distincts (valeurs de p proches de 10^{-4} - Tableau 85).



	FIN Femelles	FIN Mâles	NOR Femelles	NOR Mâles	GRO Mâles	GRO Femelles
FIN Femelles	0	0,0001274	0,0001274	0,0001846	0,9663	0,000242
FIN Mâles		0	0,0001274	0,0001274	0,0001274	0,0001274
NOR Femelles			0	0,0002211	0,0001274	0,0001739
NOR Mâles				0	0,0001293	1
GRO Mâles					0	0,0001314
GRO Femelles						0

Tableau 85 : Résultats de l'analyse de contaste associée à l'ANOVA ($F= 75,51$; $ddl= 5, -72$; $p= 3,064 \times 10^{-27}$) sur la base de 13 variables biométriques communes aux six échantillons actuels analysés (3 écotypes \times 2 sexes). En grisé : différences significatives.

Sur la base des échantillons disponibles, seuls deux couples d'échantillons présentent des différences non significatives : les femelles de Finlande (écotype de forêt) ne diffèrent pas des mâles du Groenland (écotype de tundra), et les mâles de Norvège ne diffèrent pas des femelles du Groenland. Dans ces deux cas, les échantillons étudiés présentent des valeurs de mISD très proches ($FIN_{\text{♀}} = 2,53$ vs. $GRO_{\text{♂}} = 2,90$; $NOR_{\text{♂}} = 1,08$ vs. $GRO_{\text{♀}} = 1,16$; Figure 108-A), suggérant des tailles individuelles moyennes peu différentes. Le poids prépondérant des différences isométriques de taille dans les comparaisons réalisées à partir des valeurs de VSI* brutes aboutissent à des regroupements d'échantillons essentiellement contrôlés par les différences de valeurs de mISD (Figure 108-B). Seuls les individus de Norvège sont regroupés en raison de leur plus petite taille corporelle. Considérant les valeurs brutes de VSI*, des différences d'écotypes entre échantillons peuvent donc être plus ou moins fortement masquées par des différences de sex-ratio.

Dans un second temps, l'analyse comparative des valeurs centrées de VSI* (= VSI* - mISD) pour les 3 écotypes \times 2 sexes permet de comparer ces échantillons « toute taille isométrique étant égale par ailleurs ». Les trois méthodes d'analyses utilisées (Figure 108-C et 109) convergent toutes vers le même résultat, regroupant les deux sexes au sein de chaque écotype mais séparant clairement les trois écotypes les uns des autres.

L'analyse en composantes principales (Figure 109-A, B) montre que plus de 90% de la variabilité biométrique standardisée totale entre les six échantillons est portée par deux axes principaux, le premier opposant l'échantillon de Finlande (rennes de forêt) aux deux autres, et le second celui du Groenland (rennes de tundra), notamment les mâles, aux deux autres. La première composante principale oppose la largeur distale du tibia et l'épaisseur proximale du métatarse à la largeur proximale du métatarse et aux longueurs des métapodes. Ainsi, les individus de forêt (Finlande) sont caractérisés par des métatarses relativement longs, larges et peu épais associés à une extrémité distale de tibia étroite. La seconde composante principale n'est significativement associée qu'à une seule variable : la largeur distale du métacarpe, relativement large chez les mâles du Groenland et, dans une moindre mesure, les femelles du Groenland ainsi que les mâles de Finlande. Plusieurs chercheurs avaient également constaté que les caribous vivant dans la tundra se caractérisent par des membres relativement courts et larges (Banfield 1961, 1977, Klein 1980, Geist 1998, Syroechkovskii 1995). En complément de l'ACP, le réseau traversant bootstrap obtenu montre qu'en moyenne, les femelles des trois écotypes diffèrent moins entre elles que les mâles (Figure 109-A, C).



L'apparent faible dimorphisme sexuel observé pour les individus de montagne (Norvège) peut être expliqué par le jeune âge de la plupart des mâles de cet échantillon. Combinées, ces deux observations suggèrent que l'essentiel des différences biométriques observées entre mâles et femelles d'une même région résulte de caractéristiques acquises tardivement lors de la croissance des mâles, observation classique chez les mammifères, où l'acquisition de caractères dimorphes est essentiellement liée à la synthèse d'hormones sexuelles mâles (Glucksmann 1974, Haqq et Donahoe 1998, Escarguel, com. pers.).



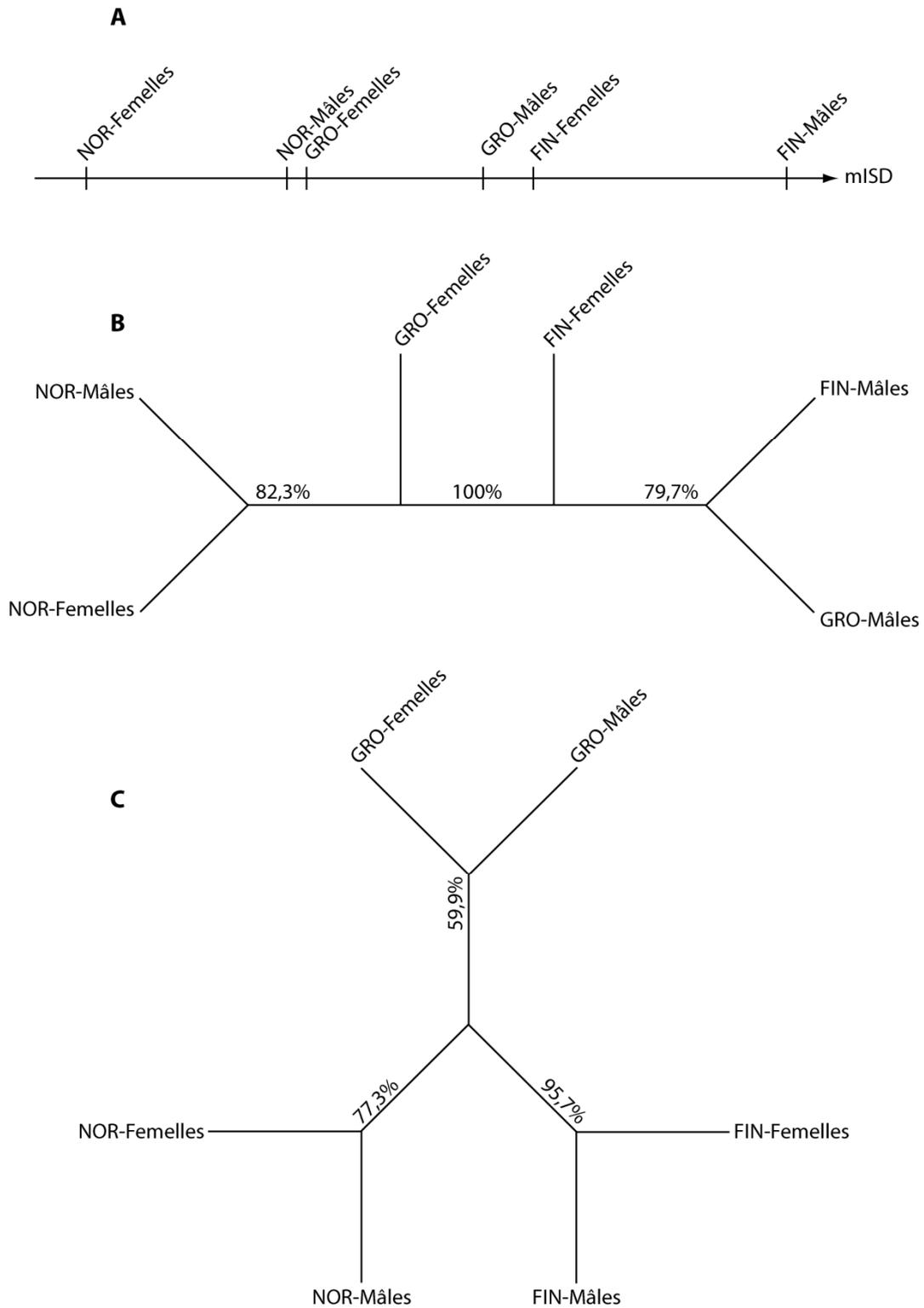


Figure 108 : Comparaison des 3 écotypes \times 2 sexes (indice VSI*, 13 variables) par analyse de groupement (méthode d'ajustement aux moindres carrés). A. Valeurs relatives de mISD calculées pour chaque échantillon, illustrant les différences de tailles isométriques entre écotypes et sexes ; B. Arbre obtenu à partir des valeurs de VSI* « brutes » ; C. Arbre obtenu à partir des valeurs de VSI* « centrées » (= VSI* - mISD). Les pourcentages sur les arbres sont les valeurs de support bootstrap (10 000 itérations), indiquant la confiance statistique associée à chaque regroupement d'échantillon.



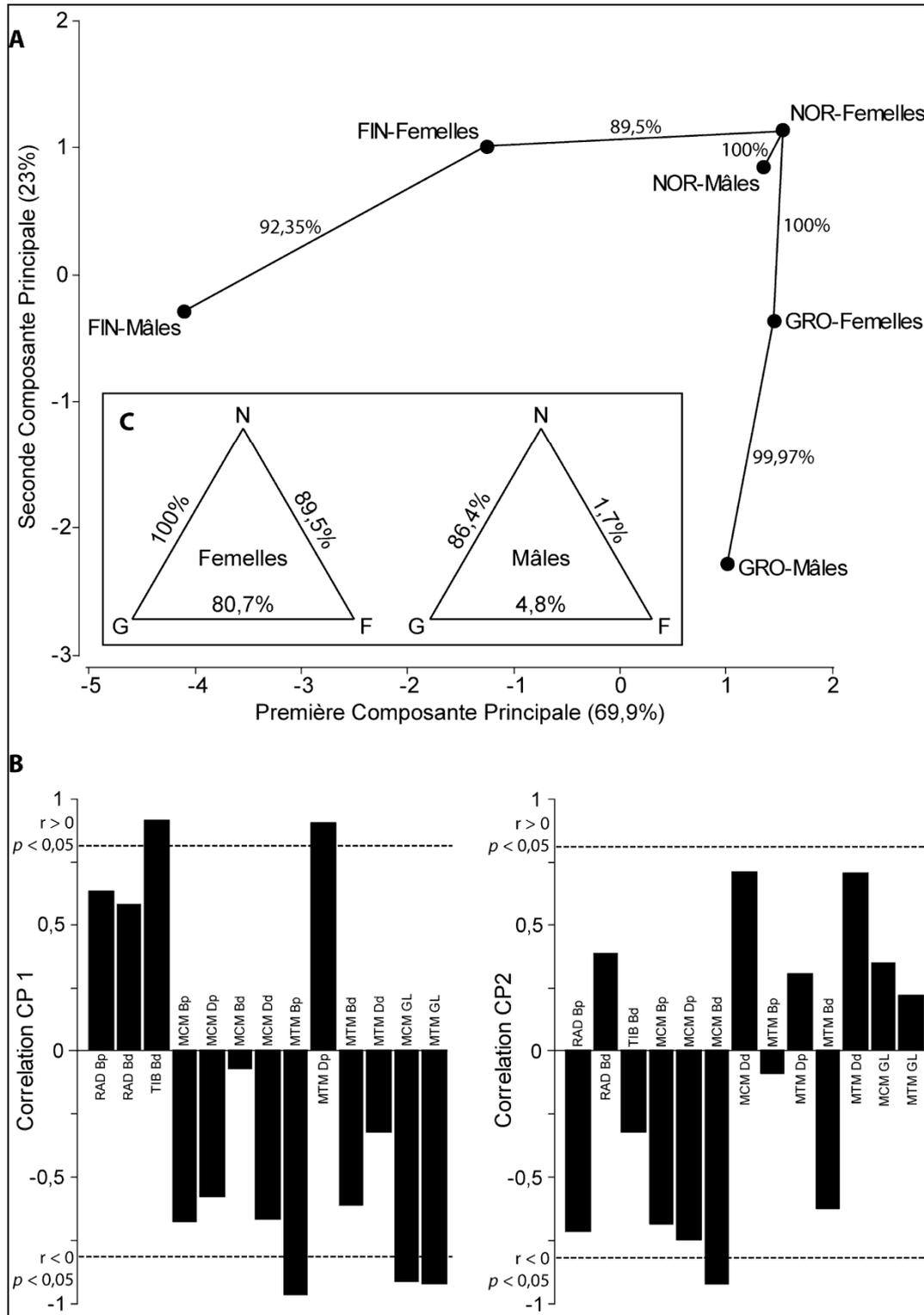


Figure 109 : Analyse en Composante Principale (A, B) et Réseau Traversant Bootstrap (A) obtenus à partir des valeurs de VSI* « centrées » (= VSI* - mISD). Les histogrammes (B) illustrent les corrélations existantes entre les 13 variables initiales et les deux premières composantes principales, représentant ~93% de la variance totale analysée ; les traits en tiretés correspondent à la valeur limite de corrélation ($|r| = 0,81$) au seuil de confiance de 95%. En encadré (C), les supports bootstraps associant les trois écotypes entre eux (établis lors de la construction du réseau traversant bootstrap ; 10 000 itérations) sont donnés pour chaque sexe ; N = Norvège, G = Groenland, F = Finlande.



Enfin, les échantillons du Groenland (Pasda 2009) et de Norvège (Kuntz ce travail), pour lesquels 33 variables communes sont disponibles, ont été comparés en utilisant la même approche (Figure 110 à 113). Les résultats obtenus sont en tous points comparables à ceux présentés ci-dessus pour un jeu plus réduit de variables. Ils confirment que les caribous de toundra du Groenland sont plus grands que les rennes de montagne de Norvège, quel que soit le sexe analysé (Figures 110-111). Les deux assemblages tous sexes confondus (Figure 112) indiquent également des différences marquées. La population du Groenland montre toutefois peu de différence de taille et de forme avec l'échantillon de référence de Stellmoor hormis pour deux variables biométriques (MCMDD et TIBDD).

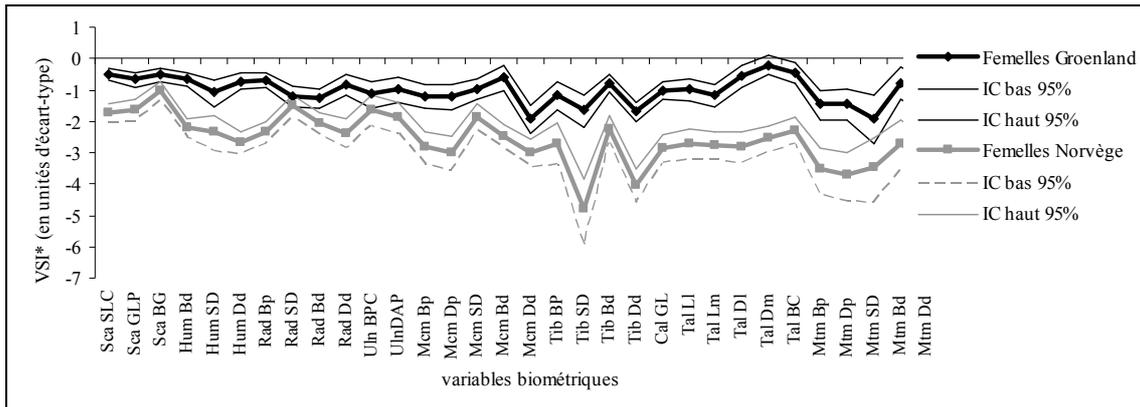


Figure 110 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les femelles du Groenland et de Norvège. (Indice VSI* ; l'échantillon de référence est Stellmoor). Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent très significativement ($p [H_0 : \mu_{\sigma} = \mu_{\varphi}] = 2,5 \times 10^{-13}$).

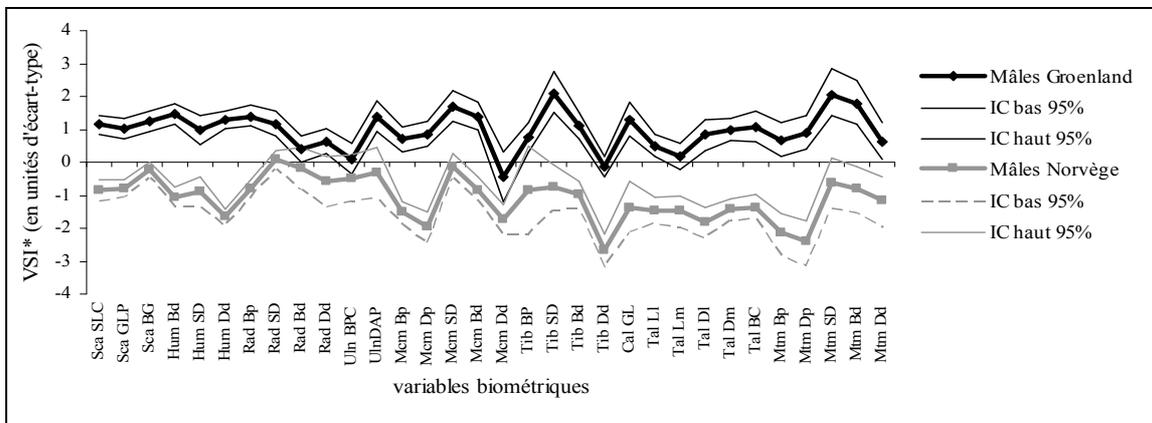


Figure 111 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les mâles du Groenland et de Norvège. Indice VSI* ; l'échantillon de référence est Stellmoor. Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent très significativement ($p [H_0 : \mu_{\sigma} = \mu_{\varphi}] = 9,5 \times 10^{-20}$).



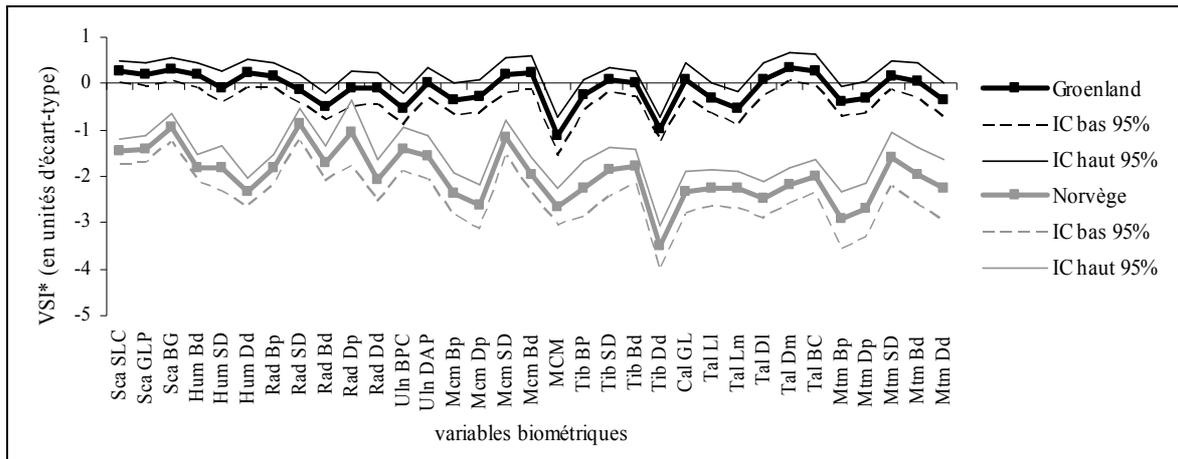


Figure 112 : Comparaison des rennes du Groenland (échantillon Pasda) et de Norvège (échantillon Kuntz). Indice VSI* ; l'échantillon de référence est Stellmoor. Les valeurs obtenues pour les mâles et les femelles diffèrent très significativement ($p [H_0 : \mu_{\sigma} = \mu_{\varphi}] = 1,1 \times 10^{-21}$).

La construction d'un arbre phylogénétique permet de caractériser les liens de ressemblance entre les échantillons. La prise en compte de la taille isométrique (avec mISD) montre 58% de différence entre l'échantillon de Norvège et celui du Groenland alors que l'allométrie (sans mISD) indique 97% de différence entre les deux (Figure 113).

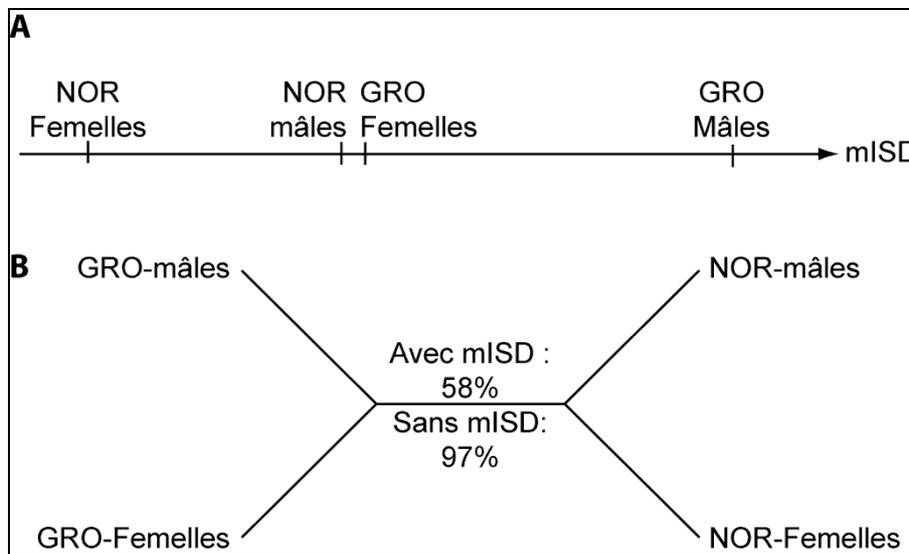


Figure 113 : Comparaison des deux sexes pour les écotypes de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège) (indice VSI*, 33 variables) par analyse de groupement (méthode d'ajustement aux moindres carrés). A. Valeurs relatives de mISD calculées pour chaque échantillon, illustrant les différences de tailles isométriques entre écotypes et sexes ; B. Arbre obtenu à partir des valeurs de VSI* « brutes » et « centrées ». Les pourcentages sur la branche interne de l'arbre sont les valeurs de support bootstrap (10 000 itérations), indiquant la confiance statistique associée au regroupement par écotype des deux sexes.



Après la taille, la masse corporelle moyenne des rennes actuels de Norvège et du Groenland a été évaluée d'après les mesures des talus (Martinez et Sudre 1995). Le poids exact de chacune des populations n'est pas précisément connu mais d'après les données générales recueillies dans la littérature, les femelles de l'écotype *R. tarandus tarandus* pèsent en moyenne 55 kg, et les mâles autour de 105 kg. Les mâles des caribous de toundra (*R. tarandus groenlandicus*) pèsent quant à eux autour de 150 kg et les femelles 90 kg (cf. Tableau 3). Les résultats obtenus tendent à se rapprocher de ces valeurs de masse. Les rennes de Norvège (99 kg) indiquent qu'il existe une zone de recouvrement dans la masse corporelle des femelles (93,5 kg) et des mâles (108,5 kg) (Figure 114), ces différences étant probablement en lien avec l'âge des individus concernés. Entre les rennes de montagne du Sud de la Norvège et les caribous de la toundra de l'Ouest du Groenland, les différences de taille isométrique et allométrique que nous avons perçues se retrouvent également (et assez logiquement) dans les calculs de masse corporelle ; les individus du Groenland étant plus lourds (poids moyen : 132 kg) que ceux de Norvège (Figure 115). Pour l'échantillon du Groenland, la bimodalité pourrait refléter le poids des femelles (120 kg) et des mâles (145 kg), ces derniers présentant une variabilité de masse plus importante.

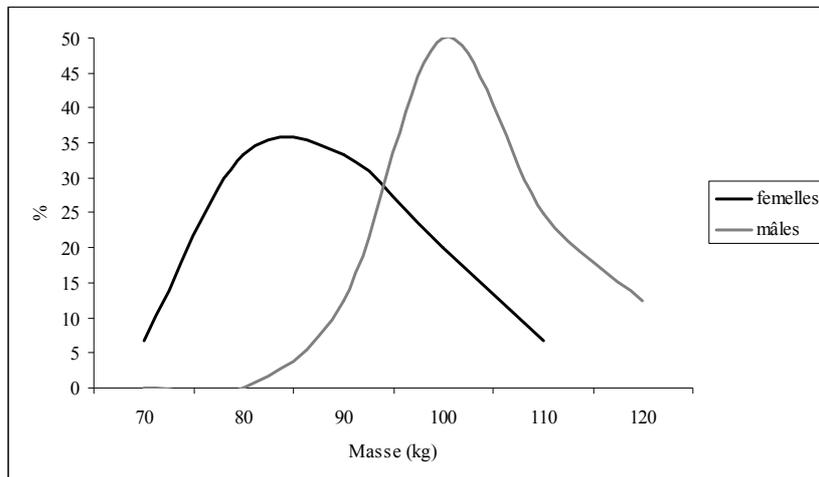


Figure 114 : Norvège- Comparaison de la masse corporelle des mâles (NMI= 8) et des femelles (NMI= 17)

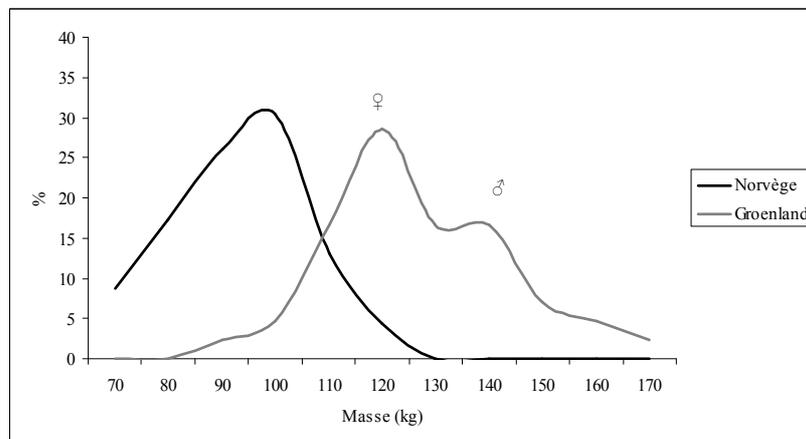


Figure 115 : Comparaison de la masse corporelle des échantillons de Norvège et du Groenland



Ces différents tests effectués sur les référentiels actuels permettent de valider l'apport de certains outils méthodologiques dans la caractérisation de la taille corporelle des rennes actuels/fossiles. Un bilan méthodologique a été dressé (Figure 116).

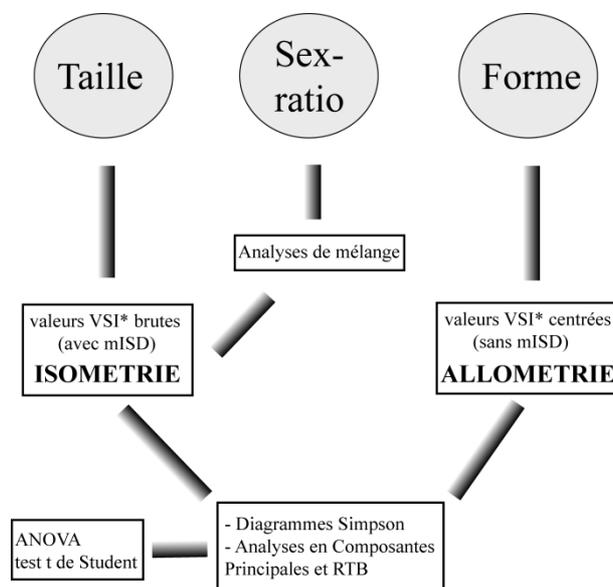


Figure 116 : Bilan de la méthodologie testée sur des populations actuelles et appliquée aux échantillons fossiles

Les échantillons actuels indiquent que la taille isométrique, seule analysée jusqu'à présent dans le fossile, n'autorise pas l'identification de divers écotypes ou « populations » car elle enregistre d'abord des différences de proportions entre mâles et femelles. En contexte archéologique, en l'absence de données sur le sex-ratio, les interprétations sur les fluctuations de taille corporelle peuvent ainsi être biaisées. Les résultats des analyses de contraste associés aux analyses de variance (ANOVA) doivent par conséquent être considérés avec précaution car ils ne permettent pas de déterminer si les différences observées sont liées à l'existence de populations distinctes sur le plan biométrique, ou à des variations de sex-ratio entre assemblages. D'après nos observations, le sex-ratio ne peut être évalué distinctement à partir des analyses bivariées (nuages de points) et des courbes VSI de Weinstock (2000b). La méthode de l'analyse de mélange livre en revanche des résultats très fiables sur les échantillons actuels, ce qui permet d'envisager une application sur le registre fossile. Au niveau de la taille corporelle, les diagrammes de Simpson permettent, contrairement aux courbes VSI, de comparer les différences isométriques et allométriques de deux échantillons à partir d'un standard de référence (selon l'indice VSI*). Les tests *t* de Student calculent le degré de significativité entre les deux échantillons. Enfin, les analyses multivariées - Analyses en Composantes Principales et Réseau Traversant Bootstrap - menées sur l'actuel indiquent que le retrait de la taille isométrique (mISD) permet d'éliminer l'effet des différences de sex-ratio entre échantillons pour ne conserver que les différences de conformation (allométrie) entre écotypes distincts.

Toutes ces analyses ont été effectuées sur les échantillons fossiles à partir des valeurs « brutes » (avec mISD - isométrie) et « centrées » (sans mISD - allométrie) afin de tenter d'identifier des regroupements biométriques.



Me fondant sur ces méthodes, j'ai tout d'abord envisagé d'apporter des éléments de réponse quant à la caractérisation d'éventuels écotypes distincts au Paléolithique, en me penchant plus spécifiquement sur les données de masse et de taille corporelle. Dans un second temps, les résultats sur les variations spatio-temporelles de la taille corporelle des rennes sont exposées, en présentant au préalable les résultats obtenus sur le sex-ratio des rennes constituant les assemblages de l'Anté-Pléniglaciaire, du dernier Pléniglaciaire, de l'He1 et du GIS-1.

VI.1. Caractérisation d'écotypes au Paléolithique ?

Le débat sur l'appartenance sous-spécifique du renne fossile a porté principalement sur les populations de forêt *versus* populations de toundra (Bouchud 1966, Delpéch 1983). D'après plusieurs paléontologues et archéozoologues, aucune preuve ne permet formellement de démontrer l'existence des groupes de forêt et de toundra au Paléolithique supérieur en Europe occidentale (Delpéch 1983, Weinstock 1997a, 2000b, 2006, Magniez 2010b, a). L'observation des appendices frontaux de rennes fossiles rappelle celle des populations toundriques, aucun caractère de la forme forestière n'ayant été reconnu dans les restes de rennes pléistocènes (Geist 1998). De plus, les études génétiques ne permettent pas d'affirmer la présence des deux formes au Paléolithique (Røed et Thomas 1990). Les populations fossiles sont ainsi considérées comme appartenant uniquement à l'écotype de toundra, dont la taille corporelle varie de façon significative selon les conditions climatiques et écologiques.

Selon les données biologiques, les représentants de *Rangifer tarandus* qui vivent dans les forêts ont tendance à être plus massifs et à avoir une taille corporelle élevée par rapport aux populations de toundra (Banfield 1961, 1977, Klein 1980, Geist 1998, Syroechkovskii 1995) et de montagne (Nieminen et Helle 1980, Kuzyk *et al.* 1999).

Partant de données biométriques, j'ai tenté de caractériser la masse et la taille corporelle des rennes paléolithiques en comparaison avec les populations actuelles connues et provenant d'écotypes distincts (toundra et montagne). Les rennes de Finlande (écotype de forêt) n'ont pas été retenus dans cette analyse en raison du faible nombre de variables biométriques publiées pour cet échantillon.

✓ Masse corporelle

Les valeurs de poids calculées sur les talus⁴⁷ indiquent que les rennes fossiles du Sud-Ouest de la France ont des valeurs comprises entre les rennes de montagne de Norvège et les caribous de toundra du Groenland, soit un **poids moyen autour de 110 - 130 kg** (Tableau 86 et Figure 117). Le site de **la Vache** constitue toutefois une exception car les individus atteignent un poids moyen de 194 kg. L'abondance des mâles dans cet assemblage pourrait expliquer cette forte valeur. La question du sex-ratio des rennes de La Vache est détaillée dans le chapitre

⁴⁷ Pour lesquels nous disposons des valeurs brutes, d'après la méthode de Martinez et Sudre 1995



suisant. Afin de pouvoir comparer plus précisément ce site à d'autres échantillons tardiglaciaires (globalement dominés par les femelles), un autre assemblage a été créé (nommé « Vache sans mâles ») pour lequel 60% des valeurs biométriques brutes les plus élevées ont été exclues. Si l'on considère cet assemblage de « La Vache sans mâles », un poids moyen élevé (148 kg) est encore enregistré.

Assemblage	Période climatique	nombre	moyenne	écart-type	minimum	maximum
Norvège	-	46	99	11,8	77	123
Laugerie 0,1,2	Dernier Pléniglaciaire	7	111	11,9	90	125
Canecaude II	He1	16	112	20,3	85	156
Siréjol	stade 3	47	114	15,9	87	151
Laugerie 3	He1	25	115	14,1	92	145
Gazel ensble 7	He1	36	117	15,6	80	153
Bize G	GIS-1	74	118	-	-	-
Jaurens	stade 3	26	118	15,7	95	157
Gare de Couze G	GIS-1	29	120	14,6	102	157
Lassac	Dernier Pléniglaciaire	31	120	15	90	157
Madeleine FA	He1/GIS-1	33	121	16,6	89	156
Igue du Gral avant	He1	18	123	18,5	83	150
Bize H	He1	31	123	-	-	-
Roc de Combe 1	stade 3/2	12	123	14,9	95	142
Dufaure 4	GIS-1	17	124	15,9	101	153
Roc de Combe 5	stade 3	12	130	12,1	108	143
Groenland	-	42	132	17,2	99	173
La Vache sans mâles	He1/GIS-1	37	148	21	113	191
La Vache	He1/GIS-1	62	194	63,1	113	330

Tableau 86 : Masse corporelle (en kg) des rennes provenant d'assemblages actuels et fossiles (en grisé, mesures personnelles)

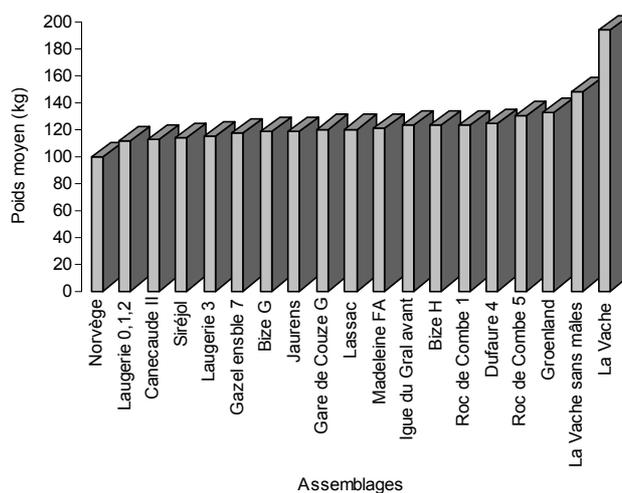


Figure 117 : Masse corporelle moyenne des rennes fossiles et actuels

Dans la poursuite de mes investigations, j'ai comparé les données biométriques de l'assemblage de **Gazel (Bassin de l'Aude)** - rapporté à l'He1 et constituant un échantillon biométrique satisfaisant- à celles des populations actuelles de toundra et de montagne.



Au niveau de la masse corporelle, des différences nettes apparaissent entre les rennes tardiglaciaires du bassin de l'Aude et ceux qui vivent actuellement au Groenland (Figure 118). Qu'il s'agisse des femelles (masse moyenne de 100 kg à Gazel et de 120 kg au Groenland) ou bien des mâles (130 kg à Gazel et 146 kg au Groenland), les rennes de Gazel présentent globalement une masse corporelle inférieure. Les différences sont particulièrement visibles chez les femelles.

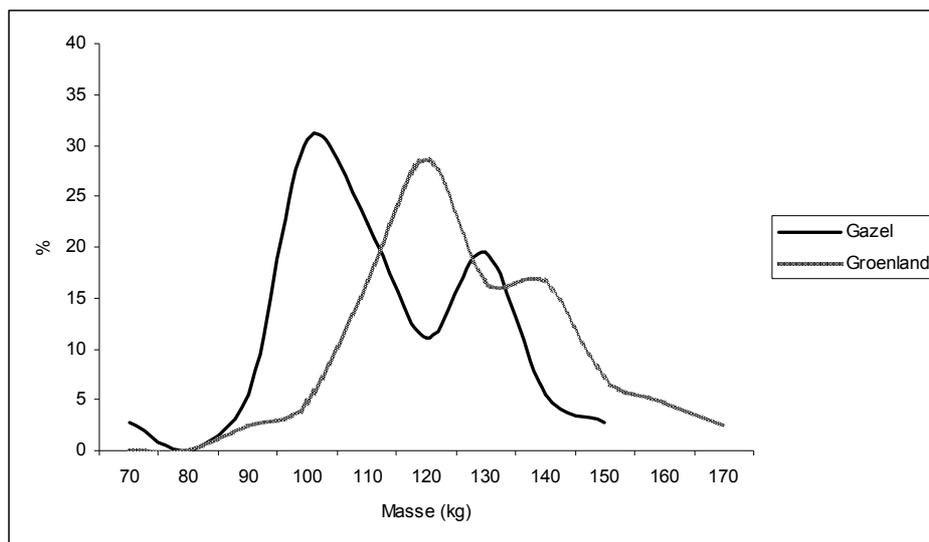


Figure 118 : Comparaison de la masse corporelle entre les rennes de Gazel et les caribous de la toundra

✓ Taille corporelle

Pour tenter de caractériser des écotypes, je me suis également penchée sur les différences de taille corporelle des rennes de Gazel, de la toundra groenlandaise et de la montagne norvégienne. L'élaboration d'un diagramme de Simpson, sur la base de 21 variables communes, indique que les rennes tardiglaciaires du Bassin de l'Aude se situent d'un point de vue biométrique entre les caribous du Groenland et les rennes de Norvège (Figure 119). Peu de différences allométriques majeures sont perceptibles, indiquant que les échantillons analysés présentent des formes relativement proches, notamment au niveau du membre postérieur, généralement moins affecté par le sex-ratio. D'un point de vue isométrique, les différences sont statistiquement significatives pour plusieurs variables. Une analyse de variance confirme l'existence de différences statistiquement très significatives entre les trois échantillons (Tableau 87). Les sex-ratios étant sensiblement équivalents dans les trois échantillons, ils ne peuvent être à l'origine de telles différences. **Les rennes tardiglaciaires paraissent donc de taille intermédiaire entre les caribous de la toundra (Groenland) et les rennes de montagne (Norvège), eux-mêmes plus petits que les rennes de forêt.**



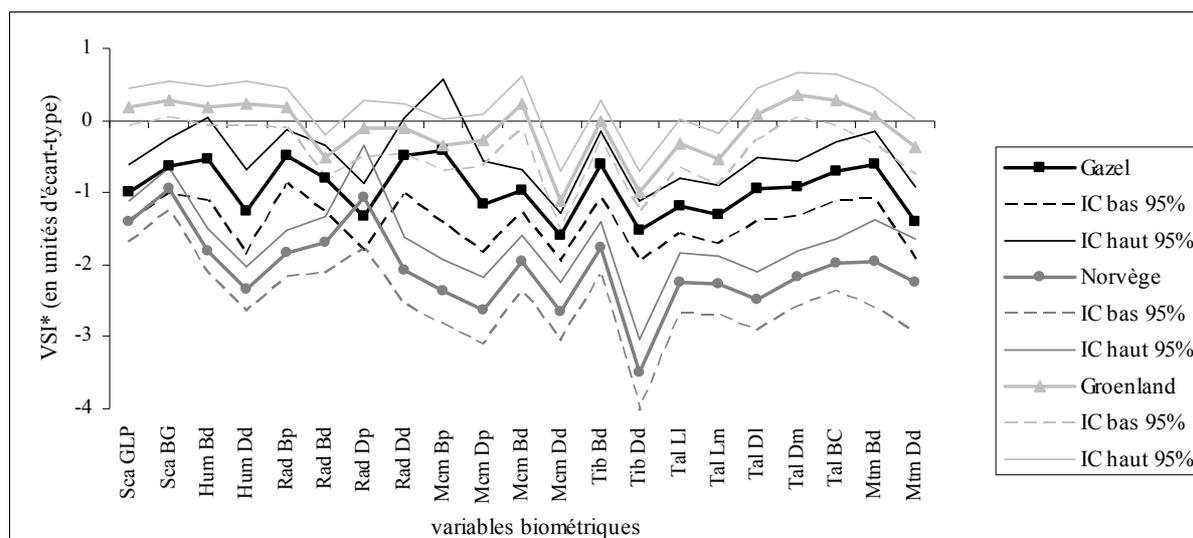


Figure 119 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les rennes fossiles de Gazel (bassin de l'Aude) et les échantillons actuels de montagne (Norvège) et de toundra (Groenland). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

	Gazel	Norvège	Groenland
Gazel	0	0,0001172	0,0001174
Norvège		0	0,0001172
Groenland			0

Tableau 87 : Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA ($F= 96,97$; $ddl= 2, -60$; $p= 1,594 \times 10^{-19}$) entre les rennes de Gazel et les échantillons actuels sur la base de 21 variables biométriques communes aux trois échantillons analysés.

Les mesures de longueur des os longs étant importante dans la différenciation des écotypes actuels (Klein *et al.* 1987, Syroechkovskii 1995, Geist 1998) nous les avons comparé aux valeurs moyennes des rennes paléolithiques issus d'aven-pièges (contextes dans lesquels les ossements sont bien conservés et rarement fracturés). Les différences paraissent moins nettes au niveau de la longueur des principaux os longs (humérus, radius, métacarpe, tibia, métatarse) entre les rennes du Sud-Ouest de la France provenant de pièges naturels quercinois (Jaurens, Siréjol, Igue du Gral) et les échantillons actuels. Les rennes pléistocènes se situent là-encore entre les caribous mâles de toundra et les femelles de montagne (Figure 120). Globalement, trois lots apparaissent dans cette analyse : les longueurs les plus petites sont celles des femelles de Norvège ; viennent ensuite les rennes « de taille intermédiaire » de Siréjol, dont les valeurs moyennes sont très proches des mâles de Norvège et des femelles du Groenland (pour tous les os longs). Les échantillons les plus grands sont ceux de Jaurens et des mâles du Groenland. Les rennes de l'Igue du Gral, au niveau des métapodes et du tibia, iraient dans cette dernière catégorie.



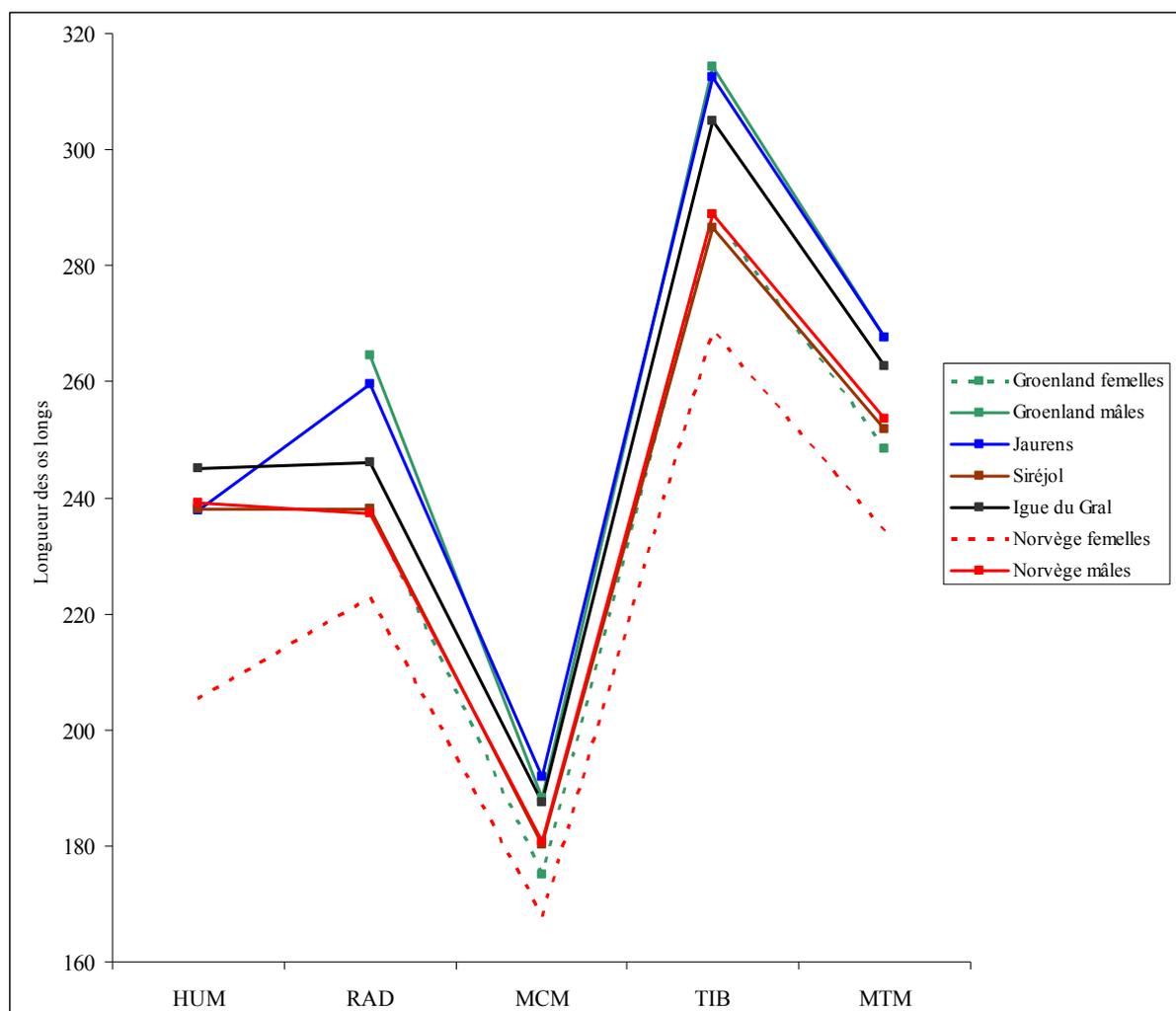


Figure 120 : Comparaison de la longueur des os longs (en mm) des caribous du Groenland et des rennes provenant de sites naturels du Quercy

Les comparaisons morphologiques des rennes actuels et paléolithiques ne permettent pas, à partir de ces exemples, d'identifier clairement l'appartenance à un écotype moderne en particulier. Les rennes tardiglaciaires (He1) du Sud-Ouest de la France, représentés par les échantillons de Gazel et de l'Igue du Gral, ont une taille intermédiaire entre certains rennes de montagne et certains caribous de toundra, et ne pourraient pas être rapportées à un écotype de forêt. Toutefois, les rennes de la Vache, caractérisés par une forte masse et taille corporelle par rapport à Gazel, ont tendance à présenter des valeurs égales voire supérieures à l'échantillon du Groenland (Figure 121). Nous proposons l'hypothèse que la masse et la taille corporelle élevées des rennes de la Vache (Ariège) soient une réponse adaptative aux conditions écologiques et environnementales localement favorables au GIS-1. Nous y reviendrons dans la partie consacrée aux discussions.



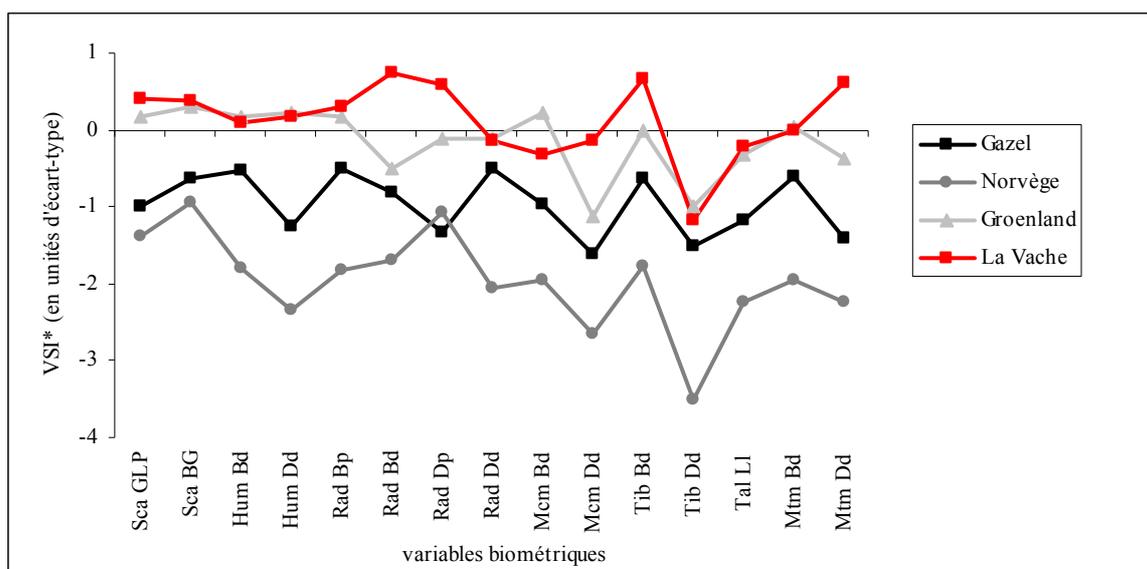


Figure 121 : Comparaison entre les rennes tardiglaciaires (Gazel et La Vache) et les échantillons de Norvège et du Groenland (Indice VSI*). L'assemblage de Stellmoor est utilisé comme référence (VSI* = 0).

À l'exception du site de la Vache, tous les assemblages paléolithiques livrent des valeurs de taille (mISD) et de masse (poids moyen) corporelle assez proches. La comparaison de l'ordre de variation des écotypes actuels d'une part et des échantillons fossiles d'autre part indique que les différences de taille isométrique moyenne (mISD) sont plus marquées dans les premiers que dans les seconds (Tableau 88). Autrement dit, le faible ordre de variation constaté au sein des rennes paléolithiques va dans le sens de l'idée précédemment émise d'écotype comparable (renne de toundra)⁴⁸.

	mISD actuel	Ordre de variation
NOR	-2	NOR/GRO 1,9
GRO	-0,1	NOR/FIN 5,1
FIN	3,1	GRO/FIN 3,2
	mISD fossile	Ordre de variation
Anté-Pléni.	-1 à -0,4	0,6
Dernier Pléni.	-1,6 à -1	0,7
He1	-1,4 à -0,7	0,7
He1/GIS-1	-0,8 à -0,4	0,4
GIS-1	-0,8 à 0,1	0,9

Tableau 88 : Ordre de variation des valeurs mISD des échantillons actuels et fossiles

⁴⁸ Rappelons toutefois qu'à l'échelle du Sud-ouest de la France, l'espace géographique est nettement plus restreint qu'au sein des populations actuelles, qui occupent des zones géographiques très éloignées et qui n'ont pas de contacts entre elles.



VI.2. Variations spatio-temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques

VI.2.1. Sex-ratio des rennes dans les assemblages paléolithiques

En raison de l'importance du sex-ratio dans l'interprétation de la taille corporelle des rennes fossiles, la proportion de mâles et de femelles dans chacun des assemblages fossiles étudiés a été au préalable caractérisée. Seules les analyses de mélange sont présentées dans cette partie car les autres méthodes -étude des bois, diagrammes bivariés, courbes VSI, etc.- ne permettent pas, d'après le registre actuel, une distinction fiable. Les résultats détaillés des analyses bivariées sont toutefois exposés en annexe 4 à titre informatif. L'analyse de mélange est rendue possible dès lors que les valeurs brutes des mesures sont disponibles. Malheureusement, pour plusieurs échantillons, ces données ne sont pas disponibles. C'est le cas notamment des sites tardiglaciaires analysés par F. Delpech : le Morin, la Madeleine, Combe-Cullier et Duruthy ; par B. Lalande : Enlène et C. Griggo : Bois-Ragot et le Placard. Quand les données sont rares, les méthodes classiques de détermination du sexe sont mentionnées afin de se faire une idée approximative du sex-ratio.

✓ Assemblages de l' « Anté-Pléniglaciaire »

Pour l'assemblage de La Rouquette (Tarn-et-Garonne), l'analyse de mélange n'a pu être menée en raison d'effectifs restreints (cf. Annexe 4).

✓ Jaurens

À Jaurens (Corrèze), les analyses bivariées menées sur plusieurs ossements apportent des résultats contradictoires selon l'élément anatomique considéré (Annexe 4). L'analyse de mélange tend quant à elle vers un ratio de 2 : 1 en faveur des femelles pour un jeu de neuf variables biométriques (Tableau 89)⁴⁹.

		Jaurens--- Résultat de l'analyse de mélanges										
		Mem Bp	Mem Dp	Cal GL	Cal GB	Cal DI	Tal Lm	Tal Dm	Tal BC	Mtm Bb		
		N	19	19	17	17	17	27	27	26	13	
"petit"	Moyenne		-1,72	-1,78	-0,65	0,22	0,21	-1,315	-1,75	-0,99	-0,82	Femelles ?
	Ec.t-Type		0,58	0,70	0,46	0,65	0,37	0,72	0,53	0,62	0,99	
	%		39%	44%	88%	86%	63%	93%	64%	81%	52%	
"Grand"	Moyenne		0,32	0,34	1,10	1,25	1,99	1,39	0,27	1,22	0,72	Mâles ?
	Ec.t-Type		0,43	0,42	0,11	0,14	0,48	0,15023	0,52	0,35	0,23	
	%		61%	56%	12%	14%	37%	7%	36%	19%	48%	
												% moyen
% "petit" hors juv.			39%	44%	88%	86%	63%	93%	64%	81%	52%	70%
% "grand" hors juv.			61%	56%	12%	14%	37%	7%	36%	19%	48%	30%

Tableau 89 : Jaurens - Résultat de l'analyse de mélange

⁴⁹ Les autres variables ont livré des solutions à un seul groupe



✓ Siréjol

Les ossements de rennes adultes de Siréjol témoignent d'une grande variabilité de taille (Figure 122).



Figure 122 : Siréjol- Variabilité de la taille des métacarpiens épiphysés (cliché D. Kuntz)

Au niveau de l'épaisseur du bord ventral de l'acétabulum des coxaux (Tyler 1987, Greenfield 2006), quelques individus ont été sexés à l'œil nu. La représentation graphique (Figure 123) conforte les déterminations : les femelles ont un coxal plus mince que les mâles. D'après la hauteur du bord de l'acétabulum (Pel Ha) et la latéralisation de cet élément anatomique, il y aurait au moins cinq femelles et sept mâles dans l'assemblage. L'analyse de mélange menée sur cette variable indique une fréquence légèrement plus élevée de mâles (Figure 123). L'os coxal étant soudé très tôt, il est tout à fait possible que des jeunes mâles soient représentés.

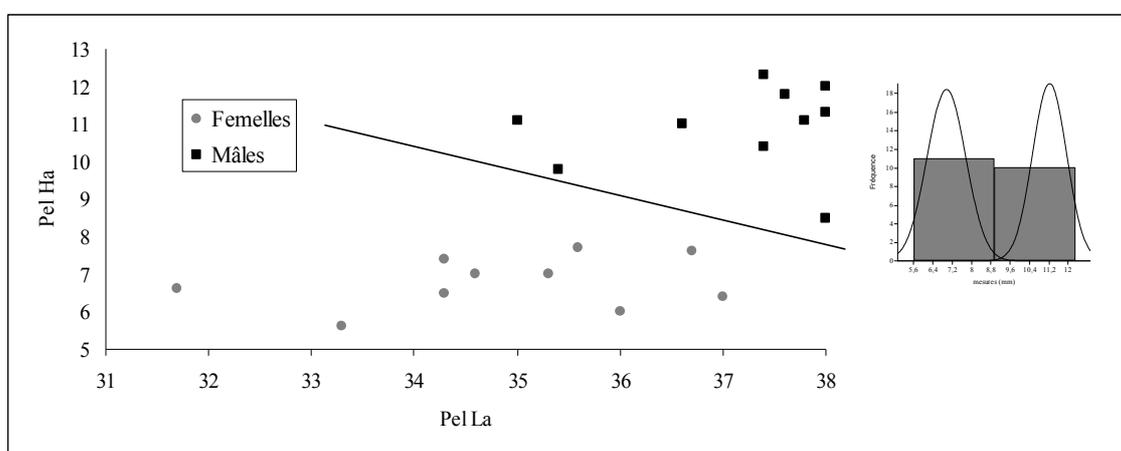


Figure 123 : Siréjol- Répartition des coxaux et analyse de mélange

Si on tient compte d'un plus grand nombre d'individus (NMI= 25), une prédominance des femelles et de jeunes individus est attestée par l'analyse de mélange (Tableau 90), comme par les analyses bivariées (Annexe 4). Une analyse de mélange menée sur la longueur totale des radius apporte le même constat d'une présence plus importante de femelles (Figure 124). Par rapport à Jaurens, un plus grand nombre de variables (20 contre 9) a permis d'estimer les pourcentages moyens de mâles et de femelles dans cet assemblage.



		SIREJOL -- Résultat analyse de mélange																				
		Hum Bd	Hum Dd	Rad Bp	Rad Bd	Rad Dp	Mcm Dp	Mcm Bd	Mcm Dd	Tib Bd	Tib Dd	Cal GL	Cal DI	TAL I	Tal Lm	Tal DI	Tal Dm	Tal BC	Mtm Bp	Mtm Dp	Mtm Bd	
		31	27	29	22	29	40	30	30	40	40	23	38	47	47	47	46	47	49	49	40	
"Très Petit"	Moyenne	---	---	-1,7	-4,0	---	-2,6	-4,3	---	-4,4	-3,8	-3,0	-3,2	-2,5	---	-2,7	---	---	---	-2,8	-3,7	Juvéniles ?
	Ec.t-Type	---	---	0,1	---	---	0,2	0,0	---	---	0,2	0,2	0,4	0,1	---	0,1	---	---	---	0,1	0,2	
	%	0%	0%	16%	5%	0%	22%	7%	0%	3%	10%	19%	7%	13%	0%	9%	0%	0%	0%	6%	5%	
"Petit"	Moyenne	-1,55	-1,96	-0,98	-1,35	-1,36	-1,56	-2,15	-2,44	-0,96	-2,35	-1,80	-1,25	-1,14	-1,49	-1,08	-0,89	-1,75	-1,13	-0,97	-1,93	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,50	0,43	0,79	0,49	0,27	0,32	0,42	0,28	0,95	0,42	0,47	0,64	0,54	0,88	0,86	0,62	0,64	0,99	0,82	0,48	
	%	73%	67%	51%	57%	41%	56%	70%	40%	95%	56%	69%	88%	69%	87%	88%	84%	56%	94%	90%	63%	
"Grand"	Moyenne	0,02	-0,20	-0,06	0,49	-0,15	0,14	-0,04	-1,57	2,06	-1,09	-0,45	2,19	0,65	0,47	1,32	0,14	-0,10	1,59	2,37	-0,19	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,74	0,49	0,73	0,42	1,09	0,65	0,48	1,39	0,05	0,72	0,05	0,35	0,46	0,31	0,14	0,31	0,58	0,07	0,17	0,57	
	%	27%	33%	33%	38%	59%	22%	23%	60%	5%	34%	13%	5%	18%	13%	4%	16%	44%	6%	4%	32%	
																					% moyen	
% "petit" hors juv.		73%	67%	61%	60%	41%	72%	75%	40%	95%	62%	84%	94%	79%	87%	96%	84%	56%	94%	96%	66%	76%
% "grand" hors juv.		27%	33%	39%	40%	59%	28%	25%	60%	5%	38%	16%	6%	21%	13%	4%	16%	44%	6%	4%	34%	24%

Tableau 90 : Siréjol- Résultat de l'analyse de mélange

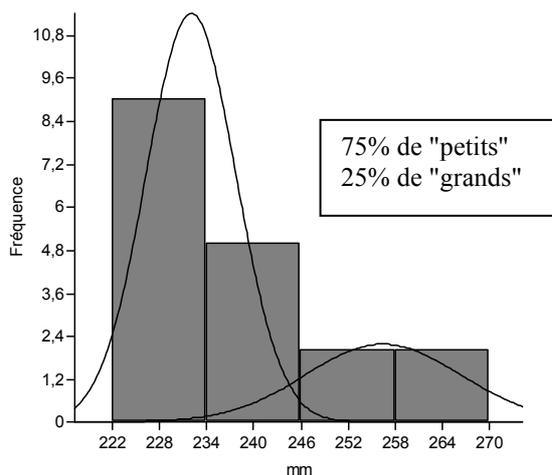


Figure 124 : Siréjol- Analyse de mélange sur la longueur brute des radius

✓ Roc de Combe

Les analyses de mélange des niveaux aurignaciens (c. 5) et gravettiens (c. 1) de Roc de Combe (Weinstock 2000b) indiquent la présence de 74% de femelles et 26% de mâles pour le premier (Tableau 91) et un sex-ratio de 2 femelles pour 1 mâle dans le second (Tableau 92).

		Roc de Combe aurignacien-- résultats de l'analyse des mélanges								
		Cbn GB	Hum BT	Mcm Bd	Mcm Dd	Rad Bp	Tal DI	Tal BC	Tib Dd	
		20	6	13	12	10	13	13	16	
"Petit"	Moyenne	-0,34	-0,86	-0,29	-0,30	-0,33	-0,44	-0,61	-0,36	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,60	0,22	0,44	0,50	0,46	0,24	0,56	0,56	
	%	85%	50%	85%	84%	80%	60%	63%	82%	
"Grand"	Moyenne	1,93	0,85	1,575	1,54	1,32	0,67	1,04	1,58	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,39	0,43	0,105	0,25	0,13	0,32	0,24	0,28	
	%	15%	50%	15%	16%	20%	40%	37%	18%	
										% moyen
% "petit" hors juv.		85%	50%	85%	84%	80%	60%	63%	82%	74%
% "grand" hors juv.		15%	50%	15%	16%	20%	40%	37%	18%	26%

Tableau 91 : Roc de Combe c. 5- Résultat de l'analyse de mélange



		Roc de Combe gravettien-- résultats de l'analyse des mélanges							
		Cal GL	Cal GB	Hum Dd	Mcm Bd	Rad Dp	Tal BC	Tib Bd	
N		10	10	6	21	9	14	16	
"Petit"	Moyenne	-0,79	-0,35	-0,20	-0,35	-0,11	-0,94	-0,71	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,40	0,19	0,13	0,50	0,37	0,26	0,20	
	%	0,60	0,60	0,67	0,81	0,75	0,50	0,62	
"Grand"	Moyenne	1,19	0,54	0,39	1,50	1,12	0,94	1,15	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,17	0,15	0,14	0,18	0,22	0,35	0,61	
	%	0,40	0,40	0,33	0,19	0,25	0,50	0,38	
									% moyen
% "petit" hors juv.		60%	60%	67%	81%	75%	50%	62%	65%
% "grand" hors juv.		40%	40%	33%	19%	25%	50%	38%	35%

Tableau 92 : Roc de Combe c. 1- Résultat de l'analyse de mélange

✓ **Assemblages du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire**

✓ **Pégourié (Lot)**

Les ossements de renne mesurables sont peu nombreux à Pégourié, n'autorisant pas d'analyse de mélange. La répartition des extrémités distales des métacarpes (Figure 125) et métatarses (Figure 126) -plus nombreuses- ne permettent pas, tout comme la courbe VSI (Figure 127) et les restes de bois, d'évaluer précisément la proportion de mâles et de femelles dans l'assemblage ; les deux genres devaient être présents.

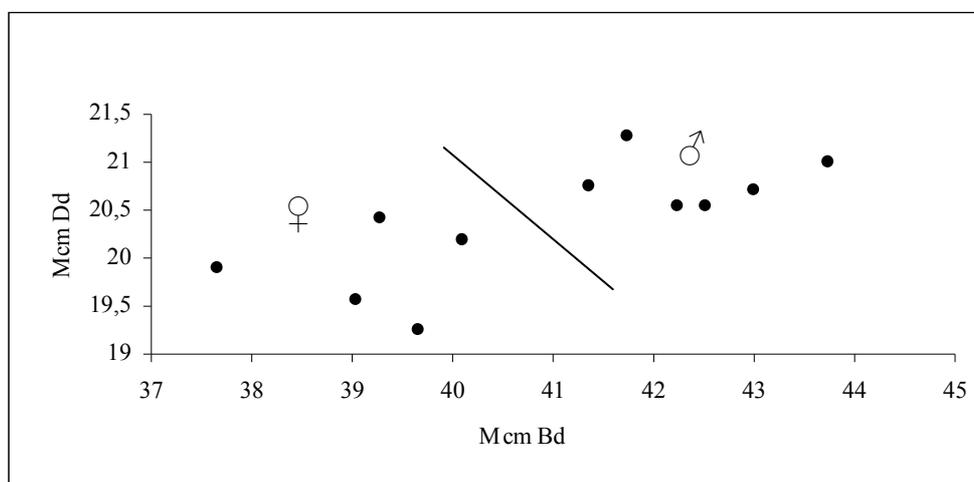


Figure 125 : Pégourié- Répartition des métacarpiens distaux (en mm)



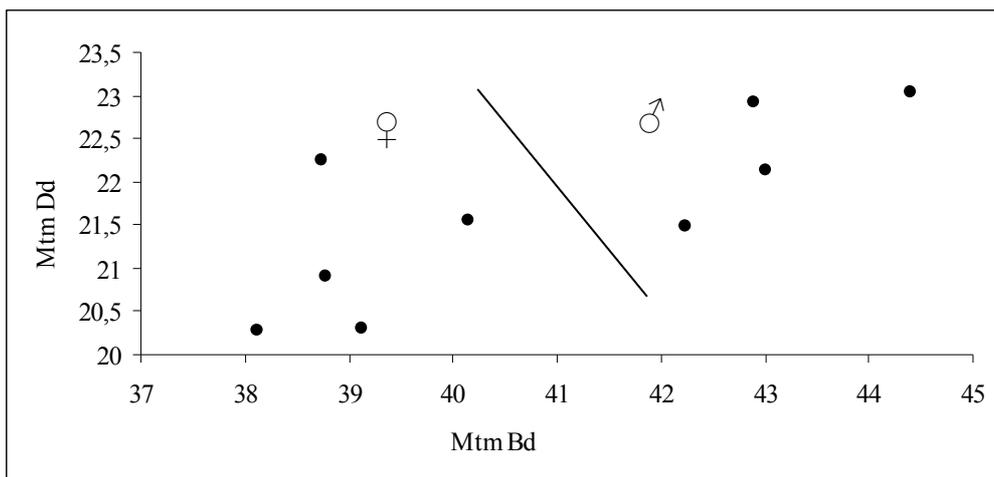


Figure 126 : Pégourié- Répartition des métatarsiens distaux

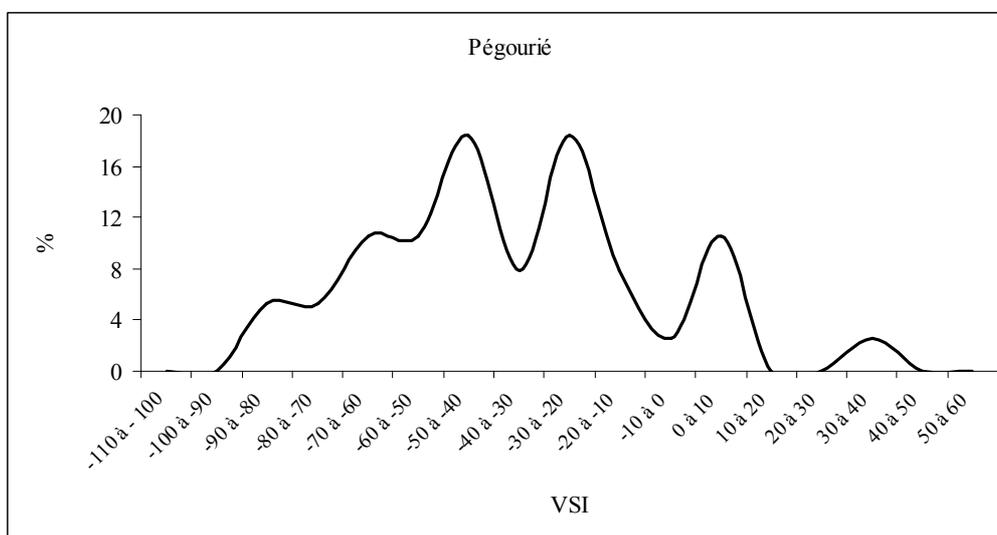


Figure 127 : Pégourié- Courbe VSI à partir de tous les éléments osseux

✓ Lassac (bassin de l'Aude)

L'analyse de mélange, menée sur un échantillon somme toute relativement faible, irait dans le sens d'une relative égalité des deux sexes dans l'assemblage (Tableau 93).



		LASSAC- résultats de l'analyse de mélanges							
		SCA GLP	SCA BG	HUM BT	HUM Dd	TAL Lm	TAL Dm	TAL BC	
N		9	9	11	8	32	30	34	
"Très Petit"	Moyenne	-	-0,73	-	-	-	-	-	Juvéniles ?
	Ec.t-Type	-	0,13	-	-	-	-	-	
	%	0%	22%	0%	0%	0%	0%	0%	
"Petit"	Moyenne	-0,36	-0,10	-0,33	-0,47	-0,28	-1,37	-0,40	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,41	0,02	0,70	0,24	0,72	0,15	0,10	
	%	63%	22%	82%	68%	83%	14%	23%	
"Grand"	Moyenne	0,35	0,33	1,49	0,99	1,35	0,23	0,12	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,01	0,12	0,04	1,04	0,11	0,62	1,13	
	%	37%	56%	18%	32%	17%	86%	77%	
		% moyen							
% "petit" hors juv.		63%	29%	82%	68%	86%	14%	23%	52%
% "grand" hors juv.		37%	71%	18%	32%	14%	86%	77%	48%

Tableau 93 : Lassic- Résultat de l'analyse de mélange

✓ Laugerie-Haute Est (Dordogne)

Les analyses effectuées sur les deux assemblages de Laugerie-Haute Est⁵⁰ indiquent des proportions bien distinctes de mâles et de femelles. Dans les niveaux du dernier Pléniglaciaire, ce sont les mâles qui paraissent majoritaires (près de 70% des rennes adultes), sur la base de seulement cinq variables (Tableau 94). Des analyses bivariées pourraient aller dans le sens d'une présence forte des mâles (Annexe 4).

		LAUGERIE 0,1,2-- Résultats de l'analyse de mélanges					
		Sea BG	Mcm Bd	Mcm Dd	Tal Lm	Mtm Bd	
N		10	24	24	9	21	
"Petit"	Moyenne	-10,346	-16,648	-17,884	-9,259	-6,242	Femelles ?
	Ec.t-Type	1,369	1,568	4,774	5,709	2,035	
	%	50%	12%	27%	34%	38%	
"Grand"	Moyenne	6,428	-0,646	3,042	8,133	3,047	Mâles ?
	Ec.t-Type	4,133	7,345	6,867	3,161	3,294	
	%	50%	88%	73%	66%	62%	
		% moyen					
% "petit" hors juv.		50%	12%	27%	34%	38%	31%
% "grand" hors juv.		50%	88%	73%	66%	62%	69%

Tableau 94 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Résultat de l'analyse de mélange

Dans la couche attribuée à l'He1, le sex-ratio est inversé puisque les femelles constituent le principal gibier chassé (Tableau 95). Plusieurs analyses bivariées tendraient également à conforter ce résultat (Annexe 4).

⁵⁰ À partir des valeurs brutes publiées par Weinstock (2000b)



		LAUGERIE 3-- Résultats de l'analyse de mélanges										
		Hum Bd	Rad Bd	Mcm Bd	Tib Dd	Tal Ll	Tal Lm	Tal Dl	Tal Dm	Mtm Bd	Mtm Dd	
		10	6	26	17	20	20	24	16	22	18	
"Petit"	N											
	Moyenne	-11,86	-4,13	-7,87	-2,28	-4,53	-8,04	-7,05	-11,93	-4,24	-3,14	Femelles ?
	Ec.t-Type	4,66	1,22	4,47	6,76	5,91	5,49	7,96	2,77	2,67	3,51	
%	57%	67%	57%	89%	76%	56%	69%	44%	72%	89%		
"Grand"	N											
	Moyenne	15,59	8,26	8,60	17,68	13,36	10,39	15,49	9,26	10,85	8,66	Mâles ?
	Ec.t-Type	13,21	0,62	5,32	1,92	2,60	4,98	3,37	4,92	5,08	1,44	
%	43%	33%	43%	11%	24%	44%	31%	56%	28%	11%		
											% moyen	
% "petit" hors juv.		57%	67%	57%	89%	76%	56%	69%	44%	72%	89%	69%
% "grand" hors juv.		43%	33%	43%	11%	24%	44%	31%	56%	28%	11%	31%

Tableau 95 : Laugerie-Haute Est 3- Résultat de l'analyse de mélange

✓ Bize (bassin de l'Aude)

Les analyses de mélange n'ont pas pu être menées sur les assemblages magdaléniens de la grotte Tournal (Bize) en raison d'un accès tardif aux données ostéométriques. D'après les travaux de Magniez (2010b) portant sur chaque élément anatomique du squelette post-crânien, il apparaît sur les nuages de points (coxal, talus, radius, tibia) que les femelles sont généralement dominantes dans les deux niveaux.

✓ Gazel et Canecaude (bassin de l'Aude)

Ces deux assemblages ont été regroupés car ils datent tous deux de la même période (He1) et sont proches géographiquement. Par ailleurs, les résultats des analyses de mélange se sont avérés peu probants. Pour Canecaude, les effectifs sont faibles; seules trois variables (Rad Bp, Rad Dp, Mcm Dd) montrent des distributions bimodales. Ces dernières indiquent 64% de femelles et 36% de mâles. Pour Gazel, alors que l'échantillon est fiable, l'analyse de mélange présente également des distributions bimodales seulement pour trois variables biométriques. Les mêmes proportions de femelles et de mâles sont retrouvées (Tableau 96).

		Gazel- Résultats			
		HUM Bd	MCM Dp	TAL Dm	
		20	21	41	
"Très Petit"	N				
	Moyenne	-		-0,45	Juveniles ?
	Ec.t-Type	-		0,73	
%	0%		83%		
"Petit"	N				
	Moyenne	-0,66	-0,74	1,03	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,64	0,27	0,02	
%	79%	0,51	10%		
"Grand"	N				
	Moyenne	1,13	0,54	1,42	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,17	0,32	0,03	
%	21%	0,49	7%		
					% moyen
% "petit" hors juv.		79%	51%	56%	63%
% "grand" hors juv.		21%	49%	44%	37%

Tableau 96 : Gazel- Résultat de l'analyse de mélange



La comparaison de la répartition des deux assemblages *via* une courbe VSI (Figure 128) ne permet pas de caractériser cette différence de sex-ratio. La courbe de Gazel montre toutefois un décalage par rapport à celle de Canecaude.

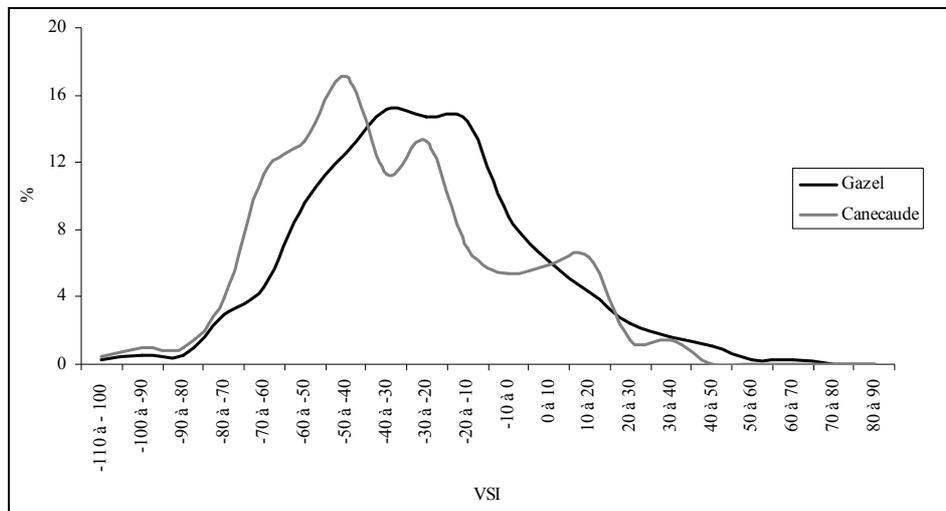


Figure 128 : Gazel et Canecaude- Courbe VSI

En complément des analyses de mélange, j'ai évalué la proportion de mâles et de femelles en fonction du poids, en établissant des courbes de distribution de la masse corporelle (Figure 129). À Canecaude, les jeunes et les femelles sont plus abondants, les occurrences entre 120 et 150 kg devant correspondre aux individus mâles. À Gazel, la bimodalité est bien nette : elle pourrait confirmer les résultats obtenus à partir de l'analyse des mélanges qui indiquent que les femelles sont dominantes mais les mâles bien représentés. Cette composition démographique paraît également validée par des diagrammes de dispersion (Annexe 4).

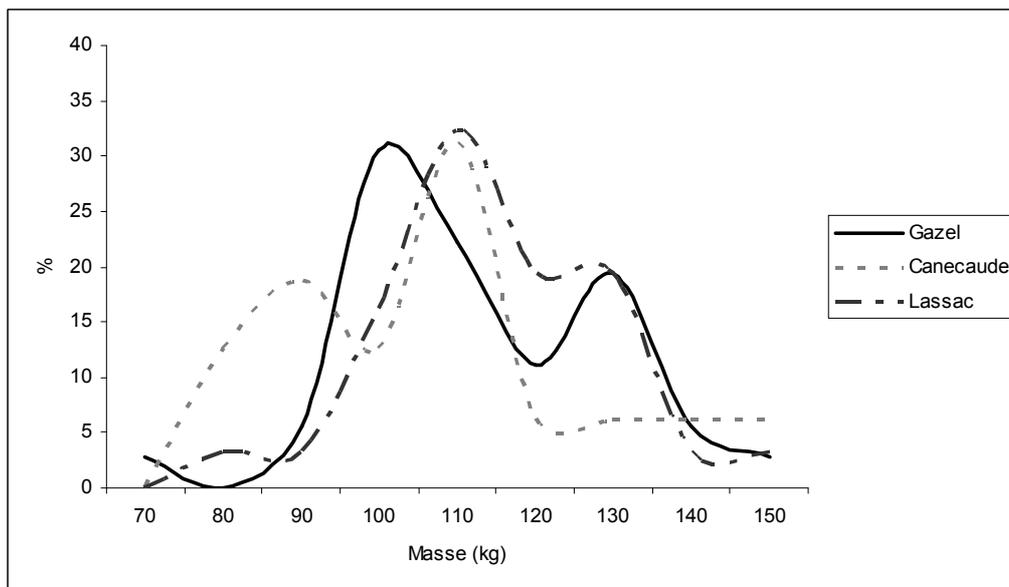


Figure 129 : Comparaison de la masse corporelle des gisements du Bassin de l'Aude



✓ Igue du Gral (Lot)

La découverte de plusieurs crânes complets ou sub-complets atteste de la grande richesse paléontologique de cet aven. Il est en effet rarissime de retrouver de tels éléments en si bon état de conservation. L'analyse menée en 2008 portait sur sept spécimens dont quatre ont été attribués à des femelles (dont deux jeunes) et trois à des mâles (dont un jeune). Les mesures crâniennes (Tableau 97) indiquent que le dimorphisme sexuel est particulièrement marqué au niveau des pédicules, probablement en raison du port de bois plus imposant chez les mâles que chez les femelles (Kuntz et Castel 2008).

Mesures	La Martine	St-Martin-de-Caralp	Gral	Gral	Gral	Gral	Gral	Gral	Gral
	Delpèch 1970	Bouchud 1967	M30-261	P47-753	P48-290	Q47-417	M51-326	M51-17	P47-1574
			mâle	mâle	mâle jeune	femelle	femelle	femelle jeune	femelle jeune
Longueur frontale médiane (Nasion-Akrokranium)			161		>157				
Longueur Lambda-Nasion		175	154		>145				
Largeur mastoïdienne maximale	115	125	122	120	112	110		89	
Largeur des condyles occipitaux	72	65	62,3	69,5	66	59	60	57 env.	57,9
Largeur entre processus jugulaires			98,5	103	91		70	74	
Largeur du trou occipital			26	25,5	24,5	26		22	25,6
Long. basion-plus haut point de la crête occipitale		94,5	80		74	52	66	65	
Largeur inter-chevilles externe			109		100	90	90	81	96
Largeur inter-chevilles interne			39		55	60	61	56,5	64,7
Périmètre du pédicule pariétal gauche			142		90	70	<56	53	56
Périmètre du pédicule pariétal droit			145		86	Patho.	48	53	
Longueur antéro-postérieure du pédicule gauche			45		25	23	15	18	19
Longueur antéro-postérieure du pédicule droit			46		25,5	15	13,5	18	19,5
Largeur du pédicule gauche			44		27	20	13	13	16
Largeur du pédicule droit					25	12	13	14	16

Tableau 97 : Valeurs ostéométriques obtenues sur les crânes de renne de l'Igue du Gral (Kuntz et Castel 2008 - données J.-C. Castel)

Le sexe de onze rennes du secteur avant a été évalué à partir de l'analyse des os coxaux (Tableau 98). La distinction mâle/femelle à l'œil nu s'est avérée très aisée. D'après nos observations, l'échantillon serait constitué de 5 femelles et 6 mâles, ce qui paraît confirmé par le diagramme de dispersion (Figure 130). Cette estimation demeure en deçà du nombre total de rennes ayant chuté dans l'aven (tous les os coxaux ne sont pas aussi bien conservés) mais elle présente l'avantage de compléter les données jusqu'à présent acquises (Kuntz et Castel 2010)⁵¹.

Année	Référence	Déc.	X	Y	Z	Niveau	Côté	Sexe	La	Ha
2006	P46-1144	43	84	0	159	sup	D	Femelle	32,9	5,7
2007	P46-1355	51	41	34	191	sup	D	Femelle	35,2	4,8
2003	P48-121	8	14	78	136	sup	G	Femelle	36,2	6
2001	Q45-102	5	70	71	185	sup	G	Femelle	34,4	4,9
2009	Q46-1585	56	100	46	222	inf	G+D	Femelle	33,7	6
2003	P47-570	20	2	48	139	sup	D	Mâle	37,1	9,8
2006	Q46-546	23	51	87	166	sup	D	Mâle	37,8	8,6
2006	P47-1076	40	47	21	151	sup	G	Mâle	35,2	8,8
2008	P48-687	36	10	35	164	sup	G	Mâle	37,4	9,9
2009	Q47-1343	44	31	67	201	inf	G	Mâle	39,1	10,8
2008	R47-258	5	20	13	161	sup	G	Mâle	38,1	9,5

Tableau 98 : Igue du Gral- Mesures et sexes des os coxaux des mâles et des femelles (données D. Kuntz)

⁵¹ Dans le rapport 2008, nous faisons en effet état de la présence, sur la base des coxaux, de trois femelles et trois mâles.



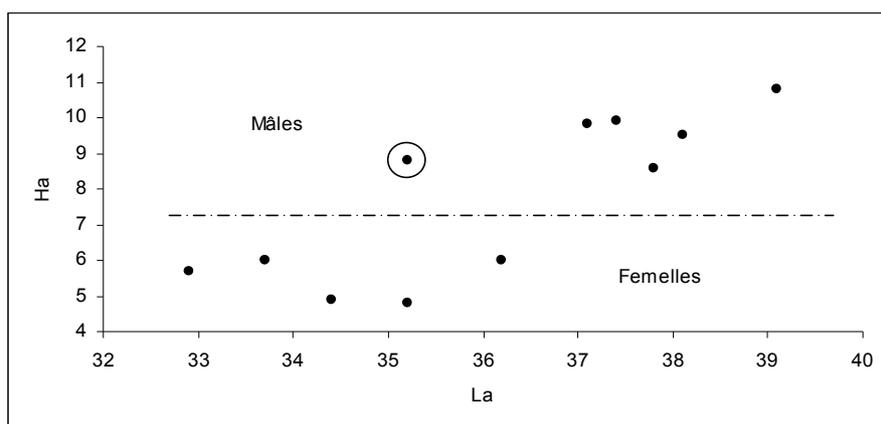


Figure 130 : Igue du Gral- Diagramme de dispersion des dimensions des os coxaux (en mm). La : longueur de l'acétabulum ; Ha : hauteur du bord ventro-médial de l'acétabulum. Le point encerclé correspond à un mâle de plus petite taille que les autres.

Des analyses de mélanges ont été réalisées (Tableaux 99 et 100) sur la base des restes mesurables des campagnes 2001-2008. Alors que les analyses bivariées indiquent une relative égalité des deux sexes (6 mâles et 5 femelles), les analyses de mélange montrent que les femelles sont mieux représentées que les mâles, ces derniers étant toutefois bien présents au sein de l'assemblage. Les mesures d'épaisseur de diaphyse (notées SD) paraissent bien discriminer les mâles des femelles.

		Igue du Gral 2001-2008--- résultat de l'analyse de mélanges							
		SCA	GLP	HUM SD	HUM Dd	RAD SD	RAD Bd	MCM Bp	MCM SD
N		20	17	14	22	15	28	27	
"Petit"	Moyenne	-0,674	-0,801	-0,687	-0,449	-0,830	-0,887	-0,611	
	Ec.t-Type	0,534	0,643	0,308	0,782	0,455	0,456	0,619	
	%	70%	66%	57%	82%	67%	56%	68%	
"Grand"	Moyenne	1,564	1,545	0,915	2,088	1,658	1,115	1,288	
	Ec.t-Type	0,596	0,355	0,354	0,217	0,585	0,667	0,383	
	%	30%	34%	43%	18%	33%	44%	32%	
% "petit" hors juv.		70%	66%	57%	82%	67%	56%	68%	
% "grand" hors juv.		30%	34%	43%	18%	33%	44%	32%	

Tableau 99 : Igue du Gral- Résultat de l'analyse de mélange (membre antérieur)

		Igue du Gral 2001-2008--- résultat de l'analyse de mélanges							
		PEL La	TIB SD	TIB Dd	TAL DI	CBN D	MTM Bp	MTM Dp	
N		16	13	21	29	17	14	13	
"Petit"	Moyenne	-0,988	-1,388	-1,021	-0,376	-1,066	-0,856	-0,828	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,469	0,374	0,842	0,792	0,281	0,878	0,476	
	%	35%	54%	42%	82%	47%	65%	61%	
"Grand"	Moyenne	0,529	1,619	0,742	1,704	0,943	1,585	1,282	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,475	0,434	0,498	0,163	0,536	0,195	0,680	
	%	65%	46%	58%	18%	53%	35%	39%	
		% moyen							
% "petit" hors juv.		35%	54%	42%	82%	47%	65%	61%	61%
% "grand" hors juv.		65%	46%	58%	18%	53%	35%	39%	39%

Tableau 100 : Igue du Gral- Résultat de l'analyse de mélange (membre postérieur)



✓ La Madeleine (Dordogne)

Des données sur le sex-ratio proviennent de deux sources : le squelette post-crânien (fouilles anciennes : Weinstock 2000b) ainsi que les bois (niveaux 9 à 15 des fouilles Bouvier : Bonnissent 1993). Pour l'échantillon ostéométrique analysé par Delpech (c. 12 à 18), l'analyse de mélange n'a pas pu être effectuée car nous ne disposons pas des mesures brutes ; seuls les bois sont alors mentionnés. Pour l'échantillon des fouilles anciennes (Weinstock 2000b), les mesures sont publiées : des répartitions bivariées (Annexe 4) ainsi qu'une analyse de mélange ont été menées.

D'après l'étude des bois de renne de La Madeleine provenant des fouilles Bouvier (niveaux 9 à 15), les femelles et les jeunes mâles demeurent dominants au sein de la faune chassée mais les bois de massacre de mâles paraissent également bien présents (Figure 131) (Bonnissent 1993). Si l'on considère le détail par niveau archéologique, au cours du Magdalénien V supérieur (niveaux 9, 12, 13), les hommes ont préférentiellement chassé des femelles et des jeunes mâles. En revanche, au cours du Magdalénien IV moyen (niveau 14), la classe des mâles adultes domine (Bonnissent 1993). Malheureusement, nous ne connaissons pas la provenance exacte des vestiges mesurés par Delpech (niveaux 12 à 18 confondus) et ne pouvons ainsi évaluer précisément le sex-ratio de cet échantillon ostéométrique.

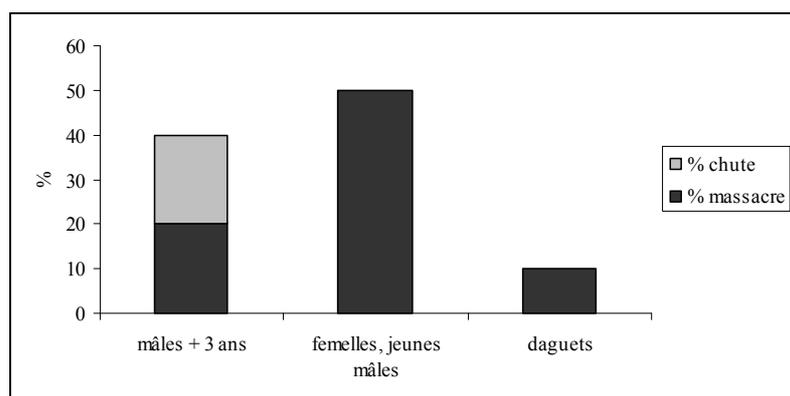


Figure 131 : La Madeleine (fouilles Bouvier)- Âge et sexe des individus d'après l'analyse des bois (d'après Bonnissent 1993)

Pour l'échantillon provenant des fouilles anciennes (Weinstock 2000b), l'analyse des mélanges indique un sex-ratio de 3 : 2 (Tableau 101). Contrairement à la courbe VSI qui ne permet pas d'identifier le sex-ratio (Figure 132), nous retiendrons qu'a priori, l'assemblage de la Madeleine (comme celui de l'Igüe du Gral) est constitué en grande partie de femelles, avec toutefois une présence non négligeable de mâles.



		La Madeleine -- Résultat de l'analyse des mélanges									
		SCA SLC	SCA BG	HUM Bd	HUM BT	HUM Dd	CAL GL	CAL GB	TAL Dm	MTM Bd	
		38	30	50	57	51	5	6	26	20	
"Petit"	N										
	Moyenne	-3,1658	-2,6776	-11,036	-8,4573	-13,518	-5,2824	-6,5634	-3,6246	-1,6659	Femelles ?
	Ec.t-Type	4,1609	0,6129	7,9342	10,506	5,8861	0,79715	1,511	6,6379	4,5608	
%	58%	23%	60%	73%	51%	60%	50%	81%	90%		
"Grand"	N										
	Moyenne	4,2872	0,79817	16,746	22,446	13,096	7,9236	6,5604	15,717	15,008	Mâles ?
	Ec.t-Type	12,11	11,504	10,765	6,2635	10,913	2,1741	2,8606	2,0673	0,2172	
%	42%	77%	40%	27%	49%	40%	50%	19%	10%		
% moyen											
% "petit" hors juv.		58%	23%	60%	73%	51%	60%	50%	81%	90%	61%
% "grand" hors juv.		42%	77%	40%	27%	49%	40%	50%	19%	10%	39%

Tableau 101 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Résultat de l'analyse de mélange

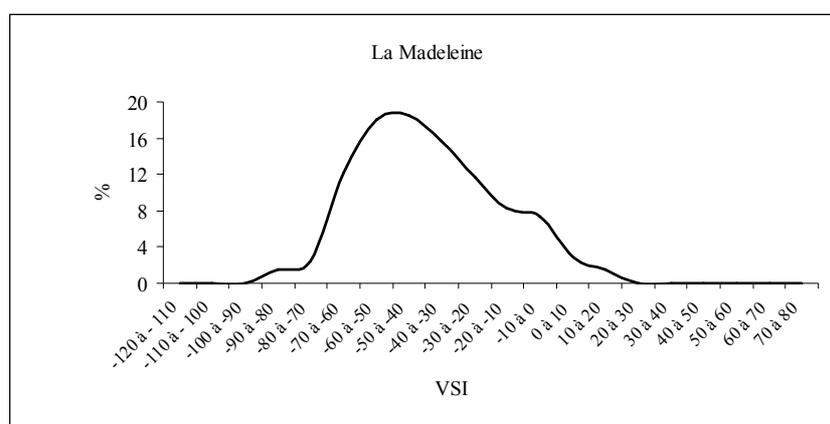


Figure 132 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Courbe VSI

✓ Gare de Couze (Dordogne)

À partir des données brutes de Gare de Couze (Weinstock 2000b), une analyse de mélange a également été effectuée (Tableau 102). Seuls les niveaux G ont pu être analysés en raison du faible effectif dans le niveau H. Le pourcentage moyen de femelles et de mâles est sensiblement proche de celui de La Madeleine, avec une plus forte proportion de femelles (sex-ratio 2 : 1 en faveur des femelles).

		Gare de Couze G- résultats de l'analyse des mélanges									
		CBN GB	CBN D	HUM BT	RAD Bd	SCA SLC	SCA BG	TAL Lm	TAL DI	TIB Bd	
		27	25	27	16	8	11	33	31	13	
"Petit"	N										
	Moyenne	-0,164	-0,546	-0,611	0,028	0,133	0,170	-0,645	-0,499	0,297	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,864	0,946	0,407	0,347	0,491	0,422	0,305	0,676	0,453	
%	84%	63%	46%	67%	75%	82%	34%	82%	61%		
"Grand"	N										
	Moyenne	1,800	1,247	0,916	1,596	2,236	2,219	0,581	1,279	2,100	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,137	0,320	0,423	0,532	0,148	0,258	0,584	0,134	0,411	
%	16%	37%	54%	33%	25%	18%	66%	18%	39%		
% moyen											
% "petit" hors juv.		84%	63%	46%	67%	75%	82%	34%	82%	61%	67%
% "grand" hors juv.		16%	37%	54%	33%	25%	18%	66%	18%	39%	33%

Tableau 102 : Gare de Couze G- Résultat de l'analyse de mélange



✓ Dufaure (Landes)

L'analyse de mélange n'a permis d'identifier de bimodalité que sur quatre variables biométriques (Tableau 103), indiquant que les femelles et probablement aussi les jeunes individus représentaient environ 60% de l'assemblage. Ces résultats sont toutefois à considérer avec précaution car l'effectif demeure faible.

		Dufaure--- résultats de l'analyse des mélanges				
		Hum Dd	Tib Dd	Tal Ll	Tal Dl	
		12	13	17	18	
"Petit"	N					
	Moyenne	-1,299	-0,360	-0,555	-0,391	Femelles ?
	Ec.t-Type	0,190	0,472	0,566	0,621	
%	16%	77%	67%	77%		
"Grand"	Moyenne	0,244	1,207	1,149	1,621	Mâles ?
	Ec.t-Type	0,513	0,123	0,315	0,395	
	%	84%	23%	33%	23%	
		% moyen				
% "petit" hors juv.		16%	77%	67%	77%	59%
% "grand" hors juv.		84%	23%	33%	23%	41%

Tableau 103 : Dufaure- Résultat de l'analyse de mélange

✓ La Vache (Ariège)

Le gisement de la Vache présente une particularité par rapport aux autres assemblages étudiés. Il enregistre tout d'abord la plus forte masse corporelle des rennes (autour de 150-200 kg selon que l'on considère ou non les individus mâles⁵²). D'autre part, une analyse détaillée du sex-ratio nous permet de conclure que les mâles y sont très abondants. Sur la base de 56 individus mesurés (pour un NMI total de 147 rennes - Pailhaugue 2004), 29 mâles et 19 femelles adultes soit 48 individus au total ont été clairement identifiés (Tableau 104).

	NMI mâles	NMI femelles	TOTAL	% mâle/ femelle
Humérus distal	10	6	16	62,5
Radius distal	8	2	10	80
Tibia distal	26	19	45	57,8
Métatarse distal	29	8	37	78,4
TOTAL	29	19	48	69,7

Tableau 104 : La Vache- Résultats de l'analyse bivariée (nuages de points)

Les résultats obtenus sur les nuages de points (Annexe 4) sont globalement en accord avec ceux issus de l'analyse de mélange qui identifie 75% de mâles (Tableau 105), et également avec les travaux menées sur l'industrie en bois de renne qui a mis en avant une présence affirmée de bois de chute de mâles⁵³ (Averbouh 2000, 2005).

⁵² Ces valeurs sont toutefois à considérer avec prudence car, dans les analyses de N. Pailhaugue, le diamètre transversal maximum du talus est pris en proximal et non en distal

⁵³ Bien que ces derniers aient pu être récoltés en dehors des épisodes de chasse



		LA VACHE--- résultats de l'analyse des mélanges															
		SCA GLP	SCA BG	HUM Bd	HUM Dd	RAD Bp	RAD Bd	RAD Dd	TIB Bd	TIB Dd	TAL LI	CBN GB	CBN D	MTM Bd	MTM Dd		
		N	32	44	30	30	38	23	29	82	90	73	51	51	75	69	
"Très Petit"	Moyenne	-	-	-0,98834	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,91	Juvéniles ?
	Ec.t-Type	-	-	0,17788	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	
	%	0%	0%	21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	8%	
"petit"	Moyenne	-1,47	-1,09	-0,14	-1,46	-1,06	-2,06	-2,06	-0,90	-0,71	-2,13	-0,89	-1,63	-1,44	-1,07		Femelles ?
	Ec.t-Type	0,36	0,80	0,08	0,51	0,44	0,21	0,21	0,60	0,45	0,62	0,86714	0,32	0,19	0,12		
	%	26%	26%	25%	19%	38%	13%	13%	41%	47%	12%	37%	14%	23%	15%		
"Grand"	Moyenne	0,51	0,39	0,46	0,34	0,65	0,31	0,31	0,59	0,56	0,29	0,52	0,26	0,34	0,35		Mâles ?
	Ec.t-Type	0,57	0,52	0,55	0,54	0,50	0,49	0,49	0,50	0,51	0,75	0,53568	0,79	0,71	0,76		
	%	74%	74%	54%	81%	62%	87%	87%	59%	53%	88%	63%	86%	77%	78%		
																	% moyen
% "petit" hors juv.		26%	26%	32%	19%	38%	13%	13%	41%	47%	12%	37%	14%	23%	16%		25%
% "grand" hors juv.		74%	74%	68%	81%	62%	87%	87%	59%	53%	88%	63%	86%	77%	84%		75%

Tableau 105 : La Vache- Résultat de l'analyse de mélange

La **synthèse des résultats des analyses de mélange** pour plusieurs échantillons (Figure 133) doit être considérée avec prudence, notamment en raison de la faiblesse de certains effectifs. Par ailleurs, la mise en évidence du sex-ratio est rendue difficile par l'âge des rennes qui constituent l'assemblage. Les restes de scapula, d'os coxal, d'extrémités distales d'humérus, de tibia et de métapodes peuvent correspondre à des individus âgés de seulement quelques mois (min. 6 à 18 mois). Malheureusement, le contrôle précis de l'âge des individus d'un assemblage n'est pas rendu possible du fait de l'intense fragmentation du matériel osseux.

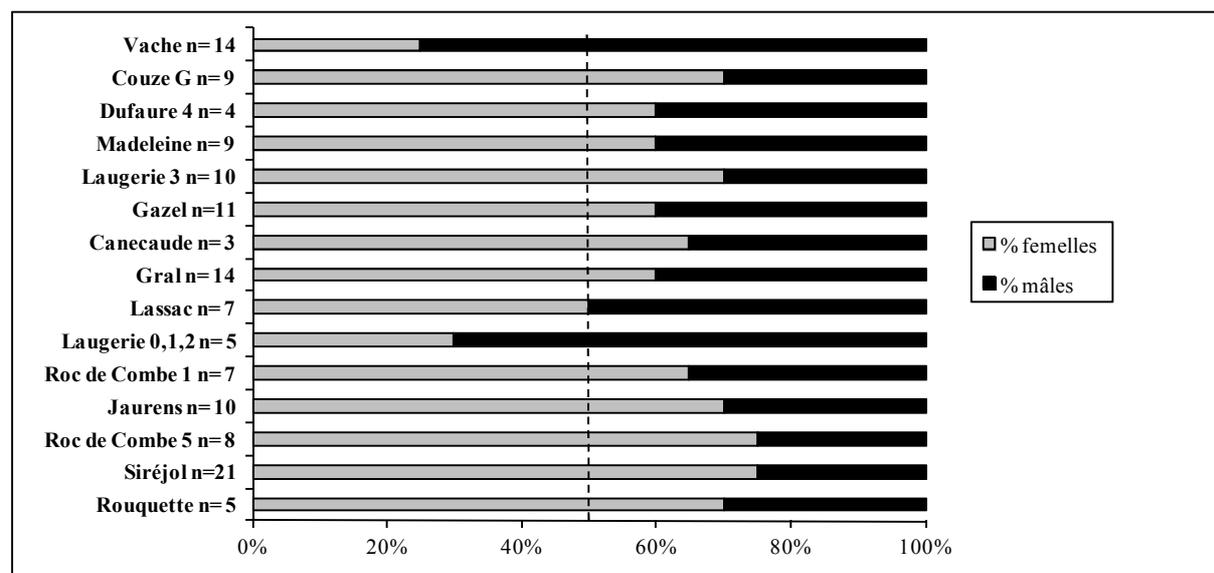


Figure 133 : Synthèse des données sur le sex-ratio à partir des analyses de mélange (n = nombre de variables biométriques ayant permis d'obtenir le pourcentage de femelles et de mâles). Du plus récent au plus ancien

Pour les sites dont les analyses de mélange n'ont pas été possibles (soit en raison de l'absence de valeurs biométriques brutes soit par manque d'effectif), j'ai regardé dans la littérature les indications provenant des bois. À Bois-Ragot (Poitou-Charentes) par exemple, il semblerait que seuls des bois de chute de mâles de plus de trois ans aient été mis au jour (Griggo 2005). Ces données ne donnent toutefois aucune information sur le sex-ratio des rennes chassés. Pour les gisements du Placard, aucune indication n'est à ce jour publiée.



À Enlène, les bois de mâles ont servi à la fabrication de baguettes et ceux des femelles correspondent à des bois de mue (Averbouh 2005), mais ces indications n'informent pas non plus sur le sex-ratio des rennes chassés. À Duruthy (c.3), les bois de massacre, grêles et fort nombreux, sont presque tous attribuables à des femelles alors que les bois de chute, à quelques exceptions près, appartiennent à des mâles (Delpech 1978). Ce sont par conséquent plutôt des femelles qui ont été chassées dans les Landes (Duruthy et Dufaure).

VI.2.2. Fluctuations temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques

Les caractéristiques morphologiques des rennes ont été identifiées sur la base de méthodes variées en testant d'abord les fluctuations temporelles, puis les fluctuations synchroniques. Les différences isométriques ont été prises en compte en calculant les différences de taille isométrique moyenne (mISD) et en comparant les assemblages grâce aux analyses de contraste associées aux analyses de variance (ANOVA). Les différences de taille allométrique ont été caractérisées à partir d'analyses en composantes principales des valeurs de VSI* « centrées » et à partir de diagrammes de Simpson.

VI.2.2.1. Taille isométrique

VI.2.2.1.1. Données générales

Dans un premier temps, les 29 assemblages fossiles retenus du Sud-Ouest de la France ont été classés selon leur différence de taille isométrique moyenne (mISD) obtenue à partir de l'indice VSI modifié (VSI*)⁵⁴. Cette catégorisation permet de distinguer les rennes a priori de petite (mISD de -2 à -1), moyenne (mISD de -1 à -0,6), grande (mISD de -0,5 à 0), et très grande taille (mISD > 0) selon les différentes périodes chrono-climatiques (Tableau 106). Il apparaît de prime abord que les différences de taille isométrique des échantillons constituant le corpus ne présentent pas de répartition uniforme au cours des différentes périodes, sauf pour le Dernier Pléniglaciaire où seuls des rennes de petite taille sont présents.

⁵⁴ Pour rappel: les mISD ne tiennent pas compte des différences de proportions entre mâles et femelles ; c'est pourquoi les résultats du sex-ratio (analyses de mélange ou autres) sont précisés dans le tableau 106.



Assemblage	Zone géographique	Période	Référence	NER	n var.	mISD	es m	Sex-ratio
Rouquette	Quercy	OIS 4/3	Heriech-Briki 2003	59	14	-1,03	0,101	Inconnu
Siréjol	Quercy	OIS 3/2	Kuntz ce travail	406	42	-0,98	0,034	75% ♀, 25% ♂
Roc de Combe L5	Quercy	OIS 3/2	Weinstock 2000b	126	35	-0,53	0,048	75% ♀, 25% ♂
Jarens	Quercy	OIS 3/2	Valli com. pers.	120	24	-0,37	0,054	70% ♀, 30% ♂
Roc de Combe L1	Quercy	OIS 2	Weinstock 2000b	155	36	-0,76	0,045	65% ♀, 35% ♂
Laugerie-Haute Est M.0,1,2	Périgord	Dernier Pléniglaciaire	Weinstock 2000b	119	32	-1,58	0,054	30% ♀, 70% ♂
Le Placard Bad.	Poitou-Charentes	Dernier Pléniglaciaire	Griggo 1997	60	16	-1,28	0,072	Inconnu
Le Placard Sol.	Poitou-Charentes	Dernier Pléniglaciaire	Griggo 1997	72	15	-1,17	0,082	Inconnu
Pégourié c. 8 & 9	Quercy	Dernier Pléniglaciaire	Kuntz ce travail	38	22	-1,03	0,105	Inconnu
Lassac	Bassin Aude	Dernier Pléniglaciaire	Kuntz ce travail	111	30	-1,08	0,045	50% ♀, 50% ♂
Igue du Gral sect. avant	Quercy	He1	Kuntz ce travail	188	42	-0,72	0,050	60% ♀, 40% ♂
Combe Cullier c. 11 à 14	Quercy	He1	Delpech 1983	44	14	-0,87	0,050	Inconnu
Canecaude c. II	Bassin Aude	He1	Kuntz ce travail	204	32	-1,28	0,053	65% ♀, 35% ♂
Gazel ensble 7	Bassin Aude	He1	Kuntz ce travail	375	34	-0,91	0,040	60% ♀, 40% ♂
Bize c. G	Bassin Aude	He1	Magniez 2010a	612	34	-0,84	0,030	♀ majoritaires
Laugerie-Haute Est M.3	Périgord	He1	Weinstock 2000b	180	33	-1,09	0,045	70% ♀, 30% ♂
Enlène Salle du Fond	Pyrénées centrales	He1	Lalande 1986	78	9	-1,41	0,058	Inconnu
Bize c. H	Bassin Aude	He1/ GIS-1	Magniez 2010a	309	34	-0,43	0,040	♀ majoritaires
Madeleine	Périgord	He1/ GIS-1	Weinstock 2000b	203	21	-0,79	0,042	60% ♀, 40% ♂
Madeleine c. 12-18	Périgord	He1/ GIS-1	Delpech 1983	146	20	-0,36	0,025	♀+ ♂
Duruthy c. 3	Landes	He1/ GIS-1	Delpech 1983	333	18	-0,44	0,028	♀ majoritaires
Dufaure c. 4	Landes	GIS-1	Weinstock 2000b	109	20	-0,73	0,066	60% ♀, 40% ♂
Murat	Quercy	GIS-1	Kuntz ce travail	35	25	-0,66	0,098	Inconnu
Morin c. A	Gironde	GIS-1	Delpech 1983	110	18	-0,76	0,034	Inconnu
Gare de Couze G	Périgord	GIS-1	Weinstock 2000b	218	33	-0,77	0,042	70% ♀, 30% ♂
Gare de Couze H	Périgord	GIS-1	Weinstock 2000b	55	28	-0,59	0,076	Inconnu
Bois-Ragot 6 et 5b	Poitou-Charentes	GIS-1	Griggo 2008	37	14	0,03	0,100	Inconnu
La Vache sans mâles	Pyrénées centrales	GIS-1	Pailhaugue com. pers.	231	21	-0,83	0,041	30% ♀, 70% ♂
La Vache Salle Monique	Pyrénées centrales	GIS-1	Pailhaugue com. pers.	639	21	0,06	0,036	25% ♀, 75% ♂

Tableau 106 : Différence de taille isométrique moyenne croissante (mISD et erreur standard sur la moyenne [esm] associée) à l'échantillon de référence (Stellmoor) obtenue à partir de l'indice VSI*. NER= Nombre d'Eléments Retenus dans le cadre de l'analyse ostéométrique, n. var= nombre de variables biométriques utilisées pour chacun des échantillons.

Les deux assemblages de **la Madeleine** étudiés par Delpech (1983) et Weinstock (2000b), bien que fouillés à des périodes différentes et par des préhistoriens distincts, dateraient tous deux de la fin de l'He1 et/ou du début du GIS-1. Toutefois, les valeurs mISD obtenues pour ces deux assemblages diffèrent : l'échantillon de Weinstock (fouilles anciennes) enregistre une mISD de $-0,79 \pm 0,04$ (taille moyenne) alors que celui de Delpech (c. 12 à 18) enregistre une mISD de $-0,4 \pm 0,02$ (grande taille). Les tests statistiques (diagramme de Simpson et test *t* de Student) indiquent que les différences sont significatives pour plusieurs variables (HumBd, McM Bd et McM Dd) (Figure 134). Le test global montre que la différence de taille est significative au seuil de confiance de 95% ($p[H_0 : mISD_{\text{Mad. Delpech}} = mISD_{\text{Mad. Weinstock}}] = 0,02$). Les valeurs de Delpech, pour certaines variables et particulièrement les métacarpiens, sont proches de l'échantillon de référence de Stellmoor figuré par la ligne 0. Comment expliquer cette différence, surtout au niveau de l'extrémité distale des métapodes qui ne présente pas, *a priori*, de difficulté majeure dans l'orientation de la pièce ainsi que dans la prise de mesure⁵⁵ ? Si, lors de l'ANOVA, on retire les valeurs des métacarpiens, la différence n'est plus significative ($p[H_0 : mISD_{\text{Mad. Delpech}} = mISD_{\text{Mad. Weinstock}}] = 0,21$). Les sex-ratios

⁵⁵ %EM McM Bd= 1% ; %EM McM Dd= 4% (Magniez 2010b). [EM: erreur de mesure]

Il paraît également invraisemblable que les auteurs, archéozoologues confirmés, aient mélangé les métacarpiens et métatarsiens dans une des deux collections.



étant sensiblement équivalents, les rennes étudiés dans ces deux assemblages pourraient alors refléter des populations distinctes et pas strictement contemporaines, avec dans le cas de l'échantillon de Delpesch (rapporté à l'He1/GIS-1), des rennes aux extrémités de pattes avant plus trapues. C'est ce dernier assemblage qui a été retenu pour les comparaisons multivariées car la provenance stratigraphique des restes osseux est mieux renseignée.

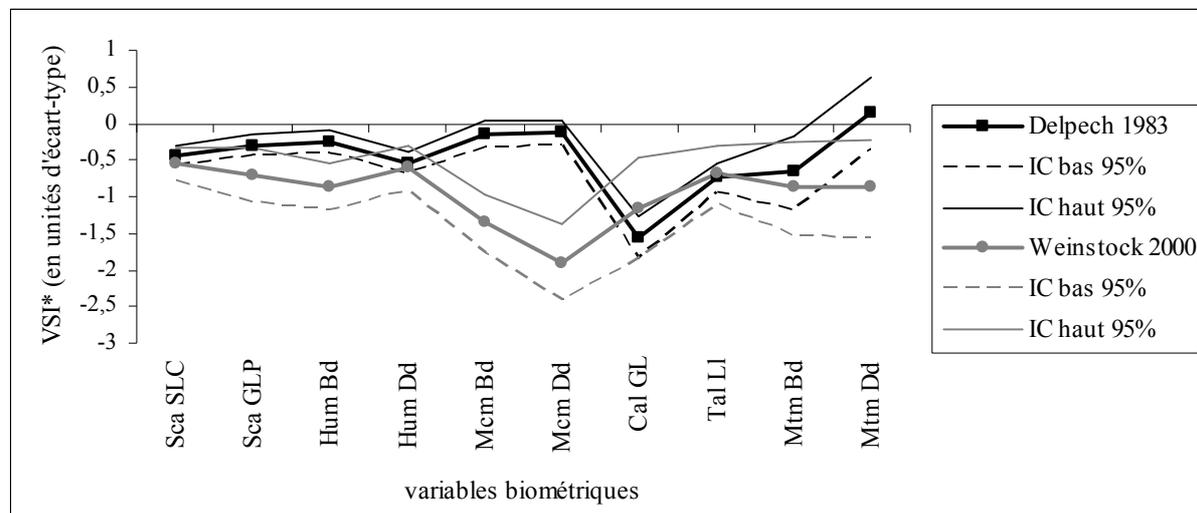


Figure 134 : La Madeleine- Comparaisons des valeurs mesurées par Delpesch (fouilles Bouvier) et Weinstock (fouilles Lartet et Christy)

Plus généralement, d'après le modèle précédemment établi par Delpesch (1983) et approuvé par Weinstock (2000b), les rennes ayant occupé le Sud-Ouest de la France seraient de petite taille corporelle aux alentours de 140 000 BP et vers 70 000 BP. Entre 32 000 et 25 000 BP, les rennes seraient de grande taille, avec une diminution sensible entre 30 000 et 28 000 BP. Ils diminueraient ensuite fortement de taille entre 25 000 et 14 000 BP (30 000 - 17 000 cal. BP).

Si l'on observe les fluctuations temporelles de la taille isométrique à partir de ce nouveau corpus d'étude, on constate que les rennes du Sud-Ouest de la France présentent majoritairement une taille corporelle inférieure à celle de l'échantillon de référence de Stellmoor et ce quelle que soit la période chronologique considérée (Figure 135).

Pour l'« **Anté-Pléniglaciaire** », les échantillons sont peu nombreux mais ils permettent d'apporter quelques constats. Au cours du MIS 4/3 (entre environ 70 000 et 40 000 BP), les rennes sont de petite taille corporelle dans l'assemblage moustérien de la Rouquette ($mISD = -1,03 \pm 0,1$). Lors de la période suivante, autour de 30 000 BP, ils sont de grande taille dans deux gisements, l'un d'origine naturelle (Jaurens $mISD = -0,37 \pm 0,05$), l'autre d'origine anthropique (Roc de combe L5 $mISD = -0,53 \pm 0,05$). Les rennes paraissent toutefois de petite taille dans le gisement paléontologique contemporain de Siréjol ($mISD = -0,98 \pm 0,03$). Vers 24 000-22 000 BP, ils sont de taille « moyenne », comme en témoigne l'assemblage du Roc de Combe L1 (Lot) attribué au MIS 3/2 ($mISD = -0,76 \pm 0,04$).



Au cours du **dernier Pléniglaciaire**, les rennes présentent la plus petite taille corporelle à l'échelle de toute la période étudiée, avec des valeurs mISD minimales de -1,6 (Laugerie-Haute Est m. 0, 1, 2) à -1,03 (Pégourié c. 8 & 9).

Durant l'**He1**, certains assemblages sont toujours représentés par des rennes de petite taille (Enlène, Canecaude, Laugerie-Haute Est), une forte présence de jeunes et de femelles à Canecaude et Laugerie pourrait expliquer leur petite taille isométrique. D'autres assemblages de l'He1 renferment des populations de taille moyenne (Gazel, Combe-Cullier, Bize G, Igue du Gral). Durant la période comprise entre l'He1 et le GIS-1 (vers 13 000 BP ou 15 000 cal. BP), certains assemblages paraissent renfermer des rennes de grande taille (Duruthy, Madeleine et Bize H).

Les rennes du **GIS-1** (Gare de Couze c. G et H, Morin c. A, Dufaure c. 4, Murat) paraissent maintenir une morphologie assez élevée qui n'atteint toutefois pas les valeurs obtenues dans les assemblages du stade isotopique 3/2, hormis pour l'assemblage de Bois-Ragot (mISD = $0,03 \pm 0,1$). L'assemblage de **La Vache** enregistre l'indice de taille isométrique moyenne le plus élevé (mISD = $0,06 \pm 0,04$) de tous les échantillons paléolithiques. La très forte dominance des rennes mâles (environ 75%) est responsable de cet indice élevé. En effet, si l'on tient compte de l'assemblage « Vache sans mâles » (retrait de 60% des valeurs les plus élevées de l'assemblage de « La Vache tout ») et que l'on calcule de nouvelles moyennes pour chacune des 21 variables analysées⁵⁶, la différence de taille isométrique moyenne tombe dans les valeurs obtenues pour d'autres gisements tardiglaciaires (mISD = $-0,83 \pm 0,04$). La comparaison des moyennes des deux échantillons de la Vache (« tout » ou « sans mâles ») indique des différences isométriques statistiquement très significatives ($p[H_0 : mISD_{Vachett} = mISD_{Vache\ sans\ \sigma}] = 2,46 \times 10^{-07}$), en lien avec des proportions distinctes de mâles et de femelles. La forte taille isométrique de l'échantillon de Bois-Ragot (mISD = $0,03 \pm 0,1$) pourrait également s'inscrire dans ce cas-là (mâles dominants) mais l'absence de données sur le sex-ratio ne permet pas de tester cette hypothèse.

⁵⁶ NER « Vache sans mâles » = 231



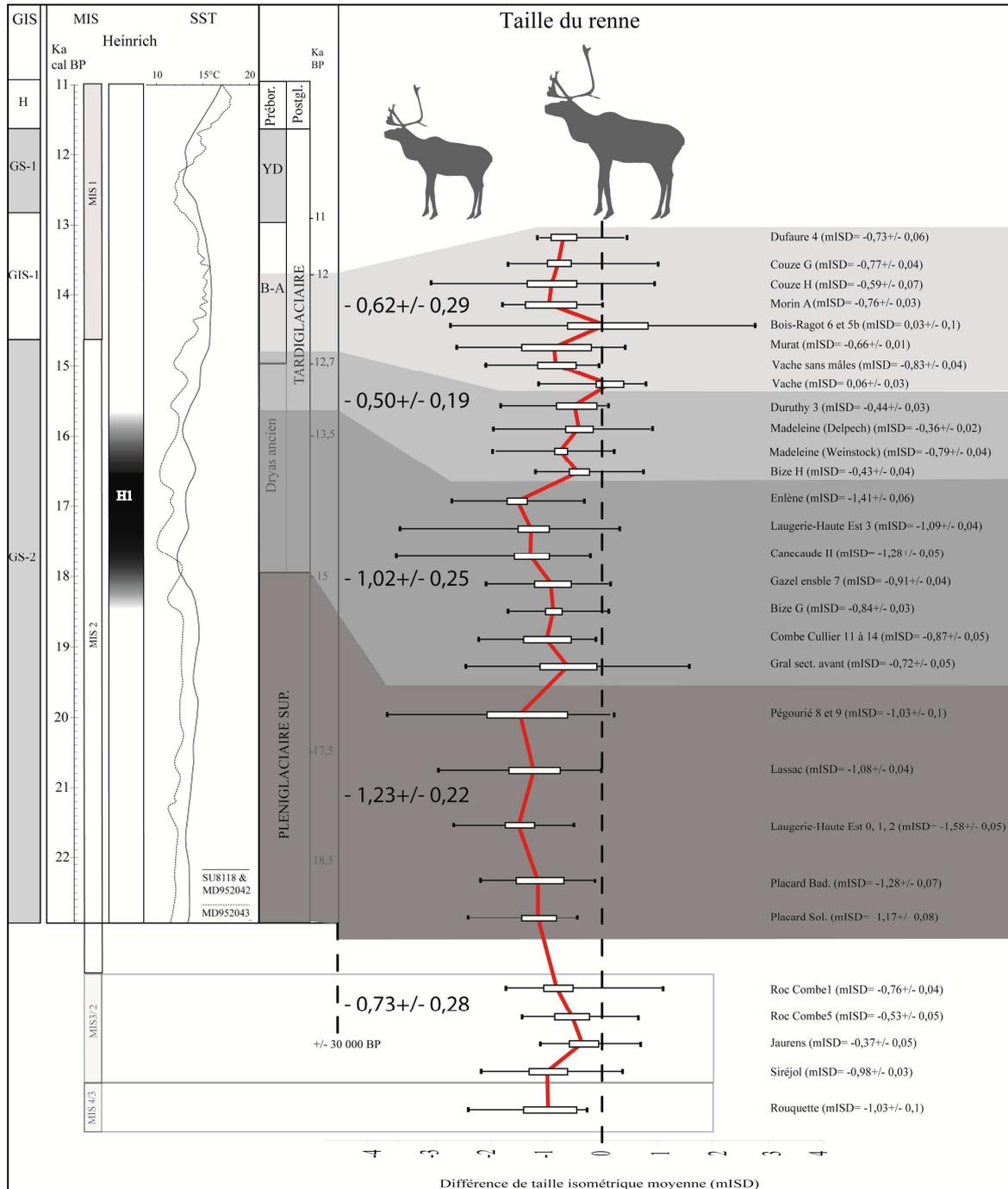


Figure 135 : Fluctuations de la taille corporelle des rennes dans le Sud-Ouest de la France à partir des différences de taille isométrique moyennes (mISD) à l'échantillon de référence (Stellmoor). Les IC associés aux valeurs moyennes représentent les valeurs maximales et minimales pour chacun des assemblages. Courbe paléoclimatique d'après Langlais *et al.* soumis-b.



VI.2.2.1.2. Résultats des ACP et des ANOVA

L'analyse en composantes principales (associée au Réseau Traversant Bootstrap) effectuée sur les valeurs VSI* « brutes » de l'ensemble des gisements paléolithiques permet d'identifier, sur l'axe 1 représentant 50% de la variabilité, un gradient de taille allant des populations les plus grandes aux populations les plus petites (Figure 136). Des rennes de « grande taille » seraient présents dans les assemblages de Jaurens et Roc de Combe 5 datés autour de 30 000 BP, mais également dans les assemblages tardiglaciaires de La Vache, Duruthy et La Madeleine. Des individus de « taille moyenne » se retrouveraient dans des gisements attribués au MIS 3/2 (Roc de Combe 1, Le Placard), à l'He1 (Combe Cullier, Gazel, Igue du Gral) ainsi qu'au GIS-1 (Dufaure, Gare de Couze G, Morin). Enfin, les rennes de « petite taille » seraient attestés au cours de plusieurs périodes chrono-climatiques : MIS 4/3 (La Rouquette), MIS 3/2 (Siréjol), dernier Pléniglaciaire (Placard et Lassac) et He1 (Laugerie 3, Canecaude). Cette distribution est en accord avec les résultats globaux des mISD. Toutefois, comme nous l'avons montré dans le registre actuel, la prise en compte de la taille isométrique ne permet pas de tenir compte des différences de sex-ratio entre les assemblages. Ce constat est confirmé notamment par l'échantillon de La Vache pour lequel l'axe 1 indique ici les plus fortes valeurs (Vache tout) alors qu'en retirant la majorité des individus mâles (Vache sans mâles), ce même assemblage se retrouve dans la catégorie des populations de taille moyenne. Il en va de même pour Gazel et Canecaude : l'écart entre le premier (taille moyenne : mISD = $-0,91 \pm 0,04$) et le second (petite taille : mISD = $-1,3 \pm 0,05$) est certainement liée à un sex-ratio distinct (mâles mieux représentés à Gazel).

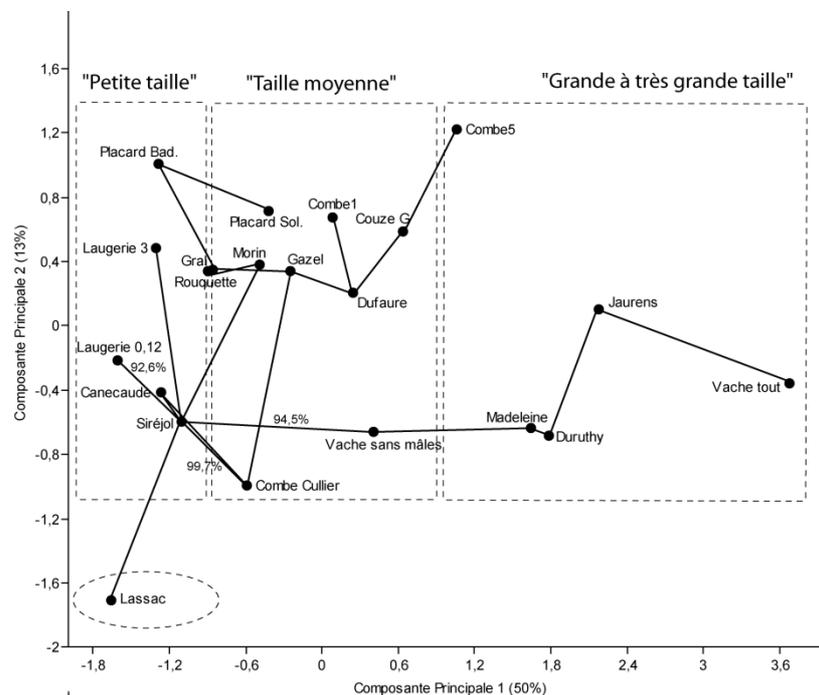


Figure 136 : Analyse en composantes principales effectuée à partir des valeurs brutes de VSI* pour les 21 assemblages du Sud-Ouest de la France considérés dans cette étude. Les 8 assemblages restants n'ont pas été intégrés, soit en raison du faible nombre de restes mesurés (Murat, Pégourié, Enlène, Couze H, Bois Ragot), soit en raison de l'ancienneté des fouilles (Madeleine- Weinstock 2000b), soit en raison d'un accès aux données après la réalisation des graphiques (assemblages de Bize).



Une ANOVA a été menée sur 12 des assemblages les mieux échantillonnés afin de tester les différences de taille corporelle isométrique selon les périodes chrono-climatologiques (Tableau 107). Les rennes de la fin du dernier Pléniglaciaire paraissent statistiquement très différents de ceux du stade isotopique 3/2 (Siréjol excepté) et de ceux du GIS-1, ils se caractérisent par une taille corporelle plus petite. En revanche, seuls les rennes de Laugerie-Haute (0,1,2) diffèrent de ceux de l'He1. À l'He1, ils paraissent surtout se distinguer des rennes du GIS-1 mais les assemblages de Canecaude et Laugerie-Haute étant a priori dominés par les femelles, il est envisageable que les différences enregistrées soient liées au moins en partie au sex-ratio.

		Stades 3/2			Dernier Pléniglaciaire		Dryas ancien					Bølling-Allerød		
		Siréjol	Combe 5	Combe 1	LGE 012	Lassac	Gral	Bize G	Canecaude	Gazel	LGE 3	Bize H	Couze G	
Stades 3/2	Siréjol	0	0,0001	0,113	0,222	1	0,482	0,360	1	0,192	1	1,79E-05	0,085	
	Combe 5		0	0,829	1,76E-05	2,05E-05	0,356	0,478	3,39E-05	0,698	0,0005	0,997	0,878	
	Combe 1			0	1,82E-05	0,013	1	1	0,038	1	0,237	0,179	1	
Dernier Pléniglaciaire	LGE 012				0	0,672	5,17E-05	3,08E-05	0,450	1,99E-05	0,104	1,76E-05	1,79E-05	
	Lassac					0	0,118	0,072	1	0,028	0,998	1,76E-05	0,009205	
Dryas ancien	Gral						0	1	0,245	1	0,704	0,024	1	
	Bize G								0	0,164	1	0,579	0,042	
	Canecaude									0	0,073	1	1,76E-05	0,027
	Gazel										0	0,363	0,104	1
Bølling-Allerød	LGE 3										0	1,99E-05	0,189	
	Bize H											0	0,225	
	Couze G												0	

Tableau 107 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA ($F= 11,99$; $ddl= 11, -32$; $p= 6,919 \times 10^{-19}$) menée sur 12 assemblages datés de l'« Anté-Pléniglaciaire » (Stades 3/2), du dernier Pléniglaciaire, du Dryas ancien (He1) et du Bølling-Allerød (GIS-1). 28 variables communes ont été retenues pour l'analyse. En gras, différence faiblement significative ; fond grisé, différence fortement significative ; fond blanc, différence non significative au seuil de 5%.

À l'échelle de l'Anté-Pléniglaciaire, tous les sites du Quercy ont été testés sur la base d'une ANOVA (Tableau 108). Les résultats indiquent que les différences sont statistiquement significatives entre Jaurens/Siréjol et Jaurens/Rouquette.

	Siréjol	Jaurens	Rouquette	Roc Combe 1	Roc Combe 5
Siréjol	0	0,001	0,73	0,37	0,11
Jaurens		0	0,02	0,08	0,29
Rouquette			0	0,98	0,73
Roc Combe 1				0	0,97
Roc Combe 5					0

Tableau 108 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA ($F= 7,962$; $ddl= 2, 21$; $p= 0,00267$) menée sur 5 assemblages datés de l'« Anté-Pléniglaciaire ». 12 variables communes.

Pour la période comprise **entre 21 500 et 14 000 cal. BP**, une comparaison diachronique a été entreprise plus spécifiquement pour les gisements du bassin de l'Aude, datés du dernier Pléniglaciaire (Lassac), de l'He1 (Bize G, Gazel et Canecaude) et du GIS-1 (Bize H). L'ANOVA menée sur les valeurs VSI* brutes de 26 variables biométriques met en avant l'absence de différence hautement significative (au seuil de 0,01) entre les gisements du dernier Pléniglaciaire et ceux de l'He1 (Tableau 109).



Les différences allométriques entre les assemblages de l'Anté-Pléniglaciaire d'une part et du dernier Pléniglaciaire/Tardiglaciaire d'autre part ont ensuite été analysées.

L'analyse en composantes principales effectuée à partir des assemblages de l'« Anté-Pléniglaciaire » indique, pour les valeurs VSI* « centrées », que les assemblages de Roc de Combe sont morphologiquement distincts et s'opposent sur l'axe 2. Les rennes de Roc de Combe 1 se caractérisent par des radius distaux plutôt larges alors que pour les rennes de Combe 5, ce sont les humérus distaux qui paraissent larges. L'assemblage de la Rouquette présente une morphologie différente des autres en raison notamment d'extrémités distales de métacarpien moins larges. Les rennes de Jaurens et Siréjol, présentés comme différents d'un différent d'un point de vue isométrique, présentent une conformation similaire car les réseaux traversant bootstrap les regroupent à plus de 96% (Figure 138).

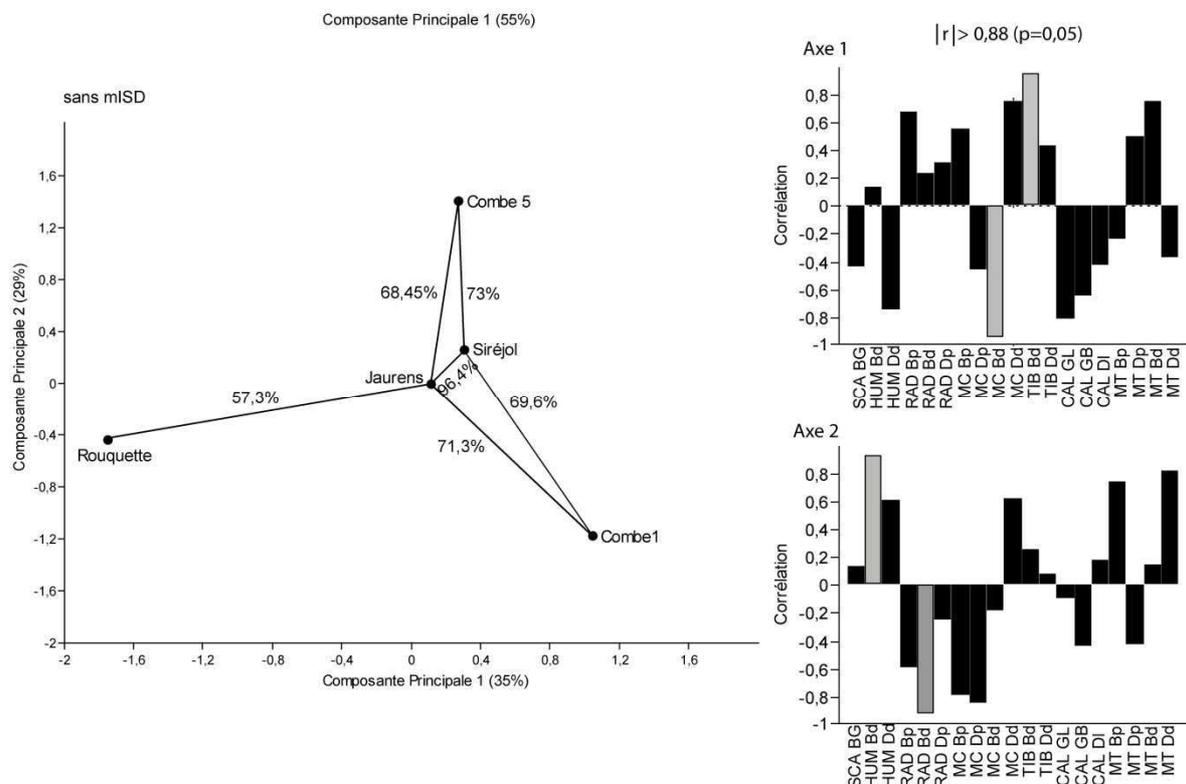


Figure 138 : Analyses en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages de l'« Anté-Pléniglaciaire »

À l'échelle des sites datés du **dernier Pléniglaciaire**, l'Analyse en Composantes Principales (Figure 139) indique que les quatre assemblages (en pointillés sur la figure) paraissent isolés entre eux. En tenant compte de tous les assemblages (16 échantillons et 12 variables), les interprétations s'avèrent délicates. Sur l'axe 1, les assemblages du Placard, attribués au Dernier Pléniglaciaire, paraissent présenter des calcanéums plus longs ainsi que des extrémités distales de tibia plus épaisses. À Lassac et Combe-Cullier, les extrémités proximales de radius sont plus larges et plus épaisses. Au niveau de l'axe 2, il pourrait y avoir une distinction chrono-climatique. Les assemblages attribués au He1/GIS-1 présentent notamment des extrémités distales de métapodes plus épaisses.



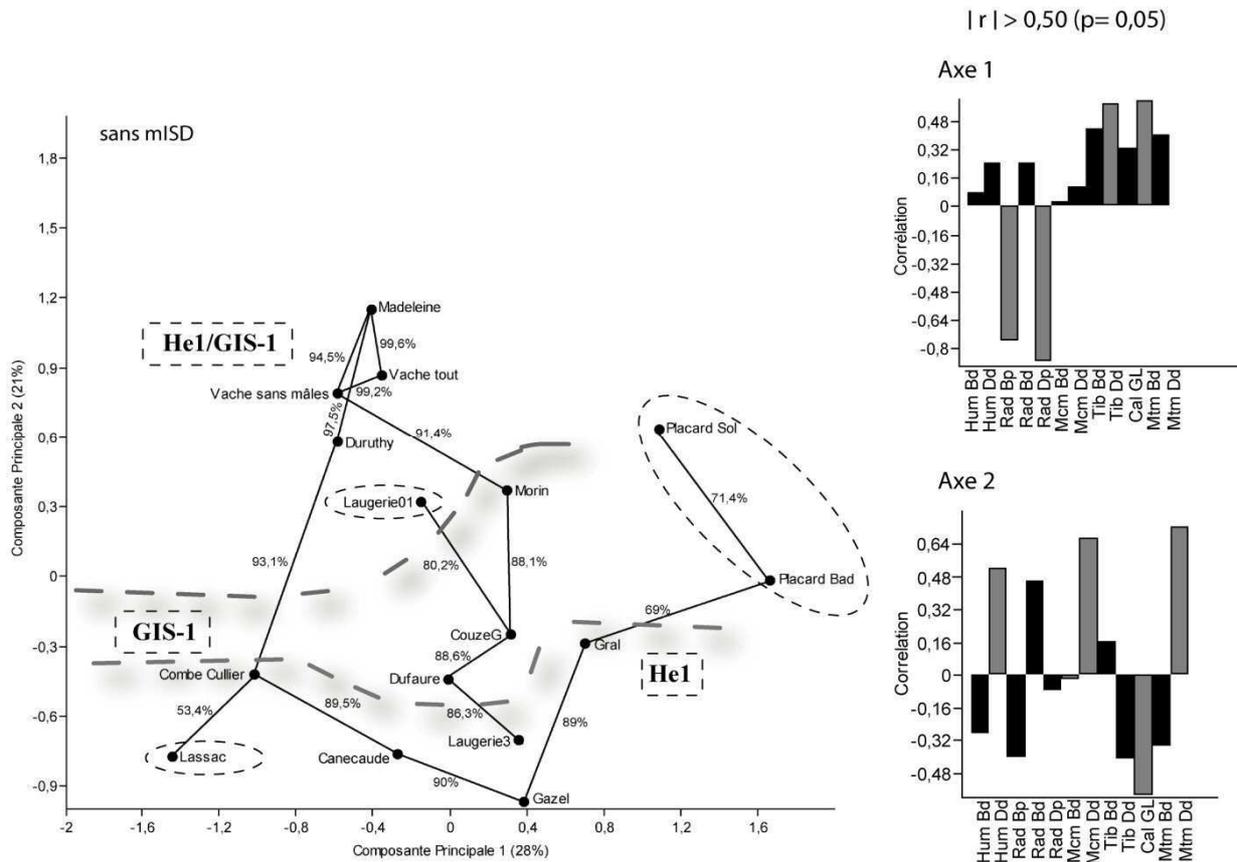


Figure 139 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire

VI.2.2.2.2. Diagrammes de Simpson

Si l'on compare plus précisément les variations diachroniques de la taille corporelle au sein de l'assemblage de Roc de Combe (Lot), on constate que les rennes contemporains de la culture aurignacienne (c. 5) étaient -contrairement aux résultats globaux de l'ANOVA qui ne montrent pas de différence statistiquement significative (cf. Tableau 107 et 108)- plus grands que leurs congénères chassés par les groupes de la culture gravettienne (c. 1). Ce constat est en accord avec les différences allométriques mises en évidence dans l'ACP (cf. Figure 138). Les moyennes des scapula (Figure 140) et du membre postérieur (Figure 141) présentent des valeurs fortes pour la couche 5, or les mâles semblent apparemment moins bien représentés dans ce niveau. La comparaison des moyennes *via* un test de Student indique une différence statistiquement significative au seuil de 0,05 ($p[H_0 : mISD_{RDC1} = mISD_{RDC5}] = 0,021$). Les conclusions de Weinstock (2000b) vont également dans le sens d'une différence statistiquement significative entre ces deux échantillons.



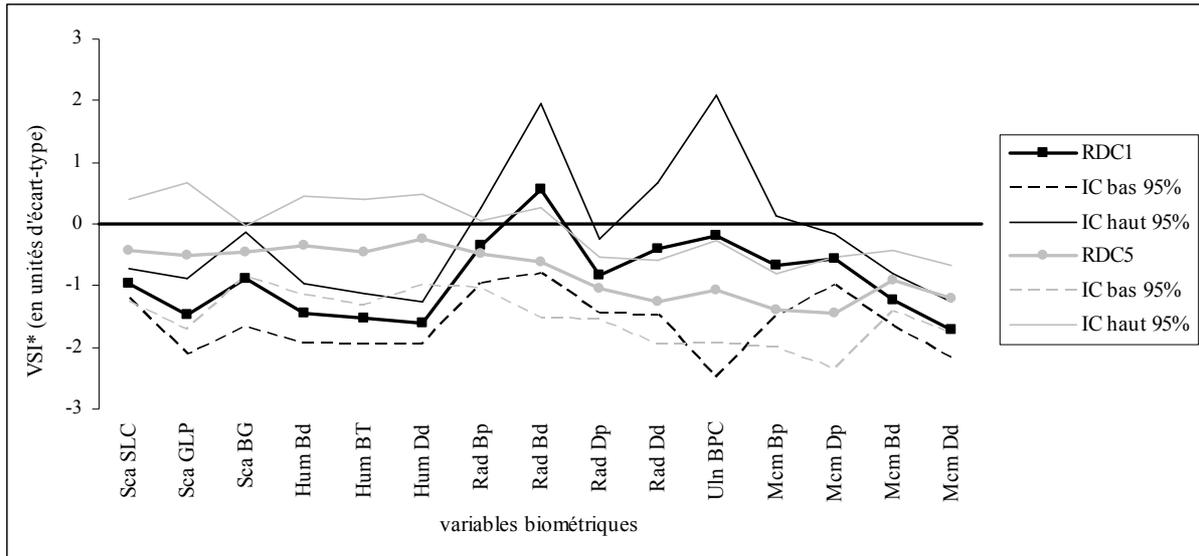


Figure 140 : Roc de Combe- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes du membre antérieur. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

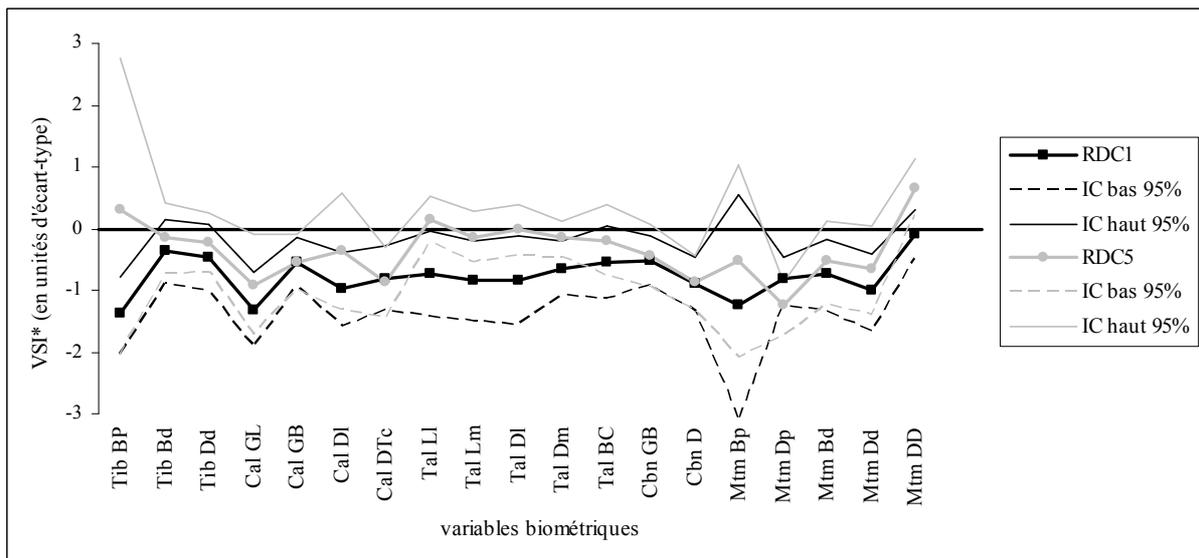


Figure 141 : Roc de Combe- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes du membre postérieur. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Les assemblages de Laugerie-Haute Est autorisent des comparaisons entre le dernier Pléniglaciaire (m. 0,1,2) et l'He1 (m. 3). L'élaboration d'un diagramme de Simpson, comparant 32 variables, montre que toutes ne diffèrent pas statistiquement (Figure 142). Les plus fortes différences de proportions se situent au niveau de l'ulna et de l'extrémité proximale du métacarpe, mais le nombre d'ossements mesurés est faible dans les deux assemblages. Une comparaison globale des moyennes *via* un test de Student indique toutefois une différence allométrique statistiquement très significative ($p[H_0 : mISD_{LGE012} = mISD_{LGE3}] = 9 \times 10^{-5}$). Comme les mâles semblent mieux représentés dans l'assemblage du dernier Pléniglaciaire (m. 0,1,2), les différences pourraient être encore plus marquées.



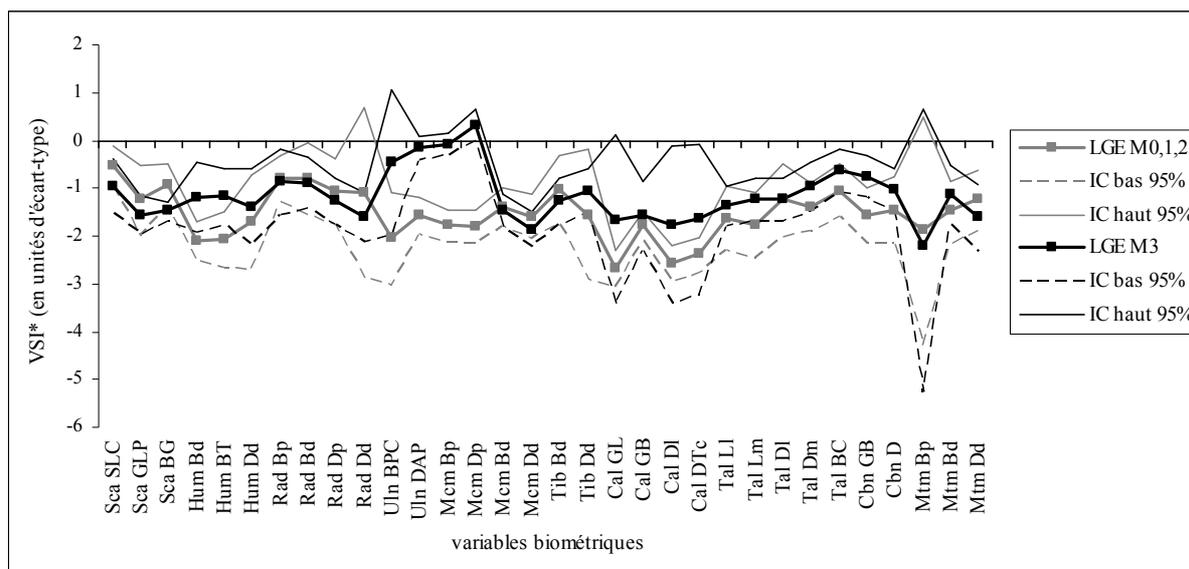


Figure 142 : Laugerie-Haute Est- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des deux assemblages (Badegoulien -0, 1, 2- et Magdalénien moyen -3). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Pour le Bassin de l'Aude, l'ANOVA menée en diachronie ne montre pas de différence significative entre Lassac (dernier Pléniglaciaire) et Gazel (He1). Le diagramme de Simpson indique également que ces deux assemblages paraissent relativement similaires (Figure 143). Statistiquement, la différence est à la limite du seuil de significativité de 0.05 ($p[H_0: mISD_{GAZ} = mISD_{LAS}] = 0,045$). On peut se demander si la taille enregistrée pour les rennes de Lassac ne serait pas liée à une fréquence plus importante de mâles dans cet assemblage (résultats de l'analyse de mélanges). Or d'après les estimations de masse corporelle (cf. Figure 129), les sex-ratio paraissent relativement équivalents dans les deux assemblages avec la présence, à Lassac, de femelles de plus fort gabarit.

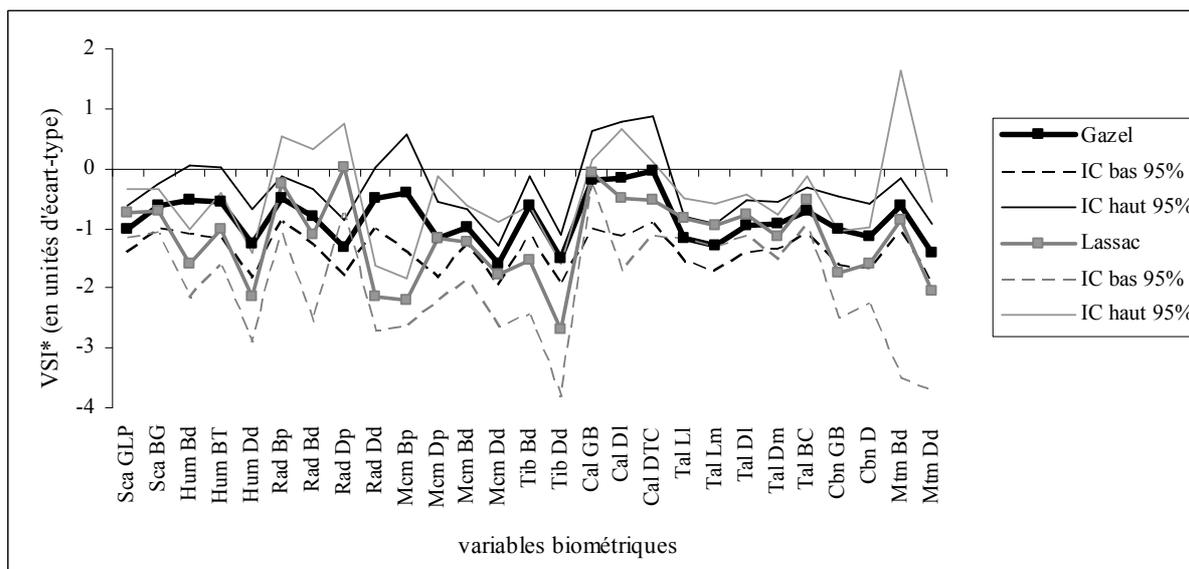


Figure 143 : Diagramme de Simpson comparant les valeurs de Gazel et de Lassac. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).



Le diagramme de Simpson établi pour les niveaux de l'He1 (c. G) et du He1/GIS-1 (c. H) de Bize indique des valeurs plus fortes au sein du niveau H, la différence entre les deux échantillons étant statistiquement hautement significative ($p[H_0: mISD_{BizeH} = mISD_{BizeG}] = 5,4 \times 10^{-06}$) (Figure 144). Ces résultats sont en accord avec l'étude biométrique effectuée par Magniez (2010b).

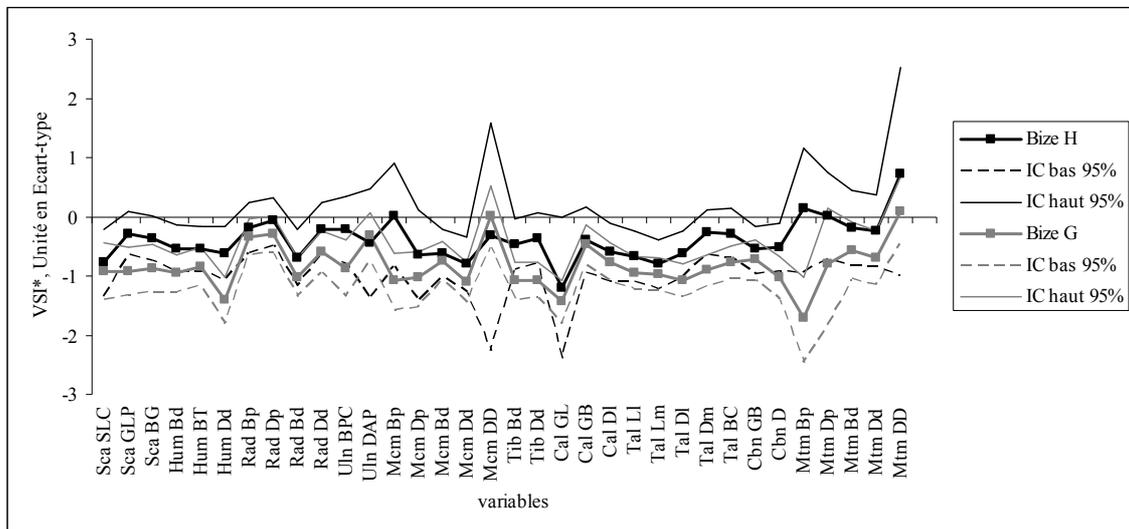


Figure 144 : Bize- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des deux assemblages (Magdalénien moyen -G- et Magdalénien supérieur -H-). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*=0).

La taille des rennes du Sud-Ouest de la France a donc bien fluctué au cours des millénaires. Globalement, les rennes du Paléolithique moyen (MIS 4/3) présentent une taille corporelle plus petite que ceux du Tardiglaciaire. En Allemagne également, la comparaison des valeurs de Salzgitter (Paléolithique moyen) avec Meiendorf et Stellmoor (Bratlund 1991) suggère que le renne de Salzgitter était de taille corporelle plus petite que ses congénères tardiglaciaires (Gaudzinski et Roebroeks 2000). À l'échelle du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France, soit environ six millénaires, la taille corporelle des rennes enregistre des fluctuations, faisant du renne un animal relativement plastique et témoignant de ses facultés d'adaptation. Je reviendrai, dans la discussion, sur les facteurs pouvant être à l'origine de telles fluctuations morphométriques.



VI.2.3. Fluctuations synchroniques de la taille corporelle des rennes paléolithiques

À partir du même type d'analyses, j'ai également tenté de caractériser d'éventuelles différences synchroniques : des populations de renne « contemporaines » présentaient-elles des morphologies distinctes au sein de mêmes zones géographiques et au sein de biotopes plus variés, permettant ainsi de cerner d'éventuels troupeaux et territoires distincts ? Certaines populations ont-elles bénéficié de zones-refuges ?

VI.2.3.1. Anté-Pléniglaciaire

Les sites de l'Anté-Pléniglaciaire ont tout d'abord été analysés. Entre Jaurens et Roc de Combe 5 (datés du stade isotopique 3/2 et contemporains de la culture aurignacienne), les différences ne sont pas significatives entre elles ($p[H_0: mISD_{\text{Jaurens}} = mISD_{\text{Roc5}}] = 0,31$) ; le diagramme de Simpson montre en effet peu de différences entre ces deux échantillons (Figure 145). Certaines valeurs de ces deux assemblages sont plus élevées que la population de référence de Stellmoor. Par ailleurs, les individus de Jaurens paraissent de plus forte corpulence que ceux de Roc de Combe au niveau du membre antérieur. Or les analyses de mélange indiquent des sex-ratios peu différents entre ces deux assemblages ($\pm 70/75\%$ de ♀ et $30/25\%$ de ♂). Les analyses ayant été menées sur des échantillons restreints, il demeure toutefois difficile de conclure à une différence de sex-ratio ou à une véritable différence de taille. Les résultats de l'ACP (valeurs VSI* centrées- cf. Figure 138) permettraient d'opter pour la première hypothèse.

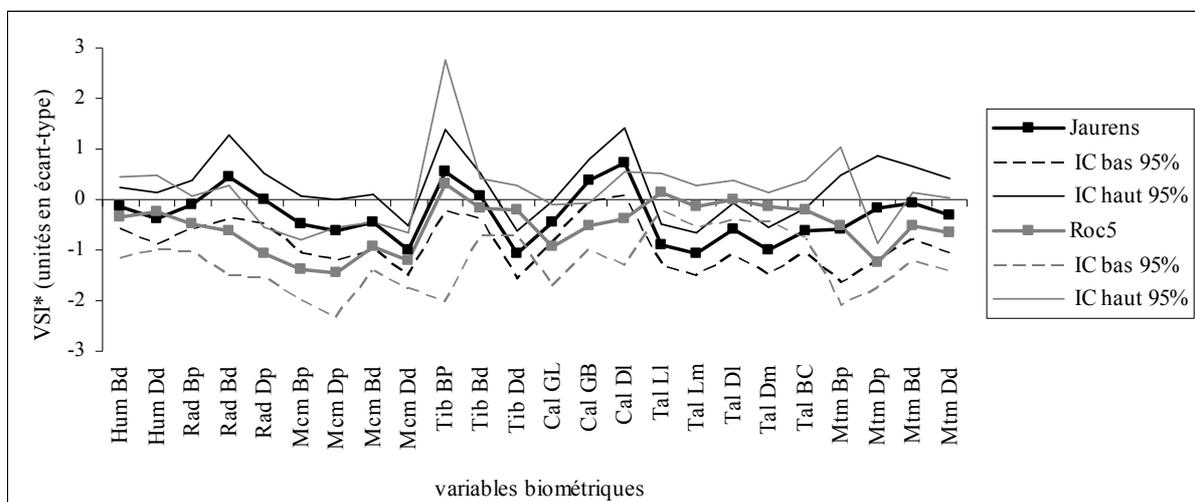


Figure 145 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Jaurens et Roc de Combe 5. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*=0).

Le résultat obtenu pour le gisement naturel de Siréjol amène à se poser des questions. Ce site est en effet généralement présenté comme contemporain de Jaurens également situé sur le causse de Martel. Les rennes, nombreux dans l'échantillon, devraient alors avoir une taille corporelle proche de celle des individus de Jaurens. Or ces deux assemblages issus de pièges-naturels présentent des différences très significatives ($p[H_0: mISD_{\text{Jaurens}} = mISD_{\text{Siréjol}}] = 1,7 \times 10^{-08}$) au niveau des vingt-quatre variables considérées (Figure 146).



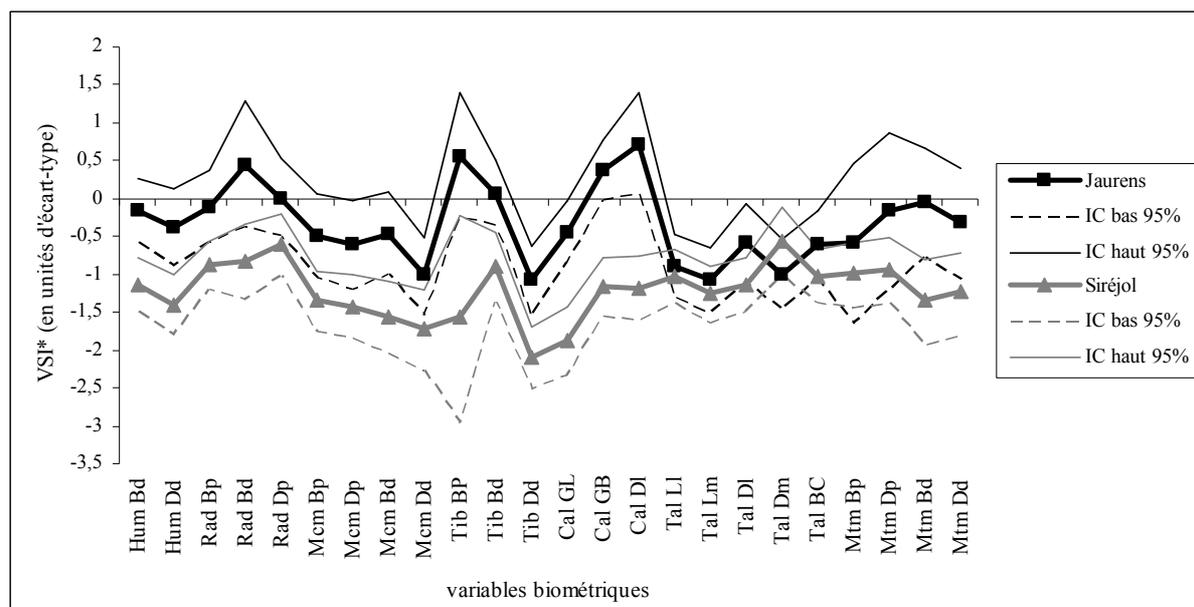


Figure 146 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Jaurens et Siréjol. Echantillon de référence : Stellmoor ($VSI^*=0$).

Comment expliquer une telle différence morphologique entre deux assemblages a priori contemporains et géographiquement proches ? Les rennes ayant chuté à Siréjol étaient-ils réellement de plus petite taille que ceux de Jaurens ? Les travaux préliminaires de Mérico (2003) indiquent également que les rennes de Jaurens étaient plus grands. Selon cet auteur, la petite taille des rennes de Siréjol pourrait s'expliquer par un environnement de taïga, en opposition à la présence de steppes arborées lors de l'occupation de Jaurens (Mérico 2003). Cette hypothèse est difficile à soutenir car si les rennes de Siréjol correspondaient à des individus de taïga, ils devraient présenter une taille corporelle plus élevée, les données actuelles indiquant que les rennes de forêt ont tendance à être plus grand que les rennes de toundra. La petite taille des rennes de Siréjol, ayant occupé le même type de territoire que ceux de Jaurens, doit alors être liée à d'autres facteurs. Cette différence a été envisagée sous l'angle d'une proportion différente de mâles et de femelles, ces dernières pouvant être plus nombreuses à Siréjol. Les analyses de mélanges attestent en effet d'un nombre important de jeunes individus et de femelles (75%). Le sex-ratio a été plus délicat à caractériser à Jaurens à partir des analyses de mélanges (70% de ♀ et 30% de ♂), en raison d'un effectif plus restreint. Elles indiquent toutefois des sex-ratios relativement proches entre Jaurens et Siréjol. D'après les analyses bivariées menées sur l'humérus et le tibia (Annexe 4), il paraît tout à fait envisageable que les mâles étaient en réalité plus nombreux à Jaurens, sans qu'il y ait de différence morphologique majeure entre les deux échantillons. Cette hypothèse peut être étayée par le fait que, dans plusieurs analyses en composantes principales, ces deux gisements présentent les plus fortes affinités allométriques (Figures 137-138). D'après M. Philippe (com. pers.), les animaux identifiés à Jaurens étaient globalement de forte corpulence. Une présence plus importante de mâles pourrait expliquer les valeurs plus fortes à Jaurens. Les loups découverts dans ce gisement présentent également une forte taille corporelle qui a été mise en parallèle avec des conditions climatiques plutôt rigoureuses (Boudadi-Maligne 2010).



VI.2.3.2. Dernier Pléniglaciaire (19 000 - 16 000 BP ou 23 000 - 19 000 cal. BP)

Il est délicat de tenter des comparaisons synchroniques à partir des quelques assemblages du dernier Pléniglaciaire. Sur la base de huit variables biométriques communes, un diagramme de Simpson (Figure 147) ainsi qu'une ANOVA ont été effectués à partir des valeurs de VSI* (Tableau 110). Les résultats indiquent qu'il n'existe pas de différence de taille corporelle entre les échantillons du bassin de l'Aude (Lassac daté entre 18 000 et 16 000 BP ou 21 000-19 000 cal. BP), du Quercy (Pégourié entre 18 500 et 17 000 BP ou 22 000 et 19 500 cal. BP), du Périgord (Laugerie-Haute Est entre 19 000 et 17 500 BP ou 23 000 et 19 500 cal. BP) et de Poitou-Charentes (Le Placard). Or d'après les analyses en composantes principales (*cf.* Figure 139) menées à l'échelle de l'ensemble des gisements datés entre 19 000 et 12 000 BP (23 000-14 000 cal. BP), il apparaît que quatre des échantillons (Le Placard Solutréen et Badegoulien, Lassac et Laugerie-Haute Est) étaient morphologiquement différents, ce qui permet de s'interroger sur un possible morcellement des troupeaux au dernier Pléniglaciaire.

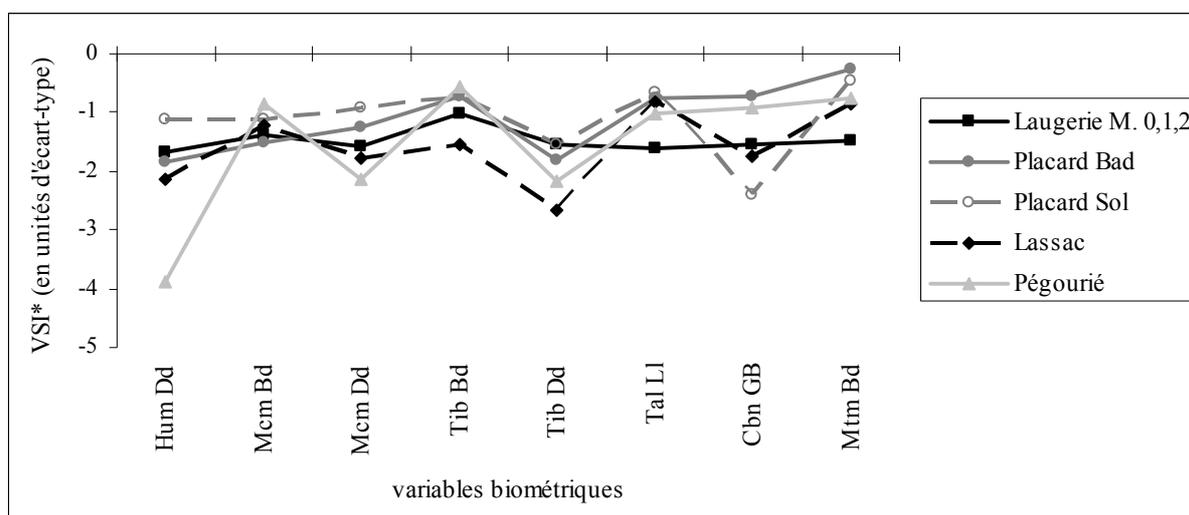


Figure 147 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les assemblages du dernier Pléniglaciaire. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*=0).

	Laugerie M.0,1,2	Placard Bad.	Placard Sol.	Lassac	Pégourié
Laugerie M.0,1,2	0	0,831	0,832	0,997	1
Placard Bad.		0	1	0,640	0,739
Placard Sol.			0	0,643	0,741
Lassac				0	1
Pégourié					0

Tableau 110 : Dernier Pléniglaciaire- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA (F= 0,917 ; ddl= 4, -35 ; p= 0,465). Valeurs de VSI* brutes, 8 variables communes.



VI.2.3.3. He1

(16 000 - 13 000 BP : 19 000- 15 700 cal. BP)

À l'échelle des gisements attribués à l'He1, l'ANOVA menée sur les valeurs brutes des cinq plus gros échantillons provenant du bassin de l'Aude (Bize, Canecaude, Gazel), du Quercy (Igue du Gral) et du Périgord (Laugerie-Haute Est) n'indique pas de différence entre eux, excepté pour les assemblages de Gazel et de Canecaude (Tableau 111).

	Bize G	Canecaude	Gazel	Gral	LGE M. 3
Bize G	0	0,026	0,998	1	0,162
Canecaude		0	0,009	0,044	0,955
Gazel			0	0,987	0,077
Gral				0	0,235
LGE M.3				2,923	0

Tableau 111 : He1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA (F= 4,394 ; ddl= 4, -13 ; p= 0,002). Valeurs de VSI* brutes, 28 variables communes.

Les gisements de Gazel et Canecaude diffèrent entre eux au niveau de la taille isométrique. Les rennes de ces deux assemblages, a priori contemporains (entre 16 000 et 14 000 BP ou 19 000- 17 000 cal. BP) et proches géographiquement (10 km à vol d'oiseau) seraient issus d'une même population (Fontana 1998b, 2000a). La différence observée pourrait être due à un sex-ratio distinct (mâles plus nombreux à Gazel et davantage de femelles et de jeunes à Canecaude), comme l'indiqueraient le diagramme de Simpson (Figure 148) ainsi que l'analyse en composantes principales qui lie ces deux assemblages avec une probabilité de 90%, toute différence de sex-ratio étant exclue par ailleurs (cf. Figure 139).

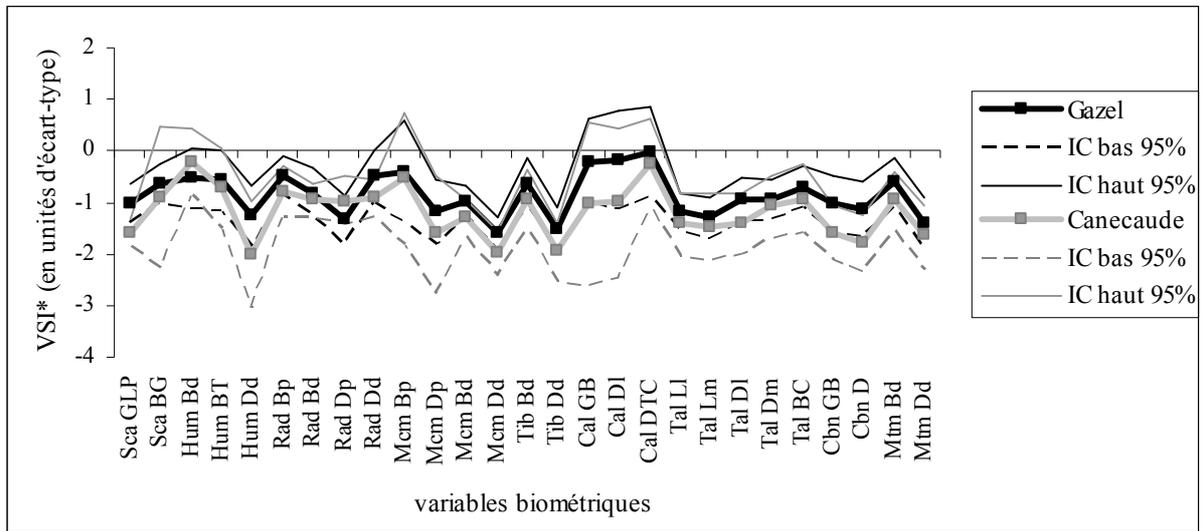


Figure 148 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Gazel et Canecaude. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0). Résultat du test de Student : (p[H0 : mISDGazel = mISDCanecaude] = 0,011)



Si l'on intègre les plus petits assemblages en terme de Nombre d'Eléments Retenus (Combe-Cullier et Enlène), réduisant les comparaisons à 7 variables communes, les différences ne sont plus significatives entre Gazel et Canecaude (Tableau 112). Dans l'analyse en composantes principales (cf. Figure 139), les rennes rapportés à l'He1 et provenant du bassin de l'Aude, de Dordogne (Laugerie-Haute Est m.3) et du Lot (Igue du Gral) sont fréquemment rapprochés, attestant de possibles ressemblances morphologiques.

	Laugerie M.3	Enlène	Combe-Cullier	Canecaude	Gazel	Bize G	Gral
Laugerie M.3	0	0,993	0,932	0,987	0,994	0,577	0,625
Enlène		0	0,589	1	0,833	0,208	0,239
Combe-Cullier			0	0,531	1	0,992	0,996
Canecaude				0	0,786	0,174	0,202
Gazel					0	0,922	0,943
Bize G						0	1
Gral							0

Tableau 112 : He1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA (F= 2,2 ; ddl= 6, -42 ; p= 0,062). Valeurs de VSI* brutes, 7 variables communes.

Dans les Pyrénées centrales, l'assemblage d'Enlène ne montre pas de différence avec les gisements du bassin de l'Aude, également datés de l'He1 (Figure 149). Les rennes de ces deux secteurs géographiques pouvaient ainsi présenter des affinités morphologiques.

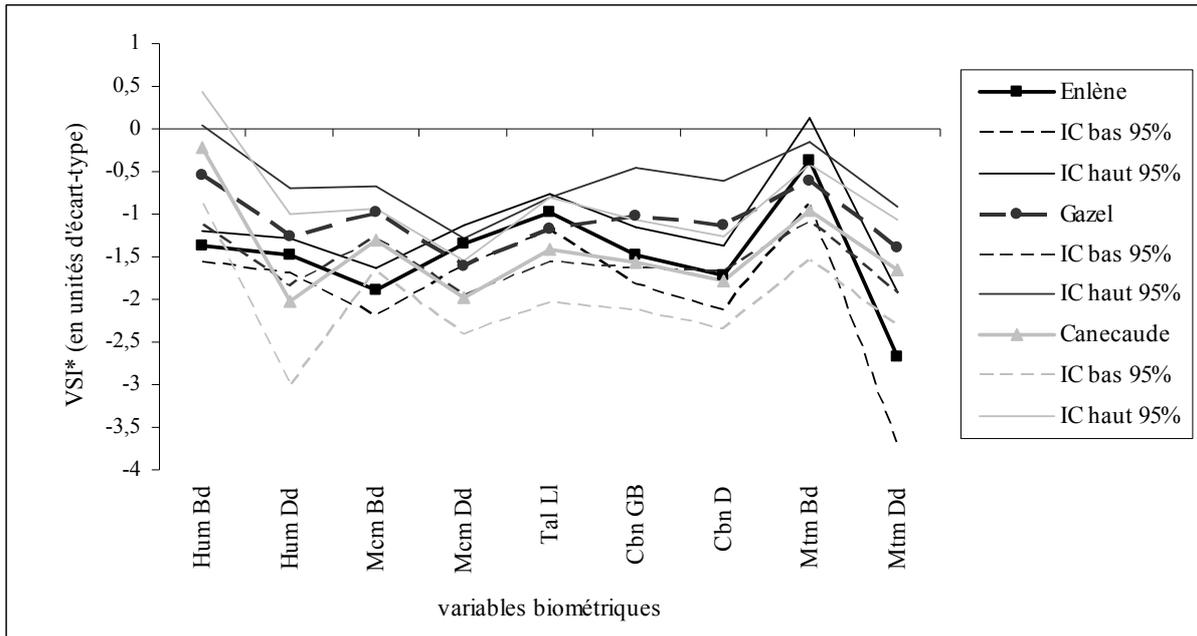


Figure 149 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Enlène (Pyrénées centrales), Gazel et Canecaude (bassin de l'Aude). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Les gisements quercinois de l'He1 (Igue du Gral et Combe-Cullier) ne sont quant à eux pas regroupés dans les ACP. Pourtant, d'après le diagramme de Simpson (Figure 150), ces deux échantillons ne diffèrent pas statistiquement ($p[H_0 : mISD_{Gral} = mISD_{Combe-Cullier} = 0,916]$).



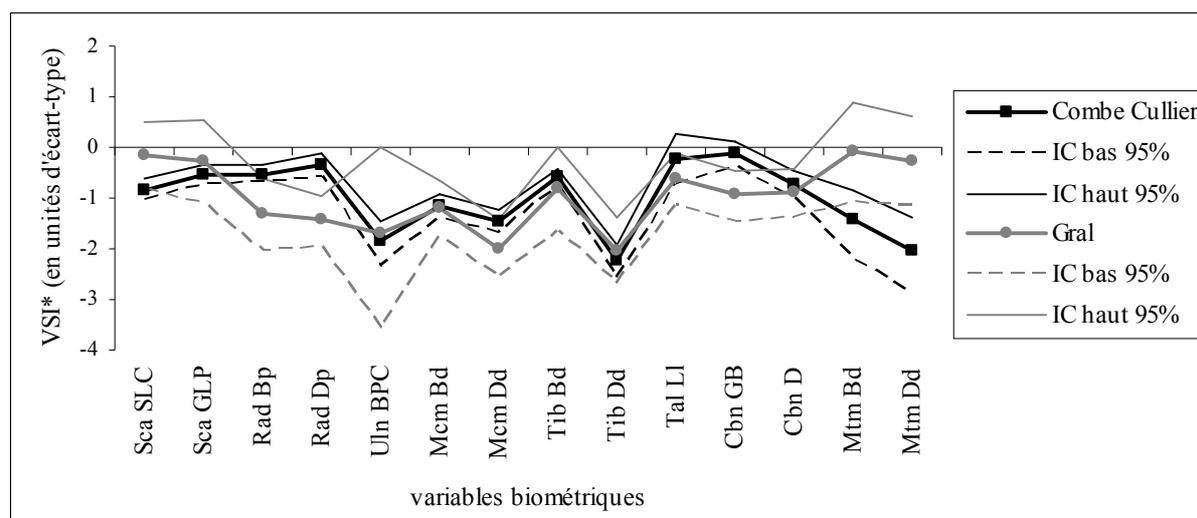


Figure 150 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Combe-Cullier et l'Igue du Gral. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

VI.2.3.4. Transition He1/GIS-1 et GIS-1

(14 000 - 12 000 BP : 17 000 - 14 000 cal. BP)

VI.2.3.4.1. Coexistence de troupeaux distincts au Tardiglaciaire ?

Les travaux menés par Delpech (1983) puis Weinstock (2000b) ont permis de proposer l'hypothèse de l'existence de rennes de taille corporelle distincte entre le Périgord (Gare de Couze) et la Gironde (Abri du Morin c. A) d'une part, et les Landes (Duruthy c. 3 et Dufaure c. 4) d'autre part. Cette hypothèse a été testée à partir des résultats des analyses en composantes principales (Figure 151) qui ont tendance à réaliser des regroupements de gisements inattendus au regard des modèles préétablis. Plusieurs gisements du Périgord, des Landes et des Pyrénées centrales apparaissent ainsi associés. Ces rapprochements biométriques sont appuyés par plusieurs analyses de conformation *via* des diagrammes de Simpson.



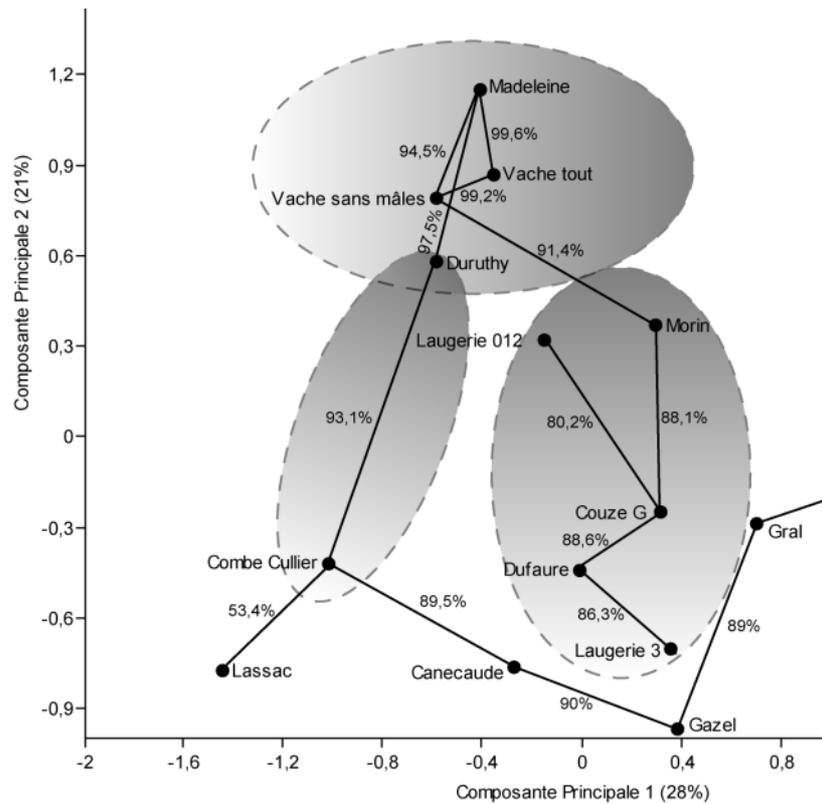


Figure 151 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire

La comparaison des valeurs d'indices des deux gisements landais (Duruthy c.3 et Dufaure c.4) montre que Duruthy a des valeurs plus fortes pour plusieurs variables biométriques, notamment au niveau des extrémités distales du radius, du métacarpe et du tibia, qui se rapprochent de celles de l'échantillon de référence de Stellmoor (Figure 152). Le test de Student indique d'ailleurs une différence hautement significative entre les deux assemblages ($p [H_0 : mISD_{DUF} = mISD_{DUR}] = 0,005$) alors qu'ils étaient considérés, jusqu'à présent, comme chronologiquement et morphologiquement proches. Comment expliquer de telles différences ? L'hypothèse de prise de mesures distinctes entre analystes ne peut être retenue car les extrémités articulaires concernées ne posent aucun problème particulier. Les individus mâles étaient-ils plus nombreux dans l'assemblage de Duruthy, dont les bois appartiennent pourtant majoritairement à des femelles ? D'un point de vue biométrique, une différence de sex-ratio ne peut à elle seule expliquer ces différences : d'une part, les écarts des valeurs des scapula sont peu marquées et d'autre part, s'il existait une différence de sex-ratio, d'autres variables biométriques devraient être affectées (cf. l'exemple de Gazel, Canecaude ou La Vache). Les rennes de Duruthy c. 3 et Dufaure c. 4 avaient donc des morphologies distinctes.



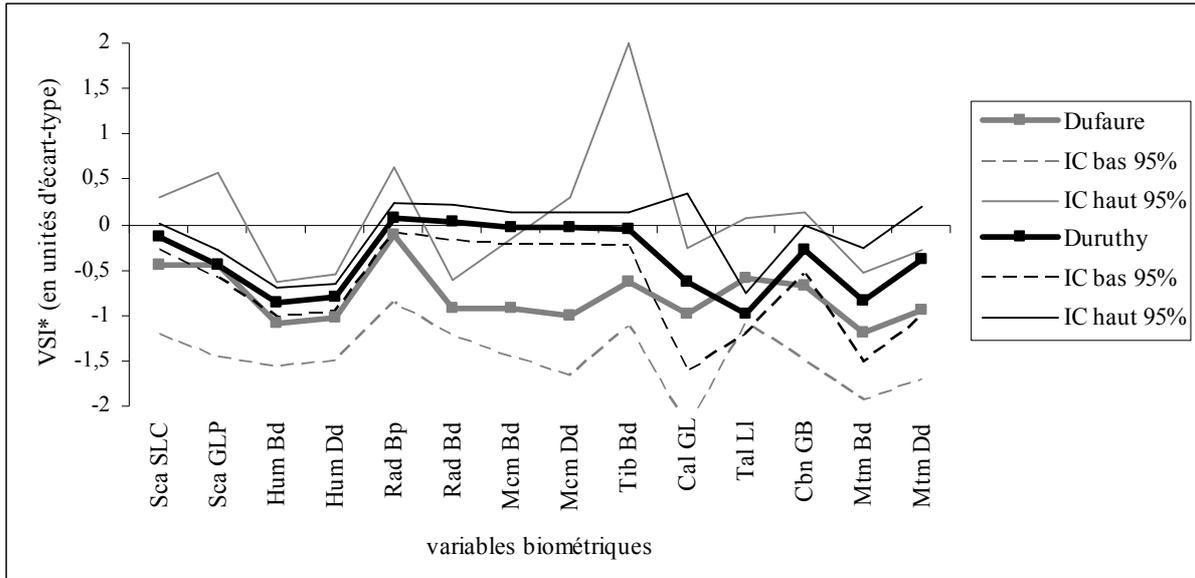


Figure 152 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure et Duruthy. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Il apparaît clairement, au niveau des valeurs « centrées » de VSI*, que les ACP rapprochent systématiquement les assemblages de Duruthy (c. 3) et de la Madeleine (Fouilles Bouvier), dont les dates C^{14} concordent avec le **Pré-GIS-1 (He1/GIS-1)**. Les réseaux traversant bootstrap indiquent en effet plus de 90% de chance pour que ces deux assemblages soient proches d'un point de vue morphologique (cf. Figure 151). Ce constat est confirmé par la comparaison des variables communes à ces deux assemblages, qui, *via* un test de Student, ne diffèrent pas ($p [H_0 : mISD_{DUR} = mISD_{MAD}] = 0,848$) (Figure 153).

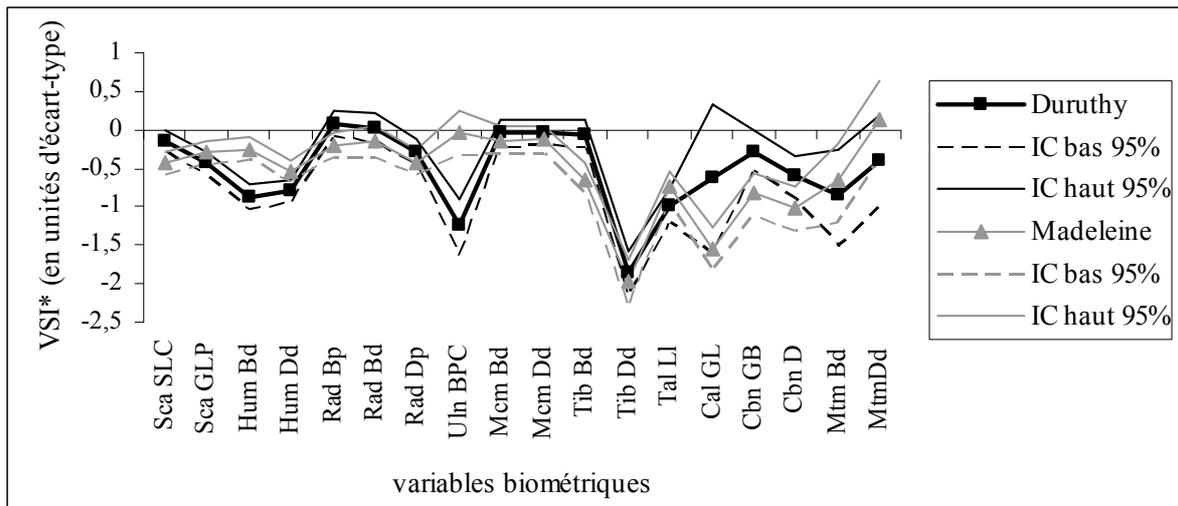


Figure 153 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Duruthy (c. 3) et La Madeleine (fouilles Bouvier). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).



Au **GIS-1 (Bølling)**, d'autres assemblages landais et périgourdins présentent des affinités morphologiques. Dufaure c. 4 et Gare de Couze c. G sont ainsi rapprochés à 88,6% dans l'ACP (cf. Figure 151), et ne présentent pas non plus de différence statistiquement significative entre eux ($p [Ho : mISD_{DUF} = mISD_{COUZ}] = 0,390$) (Figure 154).

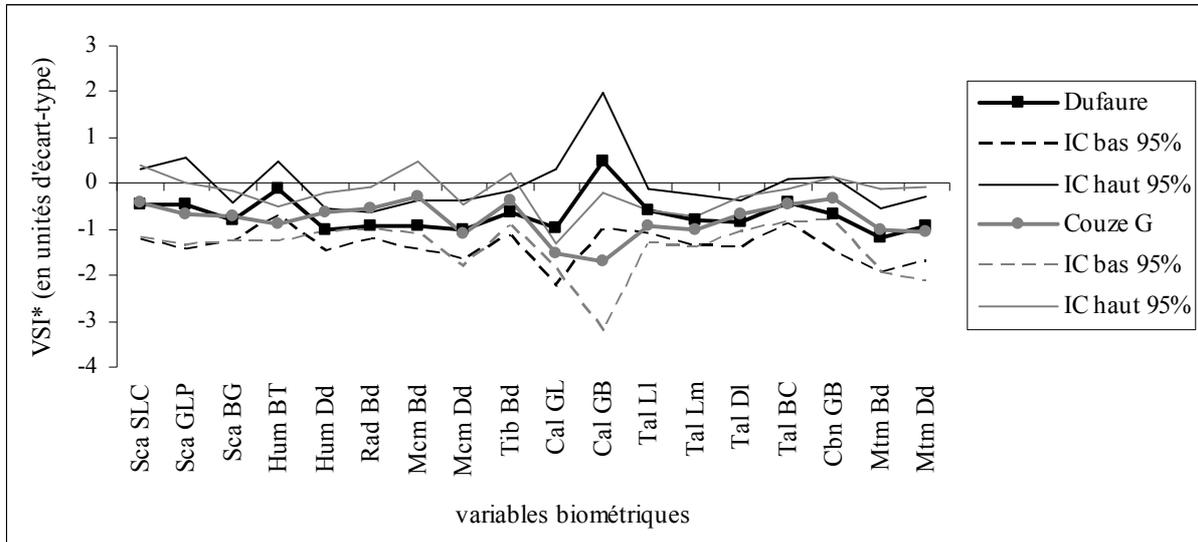


Figure 154 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure (c. 4) et Gare de Couze (c. G). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Les analyses ne montrent pas non plus de différence significative entre Dufaure c. 4 (Landes) et Le Morin c. A (Gironde) ($p [Ho : mISD_{MOR} = mISD_{DUF}] = 0,463$; Figure 155), qui eux-mêmes ne sont pas distincts des rennes de Gare de Couze c. G (Périgord) ($p [Ho : mISD_{MOR} = mISD_{COUZ}] = 0,158$).

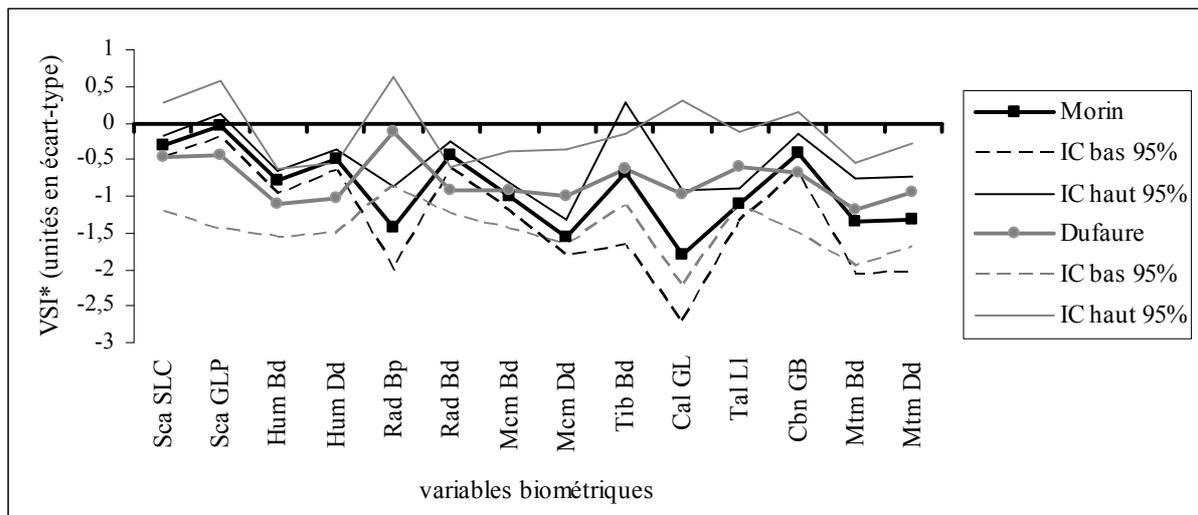


Figure 155 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure (c. 4) et Le Morin (c. A). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).



Si l'on tient compte des « petits échantillons » (variables communes moins nombreuses), la taille corporelle des rennes ne paraît pas différer selon les zones géographiques (Poitou-Charentes, Quercy, Landes, Dordogne, Gironde). Les analyses ostéométriques et statistiques (ANOVA) indiquent donc qu'au cours du GIS-1, les rennes du Sud des Landes, et particulièrement ceux de Dufaure, ne paraissent pas plus grands que ceux du Périgord et de Gironde. Le site de Bois-Ragot (Poitou-Charentes), qui possède pourtant une valeur de mISD élevée ($0,026 \pm 0,1$) ne se distingue pas statistiquement des autres assemblages attribués au GIS-1.

	Bois-Ragot	Murat	Dufaure	Couze H	Couze G	Morin A
Bois-Ragot	0	0,998	0,924	0,467	0,979	0,865
Murat		0	0,995	0,745	1	0,983
Dufaure			0	0,956	1	1
Couze H				0	0,877	0,982
Couze G					0	0,998
Morin A						0

Tableau 113 : GIS-1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA ($F= 0,77$; $ddl= 5, -36$; $p= 0,575$) à partir des assemblages de Bize et de Duruthy. Valeurs de VSI* brutes, 7 variables communes.

Ces différents tests permettent ainsi de conclure que, contrairement aux hypothèses avancées précédemment (Delpech 1983, Weinstock 2000b), les rennes landais n'étaient pas morphologiquement différents et géographiquement isolés des territoires périgourdins, quercinois et girondins.



VI.2.3.4.2. Particularité morphologique au Pré-GIS-1 ?

L'élaboration d'un diagramme de Simpson confrontant les VSI* moyens des scapula et des extrémités distales de métapodes⁵⁷ de plusieurs assemblages tardiglaciaires montrent des différences marquées entre les échantillons au niveau des largeurs distales des métacarpiens ainsi que de l'épaisseur distale du métatarsien (Figure 156). Pour ces trois variables, deux lots apparaissent : le premier regroupe les gisements de la Vache (Pailhaugue, com. pers.), La Madeleine et Duruthy (Delpech 1983) ; le second comprend les échantillons de la Madeleine, Gare de Couze G, Dufaure (Weinstock 2000b), du Morin et de Combe-Cullier (Delpech 1983). Cette plus forte taille du lot n°1 se manifeste également, dans une moindre mesure, au niveau de la largeur du col de la scapula (Sca SLC).

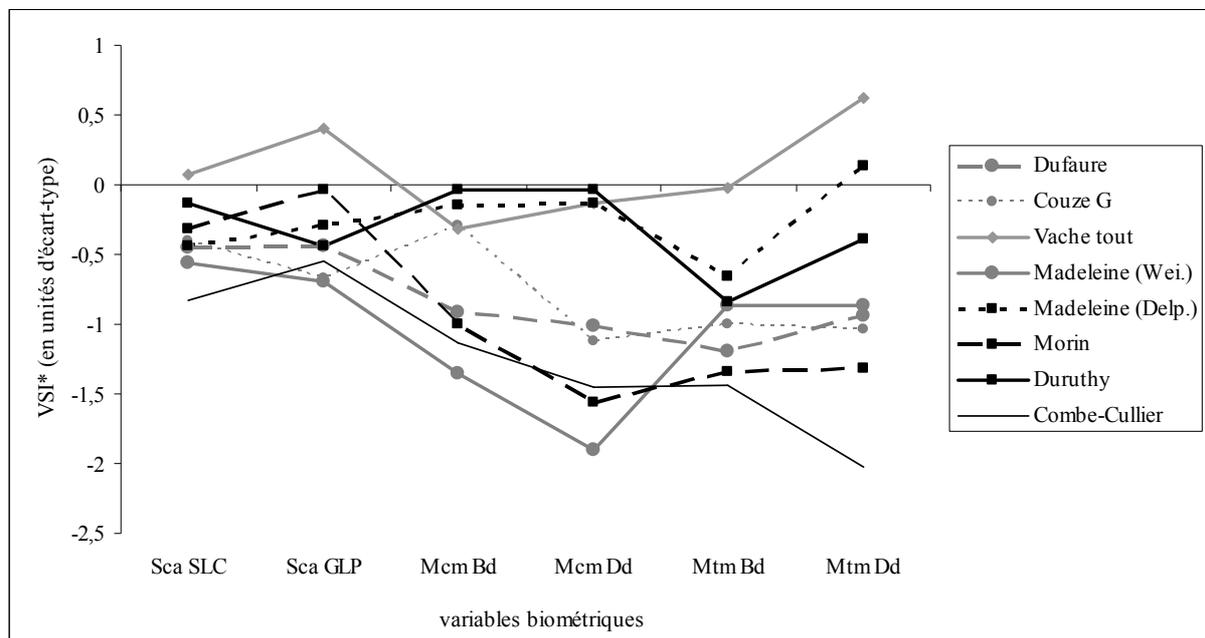


Figure 156 : Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des scapula et métapodes de plusieurs assemblages tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

Au vu des résultats obtenus sur le sex-ratio du site de la Vache, fortement dominé par les mâles, il serait envisageable que les assemblages de la Madeleine et de Duruthy (Delpech 1983) l'étaient également. Cette suggestion pourrait être confirmée par les valeurs moyennes de VSI* de l'assemblage des fouilles anciennes de la Madeleine (Weinstock 2000b), qui sont significativement plus basses et qui correspondent potentiellement à une prédominance des femelles. Or nous ne pensons pas que de telles différences au niveau des extrémités des pattes soient la conséquence d'un sex-ratio en faveur des mâles dans les assemblages de Duruthy et La Madeleine (Delpech 1983). Si tel était le cas, d'autres variables biométriques afficheraient des valeurs plus fortes, notamment au niveau du membre antérieur.

⁵⁷ Éléments a priori bien « dimorphiques »



Par ailleurs, les analyses en composantes principales sur les valeurs de VSI* « centrées » (= VSI* - mISD) rapprochent systématiquement les assemblages de Duruthy et La Madeleine, qui présentent des affinités morphologiques particulières. Pour ces deux assemblages, les variables biométriques responsables de cette distribution sont, sur l'axe 1 représentant 51% de la variabilité totale, des extrémités distales de métapodes (métacarpien et métatarsien) plus larges (Figure 157). L'assemblage du Morin (Gironde), attribué au GIS-1, paraît quant à lui isolé dans l'ACP en raison notamment d'épaisseurs du col de scapula et de cubo-naviculaires plus larges. Les rennes du Morin partagent toutefois des affinités morphologiques avec ceux de l'assemblage G de Gare de Couze (Dordogne)⁵⁸.

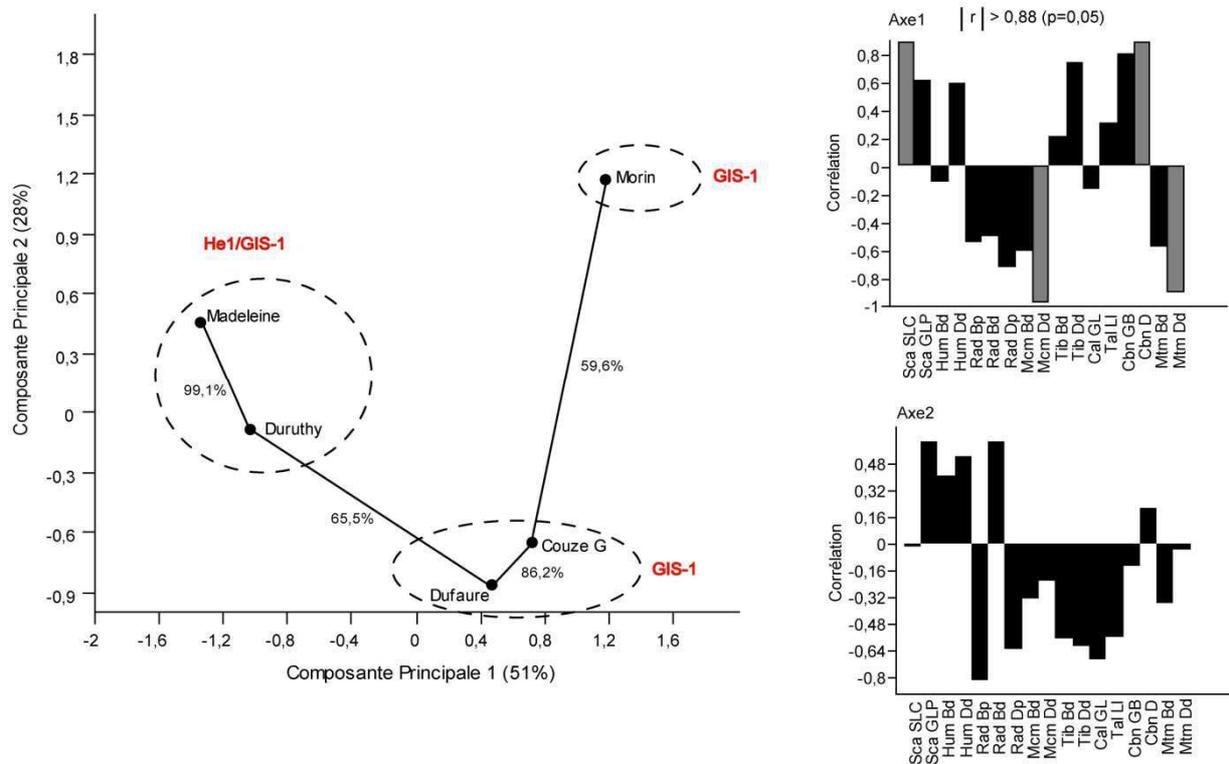


Figure 157 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « brutes » (avec mISD) et « centrées » (sans mISD) des assemblages de la transition He1/GIS-1 (ou pré-Bølling)

Afin d'expliquer ces variations, et malgré une connaissance imprécise des sex-ratios de plusieurs assemblages, nous avançons l'hypothèse d'une caractéristique morphologique propre à certains assemblages périgourdins et landais dont les datations sont pour l'heure rapportées à la transition entre l'He1 et le GIS-1 (Kuntz et Costamagno 2011). Ces rennes se caractériseraient ainsi par des extrémités de pattes plus larges par rapport à ceux du GIS-1. Je reviendrai dans la partie consacrée aux discussions sur les causes éventuelles de cette particularité.

⁵⁸ (p [Ho : mISD_{MOR} = mISD_{COUZ}] = 0,158)



VI.2.3.4.3. Landes versus Bassin de l'Aude : deux populations distinctes ?

Dans l'ACP générale (cf. Figure 151), il apparaît que les rennes des Landes (Duruthy et Dufaure : He1/GIS-1) ne sont pas reliés à ceux du Bassin de l'Aude (Gazel et Canecaude : He1). L'élaboration d'une ACP davantage centrée sur les assemblages pyrénéens indique également une absence d'affinités morphologiques entre les rennes des Landes et du Bassin de l'Aude (Figure 158).

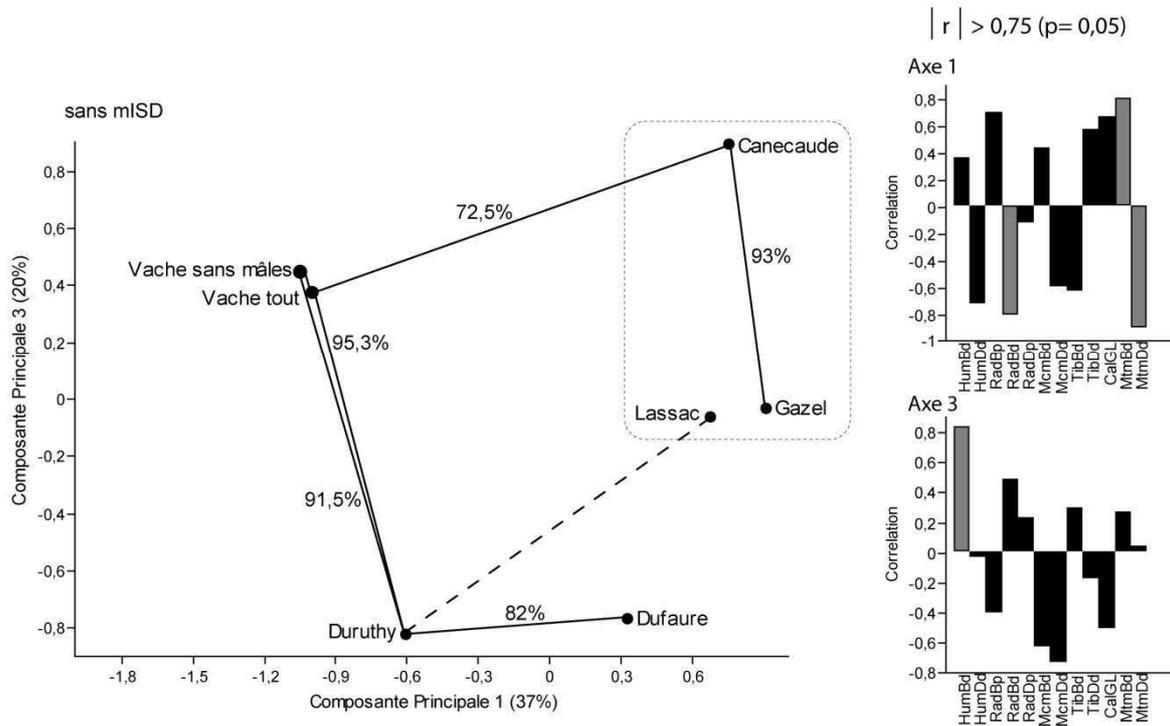


Figure 158 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages pyrénéens. Les tirets entre Lassac et Duruthy indiquent que le % RTB associé est inférieur au % attendu.

Dans le bassin de l'Aude, les rennes de la grotte Tournal (Bize) analysés dans des niveaux rapportés à l'He1 (c. G : 14 770 ± 970 ; 14 530 ± 510) diffèrent statistiquement de ceux de la transition He1/GIS-1 (c. H : 13 710 ± 420 ; 12 850 ± 320 ; 12 550 ± 210 BP). J'ai comparé la taille corporelle des rennes de ces sites à l'assemblage de Duruthy (c. 3 : 12 930 ± 60 BP) rapporté au He1/GIS-1 (Tableau 114) afin d'identifier si les rennes du Bassin de l'Aude présentaient également des extrémités de métacarpes plus trapues. Tout d'abord, l'ANOVA n'indique pas de différence significative entre les rennes plus ou moins contemporains de Bize H et Duruthy c.3.

	Bize H	Bize G	Duruthy
Bize H	0	0,007647	0,4803
Bize G		0	0,000348
Duruthy			0

Tableau 114 : Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA (F= 10,08 ; ddl= 2, -45 ; p= 0,0002) à partir des assemblages de Bize et de Duruthy. Valeurs de VSI* brutes, 16 variables communes.



Par rapport aux individus landais, les rennes de la c. H de Bize ne présentent toutefois pas des valeurs aussi élevées au niveau des extrémités des métacarpiens (Figure 159). En revanche, les métatarsiens paraissent plus trapus à Bize H, ce qui pourrait indiquer des populations (écotypes ?) distinctes.

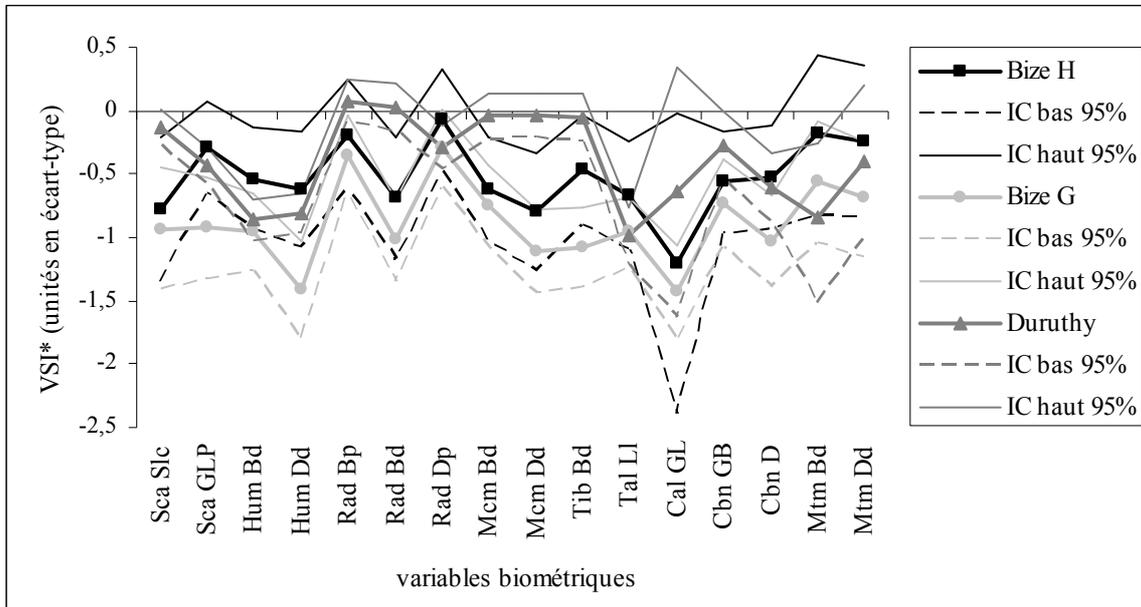
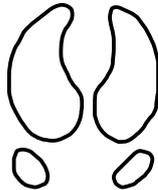
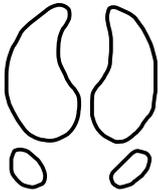
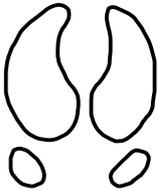
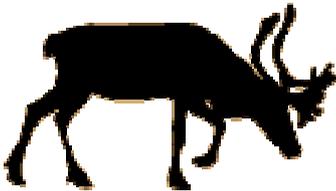


Figure 159 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Duruthy et Bize. Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).



VII. Discussions



Les résultats de ces investigations ostéométriques démontrent, à la suite des travaux antérieurs, l'existence de **fluctuations temporelles** de la taille corporelle des rennes ayant fréquenté le Sud-Ouest de la France (Bouchud 1966, Delpéch 1983, 1988, 1989, Weinstock 1997a, 2000b, 2006, Magniez 2010a, b). Lors des derniers 70 000 ans (MIS4 à MIS2), la morphologie des rennes a varié, alternant entre petites et grandes tailles, et attestant ainsi des facultés d'adaptation de cette espèce. Des contraintes environnementales ont souvent été posées comme à l'origine de telles variations (Delpéch 1983, 1988, 1989, Weinstock 2000b, 2006). Partant des nouveaux résultats ostéométriques et des connaissances acquises sur le registre actuel, une synthèse des fluctuations diachroniques de la taille corporelle des rennes en lien avec les grands épisodes paléoclimatiques (Anté-Pléniglaciaire, dernier Pléniglaciaire, He1, pré-GIS-1 et GIS-1) a été établie. Chez les **populations actuelles**, le climat constitue en effet un des principaux facteurs responsable de réductions ou d'augmentations de la taille corporelle des rennes. Les conditions climatiques défavorables ont un impact sur l'accès à la nourriture, mais aussi sur l'abondance et la qualité des plantes disponibles (Chapin *et al.* 1995, Weladji et Holand 2006). Des conditions environnementales très froides et très humides (fortes précipitations) empêchent souvent l'accès à la nourriture enfouie sous d'épaisses couches de glace et peuvent ainsi entraîner une diminution de la taille et de la masse corporelle (Skogland 1983, Collins et Smith 1991, Weladji et Holand 2003a). Une période de forte aridité associée à un climat très froid peut également être la cause d'une mauvaise alimentation et peser indirectement sur les conditions physiques et la masse corporelle des rennes. À l'inverse, une augmentation sensible de l'humidité permet le développement d'une flore plus abondante et diversifiée (Skogland 1983), conditions environnementales favorables qui vont aboutir à une augmentation de la taille du renne. Outre les variations environnementales et végétales, d'autres facteurs comme l'adaptation au couvert neigeux, la densité de population, l'ampleur des déplacements saisonniers, etc. peuvent être à l'origine de modifications morphologiques des individus constituant un troupeau. Ces mêmes facteurs (climat, quantité et durée du couvert neigeux, densité de population, nécessité de fuir face à des prédateurs, etc.) vont également influencer sur le déclenchement des mouvements migratoires (cf. I. Apports de l'actualisme).

Dans un second temps, je me suis interrogée sur le degré de **mobilité des rennes** de la fin du Paléolithique supérieur en considérant les résultats ostéométriques obtenus en synchronie, et permettant d'isoler ou de rapprocher des troupeaux provenant de divers secteurs géographiques. La connaissance du comportement migratoire des troupeaux au sein d'un territoire implique l'identification précise des saisons de capture du gibier. À partir des données saisonnières disponibles pour l'ensemble des gisements badegouliens et magdaléniens du Sud-Ouest de la France, j'ai établi une synthèse documentant les saisons au cours desquelles les chasseurs ont abattu les troupeaux de rennes. La caractérisation de l'ampleur, de l'étendue et de la direction des déplacements des troupeaux de rennes paléolithiques constitue une perspective qui permettrait d'apporter une contribution significative quant au degré de nomadisme de ces derniers et de celui des hommes. L'hypothèse de Gordon (19988a, b) de migrations de grande ampleur selon un axe de migration nord/sud a notamment été testée.



VII.1. Fluctuations temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques

Les données pour la période « **Anté-Pléniglaciaire** » demeurent encore éparses mais les résultats obtenus pour le Quercy ont toutefois permis de caractériser une fluctuation corporelle temporelle des rennes proche de celle proposée par Delpech (1983). D'après ses travaux, les rennes sont de petite taille autour de 140 000 et 70 000 BP ; elle enregistre ensuite une grande taille vers 30 000 BP, avec une diminution sensible entre 28 000 et 25 000 BP. D'après mes résultats, le renne paraît effectivement de petite taille au cours du Paléolithique moyen (La Rouquette- MIS 4/3 entre 70 000 et 40 000 BP), sa taille s'accroît fortement autour de 30 000 BP (Roc de Combe c.5 et Jaurens), pour devenir de taille moyenne autour de 24 000 BP (Roc de Combe c.1). Les données paléoenvironnementales (sédimentologie et paléontologie) indiqueraient un milieu froid et humide à la Rouquette (Magniez 2010b, a), un climat modérément froid et humide entrecoupé d'épisodes plus secs et un paysage de type steppique à Jaurens⁵⁹ (Guérin 1999) ainsi qu'un environnement froid et plutôt forestier à Siréjol (Philippe 1975, 1979, Joannin 2002, Mérico 2003). La petite taille corporelle mise en évidence pour les rennes de Siréjol ne paraît pas en accord avec les interprétations paléoenvironnementales proposées (Mérico 2003) : les rennes vivant actuellement dans des environnements de taïga ont tendance à être bien plus grands que ceux qui vivent dans la toundra. Des différences de sex-ratio entre les assemblages de Jaurens et Siréjol pourraient être la cause des différences observées entre ces deux échantillons a priori contemporains. Afin de mieux cerner les raisons de ces variations morphologiques, il conviendrait de mener de nouvelles études paléoenvironnementales, paléontologiques, biostratigraphiques et radiométriques sur ces assemblages naturels.

Dans le corpus de populations paléolithiques, les plus petits gabarits se retrouvent lors du **dernier Pléniglaciaire**, entre 18 000 et 15 000 BP (21 500- 18 000 cal. BP). Ces résultats sont en accord avec les conclusions de Delpech (1983). Les données paléoenvironnementales issues des sites de Poitou-Charentes (Le Placard), de Dordogne (Lauzerie-Haute-Est) et du Quercy (Pégourié) indiquent que cette période aurait connu des épisodes très froids et très secs, qui ont probablement contraint les rennes à s'adapter en réduisant leur taille corporelle. L'étude géologique du site des Peyrugues (Lot) montre que le manteau neigeux devait être important lors du maximum de froid du dernier Pléniglaciaire, avec des températures moyennes annuelles inférieures à -1 ou -2°C dans des environnements où la végétation est très réduite, en contexte de pergélisol ou de gels saisonniers (Bertran 2005). L'intensité du froid a pu rendre difficile l'accès aux ressources végétales en durcissant la couche de neige au contact du sol (Collins et Smith 1991). Si l'on se réfère aux données de la biomasse des Ongulés, il apparaît qu'autour de 18 000 BP (21 500 cal. BP), les effectifs sont faibles (Delpech 1999). Ce constat pourrait être en accord avec la petite taille corporelle enregistrée (Vibe 1982 *in* Melgaard 1986). La petite taille corporelle pourrait également être en relation avec la faible ampleur des migrations des rennes (Alendal *et al.* 1979, Tyler et Oritsland

⁵⁹ Malheureusement, aucune donnée paléoenvironnementale n'est disponible pour les assemblages de Roc de Combe



1989). Bien que les rennes du dernier Pléniglaciaire présentent des tailles corporelles assez faibles, les individus du gisement badegoulien de **Lassac** ont toutefois dû connaître des conditions climatiques et environnementales guère moins contraignantes que leurs descendants de Gazel et de Canecaude (bassin de l'Orbiel). Si l'on se fie aux indices de masse corporelle (obtenus uniquement à partir des valeurs du talus), les femelles de Lassac présentaient même un gabarit plus élevé que celles de l'He1. L'occupation de Lassac (vers 20 500 cal. BP) se situerait lors d'un évènement climatique, le GS-2b, qui correspondrait à un réchauffement climatique (Figure 160). À la fin du Dernier Maximum Glaciaire, des conditions environnementales plus favorables ont ainsi pu profiter aux rennes de Lassac, et particulièrement aux femelles. Il a pu en être de même pour les rennes de Pégourié également datés de cette période, dont la valeur mISD (-1,03) est proche de celle de Lassac (mISD= -1,08). En effet, d'après l'étude géologique des Peyrugues (Lot), une légère amélioration climatique s'est mise en place dans l'intervalle de temps compris entre 18 600 et 15 900 BP (22 200 - 19 000 cal. BP), entre le pic de froid du LGM et l'He1 (Bertran 2005).

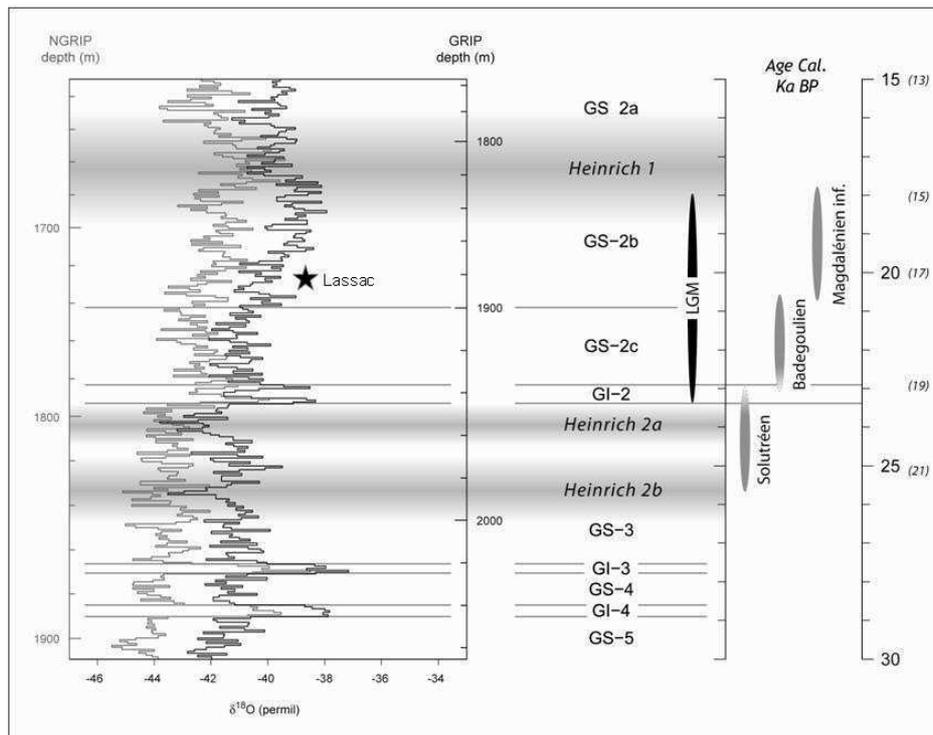


Figure 160 : Courbe paléoclimatique (d'après Lowe *et al.* 2008, Melki *et al.* 2009). Document S. Ducasse

Au cours de l'**He1**, période climatique globalement plus aride mais moins froide que la précédente, les rennes paraissent augmenter de taille corporelle dans plusieurs assemblages (Gazel, Bize G, Combe Cullier, Igue du Gral). Durant cette période d'instabilité climatique, d'autres assemblages (Enlène, Canecaude, Laugerie-Haute Est m.III) renferment des rennes de taille corporelle assez modeste. Les femelles paraissant mieux représentées dans ces derniers, il est probable que la plus petite taille corporelle enregistrée soit en fait liée au sex-ratio. Cette période correspondrait à une période de « réadaptation » des populations de renne amorcée dès le GS-2b, ainsi qu'à une augmentation sensible de la biomasse (Delpech 1999).



Lors de la transition **He1/GIS-1**, une augmentation de la taille corporelle est enregistrée dans l'ensemble des gisements étudiés. Cette élévation est concomitante à l'amélioration climatique qui caractérise cette période. La fin de l'He1 et le début du GIS-1 indiquent en effet un réchauffement associé à une fonte importante des glaces continentales, ainsi qu'une première phase d'expansion des espèces arborées comme les genévriers et les bouleaux. Leur développement ainsi que la raréfaction des herbacées de caractère steppique indiquent à la fois une augmentation des températures et des précipitations bien que le milieu reste encore ouvert (Jalut et Turu i Michels 2010). Les résultats présentés ici sont en accord avec ceux de Delpech (1999) qui stipulent que de 13 000 à 12 000 BP (16 000- 14 000 cal. BP), les conditions climatiques et environnementales deviennent particulièrement favorables au renne ; son abondance est élevée et sa taille corporelle augmente.

Pour les rennes landais et périgourdins rapportés à cette période (Duruthy et La Madeleine), nous avons toutefois noté l'existence d'une **particularité morphologique**, à savoir des **extrémités distales de métacarpes plus épaisses**. Il paraît délicat de savoir si cette caractéristique est propre à cette période et disparaît au GIS-1 ou si elle existait dès l'He1 (seul un site périgourdin -Lauerie-Haute Est- rapporté à cette période a pu être analysé). L'existence d'un plateau radiocarbone à cette période rend difficile la mise en évidence de la contemporanéité des assemblages. Rappelons que seules trois dates (Duruthy c.3 - nouvelle date AMS : $12\,930 \pm 60$ BP ; La Madeleine c. 13 & 14 datées au ^{14}C : $13\,070 \pm 190$ BP et $13\,440 \pm 300$ BP) permettent de rapporter les assemblages à la transition He1/GIS-1. Au niveau des conditions paléoenvironnementales, les données peuvent être contradictoires. Dans la couche attribuée au Magdalénien supérieur de Duruthy, les données fauniques indiqueraient un climat froid et humide (Delpech 1978), alors que la palynologie suggérerait l'installation de l'oscillation de l'Allerød, avec le développement d'espèces végétales mésophiles et thermophiles (*in* Arambourou 1978). À La Madeleine, le climat serait doux et humide (Delpech 1983).

Quoi qu'il en soit, j'ai cherché à comprendre quelles peuvent être les causes d'un tel particularisme morphologique, jamais caractérisé auparavant chez les rennes fossiles. Dans le registre archéologique, des variations morphologiques des métapodes (métacarpes et métatarses) ont été enregistrées chez les chevaux tardiglaciaires, pour qui des différences synchrones ont été mises en évidence entre le groupe du Nord issu du Bassin parisien et le groupe du Sud correspondant au Plateau suisse et à la Charente (Bignon 2003, 2005, 2008, Bignon et Eisenmann 2006). Le **registre actuel** ne livre à notre connaissance aucune information sur les variations diachroniques des extrémités articulaires des métapodes de renne ; les données ostéométriques pour les rennes/caribous actuels concernant de prime abord les crânes, les bois et les mandibules. Il n'existe pas non plus d'information quantitative sur leur anatomie musculo-squelettique, il s'avère donc difficile d'analyser la biomécanique de leur locomotion. Il semblerait toutefois que la masse centrale soit principalement répartie dans le membre antérieur ; par conséquent, les forces de réaction au sol sont plus fortes sur le membre antérieur que sur le membre postérieur (Wareing *et al.* 2011).



La taille et la forme des sabots sont des indicateurs intéressants qui fournissent des informations relatives aux adaptations locomotrices.

Les grands mammifères s'adaptent différemment au couvert neigeux : quand la neige atteint le poitrail, l'animal ne peut lever les membres et il dépense une grande quantité d'énergie. La longueur des membres et la charge du pied sont importantes dans le degré de tolérance à la neige (Figure 161). Contrairement au bison, le renne montre la plus grande adaptation avec une grande capacité à se déplacer sur des sols encroûtés (Guthrie 1990). Les ergots (réduits ou absents chez les autres ongulés) touchent le sol et apportent une large surface du pied qui résulte d'une capacité locomotrice importante dans la neige et aussi d'une capacité à fuir les prédateurs (Telfer et Kelsall 1984, Kojola *et al.* 2004). Les sabots, particulièrement ceux du membre antérieur, sont grands, larges, plats et fortement incurvés (Nieminen 1990, Syroechkovskii 1995).

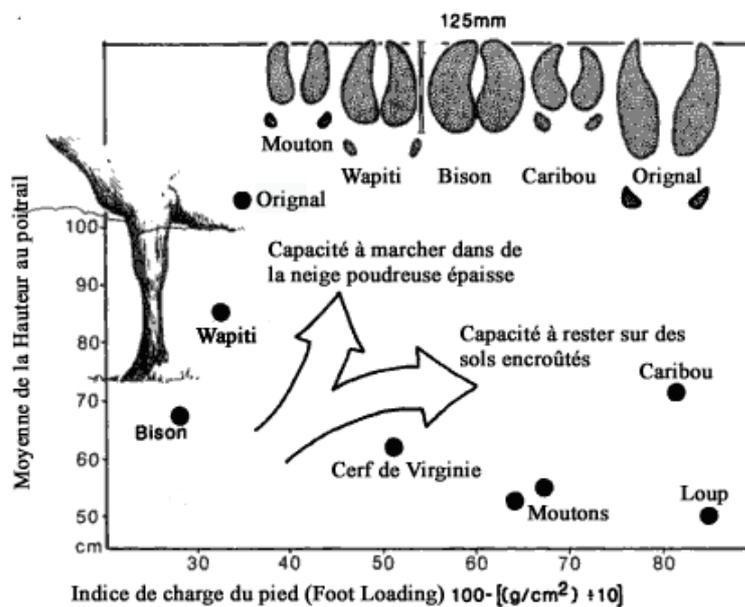


Figure 161 : Adaptation des pieds et des membres de plusieurs ongulés au couvert neigeux (d'après Guthrie 1990, modifié)

D'après Banfield (1961), la taille des sabots des rennes sauvages de montagne de Scandinavie est de 60x60 mm et celle des rennes sauvages de forêt⁶⁰ est de 110x95 mm. Cela suppose une charge au sol moins importante chez ces derniers (Figure 162).

⁶⁰ Individus mâles dans les deux cas



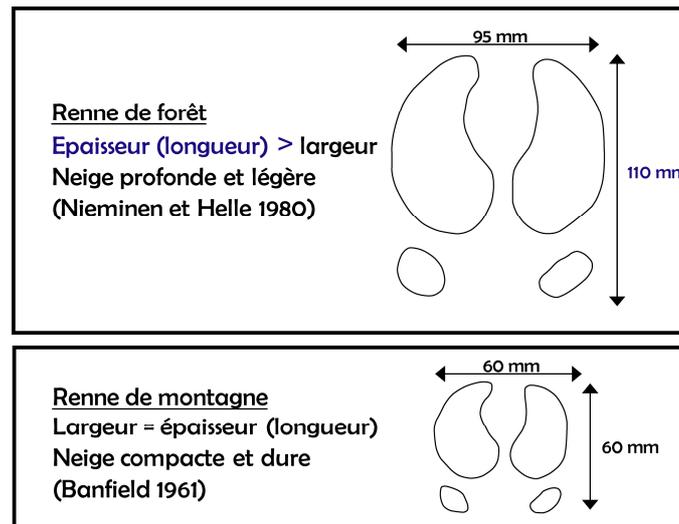


Figure 162: Taille des sabots des rennes de forêt et de montagne (d'après les données de Banfield 1961 et Nieminen et Helle 1980)

L'épaisseur du couvert neigeux peut ainsi avoir une conséquence sur la taille corporelle moyenne des rennes. La grande longueur des membres ainsi que des sabots plus épais que larges des rennes de forêt constituent donc des adaptations locomotrices importantes aux conditions de vie dans la taïga, où le couvert neigeux est généralement très profond et léger (Nieminen et Helle 1980).

Les types de montagne évoluent quant à eux dans des zones où la neige est dure et compacte (Nieminen et Helle 1980, Kuzyk *et al.* 1999). Des sabots trapus confèrent des avantages au renne, en facilitant tout d'abord les déplacements sur des sols meubles, en lui permettant également de creuser profondément la neige afin d'atteindre le couvert végétal (*cratering*) à moindre coût (Telfer et Kelsall 1984, Fancy et White 1985, Collins et Smith 1991, Kumpula 2001), et de se déplacer plus aisément dans l'eau (Klein 1992).

La morphologie du sabot est donc une variable qui reflète les conditions du couvert neigeux. D'après les données de la littérature ainsi que nos résultats sur les écotypes actuels, les caribous de la toundra (Ouest du Groenland) présentent une largeur importante des extrémités distales des métacarpiens, et donc par extension des sabots. Les comparaisons menées tendraient à indiquer qu'à l'He1/GIS-1, les rennes des Landes et du Périgord qui avaient des extrémités distales des métacarpiens plus épaisses que larges (donc des sabots plus longs) évoluaient dans une neige légère et peu profonde. À cette époque, le réchauffement climatique a conduit à la fonte progressive des glaces, à l'augmentation des précipitations et des températures ainsi qu'au développement d'un couvert végétal arboréen ; l'aspect trapu des membres ne correspondrait donc probablement pas à une activité intense de « *cratering* » dans un sol dur et compact, à moins d'une persistance d'hivers encore rigoureux dans un contexte de radoucissement général. Il est également possible que les causes de cette différence soient en relation avec le comportement migratoire des rennes. L'amélioration des conditions climatiques au He1/GIS-1 a non seulement eu un impact sur l'accès à des ressources végétales plus diversifiées (Drucker 2005, 2007, Drucker *et al.* 2008) mais également sur la densité de population (Delpech 1999). L'augmentation de la biomasse ainsi



que l'ouverture de nouveaux milieux a pu pousser les rennes à entreprendre des migrations saisonnières plus importantes, ce dès le Pré-GIS-1. Toutefois, si les causes de cette particularité morphologiques relevaient de ces facteurs, nous les aurions également identifiés dans les assemblages datés du GIS-1. Sans pouvoir reconnaître la cause exacte de ce particularisme (non documentée dans le registre actuel), l'hypothèse d'une adaptation éco/éthologique des rennes en réponse à l'instabilité climatique qui caractérise le Tardiglaciaire est proposée.

Au cours du **GIS-1**, les rennes paraissent généralement augmenter de taille corporelle, probablement en raison de l'amélioration des conditions climatiques. Une autre particularité morphologique a été constatée au sein de l'assemblage de **la Vache** (Ariège). Les rennes sont représentés par des individus de grande taille par rapport aux autres assemblages du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire⁶¹. Davantage encore que les rennes de Dordogne et des Landes, les troupeaux des Pyrénées centrales ont probablement bénéficié de conditions environnementales très favorables. Rappelons que l'analyse anthracologique atteste de l'existence de deux types de végétation : une végétation très ouverte constituée de pin et de genévrier, et une végétation de bordure d'eau avec du saule et/ou du peuplier, quelques frênes et de l'argousier (Leroi-Gourhan et Thiébault 2004). Le site de la Vache est surtout présenté comme un site de chasse au bouquetin (Pailhaugue 1993, 1996, 1998, 2004). L'environnement montagnard à proximité immédiate du site (falaises escarpées, présence de refuges, etc.) explique la prédominance de ce taxon, de même que celle de l'isard. L'étude ostéométrique menée sur les chevilles osseuses et les ossements a révélé que certains bouquetins ariégeois « *pouvaient être relativement plus robustes et/ou plus grands que leurs congénères (...) de la région vasco-cantabrique. Ces variations entre deux populations nous semblent révéler d'une adaptation directement liée au milieu local* » (Pailhaugue 2004 : 139).

Les ongulés qui pâturaient dans l'environnement proche de la grotte de La Vache, à 495 m d'altitude, auraient ainsi bénéficié de conditions climatiques et environnementales favorables, leur permettant d'investir largement dans la taille et la masse corporelle. Les données issues de la biochimie isotopique indiquent qu'au GIS-1, l'alimentation des rennes contient moins de lichens (par rapport au dernier Pléniglaciaire et au Dryas ancien qui précèdent) et davantage d'essences forestières (Figure 163), constat allant de pair avec une amélioration générale des conditions climatiques (Drucker 2001, Drucker *et al.* 2003, Drucker 2005). La mise en place progressive d'ongulés de milieu tempéré (cerf mais surtout chevreuil, sanglier) ainsi que l'intensification de la chasse à la petite faune (oiseaux et lagomorphes) atteste aussi de l'ouverture de nouvelles niches écologiques au cours du GIS-1 (Costamagno *et al.* 2008, 2009). **Il est dès lors envisageable que jusqu'au GIS-1, les rennes évoluaient dans un écotype de tundra et que dès le GIS-1, l'amélioration des conditions environnementales (développement progressif de la forêt) ait profité aux rennes, aboutissant à une taille imposante, tout du moins dans des zones-refuges comme l'Ariège.**

⁶¹ Y compris en ne considérant que l'assemblage « Vache sans mâles ».



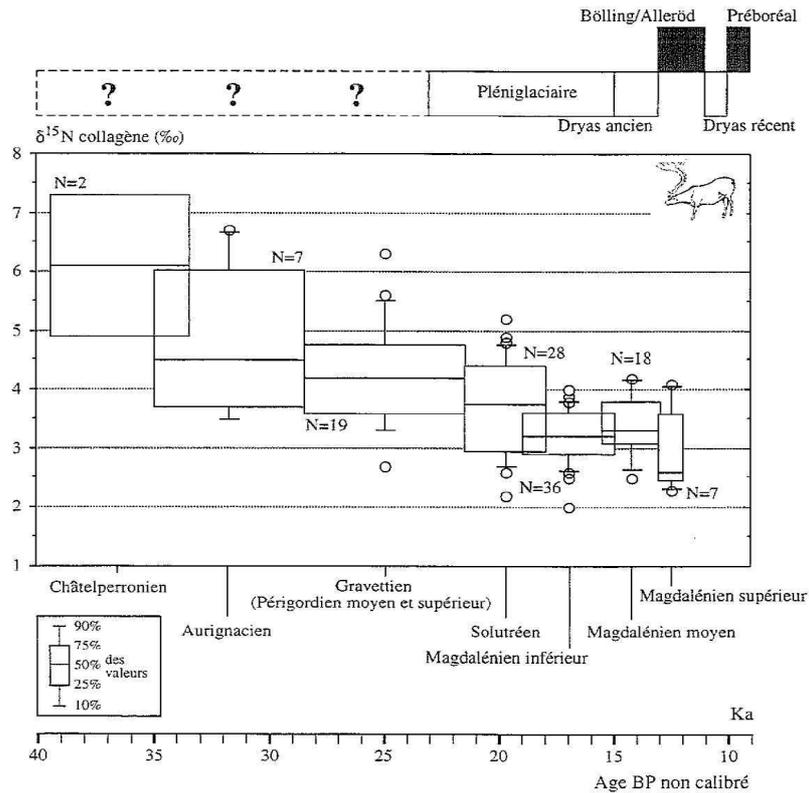


Figure 163 : Valeur de $\delta^{15}\text{N}$ du collagène du renne au cours du Paléolithique supérieur (Drucker 2001)

En diachronie, entre le dernier Pléniglaciaire et la fin du Tardiglaciaire, la taille corporelle des rennes enregistre des fluctuations qui témoignent des facultés d'adaptation de l'espèce. Les conditions climatiques et environnementales ont indéniablement joué un rôle mais d'autres facteurs ont pu interagir comme la densité de population animale, la présence de prédateurs, etc. Il demeure pour l'heure encore difficile d'aborder la question du rôle des prédateurs, notamment du loup (*Canis lupus*), dans les assemblages fossiles à rennes. Les gisements étudiés se rapportent majoritairement à des assemblages constitués par l'homme et les ossements de loup sont généralement peu abondants à la fin du Paléolithique supérieur. L'étude de gisements naturels type aven-pièges (Boudadi-Maligne et Castel 2009, Boudadi-Maligne et Kuntz 2009, Boudadi-Maligne 2010) permettrait d'apporter un éclairage nouveau sur les dynamiques de populations du principal prédateur du renne.

L'ampleur des migrations a pu constituer un facteur-clé dans la taille corporelle des rennes paléolithiques. C'est pourquoi j'ai tenté d'identifier les territoires fréquentés ainsi que le degré de mobilité des rennes à l'échelle du Sud-Ouest de la France.



VII.2. Mobilité du renne au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire

Les mouvements migratoires ainsi que les territoires occupés par les rennes du Sud-Ouest de la France ont été caractérisés en mettant en relation les résultats biométriques et les données saisonnières.

VII.2.1. Données biométriques

Pour le **dernier Pléniglaciaire** (23 000- 14 000 cal. BP), l'hypothèse d'un morcellement des troupeaux a été proposée sur la base des résultats des analyses en composantes principales (valeurs VSI* centrées). L'absence d'affinités morphologiques entre les rennes de Poitou-Charentes, du Quercy, de Dordogne et du Bassin de l'Aude permet en effet d'envisager une régionalisation des troupeaux. Dans ce cas, ces derniers auraient effectué des migrations de faibles ampleurs. Partant des données saisonnières (cf. infra), j'ai tenté d'identifier si cette hypothèse de régionalisation peut être soutenue.

Au cours de l'**He1**, les rennes du Bassin de l'Aude (Gazel, Canecaude, Bize G), d'Ariège (Enlène), du Quercy (Combe Cullier, Igue du Gral) et de Dordogne (Laugerie-Haute Est) paraissent uniformes au niveau de la taille corporelle. Des migrations selon ces axes peuvent donc être envisagées.

Lors de l'**HE1/GIS-1**, il n'existe pas de différence statistiquement significative entre les rennes des Landes et ceux de Dordogne/Gironde. Autrement dit, les rennes n'occupaient pas des territoires distincts. Des contacts ou des similitudes morphologiques ont alors pu exister et cet axe de migration peut être envisagé. Ce constat n'est pas très surprenant car ces deux zones géographiques (Périgord/Landes) sont espacées d'environ 350 km (Kuntz et Costamagno 2011), distance qui peut être aisément parcourue par plusieurs troupeaux de rennes migrateurs, comme le suggèrent les données éthologiques actuelles (Kelsall 1968, Gunn *et al.* 2000, COSEPAC 2004, Danell *et al.* 2006).

Des différences de forme ont toutefois été mises en évidence entre les rennes des Landes (Duruthy) et ceux du Bassin de l'Aude (Bize H). Ces derniers se caractérisent par des métatarsiens plus larges en partie distale, constat permettant de soulever la question de l'existence de populations distinctes et de l'absence de migrations entre ces deux zones.

Au **GIS-1**, peu de différence de taille et de forme sont constatées au sein des assemblages étudiés. Il n'existait donc a priori pas de troupeaux distincts hormis pour La Vache. Bien que le corpus d'étude paléolithique soit centré sur le Sud-Ouest de la France, des comparaisons ont été élargies au Bassin parisien. Une étude ostéométrique et statistique préliminaire montre que, sur la base de 21 variables communes, les rennes des gisements magdaléniens de plein-air de Pincevent et Verberie (datés du GIS-1) ne diffèrent pas au niveau de leur taille corporelle (Enloe 1994). Une récente étude taphonomique et archéozoologique effectuée sur



les niveaux « Renne » et « Sup. Renne » d'Etiolles (Locus 2 daté à $11\,790 \pm 60$ BP sur un reste de cheval) a également permis de mener des investigations ostéométriques sur le renne (Chevallier 2010). Le nombre de restes mesurés (NRM = 10) n'est toutefois pas suffisamment conséquent pour entreprendre des comparaisons morphologiques ; seules des indications de sex-ratio (femelles dominantes) ont pu être obtenues. Les données ostéométriques de Pincevent (niveau IV-20 section 36 - NMI Renne= 43) ont été reprises par Weinstock (2000b) qui souligne que cet échantillon est à considérer avec précaution. En effet, lors de son analyse portant particulièrement sur la reconnaissance d'éléments appartenant à des individus uniques, Enloe a également mesuré des ossements non épiphysés, appartenant donc à des jeunes et des sub-adultes. Ainsi, selon Weinstock, les données pour les extrémités distales d'humérus, de tibia et de radius ne sont pas réellement valables. D'autre part, toutes les variables n'ont pas été prises en compte par Enloe. D'après les résultats et les interprétations de Weinstock (2000b), il a été proposé l'hypothèse que les rennes de Pincevent (VSI = -19,5) étaient aussi petits que ceux du Périgord (Gare de Couze G VSI = -17,8) ou de Suisse (Kesslerloch VSI = -19,3), notamment au niveau des extrémités proximales de radius (choisies car 90% des fragments observés dans la série de Pincevent montrent une épiphyse complètement fusionnée).

Les comparaisons effectuées entre Pincevent (NER : 511) et d'autres assemblages du Sud-Ouest de la France datés du pré-GIS-1 et du GIS-1 indiquent également que les rennes du Bassin parisien (mISD = -0,56 à Pincevent) ne différaient pas de ceux du Sud-Ouest de la France, excepté l'assemblage de La Vache (Tableau 115).

	La Vache	Duruthy	Dufaure	Gare Couze	Morin	Pincevent
La Vache	0	0,0472	0,0068	0,0035	0,0003	0,0108
Duruthy		0	0,9783	0,9316	0,3839	0,9932
Dufaure			0	0,9999	0,8198	1
Gare Couze				0	0,9141	0,9988
Morin					0	0,7302
Pincevent						0

Tableau 115 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA ($F= 5,70$; $ddl= 5$, -48 ; $p= 0,00033$) à partir des assemblages de Pincevent et de plusieurs sites tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France. Valeurs de VSI* brutes, 9 variables communes.

À Pincevent, alors que la courbe de distribution des VSI ne donne aucune indication sur le sex-ratio de l'assemblage (Figure 164), l'analyse de mélange permet quant à elle, sur la base de neuf variables, d'inférer une proportion légèrement supérieure d'individus mâles (Tableau 116).



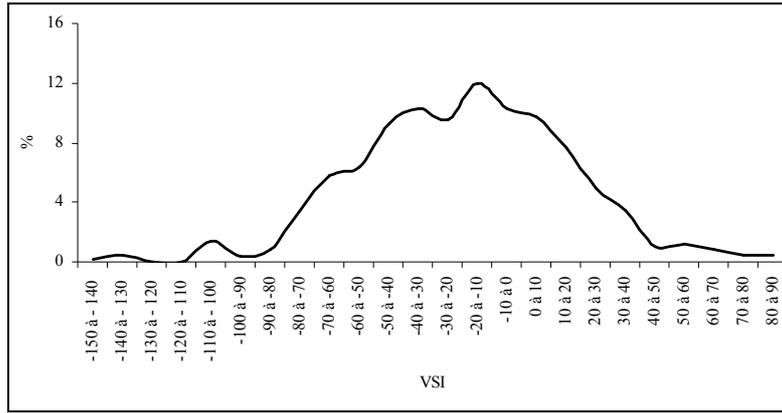


Figure 164 : Pincevent- Courbe VSI

		PINCEVENT -- résultats de l'analyse de mélanges																			
		Sea	GLP	Hum	Bd	Hum	BT	Rad	Bp	Rad	SD	Rad	Bd	Mcm	Bd	Tal	LI	Mtm	Dp		
		29	41	39	42	42	13	20	95	38	45										
"petit"	Moyenne	-1,728	-1,281	-1,387	-0,788	-0,949	-1,171	-0,568	-0,873	-0,486											Femelles ?
	Ec.t-Type	0,711	0,365	0,522	0,472	0,703	0,708	1,018	1,058	0,275											
	%	26%	33%	27%	57%	58%	28%	64%	54%	38%											
"Grand"	Moyenne	0,605	0,631	0,501	1,041	1,308	0,479	1,027	1,021	0,300											Mâles ?
	Ec.t-Type	0,654	0,504	0,570	0,607	0,349	0,365	0,445	0,571	1,482											
	%	74%	67%	73%	43%	42%	72%	36%	46%	62%											
												% moyen									
% "petit" hors juv.		26%	33%	27%	57%	58%	28%	64%	54%	38%	43%										
% "grand" hors juv.		74%	67%	73%	43%	42%	72%	36%	46%	62%	57%										

Tableau 116 : Pincevent- Résultat de l'analyse de mélange

La comparaison entre Pincevent et la Madeleine (Delpech 1983) *via* un diagramme de Simpson et un test de Student⁶² (Figure 165) indique que la seule variable pour laquelle une différence statistique nette apparaît est la largeur distale du métacarpien. Les rennes du Bassin parisien ne se caractérisaient donc pas, semble-t-il, par des extrémités de métarpes trapues, contrairement à ce qui a été observé à La Madeleine (Dordogne) et Duruthy (Landes).

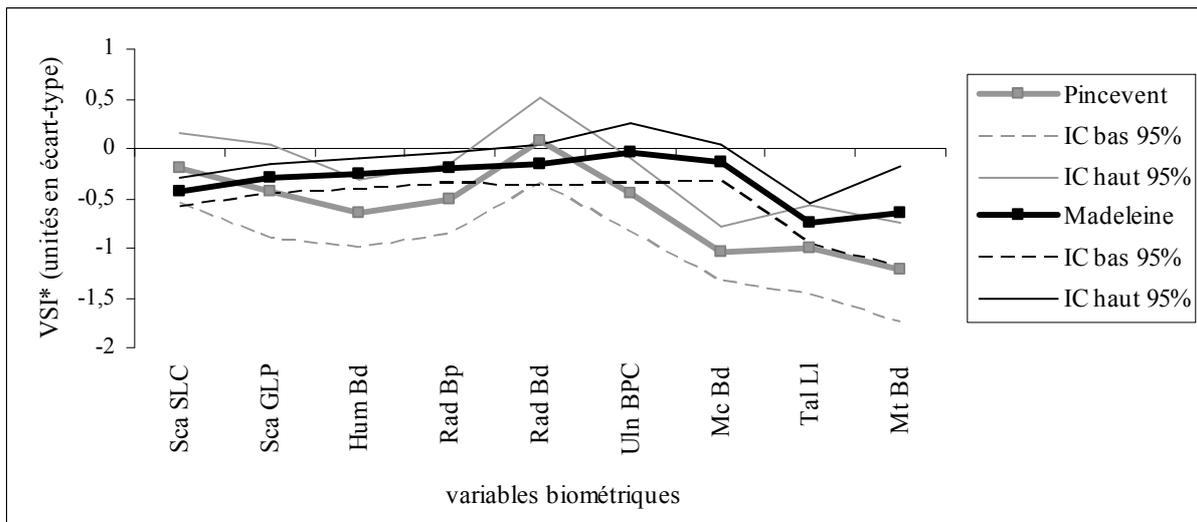


Figure 165 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Pincevent (Weintock 2000) et La Madeleine (Delpech 1983). Echantillon de référence : Stellmoor (VSI*= 0).

⁶² p [Ho : mISD_{PIN}= mISD_{MAD}]= 0,104



VII.2.2. Données saisonnières

VII.2.2.1. Préambule méthodologique

La synthèse menée sur la saisonnalité témoigne d'une **terminologie** non homogène. Selon les auteurs, les termes utilisés sont en effet variables : certains parlent en mois (Bouchud 1959a, 1966), d'autres en saisons (printemps, été, automne, hiver) (Gordon 1988a, b), d'autres encore en terme de bonne et de mauvaise saison (Martin 1999, Rendu 2007, etc.). En tenant compte des événements physiologiques et éthologiques des rennes, nous devrions raisonner en terme de « bonne saison » (du milieu du printemps à la fin de l'automne) et de « mauvaise saison » (hiver et début du printemps). Toutefois, dans les tableaux récapitulatifs, la dénomination par saisons est conservée car ce sont ces indications qui sont généralement accessibles dans la littérature. Le **printemps** correspond ainsi à la fin de la mauvaise et au début de la bonne saison (mois d'avril à juin), l'**été** à la pleine bonne saison (mois de juillet à septembre), l'**automne** à la fin de la bonne saison (mois d'octobre et novembre) et enfin l'**hiver** correspond à la mauvaise saison (mois de décembre à mars) (Figure 166).

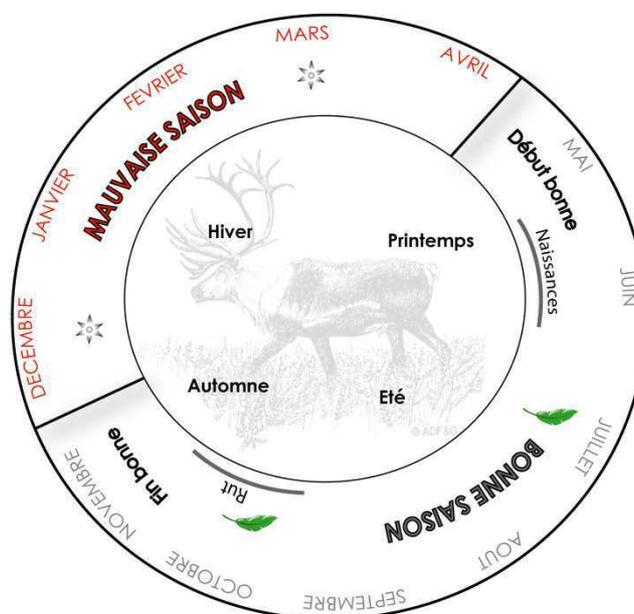


Figure 166 : Correspondances saisonnières au sein du cycle annuel.

Une grande part des données saisonnières proviennent des travaux de Gordon (1988b) dont l'analyse du **cément dentaire** a été menée sur de nombreux échantillons du Sud-Ouest de la France, pour l'essentiel fouillés anciennement, et dont les repères stratigraphiques sont plutôt vagues. Dans ses analyses, il reconnaît la longue échelle de temps des industries magdaléniennes mais, dans son interprétation, il ne distingue pas le matériel provenant de périodes chrono-culturelles distinctes. La méthode qui consiste à prendre en bloc tout un gisement, sans tenir compte des différents niveaux stratigraphiques afin d'avoir une « vision d'ensemble » du gisement parfois sur quelques millénaires constitue selon nous une démarche fallacieuse. Cela impliquerait en effet qu'au cours des millénaires, les saisons de chasse aient eu lieu à la même période chaque année.



Par ailleurs, si l'on examine les descriptions pour chaque gisement à la fin de l'ouvrage de Gordon, on constate que les niveaux analysés ne sont pas explicitement définis d'un point de vue chrono-culturel. D'autre part, le nombre de dents étudiées (parfois minime dans certains assemblages) n'est pas systématiquement précisé ; parfois, seuls des pourcentages d'occurrences saisonnières sont mentionnés. Des problèmes pourraient également se poser au niveau du coefficient de lisibilité des dépôts de cément utilisé par Gordon (Martin 1994 : 30).

Au niveau interprétatif, le modèle de migrations bi-annuelles sur de longues distances qu'il propose pour les rennes paléolithiques paraît largement influencé par le comportement migratoire de certaines populations actuelles de caribous de la toundra qui parcourent des milliers de kilomètres entre les territoires d'été et d'hiver. Un premier bémol doit être posé car les espaces sont bien plus étendus en Amérique du Nord qu'en France (Delpech 1975, 1983). Par ailleurs, même si Gordon a identifié plusieurs saisons de chasse au renne dans un assemblage ou une zone géographique, il ne reprend dans ses conclusions que celles qui paraissent valider son modèle de migrations bi-annuelles (cf. p. 97).



Site	Niveau	Zone géo	Printemps	Été	Automne	Hiver	Total dents
Canecaude	couche 2	Bassin de l'Aude		3 milieu été			3
Chaire à Calvin	Magda	Charente	9		1	1	11
Montgaudier	déb. Magda	Charente	19.2%	65.3%		15.3%	6
Placard	?	Charente	6				6
Badegoule	bad (magda0 et protomagda 1a)	Dordogne	38%	x		46%	non précisé
Cap Blanc	magda sup?	Dordogne	6			1	7
Couze (Gare de)	phase 6	Dordogne	45	X	X	X	50
Crabillat	phase 2	Dordogne	31%		12%	56%	non précisé
Flageolet II	c. IX	Dordogne				X	non précisé
Laugerie-Haute Est	phases 0	Dordogne	28.3%			71.6%	12
Laugerie-Haute Est	phase 1	Dordogne	?	?	?	?	12
Laugerie-Haute Est	phase 2	Dordogne	11.1%			88.8%	6
Laugerie-Haute Est	phase 3	Dordogne	33%	3.2%		63.7%	29
Longue Roche	phases 5-6	Dordogne	DEUX TIERS			UN TIERS	4
Madeleine	phase 4	Dordogne	76%			31.5%	20
Madeleine	phase 5	Dordogne	76.9%	11.5%		8%	28
Madeleine	phase 6	Dordogne	39.7%	31.7%		27%	18
Reignac	magda sup	Dordogne	31.2%	1%		67.8%	95
Fauroux	Magda final	Gironde	1				1
Faustin	magda final	Gironde	4	2			6
Fongaban	Magda moyen	Gironde		1		1	2
Fontarnaud	magda sup	Gironde	6				6
Marcamps	phase 5-6	Gironde	51%			49%	12
Morin	magda sup phase 5	Gironde	55.5%		1	27.7%	4
Morin	magda sup phase 6	Gironde	61.3%			32.7%	28
Moulin Neuf	magda moy/final	Gironde				2	2
Saint-Germain-la-Rivière	magda sup	Gironde	11.1%	5.6%		83.3%	9
Gourdan	magda sup?	Haute-Garonne	30%	30%	10%	30%	9
Lortet	Magda sup (phase6)	Haute-Garonne	35.4%	22.5%	41.9%		9
Lourdes	phase 4-6	Hautes-Pyrénées	10.3%	37.9%	51.7%		7
Brassempouy (Pape)	Magda IV	Landes	5				5
Duruthy	c. 4	Landes	25%			75%	5
Duruthy	c. 5	Landes			22%	28%	5
Duruthy	c. 6	Landes	58%	11%	31%		9
Enval (abri Durif)	magda sup/final	Massif central	10	2			12
Arudy-Espalungue		Pyrénées	4	4	1		9
Enlène	phase 4	Pyrénées	7			3	10
Isturitz	phase 4	Pyrénées	33.3%	43.3%		23.3%	9
Mas d'Azil	fouilles Péquart	Pyrénées	UN TIERS			DEUX TIERS	?
Portel	magda moyen	Pyrénées	19%	14.2%		66.6%	5
Combe Cullier	C. 4 -13	Quercy	50%		25%	25%	35
Sainte-Eulalie	phase 3	Quercy	3%	2%		82.6%	15
Sainte-Eulalie	phase 6	Quercy		60%		40%	2
Bruniquel/ Lafaye?	magda	Vallée de l'Aveyron	35%	19,5%	19,5%	26%	10
Courbet	magda	Vallée de l'Aveyron	6		3	4	13
Fontalès	phase 6	Vallée de l'Aveyron	83%			17%	13
Bois-Ragot	magda final	Vienne	1			1	2

Tableau 117 : Données saisonnières issues des analyses cémento-chronologiques de Gordon (1988b) au Magdalénien à l'échelle du Sud de la France.

Les données de saisonnalité en lien avec les **événements physiologiques** (degrés d'éruption et d'usure dentaire, bois et restes de fœtus) ont également été reprises. Il convient toutefois de ne pas oublier que ce type de données saisonnières ne renseigne pas toujours sur l'intégralité d'un assemblage et par extension d'un troupeau. En effet, les séquences d'éruption dentaire ne concernent que les jeunes individus, âgés de quelques mois à environ deux ans. Les individus adultes sont de ce fait exclus. Les données saisonnières provenant des appendices frontaux connaissent également des limites. La première difficulté consiste à distinguer le sexe des jeunes et des adultes, ce qui n'est pas toujours possible, d'où l'utilisation des termes « gros » et « moyen » modules dans les analyses technologiques (Averbouh 2000, Pétilon 2006). D'autre part, selon l'âge, le sexe, selon si la femelle est gravide ou non, la condition physique



des individus, etc.², la croissance puis la chute des bois peut se produire à des moments décalés.

Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de méthode efficace pour déterminer précisément l'âge et le sexe des ramures de rennes et les interprétations saisonnières issues de ces vestiges doivent donc être considérées avec précaution. L'autre problème majeur des bois est qu'il n'est pas possible d'identifier si les bois de chute ont été collectés dans d'autres secteurs et/ou au cours d'une autre saison que l'occupation étudiée (Burke 1995). Toutes ces difficultés méthodologiques sont autant d'obstacles à une bonne compréhension des systèmes de migrations des rennes et, par conséquent, à une bonne appréhension des systèmes d'exploitation de ce gibier au Paléolithique.

Tenant compte de ces diverses méthodes et en dépit des limites qu'elles supposent, une synthèse relative aux saisons de capture des rennes au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire a été effectuée.

VII.2.2.2. Saisons de capture des rennes

La synthèse porte sur un ensemble de 63 gisements pour lesquels des données saisonnières sont disponibles pour *Rangifer tarandus* (Tableau 118). Ces assemblages ont été rapportés aux différentes phases chrono-climatologiques (Dernier Pléniglaciaire, He1, GIS-1)- selon les données radiométriques, paléoenvironnementales et typo-technologiques- et sont présentés par zone géographique.



Secteur géographique	Assemblage	Période climatique	Printemps	Été	Automne	Hiver	Références	Nb dents (cémento)	
Poitou-Charentes	Montgaudier 3 & 4	Dernier Pléniglaciaire/ Hel	cément	cément		cément	Gordon 1988 b	6	
	Placard c. 3	Dernier Pléniglaciaire	cément				Gordon 1988 b	6	
	Chaire à Calvin	Hel ?	cément		cément	cément	Gordon 1988 b	11	
	Bois-Ragot 5 & 6	GIS-1	cément		bois	cément	Gordon 1988 b, Griggo 2005	2	
Gironde	Roc de Marcamp 5 & 6	Dernier Pléniglaciaire	cément/ dent/ bois			cément/ dent/ bois	Gordon 1988 b, Lacorre 1951	12	
	Fontanaud	Hel ?	cément				Gordon 1988 b	6	
	Moulin-Neuf	Hel				cément	Gordon 1988 b	2	
	Saint-Germain-la-Rivière	Hel	cément	cément		cément	Gordon 1988 b	9	
	Fauroux	GIS-1	cément				Gordon 1988 b	1	
	Morin 5 & 6	GIS-1	cément		cément	cément	Gordon 1988 b	32	
Périgord	Badegoule	Dernier Pléniglaciaire	cément/ dent/ bois	dent/ bois	dent/ bois	cément/ dent/ bois	Gordon 1988 b, Bouchud <i>et al.</i> 1953	non précisé	
	Laugerie-Haute-Est 0,1,2	Dernier Pléniglaciaire	cément/dent		dent/ bois	cément/ dent/ bois	Gordon 1988 b, Bouchud 1966	18	
	Cap Blanc	Hel ?	cément			cément	Gordon 1988 b	7	
	Flageolet II layer IX	Hel	dent	dent/ bois	dent/ bois	cément/ bois/ fœtus	Delpèch 1970, Gordon 1988 b, Deplano 1994, Kuntz	3	
	Laugerie-Haute-Est 3	Hel	cément			cément	Gordon 1988 b	29	
	Madeleine IV	Hel	cément/ bois	dent/ bois		cément/ bois	Gordon 1988 b, Bouchud 1966, Bonnissent 1993	20	
	Reignac	GIS-1	cément			cément	Gordon 1988 b	95	
	Gare de Couze	GIS-1	cément/ bois	cément	cément	cément	Prat 1962, Bordes et Fitte 1964, Gordon 1988 b	50	
	Madeleine V	GIS-1	cément/ bois	cément	bois	cément	Gordon 1988 b, Bouchud 1966, Bonnissent 1993	28	
	Madeleine VI	GIS-1	cément	cément		cément	Gordon 1988 b	18	
	Crabillat	GIS-1	cément/dent		cément/ dent	cément/ dent	Gordon 1988 b, Bouchud 1966	non précisé	
	Liméuil	GIS-1	bois	bois		bois	Bouchud 1966		
	Quercy & Vallée Aveyron	Igue du Gral	Dernier Pléniglaciaire/ Hel	dent/ bois	cément	dent/ bois	dent/ bois	Martin <i>in</i> Castel <i>et al.</i> 2005, Kuntz et Castel 2010	6
Gandil		Dernier Pléniglaciaire		cément	cément		Martin 2004	26	
Cuzoul de Vers 20-23		Dernier Pléniglaciaire		dent			Castel 1999	-	
Petit Cloup Barrat 4		Dernier Pléniglaciaire		dent			Castel non publié	19	
Petit Cloup Barrat 8 c		Dernier Pléniglaciaire		dent			Castel <i>et al.</i> 2006 et com. pers.	-	
Peyrugues 6-9		Dernier Pléniglaciaire		cément			Allard <i>et al.</i> 2005, Martin 2009 <i>in</i> Le Gall 2005	6	
Pégourié 8 & 9		Dernier Pléniglaciaire		dent/ cément			Séronis-Vivien <i>et al.</i> 1995	59 (dont 4 cémento)	
Lafaye		Hel		dent/ bois	dent/ bois		Pajot 1969	-	
La Magdeleine-La-Plaine		Hel	dent/ bois				Kuntz 2005, 2006	-	
Courbet		Hel	cément		cément	cément	Gordon 1988 b	13	
Combe-Cullier 4-13		Hel	cément		cément	cément	Gordon 1988 b	35	
Sainte-Eulalie 3		Hel	cément	cément		cément	Gordon 1988 b	15	
Peyrugues 3		Hel	dent	cément	dent		Allard <i>et al.</i> 2005, Martin 2009, Juillard 2009	7	
Bergerie-des-4-Chemins		Hel	bois	dent			Séronis-Vivien <i>et al.</i> 1981	5	
Fontalès 5/6		Hel/ GIS-1	cément/ bois/ dent		bois/ dent	cément/ dent	Gordon 1988 b, Bouchud 1966, David inédit	13	
Plantade		Hel/ GIS-1		dent/ bois	dent/ bois		Pajot 1969	-	
Montastruc		GIS-1		dent/ bois	dent/ bois		Bétirac 1952	-	
Peyraczet		GIS-1		dent			Costamagno et Kuntz non publié	-	
Massif Central		Le Blot	Dernier Pléniglaciaire	dent/ bois	dent/ bois			Chauvière et Fontana 2005	-
		Petits Guinards	Hel	bois	bois			Fontana <i>et al.</i> 2003, Fontana et Chauvière 2009	-
	Enval II	Hel/ GIS-1	fœtus			fœtus	Surmely <i>et al.</i> 1997	-	
	Durif	Hel/ GIS-1	cément	cément			Gordon 1988 b, Delpèch 1998	12	
	Pont de Longues	GIS-1		dent/ bois	dent/ bois		Fontana 2000 a	11	
	Cottier	GIS-1	dent/ bois	dent/ bois	dent/ bois		Fontana 2007	-	
	Le Portel	Hel ?	cément	cément		cément	Gordon 1988 b	10	
	Enlène 4	Dernier Pléniglaciaire	cément			cément	Gordon 1988 b	5	
Pyénées et Chalosse	Enlène Salle du Fond	Hel	dent/ bois	dent			Averbouh 2005, Lalande 1986	-	
	Bois de Cantet	Hel				dent/ bois	Clot 1984	-	
	Duruthy 4	Hel	cément		bois	cément/ bois	Delpèch 1978, Gordon 1988 b	5	
	Duruthy 3	Hel/ GIS-1			dent/ bois	dent/ bois	Delpèch 1978	-	
	Grand Pastou	Hel/ GIS-1	dent/ fœtus			dent	Lalande 1988	-	
	Brassempouy	Hel/ GIS-1	cément				Gordon 1988 b	4	
	Dufaure 4	GIS-1	dent	dent	cément	cément/ bois	Spieß & Altuna <i>in</i> Straus 1995	5	
	Espèluges déblais	GIS-1		dent	bois		Omnès <i>et al.</i> 1980	-	
	Isturitz F1 and I	GIS-1	dent	dent	bois	bois	Pétillon et Letourneux 2006	-	
	La Vache	GIS-1	cément/ dent	cément/ dent	dent	bois	Gordon 1988 b, Pailhaugue 2004, Averbouh 2005	9	
	Bassin de l'Aude	Lassac	Dernier Pléniglaciaire	dent/ bois			dent/ bois	Fontana 1998, Kuntz sous presse	-
		Gazel	Hel	dent/ bois	cément	cément	dent/ bois	Fontana 1998, Martin et Martin 2010	10
		Canecaude	Hel	dent/ bois	cément		dent/ bois	Fontana 1998, Gordon 1988 b	3
Bize G		Hel/ GIS-1	dent/ bois/ fœtus			dent/ bois/ fœtus	Magniez 2010 a	-	
Bize H		GIS-1	dent/ bois			dent/ bois	Magniez 2010 a	-	

Tableau 118 : Synthèse des données saisonnières sur le renne au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France [intensité des couleurs : plus le grisé est marqué, plus les occurrences saisonnières sont nombreuses].

Les indications saisonnières pour les zones localisées au Nord du secteur d'étude -**Poitou-Charentes et Gironde**-, demeurent très sporadiques. Seules quelques indications permettent de déduire la saisonnalité des rennes chassés par les groupes magdaléniens de Bois-Ragot : « (...) Les Magdaléniens ont recherché, dans le but de travailler, des bois de mâles adultes. Lorsque la base de ces bois est présente, il s'agit, dans tous les cas, de bois de chute. Ces Magdaléniens devaient donc avoir une activité saisonnière de ramassage des bois, située à la fin de l'automne (période de chute des bois du Renne mâle). Un tel comportement a également été observé dans les niveaux magdaléniens de Pincevent (Leroi-Gourhan et Brézillon 1972 ou la Madeleine (Bouchud 1966, Bonnissent 1993) » (Griggo 2005 : 312). Il demeure difficile de savoir si les bois de chute d'individus mâles ont été collectés à proximité immédiate du site, ou lors de déplacements au sein du territoire. La chasse au renne aurait



alors pu se produire soit au cours de l'automne, soit au cours de l'hiver. D'après les analyses cémento-chronologiques, les sites de Poitou-Charentes sont occupés majoritairement au cours du printemps ; quelques mentions de bonne saison sont à signaler au dernier Pléniglaciaire et à l'He1 (été à Montgaudier et automne à la Chaire-à-Calvin).

En **Gironde**, les analyses cémento-chronologiques portent également sur de faibles effectifs. Quelle que soit la période chronologique (dernier Pléniglaciaire, He1, GIS-1), les rennes paraissent présents majoritairement de la fin de la bonne saison au début de la bonne saison (de l'hiver au printemps). Quelques occurrences de bonne saison sont mentionnées par Gordon, à l'He1 à Saint-Germain La Rivière (été) ainsi qu'au cours du GIS-1 à l'abri du Morin (automne).

Pour le **Périgord**, les deux assemblages du dernier Pléniglaciaire retenus -Badegoule et Laugerie-Haute Est- permettent, toutes méthodes confondues, d'identifier une quasi-permanence du Renne (Tableau 118). D'après le cément dentaire, seuls l'hiver et le printemps seraient attestés dans ces assemblages badegouliens (Gordon 1988b). À l'abri Casserole (Dordogne), la présence d'un os long de fœtus donne une indication d'hiver, mais ce seul indice demeure insuffisant pour caractériser les saisons d'occupation du site (Castel et Chauvière 2007).

À l'He1, toutes les saisons sont représentées, y compris l'automne au Flageolet II (c.IX). D'après les dates d'éruption dentaire, l'étude des bois et la présence de deux femelles gravides, les chasses auraient ainsi été menées tout au long de l'année dans ce gisement (Deplano 1994). D'après nos propres observations sur trois fragments mandibulaires de jeunes individus, la belle saison est représentée. Les restes de fœtus traduisent une présence à la fin de l'hiver ou au début du printemps.

Au niveau de la saisonnalité des occupations à La Madeleine, les avis divergent : Delpech (comm. orale White 1980) considère que le site a été occupé au cours de l'automne et de l'hiver (éruption dentaire). D'après l'étude des bois et des mandibules de jeunes, Bouchud (1959a) conclut, quant à lui, à la présence annuelle du renne et de l'Homme dans la vallée de la Vézère pour les niveaux du Magdalénien IV et V. Mais à l'époque de ses travaux, Bouchud disposait des subdivisions stratigraphiques de Peyrony ; d'après les fouilles plus récentes de Bouvier, les niveaux du Magdalénien IV et V représentent plusieurs niveaux d'occupation. Les résultats de Bouchud portent donc sur plusieurs niveaux et phases d'occupation (Bonnissent 1993). Les analyses cémento-chronologiques de Gordon provenant des niveaux Magdalénien IV, V et VI des fouilles Bouvier l'ont amené à conclure à la présence du renne majoritairement au printemps. La prise en compte de plusieurs phases culturelles a toutefois été largement critiquée depuis. Les travaux de Bonnissent (1993) sur les bois de rennes l'ont conduit à confirmer l'hypothèse de Bouchud : occupation de l'abri tout au long de l'année. Que ce soit au cours de l'He1 ou du GIS-1, les restes dentaires des rennes de La Madeleine ne permettent pas de documenter leur présence à l'automne. L'interprétation des saisons de chasse au renne dans les épaisses couches de la Madeleine est rendue difficile car elles correspondent à de nombreuses occupations dont il est difficile de retrouver le détail chronologique de la succession. À Reignac, au GIS-1, les 95 dents analysées par Gordon



indiquent des chasses hivernales et printanières (de la fin de la bonne saison au début de la bonne). Dans les autres assemblages rapportés au GIS-1, toutes les saisons sont représentées, avec des occurrences moins nombreuses (mais bien présentes) au cours de la belle saison (été et automne). À Gare de Couze, les bois de chute indiqueraient une absence des rennes durant le rut et la mise-bas (Prat 1962). Pour Delpéch (1979), les rennes étaient présents toute l'année, observation confirmée par les données cémentochronologiques (Gordon 1988b). À la grotte XVI, d'après nos observations menées sur une mandibule de jeune renne, l'individu était âgé de 15-17 mois (Miller 1974) et a donc probablement été abattu à la belle saison alors que des restes de fœtus indiqueraient l'abattage d'une femelle gravide en hiver ou au début du printemps.

D'un point de vue naturel, le **Quercy** est parcouru par un réseau hydrographique « primaire » (Dordogne au nord, Lot au sud, vallée du Dropt à l'ouest) ayant certainement servi de voies de circulation aux animaux migrateurs et aux chasseurs. Un réseau secondaire de petites rivières (le Céou et l'Ouyse-Alzou au nord, la Cère au nord-ouest et le Vers et le Célé au sud) dégage des voies d'accès aux causses mais elles sont parfois étroites (Vers) et fréquemment bordées de falaises. Les données saisonnières ont autorisé plusieurs préhistoriens à envisager une occupation estivale des rennes sur les causses et dans la vallée du Lot et du Célé (Séronie-Vivien *et al.* 1981b, Séronie-Vivien *et al.* 1995, Martin 2004, Martin et Jarry 2007, Castel *et al.* 2007, Le Gall *et al.* 2007, Jarry *et al.* 2008). Le Ségala, prolongement quercinois du Massif Central, a pu constituer un pôle d'estive pour les troupeaux de rennes qui se déplaçaient à la recherche de pâturages où ne pullulent pas les insectes piqueurs (Maynard *et al.* 2009).

D'importantes recherches sur la saisonnalité ont été entreprises sur le gisement de Pégourié (Lot), dont les niveaux badegouliens correspondent au dernier Pléniglaciaire. Les restes de renne étant relativement nombreux, la saisonnalité a été abordée au travers de deux méthodes : le degré d'éruption et d'usure dentaire ainsi que la cémentochronologie. L'observation de cinquante-cinq dents jugales inférieures de jeunes âgés de moins de deux ans (d'après la méthode de Spiess 1979) a permis d'aboutir majoritairement à des saisons d'abattage au cours de la bonne saison, de mars à octobre (Tableau 119). L'étude du ciment réalisée par Martin (*in* Séronie-Vivien *et al.* 1995) sur quelques dents de renne retrouvées dans les niveaux aziliens remaniés (mais appartenant indéniablement au Badegoulien) indique également des chasses au cours de la bonne saison⁶³. Quelle que soit la méthode utilisée, il apparaît que les rennes de Pégourié ont été chassés au cours de la bonne saison, peut-être juste après la mise-bas et jusqu'en automne.

⁶³ Sur six dents analysées, quatre ont donné des indications exploitables : deux témoignent d'une chasse au début de la bonne saison (mai-juin), les deux autres correspondraient à l'abattage des rennes au milieu et à la fin de la bonne saison (juin-octobre).



Age	Nombre	Période
Moins de 3 mois	3	Juin - août
De 3 à 5 mois	12	Août - octobre
De 10 à 15 mois	16	Mars - août
De 22 à 27 mois	18	Mars - août
De 24 à 29 mois	6	Juin - octobre

Tableau 119: Pégourie- Saisonnalité du renne à partir de l'éruption et de l'usure dentaire (d'après Séronie-Vivien *et al.* 1995).

D'autres gisements du dernier Pléniglaciaire renferment des restes de rennes chassés au cours de la belle saison (Gandil, Cuzoul de Vers, Petit Cloup Barrat, Peyrugues). Au Cuzoul de Vers (Lot), d'après les stades d'éruption dentaire et des analyses cémentochronologiques, les rennes provenant des diverses couches badegouliennes (initial⁶⁴ et typique⁶⁵), particulièrement des jeunes individus, ont été abattus au cours de la belle saison (Castel 1999). « *Si les déplacements des troupeaux de rennes sont de direction Nord-Sud à l'échelle micro-régionale ou s'ils se font dans l'axe de la vallée, alors le site du Cuzoul peut être considéré comme un site d'interception extrêmement favorable car les falaises ménagent peu de points de franchissement et la vallée est étroite. Si les déplacements se font dans un sens Est-ouest, mais sur les plateaux, alors la chasse au renne doit être organisée dans le cadre d'expéditions plus lointaines. L'introduction d'animaux entiers ne plaide pas en faveur de cette seconde hypothèse* » (Castel 1999 : 159). Aux Peyrugues, les résultats de six lames minces indiquent un abattage des rennes, des cerfs et des bouquetins à la belle saison (Allard *et al.* 2005, Martin 2009). Dans le Grand Abri de Cabrerets, la présence de quelques os de fœtus et de juvéniles signe une fréquentation du site par les rennes et les hommes à la fin de la mauvaise saison ou au cours de la bonne (Castel, com. pers.).

À l'He1, si l'on cumule les données, toutes les saisons paraissent représentées dans le Tarn-et-Garonne et le Lot alors que deux assemblages du GIS-1 témoignent de la présence des rennes à la belle saison (été et automne). Aux Peyrugues (Lot), l'analyse de sept lames minces de dents de renne livrent des indications de milieu et de fin de bonne saison (été-automne). Dans la Vallée de l'Aveyron, à Lafaye, Plantade, Le Courbet et Montastruc, les chasses se seraient également déroulées au cours de la belle saison (Pajot 1969, Bétirac 1952). À Fontalès, des occurrences de mauvaise saison sont toutefois mentionnées. Il en va de même dans d'autres assemblages datés de l'He1 (La Magdeleine La Plaine, Le Courbet, Combe-Cullier, Igue du Gral et Sainte-Eulalie). Gordon (1988b) a réalisé une étude cémentochronologique des restes de rennes de Combe-Cullier et situe les abattages en automne, en hiver et au printemps (fin de bonne saison et mauvaise saison). Les chasseurs du Magdalénien semblent avoir évité la pleine bonne saison, peut-être en raison de la sécheresse. Une explication du même type pourrait être avancée pour le plateau qui semble déserté au Magdalénien ancien : la sécheresse aurait pu le rendre inhospitalier pour les animaux (végétation en souffrance) (Martin 2007).

Au cours du GIS-1 en Quercy, les sites de Montastruc (Vallée de l'Aveyron) et Peyrazet (Lot) livrent des données encore parcellaires mais qui indiquent la bonne saison.

⁶⁴ Eruption dentaire : 15 dents analysées (dont 4 en cémentochronologie) dans le badegoulien initial

⁶⁵ La couche 21 livre peu de données saisonnières : absence d'ossements de fœtus et rareté des bois de Renne



Contrairement au modèle généralement formulé (chasses estivales au renne en Quercy), des indices de présence se répartissant sur toute l'année en Quercy sont attestées dans les vallées (Martin 2007, Gordon 1988a) mais également sur le causse (Kuntz et Castel 2010), particulièrement à l'He1. Cela signifie-t-il que les rennes étaient chassés à toutes les saisons ?

L'étude des gisements naturels de type aven-piège offre l'avantage d'étudier la composition naturelle d'un troupeau ainsi que la (les) saison(s) de présence, sans qu'il y ait eu un choix anthropique. Les saisonnalités identifiées correspondent ainsi à une présence effective des rennes dans le milieu naturel, quand bien même les hommes aient quitté la région pour s'approvisionner en autres ressources alimentaires et techniques. Nous présentons ici les résultats inédits concernant les saisons de présence naturelle des rennes de l'Igue du Gral (Lot). Les saisons de chute des rennes dans l'aven au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire sont renseignées grâce à l'étude menée sur les frontaux, les mandibules et le ciment dentaire. L'analyse cémento-chronologique effectuée par Martin en 2005 sur sept dents de renne indique une présence estivale des troupeaux sur le causse (Tableau 120) (Martin 2005).

Référence	Espèce	Dent	Latralisation	Nombre individus	Saison	Age
P46 - 125	CERF	M1/M2 sup.	G	individu CERF 1	illisible	illisible
N50 - 484	RENNE	M1? Sup.	G	individu RENNE 1	B.S.	illisible
Q45 - 108	RENNE	P3 sup.	G	individu RENNE 2	D.B.S.	illisible
Q46 - 107	RENNE	M2 sup.	D	individu RENNE 3	illisible	illisible
M51 - 99	CERF	M2 inf.	G	individu CERF 2	D.B.S.	2 ans
Q45 - 200	RENNE	M1/M2 sup.	G	individu RENNE 4	F.B.S.	illisible
Q45 - 23	RENNE	P2-P3-P4 inf.	G	individu RENNE 5	B.S.	4,5 ans
M50 - 358	RENNE	M1 inf.	D	individu RENNE 6 ?	B.S.	
N49 - 14	BOVINE	D3 sup.	D	individu BOS 2	M.S.	illisible
N50 - 225	RENNE	D4-M1-M2 incluse inf.	G	individu RENNE 7	B.S.	1,5 an
P47 - 218	BOVINE	M1 sup.	D	individu BOS 1	M.S.	5 ans

Tableau 120 : Igue du Gral- Résultats des analyses cémento-chronologiques (Martin 2005).

Les analyses préliminaires portant sur les bois et mandibules de jeunes individus livrent un tout autre constat. Au niveau des crânes, trois mâles attestent de leur présence de juillet à mars (avec une occurrence en été) et sept femelles indiquent une présence de septembre à mai (Tableau 121).

Carré	Age	Sexe	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Saison de décès	
M50d10-261	Adulte	Mâle	x	x	x									x	x	novembre à mars
P47d14-373	4 à 6 ans	Mâle									x	x	x	x	x	juillet à novembre
P48d16-290	Suturation incomplète	Mâle			x	x	x	x								février à mai
M51d1-17	Suturation incomplète	Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
M51d14-296	Adulte	Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
M5d161-326	Adulte	Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
P46d13-271	Adulte	Femelle ou daquet	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
P47d60-1574		Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
R47d18-408		Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		septembre à mai
L50d16-618		Femelle	x	x	x	x	x				x	x	x	x		août à mai

Tableau 121 : Igue du Gral- Estimation de la saison à partir des frontaux de Renne (Kuntz et Castel 2010- données J.-C. Castel).



Le développement des bois permet ainsi d'exclure totalement l'été. Les restes mandibulaires (NR= 10) indiquent quant à eux une présence d'octobre à juin, c'est-à-dire également toute l'année hormis la pleine bonne saison (été) (Tableau 122). L'absence d'ossements de fœtus peut toutefois indiquer une absence des rennes à la fin de l'hiver et au début du printemps.

carré	décapage	n°	Longueur perp fûts / LSO				Hcrn vest ant	Hcrn vest ant	Hcrn vest médian	âge Bouchud	MILLER MINI	MILLER MAXI	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12												observations						
			Longueur perp fûts / LSO	Hcrn lingual médian	Longueur perp fûts / LSO	Hcrn vest ant							JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE	JANVIER	FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI							
P47	31	862	22	7.8	22	7.1	7.1	8.8	8	>5	10																				D2D3D4
M48	8	139	23	8.4	23	6.8	6.8	7.5	8	>5	10																				D2 A M1
Q46	7	80	24	8.1	24	8.9	8.9	8.9	9	10	12																				D2 D4M1
M49	6	143	22	5.7	22	6.6	6.6	7.1	9	10	12																				D2-M1
M51	21	428	22	6.4	22	5.1	5.1	6.9	9	10	12																				D2aD4
O49	23	505	23	5	23	3.9	3.9	4.7	13	10	13	x																			I+D2àM2, 1 tournées cf photo
R47	3	29	23	8.5	23	7.7	7.7	7.2	13	10	13	x																			D2 à M2 diff de R47 34
Q46	18	381	22	5.6	22	5.6	5.6	5.6	17	13	22																				D2 à M3
M51	12	257	22	3.7	22	3	3	3.7	24	écart supérieur à une année																				D4M1M2	
R46	11	191	21	1.5	21	3.2	3.2	3.1	27	écart supérieur à une année																					D4 à M2

Tableau 122 : Igue du Gral- Mandibules de rennes, dimensions des D4 : évaluation de la saison de mort par comparaison avec les tables de Bouchud 1966 et de Miller 1974 ; croix : « âge Bouchud » ; en grisé « âge Miller » (données J.-C. Castel).

Les données issues des diverses analyses de saisonnalité indiquent des résultats contradictoires : les restes de crânes, bois et dents de jeunes livrant des indications d'absence de pleine bonne saison (été), seule période identifiée par la cémentochronologie. On peut alors s'interroger sur les saisons de présence des rennes en Quercy : les troupeaux occupaient-ils ce territoire annuellement ?

Pour le **Massif Central**, les données saisonnières commencent à se multiplier. Dans les niveaux du dernier Pléniglaciaire du Blot (Haute-Loire, altitude de 500 m), les rennes, pour la plupart « sans tête » (en majorité des femelles et des jeunes de tous âge), ont été chassés au début et au cours de la belle saison (printemps/été). La saison de chasse a été déduite de l'étude des restes dentaires et des appendices frontaux. D'après les premiers, les rennes semblent avoir été abattus entre le mois de mai et le mois de juillet. L'absence de bois de massacre de femelles étaye cette hypothèse, tout comme l'absence apparente de mâles adultes. Ces données sont confirmées par les données relatives aux deux autres gibiers (chevaux et bouquetins) qui semblent également avoir été abattus durant la même période de l'année (Chauvière et Fontana 2005). Au Rond-du-Barry (Haute-Loire), les données de saisonnalité sont relativement limitées et inexistantes pour le renne (Costamagno 1999a).

Au début de l'He1, sur le site des Petits Guinards (Allier), l'étude des bois de 45 individus indiquent des saisons centrées autour des mois d'avril/mai et d'août/septembre (printemps et été). La collecte des bois de chute des femelles a ainsi eu lieu à la fin du printemps (Fontana *et al.* 2003, Fontana et Chauvière 2009, Chauvière *et al.* 2006). À Enval II (Puy-de-Dôme), dans un contexte du Magdalénien supérieur/final (He1/GIS-1), les restes de renne sont peu



abondants (NR= 63, NMI= 3) mais renferment les métapodes vestigiaux d'un fœtus de renne (situant l'abattage d'une femelle à la fin de l'hiver) et de deux fragments de bois. Les animaux (renne, boviné, bouquetin) auraient été chassés à un seul moment de l'année : entre les mois de février et de juin (Surmely *et al.* 1997). Il convient toutefois de rester prudent vis-à-vis de ces données saisonnières, fondées essentiellement sur trois vestiges osseux. À proximité d'Enval II, les analyses concernant les deux taxons les plus abondants de l'Abri Durif -le renne et le cheval- conduisent à mettre en évidence une occupation printanière et estivale pour le premier (Gordon 1988a, p. 176) et une occupation quasiment continue pour le second (Burke 1995, p. 488).

Au GIS-1, le site de plein-air de Pont-de-Longues (c. 6) indique également une chasse préférentielle au renne et au cheval. La chasse au renne⁶⁶ se serait produite durant l'été et l'automne, c'est-à-dire au cours de la bonne saison. Le lieu de mise-bas était probablement proche (Fontana 2000b). Dans la couche du Magdalénien supérieur (E) du Rond-du-Barry, aucune donnée n'est disponible pour le renne.

Le renne constitue un gibier fréquemment chassé dans le Massif Central mais exclusivement entre le printemps et l'automne, sur des petits groupes de femelles adultes et de jeunes sub-adultes des deux sexes. Les données sur l'éruption dentaire et les bois documentent ainsi des chasses de belle saison exclusivement, tant pour le renne que pour les autres espèces. Les rennes, chassés d'avril à octobre, pouvaient mettre bas dans la région d'Enval, à proximité de l'Allier (Fontana 1996, 2007, Chauvière et Fontana 2005). L'apparente absence de chasses hivernales, qui serait un cas particulier propre au Massif Central, pourrait être liée à la difficulté d'occuper cette zone montagnaise en hiver (Daugas et Raynal 1989, Costamagno 1999a). À titre d'hypothèse, il a été proposé que les groupes humains se déplaçaient entre les hautes vallées du Massif Central et les zones au sud du bassin de la Creuse au Nord (présence d'un silex allochtone à 200 km) (Chauvière et Fontana 2005).

Dans les **Pyrénées centrales**, les analyses cémento-chronologiques menées par Gordon (1988b) sur les rennes de la c. 4 (badegoulienne) d'Enlène indiquent un abattage des rennes (NRdents=10) en hiver et au printemps, c'est-à-dire au cours de la mauvaise saison. Dans la Salle du Fond occupée à l'He1, les quelques mandibules de jeunes et la présence de nombreux ossements de fœtus permettent d'avancer l'hypothèse d'une chasse au renne au printemps (Lalande 1986). Les bois étaient absents du lot étudié par Lalande (1986) mais les conclusions d'Averbouh (2005) sur ces éléments suggèrent une occupation des rennes et des hommes au cours de la bonne saison. En dépit de leur rôle secondaire, les rennes de La Vache, de forte taille corporelle, ont également été abondamment chassés au GIS-1 (Pailhaugue 2004). La mise en commun des indices de saisonnalité plaide en faveur de chasses aux rennes à toutes les saisons.

⁶⁶ NMI= 17 dont trois individus de la première année. Méthode d'éruption et d'usure dentaire et bois



Dans le **Piémont occidental et en Chalosse**, les sites de la Falaise du Pastou (Landes) indiquent des chasses au renne pendant la saison hivernale. À Duruthy (c. 3 et 4), les indices de saisonnalité -déduits à partir des restes dentaires et des bois- situent ainsi l'abattage des rennes durant une période allant de septembre à février (Delpech 1978), c'est-à-dire durant la fin de la bonne saison et la mauvaise saison. Au Grand Pastou, les dents de jeunes et les bois indiquent également des chasses au renne au cours de la mauvaise saison, entre la fin de l'hiver et le début du printemps (Lalande 1988). À Dufaure (c. 4), l'analyse des restes dentaires montre la présence de deux jeunes rennes qui, d'après le degré d'usure des dents, pourraient avoir été tués vers le mois de juin pour l'un et entre les mois de mars et d'août pour l'autre, c'est-à-dire au cours de la bonne saison. Des analyses cémentochronologiques menées sur cinq dents de renne documentent des abattages à la fin de l'automne ou au commencement de l'hiver. Un bois de chute de renne mâle indiquerait également une collecte en hiver. Les autres grands herbivores (cerf, cheval, boviné)- dont l'étude cémentochronologique a porté sur seulement trois dents - de même que les Oiseaux auraient également été présents au cours de la mauvaise saison (Straus 1995). Dans le Magdalénien supérieur d'Isturitz (Pays Basque), l'estimation de la saisonnalité, effectuée d'après le degré d'usure des séries dentaires, a livré des indices situant l'abattage des proies entre le début du printemps et la fin de l'été. Toutefois, il convient de rester prudent : « *cela ne permet cependant pas de préciser le nombre d'épisodes de capture, ni d'exclure un fonctionnement du site à d'autres périodes de l'année* » (Pétillon et Letourneux 2006 : 18).

Les différentes analyses indiquent donc des chasses majoritairement au cours de la mauvaise saison, sans toutefois exclure la présence des animaux à d'autres moments de l'année. La falaise du Pastou pourrait ainsi correspondre aux territoires d'hiver des hardes de rennes. « *L'absence de troupeaux de rennes dans cette région au cours de la belle saison pourrait expliquer la particularité des cortèges fauniques d'Arancou. En effet, les études cémentochronologiques menées sur des restes dentaires de Cerf indiquent, sur ce gisement, des animaux abattus à la belle saison (Le Gall et Martin 1996). L'abondance du Cerf à Arancou pourrait, alors, ne pas être liée à la présence d'une niche propice au développement de cette espèce mais à l'absence du Renne de la région, migrant, au printemps, vers les zones montagnardes. Le Renne n'étant plus disponible, les chasseurs étaient alors obligés de se reporter sur les proies encore présentes, à savoir le Cerf et les ongulés steppiques* » (Costamagno 2006 : 27).

Le **Bassin de l'Aude** constitue la seule zone géographique pour laquelle les données liées aux événements physiologiques (fœtus, éruption dentaire et bois) concordent réellement entre elles, du dernier Pléniglaciaire à la fin du Tardiglaciaire.

À Lassac (dernier Pléniglaciaire), d'après l'examen des bois de massacre, l'abattage des rennes se serait produit majoritairement au cours de la fin de la bonne et de la mauvaise saison (automne/ hiver). La présence de sept restes de fœtus (NMI= 2) identifiés dans le locus 1 indique également un abattage des femelles avant le vélage printanier, donc très probablement



au cours de l'hiver (Kuntz sous presse-a). Ces indications de saisonnalité sont en accord avec les conclusions émises par Fontana (1998a) sur un échantillon plus restreint.

À Gazel et Canecaude (He1), les mandibules de jeunes individus ainsi que les bois de chute plaident en effet en faveur d'une occupation hivernale des rennes et des groupes du Magdalénien moyen (Fontana 1998b, 1999, 2000a, 2005). Dans le niveau Magdalénien moyen de la Grotte des Conques (c. 3), quelques fragments de bois, dont deux bois de massacre indiquent une présence des rennes juvéniles et sub-adultes au début de l'automne, sous des conditions climatiques froides et sèches (Moigne *et al.* 1998, Baills 2003).

À Bize (He1/GIS-1), le renne est chassé -d'après les dents déciduales, les restes de bois et de fœtus- au cours de l'hiver et/ou au printemps (Patou-Mathis *et al.* 1999, Magniez 2010ba). Dans le niveau G, la présence de 33 ossements de fœtus⁶⁷ -dont certains sont complets- suggère clairement un abattage des femelles gravides entre janvier et mars (Tableau 123).

Élément	Longueur (mm)	Mois
Humérus	30	Janvier
Humérus	32	Janvier
Humérus	35	Février
Humérus	35	Février
Humérus	36	Février
Humérus	36	Février
Humérus	39	Février
Fémur	32	Janvier
Fémur	33	Janvier
Fémur	37	Janvier
Fémur	44	Février
Tibia	24	Janvier
Tibia	26	Janvier
Tibia	30	Janvier
Tibia	31	Janvier
Tibia	32	Janvier
Tibia	33	Janvier
Tibia	35	Janvier
Tibia	42	Février
Tibia	42	Février
Tibia	45	Février
Tibia	45	Février
Tibia	85	Mars

Tableau 123 : Mesures des os longs de fœtus de renne. Grotte Tournal niveau G (Magniez 2010b).

Les indices de saisonnalité permettent donc d'envisager l'existence d'une zone de pâturage pérenne pour les troupeaux de renne, qui devaient y trouver des conditions environnementales favorables au cours de la mauvaise saison. La pleine bonne saison (été) n'est jamais représentée, indiquant une absence des hommes et des rennes (?) dans le bassin de l'Aude. Le renne, le bouquetin et le cerf sont toutefois mentionnés dans les Pyrénées orientales au cours de l'été (Moigne *et al.* 1998). Une analyse cémentochronologique entreprise en collaboration avec H. Martin a été menée sur plusieurs ongulés de la Grotte Gazel afin de compléter les premières observations sur les saisons de capture des gibiers par les groupes magdaléniens du Bassin de l'Aude. Elle livre des résultats contradictoires par rapport aux précédents résultats, en mettant en évidence une chasse au renne⁶⁸ majoritairement à la fin de la bonne saison, c'est-à-dire l'automne. Deux occurrences de début et de bonne saison sont également

⁶⁷ Seuls 3 restes de fœtus ont été identifiés dans le niveau H (Magniez 2010a)

⁶⁸ Correspondant à 7 individus adultes



mentionnées. Les autres taxons (bovinés, bouquetin, chamois, cheval) auraient également été chassés au cœur de la bonne saison, lors de la période estivale (Tableau 124) (Martin et Martin 2010).

N° échantillon	Taxon	Dent	Latéralisation	Saison
1	Renne	M3 inf.	G	B.S.
2	Renne	M3 inf.	G	F.B.S.
3	Renne	M3 inf.	G	F.B.S.
4	Renne	M3 inf.	G	F.B.S.
5	Renne	D4 inf.	G	F.B.S.
6	Renne	D3 inf.	G	D.B.S.
7	Renne	M3 inf.	D	F.B.S.
8	Boviné	M1 ou M2 sup.	-	B.S.
9	Boviné	M1 ou M2 sup.	-	B.S.
10	Bouquetin	M3 sup.	G	B.S.
11	Chamois	P2, P3, P4, M1 inf.	D	B.S.
12	Chamois	P2, P3, P4, M1 inf.	G	B.S.
13	Cheval	Molaire inf.	-	B.S.
14	Cheval	Molaire inf.	-	B.S.

Tableau 124 : Grotte Gazel (Bassin de l'Aude)- Analyses cémentochronologiques menées sur les principaux onglés (d'après Martin et Martin 2010).

VII.2.3. Tentatives d'interprétations sur la mobilité des rennes et des hommes

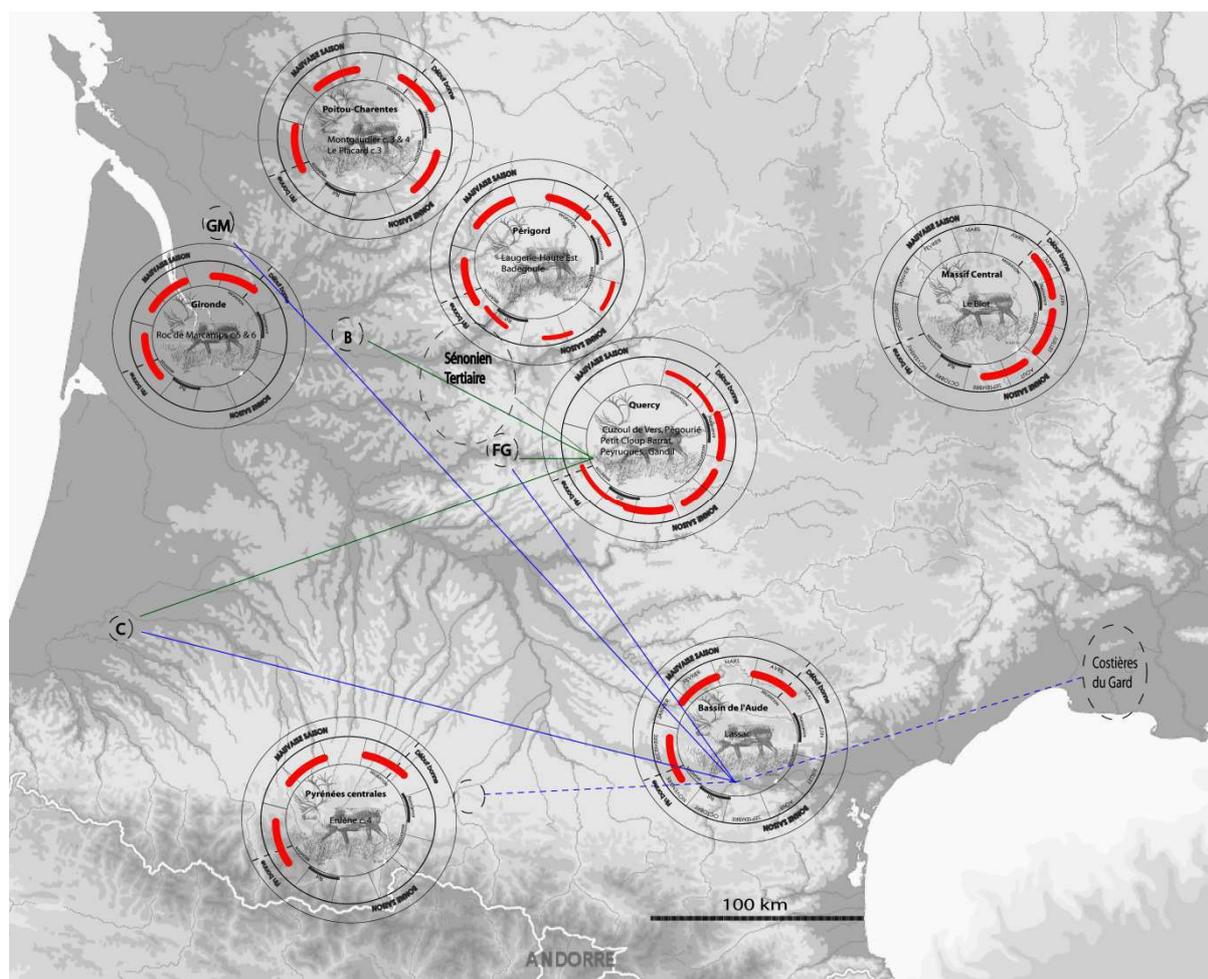
Les résultats ostéométriques en synchronie et les données saisonnières ont été mis en commun afin d'apporter des éléments de réponse quant au degré de mobilité des rennes et des hommes. Afin de mieux cerner les alternances saisonnières en diachronie et en synchronie, la synthèse des données saisonnières recueillies sur le renne a été représenté graphiquement. Sur les fonds de carte sont mentionnés les résultats issus de toutes les méthodes (cémentochronologie, éruption dentaire, bois et os longs de fœtus) alors que sont exclues des tableaux les données relatives à la cémentochronologie (provenant, pour tous les secteurs -Quercy excepté- des travaux critiquables de Gordon). Nous avons également figuré, ponctuellement, les différentes sources d'approvisionnement en matières premières lithiques des principaux gisements. La pétroarchéologie permet en effet d'identifier si les sources de matières premières identifiées dans les gisements sont locales ou si elles témoignent de déplacements, de contacts et d'échanges (Langlais 2007a, 2010). Dans le cas où les hommes se déplacent sur de longues distances à l'échelle d'un assemblage, les données saisonnières devraient indiquer des lacunes à certaines périodes de l'année.

Concernant le renne, nous nous sommes interrogés sur les périodes de l'année au cours desquelles ils ont été abattus par les chasseurs magdaléniens. Voici quelques-unes des interrogations qui ont guidé notre démarche : que nous apprennent les données saisonnières sur le comportement migratoire du renne à la fin du Paléolithique supérieur ? L'augmentation de la biomasse ainsi que l'ouverture de nouveaux milieux ont-elles pu pousser les rennes à entreprendre des migrations saisonnières plus importantes, ce dès le GIS-1 ? Le modèle de migrations nord/sud entre les Pyrénées et le Périgord (Gordon 1988a, b) est-il validé ? L'hypothèse d'une sédentarité des troupeaux peut-elle être avancée ? Quel crédit accorder aux diverses données saisonnières et à leurs interprétations ?



Pour le **Dernier Pléniglaciaire**, période durant laquelle les rennes enregistrent globalement une petite taille corporelle, les indications saisonnières de prédation demeurent encore insuffisantes pour identifier précisément le cycle saisonnier annuel. En effet, la plupart des données se fondent sur un seul assemblage pour chaque secteur géographique ; par ailleurs, les effectifs des restes analysés sont souvent faibles, particulièrement en cémentochronologie. Pour l'heure, les gisements de Gironde, de Poitou-Charentes, du Bassin de l'Aude et des Pyrénées Centrales indiquent des occupations exclusives de mauvaise saison (Figure 167). Dans le Massif Central et le Quercy, seule la belle saison est représentée alors que les deux assemblages du Périgord (Laugerie-Haute Est : Bouchud 1966 et Badegoule : Bouchud *et al.* 1953) témoigneraient d'occupations réparties sur toute l'année avec une fréquentation plus importante au cours de la mauvaise saison (Gordon 1988a). Nous pourrions ainsi proposer, au Nord du bassin aquitain, des déplacements Ouest (Gironde, Poitou-Charentes)/Est (Quercy et le Massif Central) des troupeaux de rennes, avec une possible zone de recouvrement des territoires au niveau du Périgord, occupé tout au long de l'année. Au sud, dans les Pyrénées centrales et la Bassin de l'Aude, les occurrences de mauvaise saison amènent à s'interroger sur les territoires estivaux. Les rennes remontaient-ils vers le nord, en direction du Quercy et du Massif Central ? Séjournaient-ils plutôt dans les espaces pyrénéens ? Rappelons que des données saisonnières demeurent manquantes pour plusieurs secteurs géographiques comme Les Landes, la Haute-Garonne, les Pyrénées méditerranéennes et l'Hérault.





Secteur géographique	Assemblage	Printemps	Été	Automne	Hiver
Gironde	Roc de Marcamps 5 & 6				
Périgord	Badegoule Laugerie-Haute-Est 0,1,2				
Quercy & Vallée Aveyron	Cuzoul de Vers 20-23 Petit Cloup Barrat 4 Petit Cloup Barrat 8 c Pégourié 8 & 9 Peyrugues 3				
Massif Central	Le Blot				
Bassin de l'Aude	Lassac				

Figure 167 : Dernier Pléniglaciaire- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochronologie (tableau). Les traits sur la carte représentent les aires d'approvisionnement en silex allochtone par les groupes badegouliens du Cuzoul de Vers et de Lassac (Ducasse 2010) (C= Chalosse, GM= Grain de Mil, B= Bergeracois, FG= Fumélois Gauvaudun)

L'hypothèse d'une **régionalisation des troupeaux** émise à partir des résultats de l'ostéométrie pourrait être validée au vu des données saisonnières qui indiquent des occupations hivernales pour Poitou-Charentes, la Dordogne et le Bassin de l'Aude. La présence des rennes dans ces différents secteurs au cours d'une même période de l'année (absence de complémentarité saisonnière) permet en effet de rejeter la possibilité de contacts entre ces populations. En Quercy, seuls des indices de belle saison sont mentionnés. Si toutefois les rennes de Pégourié étaient également morphologiquement différents et isolés des



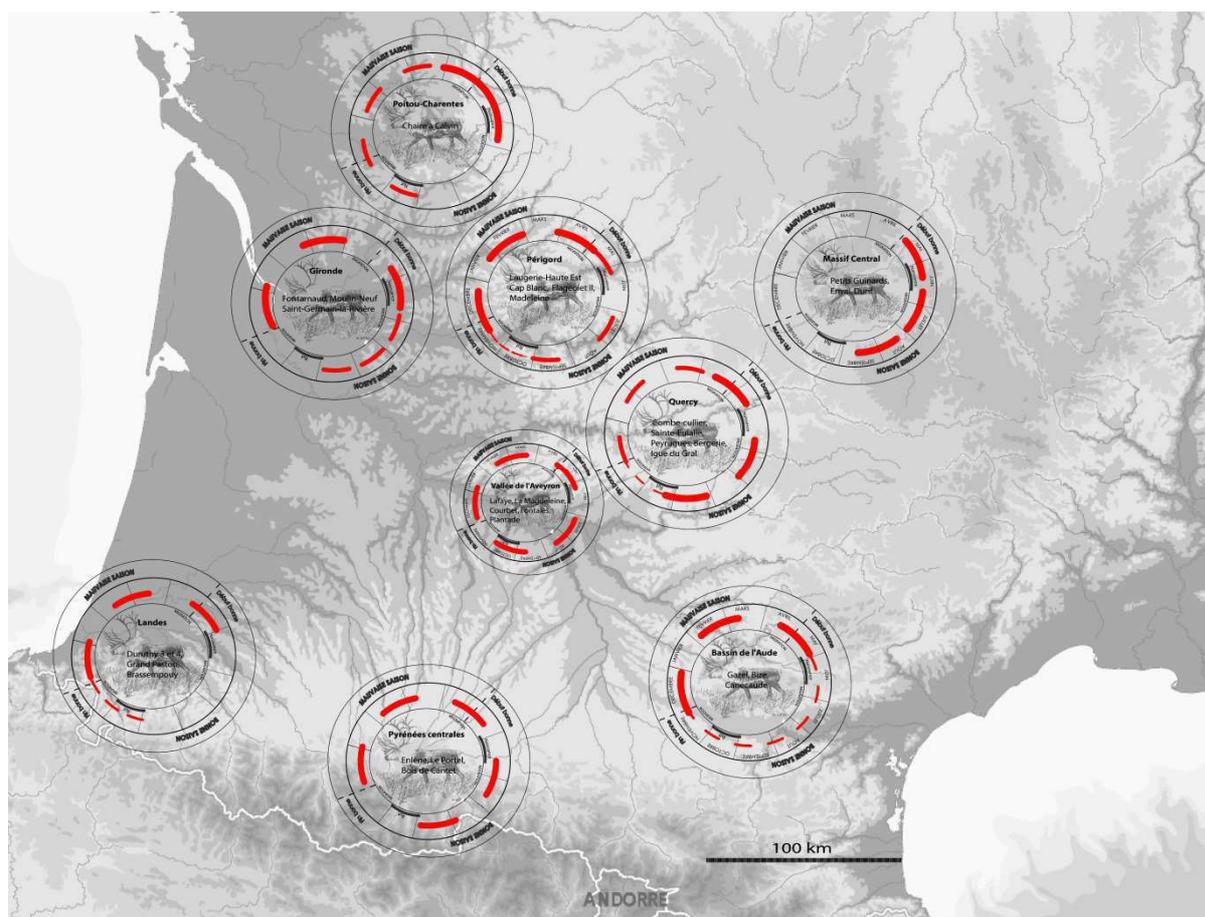
rennes de Poitou-Charentes, de Dordogne et du bassin de l'Aude⁶⁹, un axe de migration vers l'ouest pourrait alors être envisagé. Les groupes humains du Badegoulien ont quant à eux parcouru ces territoires comme l'atteste la circulation des matières premières lithiques des gisements de Cuzoul de Vers (Lot) et de Lassac (bassin de l'Aude) (Figure 167). Bien que les occupations badegouliennes se caractérisent majoritairement par des approvisionnements locaux en silex, certains éléments lithiques témoignent en effet de diffusions sur de plus vastes territoires. Les groupes humains du Cuzoul de Vers (c. 11 à 20) se sont approvisionnés au sein d'un territoire dont le rayon varie de 50 km (Fumélois, Gavaudun, Sénoninen, Tertiaire) à 200 km (Bergeracois à 100 km et Chalosse à 200 km). À Lassac, les badegouliens se sont pourvus de silex dont les gîtes sont localisés jusqu'à 300 km, principalement en direction du Nord-ouest et de l'ouest (Ducasse 2010). Les déplacements des hommes entre le Bassin de l'Aude, les Landes, le Quercy, la Dordogne et la Gironde sont donc renseignés par les matières premières lithiques, attestant d'une mobilité des hommes plus importante que celle des rennes. En l'état actuel des connaissances, nous ne pouvons identifier clairement quel était le comportement migratoire des rennes au cours du dernier Pléniglaciaire et si leur petite taille corporelle résulte de mouvements migratoires de faible ampleur et/ou de conditions climatiques rigoureuses.

Pour le **Tardiglaciaire**, les données saisonnières sont plus nombreuses. Par rapport au dernier Pléniglaciaire, les mêmes constats d'occurrences de chasses saisonnières peuvent être apportés pour plusieurs secteurs (Figures 168 et 170). Pour le Périgord, les indices traduisent des occupations permanentes des rennes durant environ six millénaires alors que plus à l'ouest, les territoires paraissent fréquentés par les rennes et les hommes durant la mauvaise saison. À l'He1 et au GIS-1, les assemblages de Poitou-Charentes et de Gironde renferment en effet toujours des indices de chasses aux rennes durant la mauvaise saison et le début de la bonne (printemps). Dans le Massif Central et le Quercy, la belle saison est majoritairement représentée du dernier Pléniglaciaire jusqu'au GIS-1. Les aires de mise-bas devaient probablement se trouver non loin de ces secteurs. Dans le Bassin de l'Aude, durant plusieurs millénaires, les rennes ont semble-t-il été chassés à la mauvaise saison.

À l'He1, d'après les résultats des investigations ostéométriques, des migrations auraient été possibles entre la Dordogne, le Quercy, le Bassin de l'Aude et l'Ariège. Partant de ces observations, les synthèses saisonnières permettent de proposer des hypothèses (Figure 168).

⁶⁹ Le gisement de Pégourié n'a pu être intégré aux analyses en composantes principales en raison du faible nombre de restes mesurés.





Secteur géographique	Assemblage	Période climatique	Printemps	Été	Automne	Hiver
Périgord	Flageolet II layer IX	He1				
	Madeleine IV	He1				
Quercy & Vallée Aveyron	Igue du Gral	He1				
	Lafaye	He1				
	La Magdeleine-La-Plaine	He1				
	Bergerie-des-4-Chemins	He1	bois			
	Fontalès 5/6	He1/GIS-1				dent
Massif Central	Petits Guinards	He1	bois	bois		
	Enval II	He1/GIS-1	foetus			foetus
Pyrénées et Chalosse	Duruthy 4	He1			bois	bois
	Enlène Salle du Fond	He1				
	Bois de Cantet	He1				
	Duruthy 3	He1/GIS-1				
Bassin de l'Aude	Grand Pastou	He1/GIS-1	foetus			
	Gazel	He1				
	Cancaude	He1				
	Bize H	He1				
	Bize G	He1/GIS-1	foetus			foetus

Figure 168 : He1- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochnologie (tableau)

Les sites périgourdins livrent des occupations d'hiver, de printemps et également d'été. Dans la couche IX du Flageolet II (Magdalénien moyen), les occurrences saisonnières se répartissent sur l'ensemble de l'année. Les sites de grottes et d'abris du Périgord paraissent ainsi indiquer une présence des rennes tout au long de l'année, comme proposé par Bouchud (1966), Bonnissent (1993), Deplano (1994) et Fontana (2000b). Ce secteur géographique



aurait ainsi pu, comme lors du dernier Pléniglaciaire, constituer un territoire à la jonction des territoires hivernaux (à l'ouest) et estivaux (à l'est). À l'ouest, les gisements de Poitou-Charentes et de Gironde indiquent en effet toujours des occupations hivernales ; des chasses ont également pu être menées au cours de la belle saison en Gironde (Saint-Germain-la-Rivière). Plus à l'est, les rennes chassés dans la vallée de l'Aveyron sont rapportés à toutes les saisons de l'année (mais les données saisonnières proviennent de sources anciennes) alors que le Lot correspond à la saison estivale. L'étude préliminaire menée sur les restes de rennes du site naturel de l'Igue du Gral (Lot) indique, contrairement à la majorité des sites anthropiques du Lot, que la belle saison n'est pas représentée, tout du moins par la méthode classique (éruption dentaire et bois). En tenant compte des données issues des sites anthropiques (Pajot 1969, Séronie-Vivien *et al.* 1995, Castel 2003, Castel *et al.* 2007, Martin et Jarry 2007, Demars *et al.* 2007, Jarry 2007, Jarry *et al.* 2008, Martin 2009) et des résultats préliminaires obtenus sur les restes de rennes de l'Igue du Gral, nous pourrions envisager l'existence d'un cycle saisonnier quasi-annuel des rennes centré autour du Quercy au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Dryas ancien (entre 19 000 et 13 500 BP). Si tel était le cas, les groupes humains n'auraient fréquenté le Quercy qu'au cours de la période estivale pour chasser des rennes, des chevaux et des bovinés. On pourrait alors s'interroger sur les territoires occupés par les hommes au cours de la mauvaise saison. Pour quels motifs auraient-ils quitté la région alors que le renne (et d'autres ongulés) étai(en)t encore présent(s) ? Pour les préhistoriques, le Lot constituait certainement un territoire intéressant dès le début de la bonne saison (printemps), où les rennes peuvent « viander » et profiter de la végétation renaissante. Les aires géographiques fréquentées pendant la bonne saison correspondraient à des aires de mise-bas, d'allaitement et de croissance des nouveau-nés (Martin 2007, Martin et Jarry 2007). Les groupes magdaléniens auraient ainsi pu tirer profit de cette ressource alimentaire au cours de la période estivale durant laquelle les rennes -majoritairement des femelles, des faons, des jeunes et des mâles isolés- présentent généralement de bonnes conditions physiques en lien avec la qualité des pâturages estivaux (Jacobi 1931 *in* Kelsall 1968, Soppela et Nieminen 2001). D'après l'étude entreprise à l'Igue du Gral, les rennes auraient pâturé sur le causse à d'autres saisons que l'été, remettant en cause leur présence exclusivement à la période estivale au cours du dernier Pléniglaciaire et/ou du Tardiglaciaire. L'hypothèse d'une présence annuelle des rennes en Quercy est toutefois à relativiser car les données saisonnières de l'Igue du Gral ont été traitées dans leur globalité et non par phase chronologique. Il est dès lors possible que les occurrences saisonnières couvrent plusieurs millénaires. Comme pour le Périgord, le Quercy aurait ainsi pu, dans certains cas, constituer un territoire à la jonction des zones occidentales (Poitou-Charentes/Gironde) et orientales (Massif Central). L'étude d'autres aven-pièges renfermant des restes osseux de renne en abondance doit être menée afin de confirmer ou d'infirmer les interprétations relatives à la non-mobilité des rennes et à l'indépendance des hommes vis-à-vis de ces derniers.

Les données provenant de la zone pyrénéenne au sens large (des Pyrénées occidentales au Bassin de l'Aude) tendent à indiquer des occupations plutôt hivernales au cours de l'He1. À Enlène (Ariège) toutefois, le printemps et l'été sont représentés. Les matériaux lithiques de la Salle du fond d'Enlène proviennent à plus de 60% de sources d'approvisionnement allochtones, en direction de l'ouest (Chalosse) et du nord (Périgord et Lot-et-Garonne). La



présence prépondérante de matériaux lointains pourrait être le signe d'un groupe en déplacement depuis une autre région et effectuant sans doute des expéditions brèves et répétées au pied des Pyrénées (Lacombe 1998, 2005).

Dans le bassin de l'Aude, tous les assemblages attestent de chasses à la mauvaise saison (Fontana 1995, 1998b, 2000a, 2005, Magniez 2010b). Dans le Magdalénien moyen de la grotte Gazel toutefois, une analyse cémentochronologique menée récemment témoigne de l'existence de chasses au renne (mais également de bovinés, bouquetins, chamois et chevaux) exclusivement au cours de la belle saison, y compris à l'automne (FBS) pour le renne (Martin et Martin 2010). Quel crédit apporter à ces résultats ? Les rennes et les hommes étaient-ils présents annuellement dans le Bassin de l'Aude ? D'après l'analyse de la provenance des industries en matières premières lithiques, les espaces éloignés du site (autour de 200-300 km) sont attestés par une grande diversité de silex provenant des mondes aquitain, méditerranéen et, sans doute, de la vallée de l'Èbre (Langlais 2007a, 2010) (Figure 169). Certains éléments de provenance très éloignée (> 350 km) pourraient plaider en faveur de pièces échangées porteuses de valeurs socio-économiques, symboliques ou identitaires plus que strictement fonctionnelles (Langlais 2007a, 2010). Cette forte mobilité des hommes permet donc de plaider en défaveur d'occupations annuelles centrées sur la chasse au renne dans le bassin de l'Aude.

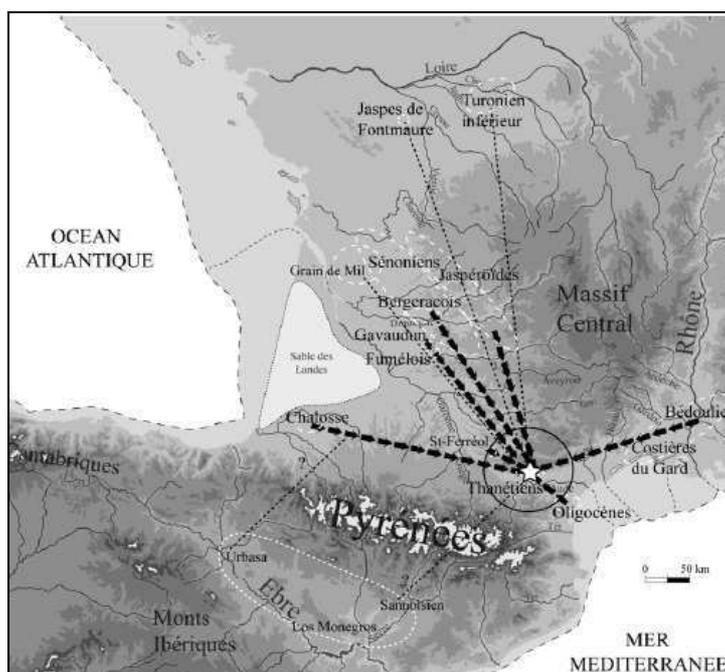


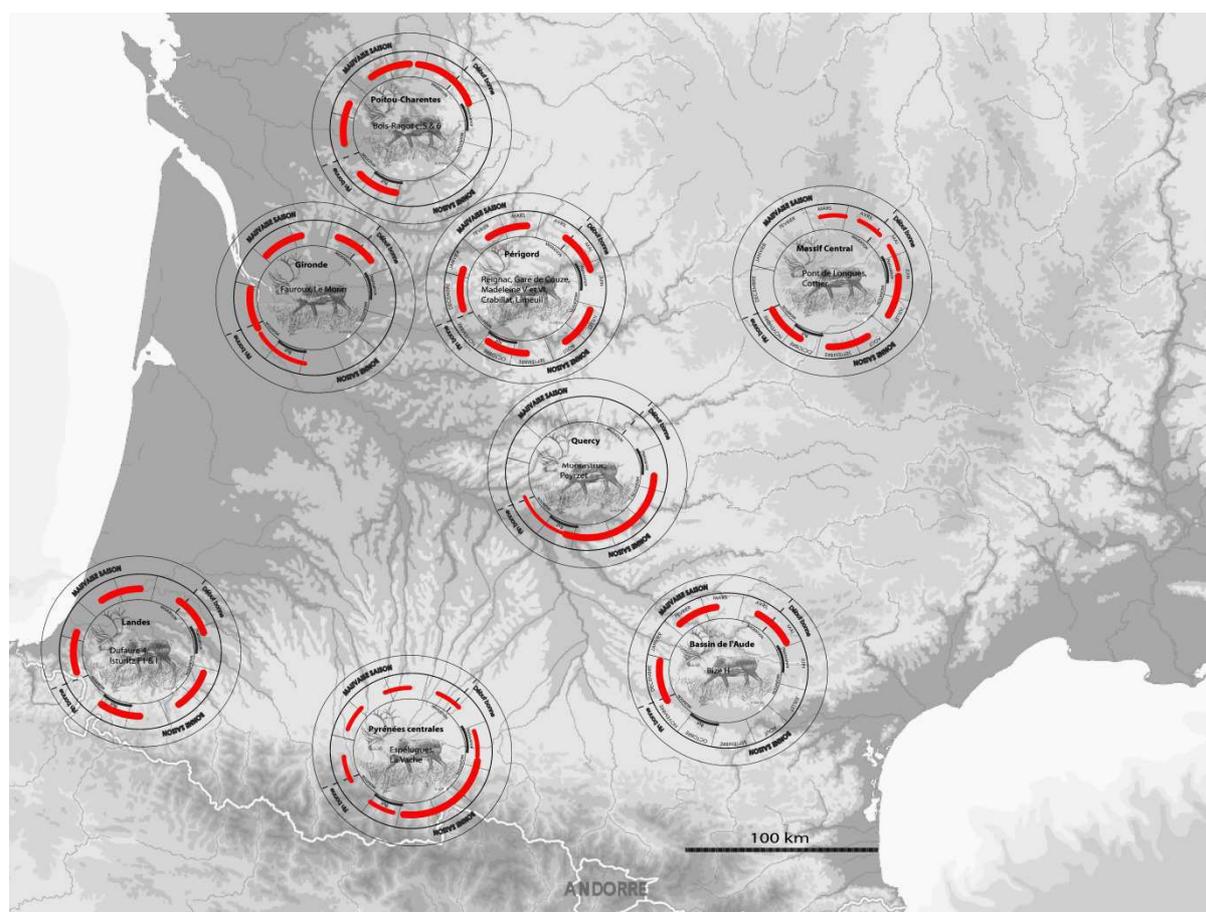
Figure 169 : Grotte Gazel (c. 7)- Origine des matières premières lithiques identifiées (Langlais 2007a)

À l'He1 et/ou au GIS-1, il ressort fréquemment, dans les analyses en composantes principales, une absence d'affinités morphologiques entre les rennes du Bassin de l'Aude et des Landes. Dans ces deux secteurs, c'est la mauvaise saison qui paraît prédominer. Les chasses s'étant déroulées au cours de l'hiver, l'hypothèse de **l'existence de populations distinctes peut ainsi être envisagée de part et d'autre des Landes et du bassin de l'Aude.**



Si les rennes du bassin de l'Aude -distincts d'un point de vue morphologique des rennes des Landes- étaient abattus en hiver, leurs territoires d'estive pouvaient alors se situer soit en direction des Pyrénées centrales, soit en direction du Quercy ou du Massif Central. Pour les rennes occupant les Landes en hiver, leurs terrains estivaux pouvaient se trouver soit à proximité des Pyrénées centrales, soit en Haute-Garonne, secteur géographique pour lequel nous ne disposons pas de données.

Contrairement aux résultats des travaux antérieurs, nous n'avons pas mis en évidence, au Tardiglaciaire (He1/GIS-1 et GIS-1), de caractéristiques morphologiques distinctes entre les rennes des Landes et ceux du Nord du Bassin aquitain (Gironde, Périgord, Lot). Des migrations nord/sud entre ces secteurs ne pourraient donc être écartées au vu des analyses ostéométriques, d'autant que les distances à parcourir (environ 350 km) sont faibles pour des rennes a priori migrants et grégaires. **Les données saisonnières**, avec des occurrences hivernales majoritaires dans les Landes et le secteur Gironde/Périgord (Figures 168 et 170), **vont toutefois à l'encontre de cette hypothèse de migrations nord/sud** (Gordon 1988a, b).



Secteur géographique	Assemblage	Printemps	Eté	Automne	Hiver
Poitou-Charentes	Bois-Ragot 5 & 6			bois	
Périgord	Gare de Couze	bois			
	Madeleine V	bois		bois	
	Crabillat				
	Limeuil	bois	bois		bois
Quercy & Vallée Aveyron	Montastruc				
	Peyrazet				
Massif Central	Pont de Longues				
	Cottier				
Pyrénées et Chalosse	Dufaure 4				bois
	Espélugues déblais			bois	
	Isturitz F1 and I			bois	bois
	La Vache				bois

Figure 170 : GIS-1- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochronologie (tableau)

Au **GIS-1**, les données saisonnières sont moins nombreuses que pour la période précédente. Pour le Périgord, elles indiquent encore des présences du renne tout au long de l'année. L'axe de migration ouest/est peut toujours être envisagé entre la Gironde (mauvaise saison), le Quercy et le Massif Central (belle saison) *via* la Dordogne (occupée annuellement). Par précaution, le gisement de Bois-Ragot n'est pas rattaché à cet ensemble car les données biométriques et saisonnières sont plus délicates à interpréter. D'une part, les rennes paraissent être de taille corporelle élevée mais en l'absence de données sur le sex-ratio, nous ne pouvons conclure à l'existence d'une population distincte. D'autre part, les données saisonnières de Bois-Ragot proviennent de bois de chute et ne renseignent donc pas nécessairement sur les saisons de chasse.

Dans le Piémont occidental et la Chalosse, les indices saisonniers tendent à identifier toutes les saisons. Les Pyrénées centrales auraient été occupées à la belle saison (été et automne) d'après les restes des Espélugues. Les rennes de La Vache témoignent quant à eux, toutes méthodes confondues, de chasses tout au long de l'année. L'étude de l'approvisionnement en bois de renne (Averbouh 2005) indique que les bois de chute, débités sur le site-même, appartiennent majoritairement à des mâles. Cette abondance de bois de gros modules pourrait résulter d'un prélèvement volontaire par les hommes sur une zone de passage de grands troupeaux de rennes, descendant à l'automne vers les basses latitudes. Dans ce cas de figure, la zone d'acquisition des bois débités à La Vache n'est pas située à proximité du site et nécessite des déplacements sur de longues distances (Averbouh 2005). L'analyse ostéométrique des restes osseux des rennes de la Salle Monique met également clairement en évidence une grande majorité d'individus mâles, signifiant que les hommes ont probablement opéré un choix en terme de stratégie d'abattage. D'après l'étude de la représentation des éléments anatomiques, les carcasses étaient rapportées complètes au campement (Pailhaugue 1998, 2004), ce qui signifie un abattage à proximité immédiate du gisement. Si les hommes ont pu se procurer aisément des carcasses de rennes (NMI= 147), ils n'ont probablement pas eu à parcourir de grandes distances pour se procurer, dès le début de l'hiver, des bois d'automne. Les autres indices de saisonnalité à partir des restes dentaires (éruption/usure et



cémentochronologie) permettent d'envisager des chasses au renne au cours du printemps, de l'été et de l'automne. L'hypothèse d'une occupation permanente des rennes et des hommes dans les Pyrénées Centrales au cours du GIS-1 peut-elle être proposée ?

Comme pour Gazel, l'approvisionnement en matériaux lithiques des groupes magdaléniens de la Vache indique des déplacements sur de longues distances pour le prélèvement du silex Gris périgourdin, du Bergeracois ainsi que du Grain de Mil. Les types Flysch et Chalosse sont dans la continuité vers l'Ouest des gîtes des Pyrénées centrales. L'axe Est-ouest, confirmé par les coquilles marines, est marqué et le contact avec la Dordogne reste une constante (Simonnet 2004). La forte mobilité des hommes pour s'approvisionner en silex et coquillages est un argument fort en défaveur d'une occupation tout au long de l'année des hommes et des rennes, que ce soit dans le Bassin de l'Aude ou dans les Pyrénées centrales. En diachronie, seul le Périgord, au nord, indique des occupations saisonnières centrées sur l'année. Le Périgord a pu constituer une zone de passage fréquentée entre les territoires hivernaux et estivaux. Cette hypothèse de migration est/ouest des rennes peut être confortée par l'étude de la circulation des silex qui met en relation des régions allant de la Gironde au Massif central suivant un axe est/ouest, le long du bassin de la Dordogne (Demars 1998).

Il convient toutefois de rester prudent concernant les interprétations relatives aux modalités migratoires des rennes et des hommes au sein des territoires du Sud-Ouest de la France. Nous devons insister sur le fait que les niveaux archéologiques que nous analysons constituent généralement des dépôts stratigraphiques épais, renfermant des successions d'occupations étalées dans le temps. Contrairement à la majorité des sites de plein-air du Bassin parisien qui livrent généralement des occupations de courtes durées, les gisements en grotte et abris du Sud de la France sont des sites d'habitat dont les niveaux d'occupation représentent des palimpsestes pour lesquels il est difficile d'individualiser différents épisodes de chasse. Si, au sein d'une stratigraphie, les préhistoriens perçoivent aisément des changements techniques et économiques au niveau des industries lithiques et osseuses, il demeure en revanche plus difficile de suivre l'évolution des conditions de vie d'un troupeau d'ongulés. En effet, durant un ou deux millénaires, les populations de renne ont certainement connu bon nombre de variations démographiques (baisse/hausse des effectifs), de contraintes environnementales locales (changements du couvert neigeux, réduction du couvert végétal, augmentation des précipitations, etc.), de modifications du comportement migratoire (déplacements vers de nouvelles zones de pâturage). Le schéma des populations de rennes actuels indique des variations morphologiques, physiologiques et éthologiques pouvant se produire sur de courtes périodes. Les études menées sur les dynamiques de populations montrent par exemple que les fluctuations de densité du caribou et du renne auraient une périodicité variant de 40 à 130 ans (Melgaard 1986, Gunn 2003, Valkenburg *et al.* 2003). Par ailleurs, les données paléoenvironnementales indiquent que, lors du Tardiglaciaire, les conditions climatiques ont pu varier significativement en quelques siècles. Dans certains cas, quelques dizaines d'années ont suffi à transformer sensiblement le paysage et ses ressources (Bon 2009). La plus marquante de ces modifications est sans doute liée au recul progressif des glaciers qui a connu



une grande incidence d'une part sur les routes de migration et, d'autre part, sur l'étendue des territoires colonisables par les grands ongulés, puis par les chasseurs (Morel et Müller 1997). Ces modifications environnementales ont dû avoir des répercussions directes sur les conditions des troupeaux. À notre échelle de préhistorien, le laps de temps couvrant les assemblages de grottes et d'abris est toutefois trop long pour espérer percevoir finement les causes des fluctuations morphométriques et des modifications éthologiques des troupeaux de rennes du Sud-Ouest de la France.

En dépit de ces limites interprétatives, la synthèse saisonnière réalisée indique que les migrations bi-annuelles nord/sud ne peuvent être caractérisées d'après les données saisonnières. Le modèle du *Herd Following* proposée par plusieurs auteurs (Saint-Périer 1920a, Lacorre 1953, 1956, Bahn 1983, Gordon 1988a, b) peut alors être totalement discrédité⁷⁰. Le Sud-Ouest de la France a dû constituer un territoire pérenne pour les troupeaux de renne durant plusieurs millénaires (de 21 500 à 14 000 cal. BP soit plus de six millénaires). Toutes les saisons paraissent en effet représentées à l'échelle de ce territoire. Au cours du Tardiglaciaire, les conditions environnementales ont globalement été favorables au renne qui a alors investi dans la taille corporelle. Les déplacements saisonniers paraissent de courte ampleur et limités dans l'espace, y compris au GIS-1 lors de l'ouverture des milieux. La faible étendue du territoire -à l'opposé des vastes barren-lands nord-américains- ainsi que la diversité des biotopes⁷¹ ont certainement contribué à la mise en place de variations rapides du cycle saisonnier annuel, créant ainsi un brassage génétique durant plusieurs millénaires. Les différences de taille corporelle ne peuvent ainsi pour l'heure être expliquées par des changements dans le comportement migratoire des rennes paléolithiques. L'amélioration générale des conditions climatiques et la mise en place progressive de biotopes plus forestiers à la fin du Tardiglaciaire sont certainement à l'origine d'une taille corporelle des rennes plus élevée dans certains secteurs comme les Pyrénées. Des adaptations locales ont ainsi probablement eu lieu, jusqu'au retrait des rennes du Sud-Ouest de la France vers 14 000 cal. BP.

⁷⁰ D'autant que d'autres ongulés disponibles dans l'environnement ont été la proie des chasseurs. Pour une critique de ce modèle, cf. également II.3 - p. 96-97.

⁷¹ Le Sud-Ouest de la France voit en effet se côtoyer, sur un espace assez réduit, des environnements très diversifiés constitués de plaines steppiques, de déserts sableux, de littoraux (océaniques et méditerranéens), de contreforts de montagnes et de causses. Les gisements paléolithiques étudiés, fréquemment situés dans des vallées (de la Dordogne, de la Vézère, du Lot et du Célé), sur des plateaux (causses du Quercy) ou encore dans des zones montagnardes (Ariège) à des altitudes variant de 10 m (Abri du Morin, Gironde) à 495 m (Grotte de La Vache, Ariège), attestent de la diversité des biotopes fréquentés par les troupeaux de renne. À l'échelle régionale, les caractéristiques topographiques et climatiques étaient ainsi très contrastées.



VIII. Bilan & perspectives de recherche

Au terme de ces analyses visant à caractériser les fluctuations morphométriques ainsi que le(s) comportement(s) migratoire(s) des rennes à la fin du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France, plusieurs aspects concernant la biologie et l'éthologie du renne ont été abordés. L'analyse des données relatives aux populations de rennes/caribous actuelles a permis d'établir une synthèse des causes des variations du comportement migratoire et de la taille corporelle ainsi que, pour cette dernière, d'élaborer une nouvelle approche méthodologique testée sur des échantillons actuels provenant de divers écotypes (toundra, taïga, montagne). Cette même méthodologie a ensuite été appliquée à plusieurs échantillons du Paléolithique supérieur composant le corpus d'étude situé dans le Sud-Ouest de la France. Parallèlement, des synthèses relatives aux déplacements saisonniers des rennes et à l'exploitation de ces derniers par les groupes humains du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire ont été réalisées à partir d'un nombre plus important d'assemblages. En dépit de l'abondance des ossements découverts dans les assemblages archéologiques, de nombreuses questions restent posées quant à son exploitation par l'homme, au type d'habitat qu'il fréquentait, son cycle saisonnier annuel ainsi que ses caractéristiques morphologiques. De nouvelles études doivent alors être poursuivies afin de cerner plus finement ces différents aspects de la recherche.

Actualisme

Le bilan éco-éthologique couplé aux analyses biométriques de plusieurs populations de caribous et de rennes occupant de nos jours les zones septentrionales démontre l'existence d'une grande variabilité, tant biogéographique, qu'écologique, biologique, et éthologique. Cette variabilité est perceptible au sein même de divers écotypes (toundra, taïga, montagne). Par ailleurs, de nombreux paramètres, tant intrinsèques (âge, sexe) qu'extrinsèques, vont influencer sur la taille corporelle des rennes (Figure 171).

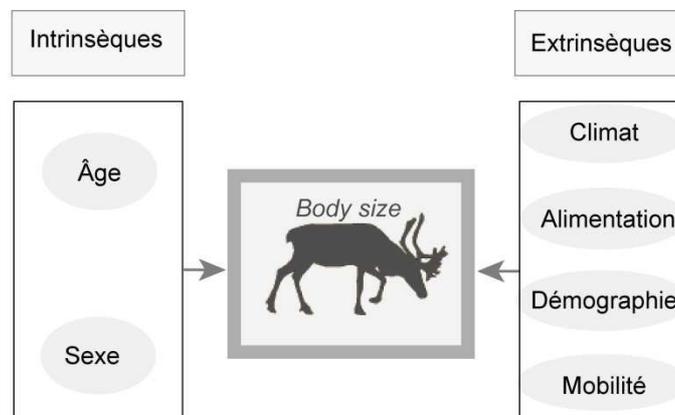


Figure 171 : Principaux facteurs influant sur la taille corporelle des rennes



Au niveau des facteurs intrinsèques, l'analyse des populations actuelles (Groenland et Norvège) montre systématiquement une stature plus importante des mâles par rapport aux femelles, différences isométriques perceptibles sur tous les éléments du squelette post-crânien, quel que soit l'écotype testé. Dans l'interprétation des séries archéologiques, il convient de ne pas sous-estimer l'influence de ces différents paramètres, et particulièrement le sex-ratio. Ce travail sur des populations actuelles a permis en outre de confirmer les données de la littérature qui mentionnent que les rennes de forêt sont plus grands que ceux de toundra, eux-mêmes plus grands que les rennes de montagne (eux-mêmes plus grands que ceux des archipels arctiques). Des contacts d'ores et déjà pris avec des chercheurs de l'Université Laval à Québec (Canada) pourraient être à l'origine d'une nouvelle analyse biométrique sur des ossements de **caribous de toundra du Nord du Québec** (troupeaux de la Rivière Georges et de la Rivière-aux-Feuilles), pour lesquels l'écologie, la biologie et l'éthologie sont désormais bien connus.

Approches méthodologiques

Le premier apport de cette étude réside dans l'approche méthodologique, l'analyse biométrique d'échantillons actuels connus et l'application de cette même méthode à des séries archéologiques. Il apparaît tout d'abord que le développement de la méthode de l'analyse de mélange constitue une approche plus fiable que l'élaboration des courbes VSI de Weinstock (2000b) dans la caractérisation du sex-ratio. La combinaison du calcul de l'indice VSI* avec la construction de diagrammes de Simpson et d'Analyses en Composantes Principales offre en outre la possibilité de séparer les facteurs de différenciation isométrique et allométrique, et par conséquent d'exclure d'éventuelles différences de sex-ratio.

Fluctuations spatio-temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques

Au niveau du registre fossile, les analyses montrent que la morphologie des rennes a bien fluctué en diachronie, témoignant des facultés d'adaptation, parfois locales, de cette espèce animale. En synchronie, les résultats livrent un tout autre constat que le modèle précédemment établi par Delpech (1983) et Weinstock (2000b) d'une absence d'affinités morphologiques entre les troupeaux de rennes des Landes et ceux du secteur Périgord/Gironde.

D'autres analyses biométriques (morphométrie conventionnelle et géométrique), couplées à de nouvelles datations directes sur renne, doivent désormais être menées dans des contextes archéostratigraphiques mieux datés. Cette poursuite d'analyses constituerait un atout majeur dans la caractérisation et la compréhension des variations de la taille corporelle des rennes paléolithiques. Les travaux en cours sur la biostratigraphie et la démographie des ongulés de l'Igüe du Gral livreront sans doute des données très intéressantes⁷². Nos investigations vont se poursuivre principalement sur des assemblages tardiglaciaires, grâce notamment à un projet

⁷² La prise en compte d'assemblages beaucoup plus anciens (par exemple Camp de Peyre dans le Lot) autoriserait par ailleurs une approche diachronique encore plus large à l'échelle du Quercy.



ANR récemment retenu, **MAGDATIS** (n° ANR 2011 BSH3 005 02), qui porte sur le thème : *Des chasseurs-cueilleurs face aux changements environnementaux : le Magdalénien au Tardiglaciaire (18-14 kyr cal BP)* (coord. J.-M. Pétillon et V. Laroulandie). Dans le cadre de ce post-Doctorat, l'étude approfondie des faunes magdaléniennes des abris du Morin (Gironde) et de Dufaure (Landes) autorisera notamment une meilleure connaissance des caractéristiques morphologiques du renne, en comparaison avec d'autres séries archéologiques. Par ailleurs, le gisement tardiglaciaire de Duruthy (Landes) pourrait faire l'objet d'un réexamen biométrique car de récents travaux (Dachary 2002, Dachary et coll. 2006) ont permis une meilleure identification des dépôts archéologiques. Une nouvelle analyse des ossements de renne de la Grotte de la Vache (Ariège) permettrait également de livrer de précieuses informations sur les causes de l'imposante stature des rennes constituant cet assemblage. Plus au nord, dans le Bassin parisien, le site de Pincevent (IV-20 section 36) mériterait qu'une nouvelle analyse biométrique soit entreprise. Les travaux préliminaires de Enloe repris par Weinstock (2000b) ayant pour principal objectif de faire des remontages-, l'ont conduit à mesurer des extrémités articulaires fusionnées et non fusionnées ainsi qu'à omettre certaines variables biométriques.

Cycle saisonnier des rennes

Malgré le peu de données saisonnières exploitables et les problèmes méthodologiques inhérents aux analyses classiques (prise en compte de plusieurs assemblages dans l'interprétation des données saisonnières, détermination imprécise de l'âge et du sexe des individus, etc.), plusieurs points ont pu être dégagés. Il ressort principalement de notre synthèse bibliographique que des axes de migrations Est/Ouest ont dû être empruntés entre la Gironde et le Massif Central, avec des occupations annuelles possibles en Périgord. L'hypothèse de déplacements Nord/Sud entre le secteur Landes/Pyrénées et le secteur Gironde/Dordogne ne peut quant à elle être retenue.

De nouvelles analyses (étude des mandibules de jeunes, des bois de chute, cémentochronologie, restes de fœtus) doivent être menées sur de nouveaux assemblages afin de mieux caractériser l'environnement et l'éthologie des rennes paléolithiques. Il convient également de poursuivre les études sur la démographie des troupeaux, la saisonnalité d'occupation des divers taxons (cémentochronologie), etc. à partir d'assemblages caractérisés précisément d'un point de vue chronologique, stratigraphique et au niveau de la fonction du site. Par ailleurs, d'autres méthodes doivent être testées sur le renne. Face aux contradictions des données saisonnières fondées sur les événements physiologiques de la vie du renne, il serait en effet intéressant de mener, en complément à la cémentochronologie, des analyses isotopiques. L'oxygène et le strontium contenus dans l'émail dentaire peuvent être utilisées pour reconstituer les schémas de migration et l'alimentation des animaux (Nelson *et al.* 1986, Britton *et al.* 2009, 2011, Knudson *et al.* 2010). Le rapport des isotopes du strontium ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$) contenu dans l'émail des herbivores est en lien direct avec celui des plantes ingérées et, en fin de compte, avec les sols et l'eau disponible pour les plantes. Les changements saisonniers d'un lieu -où les sols se développent dans des formations



géologiques différentes- peuvent ainsi être suivis à partir de l'analyse isotopique de l'émail des herbivores. Cette méthode novatrice a été appliquée et validée sur des individus actuels composant le troupeau migrateur du Nord-Ouest de l'Alaska *Rangifer tarandus granti* qui effectue des mouvements réguliers sur des centaines de kilomètres (Britton *et al.* 2009), ainsi que sur des restes dentaires de rennes provenant du Sud-Ouest de la France et datant de la période moustérienne (Britton *et al.* 2011). Cette approche pourrait également permettre de révéler les schémas de mouvements saisonniers des rennes de la fin du Paléolithique. L'analyse de dents de jeunes rennes paléolithiques âgés de seulement quelques mois permettrait ainsi de déterminer les aires de mise-bas.

Enfin, les résultats des travaux préliminaires menés en paléogénétique sont attendus. Il semblerait que les rennes pléistocènes français soient à l'origine des populations du Sud de la Norvège (*Rangifer tarandus tarandus*). Les rennes sauvages actuels situés plus au nord auraient quant à eux une origine génétique différente (Myserud, com. pers., à propos des travaux de Røed). Il serait également intéressant de comparer l'ADN mitochondrial de populations de rennes paléolithiques entre elles afin d'identifier si des brassages génétiques se sont produits.

L'exploitation du renne par l'Homme à la fin du Paléolithique supérieur

Au cours du Paléolithique supérieur, et particulièrement à la fin de la période (18 000 - 11 000 BP soit environ 21 000 - 13 000 cal BP), le renne constitue une composante alimentaire et technique très importante au sein de l'économie des groupes humains. Grâce à des synthèses régionales, nous possédons désormais quelques indications sur les stratégies de subsistance et les techniques d'exploitation menées par les groupes humains. Dans le Sud-Ouest de la France, une économie de chasse fondée en grande partie sur le renne est attestée en Quercy (Castel 1999, Castel et Chauvière 2007), en Dordogne (Boyle 1994, Deplano 1994, Faith Tyler 2007, Fontana 2001, Grayson *et al.* 2001) ainsi que dans certains gisements des Pyrénées françaises et du bassin de l'Aude (Delpech et Lenoir 1996, Fontana 1998a, b, Pailhaugue 1998, Costamagno *et al.* 2009, Kuntz sous presse-a, b). Contrairement aux sites magdaléniens de plein-air du Bassin parisien qui indiquent la mise en oeuvre de grandes chasses collectives avec abattage en masse des rennes au cours des migrations automnales (Enloe et David 1997, Enloe 1997, 1998, 2000, 2003, 2007), les assemblages du Sud-Ouest de la France étudiés d'un point de vue archéozoologique paraissent indiquer que l'automne n'est jamais la saison prépondérante pour l'acquisition du renne (Costamagno 1999b, Kuntz et Costamagno 2011). Or c'est durant cette période de l'année que les rennes sont regroupés et présentent des conditions physiques optimales, permettant ainsi aux hommes d'abattre un grand nombre d'individus et de constituer des réserves alimentaires en prévision de l'hiver (Damas 1972, Spiess 1979, Driver 1990, Loring 1997). D'autre part, dans les assemblages du Sud-Ouest de la France, les carcasses ont souvent été rapportées entières au campement et intensément exploitées afin de prélever la viande et extraire la moelle, arguments permettant de rejeter la mise en oeuvre de chasses collectives au profit de chasses individuelles à petite échelle (Costamagno 1999b, 2003, Kuntz et Costamagno 2011).



Les gisements en grotte et abris du Sud de la France sont problématiques car ils correspondent à des sites d'habitat dont les niveaux d'occupation représentent des palimpsestes, pour lesquels il est difficile d'individualiser les différents épisodes de chasse. L'absence de chasses collectives en automne pourrait être le reflet d'un biais dans la documentation archéologique du fait de la non conservation des vestiges osseux dans les sites de plein-air du Sud de la France (Kuntz et Costamagno 2011). Néanmoins, dans l'attente de découvertes plus prometteuses, il apparaît primordial de procéder à l'analyse taphonomique et archéozoologique de plusieurs séries archéologiques. Dans le cadre du projet MAGDATIS, les ossements des gisements magdaléniens du Morin (Gironde), de Dufaure (Landes) et de Laa2 (Pyrénées Atlantiques) vont faire l'objet d'un examen attentif, tant d'un point de vue archéozoologique que biométrique. L'approche interdisciplinaire à la base de ce projet permettra de préciser les interactions entre les sociétés de chasseurs-cueilleurs et la transformation des environnements, et plus particulièrement de caractériser l'évolution des équipements et des stratégies socio-économiques des groupes du Magdalénien moyen et supérieur de la façade atlantique entre Gironde et Pays Basque, de 18 000 à 14 000 cal. BP.



Bibliographie

A

- Aanes E., Saether B.E., Solberg E.J., Aanes S., Strand O. et Øritsland N.A., 2003. Synchrony in Svalbard reindeer population dynamics, *Canadian Journal of Zoology*, 81, p. 103-110.
- Aanes R., Sæther B.E. et Øritsland N.A., 2000. Fluctuations of an introduced population of Svalbard reindeer : the effects of density dependence and climatic variation, *Ecography*, 23, p. 437-443.
- Aanes R., Sæther B.E., Smith F.M., Cooper E.J., Wookey P.A. et Øritsland N.A., 2002. The Arctic Oscillation predicts effects of climate change in two trophic levels in a high-arctic ecosystem, *Ecology Letters*, 5, p. 445-453.
- Aaris-Sørensen K., Mühldorff R. et Petersen E.B., 2007. The scandinavian reindeer (*Rangifer tarandus* L.) after the last glacial maximum : time, seasonality and human exploitation, *Journal of Archaeological Science*, 34, 6, p. 914-923.
- Abe Y., 2005. *Hunting and butchery patterns of the Evenki in Northern Transbaikalia, Russia*, Dissertation in Anthropology, Stony Brook University, 570 p.
- Adachi T., 2000. *Etudes des industries magdaléniennes de Combe-Cullier (Lot), une approche typologique, lithologique et technologique*, Mémoire de DEA, Université de Bordeaux I, 2 tomes.
- Adamczewski J.Z., Gates C.C., Soutar B.M. et Hudson R.J., 1988. Limiting effect of snow on seasonal habitat use and diets of caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) on Coast Island, Northwest Territories, Canada, *Canadian Journal of Zoology*, 66, p. 1986-1996.
- Adams L.G., Dale B.W. et Mech L.D., 1995a. Wolf predation on caribou calves in Denali National Park, Alaska. In (Ed.): *Ecology and conservation of wolves in a changing world*, Canadian Circumpolar Institute, Occasional Publication, 35, p. 245-260.
- Adams L.G., Singer F.J. et Dale B.W., 1995b. Caribou calf mortality in Denali National Park Alaska, *Journal of Wildlife Management*, 59, 3, p. 584-594.
- Adams L.G., 2003. Marrow fat deposition and skeletal growth in caribou calves, *Journal of Wildlife Management*, 67, 1, p. 20-24.
- Airvaux J., 2001. *L'art préhistorique du Poitou-Charentes. Sculptures et gravures des temps glaciaires*. La Maison des Roches, Paris, 233 p.
- Albon S.D., Stien A., Irvine R.J., Langvatn R., Ropstad E. et Halvorsen O., 2002. The role of parasites in the dynamics of a reindeer population, *Biological Sciences*, 269, p. 1625-1632.
- Alendal E., de Bie S. et van Wieren S., 1979. Size and composition of the wild reindeer *Rangifer tarandus platyrhynchus* in the Southeast Svalbard Nature Reserve, *Holarctic Ecology*, 2, p. 101-107.



- Allard M., 1992a. Magdalénien ancien et Magdalénien moyen aux Peyrugues, *Annales des Rencontres Archéologiques de Saint-Céré*, 4, p. 2-13.
- Allard M., 1992b. Les magdaléniens de l'abri des Peyrugues à Orniac (Lot) - Leur culture et leurs relations avec le milieu. In Rigaud J.-P., Laville H. et Vandermeersch B. (Ed.): *Le peuplement magdalénien. Paléogéographie physique et humaine*, Actes du Colloque de Chancelade. Documents préhistoriques. C.T.H.S, p. 377-385.
- Allard M., Chalard P. et Martin H., 2005. Témoins de mobilité humaine aux Peyrugues (Orniac, Lot) durant le Paléolithique supérieur. Signification spatio-temporelle. In Jaubert J. et Barbaza M. (Ed.): *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126^{ème}, Toulouse 2001, p. 219-232.
- Allard M., 2009. Présentation du site des Peyrugues, *Préhistoire du Sud-Ouest*, 17 (2), p. 143-150.
- Altuna J., 1971. El reno en el Würm de la Peninsula Iberica, *Munibe*, 1, p. 71-90.
- Altuna J., 1978. Dimorphisme sexuel dans le squelette postcéphalique de *Capra pyrenaica* pendant le Würm final, *Munibe*, 30, 4, p. 201-214.
- Altuna J., 1979. La faune des Ongulés du Tardiglaciaire en Pays Basque et dans le reste de la région cantabrique. In Sonnevile-Bordes D. (Ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe, chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Colloques internationaux de Talence 1977. CNRS, Paris, 271, p. 85-95.
- Altuna J., 1995. Faunas de Mamíferos y cambios ambientales durante el Tardiglacial Cantabrico. In (Ed.): *El final del Paleolítico cantabrico*, Universidad de Cantabria, p. 77-118.
- Altuna J. et Mariezkurrena K., 1995. Les restes osseux de macromammifères. In Straus L. G. (Ed.): *Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufaure : un gisement tardiglaciaire en Gascogne*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, Paris, XXII, p. 181-211.
- Álvarez-Lao D.J. et Garcia N., 2010. Chronological distribution of Pleistocene cold-adapted large mammal faunas in the Iberian Peninsula, *Quaternary International*, 212, p. 120-128.
- Álvarez-Lao D.J. et Garcia N., 2011. Geographical distribution of Pleistocene cold-adapted large mammal faunas in the Iberian Peninsula, *Quaternary International*, 233, p. 159-170.
- Andersen K., Azuma N., Barnola J.-M., Bigler M., Biscaye P., Caillon N., Chappellaz J., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Fischer H., Flückiger J., Fritzsche D., Fujii Y., Goto-Azuma K., Grønbold K., Gundestrup N.S., Hansson M., Huber C., Hvidberg C.S., Johnsen S.J., Jonsell U., Jouzel J., Kipfstuhl S., Landais A., Leuenberger M., Lorrain R., Masson-Delmotte V., Miller H., Motoyama H., Narita H., Popp T., Rasmussen S.O., Raynaud D., Rothlisberger R., Ruth U., Samyn D., Schwander J., Shoji H., Siggard-Andersen M.L., Steffensen J.P., Stocker T., Sveinbjörnsdóttir A.E., Svensson A., Takata M., Tison J.L., Thorsteinsson T.H., Watanabe O., Wilhelms F. et White J.W.C., 2004. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period, *Nature*, 431, p. 147-151.
- Andrieu V., Hubschman J., Jalut G. et Herail G., 1988. Chronologie de la déglaciation des Pyrénées françaises, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 2/3, p. 55-67.
- Andrieu V., Eicher U. et Reille M., 1993. La fin du dernier Pléniglaciaire dans les Pyrénées (France) : données polliniques, isotopiques et radiométriques, *Académie des sciences*, 316, série II, p. 245-250.



- Anyonge W., 1993. Body mass in large extant and extinct carnivores, *Journal of Zoology*, 231, p. 339-350.
- Arambourou R., 1978. Le gisement préhistorique de Duruthy à Sorde-l'Abbaye (Landes): bilan des recherches de 1958 à 1975, *Mémoires de la Société Préhistorique Française*, XIII, Paris, p. 150.
- Arambourou R., 1979. La fin des temps glaciaires à Duruthy, commune de Sorde-l'Abbaye (Landes). In Sonnevile-Bordes D. (Ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe, chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Colloques internationaux de Talence 1977. CNRS, Paris, 271, p. 661-666.
- Arbos Ph., 1932. Le rôle économique du renne, *Annales de Géographie*, 41, 232, p. 405-408.
- Armand D., Pubert E. et Soressi M., 2001. Organisation saisonnière des comportements de prédation des Moustériens de Pech-de-l'Azé I. Premiers résultats, *Paléo*, 13, p. 19-28.
- Arnautou J.-P., 2000. *Chasse au Renne et saisonnalités, modèles ethnologiques et hypothèses archéologiques*, Mémoire de stage de Maîtrise d'Ethnologie, Université de Bordeaux I, 18 p.
- Arnautou J.-P., 2002. Chasse au Renne: modèles ethnologiques et hypothèses archéologiques, *Bulletin de la Préhistoire du Sud-Ouest*, 9, p. 53-64.
- Astruc J.-G., Bruxelles L. et Ciszak R., 2008. La série stratigraphique des Causses du Quercy, *Journées AFK/AGSO/CFH, septembre 2008. Excursions en Quercy - Livret Guide*, p. 1-6.
- Aubert S., Belet J.-M., Bouchette A., Otto T., Dedoubat J.-J., Fontugne M. et Jalut G., 2004. Dynamique tardiglaciaire et Holocène de la végétation à l'étage montagnard dans les Pyrénées centrales, *C.R. Biologie*, 327, p. 381-388.
- Audouze F. et Enloe J.G., 1991. Subsistence strategies and economy in the Magdalenian of the Paris Basin. In Barton R. N. E., Roberts A. J. et Roes D. A. (Ed.): *The late glacial of Northwest Europe : Human Adaptation and Environmental Change at the End of the Ice Age*, CBA, London, 77, p. 63-71.
- Audouze F. et Beyries S., 2007. Chasseurs de renne d'hier et d'aujourd'hui. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 185-208.
- Aujard-Catot R., 1973. Chronique archéologique : II : l'Aven des Planes, *Bulletin de la Société Spéléologique d'Avignon*, 10, p. 27-36.
- Aujard-Catot R., Crégut E., Gagnière S., Gruneisen A. et Mourer-Chauvire C., 1979. Un squelette complet de renne, *Rangifer tarandus* (Mammalia, Artiodactyla), dans le Pléistocène supérieur du remplissage karstique de l'aven des Planes (Monieux, Vaucluse, France), *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 17, p. 15-20.
- Averbouh A., 1999. Un fragment de percuteur sur partie basilaire de la grotte magdalénienne d'Enlène (Ariège), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 96, 4, p. 497-504.
- Averbouh A., Bégouën R. et Clottes J., 1999. Technique et économie du travail du bois de cervidé chez les Magdaléniens d'Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège); vers l'identification d'un cycle saisonnier de production? In Julien M., Averbouh A., Ramseyer D., Bellier C., Buisson D., Cattelain P., Patou-Mathis M. et Provenzano N. (Ed.): *Préhistoire d'Os, Recueil d'études sur l'industrie osseuse préhistorique offert à H. Camps-Fabrer*, Université de Provence, p. 289-317.



- Averbouh A., 2000. *Technologie de la matière osseuse travaillée et implications paléolithiques, l'exemple d'exploitation du bois de Cervidé chez les Magdaléniens des Pyrénées*, Thèse de Doctorat, Université de Paris I, 500 p.
- Averbouh A., 2005. Collecte du bois de renne et territoire d'exploitation chez les groupes magdaléniens des Pyrénées ariégeoises. In Vialou D., Renault-Miskovsky J. et Patou-Mathis M. (Ed.): *Comportements des hommes du Paléolithique moyen et supérieur en Europe: territoires et milieux*, ERAUL, Liège, 111, p. 59-70.
- Bahn P.G., 1977. Seasonal migration in South-West France during the late glacial period, *Journal of Archaeological Science*, 4, 3, p. 245-257.
- Bahn P.G., 1978. The "unacceptable face" of the west European Upper Palaeolithic, *Antiquity*, 52, p. 183-192.
- Bahn P.G., 1983. *Pyrenean Prehistory: a palaeoeconomic survey of the French sites*. Arris and Phillips Ltd., Warminster, 511 p.
- Bahn P.G., 1984. Pre-neolithic control of animals in western Europe : the faunal evidence. In Grigsson C. et Clutton-Brock J. (Ed.): *Animals and Archaeology vol. 4, Husbandry in Europe*, British Archaeological Reports (International Series), 227, p. 27-34.
- Bahn P.G., 1989. Comments of White husbandry and herd control in the Upper Paleolithic, *Current Anthropology*, 30, 5, p. 616-20.
- Bahn P.G., 1990. Motes and beams : a further response to White on the Upper Paleolithic, *Current Anthropology*, 31, 1, p. 71-76.
- Bailey R.C. et Byrnes J., 1990. A new, old method for assessing measurement error in both univariate and multivariate morphometric studies, *Systematic Zoology*, 39, p. 124-130.
- Baills H., 2003. *Les Conques : des chasseurs magdaléniens et leur territoire*. ERAUL, 101, Liège, 222 p.
- Ballista S., 2005. *Un exemple d'économie lithique : la couche 4 moyenne de La Magdeleine La Plaine (Tarn)*, Mémoire de maîtrise, Université de Toulouse Le Mirail, 130 p.
- Ballista S., 2006. *Du Magdalénien à l'Azilien en Quercy. Etude de l'industrie lithique des couches V et IV de l'Abri Murat (Rocamadour, Lot). Fouilles M. Lorblanchet*, Mémoire de Master II, Université de Toulouse-Le Mirail, 75 p.
- Banfield A.W.F., 1954a. The role of ice in the distribution of Mammals, *Journal of Mammalogy*, 35, 1, p. 104-107.
- Banfield A.W.F., 1954b. *Preliminary investigation of the barren-ground caribou*. Canadian Wildlife Service, Wildlife Management, Bull. Ser. 1, 10 A, 79 p.
- Banfield A.W.F., 1961. *A revision of the reindeer and caribou, genus Rangifer*. National Museum of Canada, Bulletin n° 177, 137 p.
- Banfield A.W.F., 1977. *The mammals of Canada*. Presses de l'Université de Laval et University of Toronto Press, 406 p.



- Bang-Andersen S., 1999. Les premiers chasseurs de rennes des montagnes du Sud de la Norvège. In Bintz P. et Thévenin A. (Ed.): *L'Europe des derniers chasseurs. Epipaléolithique et Mésolithique*, CTHS Paris, p. 341-346.
- Bang-Andersen S., 2003. Encircling the living space of Early Postglacial reindeer hunters in the interior of southern Norway. In Larsson L. (Ed.): *Mesolithic on the Move*, Oxbow Books, Oxford, p. 193-204.
- Barbaza M., 1996. Le Magdalénien supérieur final et l'Azilien dans les Pyrénées Centrales- La grotte-abri du Moulin à Troubat (Hautes-Pyrénées) et son contexte. In Delporte H. et Clottes J. (Ed.): *Pyrénées préhistoriques- Arts et sociétés*, Actes du 118ème congrès National des sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993. C.T.H.S, Paris, p. 311-326.
- Barthes P. et Bourgarel N., 1994. *Lassac (Sallèles Cabardes, Aude), rapport de sondage*, Service Régional d'Archéologie Languedoc-Roussillon, 19 p.
- Bartram L.E., 1993. *An Ethnoarchaeological Analysis of Kua San (Botswana) Bone Food Refuse*, Ph.D thesis, University of Wisconsin-Madison, Madison, 824 p.
- Baskin L.E., 2000. Reindeer husbandry/ hunting in Russia in the past, present and future, *Polar Research*, 19, p. 23-29.
- Baylac M., 1996. Morphométrie géométrique et systématique. Informatique et systématique, *Byosystema*, 14, p. 73-89.
- Beaudouin C., Jouet G., Suc J.-P., Berné S. et Escarguel G., 2007. Vegetation dynamics in southern France during the last 30ky BP in the light of marine palynology, *Quaternary Science Review*, 26, p. 1037-1054.
- Beaulieu J.-L. et Reille M., 1984. A long upper Pleistocene pollen record from Les Echets near Lyon, France, *Boreas*, 13, p. 111-132.
- Beaulieu J.-L. et Reille M., 1992. The Last Climatic cycle at La Grande Pile (Vosges, France) : a new pollen profile, *Quaternary Science Review*, 11, p. 431-438.
- Beaulieu J.-L., Andrieu V., Ponel P., Reille M. et Lowe J., 1994. The Weichselian late-glacial in southwestern Europe (Iberian peninsula, Pyrenees, Massif Central, northern Apennines), *Journal of Quaternary Science*, 9, p. 101-107.
- Bellier C., 1984. Contribution à l'étude de l'industrie osseuse préhistorique : les contours découpés du type «têtes d'herbivores», *Bulletin de la Société Royale Belge d'Anthropologie et de Préhistoire*, 95, p. 21-34.
- Bellier C., Bott S. et Cattelain P., 1991. Fiche rondelles. In Camps-Fabrer H. (Ed.): *Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier IV : Objets de parure*, PUP, Aix-en-Provence, p. 213-237.
- Bergerud A.T., 1961. *Reproduction of Newfoundland caribou*, Thèse de l'Université du Wisconsin (Etats-Unis), 83 p.
- Bergerud A.T., 1964. Relation of mandible length to sex in Newfoundland caribou, *Wildlife Monographs*, 28, p. 54-56.
- Bergerud A.T., 1974. Decline of caribou in North America following settlement, *Journal of Wildlife Management*, 38, p. 757-770.



- Bergerud A.T. et Eliot J.P., 1986. Dynamics of caribou and wolves in northern British Columbia, *Canadian Journal of Zoology*, 64, p. 1515-1529.
- Bergerud A.T. et Page R.E., 1987. Displacement and dispersion of parturient caribou at calving as antipredator tactics, *Canadian Journal of Zoology*, 65, p. 1597-1606.
- Bergerud A.T., 1988. Caribou, wolves and man, *Trends Ecol. Evol.*, 3, p. 68-72.
- Bergerud A.T. et Ballard W.B., 1988. Wolf predation on caribou : the Nelchina herd case history, a different interpretation, *Journal of Wildlife Management*, 52, p. 344-357.
- Bergerud A.T., Ferguson R. et Butler H.E., 1990. Spring migration and dispersion of woodland caribou at calving, *Animal Behaviour*, 39, p. 360-368.
- Bertran P. , 2005. Stratigraphie du site des Peyrugues (Lot), une coupe de référence pour le dernier pléniglaciaire en Aquitaine, *Paléo*, 16, 1, p. 25-44.
- Bétirac B., 1952. L'Abri Montastruc à Bruniquel, *L'Anthropologie*, 56, p. 213-231.
- Betti E., Douart C. et Guintard C., 2000. Statistiques uni- et multivariées appliquées à la biologie : étude ostéomyométrique du coxal et du fémur chez le chien (Berger allemand et Beagle), *Revue Méd. Vét.*, 151, 4, p. 317-336.
- Beverly and Qamanirjuaq Caribou Management Board, 1999. *Protecting Beverly and Qamanirjuaq Caribou and Caribou range, part I: Background Information*. Beverly and Qamanirjuaq Caribou Management Board, Ottawa, Ontario, Canada, 40 p.
- Bignon O., 2003. *Diversité et exploitation des Equidés au Tardiglaciaire en Europe occidentale. Implications pour les stratégies de subsistance et les modes de vie au Magdalénien et à l'Azilien ancien du Bassin parisien*, Thèse de Doctorat, Université Paris X, Nanterre, 836 p.
- Bignon O., 2005. Habitat préférentiel et connectivité des chevaux tardiglaciaires d'Europe occidentale (*Equus caballus arcelini*, Guadelli 1991), *Archaeofauna*, 14, p. 267-284.
- Bignon O., 2006. De l'exploitation des chevaux aux stratégies de subsistance des Magdaléniens du Bassin parisien, *Gallia Préhistoire*, 48, p. 181-206.
- Bignon O. et Eisenmann V., 2006. Western European Late Glacial horse diversity and its ecological implications. In Mashkour M. (Ed.): *Equids in Time and Space. Papers in Honour of Vera Eisenmann*, 9th ICAZ Conference, Durham 2002. Oxbow Books, p. 161-171.
- Bignon O., 2007. L'autre "civilisation du Renne..." pour une réinterprétation des stratégies cynégétiques au Magdalénien dans le Bassin parisien. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 223-242.
- Bignon O., 2008. *Chasser les chevaux à la fin du Paléolithique dans le Bassin parisien. Stratégie cynégétique et mode de vie au Magdalénien et à l'Azilien ancien*. BAR International Series, 1747, 170 p.
- Binford L.R., 1978. *Nunamiut Ethnoarchaeology*. Academic Press, New York, 509 p.
- Binford L.R., 1980. Willow smoke and dog's tails: hunter-gatherer settlement systems and archaeological site formation, *American Antiquity*, 45, p. 4-20.



- Binford L.R., 1991. A Corporate Caribou Hunt. Documenting the archaeology of past lifeways, *Expedition*, 33, 1, p. 33-43.
- Birouste C., 2011. *Le Renne, matériau incontournable des constructions au Paléolithique supérieur*, Mémoire de Master 2, Université de Toulouse II le Mirail, 58 p.
- Björck S., Walker J.C., Cwynar C., Johnsen S., Knudsen K.L., Lowe J. et Wohlfarth B., 1998. An event stratigraphy for the last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record : a proposal by the INTIMATE group, *Journal of Quaternary Science*, 13, p. 283-292.
- Blehr O., 1990. Communal hunting as a prerequisite for caribou (wild reindeer) as a human resource. In Davis L. B. et Reeves B. O. K. (Ed.): *Hunters of the Recent Past*, Unwin Hyman, London, p. 304-326.
- Bocherens H. et Drucker D., 2003. Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen : case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems, *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, p. 46-53.
- Bocquet-Apple J.-P. et Demars P.-Y., 2000. Population kinetics in the Upper-Palaeolithic in Western Europe, *Journal of Archaeological Science*, 27, p. 551-570.
- Bocquet-Apple J.-P., Demars P.-Y., Noiret L. et Dobrowsky D., 2005. Estimates of Upper Palaeolithic meta-population size in Europe from archaeological data, *Journal of Archaeological Science*, 32, p. 1656-1668.
- Bodu P., Julien M., Valentin B., Debout G., Averbouh A., Bemilli C., Beyries S., Bignon O., Dumarçay G., Enloe J.G., Joly D., Lucquin A., March R.J., Orliac M. et Vanhaeren M., 2006. Un dernier hiver à Pincevent : les Magdaléniens du niveau IV-0 (Pincevent, La Grande Paroisse, Seine-et-Marne), *Gallia Préhistoire*, 48, p. 1-180.
- Boertje R.D., Gasaway W.C., Grandgaard D.V. et Kelleyhouse D.G., 1988. Predation on moose and caribou by radio-collared grizzly bears in east central Alaska, *Canadian Journal of Zoology*, 66, p. 2492-2499.
- Boivin L., Clot A. et Heim J.L., 1986. Vestiges magdaléniens des déblais de la grotte Lortet (Hautes-Pyrénées), *Préhistoire ariégeoise*, XLI, p. 171-198.
- Bon F., 2009. *Préhistoire. La fabrique de l'Homme*. Editions du Seuil, Paris, 339 p.
- Bonnissent D., 1993. *Choix et exploitation des bois de Rennes sur le site de la Madeleine (Dordogne)*, Mémoire de D.E.A., Université de Bordeaux I, 48 p.
- Bookstein F.L., 1989. Size and shape : a comment on semantics, *Systematic Zoology*, 38, p. 173-180.
- Bordes F., 1958. Nouvelles fouilles à Laugerie-Haute Est. Premiers résultats, *L'Anthropologie*, 62, p. 205-244.
- Bordes F. et Labrot J., 1967. La stratigraphie du gisement de Roc de Combe (Lot) et ses implications, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 64, 1, p. 15-28.
- Bordes F. et Sonnevile-Bordes D., 1979. L'azilianisation dans la vallée de la Dordogne: les données de la Gare de Couze (Dordogne) et de l'abri Morin (Gironde). In Sonnevile-Bordes D. (Ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe, chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Talence 1977. CNRS, Paris, p. 449-459.



- Bordes J.-G., 2002. *Les interstratifications Châtelperronien / Aurignacien du Roc-de-Combe et du Piage (Lot, France). Analyse taphonomique des industries lithiques ; implications archéologiques.*, Doctorat de Préhistoire et Géologie du Quaternaire, Université de Bordeaux I, 421 p.
- Bouchard S., 1982. *Chroniques de chasse d'un Montagnais de Mingan, Mathieu Mestokosho.* Ministère des Affaires Culturelles, Québec,
- Bouchud J., 1953. Signification climatologique des faunes paléolithiques, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, p. 431-435.
- Bouchud J., Cheynier A. et Guillen Y., 1953. Dents de Renne et migrations, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, p. 127-132.
- Bouchud J., 1954a. Le renne et les problèmes de migration, *L'Anthropologie*, 58, 1/2, p. 79-85.
- Bouchud J., 1954b. Dents de Rennes, bois de Rennes et migrations, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, LI, p. 340-345.
- Bouchud J., 1959a. *Essai sur le Renne et la climatologie du Paléolithique moyen et supérieur*, Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, Paris, Imprimerie Magne, 300 p.
- Bouchud J., 1959b. Les Paléolithiques ont-ils domestiqué le Renne?, *L'Anthropologie*, 63, p. 7-100.
- Bouchud J., 1966. *Essai sur le Renne et climatologie du Paléolithique moyen et supérieur.* Imprimerie Magne, Périgueux, 297 p.
- Boudadi-Maligne M. et Castel J.-C., 2009. Les loups de l'Igue du Gral. In Castel J. C., Coumont M.-P., Boudadi-Maligne M., Camus H., Ferrand J., Kuntz D., Laroulandie V., Luret M., Mallye J.-B. et Robert B. (Ed.): *Igue du Gral, Saluiac-sur-Célé (Lot, France). Rapport de fouille programmée*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, p. 121-131.
- Boudadi-Maligne M. et Kuntz D., 2009. *Accumulations accidentelles de Renne et de Loup en Quercy : inventaire des gisements paléontologiques*, Mission au service du Projet Collectif de Recherche : Accumulations accidentelles de faunes en contexte karstique. Paléontologie, paléoécologie et taphonomie (coord. M-P. Coumont). Rapport remis au Conseil Général du Lot, non publié., 62 p.
- Boudadi-Maligne M., 2010. *Les Canis pléistocènes du Sud de la France: approche biosystématique, évolutive et biochronologique*, Thèse de Doctorat en Préhistoire et Géologie du Quaternaire, Université de Bordeaux I, 450 p.
- Boulet M., Couturier S., Côté S., Otto R. et Bernatchez L., 2007. Integrative use of spatial, genetic, and demographic analyses for investigating genetic connectivity between migratory, montane, and sedentary caribou herds, *Molecular Ecology*, 16, p. 4223-4240.
- Bouroche J.-M. et Saporta G., 1980. *L'analyse des données.* Presses Universitaires de France, Paris, 127 p.
- Bouvier J.-M., 1973. Nouvelle diagnose stratigraphique du gisement éponyme de la Madeleine (Tursac, Dordogne), *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 277, série D, p. 2625-2628.
- Bouvier J.-M., 1977. *Un gisement préhistorique: La Madeleine.* Fanlac, Périgueux, 86 p.
- Boyle K.V., 1990. *Upper palaeolithic faunas from SouthWest France: a zoogeographic perspective.* British Archaeological Reports (International Series), 557, Oxford, 367 p.



- Boyle K.V., 1993. Upper Palaeolithic procurement and processing strategies in Southwest France. In Peterkin G. L., Bricker H. M. et Mellars P. (Ed.): *Hunting and animal exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia*, Archaeological Papers of the American Anthropological Association, 4, p. 151-162.
- Boyle K.V., 1994. La Madeleine (Tursac, Dordogne). Une étude paléoéconomique du Paléolithique supérieur, *Paléo*, 6, p. 55-77.
- Boyle K.V., 1997. Late Magdalenian carcass management strategies : the Périgord data, *Anthropozoologica*, 25-26, p. 287-294.
- Brain C.K., 1976. Some principles in the interpretations of bone accumulations associated with man. In Isaac G. L. et McCown B. R. (Ed.): *Human Origins: Louis Leakey and the East African Evidence*, Benjamin, Menlo Park, CA, p. 97-116.
- Bratlund B., 1991. A study of hunting lesions containing flint fragments on reindeer bone at Steellmoor, Schleswig-Holstein, Germany. In Barton N., Roberts A. J. et Roe D. A. (Ed.): *The Late Glacial in north-west Europe : human adaptation and environmental change at the end of the Pleistocene*, Research Report, 77, p. 193-207.
- Bratlund B., 1996. Hunting strategies in the Late Glacial of Northern Europe : a survey of the faunal evidence, *Journal of World Prehistory*, 10, 1, p. 1-48.
- Brayard A., Escarguel G. et Bucher H., 2007. The biogeography of Early Triassic ammonoid faunas: Clusters, gradients, and networks, *Geobios*, 40, p. 749-765.
- Bridault A., Bignon O. et Bemilli C., 2003. L'exploitation du Cheval à la fin du Tardiglaciaire dans le Bassin parisien. In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de vie au Magdalénien : apports de l'Archéozoologie*, Actes du XIVème Congrès UISPP, Université de Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 33-45.
- Bridault A. et Chaix L., 2009. Réflexions sur la reconstitution des spectres fauniques dans le massif jurassien et les Alpes françaises du nord durant le Tardiglaciaire. In Pion G. et Mevel L. (Ed.): *La fin du Paléolithique supérieur dans les Alpes du nord françaises et le Jura méridional. Approches culturelles et environnementales*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, L, p. 59-72.
- Britton K., Grimes V., Dau J. et Richards M.P., 2009. Reconstructing faunal migrations using intra-tooth sampling and strontium and oxygen isotope analyses : a case study of modern caribou (*Rangifer tarandus granti*), *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 1163-1172.
- Bronk Ramsey C., 2009. Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon*, 51, 1, p. 337-360.
- Brown G.S., Mallory F.F. et Rettie W.J., 2001. Range size and seasonal movement for female woodland caribou in the forest of northeastern Ontario, *Rangifer*, 14, p. 227-233.
- Brugal J.-P., 1983. *Application des analyses multidimensionnelles à l'étude du squelette des membres des grands Bovidés pléistocènes (grottes de Lunel-Viel, Hérault): perspectives évolutives*, Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille, 449 p.
- Brugal J.-P., Costamagno S., Jaubert J. et Mourre V., 1998. Les gisements paléolithiques de Coudoulous (Tour de Faure, Lot, France). In Facchini F., Palma di Cesnola A., Piperno M. et Peretto C. (Ed.): *Section 5 : Lower-Middle Palaeolithic*, ABACO, Forli, XIII^e International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences: 8/14 septembre 1996, 2, p. 141-145.



- Brugal J.-P. et Yravedra J., 2005. Essai sur la biodiversité des associations de grands mammifères à la fin du Pléistocène dans le Sud-Ouest de l'Europe, *Munibe*, 57, p. 139-162.
- Brugal J.-P., 2006. Les gisements paléontologiques et archéologiques de Coudoulous (Tour-de-Faure, Lot), *Annales des Rencontres Archéologiques de Saint-Céré*, 13, p. 3-17.
- Brugal J.-P., Beauval C., Coumont M.-P., Fournier J., Gerbe M. et Griggo C., 2007. *Stratégies d'exploitation des ressources carnées au Paléolithique moyen en Quercy*, Rapport final de l'ACR Quercy : Cultures et environnements paléolithiques : mobilités et gestion des territoires des chasseurs cueilleurs en Quercy (Jarry M. coord.), 119-132.
- Brun V., 1867. *Notices sur les fouilles paléontologiques de l'Age de pierre exécutées à Bruniquel et Saint-Antonin*, Montauban, Imprimerie Forestié, 46 p.
- Bubenik A.B., 1975. Taxonomic value of antlers in genus Rangifer. In Luick J. R., Lent P. C., Klein D. R. et White R. G. (Ed.): *Proceedings of the First International Reindeer and Caribou Symposium*, Biological Papers of the University of Alaska, Special Report 1, p. 41-63.
- Buisson D., Fritz C., Kandel D., Pinçon G., Sauvet G. et Tosello G., 1996. Analyse formelle des contours découpés de têtes de chevaux : implications archéologiques. In Delporte H. et Clottes J. (Ed.): *Pyrénées préhistoriques, arts et sociétés*, CTHS, Paris, Actes du 118ème congrès des sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993, p. 327-340.
- Burch E.S., 1972. The Caribou/ wild Reindeer as a human resource, *American Antiquity*, 37, 3, p. 339-368.
- Burke A., 1995. *Prey movements and settlement patterns during the Upper Palaeolithic in Southwest France*. British Archaeological Reports (International Series), 1995, Oxford, 126 p.
- Burke A. et Pike-Tay A., 1997. Reconstructing "l'Age du Renne". In Jackson L. J. et Thacker P. T. (Ed.): *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Avebury Press, Aldershot, p. 69-81.
- Burroughs W.J., 2005. *Climate change in Prehistory. The End of the Reign of Chaos*. Cambridge University Press, 356 p.
- Bush A. M., Powell M.G., Arnold W. S., Bert T.M. et Daley G.M., 2002. Time-averaging, evolution, and morphologic variation, *Paleobiology*, 28, 1, p. 9-25.
- Calef G., 1981. *Caribou and the barren-lands*. Canadian Arctic Resources Committee, Ottawa, 176 p.
- Cartailhac E., 1903. Les stations de Bruniquel sur les bords de l'Aveyron, *L'Anthropologie*, 14, p. 129-150 et 295-315.
- Castel J.-C., 1999. *Comportements de subsistance au Solutréen et au Badegoulien d'après les faunes de Combe-Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot)*, Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, 619 p.
- Castel J.-C., 2003. Economie de chasse et d'exploitation de l'animal au Cuzoul de Vers (Lot) au Solutréen et au Badegoulien, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 100 1, p. 41-66.
- Castel J.-C., Chauvière F.-X., L'Homme X. et Camus H., 2006. Un nouveau gisement du Paléolithique supérieur récent : le Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot, France), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103, 2, p. 263-273.



- Castel J.-C. et Chauvière F.-X., 2007. Y a-t-il une exploitation spécifique du renne au Badegoulien entre Charente et Quercy? In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 279-294.
- Castel J.-C., Kuntz D., Chauvière F.-X. et F. avec la collaboration de Gerbe M. et Juillard, 2007. *L'exploitation du monde animal au Paléolithique supérieur en Quercy*, Rapport final de l'ACR Quercy : Cultures et environnements paléolithiques : mobilités et gestion des territoires des chasseurs cueilleurs en Quercy (Jarry M. coord.), unplubished, p. 295-306.
- Castel J.-C., Coumont M.-P., Brugal J.-P., Laroulandie V., Camus H., Chauvière F.-X., Cochard D., Guadelli J.-L., Kuntz D., Martin H. et Mourre V., 2008. La fin du Paléolithique supérieur en Quercy : l'apport de l'Igue du Gral (Sauliac, Lot). In Jaubert J., Ortega I. et Bordes J.-G. (Ed.): *Les sociétés du Paléolithique dans un Grand Sud-Ouest : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, Journées SPF Bordeaux. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XLVII, p. 335-353.
- Castel J.-C., Coumont M.-P., Boudadi-Maligne M., Camus H., Ferrand J., Kuntz D., Laroulandie V., Luret M., Mallye J.-B. et Robert B., 2009. *Igue du Gral, Sauliac-sur-Célé (Lot, France). Rapport de fouille programmée, 1ère année d'opération pluriannuelle*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, 174 p.
- Castel J.-C., Boudadi-Maligne M., Camus H., Ferrand J., Jeannet M., Kuntz D., Laroulandie V., Luret M., Mallye J.-B., Muth X., Randon O., Robert B. et Studer J., 2010. *Igue du Gral, Sauliac-sur-Célé (Lot, France). Rapport de fouille programmée, 2ème année d'opération pluriannuelle*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, 186 p.
- Cattelain P., 1988. Fiches typologiques de l'industrie osseuse préhistorique, Cahier II : Propulseurs. In Camps-Fabrer H. (Ed.): PUP, Aix-en-Provence, p. 67 p.
- Chaix L. et Méniel P., 1996. *Eléments d'archéozoologie*. Errance, Paris, 112 p.
- Chapin F.S., Shaver G.R., Giblin A.E., Nadelhoffer K.J. et Laundre J.A., 1995. Responses of arctic tundra to experimental and observed changes in climate, *Ecology*, 76, p. 694-711.
- Chauvière F.-X., Dupont C. et Tymula S., 2002. Toutes les coquilles du Roc-de-Sers sont-elles solutréennes?, *Antiquités Nationales, Saint-Germain-en-Laye*, 34, p. 15-28.
- Chauvière F.-X. et Fontana L., 2005. L'exploitation des rennes du Blot (Haute-Loire) : entre subsistance, technique et symbolique. In Dujardin V. (Ed.): *Industrie osseuse et parure du Solutréen au Magdalénien en Europe*, Actes de la Table Ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême. Mémoire de la Société Préhistorique française, XXXIX, p. 137-147.
- Chauvière F.-X., Fontana L., Lang L., Bonani G. et Hadjas I., 2006. Une préhampe magdalénienne en bois de renne aux Petits Guinards (Allier, France), *C. R. Palevol, Paléontologie humaine et Préhistoire*, 5, 5, p. 725-733.
- Chevallier A., 2010. *Chasse estivale du renne chez les Magdaléniens du Bassin parisien. Étude archéozoologique des niveaux « Renne » et « Sup-Renne » d'Étiolles*, Mémoire de Master 2, Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 118 p.
- Cheynier A., Bouchud J. et Guillien Y., 1952. Les bois de Renne de Badegoule, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 49, p. 53-55.



- Chollet A. et Dujardin V., 2005. *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, 423 p.
- Clark J.G.D., 1938. Early reindeer hunters in northern Germany, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 4, p. 228-229.
- Clot A., 1973. Les Hautes-Pyrénées au Paléolithique supérieur. In (Ed.): *Préhistoire et Protohistoire des Pyrénées françaises*, Musée pyrénéen, p. 27-38.
- Clot A., 1982. Paléontologie des Mammifères de Labastide. In J. O. (Ed.): *Labastide, grotte ornée paléolithique des Hautes-Pyrénées*, Lourdes, p. 206-225.
- Clot A., Brochet G., Chaline J., Desse G., Evin J., Granier J., Mein P., Mourer-Chauvire C., Omnès J. et Rage J.-C., 1984. Faune de la grotte préhistorique du bois du Cantet (Espèche, Hautes-Pyrénées, France), *Munibe*, 36, p. 33-50.
- Clot A., 1988. Faune magdalénienne de la Grande Grotte de Labastide (Hautes-Pyrénées, France), *Munibe*, 40, p. 21-44.
- Clottes J. et Bégouën R., 1969. *La caverne d'Enlène à Montesquieu-Avantès (Ariège)*, Rapport de fouille programmée, 29 p.
- Clottes J., 1989. Le Magdalénien des Pyrénées. In (Ed.): *Le Magdalénien en Europe*, Actes du Colloque de Mayence, XI^e congrès UISPP. ERAUL, 38, p. 281-343.
- Clottes J. et al., 2004. *La Grotte de La Vache (Ariège). I: les occupations du Magdalénien*. Réunion des Musées Nationaux, CTHS Paris, 407 p.
- Clottes J., Duport L., Feruglio V. et Le Guillou Y., 2010. La grotte du Placard à Vilhonneur (Charente) (fouilles 1990- 1995). In Buisson-Catil J. et Primault J. (Ed.): *Préhistoire entre Vienne et Charente. Hommes et sociétés du Paléolithique*, Ministère de la Culture et de la Communication Mémoire XXXVIII, p. 345-358.
- Clutton-Brock J., 1986. New dates for old animals : the reindeer, the aurochs, and the wild horse in prehistoric Britain, *Archaeozoologia*, Mélanges, p. 111-117.
- Cochard D., 2005. Les lièvres variables du niveau 5 de Bois-Ragot : analyse taphonomique et apports paléo-ethnologiques. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoires de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 319-338.
- Cohen V., 1997. Reindeer distributions in the Late Paleolithic of the Ukraine: results of research. In Jackson L. J. et Thacker P. T. (Ed.): *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Avebury Press, Aldershot, p. 245-255.
- Collins W.B. et Smith T.S., 1991. Effects of wind-hardened snow on foraging by reindeer (*Rangifer tarandus*), *Arctic*, 44, 3, p. 217-222.
- Colman J.E., 2000. *Behaviour patterns of wild reindeer in relation to sheep and parasitic flies*, PhD thesis, University of Oslo, Norway,
- Colombeau G., 2003. *Les Equidés du gisement Pléistocène supérieur de Siréjol (Lot) : étude paléontologique, implications biostratigraphiques et paléoenvironnementales*, Mémoire de Maîtrise de l'Université Claude-Bernard, Lyon 1, 27 p.



- Coltrain J.B., 2009. Sealing, whaling and caribou revisited : additional insights from the skeletal isotope chemistry of eastern Arctic foragers, *Journal of Archaeological Science*, 36, p. 764-775.
- Comité de rétablissement du caribou de la Gaspésie (2002-2012), 2002. *Plan de rétablissement du caribou de la Gaspésie (2002-2012) (Rangifer tarandus caribou)*, Société de la faune et des parcs du Québec, 47 p.
- Corbel J., 1952. Contribution ethnologique à la connaissance de la Civilisation du Renne, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 49, 11, p. 639-644.
- Corchón M.S., 2006. Los contornos recortados de la cueva de Las Caldas (Asturias, España), en el contexto del Magdaleniense medio cántabro-pirenaico, *Munibe, Homenaje a Jesús Altuna*, 57, p. 113-134.
- Cortijo E., Duplessy J.-C., Labeyrie J., Duprat J. et Paillard D., 2005. Heinrich events : hydrological impact, *C. R. Geoscience*, 337, p. 897-907.
- COSEPAC, 2002. *Evaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le caribou des bois, Rangifer tarandus caribou au Canada*. Comité sur la situation des espèces en péril au Canada, Canada, Ottawa, 124 p.
- COSEPAC, 2004. *Evaluation et rapport du COSEPAC sur le caribou de Peary Rangifer tarandus pearyi et le caribou de la toundra Rangifer tarandus groenlandicus (population de Dolphin-et-Union) au Canada- mise à jour*. Comité sur la situation des espèces en péril Au Canada, Ottawa, 112 p.
- Costamagno S., 1999a. *Stratégies de chasse et fonction des sites au Magdalénien dans le sud de la France*, Thèse de Doctorat Préhistoire et Géologie du Quaternaire, Université de Bordeaux I, 495 p.
- Costamagno S., 1999b. Coudoulous II : taphonomie d'un aven-piège. Contribution des accumulations d'origine naturelle à l'interprétation des archéofaunes du Paléolithique moyen, *Anthropozoologica*, 29, p. 13-32.
- Costamagno S., Griggo C. et Mourre V., 1999. Approche expérimentale d'un problème taphonomique : utilisation de combustible osseux au Paléolithique, *Préhistoire européenne*, 13, p. 167-194.
- Costamagno S., 2000. Stratégies d'approvisionnement et traitement des carcasses au Magdalénien : l'exemple de Moulin-Neuf (Gironde), *Paléo*, 12, p. 77-95.
- Costamagno S., 2001. Exploitation de l'Antilope saïga au Magdalénien en Aquitaine, *Paléo*, 13, p. 111-128.
- Costamagno S., 2003. L'exploitation des Ongulés au Magdalénien dans le sud de la France. In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de vie au Magdalénien : les apports de l'archéozoologie*, Actes du XIV^e Congrès UISPP, Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 73-88.
- Costamagno S., 2006. Archéozoologie des grands mammifères des gisements de la falaise du Pastou. In Dachary M., Chauvière F.-X., Costamagno S., Daulny L., Gambier D. et Laroulandie V. (Ed.): *Les Magdaléniens à Duruthy. Qui étaient-ils? Comment vivaient-ils?*, Centre Départemental du Patrimoine, Hastings, p. 20-29.
- Costamagno S. et Mateos Cachorro A., 2007. Milieu animal de part et d'autre de la chaîne pyrénéenne : implications sur les modes de subsistance au Magdalénien. In Cazals N., Gonzalez



Urquijo J. et Terradas X. (Ed.): *Frontières naturelles et frontières culturelles dans les Pyrénées Préhistoriques*, Tarascon-sur-Ariège. Universidad de Cantabria, Santander, p. 53-73.

- Costamagno S., Cochard D., Ferrié J.-G., Laroulandie V., Cazals N., Langlais M., Valdeyron N., Dachary M., Barbaza M., Galop D., Martin H. et Philibert S., 2008. Nouveaux milieux, nouveaux gibiers, nouveaux chasseurs? Evolution des pratiques cynégétiques dans les Pyrénées du Tardiglaciaire au début du Postglaciaire, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 105, 1, p. 17-27.

- Costamagno S., Laroulandie V., Langlais M. et Cochard D., 2009. Exploitation du monde animal sur le versant nord des Pyrénées au Tardiglaciaire. In Fullola J. M., Valdeyron N. et Langlais M. (Ed.): *Pyrénées et leurs marges durant le Tardiglaciaire. Mutations et filiations techno-culturelles, évolutions paléo-environnementales*, Actes du XIVème colloque international d'archéologie de Puigcerda, Hommages à Georges Laplace. Institut d'Estudis Ceretans, p. 185-209.

- Couchard J.-L., Riquet R. et David L., 1966. La grotte de Siréjol, commune de Gignac (Lot), *Bulletin de la Société Scientifique, Historique et Archéologique de la Corrèze, Brive*, tome 1988, p. 38-60.

- Coumont M.-P., 2006. *Taphonomie préhistorique : mammifères fossiles en contexte naturel, les avens-pièges, apport pour l'étude des archéofaunes*, Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille I, 513 p.

- Coumont M.-P. et Castel J.-C., 2007. Etude taphonomique d'un aven-piège du Tardiglaciaire, l'Igüe du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot). In Evin J. (Ed.): *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*, Congrès du Centenaire de la Société Préhistorique Française, Avignon, vol. 3 "... aux conceptions d'aujourd'hui", p. 499-514.

- Courtois R., Bernatchez L., Ouellet J.-P. et Breton L., 2002. *Les écotypes de caribou forment-ils des entités génétiques distinctes?*, Société de la faune et des parcs du Québec, Direction de la recherche sur la faune, 35 p.

- Courtois R., Bernatchez L., Ouellet J.-P. et Breton L., 2003. Significance of caribou (*Rangifer tarandus*) ecotypes from a molecular genetics viewpoint, *Conservation Genetics*, 4, p. 393-404.

- Couturier S., Jean D., Otto R. et Rivard S., 2004. *Demography of the migratory tundra caribou (Rangifer tarandus) of the Nord-du-Québec region and Labrador*. Ministère des ressources naturelles, de la faune et des parcs. Direction de l'aménagement de la faune du Nord-du Québec et Direction de la recherche sur la faune, Québec, 68 p.

- Couturier S., 2007. *Génétique et condition physique des trois écotypes de caribou du Québec-Labrador*, Thèse de la Faculté des Sciences et de Génie, Université de Laval, Québec, 190 p.

- Couturier S., Côté S., Otto R., Weladji R. et Huot J., 2009. Variation in calf body mass in migratory caribou : the role of habitat, climate, and movements, *Journal of Mammalogy*, 90, 2, p. 442-452.

- Couturier S., Otto R., Côté S., Luther G. et Mahoney S., 2010. Body size variations in caribou ecotypes and relationships with demography, *Journal of Wildlife Management*, 74, 3, p. 395-404.

- Cravinho S. et Desse-Berset N., 2005. Les poissons du Bois-Ragot (Goux, Vienne). In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Goux (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 355-372.

- Crégut-Bonnoure E. et Guérin C., 1994. Les Ruminants. In Philippe M. (Ed.): *L'autre Padirac*, Nouvelles Archives du Muséum d'histoire naturelle de Lyon, 31, p. 161-172.



- Crégut-Bonnoure E. et Laudet F., 2006. *Aven des Planes n°1 (Monieux, Vaucluse)*, Rapport d'opération de fouille programmée, non publié, 14 p.
- Crête M., Huot J., Nault R. et Patenaude R., 1993. Reproduction, Growth and body composition of Rivière George Caribou in captivity, *Arctic*, 46, 3, p. 189-196.
- Croitor R., 2010. Preliminary data on reindeer fossils from the Paleolithic site Rascov-8 (Eastern Moldavia) with remarks on systematics and evolution of Upper Pleistocene reindeer, *Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii*, 26, 1, p. 323-330.
- Cronin M.A., 1992. Intraspecific variation in mitochondrial DNA of North America cervids, *Journal of Mammalogy*, 73, p. 70-82.
- Cucchi T., 2005. *Le commensalisme de la souris et les sociétés néolithiques méditerranéennes*, Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 294 p.
- Cuyler C., Rosing M., Heinrich R. et Mølgaard H., 2005. *Status of two West Greenland Caribou populations 2005 (Akia-Maniitsoq & Kangerlussuaq-Sisimiut)*, Greenland Institute of Natural Resources, Technical Report n° 61, 69 p.
- Dachary M., 2002. *Le Magdalénien des Pyrénées occidentales*, Thèse de Doctorat, Université de Paris X, 300 p.
- Dachary M. et coll., 2006. *Les Magdaléniens à Duruthy. Qui étaient-ils? Comment vivaient-ils?* Centre Départemental du Patrimoine, Hastings, 186 p.
- Dachary M., Chauvière F.-X., Costamagno S., Daulny L., Eastham A., Ferrier C. et Fritz C., 2008. La grotte Bourrouilla à Arancou (Pyrénées-Atlantiques) : une séquence clef de la fin du Magdalénien pyrénéo-cantabrique. In Jaubert J., Bordes J.-G. et Ortega I. (Ed.): *Les sociétés du Paléolithique dans un Grand Sud-Ouest de la France : nouveaux gisements, nouveaux résultats, nouvelles méthodes*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XLVII, p. 355-370.
- Danell K., Andrén H., Segerström P. et Franzén R., 2006. Space use by Eurasian lynx in relation to reindeer migration *Canadian Journal of Zoology*, 84, p. 546-555.
- Dansgaard W., Johnsen S., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Gundestrup N., Hammer C.U. et Oeschger H., 1984. North Atlantic climatic oscillations revealed by deep Greenland ice cores. In Hansen J. E. et Takahashi T. (Ed.): *Climate Processes and Climate Sensitivity*, American Geophysical Union, Washington DC, p. 288-298.
- Daugas J.-P. et Raynal J.-P., 1989. Quelques étapes du peuplement du Massif central français dans son contexte paléoclimatique et paléogéographique. In Laville H. (Ed.): *Variations des paléoenvironnements et peuplements préhistoriques*, Cahiers du Quaternaire, Paris, p. 67-98.
- Dauphiné T.C. et Lynn McClure R., 1974. Synchronous mating in Canadian barren-ground caribou, *Journal of Wildlife Management*, 38, 1, p. 54-66.
- Dauphiné T.C., Anderka F.W., Drolet C.A. et McIlveen D.T., 1975. Distribution and movements of marked caribou in Ungava, June 1973 to 1974, *Canadian Wildlife Service*, Progress Note No. 46, p.
- Dauphiné T.C., 1976. Biology of the Kaminuriak population of barren-ground caribou. Part 4: growth, reproduction and energy reserves, *Canadian Wildlife Reserve, Report Series*, 38, p. 1-69.
- David F. et Enloe J., 1992. Chasse saisonnière des Magdaléniens du Bassin parisien, *Bulletins et Mémoires de la Société d'anthropologie de Paris*, 4, 3, p. 167-174.



- David F. et Enloe J., 1993. L'exploitation des animaux sauvages de la fin du Paléolithique moyen au Magdalénien. In Desse J. et Audoin-Rouzeau F. (Ed.): *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps. XIII^e Rencontre Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. IV^e Colloque international de l'Homme et de l'Animal*, APDCA, Juan-les-Pins, p. 29-47.
- David F., 1994. La faune de Pincevent et Verberie. In Taborin Y. (Ed.): *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, Paris, 43, p. 105-109.
- David F. et Karlin C., 2003. Hier et aujourd'hui : des cultures du renne?, *Revue archéologique de Picardie, numéro spécial*, 21, 1, p. 283-295.
- Davis S.J.M., 1981. The effects of temperature change and domestication on the body size of late Pleistocene to Holocene mammals of Israel, *Paleobiology*, 7, p. 101-114.
- Dayan T., Wool D. et Simberloff D., 2002. Variation and covariation of skulls and teeth : modern carnivore and interpretation of fossil mammals, *Paleobiology*, 28, 4, p. 508-526.
- De Mortillet G., 1872. Les hommes des cavernes à l'époque de la Madeleine, *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 7, p. 489-495.
- De Mortillet G., 1900. *Formation de la nation française*. Bibliothèque Scientifique Internationale, Felix Alcan, Paris, 336 p.
- Debard E., 1979. Le gisement pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France : étude sédimentologique du remplissage, *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire naturelle de Lyon*, 17, p. 17-24.
- Débénath A., 2003. L'anthropisation du karst dans la vallée de la Tardoire durant le Paléolithique moyen, *Bulletins et Mémoires de la Société Archéologique et Historique de la Charente*, 159, 2/3, p. 89-120.
- Defleur A., Bez J.-F., Crégut-Bonnoure E., Desclaux E., Onoratini G., Radulescu C., Thinon M. et Vilette Ph., 1994. Le niveau moustérien de la grotte de l'Adaouste (Jouques, Bouches-du-Rhône): approche culturelle et paléoenvironnements, *Bulletin du Musée d'anthropologie préhistorique de Monaco*, 37, p. 11-48.
- Defleur A. et Crégut-Bonnoure E., 1995. *Le gisement paléolithique moyen de la grotte des Cèdres (Le Plan d'Aups, Var)*. Maison des sciences de l'homme, Paris, 184 p.
- Degerbøl M., 1957. *The extinct Reindeer of East-Greenland, Rangifer tarandus eogroenlandicus compared with Reindeer from other arctic regions*. Acta Arctica, Ejnar Munksgaard, Kobenhavn, 66 p.
- Degerbøl M. et Krog H., 1959. *The Reindeer (Rangifer tarandus) in Denmark : zoological and geographical investigate of the discoveries in Danish Pleistocene deposits*. Biologiske Skrifter udgivet af det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, 10 (4), 165 p.
- Delagnes A., Tournepiche J.-F., Armand D., Desclaux E., Diot M.-F., Ferrier C., Le Fillâtre V. et Vandermeersch B., 1999. Le gisement Pléistocène moyen et supérieur d'Artenac (Saint-Mary, Charente) : premier bilan interdisciplinaire, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 96, 4, p. 469-496.
- Delibrias G., Guillier M.T. et Labeyrie J., 1974. Gif natural radiocarbon measurements, *Radiocarbon*, 16, p. 15-94.



- Delibrias G., Guillier M.T., Evin J., Thommeret J. et Thommeret Y., 1976. Datations absolues des dépôts quaternaires et des sites préhistoriques par la méthode du Carbone 14, *La Préhistoire française*, 1, p. 1499-1514.
- Delpech F., 1970. L'abri magdalénien du Flageolet II - Paléontologie (Bézenac - Dordogne), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 67, 2, p. 494-499.
- Delpech F., Lachastre J., Prat F. et Suire C., 1970. Un gisement à faune pléistocène : la grotte de la Martine à Domme (Dordogne), *Quaternaria*, 13, p. 141-168.
- Delpech F., 1972. Etude paléoclimatique des faunes aurignaciennes et périgordiennes du gisement de Roc de Combe (Payrignac, Lot), *Quaternaria*, p. 247-254.
- Delpech F., 1975. *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France*, Thèse d'Etat de Sciences. Naturelles, Université Bordeaux, 3 t., 374 p., 159 tab., 98 pl.
- Delpech F. et Sonnevill-Bordes D., 1977. L'industrie de l'os à Laugerie-Haute (Dordogne) (fouilles F. Bordes): débitage et "outils de fortune". In (Ed.): *Méthodologie appliquée à l'industrie de l'os préhistorique*, Abbaye de Sénanque, Vaucluse. Colloques Internationaux du CNRS, 568, p. 61-68.
- Delpech F., 1978. Les faunes magdaléniennes et aziliennes du gisement de Duruthy, à Sorde l'Abbaye (Landes). In Arambourou R. (Ed.): *Le gisement préhistorique de Duruthy à Sorde-l'Abbaye (Landes). Bilan des recherches de 1958 à 1975*, Mémoires de la Société Préhistorique Française, 13, p. 110-116.
- Delpech F., Le Tensorer J.-M. et Prat F., 1978. Un nouveau gisement du Pléistocène moyen : Camp de Peyre à Sauveterre-la-Lémance (Lot-et-Garonne), *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 286, (D), p. 1101-1103.
- Delpech F. et Prat F., 1980. Les grands mammifères pléistocènes du Sud-Ouest de la France. In (Ed.): *Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes*, Bordeaux. Suppl. Bull. Ass. fr. Et. Quat. N.S., 1, p. 268-297.
- Delpech F., 1981. La faune magdalénienne de la Salle des Morts à Enlène, Montesquieu-Avantès (Ariège). In Clottes J. (Ed.): *La Préhistoire du Quercy dans le contexte de Midi-Pyrénées. Compte Rendu de la XXI^e session, Congrès Préhistorique de France*, S.P.F., C.N.R.S., Paris, 1, p. 65-69.
- Delpech F., 1983. *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-ouest de la France*. Cahiers du Quaternaire, 6, Paris, 453 p.
- Delpech F. et Prat F., 1983. Restes de Thar (genre *Hemitragus*) à l'abri Vaufrey (Dordogne). In Poplin F. (Ed.): *La faune et l'homme préhistorique, dix études en hommage à Jean Bouchud*, Mémoires de la Société Préhistorique Française, 16, p. 25-28.
- Delpech F., 1984. Les Ongulés en Périgord et Nord-Ouest du Quercy durant le Würm III. Chronoclimatologie, paléobiogéographie, palethnologie, *Geobios*, 17, 5, p. 531-548.
- Delpech F., 1986. Les rennes du grand abri de Laugerie-Haute en Dordogne, *Arqueologia (Porto)*, 13, p. 66-71.
- Delpech F., 1987. L'environnement animal des Magdaléniens. In Otte M. (Ed.): *Le Magdalénien en Europe*, XI^e congrès U.I.S.P.P., Actes du Colloque de Mayence. ERAUL, 38, p. 5-30.
- Delpech F., 1988. Les réponses des Ongulés du Pléistocène supérieur aux changements climatiques en Aquitaine (Sud-Ouest de la France): quelques exemples, *Geobios*, 21, 4, p. 495-503.



- Delpech F., 1989. L'évolution du Renne, *Société Préhistorique Française*, 2, p. 50 - 51.
- Delpech F. et Villa P., 1993. Activités de chasse et de boucherie au Magdalénien dans la grotte des Eglises. In Desse J. et Audoin-Rouzeau F. (Ed.): *Exploitation des animaux sauvages à travers le temps*, IVème Colloque international de l'Homme et l'Animal, Juan-les-Pins. APDCA, p. 79-102.
- Delpech F., Laville H. et Rigaud J.-P., 1994. Chronologie et environnement climatique du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France. In Bernaldo de Quirós F. (Ed.): *El cuadro geocronologico del Paleolitico superior inicial*, Museo y centro de investigacion de Altamira. Ministerio de Cultura, 13, p. 175-186.
- Delpech F., 1996. L'environnement animal des Moustériens Quina du Périgord, *Paléo*, 8, p. 31-46.
- Delpech F. et Lenoir M., 1996. Éléments d'interprétation sur l'occupation magdalénienne de la bordure Nord du massif pyrénéen. In Delporte H. et Clottes J. (Ed.): *Pyrénées préhistoriques- Arts et sociétés*, Actes du congrès National des sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993. C.T.H.S, Paris, 118, p. 217- 224.
- Delpech F., 1998. Note sur la faune magdalénienne de l'abri Durif à Enval (Vic-le-Comte, Puy de Dôme), *Paléo*, 10, p. 303-309.
- Delpech F., 1999. Biomasse d'ongulés au Paléolithique et inférences sur la démographie, *Paléo*, 11, p. 19-42.
- Delpech F., 2003. L'environnement animal des Européens au Paléolithique supérieur. In Desbrosse R. et Thévenin A. (Ed.): *Préhistoire de l'Europe. Des origines à l'Age du Bronze* Actes des Congrès nationaux des Sociétés historiques et scientifiques, Lille 2000. CTHS, Paris, 125, p. 271-289.
- Demars P.-Y., 1998. Circulation des silex dans le nord de l'Aquitaine au Paléolithique supérieur, *Gallia Préhistoire*, 40, p. 1-28.
- Demars P.-Y., 2003. L'évolution dans l'occupation de l'espace entre le Maximum glaciaire et la fin du Tardiglaciaire chez les chasseurs du sud de la France. In Ladier E. (Ed.): *Les pointes à cran dans les industries lithiques du Paléolithique supérieur récent de l'oscillation de Lascaux à l'oscillation de Bølling*, Préhistoire du Sud-ouest Table ronde de Montauban, 2002, Supplément n° 6, p. 17-27.
- Demars P.-Y., Le Gall O. et Martin H., 2007. Saisonnalité, mobilité et spécialisation des sites Paléolithique- Une approche polythématique. In de Beaune S. (Ed.): *Chasseurs-cueilleurs. Comment vivaient nos ancêtres du Paléolithique supérieur. Méthodes d'analyse et d'interprétation en préhistoire*, CNRS Ed. , p. 99-15.
- Denton D., 1979. L'exploitation historique récente du caribou et les schémas d'établissement dans la région de Caniapiscau. In Trudel F. et Huot J. (Ed.): *Dossier Caribou* Recherches amérindiennes au Québec, IX, 1-2, p. 105-116.
- Deplano S., 1994. *Etude de la faune des grands mammifères de la couche IX de l'Abri du Flageolet-Dordogne. Approche taphonomique et palethnographique*, Mémoire de Maîtrise en Préhistoire, Université de Paris, 82 p.
- Derocher A.E., Wiig O. et Bangjord G., 2000. Predation of Svalbard reindeer by polar bears, *Polar Biology*, 23, p. 675-678.
- Detrain L., Guillon M., Kervazo B., Madelaine S., Morala A. et Turq A., 1996. Le Moulin du Roc à Saint-Chamassy (Dordogne), résultats préliminaires, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 93, 1, p. 43-48.



- Dong Z., 1997. Mixture analysis and its preliminary application in archaeology, *Journal of Archaeological Science*, 24, p. 141-161.
- Douliot E., 1871. Sur quelques débris de l'âge du renne trouvés à Cognac (Dordogne), *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 6, p. 364-370.
- Driver J.C., 1990. Meat in due season: the timing of communal hunts. In Davis L. B. et Reeves B. O. K. (Ed.): *Hunters of the Recent Past*, Unwin Hyman, London, p. 11-33.
- Drucker D., Bocherens H. et Mariotti A., 2000. Contribution de la biochimie isotopique à l'étude de la paléobiologie des grands mammifères du Pléistocène supérieur : application aux rennes et aux chevaux magdaléniens et solutréens du Sud-Ouest de la France. In Pion G. (Ed.): *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, Actes de la table ronde de Chambéry. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXVIII, p. 13-27.
- Drucker D., 2001. *Validation méthodologique de l'analyse isotopique d'ossements fossiles et apports aux reconstitutions paléoécologiques du Paléolithique supérieur du Sud-ouest de la France*, Mémoire de Doctorat des Sciences de la Terre, Université de Paris VI, 222 p.
- Drucker D., Bocherens H., Pike-Tay A. et Mariotti A., 2001. Isotopic tracking of seasonal dietary change in dentine collagen: preliminary data from modern caribou, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, Sciences de la Terre et des planètes*, 333, p. 303-309.
- Drucker D. et Célérier G., 2001. Teneurs en carbone-13 du collagène de grands mammifères du site de Pont-d'Ambon (Dordogne, France) : implications pour l'environnement et son exploitation au Tardiglaciaire dans le Sud-ouest de la France, *Paléo*, 13, p. 145-158.
- Drucker D., Bocherens H. et Billiou D., 2003. Evidence for shifting environmental conditions in Southwestern France from 33 000 to 15 000 years ago derived from carbon-13 and nitrogen-15 natural abundances in collagen of large herbivores, *Earth and Planetary Science Letters*, 216, p. 163-173.
- Drucker D., 2005. Ecologie des rennes chassés par les hommes préhistoriques : que peuvent dire les isotopes de carbone?, *Annales de la Fondation Fyssen*, 20, p. 91-97.
- Drucker D. et Bocherens H., 2005. Conservation du collagène dans les ossements de faune du site du Bois-Ragot et implications paléoenvironnementales des signatures isotopiques (¹³C, ¹⁵N) des cervidés. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 385-394.
- Drucker D., Henry-Gambier D. et Lenoir M., 2005. Alimentation humaine au cours du Magdalénien en Gironde d'après les teneurs en isotopes stables (¹³C, ¹⁵N) du collagène, *Paléo*, 17, p. 57-72.
- Drucker D., 2007. Les Cervidés durant le Tardiglaciaire et l'Holocène ancien en Europe occidentale : approche isotopique. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 243-254.
- Drucker D., Bridault A., Hobson K.A., Szuma E. et Bocherens H., 2008. Can carbon-13 in large herbivores reflect the canopy effect in temperature and boreal ecosystems? Evidence from modern and ancient ungulates., *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 266, p. 69-82.
- Ducasse S. et Langlais M., 2007. Entre Badegoulien et Magdalénien, nos coeurs balancent... Approche critique des industries lithiques du sud de la France et du Nord-Est espagnol entre 19 000 et 16 500 BP, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 104, 4, p. 771-785.



- Ducasse S., 2010. *La "parenthèse" badegoulienne : fondements et statut d'une discordance industrielle au travers de l'analyse techno-économique de plusieurs ensembles lithiques méridionaux du Dernier Maximum Glaciaire*, Thèse de Doctorat en Préhistoire, Université de Toulouse II Le Mirail, 442 p.
- Dujardin V. et Pinçon G., 2000. Le Magdalénien dans la Vienne et la Charente. In Pion G. (Ed.): *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, Actes de la table ronde de Chambéry. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXVIII, p. 213-222.
- Dujardin V. et Gomez J., 2001. Pendeloques magdaléniennes méconnues du Bois-du-Roc à Vilhonneur (Charente, France), *Archäologisches Korrespondenzblatt*, 31, 1, p. 1-11.
- Dujardin V. et Oberlin C., 2005. Les datations sur os du Bois-Ragot. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois Ragot à Goux (Vienne)- Magdalénien et Azilien- Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 401-406.
- Duran J.-P. et Tavoso A., 2005. Les industries moustériennes de la Rouquette (Puycelci, Tarn, France), *L'Anthropologie*, 109, 5, p. 755-783.
- Dzus E., 2001. *Status of the Woodland caribou (Rangifer tarandus caribou) in Alberta*, Alberta, Alberta Environment, Fisheries and Wildlife management Division and Alberta Conservation Association, Wildlife Status Report n° 30, 47 p.
- Edmonds E.J. et Bloomfield M., 1984. *A study of Woodland Caribou (Rangifer tarandus caribou) in west central Alberta, 1979 to 1983*, Alberta Energy and Natural Resources, Fish and Wildlife Division, Edmonton, 203 p.
- Edmonds E.J. et Smith K.G., 1991. *Mountain caribou calf production and survival, and calving and summer habitat use in west-central Alberta*, Wildlife Research Series n° 4, Alberta Fish and Wildlife Division, Edmonton, 16 p.
- Egorov O.V., 1967. *Wild Ungulates of Yakutia*. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 204 p.
- Eisenmann V. et Kuznetsova T., 2004. Early Pleistocene equids (Mammalia, Perissodactyla) of Nalaikha, Mongolia, and the emergence of modern *Equus* Linnaeus, 1758, *Geodiversitas*, 26, 3, p. 535-561.
- Elliot M., Labeyrie L. et Duplessy J.-C., 2002. Changes in North Atlantic deep-water formation associated with the Dansgaard-Oeschger temperature oscillations (60-10ka), *Quaternary Science Reviews*, 21, p. 1153-1165.
- Eloranta E. et Nieminen M., 1986. The effects of maternal age and body weight on reindeer calf birth-weight and survival, *Rangifer*, 1, Appendix, p. 105.
- Engel-Martin C., 2008. *Adaptation au milieu du Renne (Rangifer tarandus) : comparaison des stratégies de deux espèces*, Thèse de Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine de Créteil, 82 p.
- Enloe J.G., 1993. Ethnoarchaeology of marrow cracking: Implications for the recognition of prehistoric subsistence organisation. In Hudson J. (Ed.): *From Bones to Behavior: Ethnoarchaeological and Experimental Contributions to the Interpretation of Faunal Remains*, Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University at Carbondale, Occasional Paper No. 21, p. 82-97.



- Enloe J.G., 1994. Comparaison entre les troupeaux de Rennes de Pincevent et de Verberie. In Taborin Y. (Ed.): *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, Paris, 43, p. 115-117.
- Enloe J.G. et Audouze F., 1997. Le rôle de l'environnement dans la vie des chasseurs magdaléniens du Bassin parisien. In Fagnart J.-P. et Thévenin A. (Ed.): *Le Tardiglaciaire en Europe du Nord-Ouest*, Actes du Congrès National des sociétés historiques et scientifiques, Amiens 1994. C.T.H.S, Paris, 118, p. 177-186.
- Enloe J.G. et David F., 1997. *Rangifer* herd behavior: seasonality of hunting in the magdalenian of the Paris basin. In Jackson L. J. et Thacker P. T. (Ed.): *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Avebury Press, Aldershot, p. 52-68.
- Enloe J.G., 1998. Fonctions des sites et chasse spécialisée: variation régionale pendant la période magdalénienne. In Brugal J.-P., Meignen L. et Patou-Mathis M. (Ed.): *Economie préhistorique: les comportements de subsistance au Paléolithique*, XVIIIème Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. APDCA, Sophia Antipolis, p. 363-372.
- Enloe J.G., 2000a. Readaptation: Changes in Magdalenian subsistence and social organization. In Peterkin G. L. et Price H. A. (Ed.): *Regional approaches to adaptation in Late Pleistocene Western Europe*, British Archaeological Reports (International Series), Oxford, 896, p. 115-120.
- Enloe J.G., 2000b. Le Magdalénien du Bassin parisien au Tardiglaciaire : la chasse au renne comparée à celle d'autres espèces. In Pion G. (Ed.): *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, Actes de la table ronde de Chambéry. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXVIII, p. 39-45.
- Enloe J.G., 2003a. Acquisition and processing of reindeer in the Paris basin. In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de vie au Magdalénien: apports de l'archéozoologie*, Actes du XIVème Congrès UISPP, Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 23-31.
- Enloe J.G., 2003b. Food sharing past and present : archaeological evidence for economic and social interactions, *Before Farming*, 1 (1), p. 1-23.
- Enloe J.G., 2007. L'écologie du renne et l'adaptation des chasseurs : un aperçu du Paléolithique. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 209-222.
- Escarguel G., 2008a. *Macroécologie en temps profond : motifs, rythmes et modalités des changements de biodiversité à l'échelle des temps géologiques*, Mémoire pour le diplôme d'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Claude Bernard, Lyon 1, 430 p.
- Escarguel G., 2008b. *Size Index Scaling Techniques v. 1.0*, SIST Manuel, Université de Lyon I, 1-12.
- Faith Tyler J., 2007. Changes in reindeer body part representation at Grotte XVI, Dordogne, France., *Journal of Archaeological Science*, 34, p. 2003-2011.
- Fancy S.G. et White R.G. , 1985. Energy Expenditures by Caribou while Cratering in Snow, *Journal of Wildlife Management*, 49, 4, p. 987-993.
- Farnell R., Florkiewicz R. , Kuzyk G. et Egli K., 1998. The status of *Rangifer tarandus caribou* in Yukon, Canada, *Rangifer*, Special Issue 10, p. 131-138.



- Farnell R. , Barichello N., Egli K. et Kuzyk G., 1996. Population ecology of two woodland caribou herds in Southern Yukon, *Rangifer*, Special Issue 9, p. 63-72.
- Fédry C., 2007. *Le renne (Rangifer tarandus tarandus), animal de rente : particularités physiologiques, pathologie et élevage*, Thèse vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon I, 94 p.
- Ferguson S.H. et Elkie P.C., 2004. Seasonal movement patterns of woodland caribou (*Rangifer tarandus caribou*), *Journal of Zoology*, 262, p. 125-134.
- Fernandez H. et Monchot H., 2007. Sexual dimorphism in limb bones of Ibex (*Capra ibex* L.) : mixture analysis applied to modern and fossil data, *International Journal of Osteoarchaeology*, in press, p.
- Fernandez P., 2001. *Étude paléontologique et archéozoologique des niveaux d'occupations moustériens au Bau de l'Aubesier (Monieux, Vaucluse): implications biochronologiques et paléthnologiques*, Thèse de Doctorat, Université Claude-Bernard, Lyon I, 306 p.
- Fischer L.A. et Gates C. C., 2005. Competition potential between sympatric woodland caribou and wood bison in southwestern Yukon, Canada, *Canadian Journal of Zoology*, 83, p. 1162-1173.
- Fitte P. et Sonnevile-Bordes D., 1962. Le Magdalénien VI de la Gare de Couze, commune de Lalinde (Dordogne), *L'Anthropologie*, 66, p. 217-246.
- Fitzhugh W.W. , 1979. Les modes d'adaptation basés sur le caribou dans les régions centrale et septentrionale du Labrador. In Trudel F. et Huot J. (Ed.): *Dossier Caribou* Recherches amérindiennes au Québec, IX, 1-2, p. 55-70.
- Flagstad O. et Røed K.H., 2003. Refugial origins of Reindeer (*Rangifer tarandus*) inferred from mitochondrial DNA sequences, *Evolution*, 57 (3), p. 658-670.
- Fletcher W. J. , Sánchez Goñi M.F., Allen J. R.M. , Cheddadi R. , Combourieu-Nebout N. , Huntley B. , Lawson I. , Londeix L. , Magri D. , Margari V.v, Müller U.C. , Naughton F. , Novenko E. , Roucoux K. et Tzedakis P.C. , 2009. Millennial-scale variability during the last glacial in vegetation records from Europe, *Quaternary Science Review*, xxx, p. 1-26.
- Fontana L., 1995. Chasseurs magdaléniens et rennes en Bassin de l'Aude : analyse préliminaire, *Anthropozoologica*, 21, p. 147-156.
- Fontana L., 1996. Etat de la recherche et problématiques en archéozoologie pour le Paléolithique supérieur d'Auvergne. In (Ed.): *Paléolithique supérieur entre Seine et Rhin*, Cahiers archéologiques de Bourgogne, 6, p. 152-160.
- Fontana L., 1998a. Subsistance et territoire au Magdalénien supérieur dans les Pyrénées : l'apport des données archéozoologiques de la grotte de Belvis, *Bulletin de la Préhistoire du Sud-Ouest*, 5, 2, p. 131-146.
- Fontana L., 1998b. *Mobilité et subsistance au Magdalénien dans le Languedoc occidental et le Roussillon*, Thèse de Doctorat, Université Paris I, 286 p.
- Fontana L., 1999. Mobilité et subsistance au Magdalénien dans le Bassin de l'Aude, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 96, 2, p. 175-190.
- Fontana L., 2000a. La chasse au Renne au Paléolithique supérieur : nouvelles voies de recherche, *Paléo*, 12, p. 141-164.



- Fontana L., 2000b. La faune de Pont-de-Longues (Les Martres-de-Veyre, Puy-de-Dôme): analyses archéozoologiques des restes fauniques d'un site Magdalénien de plein-air, *Bulletin de la Préhistoire du Sud-Ouest*, 7, p. 109-125.
- Fontana L., 2001. Etude archéozoologique des collections du Fourneau du Diable (Bourdeilles, Dordogne) : un exemple du potentiel des faunes paléolithiques issues de fouilles anciennes, *Paléo*, 13, p. 159-182.
- Fontana L., 2003a. Le Renne, l'Aurochs et les volcans. Hommes, gibiers et reconquête forestière en Limagne entre 12 300 BP et 7500 BP, *Paléo*, 15, p. 87-104.
- Fontana L., 2003b. Characterization and exploitation of the arctic hare (*Lepus timidus*) during the Magdalenian: surprising data from Gazel Cave (Aude, France). In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de Vie au Magdalénien: apports de l'Archéozoologie*, Actes du XIVème Congrès UISPP, Université de Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 101-118.
- Fontana L., Lang L., Chauvière F.-X., Jeannet M. et Magoga L., 2003. Nouveau sondage sur le site Paléolithique des Petits Guinards à Creuzier-le-Vieux (Allier, France): des données inattendues, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 3, 3, p. 591-596.
- Fontana L., 2005. Territoires, mobilité et échanges au Magdalénien dans l'Aude et le Massif Central (France): approche comparative, modélisation et perspectives. In Jaubert J. et Barbaza M. (Ed.): *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126ème, Toulouse 2001, p. 355-370.
- Fontana L., 2007. *Chasses préhistoriques en Auvergne*, Journal, p.
- Fontana L. et Chauvière F.-X., 2009. The total exploitation of Reindeer at the site of Les Petits Guinards : what's new about the annual cycle of nomadism of Magdalenian groups in the French Massif Central? In Fontana L., Bridault A. et Chauvière F.-X. (Ed.): *In search of total animal exploitation. Case studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic* BAR International Series Proceedings of the XVth UISPP Congress, Session C61, vol. 42, Lisbon, 4-9 septembre 2006, 2040, p. 101-111.
- Fortelius M., 1990. Problems with using fossil teeth to estimate body sizes of extinct animals. In J. D. et B. M. F. (Ed.): *Body size in mammalian paleobiology, estimation and biological implications*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 207-228.
- Fosse Ph., 1992. La grande faune d'Enlène EDG, remarques paléontologiques et archéozoologiques, *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, XLVII, p. 195-219.
- Frenzel B., Pecsí B. et Velichko A.A., 1992. *Atlas of Palaeoclimates & Palaeoenvironments of the Northern Hemisphere*. INQUA/Hungarian Academy of Sciences. Budapest.,
- Fritz C. , 1999. *La gravure dans l'art mobilier magdalénien. Du geste à la représentation*. Maison des Sciences de l'Homme, Paris, Documents d'Archéologie Française 75, 216 p.
- Frossard E. et Frossard C.-L., 1870. Note sur la grotte d'Aurensan, Pyrénées - Age du Renne, *Matériaux pour l'Histoire de l'Homme*, 2, 5, p. 205-216.
- Fryxell J.M., 1998. Aggregation and migration by grazing ungulates in relation to resources and predation. In Sinclair A. R. E. et Norton-Griffiths M. (Ed.): *Serengeti II : dynamics, management, and conservation of an ecosystem*, University Press of Chicago, p. 257-273.



- Fuller T.K. et Keith L.B., 1981. Woodland Caribou population dynamics in Northeastern Alberta, *Journal of Wildlife Management*, 45, 1, p. 197-213.
- Fürsich F. T. et Aberhan M., 1990. Significance of time-averaging for palaeo community analysis, *Lethaia*, 23, p. 143-152.
- Gaillard J.M., Festa-Bianchet et Yoccoz N.G., 1998. Population dynamics of large herbivores : variable recruitment with constant adult survival, *Tree*, 13, 2, p. 58-63.
- Garrigou F. et Duportal H., 1869. L'homme des âges des ours, du renne, de la pierre polie et des dolmens dans le département du Lot, *Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris*, 4, 1, p. 185-193.
- Garrigou P., 1867a. Sur l'anthropologie chez les peuples des âges du renne et de la pierre polie dans les cavernes du midi de la France, *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 2, p. 326-332.
- Garrigou P., 1867b. Sur les os cassés des cavernes, *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 2, p. 338-347.
- Gaudzinski S. et Roebroeks W., 2000. Adults only. Reindeer hunting at the Middle Palaeolithic site Salzgitter Lebenstedt, Northern Germany, *Journal of Human Evolution*, 38, p. 497-521.
- Gauthier D.A. et Farnell R., 1986. Comparison of caribou physical characteristics from Yukon and neighboring caribou herds, *Rangifer Special Issue 1*, p. 131-135.
- Gavin A., 1975. Weather and its effects on caribou behavior patterns and migration. In Luick J. R., Lent P. C., Klein D. R. et White R. G. (Ed.): *First International Reindeer and Caribou Symposium*, Biological papers of the University of Alaska, Special Report 1, p. 414-418.
- Geist V., 1987. Bergmann's rule is invalid, *Canadian Journal of Zoology*, 65, p. 1035-1038.
- Geist V., 1991. Taxonomy : on an objective definition of subspecies, taxa as legal entities, and its application to *Rangifer tarandus* Lin. 1758, *North American Caribou Workshop*, 4, p. 1-36.
- Geist V., 1998. *Deer of the world : their Evolution, Behavior and Ecology*. Stackpole Books, 421 p.
- Geist V., 2007. Defining subspecies, invalid taxonomic tools, and the fate of the woodland caribou, *Rangifer Special Issue 17*, p. 25-28.
- Genoni L., Iacumin P., Nikolaev V., Gribchenko Yu. et Longinelli A., 1998. Oxygen isotope measurements of mammoth and reindeer skeletal remains : an archive of Late Pleistocene environmental conditions in Eurasian Arctic, *Earth and Planetary Science Letters*, 160, p. 587-592.
- Gizejewski Z., Wojtal P., Csapo J., Gizejewski J., Jaczewski Z. et Caspo J. Jr., 2004. Remains of Late Pleistocene reindeer from Chmielewo, northeast Poland, *European Journal of Wildlife Research*, 50, p. 207-212.
- Glimmerveen J., Mol D. et van der Plicht H., 2006. The Pleistocene reindeer of the North-Sea- initial palaeontological data and archaeological remarks, *Quaternary International*, 142-143, p. 242-246.
- Glucksmann A., 1974. Sexual dimorphism in mammals, *Biological Reviews*, 49, p. 423-475.
- Gordon B., 1988a. *Of men and reindeer herds in French Magdalenian Prehistory*. British Archaeological Reports (International Series), 390, Oxford, 233 p.



- Gordon B., 1988b. Des hommes et des rennes dans la préhistoire française magdalénienne : résultats, *Archaeozoologia*, 2, 1/2, p. 227-242.
- Gordon B., 1990a. World Rangifer communal hunting. In Davis L. B. et Reeves B. O. K. (Ed.): *Hunters of the Recent Past*, Unwin Hyman, London, p. 277-303.
- Gordon B., 1990b. More on Herd-Following Hypothesis, *Current Anthropology*, 31, 4, p. 399-400.
- Gordon B., 2003. The enigma of the Far Northeast European Mesolithic: Reindeer herd followers or semi-sedentary hunters. In Larsson L. (Ed.): *Mesolithic on the Move*, Oxbow Books, Oxford, p. 115-118.
- Gourichon L., 1994. *Les Harfangs (Nyctea scandiaca L.) du gisement magdalénien du Morin (Gironde). Analyse taphonomique des restes d'un rapace nocturne chassé et exploité par les hommes préhistoriques*, Mémoire de maîtrise de l'université de Lyon II,
- Gravlund P., Melgaard M., Pääbo S. et Arctander P., 1998. Polyphyletic origin of the small-bodied, high-arctic subspecies of tundra Reindeer (*Rangifer tarandus*), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 10, 2, p. 151-159.
- Grayson D.K., Delpech F. et Simek J.F., 2001. Explaining the development of dietary dominance by a single ungulate taxon at Grotte XVI, Dordogne, France, *Journal of Archaeological Science*, 28, p. 115-125.
- Grayson D.K. et Delpech F., 2008. The large mammals at Roc de Combe (Lot, France): The Châtelperronian and Aurignacian assemblages, *Journal of Anthropological Archaeology*, 27, p. 338-362.
- Greenfield H., 2006. Sexing fragmentary ungulate acetabulae. In Ruscillo D. (Ed.): *Recent advances in aging and sexing animal bones*, 9th ICAZ Conference, Durham. Oxbow Books, Oxford, p. 68-86.
- Griggo C., 1995. *Significations paléoenvironnementales des communautés animales pléistocènes reconnues dans l'abri Suard (Charente) et la Grotte de Bois-Ragot (Vienne) : Essai de quantification de variables climatiques*, Thèse de Doctorat, Université de Bordeaux I, 206 p.
- Griggo C., 1997a. La faune magdalénienne de l'abri Gandil, Bruniquel (Tarn-et-Garonne) : études paléontologique, taphonomique et archéozoologique, *Paléo*, 9, p. 279-294.
- Griggo C., 1997b. *La faune de la grotte du Placard : études paléontologique, paléoenvironnementale et archéozoologique*, rapport inédit, 18 p.
- Griggo C., 2005. Les grands mammifères de la grotte du Bois-Ragot. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique française, XXXVIII, p. 289-317.
- Griggo C., 2008. Archéozoologie des grands mammifères. In Primault J. (Ed.): *La grotte du Taillis des Coteaux, Antigny – Vienne. Rapport final de synthèse de la fouille programmée pluri-annuelle 2006-2008*, Service Régional d'Archéologie de Poitou-Charentes, non publié, p. 68-81.
- Gronnow B., 1985. Meiendorf and Stellmoor revisited. An analysis of Late Palaeolithic Reindeer exploitation, *Acta Archaeologica*, 56, p. 131-166.
- Grousset F., 2001. Les changements abrupts du climat depuis 60 000 ans, *Quaternaire*, 12, 4, p. 203-211.



- Guadelli J.-L., 1990. Quelques données morphologiques et biométriques concernant les rennes du Würm ancien : l'exemple de Combre-Grenal (Dordogne, France), *Quaternaire*, 3-4, p. 271-277.
- Guadelli J.-L. et Laville H., 1990. L'environnement climatique de la fin du Moustérien à Combe-Grenal et à Caniac. In Farizy C. (Ed.): *Paléolithique moyen récent et Paléolithique supérieur ancien en Europe*, Mémoires du Musée de Préhistoire d'Ile-de-France, 3, p.
- Guadelli J.-L. et Prat F., 1995. Le cheval du gisement du Pléistocène moyen de Camp-de-Peyre (Sauveterre la Lémance, Lot-et-Garonne) : *Equus mosbachensis campdepeyri* nov. ssp., *Paléo*, 7, p. 85-121.
- Gubser Nicholas J., 1965. *The Nunamiut Eskimos: Hunters of the Caribou*. Yale University Press, New Haven and London, 384 p.
- Guérin C., 1969. Gisement pléistocène de la grotte de Jaurens (commune de Nespouls, Corrèze) : premiers résultats de fouilles 1968-1969, *Bulletin de la Société d'études du Lot*, 91, p. 15-23.
- Guérin C., 1970. Gisement pléistocène de Jaurens (commune de Nespouls, Corrèze) : fouilles de 1970, *Bulletin de la Société Scientifique, Historique et Archéologique de la Corrèze, Brive*, 92, p. 17-21.
- Guérin C., Philippe M. et Vilain R., 1979. Le gisement pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France : historique et généralités, *Nouvelles Archives du Museum d'Histoire naturelle de Lyon*, 17, p. 11-16.
- Guérin C., 1999. La Fage-aven I (commune de Noailles), Middle Pleistocene, and Jaurens (commune de Nespouls), Upper Pleistocene. A comparison of two paleontological sites in Corrèze, France. In Gaudzinski S. et Turner E. (Ed.): *The role of early humans in the accumulation of European lower and middle Palaeolithic bone assemblages*, p. 21-39.
- Guillien Y., 1965. Le renne, l'homme et le problème de la sédentarité, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 2, 3, p. 187-188.
- Guillien Y. et Salmon D., 1968. Dentures de Rennes et saisons de chasse : l'abri aurignacien de La Quina, *L'Anthropologie*, 72, 3/4, p. 337-348.
- Guillien Y. et Henri-Martin G., 1974. Croissance du renne et saison de chasse: Le Moustérien à denticulés et le Moustérien de tradition acheuléenne de la Quina, *Inter-Nord*, 13-14, p. 119-127.
- Guiot J., Hély-Alleaume C., Wu H. et Gaucherel C., 2008. Interactions between vegetation and climate variability : what are the lessons of models and paleovegetation data, *C. R. Geoscience*, 340, p. 595-601.
- Guiter F., Andrieu-Ponel V., Digerfeldt G., Reille M., de Beaulieu J.-L. et Ponel Ph., 2005. Vegetation history and lake-level changes from the Younger Dryas to the present in Eastern Pyrenees (France): pollen, plant macrofossils and lithostratigraphy from Lake Racou (2000 m a.s.l.), *Veget. Hist. Archaeobot*, 14, p. 99-118.
- Gunn A. et Miller F.L., 1986. Traditional behaviour and fidelity to caribou calving grounds by barren-ground caribou, *Rangifer*, Special Issue 1, p. 51-158.
- Gunn A., Fournier B. et Morrison R., 2000. *Seasonal movements and distribution of satellite-collared caribou cows on the Boothia and Simpson Peninsula areas, Northwest Territories 1991-1993*, Department of Resources, Wildlife and Economic Development, 77 p.



- Gunn A., Dragon J. et Boulanger J., 2001. *Seasonal movements of satellite-collared caribou from the Bathurst herd*, Final Report to the West Kitikmeot Slave Study Society, Yellowknife, NWT, 80 p.
- Gunn A., 2003. Voles, lemmings and caribou - population cycles revisited?, *Rangifer* Special Issue 14, p. 105-111.
- Guthrie D.R., 1984. Alaskan megabucks, megabulls and megarams : the issue of Pleistocene gigantism, *Carnegie Museum of Natural History*, 8, p. 482-510.
- Guthrie D.R., 1990. *Frozen fauna of the Mammoth Steppe : the story of the Blue Barbe*. University of Chicago Press, 323 p.
- Hagemoen R.I.M. et Reimers E., 2002. Reindeer summer activity pattern in relation to weather and insect harassment, *Journal of Animal Ecology*, 71, p. 883-892.
- Hammer O., Harper D.A.T. et Ryan P.D., 2001. PAST - Palaeontological Statistics software package for education and data analyses, ver. 1.95, *Palaeontologia Electronica*, 1, p. 1-9.
- Haqq C.M. et Donahoe P.K., 1998. Regulation of sexual dimorphism in Mammals, *Physiological Reviews*, 78, 1, p. 1-33.
- Hayden B., Chisholm B. et Schwarcz H.P., 1987. Fishing and foraging: Marine resources in the Upper Paleolithic of France. In Soffer O. (Ed.): *The Pleistocene old world*, Plenum Press, New-York, p. 279-291.
- Hayes R.D., Farnell R., Ward R.M.P., Carey J., Dehn M.M. et Kuzyk G., 2003. *Experimental reduction of wolves in the Yukon : ungulate responses and management implications*. Wildlife Monographs, 152, 35 p.
- Hedges R.E.M., Housley R.A., Law I.A. et Bronk C.R., 1990. Radiocarbon dates from the Oxford AMS system : Archaeometry datelist 10, *Achaeometry* 32, p. 101-108.
- Heinrich H., 1988. Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130 000 years, *Quaternary Research*, 29, p. 142-152.
- Heinz C., 2001. Dynamique des végétations tardiglaciaires et postglaciaires dans les Pyrénées centrales et orientales d'après l'anthracologie. In Marinval P. (Ed.): *Histoires d'Hommes, histoires de plantes, Hommages au professeur Jean Erroux*, Centre d'Anthropologie, Toulouse, p. 57-77.
- Helle T., 1980. Foraging behavior on the semi-domestic reindeer (*Rangifer tarandus* L.) in relation to snow in Finnish Lapland, *Rep. Kevo Subarctic Res. Station*, 19, p. 35-47.
- Helle T., 1984. Habitat and food selection of the wild forest reindeer (*Rangifer tarandus fennicus* L.) in Kuhmo, eastern Finland, with special reference to snow characteristics, *Research Institute of Northern Finland, University of Oulu*, A2, p. 1-28.
- Helle T. et Tarvainen L., 1984. Effects of insect harassment on weight gain and survival in reindeer calves, *Rangifer*, 4, 1, p. 24-27.
- Helle T. et Kojola I., 1994. Body mass variation in semi-domestic reindeer, *Canadian Journal of Zoology*, 72, p. 681-688.
- Helmer D. et Monchot H., 2006. Un site mésolithique de chasse à l'aurochs (La Montagne, Sénas, Bouches-du-Rhône), *Anthropozoologica*, 41 (2), p. 215-228.



- Hølskog K., 2011. Reindeer corrals 4700- 4200 BC: Myth or reality?, *Quaternary International*, 238, p. 25-34.
- Herfindal I., Sæther B.E., Solberg E.J., Andersen R. et Høgda K.A., 2006. Population characteristics predict responses in moose body mass to temporal variation in the environment, *Journal of Animal Ecology*, 75, p. 1110–1118.
- Heriech-Briki D., 2003. *Les grands mammifères du gisement de plein air de la Rouquette (Puycelsi, Tarn. Etude paléontologique, archéozoologique, taphonomique, paléoenvironnementale et biostratigraphique*, Doctorat de Préhistoire de l'Université de Perpignan, 415 p.
- Herre W., 1956. *Rentiere*. Die neue Brehm-Bücherei, 180,
- Hillson S., 1986. *Teeth*. Cambridge University Press, Cambridge, 376 p.
- Hinkes M.T., Collins G.H., Van Daele L.J., Aderman A.R., Woolington J.D. et Seavoy R.J., 2005. Influence of population growth on caribou herd identity, calving ground fidelity, and behavior, *Journal of Wildlife Management*, 69, 3, p. 1147-1162.
- Hokr Z., 1951. A method of the quantitative determination of the climate in the Quaternary period by means of Mammals associations, *Sbornik of the Geol. Sur. of Gzechoslovakia*, 18, Paleontology, p. 1-19.
- Høymork A. et Reimers E., 2002. Antler development in reindeer in relation to age and sex, *Rangifer*, 22, 1, p. 75-82.
- Hufthammer A. K., Bratbak S. et Indrelid S., 2011. A study of bone remains and butchery patterns from medieval mass-hunting of reindeer in the South Norwegian mountain districts, *Quaternary International*, 238, p. 55-62.
- Hufthammer A.K., 1995. Age determination of Reindeer (*Rangifer tarandus* L.), *Archaeozoologia*, 7 (2), p. 33-42.
- Ihl C. et Klein D.R., 2001. Habitat and diet selection by Muskoxen and Reindeer in Western Alaska, *Journal of Wildlife Management*, 65, 4, p. 964-972.
- Indrelid S. et Hufthammer A. K., 2011. Medieval mass trapping of reindeer at the Hardangervidda mountain plateau, South Norway, *Quaternary International*, 238, p. 44-54.
- Ingold T., 1980. *Hunters, pastoralists and ranchers. Reindeer economies and their transformations*. Cambridge University Press, 326 p.
- Iversen J., 1954. The Late-glacial flora of Denmark and its relation to climate and soil, *Danmarks Geologiske Undersogelse*, II, 80, p. 67-119.
- Jacobi A., 1931. *Das Rentier*. Zool. Anz. Erg., 96, 247 p.
- Jalut G., 1976. La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans les Pyrénées. In De Lumley H. (Ed.): *La Préhistoire française*, Paris. C.N.R.S, 1, p. 512-516.
- Jalut G., 1977. *Végétation et Climat des Pyrénées méditerranéennes depuis quinze mille ans*. Archives d'Ecologie Préhistorique, EHESS, Toulouse, 141 p.



- Jalut G., Delibrias G. et Mardones M., 1985. Les 45 000 dernières années dans le versant français des Pyrénées : aspects paléophytogéographiques et paléoclimatiques, *Cahiers ligures de Préhistoire et Protohistoire*, 2, Institut d'études ligures, Carcassonne, p. 265-278.
- Jalut G., 1988. Les principales étapes de l'histoire de la forêt pyrénéenne française depuis 15 000 ans, *Homenaje a Pedro Montserrat*, p. 609-615.
- Jalut G. et Vernet J.-L., 1989. La végétation du pays de Sault et de ses marges depuis 15 000 ans : réinterprétation des données palynologiques et apports de l'anthracologie. In Guilaine J. (Ed.): *Pays de Sault. Espaces, peuplement, populations*, CNRS, Toulouse, p. 23-35.
- Jalut G., Montserrat Marti J., Fontugne M., Delibrias G., Vilaplana J.-M. et Julia R., 1992. Glacial to Interglacial vegetation changes in the Northern and Southern Pyrénées: deglaciation, vegetation cover and chronology, *Quaternary Science Review*, 11, p. 449-480.
- Jalut G., Galop D., Belet J.M., Aubert S., Esteban Amat A., Bouchette A., Dedoubat J.-J. et Fontugne M., 1998. Histoire des forêts du versant nord des Pyrénées au cours des 30 000 dernières années, *Journal de la société botanique française*, n°5, p. 73-84.
- Jalut G., Aubert S., Galop D., Fontugne M. et Belet J.-M., 2000. Type regions F-zg and F-r, the Northern slope of the Pyrenees. In Berglund B. E., Birks H. J. B., Ralska-Jasiewiczowa et Wright H. E. (Ed.): *Paleoecological events during the last 15 000 years - Regional syntheses of palaeoecological studies of lakes and Mires in Europe*, Wiley, p. 612-632.
- Jalut G. et Turu i Michels V., 2010. La végétation des Pyrénées françaises lors du dernier épisode glaciaire et durant la transition glaciaire-interglaciaire (Last Termination). In (Ed.): *Pyrénées et leurs marges durant le Tardiglaciaire. Mutations et filiations techno-culturelles, évolutions paléo-environnementales*, Actes du XIVème colloque international d'archéologie de Puigcerda, Hommages à Georges Laplace. Institut d'Estudis Ceretans, p. 1-21.
- Jarry M., 2007. *Cultures et environnements paléolithiques : mobilités et gestions des territoires des chasseurs-cueilleurs en Quercy*, Rapport final de l'Action Collective de Recherche, Toulouse, 317 p.
- Jarry M., Martin H., Demars P.-Y. et Le Gall O., 2008. Territoires et saisons au Paléolithique. *Éléments de réflexion Archéopages*, 21, p. 6-13.
- Jean D. et Lamontagne G., 2004. *Plan de gestion du caribou (Rangifer tarandus) dans la région Nord du Québec 2004-2010*, Ministère des Ressources naturelles et de la Faune- Secteur Faune Québec, Direction de l'aménagement de la faune du Nord du Québec, 85 p.
- Jenkins K.J. et Barten N.L., 2005. Demography and decline of the Mentasta caribou herd in Alaska, *Canadian Journal of Zoology*, 83, p. 1174-1188.
- Joannin S., 2002. *Implications paléo-écologiques et biostratigraphiques des ruminants du gisement Pléistocène supérieur de Siréjol (Lot)*, Mémoire de Maitrise de l'Université de Claude-Bernard, Lyon 1, 27 p.
- Johnsen S.J. , Clausen H.B. , Dansgaard W. , Gundestrup N.S. , Hammer C.U. , Andersen U. , Andersen K.K. , Hvidberg C.S. , Dahl-Jensen D. , Steffensen J.P. , Shoji H. , Sveinbjörnsdottir A.E. , White J.W.C. , Jouzel J. et Fisher D., 1997. The 18O record along the Greenland Ice Core Project deep ice core and the problem of possible Eemian climatic instability, *Journal of Geophysical Research*, 102, p. 397-410.



- Joly K., Jandt R. R. , Meyers C.R. et Cole M.J., 2007. Changes in vegetation cover on Western Arctic Herd winter range from 1981 to 2005 : potential effects of grazing and climate change, *Rangifer Special Issue*, 17, p. 199-207.
- Joly K. , Dale B.W. , Collins W.B. et Adarns L.G., 2003. Winter habitat use by female caribou in relation to wildland fires in interior Alaska, *Canadian Journal of Zoology*, 81, p. 1192-1201.
- Jones E.L., 2006. Subsistence change, landscape use, and changing site elevation at the Pleistocene-Holocene transition in the Dordogne of southwestern France, *Journal of Archaeological Science*, in press, p. 1-10.
- Jordhøy P., 2008. Ancient wild reindeer pitfall trapping system as indicators for former migration patterns and habitat use in the Dovre region, southern Norway, *Rangifer*, 28, 1, p. 79-87.
- Jost A. , Lunt D. , Kageyama M. , Abe-Ouchi A. , Peyron O. , Valdes P.J. et Ramstein G. , 2005. High-resolution simulations of the last glacial maximum climate over Europe: a solution to discrepancies with continental palaeoclimatic reconstructions?, *Climate Dynamics*, 24, p. 577-590.
- Jouzel J., Masson-Delmotte V., Cattani O., Dreyfus G., Falourd S., Hoffmann G., Minster B., Nouet J., Barnola J.M., Chappellaz J., Fischer H., Gallet J.C., Johnsen S., Leuenberger M., Loulergue L., Luethi D., Oerter H., Parrenin F., Raisbeck G., Raynaud D., Schilt A., Schwander J., Selmo E., Souchez R., Spahni R., Stauffer B., Steffensen J.P., Stenni B., Stocker T.F., Tison J.L., Werner M. et Wolff E. W. , 2007. Orbital and millennial antarctic climate variability over the past 800,000 years *Science*, 317, p. 793–796.
- Juillard F., 2009. La macro-faune de l'abri des Peyrugues : biométrie, odontométrie, *Préhistoire du Sud-Ouest*, 17 (2), p. 151-178.
- Julien M., 1987. Activités saisonnières et déplacements des Magdaléniens dans le Bassin parisien. In Otte M. (Ed.): *Le Magdalénien en Europe*, Actes du Colloque de Mayence, XI^e congrès UISPP. ERAUL, 38, p. 177-191.
- Julien M. et Karlin C., 2007. Variations saisonnières chez des Magdaléniens et des Sibériens. Approche ethnoarchéologique. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVII^e rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 163-184.
- Kageyama M., Combourieu Nebout N., Sepulchre P., Peyron O., Krinner G., Ramstein G. et Cazet J.-P., 2005. The Last Glacial Maximum and Heinrich Event 1 in terms of climate and vegetation around the Alboran Sea: a preliminary model-data comparison, *C. R. Geoscience*, 337, p. 983-992.
- Kahlke H.D., 1969. Die Cerviden-Reste aus den Kiesen von Sußenborn bei Weimar, *Paläont Abh A Paläozool*, III 3/4, p. 547-610.
- Kahlke H.D., 1994. Die Entstehungs-, Entwicklungs- und Verbreitungsgeschichte des oberpleistozänen *Mammuthus- Coelodonta-* Faunenkomplexes in Eurasien, *Abhandl Senckenberg Naturforsch Ges*, 546, p. 1-164.
- Kelsall J.P., 1957. Continued barren-ground caribou studies, *Canadian Wildlife Service, Wildlife Management*, Bulletin Series, p. 1-12.
- Kelsall J.P., 1968. *The migratory barren-ground caribou of Canada*. Canadian Wildlife Service Monographs Series 3, The Queen's Printer, Ottawa, 340 p.



- Klein D.R., 1968. The introduction, increase, and crash of Reindeer on St. Matthew Island, *Journal of Wildlife Management*, 32, 2, p. 350-367.
- Klein D.R., 1970. Interaction of *Rangifer tarandus* (reindeer and caribou) with habitat in Alaska, *Finnish Game Research*, 30, p. 289-293.
- Klein D.R., 1980. Conflicts between domestic reindeer and their wild counterparts, *Arctic*, 33, p. 731-756.
- Klein D.R. et Kuzyakin V., 1982. Distribution and status of wild reindeer in the Soviet Union, *Journal of Wildlife Management*, 46, 3, p. 728-733.
- Klein D.R., Meldgaard M. et Fancy S.G., 1987. Factors determining leg length in *Rangifer tarandus*, *Journal of Mammalogy*, 68, 3, p. 642-655.
- Klein D.R., 1991. Limitating factors in caribou population ecology, *Rangifer*, Special Issue 7, p. 30-35.
- Klein D.R., 1992. Comparative ecological and behavioral adaptations of *Ovibos moschatus* and *Rangifer tarandus*, *Rangifer*, 12 (2), p. 47-55.
- Knott K.K., Barboza P.S. et Bowyer R.T., 2005. Growth in arctic ungulates : postnatal development and organ maturation in *Rangifer tarandus* and *Ovibos moschatus*, *Journal of Mammalogy*, 86 1, p. 121-130.
- Knudson K.J., Williams H.M., Buikstra J.E., Tomczak P.D., Gordon G.W. et Anbar A.D., 2010. Introducing $\delta^{88/86}\text{Sr}$ analysis in archaeology: a demonstration of the utility of strontium isotope fractionation in paleodietary studies, *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 2352-2364.
- Kofinas G., Russell D. E. et White G., 2002. *Monitoring Caribou Body Condition : Workshop Proceedings*, Canadian Wildlife Service, Technical Report Series n° 396, 38 p.
- Kofinas G. , Lyver P. , Russell D., White R. , Nelson A. et Flanders N., 2003. Towards a protocol for community monitoring of caribou body condition, *Rangifer Special Issue*, 14, p. 43-52.
- Kojola I. et Helle T., 1996. Size-related changes in winter condition of female and male reindeer calves, *Canadian Journal of Zoology*, 74, p. 1174-1177.
- Kojola I., Huitu O., Toppinen K., Heikura K., Heikkinen S. et Ronkainen S., 2004. Predation on European wild forest reindeer (*Rangifer tarandus*) by wolves (*Canis lupus*) in Finland, *Journal of Zoology*, 263, p. 229-235.
- Kojola I., Tuomivaara J., Heikkinen S., Heikura K., Kilpeläinen K., Keränen J., Paasivaara A. et Ruusila V., 2009. European wild forest reindeer and wolves : endangered prey and predators, *Ann. Zool. Fennici*, 46, p. 416-422.
- Kowalewski M., 1996. Time-averaging, overcompleteness, and the Geological record, *The journal of Geology*, 104, 3, p. 317-326.
- Kozdeda B., 2003. Reindeer and red deer populations in Central and Eastern Europe during the Magdalenian. In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de vie au Magdalénien : apports de l'archéozoologie*, Actes du XIVème Congrès UISPP, Université de Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 3-9.



- Krog H., Wika M., Lund-Larsen T., Nordfjell J. et Myrnes I., 1976. The Spitzbergen reindeer, *Rangifer tarandus platyrhincus* Vrolik : morphology, fat storage, and organ weight in the late winter season, *Norwegian Journal of Zoology*, 24, p. 407-417.
- Kumpula J., 2001. Winter grazing of reindeer in woodland lichen pasture. Effects of lichen availability on the condition of reindeer, *Small Ruminant Research*, 39, p. 121-130.
- Kuntz D., 2005. *Etudes taphonomique et archéozoologique d'un site magdalénien : La Magdeleine La Plaine, Penne (Tarn)*, Mémoire de DEA, Université de Toulouse II Le Mirail, 96 p.
- Kuntz D., 2006. Données nouvelles sur les stratégies d'acquisition et de traitement des carcasses au cours du Magdalénien supérieur dans la vallée de l'Aveyron : l'exemple de La Magdeleine La Plaine (Penne, Tarn), *Préhistoire du Sud-ouest*, 13, 2, p. 151-166.
- Kuntz D. et Castel J.-C., 2008. Etude des restes osseux de Renne (*Rangifer tarandus*). In Castel J.-C., Coumont M.-P., Camus H., Boudadi-Maligne M., Brugal J.-P., Desrue A., Kuntz D., Laroulandie V., Mallye J.-B. et Muth X. (Ed.): *Igue du Gral, Sauliac-sur-Célé, Lot (46). Rapport de fouille programmée 2ème triennale 2006-2008*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, p. 108-138.
- Kuntz D. et Castel J.-C., 2010. Etude des restes de Renne (*Rangifer tarandus*) du secteur avant : Répartition spatiale et données démographiques. In Castel J.-C., Boudadi-Maligne M., Camus H., Ferrand J., Jeannet M., Kuntz D., Laroulandie V., Luret M., Mallye J.-B., Muth X., Randon O., Robert B. et Studer J. (Ed.): *Igue du Gral, Sauliac-sur-Célé (Lot, France). Rapport de fouille programmée, 2ère année d'opération pluriannuelle*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, p. 125-145.
- Kuntz D. et Costamagno S., 2011. Relationships between Reindeer and Man in Southwestern France during Magdalenian, *Quaternary International*, 238, p. 12-24.
- Kuntz D., sous presse-a. Etude taphonomique et archéozoologique des restes osseux. In Sacchi D. (Ed.): *Monographie du gisement de Lassac (Aude)*, GAEP éd., Carcassonne, p.
- Kuntz D., sous presse-b. Ostéométrie des rennes paléolithiques de la grotte Gazel comparée à celle d'autres gisements du Bassin de l'Orbiel. In Sacchi D. (Ed.): *La Grotte Gazel à Sallèles-Cabardès (Aude), II : les occupations magdalénienne et épipaléolithique*, GAEP édition, Carcassonne, p.
- Kuntz D. et Crégut E., sous presse. *Le renne (Rangifer tarandus) vaclusien : étude du squelette de l'aven des Planes et des vestiges découverts dans d'autres gisements*, Musée Requien, Avignon,
- Kurten B., 1953. *On the variation and population dynamics of fossil and recent mammal populations*. Acta Zoologica Fennica, 76, 119 p.
- Kuzyk G.W., Dehn M.M. et Farnell R.S., 1999. Body-size comparisons of alpine and forest wintering woodland caribou herds in the Yukon, *Canadian Journal of Zoology*, 77, p. 1017-1024.
- Lacombe S., 1998. Stratégies d'approvisionnement en silex au Tardiglaciaire. L'exemple des Pyrénées centrales françaises, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, LIII, p. 223-266.
- Lacombe S., 2005. Territoires d'approvisionnement en matières premières lithiques au Tardiglaciaire. Remarques à propos de quelques ensembles pyrénéens. In (Ed.): *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126ème, Toulouse 2001, p. 329-354.
- Lacorre F., 1953. Sur les bois et les dents de Renne de Badegoule, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 50, p. 547-555.



- Lacorre F., 1956. Les migrations des Rennes dans la province préhistorique des Eyzies, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 53, p. 302-310.
- Ladier E., 1983. La tête de Renne de la grotte des Espélugues à Lourdes (Hautes-Pyrénées), *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 80, 8, p. 247-248.
- Ladier E., Welté A.-C. et Lambert G.N., 1994. Les objets de parure de la Vallée de l'Aveyron : Le Courbet, Bruniquel-Montastruc et autres abris; documents inédits ou retrouvés, *Paléo*, 6, p. 197-231.
- Ladier E., 2001. Nouvelles figures féminines schéma de type Lalinde- Gönnesdorf dans la vallée de l'Aveyron, *Paléo*, 13, p. 265-274.
- Ladier E. et Welté A.C., 1991. La vallée de l'Aveyron, de Bruniquel à Fontalès: nouvelles observations, *Bulletin de la Société méridionale de Spéléologie et de Préhistoire*, XXXI, p. 51-76.
- Ladier E. et Welté A.C., 1994. Les grands sites magdaléniens de la vallée de l'Aveyron entre l'Atlantique et la Méditerranée de l'ouest. Approche préliminaire. In Sacchi D. (Ed.): *Les faciès leptolithiques du nord-ouest méditerranéen: milieux naturels et culturels*, Carcassonne 1994. XXIVème Congrès Préhistorique de France, p. 277-279.
- Ladier E. et Welté A.-C., 2005. Territoires culturels au Magdalénien supérieur dans la Vallée de l'Aveyron: éléments d'approche. In Jaubert J. et Barbaza M. (Ed.): *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126ème, Toulouse 2001, p. 385-396.
- Lalande B., 1986. *Contribution à l'étude des faunes magdaléniennes de la grotte d'Enlène (Ariège)- Les grands mammifères de la Salle du Fond, fouilles anciennes*, DESS, Université de Bordeaux I, 139 p.
- Lalande B., 1988. Les grands mammifères de l'abri du Grand Pastou à Sorde-l'Abbaye (Landes), *Bulletin de la Société de Borda*, 409, p. 3-12.
- Landa A., Strand O., Swenson JE. et Skogland T., 1997. Wolverines and their prey in southern Norway, *Canadian Journal of Zoology*, 75, p. 1292-1299.
- Langlais M., 2007a. *Dynamiques culturelles des sociétés magdaléniennes dans leurs cadres environnementaux. Enquête sur 7000 ans d'évolution de leurs industries entre Rhône et Ebre*, Thèse de Doctorat en Anthropologie sociale et Préhistoire, Université de Toulouse II et Universitat de Barcelona, 552 p.
- Langlais M., 2007b. Des identités qui se cherchent... Apports des industries lithiques à la question de l'origine du Magdalénien moyen dans le Sud-ouest européen, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 104, 4, p. 759-770.
- Langlais M., Ladier E., Chalard P., Jarry M. et Lacrampe-Cuyaubère F., 2007. Aux origines du Magdalénien "classique" : les industries de la séquence inférieure de l'Abri Gandil (Bruniquel, Tarn-et-Garonne), *Paléo*, 19, p. 341-366.
- Langlais M., 2008a. Chronologie et territoires au Magdalénien entre le Rhône et l'Ebre : l'exemple des armatures lithiques. In Pétillon J.-M., Dias-Meirinho M.-H., Cattelain P., Honegger M., Normand C. et Valdeyron N. (Ed.): *Recherches sur les armatures de projectiles du Paléolithique supérieur au Néolithique*, Actes du XV^e congrès de l'UISPP, Lisbonne, 2006. *Paethnologie*, 1, p. 220-249.
- Langlais M., 2008b. Magdalenian chronology and territories between the Rhone and the Ebro: the case of the lithic weapon elements In Pétillon J.-M., Dias-Meirinho M.-H., Cattelain P., Honegger M.,



- Normand C. et Valdeyron N. (Ed.): *Recherches sur les armatures de projectile du Paléolithique supérieur au Néolithique*, XV^e congrès de l'IUSPP, Lisbonne, 2006. P@lethnologie, 1, p. 220-249
- Langlais M., 2010. *Les sociétés magdaléniennes de l'isthme pyrénéen*. CTHS, Paris, série Documents Préhistoriques, 26, 337 p.
- Langlais M., Pétilion J.-M., Ducasse S. et Lenoir M., 2010. Badegoulien versus Magdalénien : entre choc culturel et lente transition dans l'Aquitaine paléolithique. In Mistrot V. (Ed.): *De Néandertal à l'Homme moderne. L'Aquitaine préhistorique, vingt ans de découvertes (1990-2010)*, Confluences, Catalogue d'exposition, Bordeaux, p. 117-129.
- Langlais M., Bonnet-Jacquement P., Detrain L. et Valdeyron N., soumis-a. Le Laborien : ultime sursaut technique du cycle évolutif paléolithique du Sud-Ouest de la France ?, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* actes du CPF de Bordeaux-Les Eyzies, juin 2010 p.
- Langlais M., Costamagno, S., Laroulandie V., Pétilion J.-M., Discamps E., Mallye J.-B., Cochard D. et Kuntz D., soumis-b. The evolution of Magdalenian societies in South West France between 18, 000 and 14, 000 calBP: changing environments, changing tool kits, *Quaternary International*.
- Laroulandie V., 2000. *Taphonomie et archéozoologie des oiseaux en grotte : application aux sites paléolithiques de Bois Ragot (Vienne), de Combe Saunière (Dordogne) et de La Vache (Ariège)*, Université de Bordeaux I, 396 p.
- Laroulandie V., 2003. Exploitation des Oiseaux au Magdalénien en France: état des lieux. In Costamagno S. et Laroulandie V. (Ed.): *Mode de Vie au Magdalénien: apports de l'Archéozoologie*, Actes du XIV^{ème} Congrès UISPP, Université de Liège. British Archaeological Reports (International Series), 1144, p. 129-138.
- Laroulandie V., 2005. Taphonomie et archéozoologie des Oiseaux du niveau magdalénien 5 du Bois-Ragot. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Gouex (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 339-354.
- Lartet E. et Christy H., 1864a. *Cavernes du Périgord. Objets gravés et sculptés des temps pré-historiques dans l'Europe occidentale*. Revue Archéologique, Paris, 37 p.
- Lartet E. et Christy H., 1875. *Reliquae Aquitanicae: Being Contributions to the Archaeology and Paleontology of Perigord and Adjoining Provinces of Southern France*. Williams and Norgate, London, 722 p.
- Lartet E. et Christy H., 1864b. Sur des figures d'animaux gravées ou sculptées et autres produits d'art et d'industrie rapportables aux temps primordiaux de la période humaine, *Revue archéologique de l'Oise*, IX, p. 233-267.
- Laville H., 1973. *Climatologie et chronologie du Paléolithique en Périgord. Etude sédimentologique de dépôts en grottes et sous abris*, Thèse de Doctorat es-sciences naturelles, Université de Bordeaux I, 720 p.
- Laville H. et Rigaud J.-P., 1973. L'abri inférieur du Moustier (Dordogne) : précisions stratigraphiques et chronologiques., *Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 276, p. 3097-3100.
- Laville H., Raynal J.-P. et Texier J.-P., 1986. Le dernier interglaciaire et le cycle climatique würmien dans le Sud-Ouest et le Massif central français, *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 1-2, p. 35-46.



- Lavocat R., 1966. *Faunes et flores préhistoriques de l'Europe occidentale*. Boubée, Paris, 486 p.
- Lavrillier A., 2007. Gestion duelle de l'espace à long terme chez les Evenks éleveurs de rennes et chasseurs des monts Stanovoï : interférences ou cohérences des zones sauvages et humanisées. In Beyries S. et Vaté V. (Ed.): *Les civilisations du Renne d'hier et d'aujourd'hui. Approches ethnohistoriques, archéologiques et anthropologiques*, XXVIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. APDCA, Antibes, p. 65-88.
- Le Gall O. et Martin H., 1996. Pêches et chasses aux limites Landes/ Pyrénées (quelques éléments de réflexion fondés sur les saisonnalités). In Delporte H. et Clottes J. (Ed.): *Pyrénées préhistoriques- Arts et sociétés*, Congrès National des sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993. C.T.H.S, Paris, 118, p. 163-172.
- Le Gall O., 2005. Un contrefort du Massif Central du Gravettien à l'Azilien : indices d'occupations humaines et de migrations animales fondés sur les "saisonnalités". In Jaubert J. et Barbaza M. (Ed.): *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire. Terres et hommes du Sud*, Actes des congrès nationaux des sociétés historiques et scientifiques, 126ème, Toulouse, p. 265-278.
- Le Gall O., Demars P.-Y. et Martin H., 2007. *Saisons et proies : réflexions sur les notions de prédation(s) et de territoire(s)*, Rapport final de l'ACR Quercy : Cultures et environnements paléolithiques : mobilités et gestion des territoires des chasseurs cueilleurs en Quercy (Jarry M. coord.), 307-325.
- Le Meur H., 1999. Comment l'Homme a-t-il vécu la fin de la glaciation ?, *La Recherche*, 321, p. 62-63.
- Le Tensorer J.M., 1981. *Le Paléolithique de l'Agenais*. CNRS, Paris, Cahiers du Quaternaire n°3, 526 p.
- Leader-Williams N., 1980. Population dynamics and mortality of reindeer introduced into South Georgia, *Journal of Wildlife Management*, 44, 3, p. 640-657.
- Leader-Williams N., 1982. Relationship between a disease, host density and mortality in a free-living deer population, *The Journal of Animal Ecology*, 51, 1, p. 235-240.
- Leader-Williams N. et Ricketts C., 1982. Seasonal and sexual patterns of growth and condition of reindeer introduced into South Georgia, *Oikos*, 38, 1, p. 27-39.
- Leader-Williams N., 1988. *Reindeer on South Georgia, the ecology of an introduced population*. Cambridge University Press, Cambridge, 319 p.
- Lemozi A., 1924. Fouilles dans l'abri sous roche de Murat, commune de Rocamadour (Lot), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 21, 1, p. 17-58.
- Lenart E.A., Bowyer R.T., Hoef J.V. et Ruess R.W., 2002. Climate change and caribou : effects of summer weather on forage, *Canadian Journal of Zoology*, 80, p. 664-678.
- Lenoir M., 1970. *Recherches sédimentologiques concernant quelques gisements magdaléniens de Guyenne occidentale*, Thèse de 3ème cycle, Université de Bordeaux I, 702 p.
- Lenoir M., 1987. Le Magdalénien en Gironde. In Otte M. (Ed.): *Le Magdalénien en Europe*, Actes du Colloque de Mayence, XI^e congrès UISPP. ERAUL, Liège, 38, p. 253-267.
- Lenoir M., 1992. Le peuplement magdalénien des basses vallées de la Dordogne et de la Garonne. In Rigaud J.-P., Laville H. et Vandermeersch B. (Ed.): *Le peuplement magdalénien : paléogéographie physique et humaine*, Actes du Colloque de Chancelade 1988. CTHS, Paris, p. 97-101.



- Lenoir M., 2000a. La fin des temps glaciaires dans les basses vallées de la Dordogne et de la Garonne. In Pion G. (Ed.): *Le Paléolithique récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, Actes de la Table ronde de Chambéry. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXVIII, p. 81-87.
- Lenoir M., 2000b. La Préhistoire ancienne en Gironde : apport des recherches récentes, *Gallia Préhistoire*, 42, p. 57-84.
- Leroi-Gourhan A., 1936. *La civilisation du Renne*. éd. Gallimard, Paris, 178 p.
- Leroi-Gourhan A., 1967. Pollens et datation de la grotte de La Vache (Ariège), *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, XXII, p. 115-125.
- Leroi-Gourhan A. et Brézillon M., 1972. *Fouilles de Pincevent. Essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*. Supplément à "Gallia Préhistoire", VII, CNRS, Paris, 2 vol., 325 p.
- Leroi-Gourhan A. et Girard M., 1979. Chronologie pollinique de quelques sites préhistoriques à la fin des temps glaciaires. In Sonnevile-Bordes D. (Ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe, chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Colloques internationaux de Talence 1977. CNRS, Paris, 271, p. 49-52.
- Leroi-Gourhan A., 1981. Les pollens de la caverne d'Enlène, *Congrès Préhistorique de France XXI, Société Préhistorique française, Paris*, p. 58-59.
- Leroi-Gourhan A., 1988. *Dictionnaire de la Préhistoire*. Presses Universitaires de France, Paris, réédition 2005, 1277 p.
- Leroi-Gourhan A. et Thiébaud S., 2004. La végétation lors du Magdalénien. In Clottes J., Delporte H. et Buisson D. (Ed.): *La Grotte de la Vache (Ariège). I. Les occupations du Magdalénien*, Réunion des Musées Nationaux, CTHS Paris, p. 63-71.
- Leroyer C., 1989. La palynologie appliquée aux sédiments archéologiques de milieux secs, *Le temps de la Préhistoire*, tome 1, p. 142-146.
- Leroyer C., 1994. Le paysage végétal au Tardiglaciaire: apport de la palynologie. In Taborin Y. (Ed.): *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*, Documents d'Archéologie Française, Paris, 43, p. 59-63.
- Lieberman D.E., 1994. The biological basis for seasonal increments in dental cementum and their application to archaeological research, *Journal of Archaeological Science*, 21, p. 525-539.
- Liouville M., 2007. *Variabilité du Cerf élaphe (Cervus elaphus Linné 1758) au cours du Pléistocène moyen et supérieur en Europe occidentale : approches morphométriques, paléoécologiques et cynégétiques*, Thèse de Doctorat du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 408 p.
- Lister A.M., 1989. Rapid dwarfing of red deer on Jersey in the Last interglacial, *Nature*, 342, p. 539-542.
- Loe L.E., Bonenfant C., Myrsterud A., Severinsen T., Oritsland N.A., Langvatn R., Stien A., Irvine R.J. et Stenseth N.C., 2007. Activity pattern of arctic reindeer in a predator-free environment : no need to keep a daily rhythm, *Oecologia*, 152, 4, p. 617-624.
- Lorblanchet M., 1986. Premiers résultats de nouvelles recherches à l'Abri Murat (Rocamadour, Lot), *Préhistoire quercinoise*, 2, p. 58-102.



- Loring S., 1997. On the trail to the caribou house: some reflections on Innu caribou hunters in Northern Ntessinan (Labrador). In Jackson L. J. et Thacker P. T. (Ed.): *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Avebury Press, Aldershot, p. 185-220.
- Lowe J., Rasmussen S.O., Björck S., Hoek W.Z., Steffensen J. P., Walker M.J.C. et Yu Z.-C., 2008. Synchronisation of palaeoenvironmental events in the North Atlantic region during the Last Termination: a revised protocol recommended by the INTIMATE group, *Quaternary Science Review*, 27, 1-2, p. 6-17.
- Lyman R. Lee, 1994. *Vertebrate Taphonomy*. Cambridge University Press, 524 p.
- MacDonal D. et Barrett P., 1995. *Guide complet des mammifères de France et d'Europe*. Delachaux & Niestlé édit., 304 p.
- Madelaine S., 1989. Contribution des anciennes fouilles à la connaissance des Ongulés et de leur milieu durant le Würm récent en Dordogne, *Paléo*, 1, p. 36-46.
- Magniez P., 2010a. Incidence des fluctuations climatiques sur la taille du Renne (*Rangifer tarandus*) au Pélitocène supérieur, *Quaternaire* 21, 3, p. 259-279.
- Magniez P., 2010b. *Etude paléontologique des Artiodactyles de la grotte Tournal (Bize-Minervois, Aude, France)- Etude taphonomique, archéozoologique et paléoécologique des grands Mammifères dans leur cadre biostratigraphique et paléoenvironnemental*, Thèse de Doctorat de Préhistoire, Université de Perpignan, 916 p.
- Magny M., 1995. *Une histoire du climat - Des derniers mammoths au siècle de l'automobile*. Editions Errance, Paris, 176 p.
- Mahoney S.P. et Virgl J.A., 2003. Habitat selection and demography of a nonmigratory caribou population in Newfoundland, *Canadian Journal of Zoology*, 81, p. 321-334.
- Mallory F.F. et Hillis T.L., 1998. Demographic characteristics of circumpolar caribou populations ecotypes, ecological constraints, releases, and population dynamics, *Rangifer Special Issue*, 10, p. 49-60.
- Mallye J.-B., 2010. État des lieux sur les petites bêtes à fourrure de l'Igue du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot). In Castel J.-C., Boudadi-Maligne M., Camus H., Ferrand J., Jeannet M., Kuntz D., Laroulandie V., Luret M., Mallye J.-B., Muth X., Randon O., Robert B. et Studer J. (Ed.): *Igue du Gral, Sauliac-sur-Célé (Lot, France). Rapport de fouille programmée, 2ème année d'opération pluriannuelle*, Service Régional de l'Archéologie Midi-Pyrénées, p. 117-120.
- Mardonès M., 1982. *Le Pléistocène supérieur et l'Holocène du piémont de Lourdes : le gisement de Biscaye (Hautes Pyrénées, France). Etude palynologique, sédimentologique et géomorphologique*, Thèse de l'Université Paul Sabatier, Toulouse III, 100 p.
- Marean C. W. et Frey J., 1997. Animal bones from caves to cities: Reverse utility curves as methodological artifacts, *American Antiquity*, 62, p. 698-711.
- Mariezkurrena K. et Altuna J., 1983. Biometria y diformismo sexual en el esqueleto de *Cervus elphus* würmiense, postwürmiense y actual del Cantabrico, *Munibe*, 35, p. 203-246.
- Markuson E. et Folstad I., 1997. Reindeer antlers : visual indicators of individual quality ?, *Oecologia*, 110, p. 501-507.



- Marquet J.-C., 2005. Reconstruction du climat et de l'environnement du site de Bois-Ragot à Goux d'après l'étude des Rongeurs. In Chollet A. et Dujardin V. (Ed.): *La grotte du Bois-Ragot à Goux (Vienne)- Magdalénien et Azilien - Essais sur les hommes et leur environnement*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXXVIII, p. 373-384.
- Martin H., 1906. Présentation d'ossements de Renne portant des lésions d'origine humaine et animale, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 3, 9, p. 385-391.
- Martin H., 1994. *Nouveaux milieux, nouveaux chasseurs, une approche des comportements au post-glaciaire à travers l'étude des saisons de capture du gibier*, Thèse de Doctorat, Université de Toulouse II Le Mirail, 383 p.
- Martin H., 1999. L'analyse des dépôts de ciment dentaire : une méthode d'approche des stratégies de chasse aziliennes. In Bintz P. et Thévenin A. (Ed.): *L'Europe des derniers chasseurs. Epipaléolithique et Mésolithique*, CTHS Paris, p. 651-661.
- Martin H., 2004. Analyse cémento-chronologique des restes dentaires recueillis sur deux sites quercinois. In (Ed.): *Acts of the XIVth UISPP Congress, Section 6: Le Paléolithique Supérieur / The Upper Palaeolithic General sessions and posters*, British Archaeological Reports (International Series), University of Liège, 1240, p. 131-134.
- Martin H., 2005. Analyse cémento-chronologique des restes dentaires recueillis à l'aven du Gral. In (Ed.): *Igue du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot)- Rapport triennal de fouille programmée*, Programme P1 du Ministère de la Culture, p. 149-151.
- Martin H., 2007. *Préhistoire et Territoire*. Communication Orale lors d'un séminaire intitulé "Territoires et saisonnalité" organisé le 7 mars 2007 par l'Université de Toulouse II, 23 p.
- Martin H. et Jarry M., 2007. *L'alternance saisonnière : déterminisme économique ou véritable mode de vie?*, Toulouse, Rapport final de l'ACR Quercy : Cultures et environnements paléolithiques : mobilités et gestion des territoires des chasseurs cueilleurs en Quercy (Jarry M. coord), 12 p.
- Martin H., 2009. Analyse cémento-chronologique et saisonnalités aux Peyrugues, *Préhistoire du Sud-Ouest*, 17 (2), p. 199-204.
- Martin H. et Martin B., 2010. Note concernant les observations relatives aux études de saisonnalités réalisées sur les restes dentaires des couches C7 et C7bis de la grotte Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude) *Préhistoire du Sud-Ouest*, 18, 2, p. 153-160.
- Martinez J. et Sudre J., 1995. The astragalus of Paleogene artiodactyls: comparative morphology, variability and prediction of body mass, *Lethaia*, 28, p. 197-209.
- Maynard G., Lemaire C. et Duranthon B., 2009. Itinéraires des rennes au Paléolithique, du Périgord au Ségala lotois, *Préhistoire du Sud-Ouest*, 17, 1, p. 95-113.
- Mc Ewan E.H., 1963. Seasonal annuli in the cementum of the teeth of barren ground caribou, *Canadian Journal of Zoology*, 41, p. 111-113.
- Mc Ewan E.H., 1968. Growth and development of the barren ground caribou. II. Postnatal growth rates, *Canadian Journal of Zoology*, 46, p. 1023-1029.
- Mc Ewan E.H. et Whitehead P.E., 1970. Seasonal changes in the energy and nitrogen intake in reindeer and caribou, *Canadian Journal of Zoology*, 48, p. 905-913.



- Mc Ewan E.H. et Whitehead P.E., 1972. Reproduction in female reindeer and caribou, *Canadian Journal of Zoology*, 50, p. 43-46.
- McCoy V.M. et Burn C.R., 2005. Potential alteration by climate change of the forest-fire regime in the boreal forest of central Yukon Territory, *Arctic*, 58, p. 276-285.
- McNeil P., Russell D.E., Griffith B., Gunn A. et Kofinas G.P., 2005. Where the wild things are : seasonal variation in caribou distribution in relation to climate change, *Rangifer* Special Issue 16, p. 51-63.
- Meadow R.H., 1984. Animal domestication in the Middle East : a view from the eastern margin. In Clutton-Brock J. et Grigson C. (Ed.): *Animals and Archaeology, vol 3 : Early herders and their flocks*, British Archaeological Reports (International Series), 202, p. 309-337.
- Meadow R.H., 1999. The use of size index scaling techniques for research on archaeozoological collections from the Middle East. In Becker, Manhart, Peters et Schiber (Ed.): *Historia Animalium ex Ossibus : Beiträge zur Paläoanatomie, Archäologie, Ägyptologie, Ethnologie und Geschichte der Tiermedizin*, Rahden Westf Verlag Marie Leidorf, p. 285-300.
- Meldgaard M., 1986. *The Greenland caribou- zoogeography, taxonomy, and population dynamics*. Bioscience, 20, 89 p.
- Melgaard M., 1986. *The Greenland caribou- zoogeography, taxonomy, and population dynamics*. Bioscience, 20, 89 p.
- Melki T., Kallel N., Jorissen F.J., Guichard F., Dennielou B., Berné S., Labeyrie L. et Fontugne M., 2009. Abrupt climate change, sea surface salinity and paleoproductivity in the western Mediterranean Sea (Gulf of Lion) during the last 28 kyr, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 279, p. 96-113.
- Mellars P., 1973. The character of the Middle-Upper Palaeolithic transition in southwest France. In Renfrew C. (Ed.): *The explanation of cultural change*, p. 255-276.
- Mérico E., 2003. *Les Cervidae pléistocènes du gisement de Siréjol (Gignac, Lot) : étude paléontologique, implications paléoécologiques*, Mémoire de Maîtrise, Université Claude-Bernard, Lyon 1, 26 p.
- Miller F.L., 1972. Eruption and attrition of mandibular teeth in barren-ground caribou, *Journal of Wildlife Management*, 36, 2, p. 606-612.
- Miller F.L., 1974. *Biology of the Kaminuriak population of Barren Ground Caribou. Part 3: Taiga winter range relationships and diet*, Canadian Wildlife Service Reports, Ottawa, 42 p.
- Miller F.L. et Broughton E., 1974. Calf mortality on the calving grounds of Kaminuriak caribou during 1970, *Canadian Wildlife Service, Report Series*, 26, p.
- Miller F.L., Anderka F.W., Vithayasai C. et McClure R.L., 1975a. Distribution, movements and socialisation of barren ground caribou radio-tracked on their calving and post-calving areas. In Luick J. R., Lent P. C., Klein D. R. et White R. G. (Ed.): *First International Reindeer and Caribou Symposium*, Biological papers of the University of Alaska, Special Report 1, p. 423-435.
- Miller F.L., Cawley A.J., Choquette L.P.E. et Broughton E., 1975b. Radiographic examination of mandibular lesions in Barren-ground caribou, *Journal of Wildlife Diseases*, 11, p. 465-470.



- Miller F.L., Edmonds E.J. et Gunn A., 1982. *Foraging behavior of Peary caribou in response to springtime snow and ice conditions*, Canadian Wildlife Service, 41 p.
- Miller F.L., Broughton E. et Gunn A., 1988. Mortality of migratory barren-ground caribou on the calving grounds of the Beverly herd, Northwest Territories, 1981-1983, *Canadian Wildlife Service Occasional Paper* 66, p. 1-26.
- Moigne A.-M., Baills H. et Grégoire S., 1998. Les Magdaléniens de la grotte des Conques (Pyrénées-Orientales), caractérisation du site d'après les restes osseux et l'outillage. In Brugal J.-P., Meignen L. et Patou-Mathis M. (Ed.): *Economie préhistorique: les comportements de subsistance au Paléolithique*, XVIII^e Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes. APDCA, Sophia Antipolis, p. 397-411.
- Moigne A.-M., 2003. Les faunes de grands mammifères de la grotte des Conques à Vingrau. In Baills H. (Ed.): *Les Conques. Des chasseurs magdaléniens et leur territoire*, ERAUL, 101, p. 75-103.
- Moigne A.-M. et Moncel M.-H., 2003. Données nouvelles sur les restes fauniques et lithiques dans les différents niveaux d'occupation du site d'Orgnac 3 (Ardèche): types d'occupation. In (Ed.): *Données récentes sur les modalités de peuplement en Europe au Paléolithique inférieur et moyen*, Université de Rennes. p.
- Monchot H., 1999. Mixture analysis and mammalian sex ratio among Middle Pleistocene Mouflon of Arago Cave, France, *Quaternary Research*, 52, p. 259-268.
- Monchot H., 2000. *Sex-ratio* et stratégies de chasse au Paléolithique: l'apport de l'analyse des mélanges, *Anthropozoologica*, 31, p. 49-55.
- Monchot H., 2002. Les chasseurs tardigravettiens de la Baume de Goulon (Salernes, Var, France), *Revue de Paléobiologie*, 27, 2, p. 409-427.
- Monchot H. et Léchelle J., 2002. Statistical nonparametric methods for the study of fossil population, *Paleobiology*, 28, 1, p. 55-69.
- Monchot H. et Gendron D., 2010. Disentangling long bones of foxes (*Vulpes vulpes* and *Alopex lagopus*) from arctic archaeological sites, *Journal of Archaeological Science*, 37, p. 799-806.
- Morel P. et Müller W., 1997. *Hauterive-Champréveyres - Un campement magdalénien au bord du lac de Neuchâtel. Etude archéozoologique*. Musée cantonal d'archéologie, 23, Neuchâtel, 149
- Morrison D. et Whitridge P., 1997. Estimating the Age and Sex of caribou from mandibular measurements, *Journal of Archaeological Science*, 24, p. 1093-1106.
- Mörschel F.M. et Klein D.R., 1997. Effects of weather and parasitic insects on behavior and group dynamics of caribou of the Delta Herd, Alaska, *Canadian Journal of Zoology*, 75, p. 1659-1670.
- Muñoz-Muñoz F. et Perpiñan D., 2010. Measurement error in morphometric studies : comparison between manual and computerized methods, *Ann. Zool. Fennici*, 47, p. 46-56.
- Murray N.A., 1993. *The behavioural ecology of reindeer (Rangifer tarandus) during the last glaciation in Britain and its implications for human settlement, subsistence and mobility*, Unpublished Ph. D. thesis, University of Edinburgh, Scotland, 364 p.
- Napierala H., 2009. Reindeer and Seasonality: An overview of methods and their applicability to archaeological materials, as exemplified by the Kesslerloch Cave faunal assemblage. In Beauclair R.,



- Münzel S. et Napierala H. (Ed.): *Knochen pflastern ihren Weg. Festschrift für Margarethe und Hans-Peter Uerpmann*, BioArchaeologica, 5, p. 181-192.
- Naughton F., Sánchez Goñi M.-F., Kageyama M., Bard E., Duprat J., Cortijo E., Desprat S., Malaizé B., Joly C., Rostek F. et Turon J.L., 2009. Wet to dry climatic trend in north-western Iberia within Heinrich events *Earth and Planetary Science Letters*, 284, 3-4, p. 329-342.
- Nellemann C., 1996. Terrain selection by reindeer in late winter in central Norway, *Arctic*, 49, 4, p. 339-347.
- Nellemann C., Vistnes I., Jordhøy P. et Strand O., 2003. Progressive impact of piece-meal infrastructure development on wild reindeer, *Biological conservation*, 113, p. 307-317.
- Nelson B.K., DeNiro M.J., Schoeninger M.J., De Paolo D.J. et Hare P.E., 1986. Effects of diagenesis on strontium, carbon, nitrogen and oxygen concentration and isotopic composition of bone, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 50, p. 1941-1949.
- Nieminen M. et Helle T., 1980. Variations in body measurements of wild and semi-domestic reindeer (*Rangifer tarandus*) in Fennoscandia, *Ann. Zool. Fennici*, 17, p. 275-283.
- Nieminen M., 1985. Reinens gevir - vekst og betydning - en oversikt (On growth and importance of the reindeer antler), *Rangifer*, 5 1, p. 26-32.
- Nieminen M. et Leppäluoto J., 1986. Relationships between body weight and body measurements of reindeer, *Rangifer*, 1, p. 100.
- Nieminen M., 1990. Hoof and foot loads for reindeer, *Rangifer Special Issue*, 3, p. 249-254.
- Nybakk K., Kjølvik O., Kwam T., Overskaug K. et Sunde P., 2002. Mortality of semi-domestic reindeer *Rangifer tarandus* in central Norway, *Wildlife Biology*, 8, 1, p. 63-68.
- Oberg P.R., 2001. *Responses of Mountain Caribou to linear features in a West-central Alberta landscape*, University of Alberta, 139 p.
- Oberlin C. et Pion G., 2009. Le corpus des datations radiocarbone et la disparition du Renne. In Pion G. et Mevel L. (Ed.): *La fin du Paléolithique supérieur dans les Alpes du nord françaises et le Jura méridional. Approches culturelles et environnementales*, Mémoire de la Société Préhistorique Française, L, p. 51-58.
- Olav Bråtå H., 2008. Partial county development plans as a means for preserving wild reindeer habitats in Norway, *Rangifer*, 28, 1, p. 89-102.
- Olsen B., MacDonald M. et Zimmer A., 2001. *Co-management of woodland caribou in the Sahtu Settlement Area*, Tulita, Workshop on research, Traditional Knowledge, Conservation and Cumulative Impacts, Special Publication n°1, 22 p.
- Olsen S.R., 1987. Magdalenian reindeer exploitation at the grotte des Eyzies, South West France, *Archaeozoologica*, 1, p. 171-182.
- Omnès J., Clot A., Jeannet M., Marsan G. et Mourer-Chauvire C., 1980. *Le gisement préhistorique des Espélugues à Lourdes (Hautes-Pyrénées). Essai d'inventaire des fouilles anciennes*. Centre Aturien de Recherches sous terre. Mémoires Tarbes, 1, 233 p.



- Omnès J., Chaline J., Evin J., Faure P., Taborin Y. et Thomel G., 1984. Le locus I des Espéluques de Lourdes (Hautes-Pyrénées), un petit habitat magdalénien de profondeur, *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, XXXIX, p. 85-99.
- Pailhaugue N., 1993. *La faune tardiglaciaire de la grotte de La Vache (Alliat, France) - Etude préliminaire des Caprinés : Bouquetin pyrénéen et Isard*, Mémoire de D.E.S.S., Université de Bordeaux I, 164 p., 54 tabl., 151 fig.
- Pailhaugue N., 1996. Faune et saison de chasse de la salle Monique, grotte de La Vache (Alliat, Ariège). In Delporte H. et Clottes J. (Ed.): *Pyrénées préhistoriques- Arts et sociétés*, Actes du Congrès National des sociétés historiques et scientifiques, Pau 1993. C.T.H.S, Paris, 118, p. 173-191.
- Pailhaugue N., 1998. Faune et saisons d'occupation de la salle Monique au Magdalénien pyrénéen, grotte de La Vache (Alliat, Ariège, France), *Quaternaire*, 9, p. 385-400.
- Pailhaugue N., 2004. La faune de la Salle Monique. In Clottes J., Delporte H. et Buisson D. (Ed.): *La grotte de la Vache (Ariège). I. Les occupations du Magdalénien*, CTHS, Paris, Réunion des Musées Nationaux, p. 73-139.
- Pajot B., 1969. *Les civilisations du Paléolithique supérieur du Bassin de l'Aveyron*, Travaux de l'Institut d'Art préhistorique, XI, Toulouse, 587 p.
- Paquereau M.M., 1976. La végétation au Pléistocène supérieur et au début de l'Holocène dans le Sud-Ouest de la France., In (Ed.): *La Préhistoire française*, Paris. CNRS, p. 525-530.
- Parker G.R., 1972. *Biology of the Kaminuriak population of Barren-ground caribou, Part I : Total numbers, mortality, recruitment and seasonal distribution*. Canadian Wildlife Service, Ottawa, Report Series 20, 95 p.
- Parker G.R., 1973. Distribution and densities of wolves within barren-ground caribou range in northern mainland Canada, *Journal of Mammalogy*, 54, 2, p. 341-348.
- Pasda K., 2009. *Osteometry, and osteological age and sex determination of the Sisimiut Reindeer population (Rangifer tarandus groenlandicus)*. British Archaeological Reports (International Series), 1947, 279 p.
- Patou-Mathis M., 1997. Etude de la fracturation des os longs de Renne. Méthode et résultats: le niveau magdalénien "archaïque" de la grotte de Tournal à Bize (Aude). In L. A. Hannus L. R. R. P. W. (Ed.): *Proceedings of the 1993 Bone Modification conference*, Hot Springs, South Dakota. Archaeology Laboratory Augustana College, Sioux Falls, South Dakota, Occasional Publication n°1, p. 195-219.
- Patou-Mathis M., Bayle G. et Paletta C., 1999. Etude archéozoologique du niveau magdalénien "ancien" de la grotte Tournal à Bize (Aude, France), *Préhistoire européenne*, 14, p. 115-133.
- Patte E., 1958. La domestication du renne au Paléolithique, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 246, p. 3490-3492.
- Peccadeau de Lisle R., 1867. Sur les fouilles faites dans un gisement ossifère de l'âge du Renne à Bruniquel (Tarn-et-Garonne), *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 64, p. 628-629.
- Pétilion J.-M., 2004. Lecture critique de la stratigraphie magdalénienne de la Grande Salle d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Antiquités Nationales*, 36, p. 105-131.



- Pétilion J.-M., 2006. *Des Magdaléniens en armes. Technologie des armatures de projectile en bois de cervidé du Magdalénien supérieur de la grotte d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques)*. Editions du CEDARC, Artéfacts 10, 301 p.
- Pétilion J.-M. et Letourneux C., 2006. Des gibiers, des armes... et des questions. Les pratiques cynégétiques du Magdalénien supérieur à Isturitz (Paléolithique). In Sidéra I., Vila E. et Erikson P. (Ed.): *La chasse, pratiques sociales et symboliques*, Actes du 2^e colloque de la maison René Ginouvès. Paris, éd. De Boccard (collection colloques de la maison René Ginouvès), 2, p. 13-26.
- Pétilion J.-M., 2008. First evidence of a whale-bone industry in the western European Upper Paleolithic: Magdalenian artifacts from Isturitz (Pyrénées-Atlantiques, France), *Journal of Human Evolution*, 54, p. 720-726.
- Pétilion J.-M., Langlais M., A. De Beaune S., Chauvière F.-X., Letourneux C., Szmids C., Beukens R. et David F., 2008. Le Magdalénien de la grotte des Scilles (Lespugue, Haute-Garonne). Premiers résultats de l'étude pluridisciplinaire de la collection Saint-Périer., 39, p. 57-71.
- Pétilion J.-M. et Langlais M., sous presse. The Evolution of Final Paleolithic Osseous and Lithic Weapons: Magdalenian Societies (20,000-14,000 cal. BP) in Southwest Europe, p.
- Pétilion J.-M., Langlais M. et Ducasse S., sous presse. Badegoulien versus Magdalénien. Entre choc culturel et lente transition dans l'Aquitaine paléolithique, p.
- Peyron O., Guiot J., Cheddadi R., Tarasov P., Reille M., de Beaulieu J.L., Bottema S. et Andrieu V., 1998. Climatic reconstruction in Europe for 18 000 BP from pollen data, *Quaternary research*, 49, p. 183-196.
- Peyrony D. et Peyrony E., 1938. *Laugerie-Haute*. Archives de l'Institut de Paléontologie Humaine, 19, 84 p.
- Philippe M., 1972. Travaux préliminaires aux fouilles du gisement paléontologique de Siréjol (Lot), *Bulletin de la Société Scientifique, Historique et Archéologique de la Corrèze, Brive*, 94, p. 17-24.
- Philippe M., 1973. Nouvelles découvertes protohistoriques et résultats des fouilles 1973 au gisement paléontologique de Siréjol (Gignac, Lot), *Bulletin de la Société Scientifique, Historique et Archéologique de la Corrèze, Brive*, 95, p. 45-50.
- Philippe M., 1974. Fouilles de 1974 au gisement paléontologique de Siréjol (Gignac, Lot), *Bulletin de la Société Scientifique, Historique et Archéologique de la Corrèze, Brive*, 96, p. 19-28.
- Philippe M., 1975. La faune würmienne du gisement paléontologique de Siréjol à Gignac (Lot), *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 13, p. 55-59.
- Philippe M., 1979. L'environnement de l'homme préhistorique. Un piège naturel: la grotte de Siréjol, *Initiation à l'archéologie et à la préhistoire*, 12, p. 46-49.
- Philippe M., Mourer-Chauviré C. et Evin J., 1980. Les gisements paléontologiques quaternaires des causses de Martel et de Gramat (Corrèze et Lot) : faunes et chronologie, *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon*, 18, p. 57-67.
- Philippe M., 1983. Formation et exploitation scientifique des gisements paléontologiques en réseaux karstiques, *Spelunca*, 9, p. 16-21.
- Piérard J., 1979. Le caribou dans la préhistoire et la protohistoire du Québec. In Trudel F. et Huot J. (Ed.): *Dossier Caribou*, Recherches amérindiennes au Québec, IX, 1-2, p. 9-16.



- Piette E., 1873. Sur la grotte de Gourdan, sur la lacune que plusieurs auteurs placent entre l'âge du renne et celui de la pierre polie, et sur l'art paléolithique dans ses rapports avec l'art gaulois, *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 8, p. 384-425.
- Piette E., 1874. La grotte de Lortet pendant l'âge du renne, *Bulletins de la Société d'anthropologie de Paris*, II^e Série, 9, p. 298-317.
- Pike-Tay A., 1991. *Red Deer hunting in the Upper Paleolithic of South-West France: A study of seasonality*. British Archaeological Reports (International Series), 569, Oxford, 183 p.
- Pike-Tay A., 1995. Variability and synchrony of seasonal indicators in dental cementum microstructure of the Kaminuriak *Rangifer* population, *Archaeofauna*, 4, p. 273-284.
- Pike-Tay A., 2000. Reconsidering the quadratic crown height method of age estimation for *Rangifer* from archaeological sites, *Archaeozoologia*, 11, p. 145-174.
- Pitul'ko V.V., 1999. Ancient humans in Eurasian Arctic ecosystems : environmental dynamics and changing subsistence, *World Archaeology*, 30, 3, p. 421-436.
- Polhausen H., 1953. Nachweisbare Ansätze zum Wanderhirtentum in der niederdeutschen Mittelsteinzeit, *Zeitschrift für Ethnologie*, 78, p. 64-82.
- Polhausen H., 1972. Standpunkte zur Diskussion über das Alter der Viehzucht, *Anthropos*, 67, p. 176-195.
- Ponel P., Coope G.R., Andrieu-Ponel V. et Reille M., 1999. Coleopteran evidence for a mosaic of environments at high altitude in the eastern Pyrenees, France, during the climatic transition between the Allerød and Younger Dryas, *Journal of Quaternary Science*, 14, p. 169-174.
- Poole K.G., Heard D.C. et Mowat G., 2000. Habitat use by woodland caribou near Takla Lake in central British Columbia, *Canadian Journal of Zoology*, p. 1552-1561.
- Post E., Stenseth N.C., Langvatn R. et Fromentin J.M., 1997. Global climate change and phenotypic variations among red deer cohorts, *Proc. R. Soc. Lond.*, 264, p. 1317-1324.
- Prat F., 1962. La faune du gisement de la Gare de Couze, *L'Anthropologie*, 66, p. 248-254.
- Primault J., Berthet A.-L., Brou L., Delfour G., Gabilleau J., Griggo C., Guérin S., Henry-Gambier D., Houmard C., Jeannet M., Lacrampe-Cuyaubère F., Langlais M., Laroulandie V., Liard M., Liolios D., Lompré A., Lucquin A., Mistrot V., Rambaud D., Schmitt A., Soler L., Taborin Y. et Vissac C., 2010. La grotte du Taillis-des-Coteaux à Antigny (Vienne). In Buisson-Catil J. et Primault J. (Ed.): *Préhistoire entre Vienne et Charente. Hommes et Sociétés du Paléolithique*, Ministère de la Culture et de la Communication Mémoire XXXVIII, p. 271-293.
- Pruitt W.O., 1959. Snow as a factor in the winter ecology of the barren-ground caribou (*Rangifer arcticus*), *Arctic*, 12, 3, p. 158-179.
- Puputti A.K. et Niskanen M., 2008. The estimation of body weight of the reindeer (*Rangifer tarandus* L.) from skeletal measurements : preliminary analyses and application to archaeological material from 17th- and 18th-century northern Finland, *Environmental Archaeology*, 13, 2, p. 153-164.
- Puputti A.K. et Niskanen M., 2009. Identification of semi-domesticated reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*, Linnaeus 1758) and wild forest reindeer (*R.T. fennicus*, Lönnberg 1909) from postcranial skeletal measurements, *Mammalian Biology*, 74, p. 49-58.



- Quiles J., Monchot H. et Pacher M., 2005. Mixture analysis : application to cave bear sex-ratio determination, *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 141-1, p. 29-37.
- Ramade F., 1994. *Eléments d'écologie fondamentale 2è édition*. Ediscience International, Paris, 579 p.
- Randa V., 1996. Chasse au Caribou en terre de Baffin: un regard sur les pratiques cynégétiques des Iglulingmiut, *Anthropozoologica*, 23, p. 51-64.
- Rasmussen S.O., Andersen K.K., Svensson A.M., Steffensen J.P., Vinther B.M., Clausen H.B., Dahljensen D., Bigler M., Röthlisberger R., Fischer H., Goto-Azuma K., Hansson M.E. et Ruth U., 2006. A new greenland ice core chronology for the last glaciation termination, *Journal of Geophysical Research*, 111, 1-14, p. 1-15.
- Raynal J.-P. et Daugas J.-P., 1992. L'Homme et les volcans: occupation de l'espace régional à la fin des temps glaciaires dans le Massif Central français. In Rigaud J.-P., Laville H. et Vandermeersch B. (Ed.): *Le peuplement Magdalénien, Paléogéographie physique et humaine*, Actes du Colloque de Chancelade 1988. CTHS, Paris, p. 111-120.
- Reille M. et Beaulieu J.-L., 1988. History of the Würm and Holocene vegetation in western Velay (Massif Central, France): A comparison of pollen analysis from three corings at Lac du Bouchet., *Review of Palaeobotany and Palynology*, 54, p. 233-248.
- Reille M., 1990. La tourbière de la Borde (Pyrénées-Orientales, France) : un site clé pour l'étude du Tardiglaciaire sud-européen, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 310, p. 823-829.
- Reille M. et Lowe J.J., 1993. A re-evaluation of the vegetation history of the eastern Pyrenees (France) from the end of the last glacial to the present, *Quaternary Science Reviews*, 12, p. 47-77.
- Reille M. et Andrieu V., 1995. The late Pleistocene and Holocene in the Lourdes Basin, Western Pyrenees, France: new pollen analytical and chronological data, *Vegetation History and Archaeobotany*, 4, p. 1-21.
- Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C.J.H., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G.S., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Hogg A.G., Hughen K.A., Kromer B., McCormac G., Manning S., Ramsey C.B., Reimer R.W., Remmele S., Southon J. R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., Van der Plicht J. et Weyhenmeyer C.E., 2004. IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP, *Radiocarbon*, 46, 3, p. 1029-1058.
- Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Blackwell P.G., Bronk Ramsey C., Buck C.E., Burr G.S., Edwards R.L., Friedrich M., Grootes P.M., Guilderson T.P., Hajdas I., Heaton T.J., Hogg A.G., Hughen K.A., Kaiser K.F., Kromer B., McCormac F.G., Manning S.W., Reimer R.W., Richards D.A., Southon J.R., Talamo S., Turney C.S.M., van der Plicht J. et Weyhenmeyer C.E., 2009. INTCal09 and Marine09 Radiocarbon age calibration curves, 0- 50,000 years Cal BP, *Radiocarbon*, 51, 4, p. 1111-1150.
- Reimers E. et Nordby O., 1968. Relationship between age and tooth cementum layers in Norwegian Reindeer, *Journal of Wildlife Management*, 32, 4, p. 957-961.
- Reimers E., 1972. Growth in domestic and wild reindeer in Norway, *Journal of Wildlife Management*, 36, 2, p. 612-619.



- Reimers E., 1975. Age and sex structure in a hunted population of reindeer in Norway. In Luick J. R., Lent P. C., Klein D. R. et White R. G. (Ed.): *First International Reindeer and Caribou Symposium*, Biological papers of the University of Alaska, Special Report 1, p. 181-188.
- Reimers E., 1983a. Growth rate and body size differences in Rangifer, a study of causes and effect, *Rangifer*, 3, p. 3-15.
- Reimers E., 1983b. Mortality in Svalbard Reindeer, *Holarctic Ecology*, 6, 2, p. 141-149.
- Reimers E., Klein D.R. et Sorumgard R., 1983. Calving time, growth rate and body size of Norwegian reindeer on different ranges, *Arctic and Alpine Research*, 15, p. 107-118.
- Reimers E., 1993. Antlerless females among reindeer and caribou, *Canadian Journal of Zoology*, 71, p. 1319-1325.
- Reimers E., 1997. Rangifer population ecology : a Scandinavian perspective, *Rangifer*, 17 (3), p. 105-118.
- Renault-Miskovsky J. et Leroi-Gourhan A., 1981. Palynologie et archéologie : nouveaux résultats, du Paléolithique supérieur au Mésolithique, *Quaternaire*, 18, 3, p. 121-128.
- Renault-Miskovsky J. et Lebreton V., 2005. Place de la palynologie archéologique, au regard des longues séquences polliniques de référence, *C. R. Palevol, Paléontologie humaine et Préhistoire*, in press, p.
- Rendu W., 2006. Saisonnalité et prédation au Pech de l'Azé I : apport de la cémento-chronologie. In Bressy C., Burke A., Chalard P. et Martin H. (Ed.): *Notions de territoire et de mobilité. Exemples de l'Europe et des premières nations en Amérique du Nord avant le contact européen*, Xè congrès annuel de l'Association européenne des Archéologues (EAA), Lyon. ERAUL, Liège, 116, p. 23-28.
- Rendu W., 2007. *Planification des activités de subsistance au sein du territoire des derniers Moustériens. Cémento-chronologie et approche archéozoologique de gisements du Paléolithique moyen (Pech-de-l'Azé I, La Quina, Mauran) et Paléolithique supérieur ancien (Isturitz)*, Thèse de Préhistoire et Géologie du Quaternaire, Université de Bordeaux I, 362 p.
- Richards M.P., Jacobi R., Cook J., Pettitt P.B. et Stringer C.B., 2005. Isotope evidence for the intensive use of marine foods by Late Upper Palaeolithic humans, *Journal of Human Evolution*, 49, p. 390-394.
- Rigaud J.-P., Simek J.F. et Hays M.A., 2000. The Magdalenian of Grotte XVI (Dordogne, France) and regional approaches to Magdalenian settlement and economy. In Peterkin G. L. et Price H. A. (Ed.): *Regional approaches to adaptation in Late Pleistocene Western Europe*, British Archaeological Reports (International Series), Oxford, 896, p. 9-23.
- Rillardon M., 2011. *Environnement et subsistance des derniers chasseurs-cueilleurs en Midi méditerranéen entre 20 000 et 8 000 ans BP*, Thèse de Doctorat, Université Aix-Marseille I, 1081 p.
- Rivals F. et Solounias N., 2007. Differences in tooth microwear of populations of caribou (*Rangifer tarandus*, Ruminantia, Mammalia) and implications to ecology, migration, glaciations and dental evolution, *Journal of Mammalian Evolution*, 14, p. 182-192.
- Rivière E., 1916. Le renne et les gisements quaternaires du versant méditerranéen des Alpes-Maritimes (grotte, abris-sous-roche et brèches osseuses), *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 7, 3, p. 176-197.



- Robbins C.T. et Robbins B.L., 1979. Fetal and neonatal growth patterns and maternal reproductive effort in ungulates and subungulates, *American Naturalist*, 114, p. 101-116.
- Roby D.D. et Thing H., 1985. Behaviour of West Greenland Caribou during a population decline, *Holarctic Ecology*, 8, 2, p. 77-87.
- Røed K., Flagstad O., Bjørnstad G. et Hufthammer A. K., 2011. Elucidating the ancestry of domestic reindeer from ancient DNA approaches, *Quaternary International*, 238, p. 83-88.
- Røed K.H., 1985. Comparison of the genetic variation in Svalbard and Norwegian reindeer, *Canadian Journal of Zoology*, 63, p. 2038-2042.
- Røed K.H., 1986. Genetic variability in Norwegian wild reindeer (*Rangifer tarandus* L.), *Hereditas*, 104, p. 293-298.
- Røed K.H. et Thomas D.C., 1990. Transferrin variation and evolution of Canadian barren-ground caribou, *Rangifer* Special Issue 3, p. 385-389.
- Røed K.H., Ferguson M.A.D., Crête M. et Bergerud A.T., 1991. Genetic variation in transferrin as a predictor for differentiation and evolution of caribou from eastern Canada, *Rangifer*, 11 2, p. 65-74.
- Røed K.H., 1992. Genetic differentiation and evolution of reindeer and caribou, *Rangifer*, 12 3, p. 175-176.
- Røed K.H., 2005. Refugial origin and postglacial colonization of holarctic reindeer and caribou, *Rangifer*, 25, p. 19-30.
- Røed K.H., Flagstad O., Nieminen M., Holand O., Dwyer M.J., Røv N. et Vilà C., 2008. Genetic analyses reveal independent domestication origins of Eurasian reindeer, *Proceedings of the Royal Society, Biological Sciences*, 275, p. 1849-1855.
- Røed K.H., Flagstad O., Bjørnstad G. et Hufthammer A.K., 2010. Elucidating the ancestry of domestic reindeer from ancient DNA approaches, *Quaternary International*, xxx, p. 1-6.
- Rognmo A., Markussen K.A., Jacobsen E. et Grav H.J., 1983. Effects of improved nutrition in pregnant reindeer on milk quality, calf birth weight, growth, and mortality, *Rangifer*, 3, p. 10-18.
- Roine K., Nieminen M. et Timisjärvi J., 1982. Foetal growth in the reindeer, *Acta vet. scand.*, 23, p. 107-117.
- Rose J., 2007. The use of time units in Quaternary Science Reviews, *Quaternary Science Reviews*, 26, p. 1193.
- Roseneau D.G. et Curatolo J.F., 1976. Distribution and movements of the Porcupine caribou herd in northeastern Alaska and the Yukon Territory, *Arctic Gas, Biological Report Series*, 36, p. 1-82.
- Ruff C., 2003. Long bone articular and diaphyseal structure in Old World monkeys and apes, *American Journal of Physical Anthropology*, 120, p. 16-37.
- Rupp T.S., Olsen M., Adams L.A., Dale B.W., Joly K., Henkleman J., Collins W.B. et Starfield A.M., 2006. Simulating the influences of various fire regimes on caribou winter habitat, *Ecological Applications*, 16, p. 1730-1743.



- Russell D.E., Kofinas G. et Griffith B., 2002. *Barren-Ground Caribou Calving Ground Workshop. Report of Proceedings*, Canadian Wildlife Service, Technical report Series 47 p.
- Sacchi D., 1986. *Le Paléolithique supérieur du Languedoc occidental et du Roussillon*. supplément à Gallia Préhistoire, XXI, 284 p.
- Sacchi D., 1988. Remarques générales sur les faciès magdaléniens du Bassin de l'Aude et du Roussillon, *Espacio, Tiempo y Forma, Serie I, Prehistoria*, tome 1, p. 177-195.
- Sacchi D., 1989. Les derniers chasseurs de rennes en terre audoise, *Mémoire de la société des études scientifiques de l'Aude*, p. 91-98.
- Sacchi D., 2003a. Retour sur la station badegoulienne de Lassac, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées* Mélanges Jean Gaussen, LVIII, p. 157-162.
- Sacchi D., 2003b. *Le Magdalénien, Apogée de l'art quaternaire*. La Maison des roches, Paris, 126
- Sacchi D., 2008. Le bassin de l'Orbiel au temps des chasseurs de rennes, *Patrimoines vallées des Cabardès*, Cahier n°2, p. 7.
- Saillot I. et Patou-Mathis M., 2002. Comparaison paléocognitive des niveaux moustérien et magdalénien de la grotte Tournal (Bize, Aude), *L'Anthropologie*, 106, p. 399-409.
- Saint-Germain C., 1997. *Le bouillon d'os*, Mémoire de maîtrise en Anthropologie, Université de Montréal, 122 p.
- Saint-Germain C., 2006. Animal fat in the cultural world of the Native Peoples of Northeastern America. In Mulville J. et Outram A. K. (Ed.): *The Zooarchaeology of Milk and Fats*, Oxbow Books, Proceedings of the 9th Conference of the International Council of Archaeozoology, Durham, August 2002, p. 107-113.
- Saint-Périer R., 1912a. Pièges paléolithiques de la grotte des Rideaux à Lespugue (Haute-Garonne), *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris*, 3, 3, p. 149-153.
- Saint-Périer R., 1912b. Pièces magdaléniennes de la grotte de Lespugue (Haute-Garonne), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 9, 3, p. 210-211.
- Saint-Périer R., 1920a. La grotte des Harpons à Lespugue (Haute-Garonne), *L'Anthropologie*, 30, p. 209-234.
- Saint-Périer R., 1920b. Les migrations des tribus magdaléniennes des Pyrénées, *Revue anthropologique*, 30, p. 136-141.
- Saint-Périer R., 1926. La Grotte des Scilles à Lespugue (Haute-Garonne), *L'Anthropologie*, 36, p. 15-40.
- Saladin d'Anglure B., Vézinet M., Kilupaq N. et Talirurnilik J., 1977. Chasses collectives au caribou dans le Québec arctique, *Etudes Inuit*, 1, 2, p. 97-110.
- San Juan-Foucher C., 2005. Aiguilles, sagaies et pendeloques : l'industrie solutréenne sur matière dure animale de l'abri des Harpons (Lespugue, Haute-Garonne). In V. D. (Ed.): *Industrie osseuse et parure du Solutréen au Magdalénien en Europe*, Actes de la Table Ronde sur le Paléolithique supérieur récent (Angoulême, 2003). Mémoire de la Société Préhistorique française, XXXIX, p. 161-176.



- Sánchez-Goñi M.-F., 1994. L'environnement de l'homme préhistorique dans la région cantabrique d'après la taphonomie pollinique des grottes, *L'Anthropologie*, 98, 2-3, p. 379-417.
- Sánchez-Goñi M.-F., 1996. Les changements climatiques du Paléolithique supérieur. Enquête sur le rapport entre Paléoclimatologie et Préhistoire, *Zephyrus*, 49, p. 3-36.
- Sánchez-Goñi M.-F., Eynaud F., Turon J.L. et Shackleton N.J., 1999. High resolution palynological record off the Iberian margin: direct land-sea correlation for the Last Interglacial complex, *Earth and Planetary Science Letters*, 171, p. 123-137.
- Sánchez-Goñi M.-F., Turon J.-L., Eynaud F. et Gendreau S., 2000. European climatic response to millennial-scale changes in the atmosphere-ocean system during the last glacial period, *Quaternary Research*, 54, p. 394-403.
- Sánchez-Goñi M.-F., 2006. Interactions végétation-climat au cours des derniers 425 000 ans en Europe occidentale. Le message du pollen des archives marines, *Quaternaire*, 17, 1, p. 3-25.
- Sánchez-Goñi M.-F., Landais A., Fletcher W.J., Naughton F., Desprat S. et Duprat J., 2008. Contrasting impacts of Dansgaard–Oeschger events over a western European latitudinal transect modulated by orbital parameters, *Quaternary Science Reviews*, 27, p. 1136-1151.
- Sánchez-Goñi M.-F. et Harrison S.P., 2009. Millennial-scale climate variability and vegetation changes during the Last Glacial: Concepts and terminology, *Quaternary Science Reviews*, xxx, p. 1-5.
- Saos T., Abdessadok S. et E. Declaux, 2009. Mise en place des dépôts de pente du site moustérien de La Rouquette à Puycelci (Tarn) : étude sédimentologique et implications paléoclimatiques, *L'Anthropologie*, 113, p. 265-282.
- Schaefer J.A., Bergman C.M. et Luttich S.N., 2000. Site fidelity of female caribou at multiple spatial scales, *Landscape Ecology*, 15, p. 731-739.
- Scheffer V.B., 1951. The rise and fall of a reindeer herd, *Scientific Monthly*, 73, p. 356-362.
- Scott K.M., 1983. Prediction of body weight of fossil Artiodactyla, *Zoological Journal of the Linnean Society*, 77, 3, p. 199-215.
- Scott K.M., 1990. Postcranial dimensions of ungulates as predictors of body mass. In J. D. et B. M. F. (Ed.): *Body size in mammalian paleobiology, estimation and biological implications*, Cambridge University Press, Cambridge, p. 301-336.
- Séronie-Vivien M.-R., 1973. Premiers résultats obtenus dans l'Azilien et le Magdalénien de la grotte de Pégourié à Caniac (Lot), *Société spéléologique et préhistorique de Bordeaux*, XXII-XXIII, p. 37-61.
- Séronie-Vivien M.-R. et Le Tensorer J.-M., 1979. Données récentes sur l'Azilien du Lot: la grotte de Pégourié à Caniac-du-Causse. In Sonnevile-Bordes D. (Ed.): *La fin des temps glaciaires en Europe, chronostratigraphie et écologie des cultures du Paléolithique final*, Colloques internationaux de Talence 1977. CNRS, Paris, 271, p. 471-480.
- Séronie-Vivien M.-R., Bensch C., Capdegelle R. et Chevet B., 1980. Données paléolithologiques fournies par l'étude de la faune mammalienne de la grotte de la Bergerie, Caniac-du-Causse (Lot), gisement du Magdalénien moyen et de l'âge du Bronze, *Société spéléologique et préhistorique de Bordeaux*, 24, p. 30-36.



- Séronie-Vivien M.-R., Bensch C., Capdegelle R. et Chevet B., 1981a. La grotte de la Bergerie des Quatre Chemins à Caniac du Causse (Lot), gisement Magdalénien et du Bronze Ancien-Moyen. In (Ed.): *La préhistoire en Quercy dans le contexte de Midi-Pyrénées*, Congrès Préhistorique de France, XXIème session, Montauban- Cahors, 1979. Société Préhistorique Française, p. 266-278.
- Séronie-Vivien M.-R., Bensch C., Capdegelle R., Chevet B., Hemingway M. et Leroi-Gourhan A., 1981b. La grotte de Pégourié à Caniac-du-Causse (Lot). Le gisement azilien et Magdalénien initial, *Extrait du Congrès Préhistorique de France*, XXIème session Quercy 1979, p. 250-265.
- Séronie-Vivien M.-R., Benoist F., Boulestin B., Bourhis J.R., Duday H., Guadelli J.-L., Le Gall O., Ionnières N., Marinval P., Marquet J.-C., Martin H., Solari M.-E. et Vernet J.-L., 1995. *La grotte de Pégourié, Caniac-du-Causse (Lot)*. Préhistoire quercinoise, supplément n°2, 334 p.
- Séronie-Vivien M.-R., 1997. Un habitat en grotte il y a 17 000 ans, *Le Mois scientifique bordelais*, 182, p. 2 p.
- Sharma S., Couturier S. et Côté S., 2009. Impacts of climate change on the seasonal distribution of migratory caribou, *Global Change Biology*, 15, p. 2549-2562.
- Shaw J. et Benn B., 2001. *Mountain Caribou (Rangifer tarandus caribou), Survey in the Northern Mackenzie Mountains, Gwich'in Settlement Area*, 15 p.
- Shipman P., 1981. *Life history of a fossil, an introduction to Taphonomy and Paleoecology*,. Harvard University Press, 220 p.
- Siivonen L., 1975. New results on the history and taxonomy of the mountain, forest and domestic reindeer in Northern Europe. In Luick J. R., Lent P. C., Klein D. R. et White R. G. (Ed.): *First International Reindeer and Caribou Symposium*, Biological papers of the University of Alaska, Special Report 1, p. 33-40.
- Simonnet R., 1998. Le silex et la fin du Paléolithique supérieur dans le bassin de Tarascon-sur-Ariège, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, LIII, p. 181-222.
- Simonnet R., 1999. De la géologie à la Préhistoire ; le silex des Prépyrénées. Résultats et réflexion sur les perspectives et les limites de l'étude des matières premières lithiques, *Paléo*, 11, p. 71-88.
- Simonnet R., 2004. Le silex du Magdalénien. In Clottes J., Delporte H. et Buisson D. (Ed.): *La Grotte de la Vache (Ariège). I. Les occupations du Magdalénien*, Réunion des Musées Nationaux, CTHS Paris, p. 142-150.
- Simpson G.L., 1941. Explanation of Ratio Diagrams. In Simpson G. G. (Ed.): *Large Pleistocene Felines of North America*, American Museum Novitates, 1136, p. 1-27.
- Simpson G.L., Roe A. et Lewontin R.C., 1960. *Quantitative Zoology*. Revised edition, Harcourt, Brace, and World, New York, 440 p.
- Singer F.J., Harting A., Symonds K.K. et Coughenour M.B., 1997. Density dependence, compensation, and environmental effects on elk calf mortality in Yellowstone National Park, *Journal of Wildlife Management*, 61, 12-25, p.
- Skogland T., 1978. Characteristics of the snow cover and its relationship to wild mountain reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) feeding strategies, *Arctic and Alpine Research*, 10, p. 569-580.
- Skogland T., 1980. Comparative summer feeding strategies of Arctic and Alpine Rangifer, *The Journal of Animal Ecology*, 49, 1, p. 81-98.



- Skogland T., 1983. The effects of density dependent resource limitation on size of wild reindeer, *Oecologica*, 60, 2, p. 156-168.
- Skogland T., 1984. The effects of food and maternal conditions on fetal growth and size in wild reindeer, *Rangifer*, 4, 2, p. 39-46.
- Skogland T., 1985. The effects of density-dependent resource limitations on the demography of wild Reindeer, *The Journal of Animal Ecology*, 54, 2, p. 359-374.
- Skogland T., 1986. Sex-ratio variation in relation to maternal condition and parental investment in wild reindeer *Rangifer t. tarandus.*, *Oikos*, 46, p. 417-419.
- Skogland T., 1989. Natural selection of wild reindeer life history traits, *Oikos*, 55, p. 101-110.
- Skogland T., 1990. Density dependence in a fluctuating wild reindeer herd, *Oecologia*, 84, p. 442-450.
- Skoog R.O., 1968. *Ecology of the caribou (Rangifer tarandus granti) in Alaska*, Ph.D. dissertation, University of California, Berkeley, unpublished, 699 p.
- Skuncke F., 1952. Über Zahnentwicklung und Zahnabnutzung beim Rentier, verglichen mit denen bei einigen anderen Cerviden, *Arkiv för Zoologi*, 4, 1, p. 1-43.
- Sokal R.R. et Rohlf F.J., 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research, 3rd edition*. W.H. Freeman and Compagny, New York, 887 p.
- Sonnevile-Bordes D., 2002. Les industries du Roc-de-Combe (Lot). Périgordien et Aurignacien, *Bulletin de la Préhistoire du Sud-Ouest*, 9, 2, p. 121-155.
- Soppela P. et Nieminen M., 2001. The effect of wintertime undernutrition on the fatty acid composition of leg bone marrow fats in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus* L.), *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part 13 128, p. 63-72.
- Soubeyran F., 1993. La vie quotidienne des rennes perçue dans l'art magdalénien. Essai d'éthologie préhistorique sur quelques représentations, *Bulletin de la Société Historique et Archéologique du Périgord*, CXX, p. 229-264.
- Soulier M.-C., 2008. *Etude des dents de Renne du gisement des Pradelles (Charente, France) : revue critique des méthodes d'estimation d'âge dentaire, saisonnalité et profils de mortalité*, Mémoire de Master II d'Archéologie, Université de Toulouse II le Mirail, 68 p.
- Speth J.D., 1983. *Bison Kills and Bone Counts: Decision Making by Ancient Hunters*. University of Chicago Press, 227 p.
- Spiess A., 1976. Determining season of death of archaeological fauna by analysis of teeth, *Arctic*, 29, 1, p. 53-55.
- Spiess A., 1979. *Reindeer and caribou hunters - an archaeological study*. Academic Press, New-York, 312 p.
- Sponheimer M., Robinson T., Aayliffe L., Roeder B., Hammer J., Passey B., West A., Cerlling T., Dearing D. et Ehleringer J., 2003. Nitrogen isotopes in mammalian herbivores : Hair 15 N values from a controlled feeding study, *International Journal of Osteoarchaeology*, 13, p. 80-87.



- Stevens R.E., Jacobi R., Street M., Germonpré M., Conard N.J., Münzel S.C. et Hedges R.E.M., 2008. Nitrogen isotope analyses of reindeer (*Rangifer tarandus*), 45 000 BP to 9 000 BP : palaeoenvironmental reconstructions, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 262, p. 32-45.
- Strand O., Bevanger K. et Falldorf T., 2006. *Wild reindeer habitat use at Hardangervidda. Final Report from the Hw7 project*. NINA Report, 131, en norvégien, 67 p.
- Straus L.G. et Spiess A., 1985. Le Magdalénien final de l'abri Dufaure (Sorde-l'Abbaye, Landes) : un aperçu de la chronologie et de la saison d'habitation humaine, *Bulletin de la Société Préhistorique de l'Ariège*, XXXX, p. 169-184.
- Straus L.G. et Evin J., 1989. Datations par le radiocarbone des couches Azilienne et Magdalénienne de l'abri Dufaure (Sordes-l' Abbaye, Landes), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 86, p. 148-155.
- Straus L.G., 1995. *Les derniers chasseurs de rennes du monde pyrénéen. L'abri Dufaure: un gisement tardiglaciaire en Gascogne*. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXII, Paris, 287 p.
- Sturdy D., 1975. Some reindeer economies in prehistoric Europe. In Higgs E. (Ed.): *Palaeoeconomy*, Cambridge University Press, p. 55-95.
- Surmely F., Fontana L., Bourdelle Y. et Liabeuf R., 1997. Nouveaux éléments apportés à l'étude du site magdalénien d'Enval (Vic-le-Comte, Puy-de-Dôme, France) et du peuplement de la Limagne d'Auvergne, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 94, 2, p. 172-181.
- Svensson A., Nielsen S.W., Kipfstuhl S., Johnsen S.J., Steffensen J.P., Bigler M., Ruth U. et Röthlisberger R., 2005. Visual stratigraphy of the North Greenland Ice Core Project (NorthGRIP) ice core during the last glacial period, *Journal of Geophysical Research*, 110, p. 1-11.
- Svensson A., Andersen K.K., Bigler M., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Davies S.M., Johnsen S.J., Muscheler R., Parrenin F., Rasmussen S.O., Röthlisberger R., Seierstad I., Steffensen J.P. et Vinther B.M., 2008. A 60 000 year Greenland stratigraphic ice core chronology, *Climate Past*, 4, p. 47-57.
- Syroechkovskii E.E., 1995. *Wild Reindeer*. Smithsonian Institution Libraries, Washington, 290 p.
- Szmidt C., Laroulandie V., Dachary M., Langlais M. et Costamagno S., 2009a. Harfang, Renne et Cerf : nouvelles dates 14C par SMA du Magdalénien supérieur du Bassin aquitain au Morin (Gironde) et Bourrouilla (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 106, 3, p. 583-601.
- Szmidt C., Pétilion J.-M., Cattelain P., Normand C. et Schwab C., 2009b. Premières dates radiocarbone pour le Magdalénien d'Isturitz (Pyrénées-Atlantiques), *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 106, 3, p. 588-592.
- Taborin Y., 1994. *Environnements et habitats magdaléniens dans le centre du Bassin parisien*. Documents d'Archéologie Française, 43, Paris, 182
- Tavoso A., 1987a. *Puycelsi – La Rouquette (Tarn)*, Rapport inédit sur les fouilles effectuées du 15 Juillet au 15 Août 1987, 17 p.
- Tavoso A., 1987b. Le remplissage de la grotte Tournal à Bize-Minervois (Aude), *Cypsela*, 6, 23-25, p.



- Teissier G., 1948. La relation d'Allométrie sa signification statistique et biologique, *Biometrics*, 4, 1, p. 14-53.
- Telfer E.S. et Kelsall J.P., 1984. Adaptive of some large North America mammals for survival in snow, *Ecology*, 65, 6, p. 1828-1834.
- Tews J., Ferguson M.A.D. et Fahrig L., 2007. Potential net effects on climate change on High Arctic Peary caribou : lessons from a spatially explicit simulation model, *Ecological Modelling*, 207, p. 85-98.
- Texier J.P., Agsous S., Kervazo B., Lenoble A. et Nespoulet R., 2006. *Sédimentogénèse de sites préhistoriques classiques du Périgord*. Pôle International de la Préhistoire, Edition numérique I, 83 p.
- Texier J.P. et Bertran P., 1993. Données Nouvelles sur la Présence d'un Pergélisol en Aquitaine au cours des Dernières Glaciations, *Permafrost and Periglacial Processes*, 4, 3, p. 183 -198.
- Texier J.P., 2004. Anciennes et nouvelles lectures géologiques des sites paléolithiques de référence du Périgord : évolution de concepts. In Evin J. (Ed.): *Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*, XXVIème Congrès Préhistorique de France, Avignon 2004. Société Préhistorique Française, Volume II "Des idées d'hier...", p. 47-54.
- Thacker P., 1997. The significance of *Rangifer* as human prey species during the central european upper Paleolithic. In Jackson L. J. et Thacker P. T. (Ed.): *Caribou and Reindeer hunters of the Northern hemisphere*, Avebury Press, Aldershot, p. 82-104.
- Thing H., 1977. Behavior, mechanics and energetics associated with winter cratering by caribou in northwestern Alaska. In (Ed.): *Biological papers of the University of Alaska*, 8, p. 41.
- Thing H., 1984. Feeding ecology of the West Greenland caribou (*Rangifer tarandus groenlandicus*) in the Sisimiut-Kangerlussuaq Region, *Danish Review of Game biology*, 12, 3, p. 1-53.
- Thomas D.C. et Everson P., 1980. Geographic variation in caribou on the Canadian Arctic Islands, *Canadian Journal of Zoology*, 60, p. 2442-2454.
- Tisnerat-Laborde N., Valladas H. et Ladier E., 1997. Nouvelles datations carbone 14 pour le Magdalénien supérieur de la vallée de l'Aveyron, *Bulletin de la Société Préhistorique Ariège-Pyrénées*, LII, p. 129-136.
- Tosello G., Duhamel L. et Michel P., 2005. *Prehisto art : Gilles Tosello, illustrateur depuis 950 000 ans*. Auréoline, le Touquet, 160 p.
- Toupin B., 1994. *Effets du harcèlement des insectes sur le comportement des caribous du troupeau de la Rivière George*, Master's Thesis, Department of Biology, University of Laval, Québec, 55 p.
- Toupin B., Huot J. et Manseau M., 1996. Effect of insect harassment on the behavior of the Rivière George caribou (Northern Quebec), *Arctic*, 9, 4, p. 375– 382.
- Tournepiche J.-F., 1988. Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Pléistocène charentais. Les gisements Ste. Catherine et St. Projet, *Bulletins et Mémoires de la Société Archéologique et Historique de la Charente*, 3, 168-171, p.
- Tournepiche J.-F., 1996. Les grands Mammifères pléistocènes de Poitou-Charentes, *Paléo*, 8, p. 109-141.



- Tournepiche J.-F., Gomez J., Débénath A. et Boulestin B., 2006. Une nouvelle grotte ornée en Charente : l'aven du Charnier à Vilhonneur : historique d'une découverte, *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 103, p. 172-174.
- Trudel F., 1979. L'importance du caribou dans la subsistance et la traite chez les Inuit de la côte orientale de la baie d'Hudson (1839-1910). In Trudel F. et Huot J. (Ed.): *Dossier Caribou Recherches amérindiennes au Québec*, IX, 1-2, p. 141-150.
- Trudel F. et Huot J., 1979. *Dossier caribou*. Recherches amérindiennes au Québec, IX, 1-2, 164 p.
- Turner L.M., 2001 (1894). *Ethnology of the Ungava district, Hudson Bay territory*. McGill-Queen's University Press, Montréal, 350 p.
- Tveraa T., Fauchald P., Henaug C. et Yoccoz N.G., 2003. An examination of a compensatory relationship between food limitation and predation in semi-domestic reindeer, *Oecologia*, 137, p. 370-376.
- Tyler N.J.C., 1987. Sexual dimorphism in the pelvic bones of Svalbard reindeer, *Rangifer tarandus platyrhyncus*, *Journal of Zoology*, 213, p. 147-152.
- Tyler N.J.C. et Oritsland N.A., 1989. Why don't Svalbard reindeer migrate?, *Holarctic Ecology*, 12, 4, p. 369-376.
- Tyler N.J.S. et Blix A.S., 1990. Survival strategies in arctic ungulates, *Rangifer* 3, p. 211-230.
- UAF, 2005. *Reindeer Research Program*, Journal, p.
- Uerpmann H.-P., 1982. Faunal remains from Shams Ed-Din Tannira, a Halafian site in Northern Syria, *Berytus*, 30, 2, p. 3-52.
- Uerpmann H.-P., 1990. Die Domestikation des Pferdes im Chalkolithium West- und Mitteleuropas, *Madrider Mitteilungen*, 31, p. 109-153.
- Vahtiala S., Säkkinen H., Dahl E., Eloranta E., Beckers J.F. et Ropstad E., 2004. Ultrasonography in early pregnancy diagnosis and measurements of fetal size in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*), *Theriogenology*, 61, p. 785-795.
- Valensi P., 2000. The archaeozoology of Lazaret Cave (Nice, France), *International Journal of Osteoarchaeology*, 10, 5, p. 357-367.
- Valkenburg P., Tobey R.W., Dale B.W., Scotton D. et Ver Hoef J.M., 2003. Body size of female calves and natality rates of known-aged females in two adjacent Alaskan caribou herds, and implications for management, *Rangifer Special Issue*, 14, p. 203-209.
- Valli A. et Guérin C., 2000. Le gisement Pléistocène supérieur de la grotte de Jaurens à Nespouls, Corrèze, France : les Cervidae (Mammalia, Artiodactyla), *Cahiers scientifiques, Muséum de Lyon*, fasc. 1, p. 41-81.
- van Kolfschoten T., van der Jagt I., Beeren Z., Argiti V., van der Leije J., van Essen H., Busschers F.S., Stoel P. et van der Plicht H., 2011. A remarkable collection of Late Pleistocene reindeer (*Rangifer tarandus*) remains from Woerden (The Netherlands), *Quaternary International*, xxx, p. 1-24.
- Ver Hoef J.M., Valkenburg P. et Dau J.R., 2001. Modeling growth of mandibles in the Western Arctic caribou herd, *Rangifer*, 21 1, p. 29-34.



- Vézinet M., 1979. L'économie traditionnelle du caribou chez les Inuit du Québec. In Trudel F. et Huot J. (Ed.): *Dossier Caribou* Recherches amérindiennes au Québec, IX, 1-2, p. 82-92.
- Vibe C., 1967. Arctic animals in relation to climatic fluctuations, *Meddelelser om Grønland*, 170, p. 1-227.
- Vibe C., 1982. Mikro-istider, *Naturens Verden*, 9, p. 297-320.
- Vigne J.-D., 2005. L'humérus du chien magdalénien de Erralla (Gipuzkoa, Espagne) et la domestication tardiglaciaire du loup en Europe, *Munibe*, 57, p. 279-297.
- Vitebsky P., 2005. *Reindeer People. Living with animals and spirits in Siberia*. Harper Perennial, London, 464 p.
- Von den Driesch A., 1976. *A Guide to the Measurement of Animal Bones from Archaeological Sites*. Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, Cambridge, Mass., 136 p.
- Walker M.J.C., 1995. Climatic changes in Europe during the last Glaciation/ Interglacial transition, *Quaternary International*, 28, p. 63-76.
- Walton L.R., Cluff H.D., Paquet P.C. et Ramsay M.A., 2001. Movement patterns of barren-ground wolves in the central Canadian Arctic, *Journal of Mammalogy*, 82, p. 867-876.
- Wareing K., Tickle P.G., Stokkan K.-A., Codd J.R. et Sellers W.I., 2011. The musculoskeletal anatomy of the reindeer (*Rangifer tarandus*) : fore and hind limbs, *Polar Biology*, original paper on line, p. 1-8.
- Weinstock J., 1997a. The relationship between body size and environment: the case of Late Pleistocene reindeer (*Rangifer tarandus*), *Archaeofauna*, 6, p. 123-135.
- Weinstock J., 1997b. Late paleolithic reindeer populations in Central and Western Europe, *Anthropozoologica*, 25, 26, p. 383-388.
- Weinstock J., 2000a. Osteometry as a source of refined demographic information: sex-ratio of Reindeer, hunting strategies, and herd control in the late glacial site of Stellmoor, Northern Germany, *Journal of Archaeological Science*, 27, p. 1187-1195.
- Weinstock J., 2000b. *Late Pleistocene reindeer populations in Middle and Western Europe, an osteometrical study of Rangifer tarandus*. BioArchaeologica, Tübingen, 3, 307 p.
- Weinstock J., 2001. Demography through osteometry : sex ratios of reindeer and hunting strategies in the Late Glacial site of Stellmoor, northern Germany. In Pike-Tay A. (Ed.): *Innovations in Assessing Season of Capture, Age and Sex of Archaeofaunas*, Archaeozoologia, Paris, XI, p. 187-198.
- Weinstock J., 2002. Reindeer Hunting in the Upper Palaeolithic: Sex Ratios as a Reflection of Different Procurement Strategies, *Journal of Archaeological Science*, 29, 4, p. 365-377.
- Weinstock J., 2006. Environment, body size and sexual dimorphism in Late Glacial Reindeer. In Ruscillo D. (Ed.): *Recent advances in aging and sexing animal bones*, 9th ICAZ Conference, Durham. Oxbow Books, Oxford, p. 247-253.
- Weladji R.B., Klein R.G., Holand O. et Mysterud A., 2002. Comparative response of *Rangifer tarandus* and other northern ungulates to climatic variability, *Rangifer*, 22 (1), p. 33-50.



- Weladji R.B. et Holand O., 2003a. Global climate change and reindeer : effects of winter weather on the autumn weight and growth of calves, *Oecologica*, 136, p. 317-323.
- Weladji R.B. et Holand O., 2003b. Sex ratio variation in reindeer *Rangifer tarandus* : a tests of the extrinsic modification hypothesis, *Wildlife Biology*, 9, p. 29-36.
- Weladji R.B., Holand O. et Almøy T., 2003. Use of climatic data to assess the effect of insect harassment on the autumn weight of reindeer (*Rangifer tarandus*) calves, *Journal of Zoology*, 260, p. 79-85.
- Weladji R.B. et Holand O., 2006. Influences of large-scale climatic variability on reindeer population dynamics : implications for reindeer husbandry in Norway, *Climate Research*, 32, p. 119-127.
- Welté A.-C., 2000a. Fontalès (Tarn-et-Garonne) : site de chasse au Paléolithique supérieur. In (Ed.): *Colloque International "La chasse dans la Préhistoire"*, UISPP Treignes, Belgique 1990. CEDARC, p. 387-399.
- Welté A.-C., 2000b. Le Magdalénien supérieur et les propulseurs dans la vallée de l'Aveyron : révision chronologique. In Pion G. (Ed.): *Le Paléolithique supérieur récent : nouvelles données sur le peuplement et l'environnement*, Actes de la table ronde de Chambéry. Mémoire de la Société Préhistorique Française, XXVIII, p. 201-212.
- West D., 1997. *Hunting Strategies in Central Europe during the Last Glacial Maximum*. British Archaeological Reports (International Series), 672, Oxford, 153 p.
- White G.C. et Garrott R.A., 1990. *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Academic Press Inc., San Diego, 383
- White R., 1980. *The Upper Paleolithic occupation of the Périgord : a topographic approach to subsistence and settlement*, Ph. D., University of Alberta, department of Anthropology, Alberta, 345 p.
- White R., 1982. Rethinking the Middle/Upper Paleolithic transition, *Current Anthropology*, 23, p. 169-192.
- White R., 1989. Husbandry and Herd Control in the Upper Paleolithic, *Current Anthropology*, 30, 5, p. 609-632.
- White R., 1992. Topographie des sites magdaléniens du Périgord. In Rigaud J.-P., Laville H. et Vandermeersch B. (Ed.): *Le peuplement magdalénien : paléogéographie physique et humaine*, Actes du Colloque de Chancelade 1988. p. 153-164.
- Wollebaek A., 1926. *The Spitsbergen reindeer (Rangifer tarandus spetsbergensis) (Andersen 1862)*. I Kommisjon Hos Jacob Dybwad, Oslo, 71 p.



Annexes

Annexe 1 : Inventaire de 93 sites archéologiques (114 assemblages) renfermant des restes osseux de faune au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France.

Fréquence du renne :

- : assemblages dans lesquels le renne n'est pas dominant

0 : moins de 50%, 1 : de 50 à 60%, 2 : de 60 à 70%, 3 : de 70 à 80%, 4 : de 80 à 90%, 5 : plus de 90%

Annexe 2 : Mesures des éléments anatomiques

Annexe 3 : Quantification des assemblages où le renne est bien représenté

Annexe 4 : Sex-ratio des assemblages fossiles : ramures et analyses bivariées

Annexe 5 : Données ostéométriques brutes inédites (Siréjol, Pégourié c. 8 & 9, Murat, Gral secteur avant, Gazel ensemble 7, Canecaude c. II, Lassac, Hardangervidda – D. Kuntz- ; et La Vache Salle Monique– N. Pailhaugue, com. pers.)

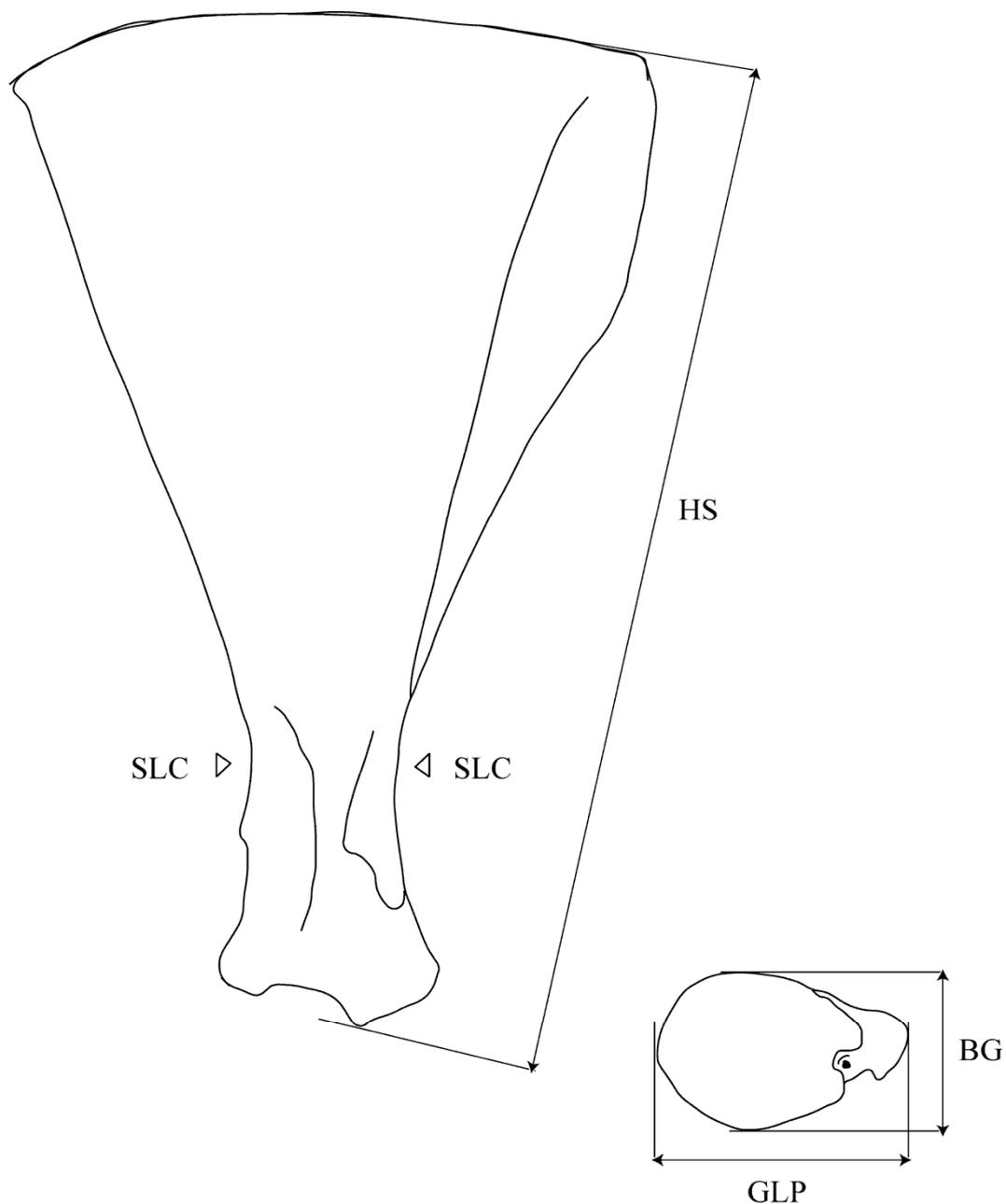
Annexe 1 : Inventaire des sites archéologiques du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France

Gisement	Zone géographique	Climatologie	Ongulé dominant	Fréquence Renne	Référence bibliographique
Rhodes II	Pyrénées	GIS-1	Sanglier	-	Simonne 1967, Delpech 1983
Jaurias	Gironde	Hel	Saïga	-	Costé 1951
Moulin-Neuf	Gironde	Hel	Saïga	-	Costamagno 1999b, 2000
Roc de Marcamps c. 2b	Gironde	Hel	Saïga	-	Slott-Moller 1988
Saint Germain c. 1 et C	Gironde	Hel	Saïga	-	Costamagno 1999b, 2000
Roc de Marcamps c. 3 et 4b	Gironde	Pléniglaciaire	Saïga	-	Slott-Moller 1988
Saint Germain c. 3 & 4	Gironde	Pléniglaciaire	Saïga	-	Costamagno 1999b, 2000
Piscine	Poitou-Charente	Hel	Renne/ Cheval	-	Delpech 1983, Dujardin et Pinçon 2000
Badegoule	Périgord	Pléniglaciaire	Renne/ Cheval	-	Cheynier <i>et al.</i> 1952
Rideaux	Pyrénées	Pléniglaciaire/ Hel	Renne/ Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Cuzoul de Vers c. 20/21	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Renne/ Bouquetin	-	Castel 1999
Ragout	Poitou-Charente	Pléniglaciaire/ Hel	Renne ?	-	Balout 1958
Espélugues	Pyrénées	GIS-1	Renne	0	Clot <i>et al.</i> 1980, Omnès <i>et al.</i> 1984
Dufaure c. 4	Piémont pyrénéen	GIS-1	Renne	1	Altuna et Mariezkurrena 1995
Sainte-Eulalie c. 1	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	1	Delpech 1983
Gare de Conduché	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	2	Castel et Kuntz 2007
Morin c. A et B	Gironde	GIS-1	Renne	3	Delpech 1983
Duruthy c. 3	Piémont pyrénéen	GIS-1	Renne	3	Delpech 1978
Bois Ragot c. 5 & 6	Poitou-Charente	GIS-1	Renne	3	Griggo 1995, 1996, 2005
Bize niv. H	Bassin de l'Aude	GIS-1	Renne	4	Magniez 2010
Eyzies	Périgord	GIS-1	Renne	5	Olsen 1987
Gare de Couze	Périgord	GIS-1	Renne	5	Delpech 1983
Grotte XVI	Périgord	GIS-1	Renne	5	Grayson <i>et al.</i> 2001
Limeuil	Périgord	GIS-1	Renne	5	Capitan et Bouyssonie 1924
Madeleine V et VI	Périgord	GIS-1	Renne	5	Delpech 1983
Reignac	Périgord	GIS-1	Renne	5	Roussot 1962, 1964
Peyrazet	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	5	Costamagno inédit
Crouzade	Bassin de l'Aude	GIS-1	Renne	?	Sacchi 1986
Moulin du Roc	Périgord	GIS-1	Renne	?	Detrain <i>et al.</i> 1996
Rochereil	Périgord	GIS-1	Renne	?	Jude 1960
Quéroy	Poitou-Charente	GIS-1	Renne	?	Gomez et Tournepiche 1980
Gourdan Magda sup.	Pyrénées	GIS-1	Renne	?	<i>in</i> Bahn 1983
La Tourasse E	Pyrénées	GIS-1	Renne	?	<i>in</i> Bahn 1983
Martinet c. 4	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	?	Le Tensorer 1973
Murat	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	?	Costamagno inédit
Roc Allan	Quercy-Agenais	GIS-1	Renne	?	Le Tensorer 1981
Dufaure c. 5/6	Piémont pyrénéen	Hel	Renne	0	Altuna et Mariezkurrena 1995
Isturitz F1 ou I	Piémont pyrénéen	Hel	Renne	0	Pétillon et Letourneux, com. pers
Bergerie-des-4-chemins	Quercy-Agenais	Hel	Renne	0	Séronie-Vivien <i>et al.</i> 1980 & 1981b
Igue du Gral	Quercy-Agenais	Hel	Renne	0	Castel <i>et al.</i> 2008
Gabillou	Périgord	Hel	Renne	1	<i>in</i> Costamagno 2003
Mas d'Azil Rive Droite	Pyrénées	Hel	Renne	1	Patou 1984
Espèche	Pyrénées	Hel	Renne	2	Clot <i>et al.</i> 1984
Gandil c. 2/ 14	Quercy-Agenais	Dernier Pléniglaciaire/ Hel	Renne	2	Griggo 1997
Madeleine IV	Périgord	Hel	Renne	3	Delpech 1983
Taillis-des-coteaux	Poitou-Charente	Hel	Renne	3	Griggo 2008, non publié
Enlène c. 3	Pyrénées	Hel	Renne	3	Delpech 1983
Gandil c. 20/25	Quercy-Agenais	Dernier Pléniglaciaire/ Hel	Renne	3	Griggo 1997
Gazel ensemble 7	Bassin de l'Aude	Hel	Renne	4	Fontana 1998, Kuntz sous presse
Combe Cullier c. 4 à 17	Quercy-Agenais	Hel	Renne	4	Delpech 1983
La Magdeleine La Plaine	Quercy-Agenais	Hel	Renne	4	Kuntz 2006
Peyrugues c.3	Quercy-Agenais	Hel	Renne	4	Juilliard 2009
Sainte-Eulalie c. 3	Quercy-Agenais	Hel	Renne	4	Delpech 1983
Bize niv. G	Bassin de l'Aude	Hel	Renne	5	Pathou-Mathis <i>et al.</i> 1999, Magniez 2010a
Canecaude	Bassin de l'Aude	Hel	Renne	5	Fontana 1998
Cap Blanc	Périgord	Hel	Renne	5	Delpech 1983
Flageolet II	Périgord	Hel	Renne	5	Delpech 1983, Delpano 1994
Laugerie-Haute Est MIII	Périgord	Hel	Renne	5	Delpech 1983

Gisement	Zone géographique	Chrono-climatologie	Ongulé dominant	Fréquence Renne	Référence bibliographique
Sireuil (Comarque)	Périgord	Hel	Renne	?	Delluc et Delluc 1981
Isturitz E coll. Passemard	Piémont pyrénéen	Hel	Renne	?	de Beaufort et Jullien 1973
Conques c.3	Pyrénées	Hel	Renne	0	Moigne <i>in</i> Baills 2003, Moigne <i>et al.</i> 1998
Enlène Salle du Fond	Pyrénées	Hel	Renne	?	Lalande 1986
Gouerris C	Pyrénées	Hel	Renne	?	<i>in</i> Bahn 1983
Montconfort	Pyrénées	Hel	Renne	?	<i>in</i> Bahn 1983
Fontalès	Quercy-Agenais	Hel/ Bolling	Renne	?	Bouchud 1959, Darasse et Guffroy 1960
Lafaye	Quercy-Agenais	Hel	Renne	?	Pajot 1969
Le Courbet	Quercy-Agenais	Hel	Renne	?	Pajot 1969
Montastruc	Quercy-Agenais	Hel	Renne	?	Bétirac 1952
Plantade	Quercy-Agenais	Hel	Renne	?	Pajot 1969
Crabillat	Périgord	GIS-1	Renne	?	Peyrony et Peyrony 1941, Bouchud 1959
Grand Pastou	Piémont pyrénéen	Hel/ Bolling	Renne	0	Lalande 1988, Costamagno 2006
Enlène c. 4	Pyrénées	Pléniglaciaire	Renne	1	Delpech 1981, Fosse 1992
Pégourie c. 8 & 9	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Renne	2	Séronie-Vivien <i>et al.</i> 1995
Peyrugues c. 5 à 9c	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Renne	2	Juilliard 2009
Jamblancs	Périgord	Pléniglaciaire	Renne	4	<i>in</i> Drucker <i>et al.</i> 2000
Lassac	Bassin de l'Aude	Pléniglaciaire	Renne	5	Fontana 1998, Kuntz sous presse
Laugerie-Haute Est M0 & M1	Périgord	Pléniglaciaire	Renne	5	Delpech 1983
Laugerie-Haute EstM2	Périgord	Pléniglaciaire	Renne	5	Delpech 1983
Cuzoul de Vers c. 23	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Renne	5	Castel 1999
Casserolle	Périgord	Pléniglaciaire	Renne	?	Guadelli et Castel inédit
Placard	Poitou-Charente	Pléniglaciaire	Renne	?	Griggo inédit, Clottes <i>et al.</i> 1997
Cassegros c. 10, 9, 8	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Renne	?	Le Tensorer 1981
Petit Cloup Barrat c. 4	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire/ Hel	Renne	5	Castel <i>et al.</i> 2006
Labastide	Pyrénées	GIS-1	Cheval/ Bovinés	-	Clot 1982, 1988
Roche de Castelmoron	Quercy-Agenais	GIS-1	Cheval/ Bovinés	-	Le Tensorer 1981
Faustin	Gironde	GIS-1	Cheval	-	Delpech 1971, 1983
Fontanet	Pyrénées	GIS-1	Cheval	-	Clottes 1979
Harpons A	Pyrénées	GIS-1	Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Fontarnaud	Gironde	Hel	Cheval	-	Delpech 1983
Duruthy c. 5	Piémont pyrénéen	Hel	Cheval	-	Delpech 1978
Bœufs	Pyrénées	Hel	Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Harpons B	Pyrénées	Hel	Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Saint-Michel d'Arudy	Pyrénées	Hel	Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Harpons C	Pyrénées	Pléniglaciaire	Cheval	-	<i>in</i> Bahn 1983
Cassegros c. 7	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Cheval	-	Le Tensorer 1981
Aurensan inférieur	Pyrénées	Hel	Chamois	-	Clot et Omnès 1979
Gouerris B	Pyrénées	GIS-1	Cerf/ Bovinés	-	<i>in</i> Bahn 1983
Pont d'Ambon c. 4	Périgord	GIS-1	Cerf	-	Delpech 1983
Massat	Pyrénées	GIS-1	Cerf	-	<i>in</i> Bahn 1983
Troubat c. 7a	Pyrénées	GIS-1	Cerf	-	Costamagno 2005
Bourouilla	Piémont pyrénéen	Hel/ Bolling	Cerf	-	Dachary <i>et al.</i> 2008
Scilles B	Pyrénées	Pléniglaciaire	Bovinés/ Renne	-	Pétillon <i>et al.</i> 2008
Brassempouy grotte Pape	Piémont pyrénéen	Hel/ Bolling	Bovinés/ Cheval	-	Patou-Mathis & Boukhima 1996
Fongaban	Gironde	Hel	Bovinés	-	Delpech 1983
Lustre	Gironde	Hel	Bovinés	-	Ouchaou 1985
Duruthy c. 4	Piémont pyrénéen	Hel	Bovinés	-	Delpech 1978
Spugo de Ganties	Pyrénées	Hel	Bovinés	-	<i>in</i> Bahn 1983
Roc de Marcamps c. 4c, 4d et 5	Gironde	Pléniglaciaire	Bovinés	-	Slott-Moller 1988
Bordeneuve	Quercy-Agenais	Pléniglaciaire	Bovinés	-	Ferullo <i>et al.</i> 1999
Belvis c. 1 à 4	Bassin de l'Aude	GIS-1	Bouquetin	-	Fontana 1998
Éil	Bassin de l'Aude	GIS-1	Bouquetin	-	Sacchi 1986
Eglises	Pyrénées	GIS-1	Bouquetin	-	Delpech et Le Gall 1983, Delpech et Villa 1993
Vache salle Monique	Pyrénées	GIS-1	Bouquetin	-	Pailhaugue 1993, 1996, 1998, 2004
Bédéilhac Galerie Vidal	Pyrénées	Hel	Bouquetin	-	Barbaza 1997



Annexe 2 : Mesures des éléments anatomiques



SCAPULA

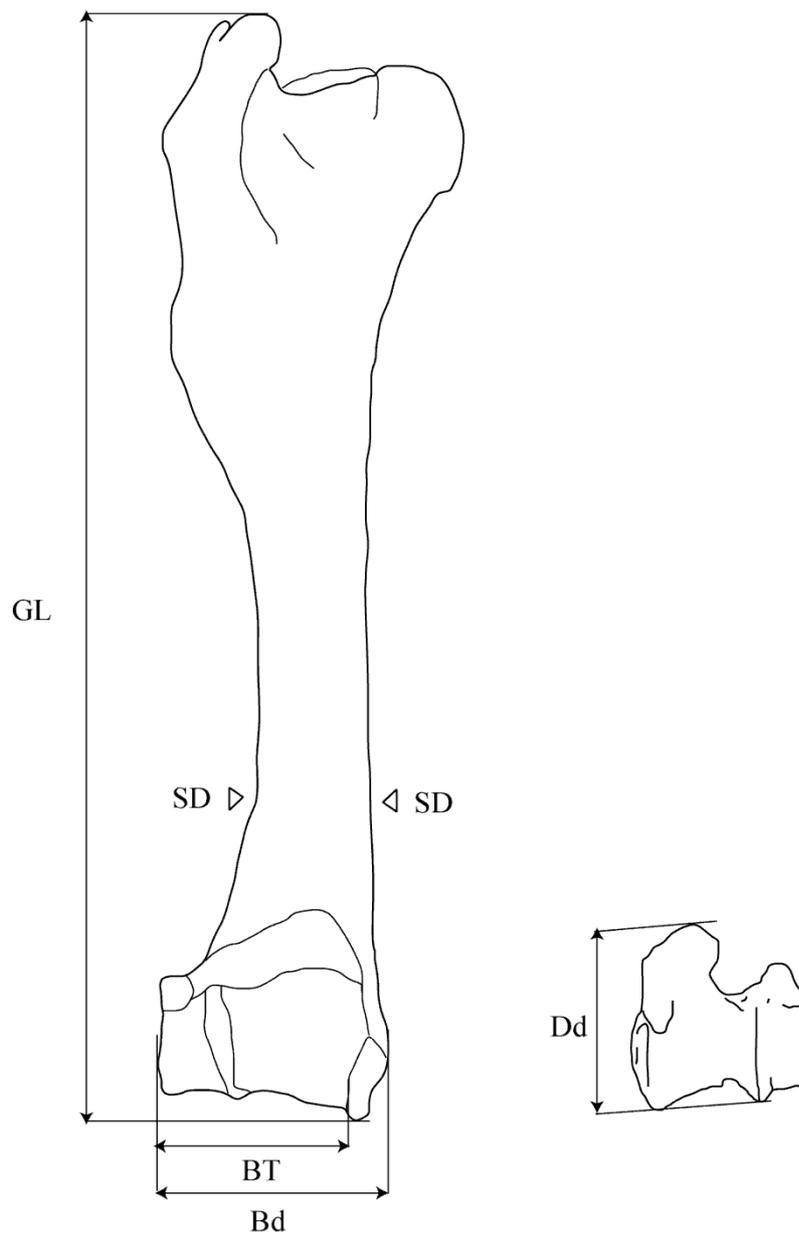
SLC : + petite longueur du col de la scapula (DAP col) - 1

GLP : + grande longueur du processus glénoïde (DAP max) - 2

BG : Largeur de la cavité glénoïde (DT cav.) - 4

HS : Hauteur totale - 5





HUMERUS

Bd : Diamètre transversal distal max. - 1

BT : + grande largeur de la trochlée - 2

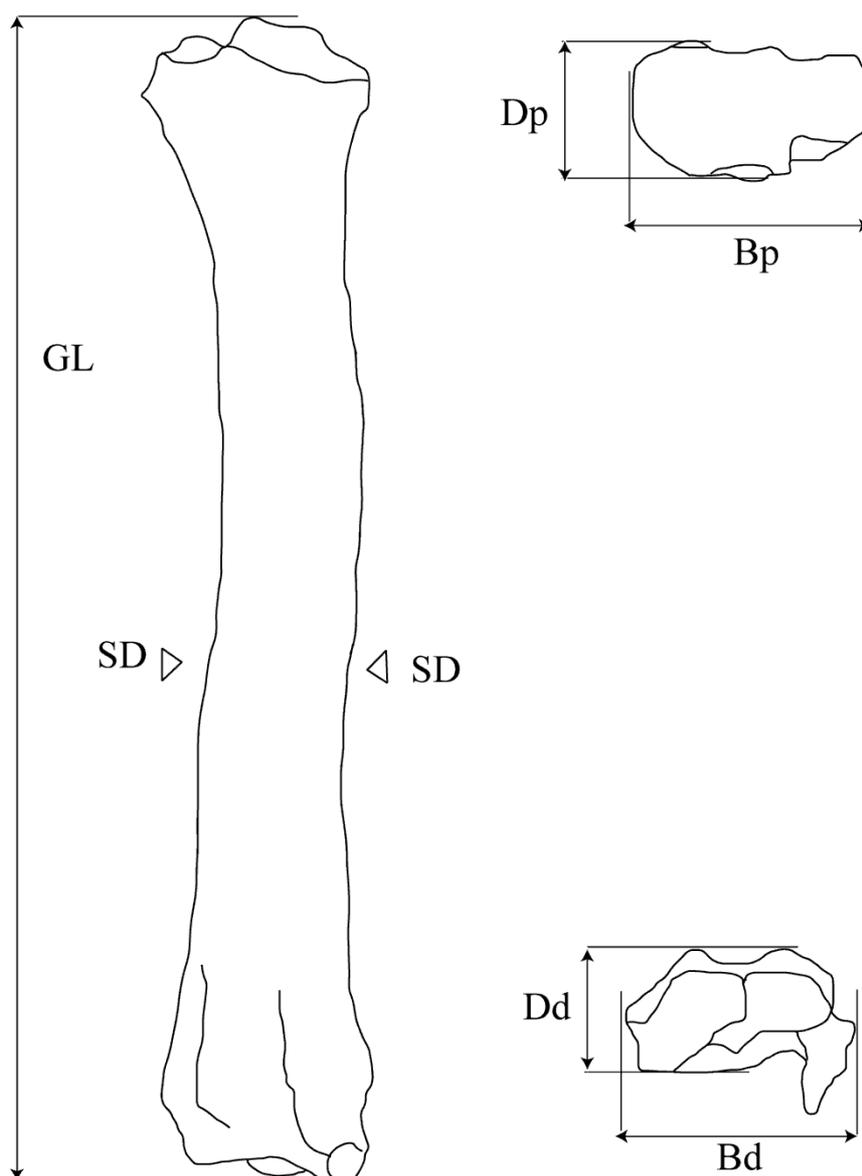
SD : + petite largeur de la diaphyse - 3

Dd : Diamètre antéro-postérieur distal max. - 4

GL: + grande longueur - 8

GLC : + grande longueur à partir de tête humérale (non figuré) -7





RADIUS

Bp : Diamètre transversal proximal max. - 1

SD : + petite largeur de la diaphyse - 2

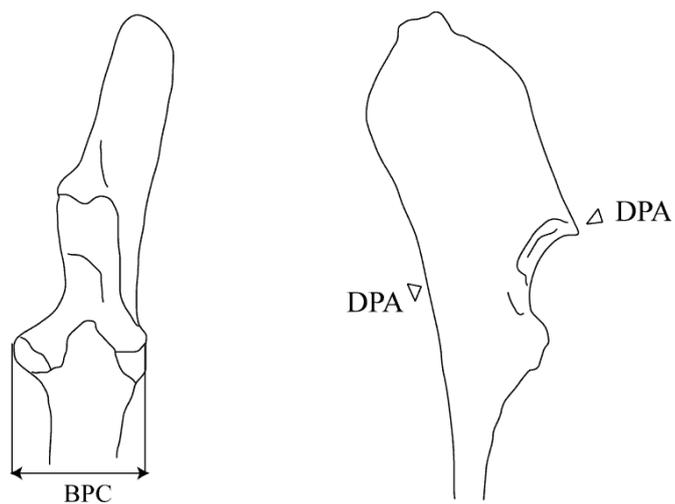
Bd : Diamètre transversal distal- 3

Dp : Diamètre antéro-postérieur proximal - 6

Dd : Diamètre antéro-postérieur distal - 7

GL : Plus grande longueur - 4



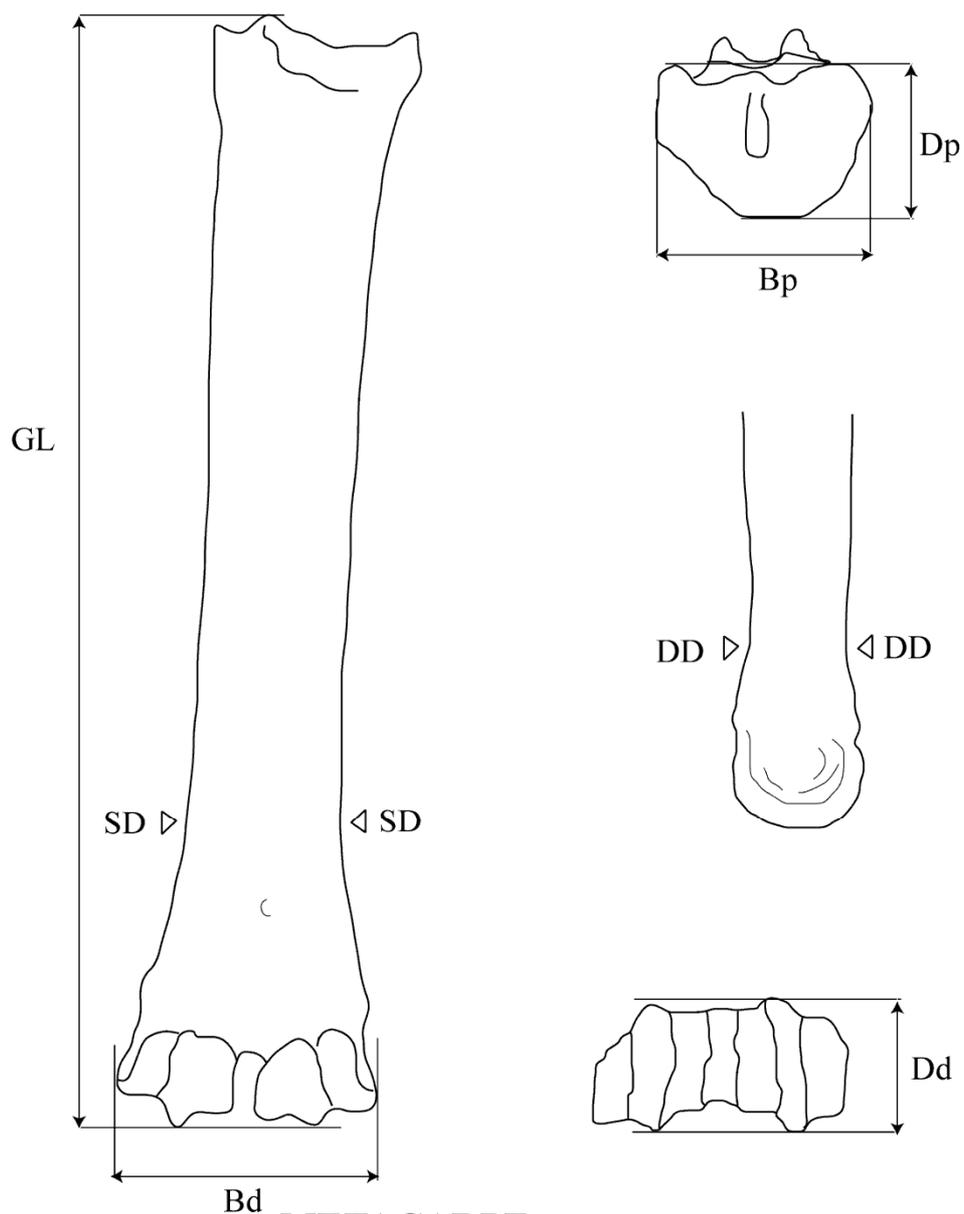


ULNA

BPC : + grande largeur de la surface articulaire - 1

DPA : Epaisseur du processus - 2





METACARPE

Bp : Diamètre transversal proximal - 1

Dp : Diamètre antéro-postérieur proximal - 2

SD : + petite largeur de la diaphyse - 3

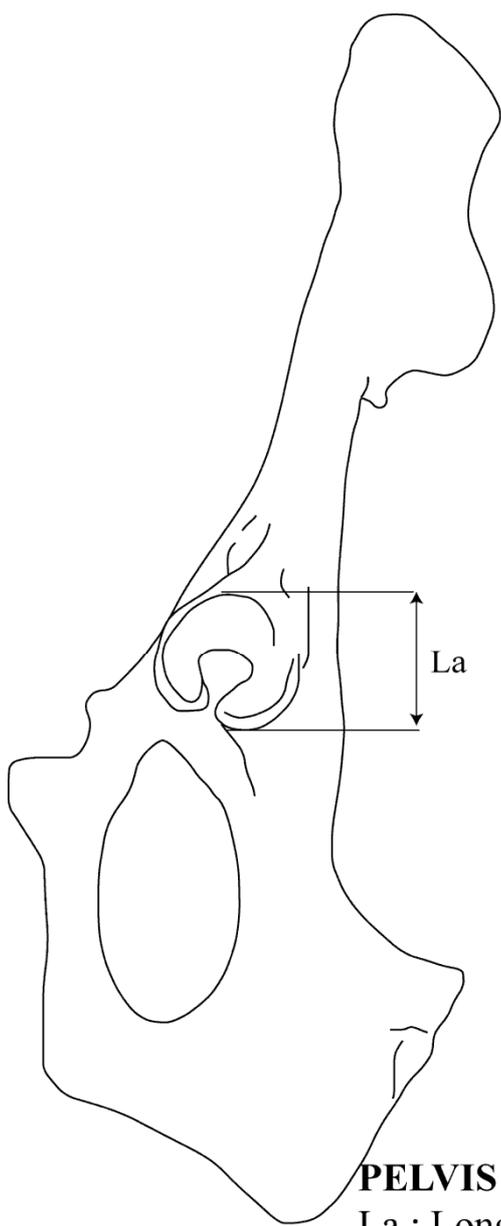
Bd : Diamètre transversal distal - 4

Dd : Diamètre antéro-postérieur distal - 5

DD : + petite épaisseur de la diaphyse - 7

GL : + grande longueur - 6



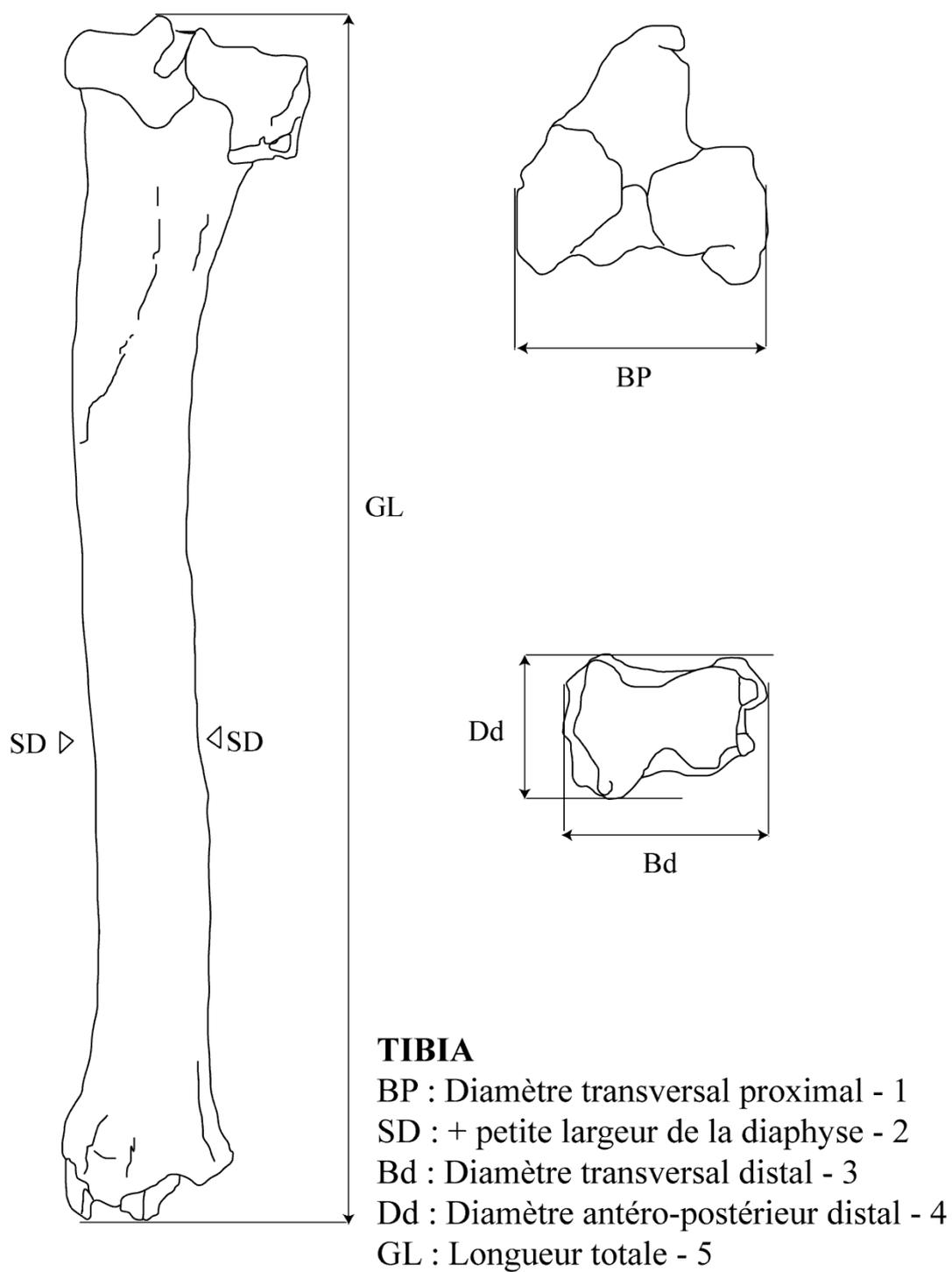


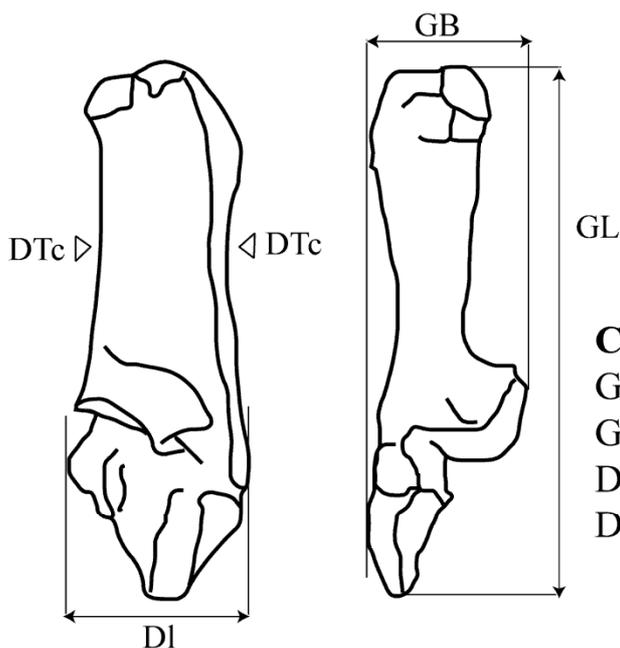
PELVIS

La : Longueur de l'acétabulum - 1

Ha : Hauteur de l'acétabulum (non figuré)



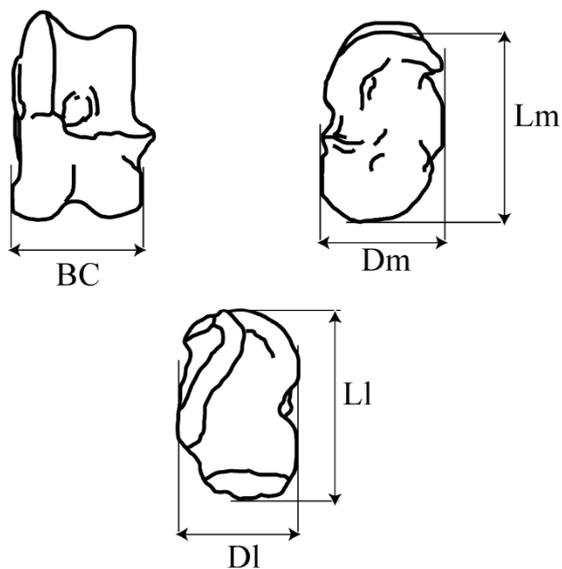




TARSIENS
(d'après Weinstock 2000)

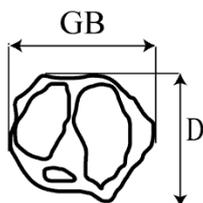
CALCANEUM

- GL : Longueur totale - 1
- GB : Diamètre transversal - 2
- DI : Diamètre antéro-postérieur - 3
- DTc : + petite épaisseur - 4



TALUS

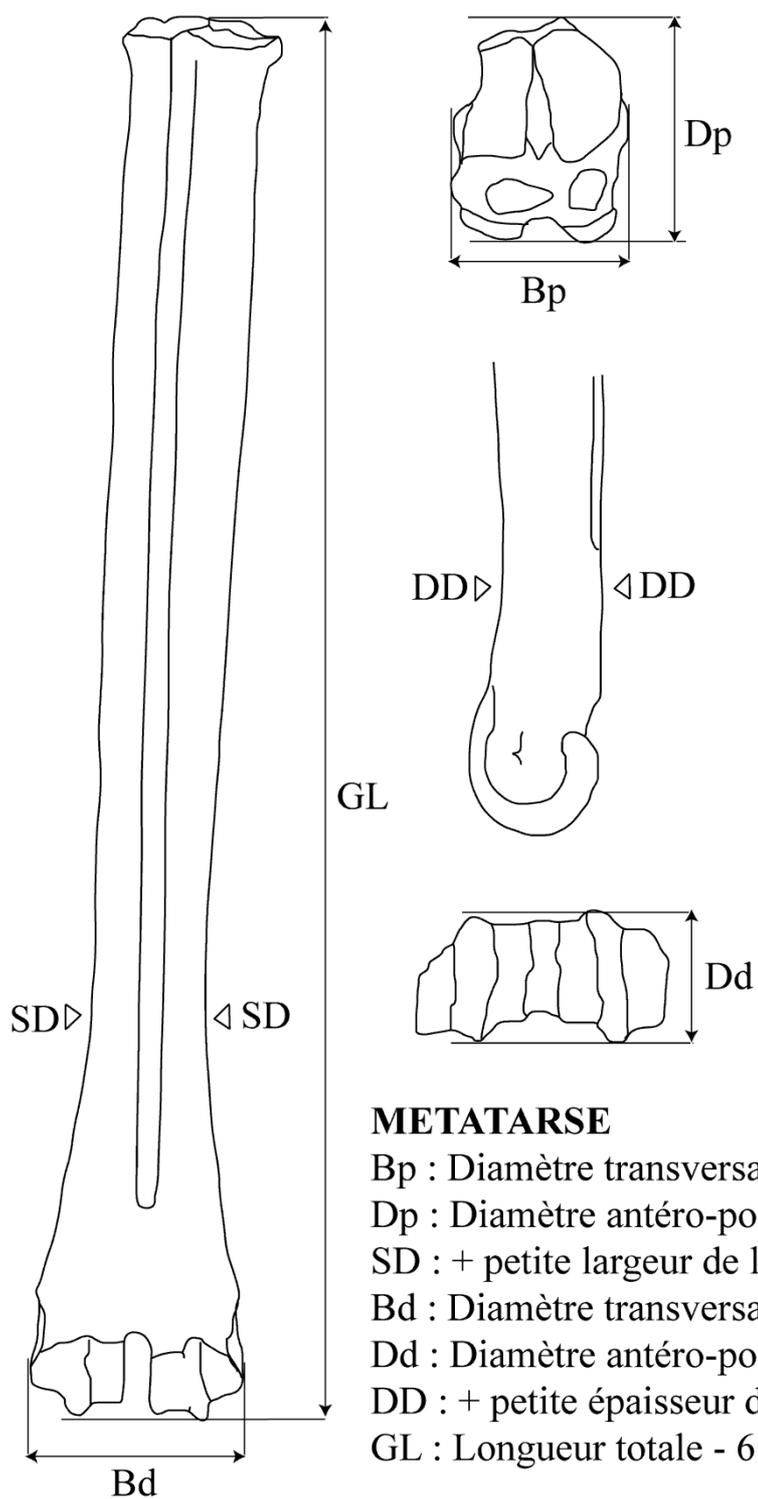
- Ll : longueur latérale - 1
- Lm : longueur médiale - 2
- DI : épaisseur latérale - 3
- Dm : épaisseur médiale - 4
- BC : Largeur totale - 5



CUBO-NAVICULAIRE

- GB : Diamètre transversal - 1
- D : Diamètre antéro-postérieur - 2





Annexe 3 : Quantification des assemblages où le renne est bien représenté

NRDt = Nombre de restes de renne déterminés au total

NMI = Nombre minimum d'individus

NRM = Nombre de restes mesurés (au total)

NER = Nombre d'éléments retenus (pour les analyses statistiques)

Les assemblages grisés sont ceux qui constituent notre corpus d'étude.



Zone géographique	Gisement	Niveau	Période	NRDt	NMI	Biométrie	NRM	NER	Référence NRD/ ostéométrie
Bassin de l'Aude	Bize	niv. H	He1	3184	48	oui	400+	249	Magniez 2010a, b
Bassin de l'Aude	Canecaude	c. II	He1	5460	124	oui	401	204	Fontana 1998, Kuntz
Bassin de l'Aude	Gazel	ensble 7	He1	6647	104	oui	974	375	Fontana 1998, Kuntz sous presse
Bassin de l'Aude	Belvis	niv. G	He1/ GIS-1	2	1	non	-	-	Pathou-Mathis <i>et al.</i> 1999
Bassin de l'Aude	Bize	niv. G	He1/ GIS-1	5743	75	oui	960+	477	Pathou-Mathis <i>et al.</i> 1999, Magniez 2010a, b
Bassin de l'Aude	Lassac	loc 1, sond, surface	Pléniglaciaire	1841	34	oui	213	111	Kuntz sous presse et inédit
Chalosse	Dufaure	c.4	GIS-1	2356	23	oui	116	109	Weinstock 2000b
Chalosse	Duruthy	c. 3	He1/ GIS-1	4306	?	oui	432	333	Delpech 1978, 1983
Chalosse	Duruthy	c. 5	He1	24	?	non	-	-	Delpech 1978
Chalosse	Dufaure	c. 5/6	He1	255	7	non	-	-	Altuna et Mariezkurrena 1995
Chalosse	Grand Pastou		He1/ GIS-1			oui	?	?	Lalande 1988
Chalosse	Duruthy	c. 4	Pré-GIS-1	353	?	oui	14	13	Delpech 1978, 1983
Gironde	Faustin		GIS-1	11	1	non	-	-	Delpech 1971, 1983
Gironde	Le Morin	c. B	GIS-1	280	?	oui	42	32	Delpech 1983
Gironde	Le Morin	c. A	GIS-1	1216	?	oui	186	110	Delpech 1983
Gironde	Fongaban		He1	4	?	non	-	-	Delpech 1983
Gironde	Fontarnaud		He1	36	?	non	-	-	Delpech 1983
Gironde	Roc de Marcamps	c. 2/ 2b	He1	98	4	oui	43	17	Slot-Moller 1988
Gironde	Moulin-Neuf	2	He1	321	5	non	-	-	Costamagno 1999,2000
Gironde	Saint-Germain la Rivière	c. 1 et C	He1	359	4	non	-	-	Costamagno 1999
Gironde	Jurias		He1	?	?	non	-	-	Couste 1951
Gironde	Lustre		He1	??	?	non	-	-	Ouchaou 1985
Gironde	Roc de Marcamps	c. 3, 4, 5	Pléniglaciaire	67	7	oui	idem	idem	Slot-Moller 1988
Gironde	Saint-Germain la Rivière	c. 3 et 4	Pléniglaciaire	310	4	non	-	-	Costamagno 1999
Périgord	Pont d'Ambon	c. 6	GIS-1	5	1	non	-	-	Delpech 1983
Périgord	Moulin du Roc		GIS-1	183	?	non	-	-	Detrain <i>et al.</i> 1996, Jones 2006
Périgord	Gare de Couze	c. H	GIS-1	613	?	oui	58	55	Delpech 1983, Weinstock 2000b
Périgord	Limeuil		GIS-1	1646	158	oui	243 talus	-	Boyle 1993, Bouchud 1959
Périgord	Grotte XVI	ø A et B	GIS-1	2049	?	oui	102	21	Grayson et Delpech 2005, Kuntz
Périgord	Gare de Couze	c. G1, G0, G	GIS-1	3158	?	oui	227	218	Delpech 1983, Weinstock 2000b
Périgord	Reignac		GIS-1	5507	307	non	-	-	Boyle 1993
Périgord	Le Flageolet II	c. IX	He1	694	?	oui	227	20	Delpech 1983, Deplano 1994, Kuntz
Périgord	Cap Blanc	niv. inf.	He1	1558	?	non	-	-	Delpech 1983
Périgord	Laugerie-Haute Est	Magda 3	He1	2143	?	oui	196	180	Delpech 1983, Weinstock 2000b
Périgord	La Madeleine	12 à 18	He1	3038	?	oui	217	146	Delpech 1983
Périgord	La Madeleine	fouilles anciennes	He1	?	?	oui	205	203	Weinstock 2000b
Périgord	Casserole	4,5,6	Pléniglaciaire	281	?	oui	34	1	Guadelli, com. pers.
Périgord	Laugerie-Haute Est	Magda 0, 1, 2	Pléniglaciaire	1954	?	oui	124	119	Delpech 1983, Weinstock 2000b
Poitou-Charentes	Piscine	remanié	GIS-1	331	?	non	-	-	Delpech 1983
Poitou-Charentes	Bois Ragot	6 et 5b	GIS-1	1217	10	oui	67	37	Griggo 1995, 1996, 2005
Poitou-Charentes	Quéroy		GIS-1	?	?	oui	?	?	Gomez et Tournepiche 1980, Tournepiche 1982
Poitou-Charentes	Taillis des Coteaux	c. II et III	He1	1842	19	non	-	-	Primault <i>et al.</i> 2008, Griggo 2008
Poitou-Charentes	Le Placard	badegoulien	Pléniglaciaire	2276	?	oui	135	60	Griggo 1997
Poitou-Charentes	Le Placard	solutrén	Pléniglaciaire	3090	?	oui	126	72	Griggo 1997
Pyrénées	Rhodes II	Foyer 1	GIS-1	1	1	non	-	-	Delpech 1983
Pyrénées	Eglises	3 à 11, foyer noir	GIS-1	7	1	non	-	-	Delpech et Le Gall 1983
Pyrénées	Espélugues	locus 1	GIS-1	14	1	non	-	-	Omnès <i>et al.</i> 1984
Pyrénées	Labastide	secteurs II et VI	GIS-1	29	4	oui	16	11	Clot 1988
Pyrénées	Espélugues	déblais	GIS-1	132	12	oui	98	6	Omnès <i>et al.</i> 1980
Pyrénées	La Vache	Salle Monique	GIS-1	5821	147	oui	1194	639	Pailhaugue 1993 et com. pers.
Pyrénées	Bois de Cantet	c. magda.	He1	156	?	oui	37	15	Clot 1984
Pyrénées	Enlène	Salle du Fond	He1	1262	58	oui	291	78	Lalande 1986
Pyrénées	Mas d'Azil	Rive Droite	He1	1268	92	non	-	-	Patou 1984
Pyrénées	Enlène	Salle des Morts	He1	1306	11 ad.	oui	16	16	Delpech 1981
Pyrénées	Lortet	déblais	non connue	96	?	oui	15	2	Boivin <i>et al.</i> 1986
Pyrénées	Gourdan	déblais	non connue	471	?	non	-	-	Clot 1984
Pyrénées	Enlène	EDG c. 4	Pléniglaciaire	43 ?	1	oui	142 ?	9	Fosse 1992
Pyrénées	Conques	c. 1, 2, 3	He1/ GIS-1	401	12	oui	41	8	Moigne 2003, Magniez 2010a, b
Pyrénées Atlantiques	Isturitz	c. I ou F1	fin He1	135	14	non	-	-	Pétillon et Letourneux 2006 et com. pers.
Pyrénées Atlantiques	Bourrouilla	ensble A	GIS-1	4	1	non	-	-	Dachary <i>et al.</i> 2008
Pyrénées Atlantiques	Bourrouilla	ensble B	GIS-1	7	1	non	-	-	Dachary <i>et al.</i> 2008
Pyrénées Atlantiques	Isturitz	c. E coll. Passemard	He1	?	?	non	-	-	Beaufort et Jullien 1973
Quercy	Peyrazet		GIS-1	55	-	oui	22	11	Costamagno et Kuntz inédit
Quercy	Sainte-Eulalie	c. 1	GIS-1	63	?	non	-	-	Delpech 1983, Castel inédit
Quercy	Murat		GIS-1	708	-	oui	107	35	Costamagno et Kuntz inédit
Quercy	Bergerie-4-chemins	c. 6/7	He1	116	13	oui	23	12	Kuntz
Quercy	Sainte-Eulalie	c. 3	He1	260	?	non	-	-	Delpech 1983, Castel inédit
Quercy	Gandil	c. 2/ 14	He1	453	?	non	-	-	Griggo 1997
Quercy	Peyrugues	c. 3	He1	538	7	oui	154	30	Juilliard 2009
Quercy	La Magdeleine La Plaine	niv. inf.	He1	554	10	oui	49	11	Kuntz 2006 et ce travail
Quercy	Gandil	c. 20/25	He1	1047	?	non	-	-	Griggo 1997
Quercy	Combe Cullier	c. 11 à 14	He1	1505	?	oui	61	44	Delpech 1983
Quercy	Igue du Gral		He1	3000	25	oui	540	189	Kuntz
Quercy	Pras de Marrou	pls loci	non connue	68	9	oui	72	62	Castel 2004, Kuntz
Quercy	Peyrugues	c. 5 à 9c	Pléniglaciaire	523	9	oui	90	6	Juilliard 2009
Quercy	Pégourié	c. 8 et 9	Pléniglaciaire	1626	36	oui	86	38	Kuntz
Quercy	Roc de Combe	c. 1	stade 2	1691	?	oui	166	161	Delpech 1972, Weinstock 2000b
Quercy	Jaurens		stade 3/2	1199	13	oui	538	115	Valli et Guérin 2000, Valli com. Pers.
Quercy	Roc de Combe	c. 7	stade 3/2	1252	?	oui	23	20	Grayson et Delpech 2008, Weinstock 2000b
Quercy	Roc de Combe	c. 5	stade 3/2	1470	?	oui	131	129	Grayson et Delpech 2008, Weinstock 2000b
Quercy	Siréjol	éboulis	stade 3/2	min 609	47	oui	571	406	Mérico 2003, Kuntz
Quercy	Rouquette	Moustérien	stade 4/3	554	59	oui	203	70	Heriche-Briki 2003



Annexe 4 : Sex-ratio des assemblages fossiles : ramures et analyses bivariées

✓ La Rouquette (Tarn-et-Garonne)

Un seul fragment de bois provient d'un mâle adulte (Magniez 2010b). D'après huit restes de métacarpien distal, les femelles dominent dans l'UA2 (unité archéostratigraphique 2) alors que les proportions des deux sexes sont équivalentes dans l'UA3 (Magniez 2010a).

✓ Jaurens (Corrèze)

Un reste crânien appartient à un mâle (Valli et Guérin 2000). À partir des valeurs brutes communiquées par Valli, des analyses bivariées portant sur trois éléments anatomiques ont été effectuées. Les données sur l'humérus (Figure 172) ainsi que sur le tibia (Figure 173) permettent de mettre en avant l'importance des mâles au sein de l'échantillon. Ces résultats sont toutefois en désaccord avec le nuage de points obtenu pour le métacarpien (Figure 174) et le calcanéum (Figure 175). En dépit de la présence d'ossements complets, il demeure délicat de caractériser précisément le sex-ratio car les résultats des analyses bivariées diffèrent selon l'élément anatomique analysé.

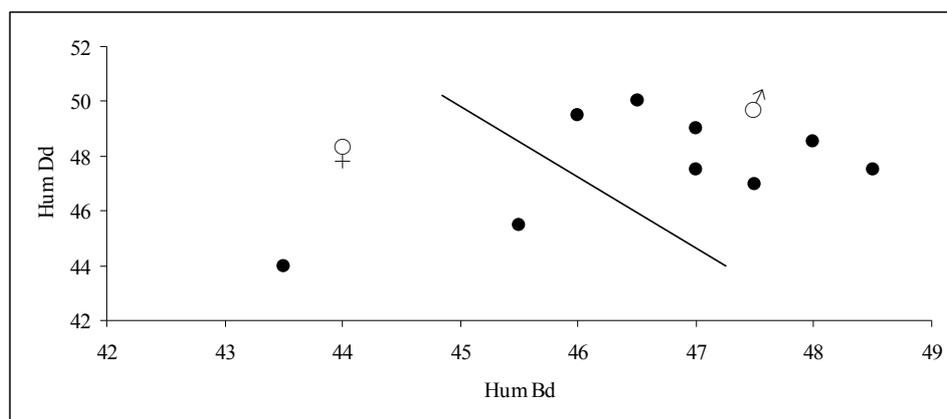


Figure 172 : Jaurens - Répartition des humérus distaux (en mm).

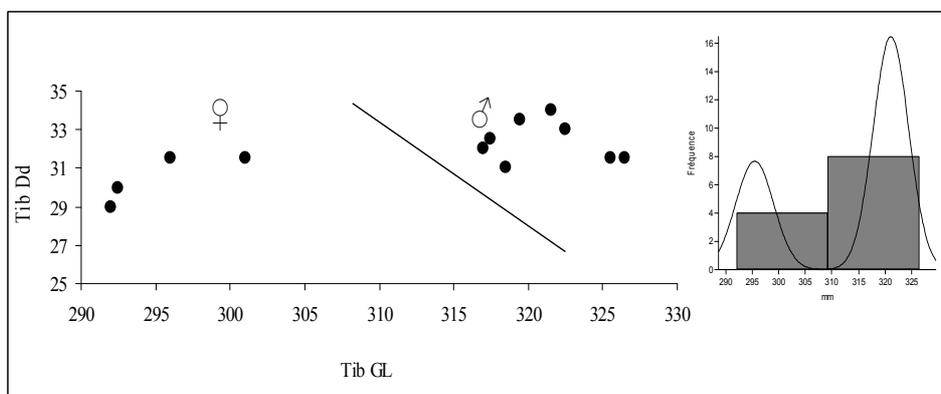


Figure 173 : Jaurens- Répartition des tibias et analyse de mélanges sur la longueur totale (en mm).



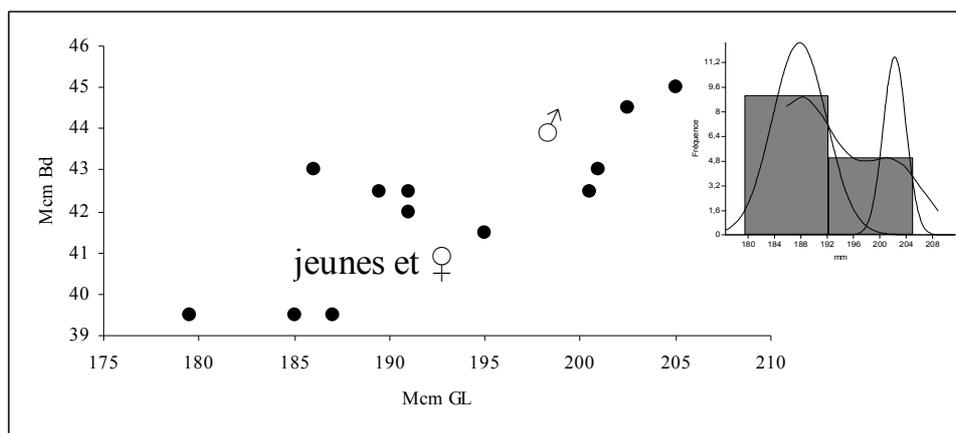


Figure 174 : Jaurens- Répartition des métacarpiens et analyse des mélanges sur la longueur totale (en mm).

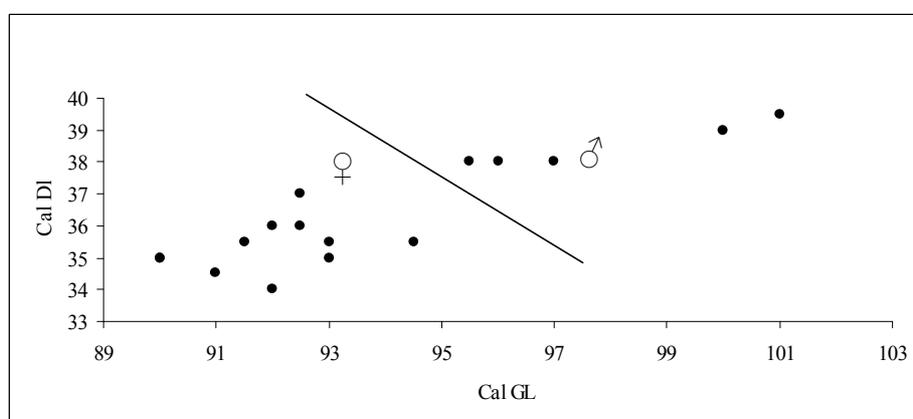


Figure 175 : Jaurens- Répartition des calcanéus.

✓ Siréjol (Lot)

Les nuages de points établis pour le talus et l'extrémité distale du radius ne permettent pas, en raison du chevauchement des mesures, d'apporter une quelconque conclusion. Plusieurs représentations graphiques indiquent une sur-représentation des femelles et/ou des jeunes individus des deux sexes avec, parfois, la présence de mâles adultes. C'est le cas par exemple des scapulas, des extrémités distales de l'humérus (Figures 176 et 177) et des tibias distaux (Figure 178).



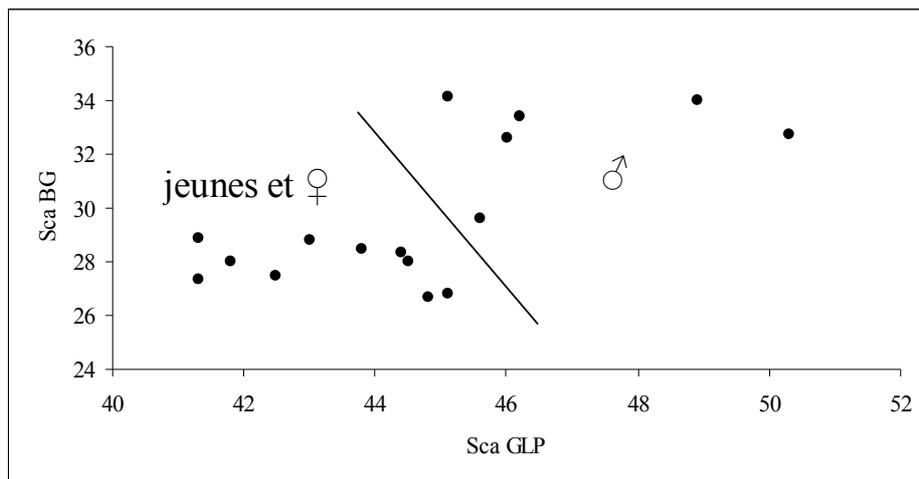


Figure 176 : Siréjol- Répartition des scapulas (en mm).

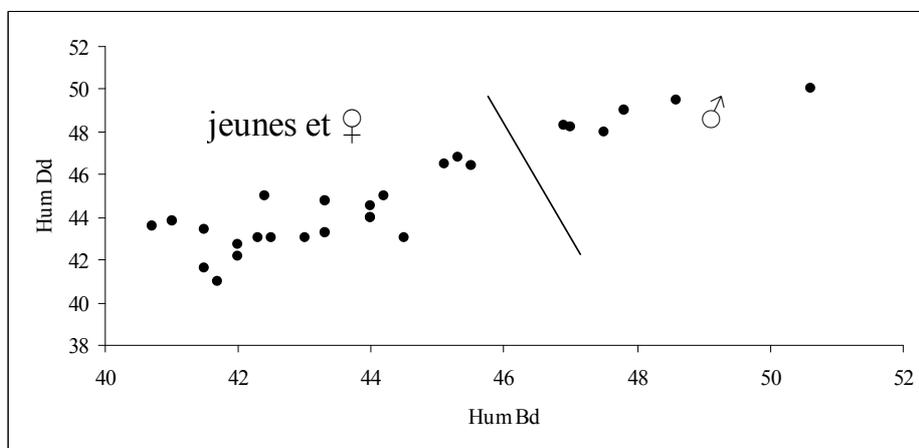


Figure 177 : Siréjol- Répartition des humérus distaux (en mm).

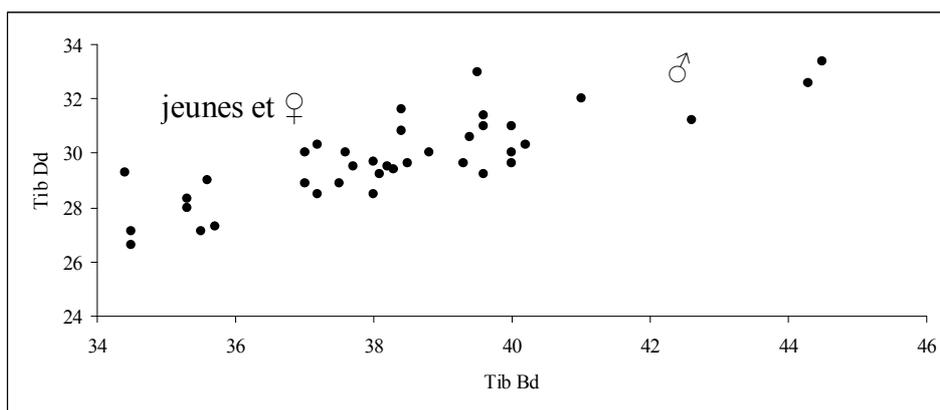


Figure 178 : Siréjol- Répartition des tibias distaux.



✓ Roc de Combe (Lot)

La répartition en nuages de points des métacarpiens distaux irait, comme l'analyse de mélange, dans le sens d'une majorité de femelles dans les deux assemblages (Figure 179).

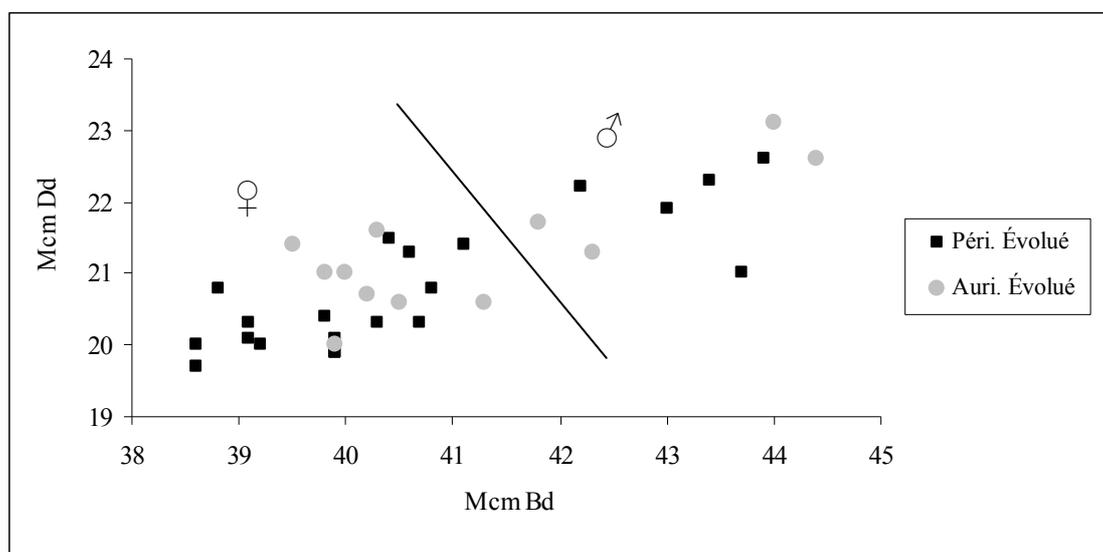


Figure 179 : Roc de Combe (c. 1 et 5)- Répartition des métacarpiens distaux (en mm).

✓ Lassac (bassin de l'Aude)

À Lassac, les bois de massacre de renne ainsi que les analyses bivariées livrent des résultats contradictoires. Les bois indiquent que les femelles sont les mieux représentées au sein des trois assemblages et totalisent un nombre minimal de dix individus. La présence de femelles est également attestée par la découverte de sept restes de fœtus (NMI= 2) dans le locus 1. D'après les bois, seuls deux mâles sont présents, uniquement dans le ramassage de surface (Kuntz sous presse-a). La saison d'abattage se situant majoritairement en automne/hiver (Fontana 1999, Kuntz sous presse-a), la faible proportion de bois de mâles dans l'assemblage peut s'expliquer par le fait que les mâles sont généralement « tête nue » durant cette période de l'année. L'étude ostéométrique entreprise sur le matériel post-crânien tendrait à nuancer ce constat. Dans le cadre d'une analyse bivariée simple, l'extrémité distale de l'humérus permet de distinguer deux groupes de fréquence équivalente (Figure 180).



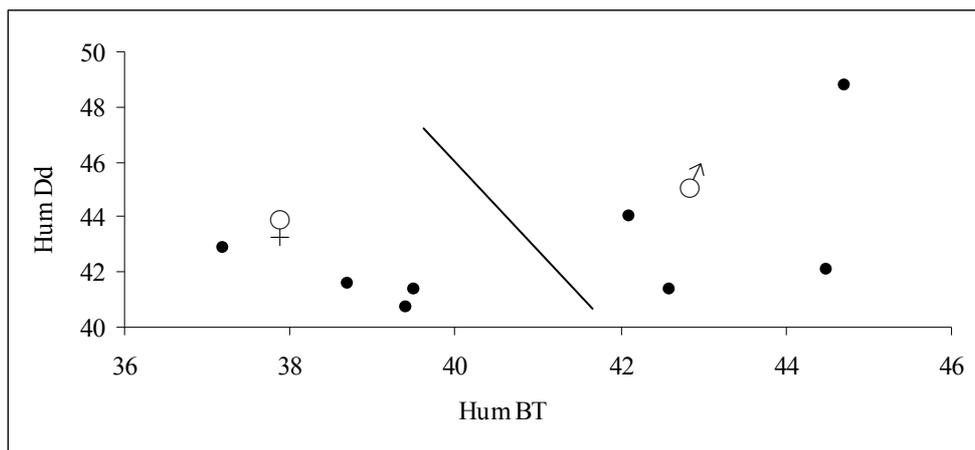


Figure 180 : Lassac- Répartition des humérus distaux (en mm).

✓ Laugerie-Haute Est (Dordogne)

Dans les niveaux rapportés au Dernier Pléniglaciaire (Laugerie-Haute Est 0,1,2), plusieurs nuages de points (Figures 181 à 184) pourraient aller dans le sens d'une présence forte des mâles dans l'assemblage du dernier Pléniglaciaire, à condition que les limites fixées correspondent bien à la distinction des deux genres.

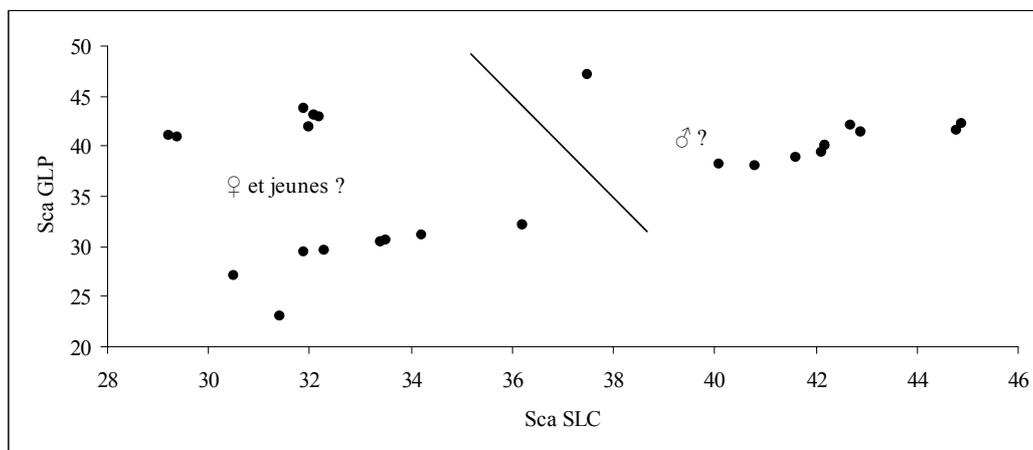


Figure 181 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des scapulas (en mm).



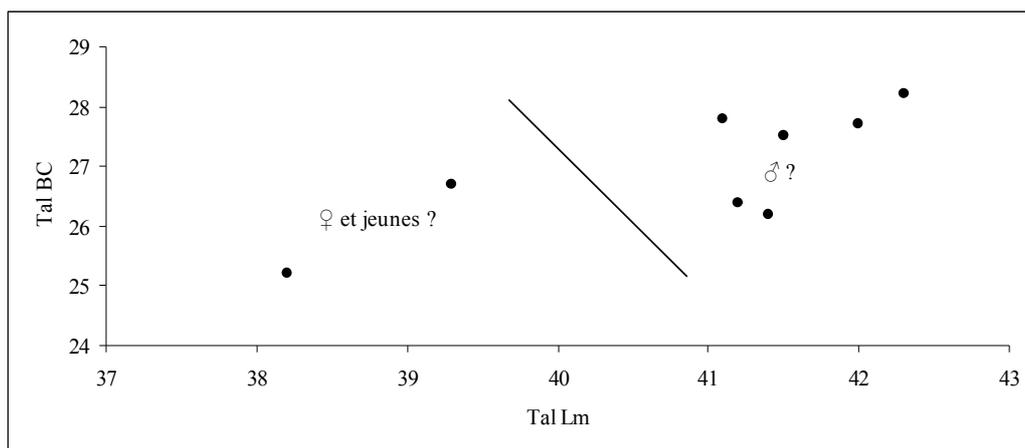


Figure 182 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des talus (en mm).

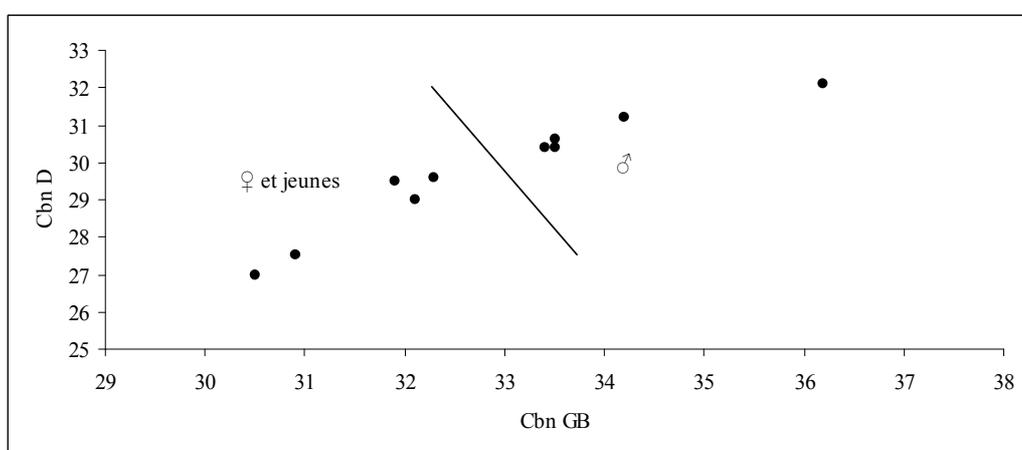


Figure 183 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des cubo-naviculaires (en mm).

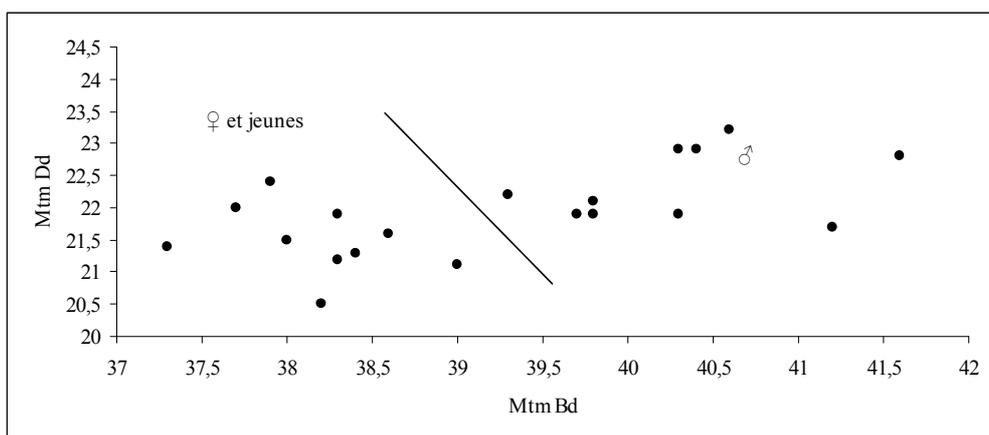


Figure 184 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des métatarsiens (en mm).

Dans les niveaux rapportés au Dryas ancien (Laugerie-Haute Est 3), les répartitions des mesures de plusieurs éléments anatomiques -dont le radius (Figure 185), le métacarpien (Figure 186), le tibia (Figure 187) et le métatarsien (Figure 188)- permettraient de valider les résultats de l'analyse de mélange (prédominance de femelles).



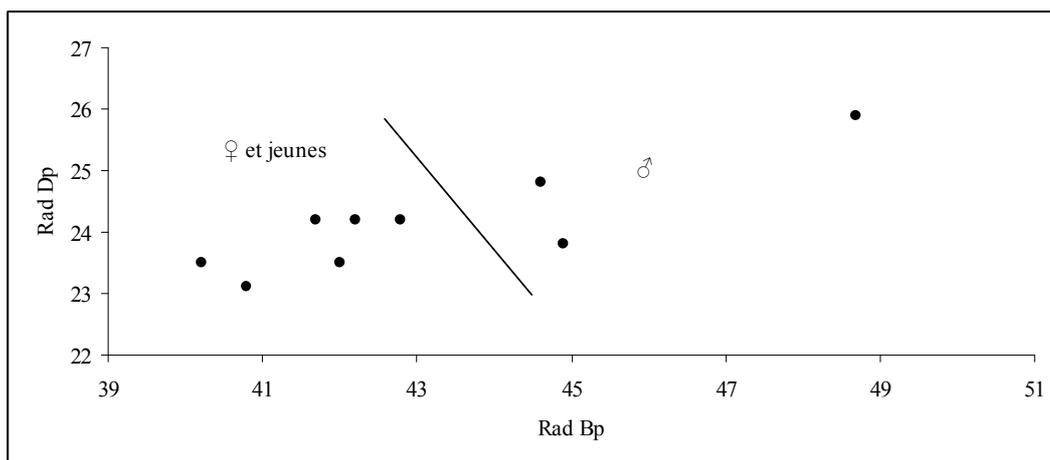


Figure 185 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des radius (en mm).

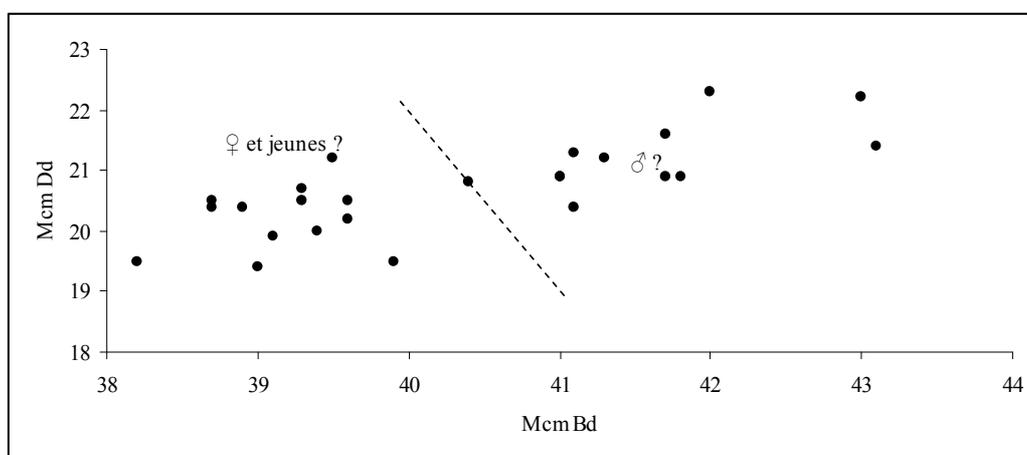
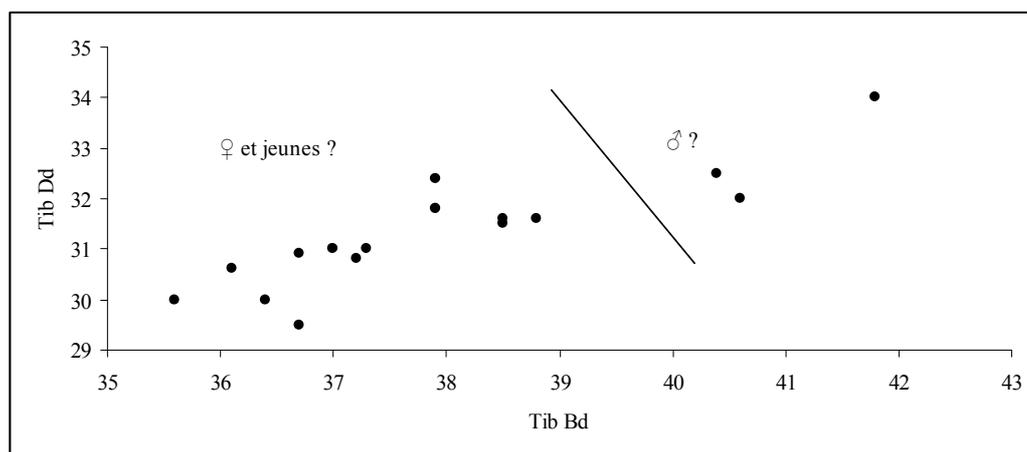


Figure 186 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des métacarpiens (en mm).



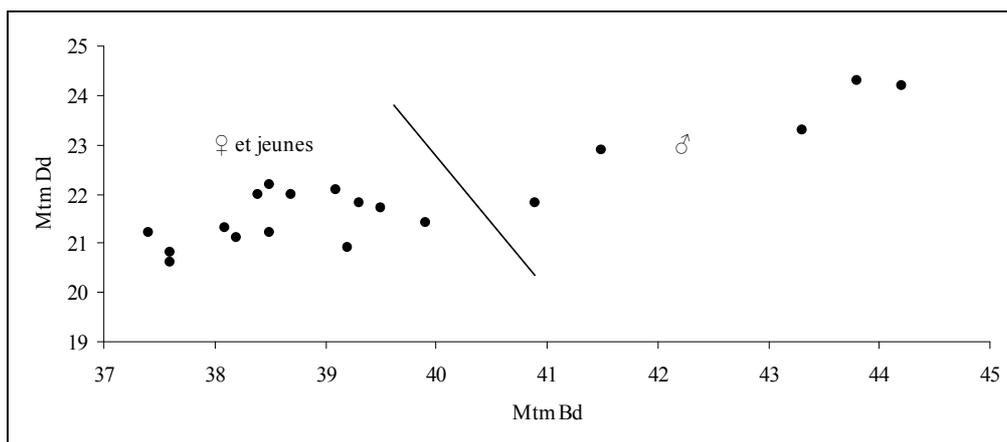


Figure 188 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des métatarsiens (en mm).

✓ Gazel et Canecaude (Bassin de l'Aude)

À Gazel et Canecaude, les nuages de points pour plusieurs éléments anatomiques (Figures 189 à 193) traduiraient une présence plus forte de mâles à Gazel.

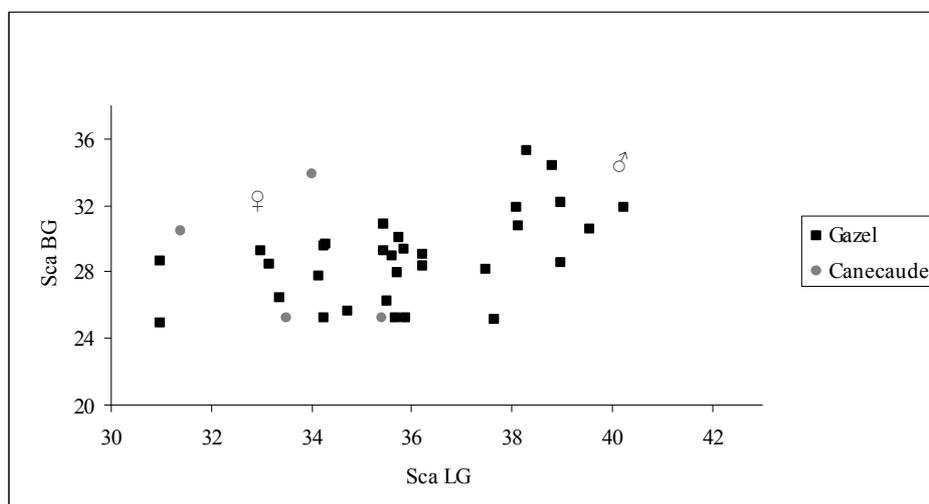


Figure 189 : Gazel et Canecaude- Répartition des scapulas (en mm).

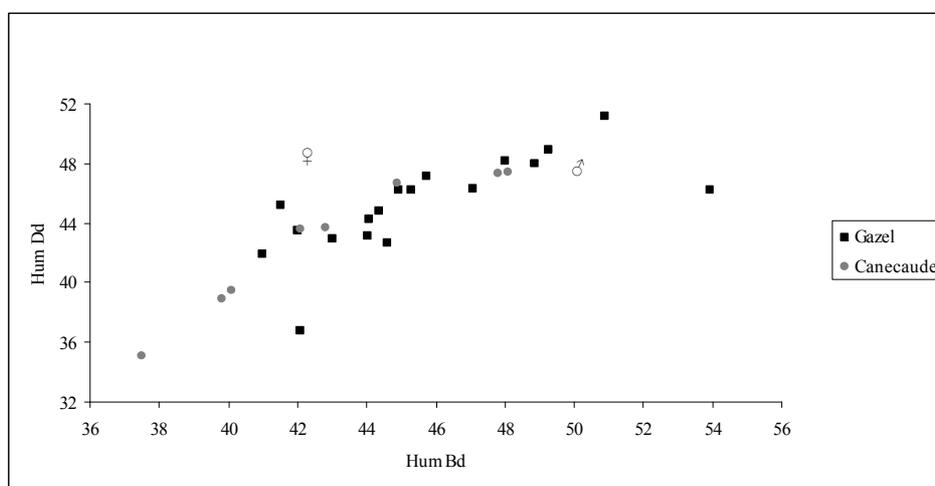


Figure 190 : Gazel et Canecaude- Répartition des humérus (en mm).



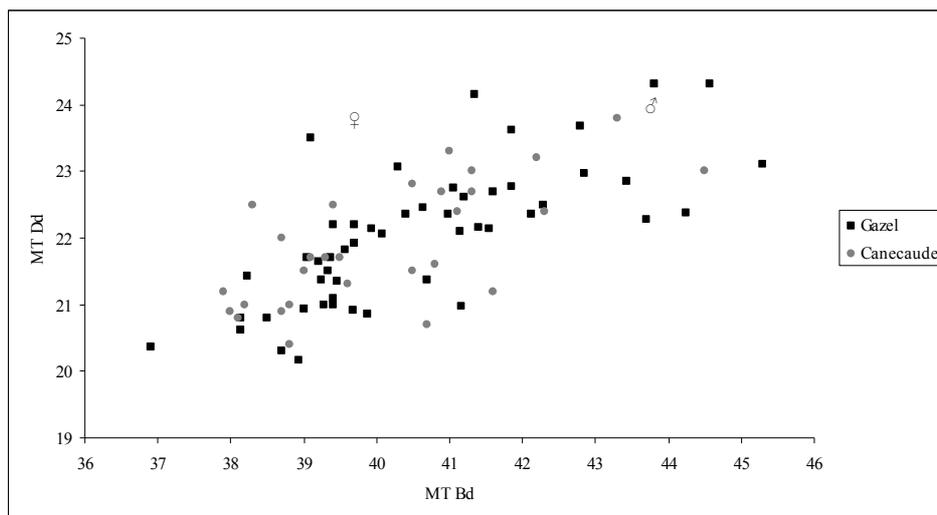


Figure 191 : Gazel et Canecaude- Répartition des métatarsiens (en mm).

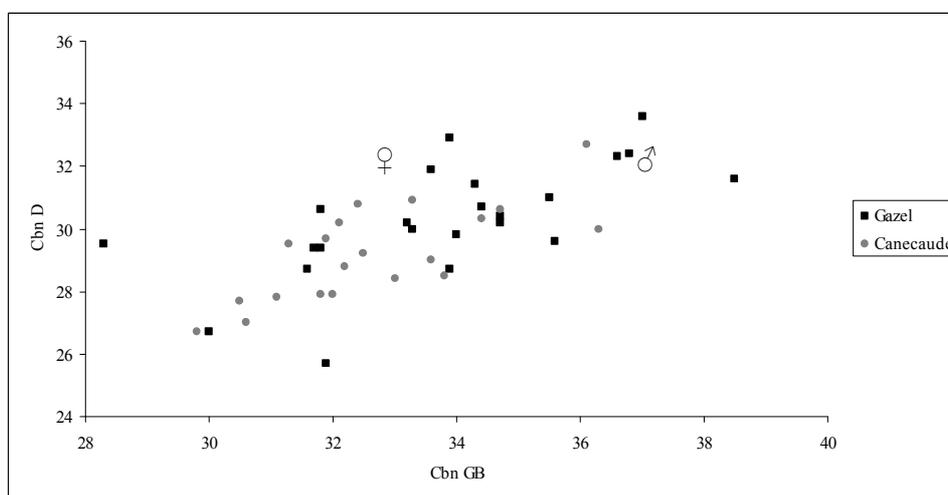


Figure 192 : Gazel et Canecaude- Répartition des cubo-naviculaires (en mm).

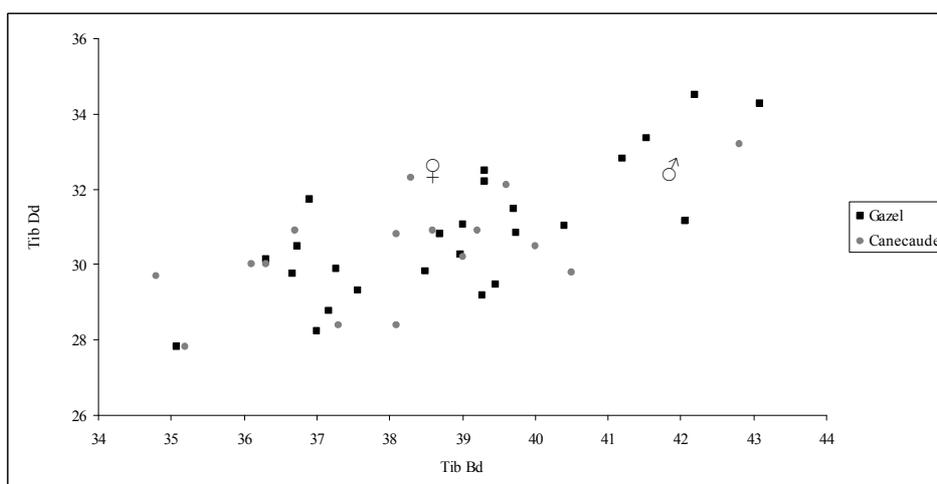


Figure 193 : Gazel et Canecaude- Répartition des tibias (en mm).



✓ Igue du Gral (Lot)

L'attribution sexuelle des ossements issus des campagnes 2001-2008 a également été tentée à partir d'une répartition bivariée, sous la forme de nuages de points. Les restes de scapula, dont la fusion épiphysaire a lieu tôt dans la vie de l'animal (6 mois), indiquent un probable chevauchement entre les jeunes individus des deux sexes et les femelles. Les deux points les plus hauts dans le groupe des mâles indiquent la présence de deux individus de plus forte corpulence (Figure 194).

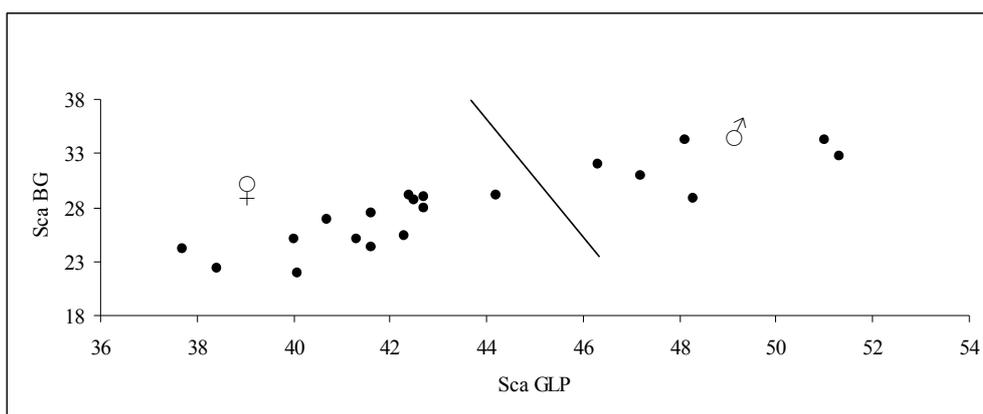


Figure 194 : Igue du Gral- Répartition des scapulas (en mm).

Les femelles et les mâles paraissent globalement équitablement représentés au niveau des extrémités distales droites de l'humérus et celles des radius droits. Le métacarpe, particulièrement le côté gauche, livre des résultats tant pour le rapport Bd/Dd (Figure 195), que pour le rapport GL/Bd (Figure 196). Dans les deux cas, deux nuages distincts apparaissent, et les mâles adultes (NMI= 6) paraissent légèrement mieux représentés que les femelles.

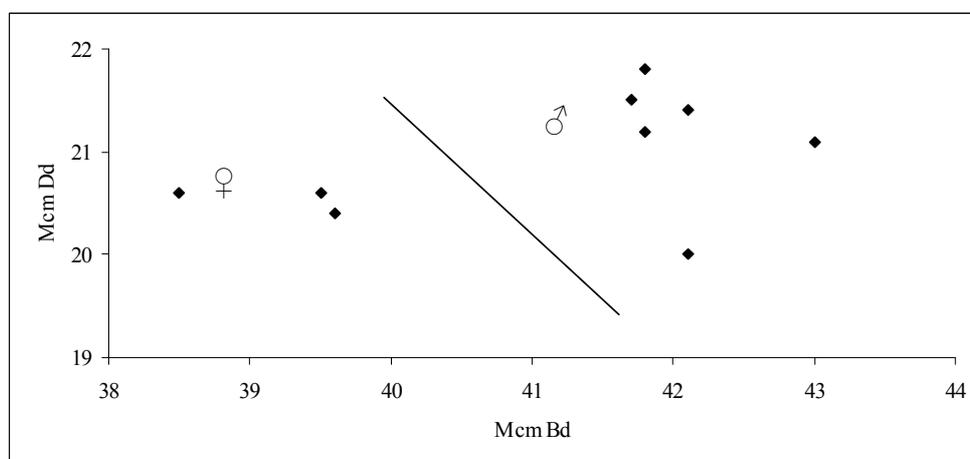


Figure 195 : Igue du Gral- Répartition des métacarpiens distaux côté gauche (en mm).



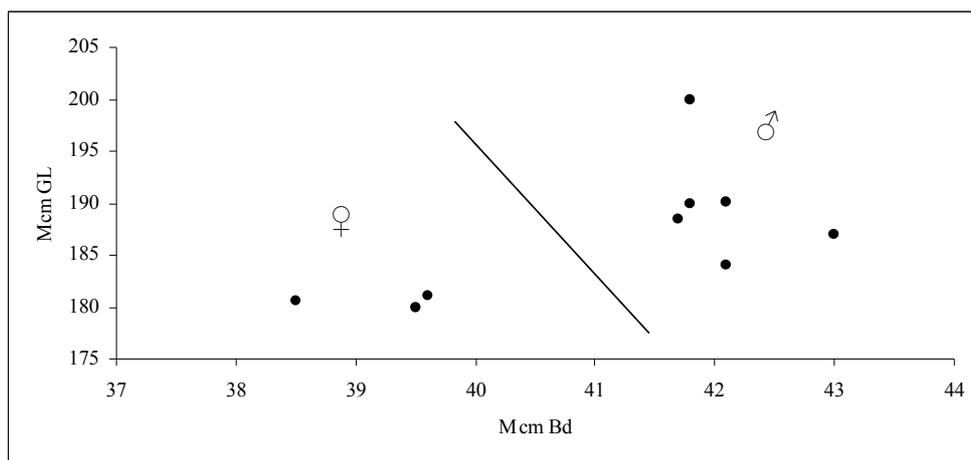


Figure 196 : Igue du Gral- Répartition des métacarpiens distaux côté gauche (en mm).

Le même rapport de longueur (GL), confronté cette fois à la plus petite largeur de la diaphyse (SD), livre également une répartition intéressante pour le tibia (Figure 197). Cinq femelles (dont au moins deux subadultes) et cinq mâles adultes (les deux points entourés correspondant à un même individu) auraient ainsi chuté dans l'aven.

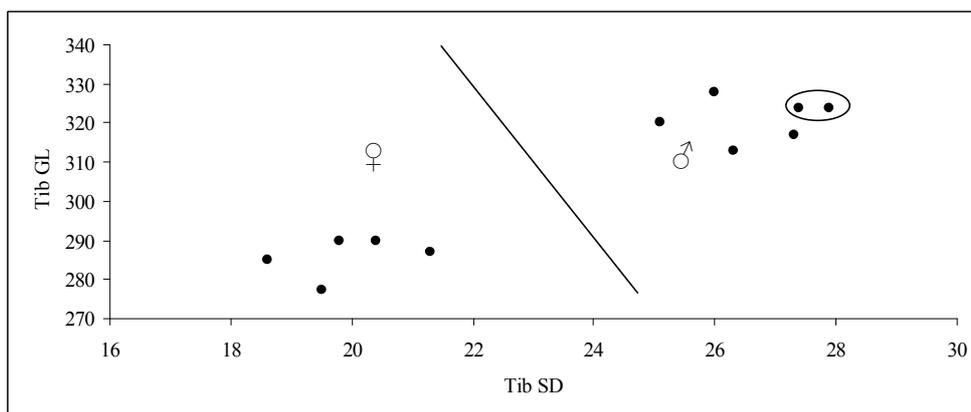


Figure 197 : Igue du Gral- Répartition des tibias (en mm).

Sur la base des analyses bivariées de plusieurs éléments anatomiques discriminants (Tableau 125), nous avons pu mettre en évidence une relative égalité des sexes des individus adultes, avec la possibilité d'une présence plus importante de mâles dont au moins un de forte taille (Kuntz et Castel 2008).

	Rapports mesures	côté	NMI femelles	NMI mâles	NMI indét.	TOTAL
Humérus distal	DT/ DAP	D	2	3	1	6
Radius distal	DT/ DAP	G	4	4		8
Métacarpe	Bd/ GL	G	3	6		9
Pelvis	La/ Ha	D	3	3		6
Tibia	SD/ GL	G+D	5	5		10

Tableau 125 : Igue du Gral- Synthèse des proportions mâles/femelles selon certains éléments anatomiques post-crâniens.



✓ La Madeleine (Dordogne)

Pour l'échantillon de Weinstock (provenant des fouilles Lartet et Christy), les mesures étant disponibles, des répartitions bivariées pour les principaux ossements ont été effectuées. Au niveau du membre antérieur, la scapula indique que les jeunes individus et les femelles (NMI= 11 au total et 7 pour les femelles) paraissent mieux représentés que les mâles (NMI= 3) (Figure 198).

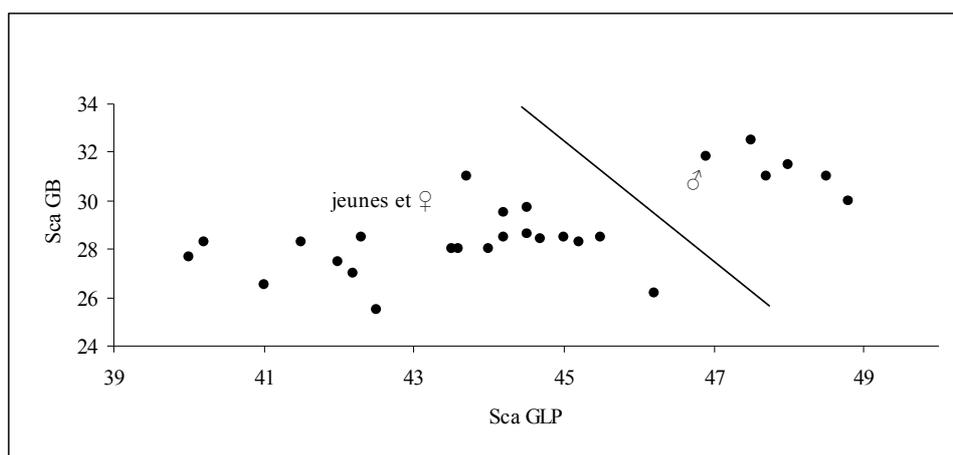


Figure 198 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition de la scapula (en mm).

Les données de l'extrémité distale des humérus permettent d'obtenir sensiblement la même répartition : 14 jeunes et femelles et 5 mâles (Figure 199) alors que les métacarpiens distaux sont plus difficiles à interpréter.

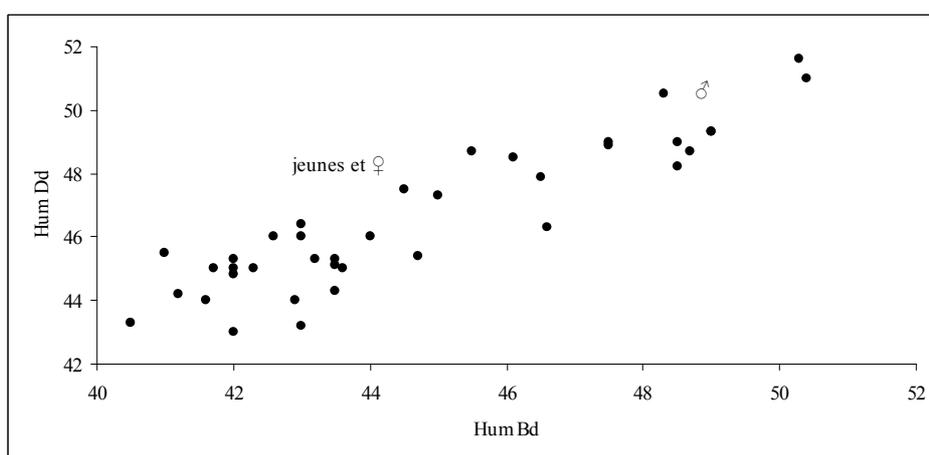


Figure 199 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des humérus distaux (en mm).

Au niveau du membre postérieur, seuls les talus (Figure 200) et les métatarsiens distaux (Figure 201) ont été mesurés par Weinstock (2000b). Dans les deux cas, les femelles et les jeunes individus paraissent encore majoritaires.



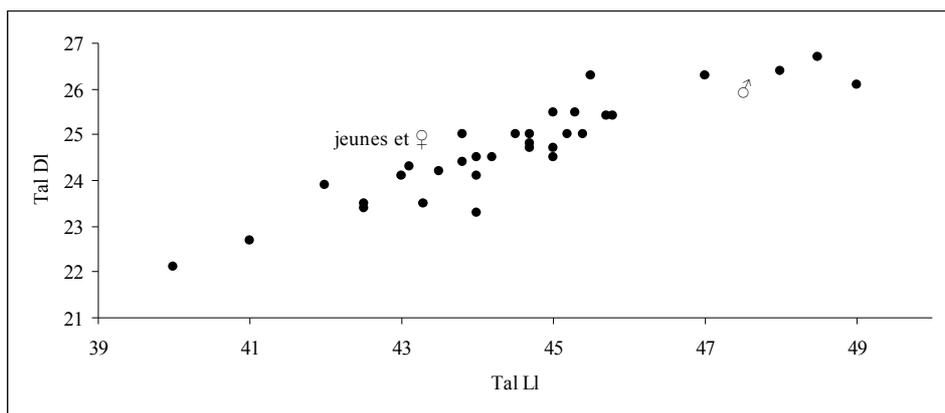


Figure 200 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des talus (NMI femelles et jeunes= 14 et NMI mâles = 5) (en mm).

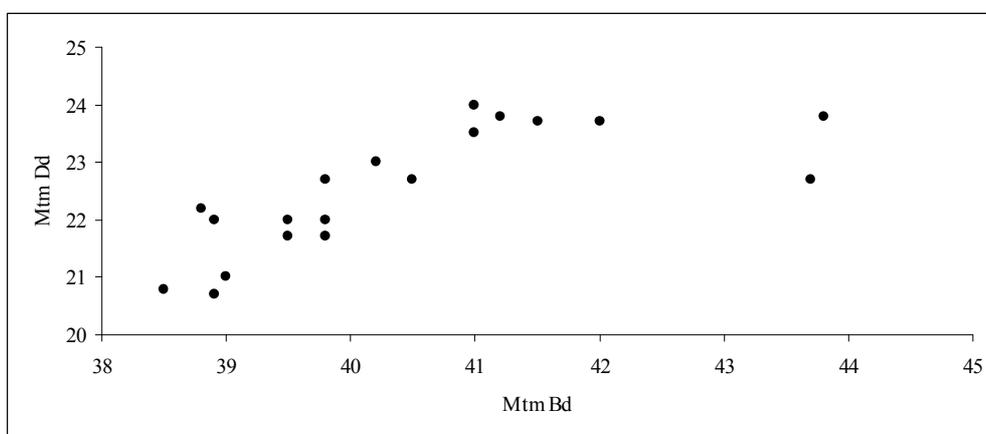


Figure 201 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des métatarsiens distaux (en mm).

Dans l'assemblage issu des fouilles anciennes (Weinstock 2000b), les femelles et les jeunes individus sont mieux représentés que les mâles. Les analyses bivariées permettent de proposer un sex-ratio de 3 : 1 en faveur des femelles (représentant 75% de l'échantillon).

✓ Dufaure c.4 (Landes)

Les nuages de points confrontant les deux mesures de l'extrémité distale de l'humérus montrent une égale répartition des femelles et des mâles (Figure 202). Si l'on se fie aux talus, femelles et jeunes individus pourraient être mieux représentés que les mâles (Figure 203). Dans les bois de chute, un individu mâle a été identifié (Altuna et Mariezkurrena 1995).



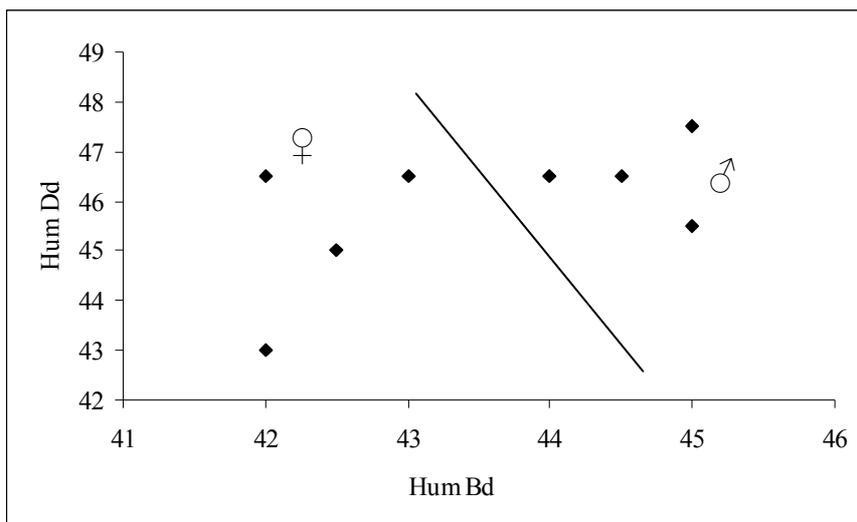


Figure 202 : Dufaure- Répartition des humérus distaux (en mm).

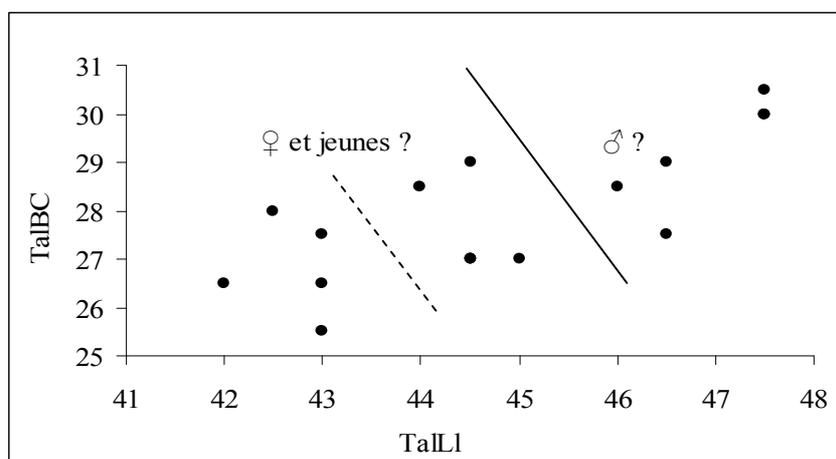


Figure 203 : Dufaure- Répartition des talus (en mm).

✓ La Vache (Ariège)

À partir des extrémités distales des principaux ossements, près de 70% des individus sont représentés par des mâles. Les différences entre les genres sont particulièrement bien marquées au niveau des humérus gauches (Figure 204), des radius gauches, des tibias droits (Figure 205) ainsi que des métatarsiens droits (Figure 206).



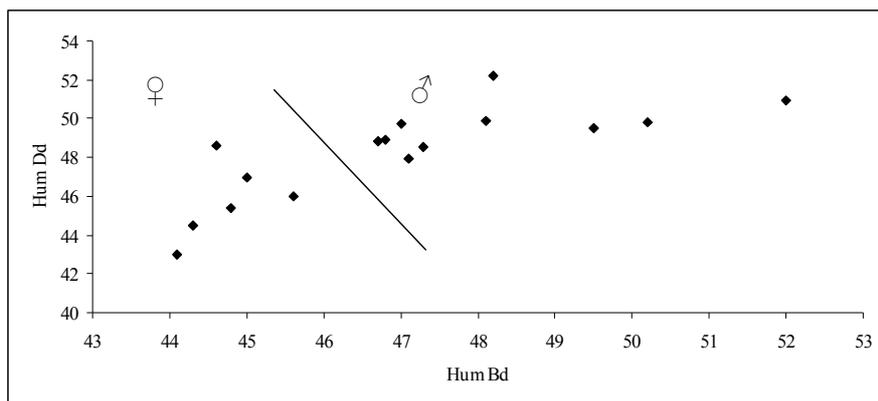


Figure 204 : La Vache- Répartition des humérus distaux gauches (en mm).

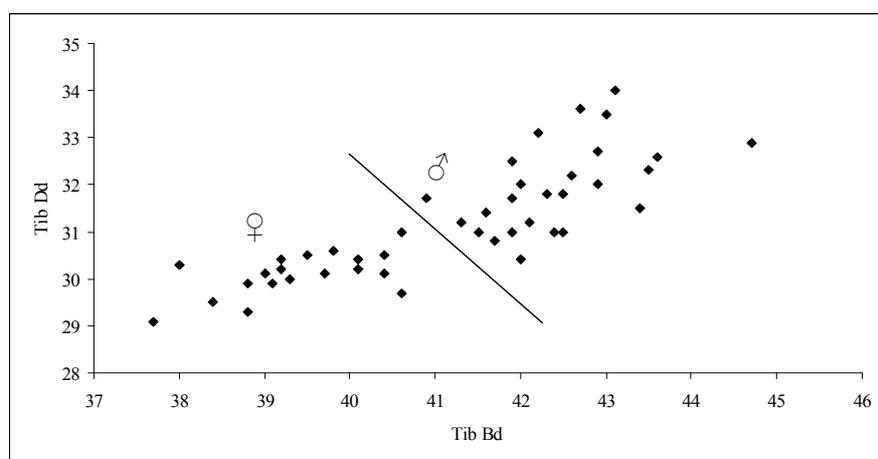


Figure 205 : La Vache- Répartition des tibias distaux droits (en mm).

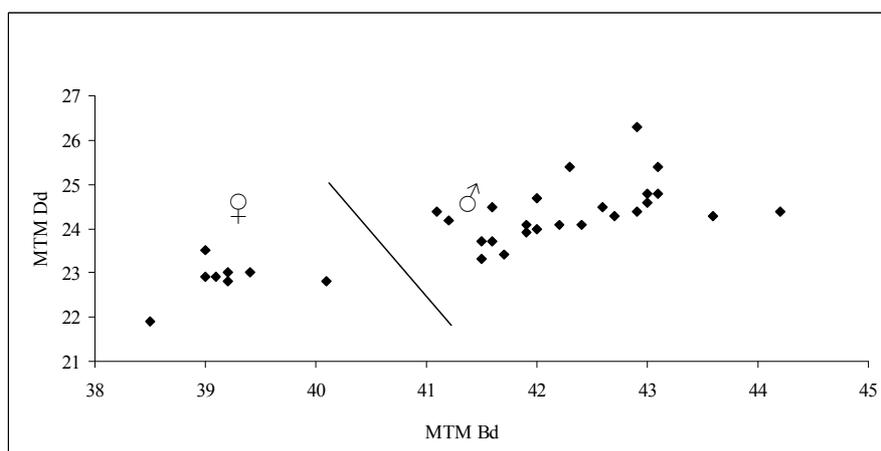


Figure 206 : La Vache- Répartition des métatarsiens distaux droits (en mm).



Annexe 5 : Données ostéométriques brutes inédites (Siréjol, Pégourié, Murat, Gral, Gazel, Canecaude, Lassac, Hardangervidda : Kuntz ; et La Vache : Pailhaugue, com. pers.)



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	SCA	29,0	43,8		28,5				
Siréjol	SCA	34,0	46,2		33,4				
Siréjol	SCA	37,5			30,2				
Siréjol	SCA	29,0	45,1		26,8				
Siréjol	SCA	39,6			32,3				
Siréjol	SCA	29,8	37,6		28,4				
Siréjol	SCA	32,0	45,6		29,6				
Siréjol	SCA	31,7	44,4		28,3				
Siréjol	SCA	29,6							
Siréjol	SCA	30,7	43,0		28,8				
Siréjol	SCA	31,1	41,8		28,0				
Siréjol	SCA	29,5	44,8		26,7				
Siréjol	SCA	28,8	44,5		28,0				
Siréjol	SCA	35,8	48,9		34,0				
Siréjol	SCA	40,5	50,3		32,7				
Siréjol	SCA	32,2	45,1		34,1				
Siréjol	SCA	32,9	46,0		32,6				
Siréjol	SCA	38,0			33,6				
Siréjol	SCA	33,7	41,3		28,9				
Siréjol	SCA	30,8	42,5		27,5				
Siréjol	SCA	31,0	41,3		27,3				
Siréjol	HUM	41,5			43,4				
Siréjol	HUM	48,6	44,7	25,4	49,5	62,0	69,0	222,4	238,6
Siréjol	HUM	47,5	43,6	24,4	48,0	61,0	68,5	221,2	237,6
Siréjol	HUM	42,0	38,4	20,8	42,7		57,8	198,1	
Siréjol	HUM	42,0	37,5	20,0	42,2			198,6	
Siréjol	HUM	45,0	41,7						
Siréjol	HUM	42,5	39,0	19,4	43,0				
Siréjol	HUM	44,0	40,0	20,4	44,0				
Siréjol	HUM	47,8	45,0		49,0				
Siréjol	HUM	43,6	40,0						
Siréjol	HUM	45,3	44,2	20,0	46,8				
Siréjol	HUM	44,0	40,0	20,5	44,0				
Siréjol	HUM	41,5	39,7	19,0	41,6				
Siréjol	HUM	43,7	40,6	18,4					
Siréjol	HUM	41,7	40,5		41,0				
Siréjol	HUM	44,0	41,6	20,6	44,5				
Siréjol	HUM	44,5	40,3	20,8	43,0				
Siréjol	HUM	47,0	43,8	20,8	48,2				
Siréjol	HUM	46,9	43,7	20,8	48,3				
Siréjol	HUM	42,8	39,5	18,3					
Siréjol	HUM	42,4	39,8	21,7	45,0				
Siréjol	HUM	41,0		18,4	43,8				
Siréjol	HUM	43,0	40,4	20,5	43,0				
Siréjol	HUM	42,3	39,8	19,7	43,0				
Siréjol	HUM	40,7		18,3	43,6				
Siréjol	HUM	43,3	40,7	18,9	44,8				
Siréjol	HUM	45,1	41,3	21,9	46,5				
Siréjol	HUM	45,5	41,3	21,1	46,4				
Siréjol	HUM	43,3	38,8	22,2	43,3	50,9	58,4	196,2	
Siréjol	HUM	50,6	45,7	23,6	50,0				
Siréjol	HUM	44,2	41,0	20,5	45,0				
Siréjol	RAD	42,4	39,0				24,3		
Siréjol	RAD	40,7	22,0	38,8	236,4		25,6	25,5	
Siréjol	RAD	45,3				42,4	26,0		
Siréjol	RAD	46,9	30,0	43,9	252,0	44,6	27,7	30,0	
Siréjol	RAD	40,7	20,4	37,0	227,9	38,8	23,6	24,2	
Siréjol	RAD	40,9	20,5	31,1	221,8	3,2	25,5	25,3	
Siréjol	RAD	45,3	22,0	42,1	232,9	43,6	26,8	27,2	
Siréjol	RAD	43,5	22,4	39,4	232,3	41,4	24,7	27,2	
Siréjol	RAD		29,7	45,3				30,4	
Siréjol	RAD		21,1	38,0				26,3	
Siréjol	RAD		21,7	39,6				25,7	
Siréjol	RAD	43,0	22,7	39,7	250,8	41,0	23,8	25,4	
Siréjol	RAD	44,0	21,7			41,8	23,9		
Siréjol	RAD	39,2	21,6			38,1	22,7		
Siréjol	RAD	43,1	19,0			42,0	24,7		
Siréjol	RAD		27,0						
Siréjol	RAD	42,4	21,2	39,5	238,0	39,6	24,4	25,5	
Siréjol	RAD	45,4	24,3			44,6	25,3		



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	RAD		27,5	46,1	270,0		28,9	29,8	
Siréjol	RAD	45,1	23,8	40,7	239,8	43,0	25,8	27,0	
Siréjol	RAD			43,0				28,7	
Siréjol	RAD			44,6				29,1	
Siréjol	RAD			46,3				29,2	
Siréjol	RAD	47,2				44,3	26,4		
Siréjol	RAD	41,1				38,6	23,8		
Siréjol	RAD	44,6				42,0	25,4		
Siréjol	RAD	42,6				39,0	24,2		
Siréjol	RAD	42,3				40,0			
Siréjol	RAD	43,0				39,1	24,3		
Siréjol	RAD	39,8				36,6	23,4		
Siréjol	RAD	44,5				43,0	24,0		
Siréjol	RAD	40,9				39,1	23,7		
Siréjol	RAD	41,0				40,3	24,5		
Siréjol	RAD	49,0	30,6	44,5	261,9	40,4	27,5	27,8	
Siréjol	RAD	46,0	23,7			44,5	27,7		
Siréjol	RAD	45,0	26,4			41,5	23,6		
Siréjol	RAD	40,2	21,6	40,4	236,3	38,5	24,4	27,3	
Siréjol	RAD			39,6				25,4	
Siréjol	RAD	43,2	23,1	39,6	232,0	41,3		26,2	
Siréjol	RAD	40,4	20,8	37,0	228,0	39,0		23,7	
Siréjol	RAD	42,2	21,6	37,6	224,5	39,6		25,0	
Siréjol	RAD	42,7	21,5	39,2	225,0	40,5		26,6	
Siréjol	RAD	41,6				39,5			
Siréjol	RAD	43,3	21,8			41,8			
Siréjol	RAD	41,0	23,3	39,6	240,9	39,2		28,0	
Siréjol	RAD	45,0	23,1	41,6	232,3	42,4		26,3	
Siréjol	ULN	24,2	39,0						
Siréjol	ULN	22,3	32,3						
Siréjol	ULN	23,8							
Siréjol	ULN	22,2	37,7						
Siréjol	ULN	25,0							
Siréjol	ULN	21,6	40,4						
Siréjol	ULN	23,6	39,0						
Siréjol	ULN	22,6							
Siréjol	ULN	22,3	38,0						
Siréjol	ULN	26,0	43,3						
Siréjol	ULN	21,8	31,1						
Siréjol	ULN	24,6							
Siréjol	ULN	20,4	38,7						
Siréjol	ULN	22,8							
Siréjol	ULN	21,6	38,7						
Siréjol	ULN	22,0							
Siréjol	ULN	22,0	37,0						
Siréjol	ULN	25,4	40,0						
Siréjol	ULN	23,5	40,0						
Siréjol	ULN	25,0	35,0						
Siréjol	ULN	23,6	42,3						
Siréjol	ULN	26,4							
Siréjol	ULN	25,5							
Siréjol	ULN	24,8	42,5						
Siréjol	ULN	23,8	38,6						
Siréjol	ULN	23,1	41,0						
Siréjol	ULN	23,6	32,4						
Siréjol	ULN	25,2	42,6						
Siréjol	ULN	22,5	32,2						
Siréjol	ULN	24,0	40,2						
Siréjol	ULN		38,4						
Siréjol	ULN	26,4							
Siréjol	ULN	24,0	39,0						
Siréjol	ULN	22,9							
Siréjol	ULN	24,4							
Siréjol	MCM	33,3	23,3	18,0	38,6	20,0	175,0	15,7	
Siréjol	MCM	32,7	23,6	18,2	38,3	17,8		16,2	
Siréjol	MCM	32,0	23,8						
Siréjol	MCM	31,7	23,7						
Siréjol	MCM	31,0	22,8						
Siréjol	MCM	31,3	21,6	17,5				13,2	
Siréjol	MCM	31,0	21,7	17,5				13,5	



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	SCA	29,0	43,8		28,5				
Siréjol	SCA	34,0	46,2		33,4				
Siréjol	SCA	37,5			30,2				
Siréjol	SCA	29,0	45,1		26,8				
Siréjol	SCA	39,6			32,3				
Siréjol	SCA	29,8	37,6		28,4				
Siréjol	SCA	32,0	45,6		29,6				
Siréjol	SCA	31,7	44,4		28,3				
Siréjol	SCA	29,6							
Siréjol	SCA	30,7	43,0		28,8				
Siréjol	SCA	31,1	41,8		28,0				
Siréjol	SCA	29,5	44,8		26,7				
Siréjol	SCA	28,8	44,5		28,0				
Siréjol	SCA	35,8	48,9		34,0				
Siréjol	SCA	40,5	50,3		32,7				
Siréjol	SCA	32,2	45,1		34,1				
Siréjol	SCA	32,9	46,0		32,6				
Siréjol	SCA	38,0			33,6				
Siréjol	SCA	33,7	41,3		28,9				
Siréjol	SCA	30,8	42,5		27,5				
Siréjol	SCA	31,0	41,3		27,3				
Siréjol	HUM	41,5			43,4				
Siréjol	HUM	48,6	44,7	25,4	49,5	62,0	69,0	222,4	238,6
Siréjol	HUM	47,5	43,6	24,4	48,0	61,0	68,5	221,2	237,6
Siréjol	HUM	42,0	38,4	20,8	42,7		57,8	198,1	
Siréjol	HUM	42,0	37,5	20,0	42,2			198,6	
Siréjol	HUM	45,0	41,7						
Siréjol	HUM	42,5	39,0	19,4	43,0				
Siréjol	HUM	44,0	40,0	20,4	44,0				
Siréjol	HUM	47,8	45,0		49,0				
Siréjol	HUM	43,6	40,0						
Siréjol	HUM	45,3	44,2	20,0	46,8				
Siréjol	HUM	44,0	40,0	20,5	44,0				
Siréjol	HUM	41,5	39,7	19,0	41,6				
Siréjol	HUM	43,7	40,6	18,4					
Siréjol	HUM	41,7	40,5		41,0				
Siréjol	HUM	44,0	41,6	20,6	44,5				
Siréjol	HUM	44,5	40,3	20,8	43,0				
Siréjol	HUM	47,0	43,8	20,8	48,2				
Siréjol	HUM	46,9	43,7	20,8	48,3				
Siréjol	HUM	42,8	39,5	18,3					
Siréjol	HUM	42,4	39,8	21,7	45,0				
Siréjol	HUM	41,0		18,4	43,8				
Siréjol	HUM	43,0	40,4	20,5	43,0				
Siréjol	HUM	42,3	39,8	19,7	43,0				
Siréjol	HUM	40,7		18,3	43,6				
Siréjol	HUM	43,3	40,7	18,9	44,8				
Siréjol	HUM	45,1	41,3	21,9	46,5				
Siréjol	HUM	45,5	41,3	21,1	46,4				
Siréjol	HUM	43,3	38,8	22,2	43,3	50,9	58,4	196,2	
Siréjol	HUM	50,6	45,7	23,6	50,0				
Siréjol	HUM	44,2	41,0	20,5	45,0				
Siréjol	RAD	42,4	39,0				24,3		
Siréjol	RAD	40,7	22,0	38,8	236,4		25,6	25,5	
Siréjol	RAD	45,3				42,4	26,0		
Siréjol	RAD	46,9	30,0	43,9	252,0	44,6	27,7	30,0	
Siréjol	RAD	40,7	20,4	37,0	227,9	38,8	23,6	24,2	
Siréjol	RAD	40,9	20,5	31,1	221,8	3,2	25,5	25,3	
Siréjol	RAD	45,3	22,0	42,1	232,9	43,6	26,8	27,2	
Siréjol	RAD	43,5	22,4	39,4	232,3	41,4	24,7	27,2	
Siréjol	RAD		29,7	45,3				30,4	
Siréjol	RAD		21,1	38,0				26,3	
Siréjol	RAD		21,7	39,6				25,7	
Siréjol	RAD	43,0	22,7	39,7	250,8	41,0	23,8	25,4	
Siréjol	RAD	44,0	21,7			41,8	23,9		
Siréjol	RAD	39,2	21,6			38,1	22,7		
Siréjol	RAD	43,1	19,0			42,0	24,7		
Siréjol	RAD		27,0						
Siréjol	RAD	42,4	21,2	39,5	238,0	39,6	24,4	25,5	
Siréjol	RAD	45,4	24,3			44,6	25,3		



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	MCM	33,0	25,0	17,1				15,1	
Siréjol	MCM	31,6	23,0	17,4	39,5	20,0	178,0	13,3	
Siréjol	MCM	31,7	22,9	17,0	38,2	19,5	173,0	14,4	
Siréjol	MCM	30,0	22,4	17,9	37,5	20,2	171,9	13,4	
Siréjol	MCM	31,7	22,8	19,0	37,4	19,9	169,9	14,3	
Siréjol	MCM	32,0	23,8	18,7	39,7	20,6	174,8	14,5	
Siréjol	MCM	33,0	23,7	19,4	39,3	20,3	179,8	14,1	
Siréjol	MCM	32,2	23,2	19,0	38,2	19,8	169,4	14,0	
Siréjol	MCM	31,0	23,5	19,6	38,7	20,0	173,1	14,7	
Siréjol	MCM	31,6	23,7	17,7	38,0	19,5	172,8	14,0	
Siréjol	MCM	34,0	24,2	18,5	39,7	21,0	177,2	14,9	
Siréjol	MCM	32,5	23,2	16,8				14,1	
Siréjol	MCM	30,2	22,1	16,8				14,1	
Siréjol	MCM	34,6	25,3	22,0					
Siréjol	MCM	32,3	22,8	15,5					
Siréjol	MCM	33,2	23,6	16,4					
Siréjol	MCM	31,0	21,8	16,2					
Siréjol	MCM	30,0	22,0	16,5					
Siréjol	MCM	31,8	23,2	14,6					
Siréjol	MCM	30,4	22,3	16,6					
Siréjol	MCM	29,3	22,2	16,7				13,6	
Siréjol	MCM	33,1	23,4						
Siréjol	MCM	36,0	26,5	22,7	44,0	23,3	194,2	17,0	
Siréjol	MCM			23,0	42,0	21,2	192,5	17,1	
Siréjol	MCM	34,4	25,7	23,9	43,4	22,7	187,0	17,5	
Siréjol	MCM	34,0	25,2	22,3	41,7	21,9	186,4	15,5	
Siréjol	MCM	35,6	27,0	23,7	43,4	22,6	193,7	16,8	
Siréjol	MCM	36,2	27,0	23,0	44,0	23,0	194,8	17,0	
Siréjol	MCM	35,0	25,8	22,3	41,7	21,5	194,1	15,9	
Siréjol	MCM	32,6	23,3	18,5	39,6	19,6	185,1	13,3	
Siréjol	MCM			20,4	38,7	19,8	176,1	14,1	
Siréjol	MCM				39,4	20,7		15,5	
Siréjol	MCM	31,4	23,5	17,2	39,6	20,4	178,3	13,7	
Siréjol	MCM	32,0	24,1	19,0	39,6	21,0	176,7	15,0	
Siréjol	MCM	30,3	22,2	18,2	37,2	20,1	173,6	13,6	
Siréjol	MCM	33,9	24,4						
Siréjol	PEL	34,3	7,4						
Siréjol	PEL	35,6	7,7						
Siréjol	PEL	31,7	6,6						
Siréjol	PEL	36,7	7,6						
Siréjol	PEL	37,0	6,4						
Siréjol	PEL	33,3	5,6						
Siréjol	PEL	34,6	7,0						
Siréjol	PEL	36,0	6,0						
Siréjol	PEL	34,3	6,5						
Siréjol	PEL	35,3	7,0						
Siréjol	PEL	37,4	12,3						
Siréjol	PEL	42,3	11,4						
Siréjol	PEL	35,0	11,1						
Siréjol	PEL	38,0	12,0						
Siréjol	PEL	37,6	11,8						
Siréjol	PEL	36,6	11,0						
Siréjol	PEL	37,8	11,1						
Siréjol	PEL	35,4	9,8						
Siréjol	PEL	38,0	11,3						
Siréjol	PEL	38,0	8,5						
Siréjol	PEL	37,4	10,4						
Siréjol	TIB		26,9	39,5	33,0				
Siréjol	TIB		20,2	31,0	29,6				
Siréjol	TIB		21,0	37,2	28,5	281,8			
Siréjol	TIB			44,3	32,6				
Siréjol	TIB			40,2	30,3				
Siréjol	TIB	53,5	19,4	34,5	27,1	278,2			
Siréjol	TIB	58,6	23,5	37,2	30,3	287,5			
Siréjol	TIB		22,0	35,3	28,0				
Siréjol	TIB		25,6	40,0	31,0				
Siréjol	TIB		20,0	37,0	28,9	286,5			
Siréjol	TIB	56,5	25,7	42,6	31,2	320,7			
Siréjol	TIB			39,3	29,6				
Siréjol	TIB			38,0	28,5				



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	TIB			37,6	30,0				
Siréjol	TIB			39,6	31,4				
Siréjol	TIB		23,4	38,3	29,4				
Siréjol	TIB		23,0	35,6	29,0				
Siréjol	TIB		23,4	39,6	29,2				
Siréjol	TIB		23,9	39,4	30,6				
Siréjol	TIB		20,8	35,7	27,3				
Siréjol	TIB		23,7	38,4	31,6				
Siréjol	TIB		22,0	35,3	28,3				
Siréjol	TIB		20,5	37,5	28,9	281,0			
Siréjol	TIB		23,7	37,0	30,0				
Siréjol	TIB	65,4	27,4	44,5	33,4	307,7			
Siréjol	TIB		22,1	40,0	30,0				
Siréjol	TIB		22,7	40,0	29,6				
Siréjol	TIB		23,8	39,6	31,0				
Siréjol	TIB		24,0	38,0	29,7				
Siréjol	TIB		20,9	37,7	29,5				
Siréjol	TIB	58,6	23,5	38,2	29,5	285,9			
Siréjol	TIB		22,7	38,1	29,2	272,4			
Siréjol	TIB		19,9	34,5	26,6	279,1			
Siréjol	TIB	53,3	21,5	35,5	27,1	274,9			
Siréjol	TIB		24,0	38,4	30,8	286,4			
Siréjol	TIB			34,4	29,3				
Siréjol	TIB			41,0	32,0				
Siréjol	TIB		22,5	38,8	30,0	286,7			
Siréjol	TIB		24,6	38,5	29,6	284,3			
Siréjol	TIB		28,3	41,2	32,2				
Siréjol	CAL	86,6	28,3	32,7	22,3				
Siréjol	CAL	83,8	26,1	30,0	19,9				
Siréjol	CAL	88,5	29,5	33,2	21,6				
Siréjol	CAL	83,5	28,1	32,0	20,9				
Siréjol	CAL	81,6	25,1	30,3	20,5				
Siréjol	CAL	88,2	31,9	31,8	21,9				
Siréjol	CAL	91,2	28,6	33,9	22,0				
Siréjol	CAL	94,0	29,1	33,6	23,0				
Siréjol	CAL	90,4	31,3	33,5	21,6				
Siréjol	CAL	93,5	31,8	38,9	24,1				
Siréjol	CAL	82,0	26,8	31,0	21,7				
Siréjol	CAL	86,4	29,8	33,5	21,6				
Siréjol	CAL	87,5	28,7	33,1	21,0				
Siréjol	CAL	87,0	29,9	32,5	21,3				
Siréjol	CAL	89,7	28,0	32,0	21,3				
Siréjol	CAL	88,2	28,3	32,0	21,0				
Siréjol	CAL	86,3	28,0	32,2	20,8				
Siréjol	CAL	82,5	26,5	29,0	19,2				
Siréjol	CAL	86,1	28,0	32,6	22,3				
Siréjol	CAL	85,1	28,3	31,7	21,2				
Siréjol	CAL	88,4	28,7	32,6	20,9				
Siréjol	CAL	91,2	30,0	34,1	22,0				
Siréjol	CAL	93,7	32,7	37,8	25,0				
Siréjol	CAL		27,3	34,0					
Siréjol	CAL		26,5	31,6					
Siréjol	CAL		27,2	34,3					
Siréjol	CAL		29,4	32,7					
Siréjol	CAL		30,3	34,6	23,8				
Siréjol	CAL		27,0	32,4					
Siréjol	CAL		29,2	33,7	21,4				
Siréjol	CAL		28,7	32,2	22,9				
Siréjol	CAL		28,3	35,3	21,7				
Siréjol	CAL		28,4	32,0					
Siréjol	CAL		26,0	32,1					
Siréjol	CAL		30,2	33,5	21,0				
Siréjol	CAL		28,2	34,1	22,5				
Siréjol	CAL		28,0	33,0	20,0				
Siréjol	CAL		27,5	32,6					
Siréjol	TAL	40,9	39,4	22,6	25,6	25,5			
Siréjol	TAL	44,1	42,0	25,0	25,9	26,3			
Siréjol	TAL	46,0	43,1	25,7	26,6	27,1			
Siréjol	TAL	42,5	40,0	23,2	24,8	25,4			
Siréjol	TAL	48,5	45,0	27,1	28,1	29,7			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	TAL	46,6	44,0	25,4	26,6	29,3			
Siréjol	TAL	42,4	40,0	24,0	26,7	26,3			
Siréjol	TAL	42,1	40,0	24,1	25,2	27,9			
Siréjol	TAL	42,2	38,6	23,4	25,0	25,1			
Siréjol	TAL	43,8	40,3	24,5	25,4	25,5			
Siréjol	TAL	41,3	37,5	22,0	22,5	24,3			
Siréjol	TAL	43,9	41,8	25,0	25,8	27,3			
Siréjol	TAL	45,3	42,5	24,9	26,3	28,6			
Siréjol	TAL	43,6	40,8	24,0	24,3	25,7			
Siréjol	TAL	48,2	44,2	26,3	27,9	29,7			
Siréjol	TAL	45,0	40,4	24,6	25,5	29,1			
Siréjol	TAL	44,4	41,9	24,2	26,0	28,0			
Siréjol	TAL	44,0	42,2	24,6	24,5	26,3			
Siréjol	TAL	44,7	41,7	25,4	25,4	26,7			
Siréjol	TAL	43,8	39,7	23,1	23,3	25,3			
Siréjol	TAL	44,3	41,2	23,9	25,5	26,2			
Siréjol	TAL	44,7	43,2	24,4	26,0	28,0			
Siréjol	TAL	41,1	39,0	22,7	24,2	24,2			
Siréjol	TAL	42,0	39,5	23,5	24,4	28,2			
Siréjol	TAL	46,7	44,0	25,5	27,3	28,1			
Siréjol	TAL	41,0	39,0	22,6	24,4	25,0			
Siréjol	TAL	42,9	41,0	23,6	25,4	27,7			
Siréjol	TAL	44,2	42,7	24,3		27,1			
Siréjol	TAL	45,3	43,1	25,4	27,0	27,5			
Siréjol	TAL	43,2	41,5	24,2	24,3	26,6			
Siréjol	TAL	43,6	41,1	24,7	24,5	25,7			
Siréjol	TAL	47,6	44,9	26,8	27,2	29,6			
Siréjol	TAL	41,2	39,4	23,2	23,8	26,2			
Siréjol	TAL	44,0	40,9	23,3	25,6	26,3			
Siréjol	TAL	46,7	43,9	26,0	27,6	28,5			
Siréjol	TAL	42,7	40,4	24,0	25,5	26,5			
Siréjol	TAL	43,8	41,6	23,8	41,6	28,6			
Siréjol	TAL	44,1	40,9	24,0	26,1	26,5			
Siréjol	TAL	46,9	44,2	25,6	27,3	28,5			
Siréjol	TAL	41,2	39,2	22,6	24,1	24,4			
Siréjol	TAL	43,6	41,0	23,5	24,5	26,0			
Siréjol	TAL	43,3	41,8	24,7	26,3	27,2			
Siréjol	TAL	45,2	42,6	25,0	26,9	28,0			
Siréjol	TAL	44,9	40,3	24,3	26,1	28,5			
Siréjol	TAL	42,0	38,1	22,5	23,2	25,4			
Siréjol	TAL	44,3	42,3	24,5	26,9	27,9			
Siréjol	TAL	42,9	41,0	24,0	25,5	27,1			
Siréjol	CBN	33,3	28,0						
Siréjol	CBN	32,0	28,7						
Siréjol	CBN	37,1	32,8						
Siréjol	CBN	31,2	29,7						
Siréjol	CBN	33,9	29,4						
Siréjol	CBN	33,7	30,2						
Siréjol	CBN	31,6	28,0						
Siréjol	CBN	31,1	28,6						
Siréjol	CBN	34,1	31,2						
Siréjol	CBN	28,8	27,0						
Siréjol	CBN	33,5	29,6						
Siréjol	CBN	29,6	27,0						
Siréjol	CBN	31,0	28,6						
Siréjol	CBN	34,1	29,2						
Siréjol	CBN	28,9	26,9						
Siréjol	CBN	31,6	29,2						
Siréjol	CBN	35,1	32,5						
Siréjol	CBN	31,5	29,5						
Siréjol	CBN	33,3	29,3						
Siréjol	CBN	30,0	29,6						
Siréjol	CBN	29,3	28,5						
Siréjol	CBN	32,3	30,2						
Siréjol	CBN	31,6	29,7						
Siréjol	CBN	33,0	31,4						
Siréjol	CBN	34,2	30,0						
Siréjol	CBN	33,0	31,0						
Siréjol	CBN	32,4	29,7						
Siréjol	CBN	33,3	28,5						



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Siréjol	CBN	29,7	28,4						
Siréjol	CBN	32,7	29,4						
Siréjol	CBN	31,7	27,7						
Siréjol	CBN	32,3	31,5						
Siréjol	MTM	28,6	32,0	17,2	38,7	22,1	245,4	19,4	
Siréjol	MTM	27,4	31,7	17,3				16,5	
Siréjol	MTM	31,0	32,3	21,2	41,0	23,3	268,8	21,4	
Siréjol	MTM	31,0	33,2	21,4	40,5	22,3	268,5	20,8	
Siréjol	MTM	27,0	29,6	17,6	37,0	21,0	238,2	18,5	
Siréjol	MTM	33,4	37,7						
Siréjol	MTM	29,8	32,0						
Siréjol	MTM					21,5			
Siréjol	MTM	30,7	32,6	20,9	41,5	23,0	268,9	18,1	
Siréjol	MTM	29,4	30,8	19,0	38,6	21,4	264,2	18,6	
Siréjol	MTM	28,0	30,6	17,5	39,0	21,8	257,6	17,3	
Siréjol	MTM	23,2	30,0	17,5				17,6	
Siréjol	MTM	31,6	34,5						
Siréjol	MTM	28,6	32,1	18,4				19,0	
Siréjol	MTM	30,5	34,3	20,1				21,2	
Siréjol	MTM	28,1	31,0	17,6				18,2	
Siréjol	MTM	29,4	31,7	16,4				17,3	
Siréjol	MTM	29,8	31,4	16,6				16,5	
Siréjol	MTM	28,1	31,6	16,4	39,0	22,5	248,2	15,9	
Siréjol	MTM	27,0	30,5	17,2	37,1	21,3	238,5	14,6	
Siréjol	MTM	28,0	30,6	16,3	38,4	21,5	237,5	16,0	
Siréjol	MTM	29,4	31,0	18,6	38,4	21,5	247,5	16,0	
Siréjol	MTM	33,2	35,7	22,0	43,3	24,8	268,0	19,8	
Siréjol	MTM	27,6	28,4	17,5	37,5	22,2	246,6	15,3	
Siréjol	MTM	30,0	32,8	18,3	39,8	22,5	245,0	17,0	
Siréjol	MTM	30,2	31,2	18,0	38,2	21,5	245,8	15,7	
Siréjol	MTM	31,3	34,3	18,2	41,5	22,5	255,3	16,7	
Siréjol	MTM	29,7	33,8	19,0				17,5	
Siréjol	MTM	25,7	29,0	14,6	36,3	21,0	239,0	14,4	
Siréjol	MTM	28,5	30,7	17,9	38,5	21,9	233,7	16,0	
Siréjol	MTM	26,9	30,0	15,7	37,8	21,0	236,4	15,4	
Siréjol	MTM	27,0	28,6	16,0				15,5	
Siréjol	MTM	27,5	29,8						
Siréjol	MTM	28,5	33,0						
Siréjol	MTM	26,0	29,0						
Siréjol	MTM				42,0	23,7		18,8	
Siréjol	MTM				35,5	20,0		15,1	
Siréjol	MTM				38,0	21,1			
Siréjol	MTM	28,3	32,3						
Siréjol	MTM	29,7	32,6	19,2	40,1	21,0	256,4	17,0	
Siréjol	MTM	30,2	32,4	21,0	41,8	23,3	260,1	18,0	
Siréjol	MTM	26,9	31,7	17,0	37,5	21,2	242,7	16,4	
Siréjol	MTM	29,0	33,0	18,6	40,3	22,0	252,5	16,7	
Siréjol	MTM	28,0	31,9	17,1	37,9	21,1	246,1	15,5	
Siréjol	MTM	29,2	32,9	19,8	39,2	21,1	251,5	17,3	
Siréjol	MTM	28,8	34,0	19,8				19,1	
Siréjol	MTM	30,2	31,3						
Siréjol	MTM	29,6	33,4	18,5					
Siréjol	MTM	27,6	32,1	16,4			245,6	17,1	
Siréjol	MTM	31,5	32,3	21,5	41,6	24,1	265,4	18,7	
Siréjol	MTM	29,2	34,3	19,1	38,6	22,7	260,0	17,4	
Siréjol	MTM	29,1	31,5	18,6	40,2	22,0	260,5	17,2	
Siréjol	MTM	33,5	38,3	19,8	42,6	24,7	263,9	18,0	



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Pégourié	HUM	48,8	40,9		36,8				
Pégourié	HUM	48,2	40,2		36,5				
Pégourié	HUM	40,8	35,1		41,7				
Pégourié	RAD			39,0				22,7	
Pégourié	RAD			42,6				26,2	
Pégourié	MCM			19,0	37,7	19,9			
Pégourié	MCM				41,4	20,8			
Pégourié	MCM				39,0	19,6			
Pégourié	MCM				39,3	20,4			
Pégourié	MCM				41,7	21,3			
Pégourié	MCM				42,5	20,5			
Pégourié	MCM				40,1	20,2			
Pégourié	MCM				43,7	21,0			
Pégourié	MCM				42,2	20,6			
Pégourié	MCM				43,0	20,7			
Pégourié	MCM				39,7	19,3			
Pégourié	MCM	27,5	24,8						
Pégourié	MCM	27,8							
Pégourié	MCM	24,9							
Pégourié	MCM	23,1							
Pégourié	TIB			37,6	27,9				
Pégourié	TIB			38,3	29,6				
Pégourié	TIB			33,9	27,4				
Pégourié	TIB			34,1	29,0				
Pégourié	TIB			40,9	29,6				
Pégourié	TIB			44,2	33,6				
Pégourié	TIB			38,9	29,7				
Pégourié	TIB			32,6	22,4				
Pégourié	CAL	96,4	34,0	33,1	23,0				
Pégourié	TAL	44,2	41,9	24,7	26,4	28,0			
Pégourié	TAL	43,9	41,0	23,6	23,5	26,4			
Pégourié	TAL		44,7	25,8	26,3	28,8			
Pégourié	CBN	34,5	30,0						
Pégourié	CBN	32,4	28,3						
Pégourié	CBN	32,8	28,6						
Pégourié	CBN	35,9	32,0						
Pégourié	MTM				38,1	20,3			
Pégourié	MTM				42,9	22,9			
Pégourié	MTM				44,4	23,0			
Pégourié	MTM				42,2	21,5			
Pégourié	MTM				43,0	22,1			
Pégourié	MTM				39,1	20,3			
Pégourié	MTM				38,7	22,2			
Pégourié	MTM				38,8	20,9			
Pégourié	MTM				40,2	21,6			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	SCA	40,2	50,6	36,6	30,0				
La Vache	SCA	30,0	43,0	32,5	28,5				
La Vache	SCA	27,6	44,4	33,8					
La Vache	SCA		48,6	37,3	33,5				
La Vache	SCA	31,7	47,4	36,7	30,1				
La Vache	SCA	40,5	51,8	37,1	33,5				
La Vache	SCA	30,5			30,2				
La Vache	SCA	31,8		35,2	27,7				
La Vache	SCA	35,7		35,1	31,1				
La Vache	SCA		41,0	31,1	26,9				
La Vache	SCA		46,6	36,5	31,8				
La Vache	SCA		52,5	41,2	35,2				
La Vache	SCA		48,0	36,5	32,0				
La Vache	SCA	36,6	49,0	36,3	32,3				
La Vache	SCA		48,1	35,8	32,7				
La Vache	SCA	36,4	48,5	37,1	32,3				
La Vache	SCA		49,7	40,3					
La Vache	SCA	39,2			32,0				
La Vache	SCA		50,0	35,9	31,3				
La Vache	SCA	35,3	47,6	37,4	33,5				
La Vache	SCA		47,9	35,4	33,0				
La Vache	SCA			35,6	29,1				
La Vache	SCA				34,6				
La Vache	SCA			35,1	32,1				
La Vache	SCA		48,3	37,8					
La Vache	SCA			40,1	33,7				
La Vache	SCA			39,2	33,9				
La Vache	SCA		42,0	32,0	27,0				
La Vache	SCA			39,2	33,6				
La Vache	SCA		52,2	41,7	34,6				
La Vache	SCA	33,0		36,6	31,1				
La Vache	SCA	32,6	42,5	33,0	29,2				
La Vache	SCA		49,1	36,5	31,2				
La Vache	SCA	37,3	50,1	37,3	30,2				
La Vache	SCA			37,2	32,6				
La Vache	SCA			39,3	32,7				
La Vache	SCA	26,0	42,4	33,5	24,5				
La Vache	SCA		44,2						
La Vache	SCA			39,7	35,5				
La Vache	SCA	29,7	42,3	33,9	27,2				
La Vache	SCA		51,2	41,1					
La Vache	SCA		49,3						
La Vache	SCA			36,5	31,5				
La Vache	SCA		45,1	36,1					
La Vache	SCA			39,3	31,8				
La Vache	SCA			37,1	30,4				
La Vache	SCA		48,2		33,6				
La Vache	SCA		52,7	40,7	33,5				
La Vache	SCA	36,4	48,2	35,1	32,1				
La Vache	SCA			38,4	32,0				
La Vache	SCA			40,2	32,9				
La Vache	SCA			38,8					
La Vache	HUM	48,2			52,2				
La Vache	HUM	47,0			49,7				
La Vache	HUM	44,3			44,5				
La Vache	HUM	44,1			43,0				
La Vache	HUM	46,7			48,8				
La Vache	HUM	49,5			49,5				
La Vache	HUM	45,6			46,0				
La Vache	HUM	46,7							
La Vache	HUM	52,0			50,9				
La Vache	HUM	46,8			48,9				
La Vache	HUM				51,1				
La Vache	HUM	47,1			47,9				
La Vache	HUM	45,0			47,0				
La Vache	HUM	48,3							
La Vache	HUM	47,3			48,5				
La Vache	HUM	44,8			45,4				
La Vache	HUM	48,1			49,9				
La Vache	HUM	50,2			49,8				



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	HUM	45,2							
La Vache	HUM	44,6			48,6				
La Vache	HUM	46,6							
La Vache	HUM				50,9				
La Vache	HUM	47,2			50,7				
La Vache	HUM				50,8				
La Vache	HUM				48,2				
La Vache	HUM	47,0			48,2				
La Vache	HUM				50,5				
La Vache	HUM	48,0			48,1				
La Vache	HUM	48,8			50,6				
La Vache	HUM	47,0			49,8				
La Vache	HUM	47,6			52,7				
La Vache	HUM	48,0							
La Vache	HUM	50,0			48,9				
La Vache	HUM	48,3			52,0				
La Vache	HUM				44,7				
La Vache	HUM	48,1			50,9				
La Vache	HUM				50,7				
La Vache	HUM				46,4				
La Vache	HUM				50,7				
La Vache	RAD	49,3					28,2		
La Vache	RAD						26,1		
La Vache	RAD	44,1					25,5		
La Vache	RAD	44,4					25,5		
La Vache	RAD	42,5					24,8		
La Vache	RAD	46,2					26,1		
La Vache	RAD						28,7		
La Vache	RAD	44,8					25,0		
La Vache	RAD	42,8					25,4		
La Vache	RAD	48,6							
La Vache	RAD	42,1					25,9		
La Vache	RAD	48,9					27,3		
La Vache	RAD						27,1		
La Vache	RAD	50,4					29,0		
La Vache	RAD	47,5					26,1		
La Vache	RAD	49,2					27,8		
La Vache	RAD	46,5					28,3		
La Vache	RAD	42,0					25,9		
La Vache	RAD	41,7					24,9		
La Vache	RAD	43,4					26,7		
La Vache	RAD	45,8					26,5		
La Vache	RAD	43,4							
La Vache	RAD	49,0					26,4		
La Vache	RAD						27,1		
La Vache	RAD	48,5							
La Vache	RAD	42,7					25,6		
La Vache	RAD						27,0		
La Vache	RAD						26,2		
La Vache	RAD	46,6					26,1		
La Vache	RAD						27,5		
La Vache	RAD	47,8					27,3		
La Vache	RAD	50,0					28,6		
La Vache	RAD						25,2		
La Vache	RAD	44,6					25,9		
La Vache	RAD	48,2					26,9		
La Vache	RAD	45,9					25,4		
La Vache	RAD	45,6					25,5		
La Vache	RAD	42,2					26,3		
La Vache	RAD	47,3					27,8		
La Vache	RAD	47,1					27,7		
La Vache	RAD						28,4		
La Vache	RAD	48,5					28,0		
La Vache	RAD	48,6					26,4		
La Vache	RAD	47,8					27,2		
La Vache	RAD						27,0		
La Vache	RAD						29,1		
La Vache	RAD	47,4					27,1		
La Vache	RAD	44,4					26,2		
La Vache	RAD	48,9					27,9		



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	RAD			46,1				28,9	
La Vache	RAD							30,1	
La Vache	RAD			38,9				25,3	
La Vache	RAD			44,8					
La Vache	RAD			46,5					
La Vache	RAD			46,6					
La Vache	RAD			46,9				32,5	
La Vache	RAD			46,2				29,0	
La Vache	RAD			40,2				25,5	
La Vache	RAD			44,5					
La Vache	RAD			45,0				28,3	
La Vache	RAD			48,1				30,1	
La Vache	RAD							27,0	
La Vache	RAD							28,7	
La Vache	RAD							28,6	
La Vache	RAD			46,6				29,2	
La Vache	RAD			47,2				30,0	
La Vache	RAD							30,0	
La Vache	RAD			48,3				29,5	
La Vache	RAD							29,8	
La Vache	RAD							27,9	
La Vache	RAD			45,2				28,0	
La Vache	RAD			48,1				32,3	
La Vache	RAD			39,0				24,2	
La Vache	RAD			43,3				27,4	
La Vache	RAD							30,1	
La Vache	RAD			45,0					
La Vache	RAD			45,1				29,5	
La Vache	RAD							25,7	
La Vache	RAD							25,2	
La Vache	RAD							25,4	
La Vache	RAD			45,9				28,5	
La Vache	RAD			46,3				28,4	
La Vache	RAD			43,7				30,3	
La Vache	ULN	28,8							
La Vache	ULN	25,8							
La Vache	ULN	27,0							
La Vache	ULN	22,6							
La Vache	ULN	26,7							
La Vache	ULN	21,5							
La Vache	ULN	24,8							
La Vache	ULN	24,0							
La Vache	ULN	27,2							
La Vache	ULN	25,1							
La Vache	ULN	24,0							
La Vache	ULN	26,7							
La Vache	ULN	24,5							
La Vache	ULN	27,0							
La Vache	ULN	26,1							
La Vache	ULN	24,8							
La Vache	ULN	22,7							
La Vache	ULN	25,1							
La Vache	ULN	24,1							
La Vache	ULN	26,6							
La Vache	ULN	26,1							
La Vache	ULN	23,8							
La Vache	MCM				39,8	21,0			
La Vache	MCM				45,5				
La Vache	MCM				42,7	21,5			
La Vache	MCM				43,0	23,3			
La Vache	MCM				42,8	23,3			
La Vache	MCM				45,1	22,9			
La Vache	MCM				43,0	22,9			
La Vache	MCM					22,4			
La Vache	MCM				41,1	20,8			
La Vache	MCM				42,5	22,3			
La Vache	MCM				41,2	20,8			
La Vache	MCM				39,8	20,3			
La Vache	MCM					22,8			
La Vache	MCM				42,0	22,2			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	MCM				40,0	21,2			
La Vache	MCM				42,0	22,2			
La Vache	MCM				41,2				
La Vache	MCM				42,9	23,3			
La Vache	MCM				42,8	22,6			
La Vache	MCM				42,0	22,2			
La Vache	MCM				38,3	22,2			
La Vache	MCM				39,1	20,4			
La Vache	MCM				42,6	22,0			
La Vache	MCM				42,9				
La Vache	MCM				41,2	21,5			
La Vache	MCM				43,2	22,6			
La Vache	MCM				39,2	20,8			
La Vache	MCM				42,6	22,7			
La Vache	MCM				42,6	23,9			
La Vache	MCM				42,3	22,1			
La Vache	MCM				43,0	22,6			
La Vache	MCM				41,5	22,1			
La Vache	MCM				41,9	22,0			
La Vache	MCM				44,1	23,6			
La Vache	MCM				42,6				
La Vache	MCM				41,0	21,7			
La Vache	MCM				40,4				
La Vache	MCM				42,7	23,3			
La Vache	MCM				44,5	23,5			
La Vache	MCM				40,0	21,5			
La Vache	MCM				42,4	21,3			
La Vache	MCM				42,5	22,0			
La Vache	MCM				43,0	23,0			
La Vache	MCM				43,9	22,8			
La Vache	MCM				38,3	20,1			
La Vache	MCM				43,0	23,7			
La Vache	MCM				42,8	23,6			
La Vache	MCM				41,0	21,2			
La Vache	MCM				43,3	22,8			
La Vache	MCM				43,5	23,0			
La Vache	MCM				42,8	23,5			
La Vache	MCM				42,8	22,9			
La Vache	MCM				44,7	22,9			
La Vache	MCM				43,0				
La Vache	MCM				42,3	21,5			
La Vache	MCM				42,5	21,7			
La Vache	MCM				42,4	22,3			
La Vache	MCM				40,5	21,6			
La Vache	MCM				40,3	22,1			
La Vache	MCM				42,8	22,1			
La Vache	MCM				43,1	22,3			
La Vache	MCM					21,5			
La Vache	MCM				41,4				
La Vache	MCM				43,7	23,0			
La Vache	MCM					22,4			
La Vache	MCM				43,8	22,2			
La Vache	MCM				43,6	23,8			
La Vache	MCM				46,0	25,7			
La Vache	MCM				43,4	23,9			
La Vache	MCM				44,0	23,3			
La Vache	MCM				44,4	23,1			
La Vache	MCM				43,4	21,3			
La Vache	MCM				40,9	22,1			
La Vache	MCM				41,1	21,7			
La Vache	MCM				44,2	22,6			
La Vache	MCM				45,1	23,7			
La Vache	MCM				42,9	22,9			
La Vache	MCM				42,6	23,1			
La Vache	MCM					22,9			
La Vache	MCM					22,3			
La Vache	MCM				44,1	23,4			
La Vache	MCM				43,1	22,6			
La Vache	MCM				41,6	22,2			
La Vache	MCM				42,6				



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	MCM				42,8	22,5			
La Vache	MCM				41,9	22,5			
La Vache	MCM				42,1	22,4			
La Vache	MCM				40,6				
La Vache	MCM				44,1	23,1			
La Vache	MCM				44,3	22,7			
La Vache	MCM				43,3	22,7			
La Vache	MCM				42,8	21,7			
La Vache	MCM				43,4	23,9			
La Vache	MCM				43,0	23,4			
La Vache	MCM				43,0	22,9			
La Vache	MCM				41,5	21,2			
La Vache	MCM				42,5	22,3			
La Vache	MCM				39,6	21,3			
La Vache	MCM				42,7	23,8			
La Vache	MCM				45,1	23,9			
La Vache	MCM				39,7	20,8			
La Vache	MCM				41,6	21,6			
La Vache	MCM				40,8	21,8			
La Vache	MCM				42,6	22,7			
La Vache	MCM				41,6	21,8			
La Vache	TIB			40,0	31,3				
La Vache	TIB			42,0	31,9				
La Vache	TIB			40,9	32,0				
La Vache	TIB			41,9	31,9				
La Vache	TIB			42,5	31,8				
La Vache	TIB			37,9	29,2				
La Vache	TIB			42,8	33,0				
La Vache	TIB			38,7	32,3				
La Vache	TIB			38,2	30,4				
La Vache	TIB				32,3				
La Vache	TIB			42,3	32,5				
La Vache	TIB			42,2	31,9				
La Vache	TIB				30,5				
La Vache	TIB				33,0				
La Vache	TIB			42,6	32,5				
La Vache	TIB			45,3	36,2				
La Vache	TIB				30,0				
La Vache	TIB			41,2	31,1				
La Vache	TIB			41,3	31,4				
La Vache	TIB			40,7	31,4				
La Vache	TIB			40,4	30,0				
La Vache	TIB			40,5	31,7				
La Vache	TIB			39,0	30,3				
La Vache	TIB			42,9	32,8				
La Vache	TIB			42,5	31,1				
La Vache	TIB			44,4	32,3				
La Vache	TIB			38,2	30,5				
La Vache	TIB			41,0	30,5				
La Vache	TIB			41,3	31,8				
La Vache	TIB			42,1	32,0				
La Vache	TIB				32,3				
La Vache	TIB			42,0	31,1				
La Vache	TIB			43,4	33,0				
La Vache	TIB			42,8	32,6				
La Vache	TIB			43,9	32,2				
La Vache	TIB			40,6	30,6				
La Vache	TIB			43,1	32,4				
La Vache	TIB			43,0	33,7				
La Vache	TIB			39,4	29,7				
La Vache	TIB				33,0				
La Vache	TIB			40,8	30,8				
La Vache	TIB			43,1					
La Vache	TIB			42,6	32,2				
La Vache	TIB			42,1	31,2				
La Vache	TIB			42,5	31,0				
La Vache	TIB			43,0	33,5				
La Vache	TIB			41,9	31,7				
La Vache	TIB			43,1	34,0				
La Vache	TIB			42,3	31,8				



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	TIB				29,6				
La Vache	TIB			41,9	32,5				
La Vache	TIB			40,7					
La Vache	TIB			40,1	30,2				
La Vache	TIB			39,3	30,0				
La Vache	TIB				29,1				
La Vache	TIB			40,4	30,5				
La Vache	TIB			38,8	29,9				
La Vache	TIB			41,7	30,8				
La Vache	TIB			42,9	32,7				
La Vache	TIB			40,1	30,4				
La Vache	TIB			42,7	33,6				
La Vache	TIB			43,6	32,6				
La Vache	TIB			38,8	29,3				
La Vache	TIB			41,9	31,0				
La Vache	TIB			40,6	31,0				
La Vache	TIB			42,2	33,1				
La Vache	TIB			41,6	31,4				
La Vache	TIB			43,5	32,3				
La Vache	TIB			38,4	29,5				
La Vache	TIB			39,7	30,1				
La Vache	TIB			43,4	31,5				
La Vache	TIB			40,6	29,7				
La Vache	TIB				32,0				
La Vache	TIB			40,4	30,1				
La Vache	TIB				29,0				
La Vache	TIB			39,2	30,4				
La Vache	TIB			42,9	32,0				
La Vache	TIB			41,5	31,0				
La Vache	TIB			42,5	31,8				
La Vache	TIB			41,3	31,2				
La Vache	TIB			42,4	31,0				
La Vache	TIB			39,0	30,1				
La Vache	TIB			40,9	31,7				
La Vache	TIB			39,2	30,2				
La Vache	TIB			39,8	30,6				
La Vache	TIB			38,0	30,3				
La Vache	TIB			42,0	30,4				
La Vache	TIB			39,1	29,9				
La Vache	TIB			37,7	29,1				
La Vache	TIB			42,0	32,0				
La Vache	TIB			44,7	32,9				
La Vache	TIB			39,5	30,5				
La Vache	CAL		31,4						
La Vache	CAL		33,4						
La Vache	CAL		29,4						
La Vache	CAL	96,1	28,3						
La Vache	CAL		28,2						
La Vache	CAL		31,2						
La Vache	CAL		29,6						
La Vache	CAL		33,9						
La Vache	CAL		31,2						
La Vache	CAL		31,5						
La Vache	CAL		31,7						
La Vache	CAL		29,2						
La Vache	CAL		27,5						
La Vache	CAL		29,5						
La Vache	CAL		32,6						
La Vache	CAL		27,2						
La Vache	CAL		30,1						
La Vache	CAL		28,1						
La Vache	CAL		29,6						
La Vache	CAL		33,9						
La Vache	CAL		32,1						
La Vache	CAL		30,7						
La Vache	CAL		35,1						
La Vache	CAL		29,8						
La Vache	CAL		32,7						
La Vache	CAL		27,3						
La Vache	CAL		27,6						



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	CAL		30,4						
La Vache	CAL		26,8						
La Vache	CAL	93,0	30,2						
La Vache	CAL		32,0						
La Vache	CAL		36,2						
La Vache	CAL	88,8	29,1						
La Vache	CAL		32,1						
La Vache	CAL		34,0						
La Vache	CAL		32,4						
La Vache	CAL		28,5						
La Vache	CAL	93,6	32,2						
La Vache	CAL	84,5	26,0						
La Vache	CAL		31,6						
La Vache	CAL		32,2						
La Vache	CAL		31,4						
La Vache	CAL		34,6						
La Vache	CAL	94,5	31,3						
La Vache	CAL	96,7							
La Vache	TAL	46,6							
La Vache	TAL	44,3							
La Vache	TAL	46,3							
La Vache	TAL	44,6							
La Vache	TAL	43,8							
La Vache	TAL	47,0							
La Vache	TAL	46,3							
La Vache	TAL	46,6							
La Vache	TAL	45,1							
La Vache	TAL	46,1							
La Vache	TAL	46,5							
La Vache	TAL	46,7							
La Vache	TAL	46,4							
La Vache	TAL	47,0							
La Vache	TAL	43,9							
La Vache	TAL	48,8							
La Vache	TAL	46,9							
La Vache	TAL	45,0							
La Vache	TAL	42,2							
La Vache	TAL	45,3							
La Vache	TAL	45,0							
La Vache	TAL	44,0							
La Vache	TAL	48,1							
La Vache	TAL	43,0							
La Vache	TAL	47,8							
La Vache	TAL	47,8							
La Vache	TAL	45,6							
La Vache	TAL	45,9							
La Vache	TAL	47,0							
La Vache	TAL	47,3							
La Vache	TAL	42,3							
La Vache	TAL	41,8							
La Vache	TAL	45,8							
La Vache	TAL	46,0							
La Vache	TAL	47,7							
La Vache	TAL	46,7							
La Vache	TAL	43,9							
La Vache	TAL	47,1							
La Vache	TAL	40,0							
La Vache	TAL	45,2							
La Vache	TAL	41,0							
La Vache	TAL	45,3							
La Vache	TAL	46,8							
La Vache	TAL	47,6							
La Vache	TAL	44,2							
La Vache	TAL	46,4							
La Vache	TAL	44,2							
La Vache	TAL	45,7							
La Vache	TAL	48,2							
La Vache	TAL	40,2							
La Vache	TAL	49,3							
La Vache	TAL	46,9							



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	TAL	39,6							
La Vache	TAL	40,7							
La Vache	TAL	46,7							
La Vache	TAL	46,1							
La Vache	TAL	44,6							
La Vache	TAL	43,2							
La Vache	TAL	47,5							
La Vache	TAL	42,7							
La Vache	TAL	44,5							
La Vache	TAL	46,7							
La Vache	TAL	44,6							
La Vache	TAL	48,1							
La Vache	TAL	49,0							
La Vache	TAL	45,0							
La Vache	TAL	46,7							
La Vache	TAL	46,5							
La Vache	TAL	45,5							
La Vache	TAL	44,9							
La Vache	TAL	46,9							
La Vache	TAL	45,6							
La Vache	TAL	44,1							
La Vache	CBN	35,1	29,6						
La Vache	CBN	35,9	31,9						
La Vache	CBN	36,9	33,0						
La Vache	CBN	38,1	34,5						
La Vache	CBN	36,0	33,4						
La Vache	CBN	35,9	32,0						
La Vache	CBN	34,3	31,1						
La Vache	CBN	38,1	34,7						
La Vache	CBN	38,0	33,2						
La Vache	CBN	36,2	31,0						
La Vache	CBN	36,9	33,0						
La Vache	CBN	36,3	33,0						
La Vache	CBN	31,3	29,2						
La Vache	CBN	38,1	31,8						
La Vache	CBN	36,7	31,4						
La Vache	CBN	32,8	29,3						
La Vache	CBN	32,9	30,4						
La Vache	CBN	34,8	31,0						
La Vache	CBN	31,2	28,8						
La Vache	CBN	37,9	32,8						
La Vache	CBN	36,3	32,7						
La Vache	CBN	37,9	32,6						
La Vache	CBN	34,8	28,7						
La Vache	CBN	36,3	33,9						
La Vache	CBN	34,6	31,7						
La Vache	CBN	36,9	34,2						
La Vache	CBN	38,3	33,0						
La Vache	CBN	35,6	31,2						
La Vache	CBN	34,4	30,9						
La Vache	CBN	37,0	32,5						
La Vache	CBN	33,2	29,6						
La Vache	CBN	36,9	33,1						
La Vache	CBN	35,0	32,8						
La Vache	CBN	36,3	33,4						
La Vache	CBN	36,4	33,0						
La Vache	CBN	35,7	30,3						
La Vache	CBN	36,6	31,5						
La Vache	CBN	38,3	34,9						
La Vache	CBN	34,7	30,8						
La Vache	CBN	36,4	32,2						
La Vache	CBN	37,1	32,5						
La Vache	CBN	34,9	31,3						
La Vache	CBN	36,0	31,2						
La Vache	CBN	36,6	31,4						
La Vache	CBN	33,2	30,0						
La Vache	CBN	37,9	33,1						
La Vache	CBN	36,2	31,7						
La Vache	CBN	38,1	33,6						
La Vache	CBN	34,1	29,8						



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	CBN	33,0	28,4						
La Vache	CBN	37,6	32,4						
La Vache	MTM				44,3	24,8			
La Vache	MTM				41,2	22,8			
La Vache	MTM				42,6	23,7			
La Vache	MTM				44,8	24,5			
La Vache	MTM				40,4	22,3			
La Vache	MTM				39,3				
La Vache	MTM				44,7	24,9			
La Vache	MTM				39,0	22,7			
La Vache	MTM				42,6				
La Vache	MTM				41,5	23,7			
La Vache	MTM				42,1	24,3			
La Vache	MTM				39,3	23,0			
La Vache	MTM				40,7	23,7			
La Vache	MTM				40,6	24,0			
La Vache	MTM				42,1	24,5			
La Vache	MTM				43,9	25,0			
La Vache	MTM				39,6	22,0			
La Vache	MTM				43,0	24,1			
La Vache	MTM				43,6	23,9			
La Vache	MTM				39,3	23,0			
La Vache	MTM				40,7	22,5			
La Vache	MTM				44,1	24,5			
La Vache	MTM				40,4	24,0			
La Vache	MTM				38,7	22,9			
La Vache	MTM				41,8	23,5			
La Vache	MTM				40,6	23,1			
La Vache	MTM				40,5	23,1			
La Vache	MTM				42,1	23,4			
La Vache	MTM				39,5	22,1			
La Vache	MTM				43,4	24,5			
La Vache	MTM				39,5	22,2			
La Vache	MTM				43,6	24,9			
La Vache	MTM				42,4	23,6			
La Vache	MTM				44,9				
La Vache	MTM				42,7	24,8			
La Vache	MTM				41,6	23,9			
La Vache	MTM				42,1	24,1			
La Vache	MTM				43,1				
La Vache	MTM					24,7			
La Vache	MTM				38,7				
La Vache	MTM				42,7	24,3			
La Vache	MTM				42,9	24,4			
La Vache	MTM				42,4	24,1			
La Vache	MTM				39,0	22,9			
La Vache	MTM				42,2	24,1			
La Vache	MTM				41,9	24,1			
La Vache	MTM				41,2	24,2			
La Vache	MTM				39,4	23,0			
La Vache	MTM				43,1	25,4			
La Vache	MTM				39,3				
La Vache	MTM				38,5	21,9			
La Vache	MTM				41,7	23,4			
La Vache	MTM				42,0	24,0			
La Vache	MTM				41,5	23,7			
La Vache	MTM				44,2	24,4			
La Vache	MTM				43,6	24,3			
La Vache	MTM				43,1	24,8			
La Vache	MTM				42,3	25,4			
La Vache	MTM				41,1	24,4			
La Vache	MTM				39,2	23,0			
La Vache	MTM				39,0	23,5			
La Vache	MTM				41,6	23,7			
La Vache	MTM				45,7	26,1			
La Vache	MTM				41,9	23,9			
La Vache	MTM				39,2	22,8			
La Vache	MTM				43,0	24,6			
La Vache	MTM				41,6	24,5			
La Vache	MTM				42,0	24,7			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
La Vache	MTM				41,7				
La Vache	MTM				41,5	23,3			
La Vache	MTM				40,1	22,8			
La Vache	MTM					25,7			
La Vache	MTM				39,1	22,9			
La Vache	MTM				39,8				
La Vache	MTM				42,9	26,3			
La Vache	MTM				43,0	24,8			
La Vache	MTM				42,6	24,5			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	SCA		46,0		28,5				
Gazel	SCA		42,8		29,0				
Gazel	SCA	25,5	43,9		29,3				
Gazel	SCA	28,6	40,0		28,4				
Gazel	SCA	32,8	44,8		28,2				
Gazel	SCA		51,0		32,2				
Gazel	SCA		44,9		34,4				
Gazel	SCA		43,0		29,7				
Gazel	SCA		38,1		27,7				
Gazel	SCA		43,7		30,1				
Gazel	SCA		47,1		31,9				
Gazel	SCA		41,8		29,6				
Gazel	SCA		37,2		26,5				
Gazel	SCA		43,7		25,3				
Gazel	SCA		40,8		27,9				
Gazel	SCA		37,1		29,3				
Gazel	SCA		43,1		25,2				
Gazel	SCA		40,6		26,3				
Gazel	SCA		43,4		29,4				
Gazel	SCA		46,4		31,9				
Gazel	SCA		42,8		25,2				
Gazel	SCA		48,0		30,7				
Gazel	SCA				30,6				
Gazel	SCA		43,7		30,9				
Gazel	SCA		41,5		25,6				
Gazel	SCA		44,8		25,1				
Gazel	SCA				25,0				
Gazel	SCA		42,3		28,3				
Gazel	SCA				35,3				
Gazel	SCA		41,8		29,1				
Gazel	SCA				28,6				
Gazel	HUM	45,7	42,8		47,2				
Gazel	HUM	44,9	42,5		46,2				
Gazel	HUM	44,6	40,4		42,6				
Gazel	HUM	42,0	39,1		43,5				
Gazel	HUM	50,9	47,7		51,1				
Gazel	HUM	44,1	40,7		44,3				
Gazel	HUM	49,3	44,8		48,9				
Gazel	HUM	43,0	38,7		42,9				
Gazel	HUM	45,3	41,8		46,2				
Gazel	HUM	48,7	43,6						
Gazel	HUM	48,9	46,6		48,0				
Gazel	HUM	48,0	45,4		48,2				
Gazel	HUM	42,1	39,2		36,8				
Gazel	HUM	41,5	40,4		45,2				
Gazel	HUM	44,0	41,1		43,1				
Gazel	HUM	53,9	47,5		46,3				
Gazel	HUM	47,1	43,1		46,3				
Gazel	HUM	43,5	40,1						
Gazel	HUM	41,0	36,3		41,9				
Gazel	HUM	44,4	41,2		44,8				
Gazel	RAD	44,8					25,4		
Gazel	RAD	44,1					23,9		
Gazel	RAD	43,0					23,1		
Gazel	RAD	42,4					22,6		
Gazel	RAD	44,6					23,8		
Gazel	RAD	46,4					24,9		
Gazel	RAD	44,5					25,2		
Gazel	RAD	48,2					26,7		



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	RAD	43,9							
Gazel	RAD	43,4					24,1		
Gazel	RAD	46,9							
Gazel	RAD	43,8					23,8		
Gazel	RAD	44,1							
Gazel	RAD	44,9					23,1		
Gazel	RAD	42,8					24,9		
Gazel	RAD	43,9					21,7		
Gazel	RAD	44,2					25,4		
Gazel	RAD	39,4					23,9		
Gazel	RAD	40,3					23,0		
Gazel	RAD	45,1					24,4		
Gazel	RAD	42,4					23,3		
Gazel	RAD	50,0					27,5		
Gazel	RAD	41,5					22,4		
Gazel	RAD	43,6					23,7		
Gazel	RAD			40,7				28,1	
Gazel	RAD							26,6	
Gazel	RAD			48,4				33,0	
Gazel	RAD			40,2				28,0	
Gazel	RAD			39,0					
Gazel	RAD			38,5				27,0	
Gazel	RAD			42,3				29,2	
Gazel	RAD			42,5				30,3	
Gazel	RAD			40,4				27,2	
Gazel	RAD			40,4				26,8	
Gazel	RAD			41,4				27,4	
Gazel	RAD			40,9				27,4	
Gazel	RAD			40,5				26,7	
Gazel	RAD			39,5					
Gazel	RAD			40,9				26,8	
Gazel	RAD			38,5				26,3	
Gazel	RAD			38,4				26,4	
Gazel	ULN	31,7							
Gazel	ULN	26,3							
Gazel	ULN	25,2							
Gazel	ULN	24,3							
Gazel	ULN	24,4							
Gazel	ULN	27,0							
Gazel	ULN	24,5							
Gazel	ULN	22,8							
Gazel	ULN	26,5							
Gazel	ULN	26,2							
Gazel	ULN	25,4							
Gazel	ULN	25,9							
Gazel	ULN	28,3							
Gazel	ULN	25,32							
Gazel	ULN	24,6							
Gazel	ULN	23,7							
Gazel	MCM	31,9	22,2						
Gazel	MCM	38,1	28,0						
Gazel	MCM	33,8	23,0						
Gazel	MCM	33,1	24,5						
Gazel	MCM		22,8						
Gazel	MCM		22,6						
Gazel	MCM		24,1						
Gazel	MCM		22,9						
Gazel	MCM		24,4						
Gazel	MCM		22,1						
Gazel	MCM	32,5	24,5						
Gazel	MCM	34,2	24,5						
Gazel	MCM		25,5						
Gazel	MCM		24,6						
Gazel	MCM		19,9						
Gazel	MCM		24,4						
Gazel	MCM		22,8						
Gazel	MCM		23,6						
Gazel	MCM	40,4	28,9						
Gazel	MCM	30,6	21,9						
Gazel	MCM	32,6	22,8						



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	MCM				43,3	21,1			
Gazel	MCM				40,0	21,3			
Gazel	MCM				41,4	20,6			
Gazel	MCM				39,3	20,2			
Gazel	MCM				41,2	20,2			
Gazel	MCM				41,7	21,5			
Gazel	MCM				41,9	23,4			
Gazel	MCM				41,5	19,5			
Gazel	MCM				42,5	21,6			
Gazel	MCM				42,8	22,2			
Gazel	MCM				39,8	20,4			
Gazel	MCM				42,5	21,8			
Gazel	MCM				39,5	20,6			
Gazel	MCM				39,4	21,0			
Gazel	MCM				40,5	21,6			
Gazel	MCM				40,8	20,9			
Gazel	MCM				39,6	19,6			
Gazel	MCM				44,7	23,1			
Gazel	MCM				38,2	19,3			
Gazel	MCM				40,4	20,7			
Gazel	MCM				42,3	22,6			
Gazel	MCM				45,7	20,7			
Gazel	MCM				39,2	20,3			
Gazel	MCM				39,5	18,9			
Gazel	MCM				42,4				
Gazel	MCM				39,9	20,8			
Gazel	MCM				42,2	21,7			
Gazel	MCM				39,9	20,5			
Gazel	MCM				39,8	18,7			
Gazel	MCM				41,7	21,8			
Gazel	MCM				40,7	21,0			
Gazel	MCM				40,4	21,5			
Gazel	MCM				41,3	20,9			
Gazel	MCM				42,0	20,9			
Gazel	MCM				40,5	20,1			
Gazel	MCM				40,7	20,7			
Gazel	MCM				43,4	22,5			
Gazel	MCM				41,0	19,9			
Gazel	MCM				37,9	20,5			
Gazel	MCM				40,6	20,3			
Gazel	MCM				40,8	21,4			
Gazel	MCM				41,8	21,3			
Gazel	MCM				41,1	20,9			
Gazel	MCM				40,2	20,4			
Gazel	MCM				38,5	20,7			
Gazel	MCM				39,6	19,4			
Gazel	MCM				41,3	21,2			
Gazel	MCM				42,2	20,6			
Gazel	MCM				41,6	21,1			
Gazel	MCM				38,7	19,7			
Gazel	MCM				39,2	20,1			
Gazel	MCM				46,3	23,3			
Gazel	MCM				39,3	20,4			
Gazel	MCM				44,3	21,8			
Gazel	MCM				43,1	21,7			
Gazel	PEL	35,9							
Gazel	PEL	37,85							
Gazel	PEL	36,48							
Gazel	PEL	36,2							
Gazel	PEL	32,7							
Gazel	PEL	36,87							
Gazel	PEL	36,54							
Gazel	PEL	36,54							
Gazel	PEL	39,75							
Gazel	PEL	36,76							
Gazel	TIB	60,9							
Gazel	TIB			36,3	30,14				
Gazel	TIB			38,5	29,82				
Gazel	TIB			42,06	31,15				
Gazel	TIB			41,2	32,8				



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	TIB			43,08	34,27				
Gazel	TIB			40,4	31,02				
Gazel	TIB			37,16	28,76				
Gazel	TIB			39	31,07				
Gazel	TIB				29,44				
Gazel	TIB			39,3	32,2				
Gazel	TIB			37,26	29,88				
Gazel	TIB			38,97	30,28				
Gazel	TIB			39,27	29,19				
Gazel	TIB				30,25				
Gazel	TIB				32,2				
Gazel	TIB				32,87				
Gazel	TIB				30,4				
Gazel	TIB				31				
Gazel	TIB				28,11				
Gazel	TIB				30,44				
Gazel	TIB			39,3	32,5				
Gazel	TIB			38,7	30,8				
Gazel	TIB			41,53	33,36				
Gazel	TIB			39,46	29,46				
Gazel	TIB			35,08	27,83				
Gazel	TIB			37	28,23				
Gazel	TIB			39,7	31,47				
Gazel	TIB			36,9	31,73				
Gazel	TIB			37,57	29,3				
Gazel	TIB			42,2	34,5				
Gazel	TIB			36,74	30,5				
Gazel	TIB				27,45				
Gazel	TIB			39,74	30,84				
Gazel	TIB			36,67	29,77				
Gazel	CAL	95,9	31	34,9	24,2				
Gazel	CAL	95,4	32	36,4	25,3				
Gazel	CAL	97,1		35,4	24,1				
Gazel	CAL	88,4	29	33,1	22,6				
Gazel	CAL		31,1		21,6				
Gazel	CAL	88,4	28,4	33,1	21,7				
Gazel	TAL	44,85	42,23		25,77	27,16			
Gazel	TAL	40,33	38,9	22,3	23,15	26,05			
Gazel	TAL	44,4	41,35	24,11	25,74	26,9			
Gazel	TAL	43,7	39,6	25,1	27,15	29,95			
Gazel	TAL	44,7	41,2	26,2	27,1	20,9			
Gazel	TAL	43,9	42,4	24,3	25	26,2			
Gazel	TAL	43,6	40,3	24,5	24,9	27,9			
Gazel	TAL	42	39,2	23,5	23,4	27,1			
Gazel	TAL	42	41,7	23	24,7				
Gazel	TAL	46,2	43,1	25,9	26,7	27,2			
Gazel	TAL	42	40,1	24,5	24,9	27,1			
Gazel	TAL	43,6	41	24,7	26	26			
Gazel	TAL	43,1	40	23,8	25	24,7			
Gazel	TAL		38,2		22,1	24,9			
Gazel	TAL	46,8	44,8	26,4	27,7	30,2			
Gazel	TAL	45,5	43,8	24,9	27,2	28,9			
Gazel	TAL	41,3	37,9	22,3	23,6	26,5			
Gazel	TAL	44,4		24,9					
Gazel	TAL	39,1		20,9					
Gazel	TAL	44,6	41,6	24,4	25,3	27,9			
Gazel	TAL	42,7	39,4	24,2	24,9	27,7			
Gazel	TAL		41,3			25,9			
Gazel	TAL	44,7	41,3	25,2	24,7	27,8			
Gazel	TAL		46,3	27,7	29,8				
Gazel	TAL	43	41,2	23,3	24,8	26,9			
Gazel	TAL	45,4	42,1	25,2	26,9	27,9			
Gazel	TAL	43,7	41,7	24,9	25,6	27,6			
Gazel	TAL	46,7	43,1	25,2	28,8	30			
Gazel	TAL	46	41,9	25,3	26,2	29,5			
Gazel	TAL	45,5	43,4	25,5	25,9	28,8			
Gazel	TAL	45	43	26,1	27,8	29,1			
Gazel	TAL	40,7	38,1	21,6	22,6	27,4			
Gazel	TAL	48,3	43,8	27,6	27,7	30			
Gazel	TAL	45	43	25,3	27,8	28,9			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	TAL	42,9	40,5	24,4	24,5	27,6			
Gazel	TAL	43	41,1	24,3	26,1	26			
Gazel	TAL	41,7		24	24,2	26,2			
Gazel	TAL		38,9		24,3	29,4			
Gazel	TAL					27,3			
Gazel	TAL	41,9	40,7	23,4	24,4	27			
Gazel	TAL		39,7		24,9	28,2			
Gazel	TAL	44,5		23,3		29,4			
Gazel	TAL		39,03		24,2	25,6			
Gazel	TAL	41,2	38,4	22,1	23,9	28,9			
Gazel	TAL	44,05	42	24,43	25,66	25,7			
Gazel	TAL	43,3	41,9	24,8	25,7	26,9			
Gazel	CBN	28,3	29,5						
Gazel	CBN	33,9	28,7						
Gazel	CBN	36,6	32,3						
Gazel	CBN	34	29,8						
Gazel	CBN	37	33,6						
Gazel	CBN	33,6	31,9						
Gazel	CBN	34,7	30,2						
Gazel	CBN	35,5	31						
Gazel	CBN	33,2	30,2						
Gazel	CBN	33,9	32,9						
Gazel	CBN	31,8	30,6						
Gazel	CBN	34,3	31,4						
Gazel	CBN	35,6	29,6						
Gazel	CBN	30	26,7						
Gazel	CBN	31,9	25,7						
Gazel	CBN	33,3	30						
Gazel	CBN	27,4	26,2						
Gazel	CBN	31,6	28,7						
Gazel	CBN	34,4	30,7						
Gazel	CBN	36,8	32,4						
Gazel	CBN	31,8	29,4						
Gazel	CBN	34,7	30,4						
Gazel	CBN	31,7	29,4						
Gazel	CBN	38,5	31,6						
Gazel	MTM				41,9	22,8			
Gazel	MTM				41,1	22,8			
Gazel	MTM				41,2	22,6			
Gazel	MTM				38,7	20,3			
Gazel	MTM				39,2	21,7			
Gazel	MTM				38,1	20,8			
Gazel	MTM				38,2	21,4			
Gazel	MTM				43,8	24,3			
Gazel	MTM				39,5	21,3			
Gazel	MTM				39,9	22,1			
Gazel	MTM				41,0	22,4			
Gazel	MTM				39,7	20,9			
Gazel	MTM				39,6	21,8			
Gazel	MTM				41,4	24,2			
Gazel	MTM				42,8	23,0			
Gazel	MTM				39,4	21,7			
Gazel	MTM				38,5	20,8			
Gazel	MTM				42,8	23,7			
Gazel	MTM				39,4	21,0			
Gazel	MTM				39,0	21,7			
Gazel	MTM				40,3	23,1			
Gazel	MTM				40,1	22,1			
Gazel	MTM				39,4	22,2			
Gazel	MTM				42,1	22,4			
Gazel	MTM				40,4	22,4			
Gazel	MTM				41,6	22,7			
Gazel	MTM				41,2	21,0			
Gazel	MTM				42,3	22,5			
Gazel	MTM				41,1	22,1			
Gazel	MTM				39,3	21,0			
Gazel	MTM				39,9	20,9			
Gazel	MTM				39,3	21,5			
Gazel	MTM				39,4	21,1			
Gazel	MTM				43,4	22,8			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gazel	MTM				38,9	20,2			
Gazel	MTM				43,7	22,3			
Gazel	MTM				39,7	22,2			
Gazel	MTM				44,6	24,3			
Gazel	MTM				40,6	22,5			
Gazel	MTM				39,7	21,9			
Gazel	MTM				40,7	21,4			
Gazel	MTM				39,2	21,4			
Gazel	MTM				39,0	20,9			
Gazel	MTM				44,3	22,4			
Gazel	MTM				37,1	21,4			
Gazel	MTM				38,5	21,6			
Gazel	MTM				38,4	22,3			
Gazel	MTM				36,8	21,0			
Gazel	MTM					22,8			
Gazel	MTM				39,1	21,5			
Gazel	MTM				38,5	21,4			
Gazel	MTM				39,2	21,5			
Gazel	MTM				42,5	22,9			
Gazel	MTM				45,3	23,1			
Gazel	MTM	26,1	30,0						
Gazel	MTM		34,2						
Gazel	MTM	27,7	30,3						
Gazel	MTM		33,5						
Gazel	MTM		30,6						
Gazel	MTM		32,0						
Gazel	MTM		31,0						
Gazel	MTM		33,4						
Gazel	MTM		32,9						
Gazel	MTM	30,9							
Gazel	MTM		29,3						
Gazel	MTM		32,5						
Gazel	MTM		32,9						
Gazel	MTM		32,2						
Gazel	MTM		32,0						
Gazel	MTM			41,4	22,2				
Gazel	MTM			41,6	22,1				
Gazel	MTM		29,8						
Gazel	MTM		30,8						
Gazel	MTM			41,2	22,5				
Gazel	MTM			39,5	22,3				
Gazel	MTM			39,1	23,5				
Gazel	MTM			41,9	23,6				
Gazel	MTM			38,1	20,6				
Gazel	MTM			36,9	20,4				
Gazel	MTM	29,0	30,6						
Gazel	MTM		34,3						
Gazel	MTM		33,1						
Gazel	MTM			37,8	20,7				



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Canecaude	SCA				30,5				
Canecaude	SCA		41		25,2				
Canecaude	SCA				33,9				
Canecaude	SCA		41,1		25,2				
Canecaude	SCA		41,7		25,5				
Canecaude	HUM	42,1	40,4	21,3	43,6				
Canecaude	HUM				45,8				
Canecaude	HUM	44,9	41,4		46,7				
Canecaude	HUM	40,1	38,5		39,5				
Canecaude	HUM	47,8	44,1		47,3				
Canecaude	HUM		38,8		42,7				
Canecaude	HUM	37,5	36,2		35,1				
Canecaude	HUM	48,1	43,9		47,4				
Canecaude	HUM	42,8	38,7		43,7				
Canecaude	HUM	39,8	38,6		38,9				
Canecaude	RAD	44,3					25,7		
Canecaude	RAD	46,2					25,6		
Canecaude	RAD						27,1		
Canecaude	RAD	39,3					23		
Canecaude	RAD	42,8					24,8		
Canecaude	RAD						24,3		
Canecaude	RAD	49					27		
Canecaude	RAD	40,1					23,5		
Canecaude	RAD	46,6					26,1		
Canecaude	RAD	42					23,4		
Canecaude	RAD	42,6					24,1		
Canecaude	RAD	40,5					22,7		
Canecaude	RAD	42,3					24		
Canecaude	RAD	47,7					26,1		
Canecaude	RAD	43,1					24,3		
Canecaude	RAD	38,4					22,7		
Canecaude	RAD	41,6					23,3		
Canecaude	RAD	46,5					26		
Canecaude	RAD	40,7					22,6		
Canecaude	RAD	42,9					24,5		
Canecaude	RAD	46,6					27		
Canecaude	RAD	42,8					23,4		
Canecaude	RAD			40,2				26,7	
Canecaude	RAD			39,9				27,2	
Canecaude	RAD			41				28	
Canecaude	RAD			39,4				26,5	
Canecaude	RAD			41,5				26,5	
Canecaude	RAD			40,5				27,1	
Canecaude	ULN	24,1							
Canecaude	ULN	16,2							
Canecaude	ULN	24,4							
Canecaude	ULN	25,9							
Canecaude	ULN	20,3							
Canecaude	ULN	26,6							
Canecaude	ULN	25,2							
Canecaude	ULN	21							
Canecaude	ULN	26,8							
Canecaude	ULN	23,7							
Canecaude	MCM		22,9						
Canecaude	MCM		25,9						
Canecaude	MCM	31,7	20,8						
Canecaude	MCM		25,2						
Canecaude	MCM	35,5							
Canecaude	MCM	34,4	24,9						
Canecaude	MCM		21,8						
Canecaude	MCM		21,7						
Canecaude	MCM				41,3	20,8			
Canecaude	MCM				42,7	21,3			
Canecaude	MCM				39,4	19,5			
Canecaude	MCM				39,3	20,1			
Canecaude	MCM				37,7	20,4			
Canecaude	MCM				41	19,8			
Canecaude	MCM				40,5	21			
Canecaude	MCM				41,2	21,8			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Canecaude	MCM				42	19,7			
Canecaude	MCM				44,2	23			
Canecaude	MCM				40,5	20,2			
Canecaude	MCM				39,8	19,7			
Canecaude	MCM					18,8			
Canecaude	MCM				39,1	20,8			
Canecaude	MCM				40,5	18,6			
Canecaude	MCM				38,7	20,6			
Canecaude	MCM				40,5	20,7			
Canecaude	MCM				43,9	22,3			
Canecaude	MCM				41,5	21,5			
Canecaude	MCM				39,2	19,6			
Canecaude	MCM				39,1	20,6			
Canecaude	MCM				40,4	21,6			
Canecaude	MCM				39,9	20,9			
Canecaude	MCM				39,2	19,9			
Canecaude	MCM				38,8	21			
Canecaude	MCM				39,5	20,6			
Canecaude	MCM				39,1	20,1			
Canecaude	MCM				41,8				
Canecaude	MCM				39,7	19,9			
Canecaude	MCM				45,3	22,2			
Canecaude	MCM				38,8	18,1			
Canecaude	MCM				39,1	20,2			
Canecaude	MCM				39,6	19,8			
Canecaude	MCM				39,7	18,6			
Canecaude	MCM				42,3	22,4			
Canecaude	PEL	35,7							
Canecaude	PEL	31,4							
Canecaude	TIB			36,7	30,9				
Canecaude	TIB			36,3	30				
Canecaude	TIB			39,0	30,2				
Canecaude	TIB			38,3	32,3				
Canecaude	TIB			40,5	29,8				
Canecaude	TIB			40					
Canecaude	TIB			39,2	30,9				
Canecaude	TIB			36,1	30				
Canecaude	TIB			38,1	28,4				
Canecaude	TIB			39,6	32,1				
Canecaude	TIB			38,1	30,8				
Canecaude	TIB			38,6	30,9				
Canecaude	TIB				30,4				
Canecaude	TIB			37,3	28,4				
Canecaude	TIB			40,0	30,5				
Canecaude	TIB			42,8	33,2				
Canecaude	TIB				26,8				
Canecaude	TIB				26,7				
Canecaude	TIB			34,8	29,7				
Canecaude	TIB			35,2	27,8				
Canecaude	CAL	85,5	29,1	29,8	23,9				
Canecaude	CAL	85,5	26,3	32,3	21,3				
Canecaude	CAL	88,3	31,7	35,8	23				
Canecaude	CAL	87	25,1	33,6	22,4				
Canecaude	CAL	92,7	31,8	35,1	24,5				
Canecaude	TAL	43	41,7	23,9	25,8	27,1			
Canecaude	TAL	43,3	41	25,2	25,9	27,1			
Canecaude	TAL	41,4	39	23	24,4	27			
Canecaude	TAL	40,2	37,7	22,7	23,1	24,9			
Canecaude	TAL	44,9	42,4	25,2	27,1	28,8			
Canecaude	TAL	43,7	41,2	24,1	25,7	27,2			
Canecaude	TAL	42,9	40,2	23,6	22,2	25,3			
Canecaude	TAL	41,1	40,5	23,4	24,3	24,9			
Canecaude	TAL	47,2	45	25,7	28,3	28,9			
Canecaude	TAL	42,9	40,2	24,1	26,2	27,8			
Canecaude	TAL	41,5	39,4	22,9	22,5	24,8			
Canecaude	TAL	43,5	40,5	23,6	24,4				
Canecaude	TAL	39	37	21,6	23,8	25			
Canecaude	TAL	47,5	43,6	26	27,7	28,9			
Canecaude	TAL	42,4	40,6	23	25,2	27			
Canecaude	TAL	46,3	45,3	25,9	28	31,7			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Canecaude	TAL	42,8	39,9	23,9	25	27,9			
Canecaude	CBN	29,8	26,7						
Canecaude	CBN	33,6	29						
Canecaude	CBN	33	28,4						
Canecaude	CBN	31,8	27,9						
Canecaude	CBN	31,1	27,8						
Canecaude	CBN	31,3	29,5						
Canecaude	CBN	31,9	29,7						
Canecaude	CBN	32,2	28,8						
Canecaude	CBN	32	27,9						
Canecaude	CBN	33,8	28,5						
Canecaude	CBN	30,5	27,7						
Canecaude	CBN	36,3	30						
Canecaude	CBN	34,4	30,3						
Canecaude	CBN	32,4	30,8						
Canecaude	CBN	33,3	30,9						
Canecaude	CBN	34,7	30,6						
Canecaude	CBN	36,1	32,7						
Canecaude	CBN	32,5	29,2						
Canecaude	CBN	32,1	30,2						
Canecaude	CBN	30,6	27						
Canecaude	MTM		27,6						
Canecaude	MTM	27,4	29,1						
Canecaude	MTM	29,1							
Canecaude	MTM	28	30						
Canecaude	MTM	27,5	30,6						
Canecaude	MTM		30,4						
Canecaude	MTM		30,5						
Canecaude	MTM	27,6	31,5						
Canecaude	MTM		32,8						
Canecaude	MTM		34,6						
Canecaude	MTM		35,6						
Canecaude	MTM		31,1						
Canecaude	MTM		35,7						
Canecaude	MTM		32,1						
Canecaude	MTM		34,7						
Canecaude	MTM		29,1						
Canecaude	MTM		29,8						
Canecaude	MTM		32,6						
Canecaude	MTM		32,1						
Canecaude	MTM				40,8	21,6			
Canecaude	MTM				39,4	22,5			
Canecaude	MTM				40,5	21,5			
Canecaude	MTM				38,8	20,4			
Canecaude	MTM				40,5	22,8			
Canecaude	MTM				39,3	21,7			
Canecaude	MTM				41	23,3			
Canecaude	MTM				42,3	22,4			
Canecaude	MTM				38,3	22,5			
Canecaude	MTM				41,1	22,4			
Canecaude	MTM				41,3	23			
Canecaude	MTM				39,1	21,7			
Canecaude	MTM				37,9	21,2			
Canecaude	MTM				39,6	21,3			
Canecaude	MTM				39,5	21,7			
Canecaude	MTM				40,7	20,7			
Canecaude	MTM				38	20,9			
Canecaude	MTM				43,3	23,8			
Canecaude	MTM				38,7	20,9			
Canecaude	MTM				38,1	20,8			
Canecaude	MTM				40,9	22,7			
Canecaude	MTM				41,3	22,7			
Canecaude	MTM				38,8	21			
Canecaude	MTM				41,6	21,2			
Canecaude	MTM				44,5	23			
Canecaude	MTM				38,2	21			
Canecaude	MTM					21,7			
Canecaude	MTM				42,2	23,2			
Canecaude	MTM				38,7	22			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Lassac	SCA		43,5		29,8				
Lassac	SCA		43,5		28,5				
Lassac	SCA		45,1		29,7				
Lassac	SCA		40,5						
Lassac	SCA		45,1		29,4				
Lassac	SCA		46,5		30				
Lassac	SCA		42,3		28,4				
Lassac	SCA	30,1	44,1		26,4				
Lassac	SCA				29,1				
Lassac	SCA	30,1	45		27,1				
Lassac	HUM	45	40,5						
Lassac	HUM	45,5	42,1		44				
Lassac	HUM	40,9	39,5		41,4				
Lassac	HUM	41,9	42,6		41,4				
Lassac	HUM	44,6	44,7		48,8				
Lassac	HUM	39,5	38,7		41,6				
Lassac	HUM	39,9	37,2		42,9				
Lassac	HUM	42,9	41,2						
Lassac	HUM	46,6	44,5		42,1				
Lassac	HUM	41,3	39,4		40,7				
Lassac	HUM	44,2	41,3						
Lassac	RAD	47,3					27,9		
Lassac	RAD	45,2					25,8		
Lassac	RAD	44					25		
Lassac	RAD	41,2					25,4		
Lassac	RAD	46					25,9		
Lassac	RAD			42,3				25,6	
Lassac	RAD			37,4				24	
Lassac	RAD							24,7	
Lassac	RAD			36,5				24,2	
Lassac	ULN	20,8	38,6						
Lassac	ULN	22,6	40,3						
Lassac	ULN	21,1							
Lassac	ULN	20,7							
Lassac	ULN	21,1							
Lassac	MCM				39,2	19,9			
Lassac	MCM				40,3	20,66			
Lassac	MCM				41,4	20,1			
Lassac	MCM				44,2	22,6			
Lassac	MCM				38,6	18,3			
Lassac	MCM				39,7	19,7			
Lassac	MCM				41,7	21,8			
Lassac	MCM				39,6	21,9			
Lassac	MCM				41	21			
Lassac	TIB			37	28,8				
Lassac	TIB			36,4	29,3				
Lassac	TIB			40,3	30,4				
Lassac	TIB			36,8	27,6				
Lassac	TIB			35,4	25,7				
Lassac	TIB				31,2				
Lassac	TIB	61,1							
Lassac	TIB	56,8							
Lassac	CAL			35,7					
Lassac	CAL				22,7				
Lassac	CAL				23,4				
Lassac	CAL				22,6				
Lassac	CAL				21,8				
Lassac	CAL				22,6				
Lassac	CAL			33,3					
Lassac	CAL			33,4					
Lassac	CAL				22,7				
Lassac	CAL				20,4				
Lassac	CAL				24,6				
Lassac	TAL	43,5	41,3	24,6	25,7	28,1			
Lassac	TAL	46	44,2	26,1	26,7	28,5			
Lassac	TAL	43,5	41,3	24,6	25,8	28,2			
Lassac	TAL	44,7	41,8	24,8	25,7	27,3			
Lassac	TAL	46,2	42	24,7	26	27,8			
Lassac	TAL	47,1	44,1	25,5	25,6	28,7			
Lassac	TAL	44,6	42,8	25,1	27,5	29,8			



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Lassac	TAL	45,8	43,2	25,2	26,9	29,4			
Lassac	TAL	43,5	41	25	25,3	27,1			
Lassac	TAL	43,5	41,9	23,8	25,6	27,3			
Lassac	TAL	46,4	43,9	25	24,9	28			
Lassac	TAL	44,5	42,3	24,9	25,4	28,3			
Lassac	TAL	43,3	40,6	25,1	25,2	27,1			
Lassac	TAL	44,8	42,3	25,3	25,6	30,1			
Lassac	TAL	45,9	44,1	25,8	26,8	29,2			
Lassac	TAL	44,1	40,1	24,6		27,2			
Lassac	TAL	43,8	40,6	23,7	24,4				
Lassac	TAL	43,4	41,1	24	25,4	26,8			
Lassac	TAL	44,1	41,1	24,7	25	26,9			
Lassac	TAL	48,1	44,5	26	26,7	30,7			
Lassac	TAL	43,7	41,2	23,7	23,7	26,1			
Lassac	TAL	42,2	40,7	24,6	23,5	26,9			
Lassac	TAL	42,4		22,4		26,1			
Lassac	TAL	45,1	43,3	25,6	26,1	27,9			
Lassac	TAL	47,6		26					
Lassac	TAL	44,1		27,3		31			
Lassac	TAL	43,6	40,9	23,5	24,2	27,2			
Lassac	TAL	44,5	42,1	24,6	23,1	27			
Lassac	TAL	45,5		25,1		28,5			
Lassac	TAL	44,5	41,2	24,6	24,8	28,1			
Lassac	TAL	41,9	40,4	23,7	24,2	26,1			
Lassac	TAL	43	39,2	24,1	23,1	26,5			
Lassac	TAL		43,1	25,9					
Lassac	TAL	44,5	44	24,4	25,9	27,1			
Lassac	TAL	41,7		23,1		24,2			
Lassac	TAL	41,4	38,9	22,7	23,3	25			
Lassac	TAL	45,6	42,4	25,3	25,45	27,3			
Lassac	CBN	34,7	31,2						
Lassac	CBN	32,7	29,5						
Lassac	CBN	30,8	28,5						
Lassac	CBN	31,5	29,9						
Lassac	CBN	31,6	28,5						
Lassac	CBN	32,8	29,2						
Lassac	MTM				38,7	20,6			
Lassac	MTM				43,9	23,2			
Lassac	MTM					21,1			
Lassac	MTM				37,9	21,4			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Murat	SCA	35,1	47,6		31,8				
Murat	SCA				30,1				
Murat	HUM	43,2	39		44,1				
Murat	MCM				40	20,9			
Murat	MCM				44,7	22,8			
Murat	MCM					22,3			
Murat	MCM					20,7			
Murat	MCM	35,3	25						
Murat	MCM				40,9	20,1			
Murat	MCM		25,7						
Murat	MCM				41,2	20,4			
Murat	MCM				39,4	21			
Murat	PEL	35,6	5,3						
Murat	TIB			41,6	31,8				
Murat	TIB			38	30,1				
Murat	TIB			37,9	29,1				
Murat	CAL		30,2	34,7					
Murat	TAL	45,9	44,3	25,9	28,3	30,1			
Murat	TAL	46,1	42,7	25,8	27	29			
Murat	TAL	45,1	42	24,8	24,8	26,9			
Murat	TAL	44,3	41,9	23,8	25,6	26,2			
Murat	TAL			22,6	21,5	24,6			
Murat	TAL	43,7	40,4	24,4	25,1	25,9			
Murat	TAL	40,8		23,1					
Murat	TAL		38,9	22,8	23,7	26,5			
Murat	TAL			23	21,1	25,4			
Murat	CBN	34,9	29,2						
Murat	CBN	33,4	30,1						
Murat	CBN	34,7	30,2						
Murat	MTM		33,5						
Murat	MTM				38,4	21,7			
Murat	MTM					20,1			
Murat	MTM				39,4	22,1			
Murat	MTM				40	22,7			
Murat	MTM				41,7	22,9			



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gral	SCA	23	35,9		24,1				
Gral	SCA	25,5	39,9		26,4				
Gral	SCA	24	37,3		22,9				
Gral	SCA	25,4	42,3		25,4				
Gral	SCA	26	41,6		24,3				
Gral	SCA	39,4	51,3		32,8				
Gral	SCA	25,5	40		25				
Gral	SCA	35	46,3		32				
Gral	SCA	35,9	51		34,2				
Gral	SCA	32,3	47,2		30,9				
Gral	SCA		41,3		25,1				
Gral	SCA	37,3							
Gral	SCA	23,8	38,4		22,4				
Gral	SCA	28,2	42,7		27,9				
Gral	SCA	31,6	42,7		29				
Gral	SCA	24,5	37,7		24,2				
Gral	SCA	30,9	42,5		28,7				
Gral	SCA	34,7	48,1		34,2				
Gral	SCA	36,9	48,3		28,8				
Gral	SCA	29,2	42,4		29,1				
Gral	SCA	29,9	40,7		26,9				
Gral	SCA	32,3	44,2		29,1				
Gral	SCA	33,2			30,7				
Gral	SCA	24	40,1		21,9				
Gral	SCA	28,3	41,6		27,4				
Gral	HUM					58,8	70,2		
Gral	HUM	43,6	41	19,3	43,7				
Gral	HUM			16,4		32,1	32,1	173	
Gral	HUM	44,9	42,6		46,44				
Gral	HUM	43,6	39,8		44,1				
Gral	HUM		36,3	16					
Gral	HUM	44,1	41,4	25,3	47,2		65,2		243
Gral	HUM	40,6	39,3		41,7				
Gral	HUM	42,3	38,9	18,9	43,2				
Gral	HUM	42,9	42,2	24,3	47,7				
Gral	HUM	48,2	44	24,9	49,2	56	72,7	230	247
Gral	HUM	40,3	37,5	14,9					
Gral	HUM			16,9	42,8				
Gral	HUM	43,8	39,8	23,8	47,4		64,2	212	
Gral	HUM	40,2	38,9	17,4	42,9				
Gral	HUM	43,6	39,9	17,8	44,2				
Gral	HUM	44,1	39,8	19,8	46,5				
Gral	HUM		37,6	18,4	42,7				
Gral	HUM	42,7	39						
Gral	HUM	45,7	41,7	23,6					
Gral	HUM		44,4	22,3					
Gral	HUM	42,5	40,9	19,6	44				
Gral	HUM			20					
Gral	RAD	43,3	18			41,2	23,3		
Gral	RAD			43,8				26,7	
Gral	RAD	41,2	20,5	35	246	39,7	23,9	26,5	
Gral	RAD	41,3				38,2	23,1		
Gral	RAD	41,6				38,1	24,6		
Gral	RAD	44,3				40,8	24,6		
Gral	RAD	44,3	22,1			41			
Gral	RAD	45,4	25,3	43,4	271	41,3	25,9	29,5	
Gral	RAD	44	23,8			41,4	26,2		
Gral	RAD		22,6	38,4	234		24	25,8	
Gral	RAD			35,9					
Gral	RAD	47,1	30	46	263	43,9	26,5	29,5	
Gral	RAD	46,9	30	43,9	252	43,1	26	27,7	
Gral	RAD	39,2				38,6	24,3		
Gral	RAD	40,3	19,4	37	238	37,7	23,1	24,4	
Gral	RAD	41,6	21,5	38,3	239	39	22,7	22,1	
Gral	RAD	41	19,9	36,9	240	38,8	23,6	24	
Gral	RAD	42,5				40,2	22,7		
Gral	RAD	44,1				42,5	25,2		
Gral	RAD	44				40,9	24		
Gral	RAD	42,4	17,7			40,4	23,6		
Gral	RAD	36,9	19,1			35,7	24,5		



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gral	RAD	46,3	28,2			43,1	26,3		
Gral	RAD	30,2	29,2	47,9				28	
Gral	RAD	44,4	23			41,6	24,7		
Gral	RAD	36,7				35,9	21,1		
Gral	RAD	44,6				42,4	24,7		
Gral	RAD	41,1	19,7			38,7	22,9		
Gral	RAD	41,9	20,7	39,4	238	39,9	24,4	26	
Gral	RAD			38,6				26,2	
Gral	RAD			38,4				25,4	
Gral	RAD		25,2						
Gral	RAD	41,5	22,5	38,8	239,4	40,2	24	25,6	
Gral	RAD	43,5				42,2	24,8		
Gral	RAD	41	17,4			39,3	23,3		
Gral	RAD	40,7	16,2			39,3	23,8		
Gral	ULN	25,1	49,1						
Gral	ULN	22,4							
Gral	ULN	22,9	36,1						
Gral	ULN	23,1	38,4						
Gral	ULN		40,1						
Gral	ULN	26,5							
Gral	ULN	21,2	38						
Gral	MCM				40,6	20,5			
Gral	MCM	35,6	26,1	23,9	42,1	20	184	15,3	
Gral	MCM	36,4	26	23,6	42,9	20,3	192	16,2	
Gral	MCM				40,2	19,5		14,6	
Gral	MCM	31,2		23,9	41,5	19,2	196	15,1	
Gral	MCM	31,7	22,9	19,5	38,5	20,6	180,5	13,9	
Gral	MCM	31,3	23,5	19,3	37,8	20,5	182	13,8	
Gral	MCM	30,9	23,4	19,1					
Gral	MCM			25,6					
Gral	MCM	29,9	22,1	17,1	38,2	18,5	175	14,8	
Gral	MCM	32,5	23,2	22,7		19,5	185	15,6	
Gral	MCM			23,1	40,9	18,9			
Gral	MCM	33,4	24,3	20,8	40	19,4	190,6	15,1	
Gral	MCM	30,8	21,9	18,1	39,3	19,6	181,2	15,6	
Gral	MCM	28,9							
Gral	MCM	31,7	24,7						
Gral	MCM	35,5	26,5	21,3	42	22,1	199	17,4	
Gral	MCM	33,9	25	20,1	41,8	21,2	200	15,9	
Gral	MCM	31,8	21,9						
Gral	MCM	32	22,2	19,8				14,7	
Gral	MCM	34,7	25,5	20,2	41,7	21,5	188,5	15	
Gral	MCM	29,3	22,3	18,1	39,5	20,6	180	14,8	
Gral	MCM	35	23,5	20	42,1	21,4	190,1	16	
Gral	MCM	35,5	24,5	23,7		21,9	198,2	17,1	
Gral	MCM	38,6	27,8	25,2	44,9	23,3	199	17,9	
Gral	MCM	33,9	24,6	23,2	43	21,1	187	17,4	
Gral	MCM	35,6	25,5	20,5	41,8	21,8	190	16,4	
Gral	MCM	35,3	24,5	21,2	42,7	22,1	189,9	17,1	
Gral	MCM	30	22,5	16,6		18,2	176,3	12	
Gral	MCM	30,6	22,6	19,3	39,6	20,4	181	14,3	
Gral	MCM	30,9	22,4	18,8	39,8	20,7	181,5	14,8	
Gral	MCM	30,3	22,8	16,7					
Gral	PEL	36,2	8,5						
Gral	PEL	34,4	4,9						
Gral	PEL	38,3	10						
Gral	PEL	36,2	6						
Gral	PEL	36,6	8,3						
Gral	PEL	38,1	9,5						
Gral	PEL	34	4,6						
Gral	PEL	37,8	8,6						
Gral	PEL	37,1	9,8						
Gral	PEL	37,4	9,9						
Gral	PEL	37							
Gral	PEL	35,2	8,8						
Gral	PEL	32,9	5,7						
Gral	PEL	33,9							
Gral	PEL	35,2	4,8						
Gral	PEL	36,2							
Gral	TIB			37,3	30,8				



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gral	TIB		18,6		28	284,9			
Gral	TIB			37,4	29,5				
Gral	TIB	63,1	25,1	39,4	30,8	320			
Gral	TIB				29,3				
Gral	TIB		20,8		29,4				
Gral	TIB		21,3	37,4	27,8	287			
Gral	TIB	58							
Gral	TIB	66,5	27,4	42,1	30,6	324			
Gral	TIB	57,4	20,4	38,1	30,5	290			
Gral	TIB	61,6	26	38,6	30,2	328			
Gral	TIB	63	27,3		32,1	317			
Gral	TIB		19,5	36,1	28,2	277,2			
Gral	TIB			40	31,6				
Gral	TIB	63,3							
Gral	TIB		19,8	36,6	27,7	290			
Gral	TIB	64,4	27,9	42	31,4	324			
Gral	TIB			32,5	25,5				
Gral	TIB		19,9	35,3	27,1				
Gral	TIB			40,1	32,4				
Gral	TIB			40,8	31,4				
Gral	TIB		26,3	38,9	31,7	313			
Gral	TIB			38,4	30,3				
Gral	CAL	91,3		36	25,1				
Gral	CAL	94,5	36	35,1	22,7				
Gral	CAL	83,8	29,2	31,6	19,6				
Gral	CAL	94,1			24,2				
Gral	CAL	94,9	31,2	36	23,1				
Gral	CAL	99,6	34,8	35,8	25,4				
Gral	CAL	92,2		32,8	22,5				
Gral	CAL			32,3					
Gral	CAL	99,7	34,2	36	23,9				
Gral	CAL	90							
Gral	CAL	85,3	23,4	33,3					
Gral	CAL	89,5	29	34,6					
Gral	TAL	44,6	42,5	24,3	24,8	28,5			
Gral	TAL	41,2		23,6					
Gral	TAL	44,1	42,9	25,1	25,6	27,6			
Gral	TAL	43,9	42,5	25,1	25,8	28,4			
Gral	TAL	45,9	44,1	26,5	29,1	29,9			
Gral	TAL	46,7	44,8	26,4	27,7				
Gral	TAL	44,4	42,4	24,6	26,5	28,9			
Gral	TAL	43,1	41,4	24,3	25,9	27,1			
Gral	TAL	42	41,8	22,7	22,2	26,9			
Gral	TAL	48,6	44,4	26,5	27,3	29,5			
Gral	TAL	42,4	41	23,9	25,1	26,6			
Gral	TAL	43,4	41	24,2	25,4	25,9			
Gral	TAL	43,5	41,5	24,8	25,2	26,3			
Gral	TAL	44	42,6	24,5	27	27,8			
Gral	TAL	41,7	39,3	23,9	24,2	25,5			
Gral	TAL	48,7	44,7	25,7	27,9	29			
Gral	TAL	46,2	43,8	24,8	25,7	28,5			
Gral	TAL	45,3	42,6	24	22,8	29,4			
Gral	TAL	47,6		25,1	24,9				
Gral	TAL	44,8		24,1					
Gral	TAL	45	42,8	24,9	25,4	30			
Gral	TAL	42,6	41,8	22,9	22,3	22,6			
Gral	TAL	42,4	39,3	23,1	24,1	27,3			
Gral	TAL	48,7	44,8	26,6	27,8	30			
Gral	TAL	44,7	42,6	26,11	26,8	30			
Gral	TAL	43,6	40,5	22,6	23,1	25,3			
Gral	TAL	45,6	41,8	23,7	25,9	28,2			
Gral	TAL	44	42,8	24,4	27	27,7			
Gral	TAL	47	43,8	26,8	28,5	29,5			
Gral	CBN	34,4	30,3						
Gral	CBN	33,9	28,8						
Gral	CBN	32,7	27,6						
Gral	CBN	30,8							
Gral	CBN	32,8	28,2						
Gral	CBN	31,3	30,1						
Gral	CBN	33,4	30,4						



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Gral	CBN	30,6	28,1						
Gral	CBN	32,8	29						
Gral	CBN	32	27,3						
Gral	CBN	34,3	31,7						
Gral	CBN	35,6	30,5						
Gral	CBN	32,5	28,3						
Gral	CBN	37,7	33,2						
Gral	CBN	31,6	28,4						
Gral	CBN	33,8	32,3						
Gral	CBN	36,6	32,2						
Gral	CBN	37,2	33,2						
Gral	CBN	32,6	28,9						
Gral	CBN	36,8	29,8						
Gral	CBN	35,5	30,9						
Gral	CBN	32,2	29,4						
Gral	CBN	32,1	30,4						
Gral	CBN	33,3	26,9						
Gral	CBN	32,7	31						
Gral	CBN	32,11	29,2						
Gral	CBN	33,6	30,8						
Gral	CBN	35	31,9						
Gral	CBN	35,8	32,9						
Gral	CBN	36,3	31,8						
Gral	CBN	31,5	28,6						
Gral	CBN	35,1	32,7						
Gral	CBN	33,9	32						
Gral	CBN	31,5	28,9						
Gral	MTM	26,6	31,1						
Gral	MTM	30,1					251		
Gral	MTM	28,1	31,9						
Gral	MTM			19,1	40,3	22,5		17,5	
Gral	MTM	31,9	34,8	20,4	41,5	23,7	270	19,3	
Gral	MTM	30,1	32,2						
Gral	MTM	32,3	34,1	23	43,1	23,9	271	17,4	
Gral	MTM	26,9	30,7	15	38,2	21,5	245	14,6	
Gral	MTM	31,9	34,3	23,2	43,7	23,2	273	19,2	
Gral	MTM				38,2	20,4			
Gral	MTM	31,6	36,4	20,8	42,2	22,4	267	21,1	
Gral	MTM	28,8	31,6						
Gral	MTM	27,7	31						
Gral	MTM	26,8	31,8	18,2	38,3	22	252	17,5	
Gral	MTM	26,7	29,8						
Gral	MTM	31,4	33,5		41,6	23,7	272	18,8	



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	SCA	25,6	43,4	37,4	32,3				
Hardangervidda	SCA	25,9	46,2	39,8	33,8				
Hardangervidda	SCA	22	37,8	33,2	25,2	179,9			
Hardangervidda	SCA	22,2	38,6	33,1	26,1	180,1			
Hardangervidda	SCA	28,9	41,7	33,8	25,9	201,9			
Hardangervidda	SCA	29,5	41,7	33,7	25,9	201,8			
Hardangervidda	SCA	26,7	43,4	35,1	27,1	193,3			
Hardangervidda	SCA	27	43	35,1	27,7	193			
Hardangervidda	SCA	26	37,2	32		186			
Hardangervidda	SCA	25,4	36,9	31,8		184			
Hardangervidda	SCA	24,7	38,9	31,8	25,8	188,5			
Hardangervidda	SCA	24,2	38,7	32	26,5	190,4			
Hardangervidda	SCA	26,4	43	36,2	27,4	204,5			
Hardangervidda	SCA	26	43,2	34,9	27,3	204,7			
Hardangervidda	SCA	29,9	41,4	33,4	26,7				
Hardangervidda	SCA	29,5	41,4	33,6	26,6	203,4			
Hardangervidda	SCA	24,9	39	31,5	26,3	194,4			
Hardangervidda	SCA	27,1	41,2	33,2	26,1				
Hardangervidda	SCA	27,5	40,3	32,7	26,6				
Hardangervidda	SCA	26,7	40,4	33,1	25,6	186			
Hardangervidda	SCA	25,4	40,2	31,1	25,6	186,6			
Hardangervidda	SCA		39,1	31,8	26,2				
Hardangervidda	SCA	25	40,3	32,6	26,2	199,8			
Hardangervidda	SCA	27,6	41,5	34	27,3	193			
Hardangervidda	SCA	28	42	34,6	27,1	191,9			
Hardangervidda	SCA	28	41,6	32,6	27	200,3			
Hardangervidda	SCA	28,7	41,8	33,5	27,1	197,5			
Hardangervidda	SCA	27,4	40,8	33,6	26,2	198,3			
Hardangervidda	SCA	27	39,5	32,4	26,5	196,7			
Hardangervidda	SCA	31,8	46,3	39	29,3	203,4			
Hardangervidda	SCA	32	46,3	38,9	29,4	202,6			
Hardangervidda	SCA	28,1	42,1	34,2	29,4	199,9			
Hardangervidda	SCA	27,8	42,7	34	29,8	198,1			
Hardangervidda	SCA	31,7	44,6	37	29,5	215,5			
Hardangervidda	SCA	30,7	43,7	36,3	29,8	210			
Hardangervidda	SCA	29,3	44,2	36,8	30,2	209,1			
Hardangervidda	SCA	30,6	43,7	35,4	29,2	215,6			
Hardangervidda	SCA	30	43,3	35,3	29				
Hardangervidda	SCA	34,9	46,4	37,7	32	228			
Hardangervidda	SCA	34	45,5	37,4	32,5	227			
Hardangervidda	SCA	29,4	43,5	35,2	29,8	197,9			
Hardangervidda	SCA	29,8	43,2	36,4	29,4	196,4			
Hardangervidda	SCA	28,4	42,2	36,1	30,9	213,2			
Hardangervidda	SCA	27,8	41,8	36,4	30,2	213			
Hardangervidda	SCA		45,5	37	29,3				
Hardangervidda	SCA	31,5	45	36,6	29,5	220,7			
Hardangervidda	HUM	40,5	39,2	16,9	41,6			195	207
Hardangervidda	HUM	41,5	37,1	16,8	42,3			196	209
Hardangervidda	HUM	41,6	37,8	14	39,8				
Hardangervidda	HUM	40,4	36,7	14	39,9				
Hardangervidda	HUM	41,1	37,8	16,9	40,5		185,8		202,9
Hardangervidda	HUM	40,3	39	16,8	41		186,2		203
Hardangervidda	HUM	42	38,2	17,9	43,5		195,5		210,4
Hardangervidda	HUM	43,1	38,9	17,9	43,9		197		211,9
Hardangervidda	HUM	40,8	36	17,4	40,2		183,8		195
Hardangervidda	HUM	40,9	35,7	16,5	40,2		185,6		195,3
Hardangervidda	HUM	41	36,5	16,1	40,8		184		200,7
Hardangervidda	HUM	39,1	35,5	16,3	40,2		184		199
Hardangervidda	HUM	42,2	38	17,5	41,4		192		208,7
Hardangervidda	HUM	41,8	37,4	17,4	41,6		191,7		210,5
Hardangervidda	HUM	42,5	38,2	19,1	42,2		200,1		212,6
Hardangervidda	HUM	41,6	37,4	18,7	42,2		200,1		212,9
Hardangervidda	HUM	40,7	37,6	17,3	40,4				
Hardangervidda	HUM	40,3	38,3		40,5				
Hardangervidda	HUM	40,2	36,8	16,3	41,6		192,9		204,1
Hardangervidda	HUM	39,2	37,3	17,2	41		193,3		204,4
Hardangervidda	HUM	40,5	39,7	17,7	40,9				
Hardangervidda	HUM	40,9	37,1	17,5	40,7				
Hardangervidda	HUM	41,2	37,8	16,4	42,3				
Hardangervidda	HUM	41,5	35,5	16,4	42,4				



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	HUM	43,4	37,5	17,5	43,3				
Hardangervidda	HUM	44,3	38,7	17,8	43,4				
Hardangervidda	HUM	42,9	39,4	18,9	43,3			188,4	199,4
Hardangervidda	HUM	43,2	38,6	18,3	43,4			188,3	199
Hardangervidda	HUM	40	37		39,8				
Hardangervidda	HUM	40	36,9		39,9				
Hardangervidda	HUM	44,3	39,2	19,2	45,4			196	212
Hardangervidda	HUM	43,6	39,6	18,7	44,9			195,6	212,2
Hardangervidda	HUM	42,8	40,6	18,4	42,6				
Hardangervidda	HUM	42,6	40,5	18,5	42,6				
Hardangervidda	HUM	46,8	43,2	21,4	44,9				
Hardangervidda	HUM	45,3	42,4	21,4	45,3				
Hardangervidda	HUM	45,1	41,2	19,6	45				
Hardangervidda	HUM	44,8	40,7	19,5	45				
Hardangervidda	HUM	42,8	40,2	20,8	44,1				
Hardangervidda	HUM	43,2	40	21	43,8				
Hardangervidda	HUM	46,6	43	22	45,3			224	239
Hardangervidda	HUM	46,3	41,8		45,6				
Hardangervidda	HUM	44,6	41,6	18,2	44				
Hardangervidda	HUM	44,4	40,8	18,1	44				
Hardangervidda	HUM	43	39,1		44,4				
Hardangervidda	HUM	42,6	40,3	19,9	44,7				
Hardangervidda	HUM	43,9	39,9	20,6	43,7				
Hardangervidda	HUM	43,9	41,2	20,3	44,5				
Hardangervidda	RAD	39,4	19,2	37,8	228,3	38,8		23,4	
Hardangervidda	RAD	39,5	19,2	37,6	225,8	38,4		23,7	
Hardangervidda	RAD	37,7	19,6			36,7			
Hardangervidda	RAD	37,9	19,7			36,8			
Hardangervidda	RAD	39,4	20,2	37,9	249	37,4		25,4	
Hardangervidda	RAD	39,1	19,9	38	218,7	37,9		25,2	
Hardangervidda	RAD	39,8	21	38,2	224,9	38,8		25,8	
Hardangervidda	RAD	40,6	21	39	223,9	38,5		25,5	
Hardangervidda	RAD	37,3	19,3	35,8	216	36,7		24,2	
Hardangervidda	RAD	37,3	19,3	34,5	217,8	37		24,7	
Hardangervidda	RAD	38,7				36,5			
Hardangervidda	RAD	38,1	19,4	36,8	214	36,7		24,1	
Hardangervidda	RAD	40,2				37,5	24,1		
Hardangervidda	RAD	39,8				37,5	23,4		
Hardangervidda	RAD			37,6				25,1	
Hardangervidda	RAD			37,6				25,6	
Hardangervidda	RAD	40	19,7	38,8	226	37,6		24,6	
Hardangervidda	RAD	40	18,4	39	226	38,1		24,2	
Hardangervidda	RAD	38,5	19,6			37,3			
Hardangervidda	RAD	39,1	19,3			37,5			
Hardangervidda	RAD	39,2	19,5	36	216	36,4		23,9	
Hardangervidda	RAD	39,2	19	36	217,6	36,9		22,7	
Hardangervidda	RAD	39,3	20,8	38,9	227	36,8		25,8	
Hardangervidda	RAD	39,2	20	38,5	228	36,9		25,3	
Hardangervidda	RAD	40	17,3	37,1	226,4	38		24	
Hardangervidda	RAD	39,7	17,6	37,4	226,7	37,9		23,8	
Hardangervidda	RAD	40,4	19,2			38,2			
Hardangervidda	RAD	39,7	20,1			38			
Hardangervidda	RAD	40,3	18,8	39,2	214,5	37,2		24,4	
Hardangervidda	RAD	39,8	18,9	38,8	216,3	37,8		22,8	
Hardangervidda	RAD	39,2	20	36,5	217	36,7		24,4	
Hardangervidda	RAD	39,2	19,4	36,5	217	36,8		23,2	
Hardangervidda	RAD	42,5	20,9	39,8	221,7	39,4		26,3	
Hardangervidda	RAD	42,7	20,5	39,9	222,1	39,8		25,9	
Hardangervidda	RAD	43,3	23,8			41,5			
Hardangervidda	RAD	43,4	23,6			40,7			
Hardangervidda	RAD	43,7	24,8	43,1	234,6	40,7		29,2	
Hardangervidda	RAD	43,4	24,6	43	236,8	40,5		28,2	
Hardangervidda	RAD	43,6	24,1			41,4			
Hardangervidda	RAD	43,6	23,5			41,1			
Hardangervidda	RAD	41,6	24,1	40,9	229	39,3		26,6	
Hardangervidda	RAD	42,5	24,7	40,7	230	38,9		26,3	
Hardangervidda	RAD	45,6	24,8	45	256	41,6			
Hardangervidda	RAD	45,4	24,9			43			
Hardangervidda	RAD	42,7	20,9			39,8	25,2		
Hardangervidda	RAD	43	21,7			40,6	25,3		



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	RAD	41,7	23,4			38,6			
Hardangervidda	RAD	41,5	24,8			39			
Hardangervidda	RAD	43,4	23,9			40,9			
Hardangervidda	RAD	43,6	23,6			40,8			
Hardangervidda	ULN	24,2	39,5						
Hardangervidda	ULN	23-janv	39,6						
Hardangervidda	ULN	22,6	37,4						
Hardangervidda	ULN	22,3	36,7						
Hardangervidda	ULN	24	38						
Hardangervidda	ULN	23	38						
Hardangervidda	ULN	23,2	35,2						
Hardangervidda	ULN	22,7	35,2						
Hardangervidda	ULN	24,2	39,2						
Hardangervidda	ULN	24,3	39,6						
Hardangervidda	ULN	22,9	38,2						
Hardangervidda	ULN	22,4	37,8						
Hardangervidda	ULN	22	36,3						
Hardangervidda	ULN	21,9	35,7						
Hardangervidda	ULN	22,3	36,1						
Hardangervidda	ULN	22,5	36						
Hardangervidda	ULN	25,8	43,1						
Hardangervidda	ULN	25,6	43,6						
Hardangervidda	ULN	24,1	36,8						
Hardangervidda	ULN	23,1	37,8						
Hardangervidda	ULN	22,4	36,5						
Hardangervidda	ULN	21,9	37,1						
Hardangervidda	ULN	25,5	38						
Hardangervidda	ULN	24,3	38,4						
Hardangervidda	MCM	30,6	22,3	15,4	38,9	19,9	175,1	12,8	
Hardangervidda	MCM	31	22,3	15,6	38,9	20,4	175	12,1	
Hardangervidda	MCM	29,5	20	15,9	37,2	19,4	167,2	11,8	
Hardangervidda	MCM	29,4	20,1	16,2	36,5	19,1	167	11,5	
Hardangervidda	MCM	28,9	23	16,4	38,3	19,4	162,2	12,1	
Hardangervidda	MCM	28,8	22	16,2	38,2	19	162,6	11,9	
Hardangervidda	MCM	30,1	22,3	17,7	40,2	20,2	169,7	12,9	
Hardangervidda	MCM	30,3	22	17,7	40,3	19,5	168,6	12,6	
Hardangervidda	MCM	28,3	20,2	15,3	37,7	18,5	166,9	11,9	
Hardangervidda	MCM	28,5	21	15,2	38,7	18,7	166,8	11,7	
Hardangervidda	MCM	27,7	21,2	16	36,4	19	158,1	12,4	
Hardangervidda	MCM	27,9	20,4	16,6	36,5	18,3	158	12,2	
Hardangervidda	MCM	29	22,4	15,5	37,9	18,7	171	12,1	
Hardangervidda	MCM	28,9	22,2	15,5	37,9	19,7	172,1	12,1	
Hardangervidda	MCM	32	22,9	14,8	39,1	19,9	175,5	10,8	
Hardangervidda	MCM	31,9	22,3	14,9	39	20,2	175,1	10,7	
Hardangervidda	MCM	30	21,2	15,7	37,1	19,4	167,7	13,2	
Hardangervidda	MCM	30,6	21,3	15,6	37,3	19,1	167,9	12,5	
Hardangervidda	MCM	29,3	21,1	15,1	38	19,8	171,8	12,2	
Hardangervidda	MCM	29,4	20,8	15,5	37,3	19,3	171,3	11,4	
Hardangervidda	MCM	29,7	21,4	15,9	39,4	20	167,4	13,3	
Hardangervidda	MCM	29,8	21,1	15,5	39	20,4	166,5	12,8	
Hardangervidda	MCM	30	21,2	16,8	38	19,7	168,5	12,1	
Hardangervidda	MCM	29,8	21,5	16,6	38,1	19,9	170,2	12	
Hardangervidda	MCM	30,9	22,2	16,8	39,8	21	171,1	13,5	
Hardangervidda	MCM	30,2	22,6	16,2	40,5	20	159	13	
Hardangervidda	MCM	30,2	22,8	15,8	40,3	20	160,2	12,9	
Hardangervidda	MCM	29,2	21,1	16,3	37	18,9	164,3	11,8	
Hardangervidda	MCM	29,5	21	17,3	37,1	19	163	11,9	
Hardangervidda	MCM	31,8	24	17,8	39,6	20,4	169,6	13,6	
Hardangervidda	MCM	31,6	23,5	16,7	39,5	20,7	169,5	13,4	
Hardangervidda	MCM	31,6	21,9	19	40,7	19,8	176,3	14,1	
Hardangervidda	MCM	31,2	22,1	19,2	40,9	19,9	177,1	14,2	
Hardangervidda	MCM	32,1	23,7	19,8	41,2	20,9	174,2	14,3	
Hardangervidda	MCM	31,9	23,9	19,9	40,7	20,5	174,6	14,1	
Hardangervidda	MCM	32,9	23,5	18	42,1	22	194,4	15,3	
Hardangervidda	MCM	32,6	23,6	18,6	42,4	21	195	15,7	
Hardangervidda	MCM	31,9	22,2	19,7	40,2	20,2	166,8	14	
Hardangervidda	MCM	32,1	22,3	19,7	39,4	20,3	166,8	13,9	
Hardangervidda	MCM	33,6	24	21,6	42,6	21,3	185	14,4	
Hardangervidda	MCM	33,6	24,1	21,5	42,9	21,9	184,7	14,7	
Hardangervidda	MCM	31,5	23,2	17,8					



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	MCM	31,9	23,2	17,9				14,5	
Hardangervidda	MCM	31,8	22,9	19,8	40,6	20,1	187,2	14,8	
Hardangervidda	MCM	31,7	22,9	20,6	40,4	20,2	187	14,6	
Hardangervidda	MCM	31,6	22,7	20,3	42,1	20,9	181,3	15	
Hardangervidda	MCM	31,5	22	20,7	41,9	21,2	181	14,7	
Hardangervidda	PEL	36,6	11,2						
Hardangervidda	PEL	35,8	12,1						
Hardangervidda	PEL	31,6	5,9						
Hardangervidda	PEL	31	5,4						
Hardangervidda	PEL	33,5	6,8						
Hardangervidda	PEL	33,7	7,5						
Hardangervidda	PEL	33,9	5,9						
Hardangervidda	PEL	32,8	5,2						
Hardangervidda	PEL	35,8	9,6						
Hardangervidda	PEL	35,5	10,6						
Hardangervidda	PEL	34,7	6,3						
Hardangervidda	PEL	33,1	5,4						
Hardangervidda	PEL	32	4,9						
Hardangervidda	PEL	30,3	6,4						
Hardangervidda	PEL	29,7	6,5						
Hardangervidda	PEL	33,9	6,9						
Hardangervidda	PEL	33,9	6,3						
Hardangervidda	PEL	33,7	4,7						
Hardangervidda	PEL	33,1	4,5						
Hardangervidda	PEL	34,9	8,9						
Hardangervidda	PEL	34,6	8,6						
Hardangervidda	PEL	33,9	7,2						
Hardangervidda	PEL	33,1	6,7						
Hardangervidda	PEL	32,4	5,1						
Hardangervidda	PEL	32,3	9,1						
Hardangervidda	PEL	32,7	8,5						
Hardangervidda	PEL	31,2	6,1						
Hardangervidda	PEL	32	6						
Hardangervidda	PEL	33,3	5,6						
Hardangervidda	PEL	33,2	5						
Hardangervidda	PEL	36,7	9,5						
Hardangervidda	PEL	35,5	9,9						
Hardangervidda	PEL	34,4	7,5						
Hardangervidda	PEL	33,9	6,8						
Hardangervidda	PEL	32,8	7,2						
Hardangervidda	PEL	31,3	6,5						
Hardangervidda	PEL	35,8	11,5						
Hardangervidda	PEL	33,9	10,8						
Hardangervidda	PEL	37,2	8,6						
Hardangervidda	PEL	36,3	7,8						
Hardangervidda	PEL	33,1	9,1						
Hardangervidda	PEL	32,5	7,2						
Hardangervidda	PEL	34,8	10						
Hardangervidda	PEL	34,1	9,3						
Hardangervidda	TIB	52,9	17	33,9	26,4	260			
Hardangervidda	TIB	53,1	18,9	36,2	26,7	271,8			
Hardangervidda	TIB	52,7	18,5	35,7	26,1	271			
Hardangervidda	TIB		18,4	34,9	26,4				
Hardangervidda	TIB		18,2	34,5	26,3				
Hardangervidda	TIB	54,7	18,1	35,7	26,5	266,6			
Hardangervidda	TIB	54,6	18,1	35,1	25,6	265,4			
Hardangervidda	TIB			37,7	27,2				
Hardangervidda	TIB	53,9	18,5	33,5	25,7	256			
Hardangervidda	TIB	54	18,4	34,8	26,6	257,4			
Hardangervidda	TIB	52,2	18	33,8	26,4	262,1			
Hardangervidda	TIB	52,8	18,7	34	26,4	260,3			
Hardangervidda	TIB	57,2	18,2	36,3	27,7	271,7			
Hardangervidda	TIB	56,7	18,6	36,1	27,1	272,8			
Hardangervidda	TIB	57	18,6	37,6	27,6	275,4			
Hardangervidda	TIB	57,2	18,2	37,4	27,4	274,9			
Hardangervidda	TIB		19,1	37,5	27,5				
Hardangervidda	TIB		19,1	35,3	27,4				
Hardangervidda	TIB	54,3	19,8	35,4	27	273			
Hardangervidda	TIB	54,9	19,5	34,7	26,9	273			
Hardangervidda	TIB		18,5	38,8	28,7				



Assemblage	Elément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	TIB		18,5	38,1	28,7				
Hardangervidda	TIB	56,2	18,4	36	27,7	275			
Hardangervidda	TIB	56,4	18,5	35,2	27	274,8			
Hardangervidda	TIB		19,8	37,9	28,5				
Hardangervidda	TIB		19,8	37,6	28,4				
Hardangervidda	TIB	57,2	18,9	37,4	28,1	267,9			
Hardangervidda	TIB	57,1	18	37,8	27,9	268			
Hardangervidda	TIB	54,9	20,4	34,3	26,5	264			
Hardangervidda	TIB	55,4	20,1	34,5	25,6	263,7			
Hardangervidda	TIB	59,1	20,3	37,7	28,5	278			
Hardangervidda	TIB	58,5	20	37,2	28	277,7			
Hardangervidda	TIB		21,8	38,1	30,3	283,4			
Hardangervidda	TIB		21,5	38,8	30,6	285,1			
Hardangervidda	TIB	60,7	23	38,9	28,8	293			
Hardangervidda	TIB	61,2	22,6	38,4	28,1	293			
Hardangervidda	TIB		21,5	38,6	29,8				
Hardangervidda	TIB		21,3	38,6	28,6				
Hardangervidda	TIB	56,4	21,6	36	27	272			
Hardangervidda	TIB	57,7	21,8	36	26,2	273			
Hardangervidda	TIB	62,2	23,1	41,2	30	305,7			
Hardangervidda	TIB	63,1	23,8	40,1	29,6	305			
Hardangervidda	TIB		21,1	38,7	29,9				
Hardangervidda	TIB		20,8	38,3	29,5				
Hardangervidda	TIB		21,4	38	29,7				
Hardangervidda	TIB		21,6	37,5	29,5				
Hardangervidda	TIB	58,6	23,5	38,2	28,6	299			
Hardangervidda	TIB		23,3	38	28,3				
Hardangervidda	CAL	87,3	27,7	32,6	20,5				
Hardangervidda	CAL		27,7	32,4	19,9				
Hardangervidda	CAL	81,4	25	29,7	19				
Hardangervidda	CAL	84,3	27,2	31,9	20,9				
Hardangervidda	CAL	84,6	26,9	31,6	20,3				
Hardangervidda	CAL		25,9	30,6	18,1				
Hardangervidda	CAL		25,1	30,6	18,3				
Hardangervidda	CAL	88,6	28,9	32,9	22,6				
Hardangervidda	CAL	90,5	28,9	32,7	22,4				
Hardangervidda	CAL	82,3	27,1	30,7	18,4				
Hardangervidda	CAL	82,7	26,7	30,8	18,4				
Hardangervidda	CAL	88,3	28,1	30,8	19,3				
Hardangervidda	CAL	82,3	25,4	30	18,7				
Hardangervidda	CAL	80,5	26,4	30	18,4				
Hardangervidda	CAL	85	26,6	31,5	20,4				
Hardangervidda	CAL	84,7	26,2	31,6	21,6				
Hardangervidda	CAL	84,9	27,5	32,6	21,5				
Hardangervidda	CAL	84,5	27,3	32,4	21				
Hardangervidda	CAL		28,6	33,2	22,6				
Hardangervidda	CAL		28,3	33,2	22,9				
Hardangervidda	CAL		26,3	30,5	19,6				
Hardangervidda	CAL		25,4	31,3	20,5				
Hardangervidda	CAL	84,9	27	30,3	20				
Hardangervidda	CAL	85,3	26,6	30,3	20,6				
Hardangervidda	CAL	88,4	27,8	31,9	21,7				
Hardangervidda	CAL	88,5	27,7	31,1	21,6				
Hardangervidda	CAL	80	29	30,7	21				
Hardangervidda	CAL	82	28,2	31,4	20,6				
Hardangervidda	CAL	84,1	25	30,8	20,8				
Hardangervidda	CAL	84,1	25	30,8	20,6				
Hardangervidda	CAL	97	30,6	33,8	22,3				
Hardangervidda	CAL	98	31	33,8	22,5				
Hardangervidda	CAL		26,6	32,6	21,7				
Hardangervidda	CAL		27,8	32,8	21				
Hardangervidda	CAL	83,6	28	32,1	21,1				
Hardangervidda	CAL	83,4	27,2	32,8	20,8				
Hardangervidda	CAL	84,4	26	31,2	20,8				
Hardangervidda	CAL	84,6	25,5	30,7	21,7				
Hardangervidda	CAL		28	32,9	20,5				
Hardangervidda	CAL		28	32,9	20,2				
Hardangervidda	CAL	85,7	29	33	21,2				
Hardangervidda	CAL	85,5	28,6	33	21,8				
Hardangervidda	CAL		27,7	33,1	21,5				



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	CAL		27,9	32,8	21,3				
Hardangervidda	CAL	83,9	27,3	31,9	23,8				
Hardangervidda	CAL	84,6	27,5	32,3	23,2				
Hardangervidda	TAL	37,8	35,9	21,2	22,6	24,7			
Hardangervidda	TAL	42,1	39,5	23,1	24	25,1			
Hardangervidda	TAL	41,8	39,4	23,2	23,8	25,4			
Hardangervidda	TAL	38,8	37,7	23,1	22,5	24,6			
Hardangervidda	TAL	38,4	38,3	22,6	22,7	24			
Hardangervidda	TAL	38	37	21,9	22,9	24,6			
Hardangervidda	TAL	37,8	37,3	21,6	23,2	24,2			
Hardangervidda	TAL	41,9	39,4	22,1	22,7	25,6			
Hardangervidda	TAL	39,7	37,6	21,4	23	24,8			
Hardangervidda	TAL	40,2	37,2	21,6	22,7	24,8			
Hardangervidda	TAL	40,8	39,4	23,5	23,3	25,6			
Hardangervidda	TAL	40,9	39,3	23,5	23,1	25,8			
Hardangervidda	TAL	41,9	40,7	23,7	24,6	26,6			
Hardangervidda	TAL	41,9	40,7	23,8	24,2	26,8			
Hardangervidda	TAL	41	38,8	22,3	22,6	24,8			
Hardangervidda	TAL	40,8	39,1	22,1	22,4	24,7			
Hardangervidda	TAL	39,8	38,9	21,9	23	24,4			
Hardangervidda	TAL	40	39,2	21,9	23	24,4			
Hardangervidda	TAL	40,8	40	21,4	23,7	27,5			
Hardangervidda	TAL	41,4	40	21,4	22,9	27,4			
Hardangervidda	TAL	41	38,6	22,7	23,6	25,8			
Hardangervidda	TAL	41,3	38,8	22,8	23,2	25,4			
Hardangervidda	TAL	43,7	41,2	23,5	25,3	25,2			
Hardangervidda	TAL	43,9	41,3	23,7	25,2	25,5			
Hardangervidda	TAL	42,1	39,4	23	24,1	25,6			
Hardangervidda	TAL	41,9	39,6	23	24,7	25,6			
Hardangervidda	TAL	39,1	37,3	21,5	22	24,3			
Hardangervidda	TAL	39,6	37,5	21,7	22,1	24,2			
Hardangervidda	TAL	43,9	40,4	23,8	24,8	27,1			
Hardangervidda	TAL	43,5	40,1	23,6	24,9	27,3			
Hardangervidda	TAL	43,9	41,4	23,7	25,2	25,7			
Hardangervidda	TAL	44,3	41,2	23,6	25,8	25,7			
Hardangervidda	TAL	42,7	41	23,5	25,2	27,7			
Hardangervidda	TAL	42,6	41,1	23,4	24,8	27,7			
Hardangervidda	TAL	42,9	40,9	23,6	25	27,2			
Hardangervidda	TAL	43,1	40,8	24	24,6	26,9			
Hardangervidda	TAL	42,2	39,5	23	24,7	25,4			
Hardangervidda	TAL	42,5	39,6	23	24,9	25,8			
Hardangervidda	TAL	45,2	43,1	24,2	25,2	27,6			
Hardangervidda	TAL	45,4	43,6	24,5	25,6	27,5			
Hardangervidda	TAL	43,9	41,9	25	25,4	26,2			
Hardangervidda	TAL	44,2	41,8	25	25,2	26,5			
Hardangervidda	TAL	42,5	41,2	22,7	24,2	26,6			
Hardangervidda	TAL	42,3	41,1	22,7	24	26,4			
Hardangervidda	TAL	42,2	38,8	22,8	24	25,7			
Hardangervidda	TAL	42,1	38,3	23	24	26,5			
Hardangervidda	CBN	33,9	28,8						
Hardangervidda	CBN	33,4	29,1						
Hardangervidda	CBN	30,5	26,5						
Hardangervidda	CBN	30,8	28,5						
Hardangervidda	CBN	30,8	28,4						
Hardangervidda	CBN	29,4	26,3						
Hardangervidda	CBN	29,9	27,2						
Hardangervidda	CBN	33,3	28,8						
Hardangervidda	CBN	33,6	28,7						
Hardangervidda	CBN	29,7	26,7						
Hardangervidda	CBN	29,2	26,7						
Hardangervidda	CBN	30,3	28,5						
Hardangervidda	CBN	29	26,5						
Hardangervidda	CBN	29,1	26,3						
Hardangervidda	CBN	31,7	27,8						
Hardangervidda	CBN	30,9	28,8						
Hardangervidda	CBN	32,2	28,8						
Hardangervidda	CBN	31,7	28,6						
Hardangervidda	CBN	32,8	28,3						
Hardangervidda	CBN	32,6	28,6						
Hardangervidda	CBN	30,3	27,5						



Assemblage	Élément	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Hardangervidda	CBN	31	27,4						
Hardangervidda	CBN	29,6	27,4						
Hardangervidda	CBN	29,7	27,9						
Hardangervidda	CBN	32	28,9						
Hardangervidda	CBN	32,3	29,4						
Hardangervidda	CBN	31,4	25,9						
Hardangervidda	CBN	31,7	26,1						
Hardangervidda	CBN	30,1	26,3						
Hardangervidda	CBN	30	26,9						
Hardangervidda	CBN	32,9	31,2						
Hardangervidda	CBN	33,7	31,6						
Hardangervidda	CBN	30,2	29,2						
Hardangervidda	CBN	29,2	28,2						
Hardangervidda	CBN	31,3	28,3						
Hardangervidda	CBN	31,7	28,2						
Hardangervidda	CBN	31,1	27						
Hardangervidda	CBN		27,6						
Hardangervidda	CBN	31,2	29,1						
Hardangervidda	CBN	31,2	29,1						
Hardangervidda	CBN	32,7	29,4						
Hardangervidda	CBN	33	29,9						
Hardangervidda	CBN	31,3	28						
Hardangervidda	CBN	31,6	28,1						
Hardangervidda	CBN	30,9	28,7						
Hardangervidda	CBN	31,7	28,3						
Hardangervidda	MTM	25,6	29,1	13,3	35,8	20	222	14,1	
Hardangervidda	MTM	26,9	29,1	14	38,4	21,7	242,5	13,9	
Hardangervidda	MTM	27,3	29,2	13,9	38,5	21,6	243,6	13,9	
Hardangervidda	MTM	24,3	26	14				14,2	
Hardangervidda	MTM	24,2	26,6	14,4				14,5	
Hardangervidda	MTM	26,5	28,2	15	37,9	20,5	226,6	14	
Hardangervidda	MTM	26,7	27,7	15,4	37,9	19,6	228	13,6	
Hardangervidda	MTM	27	28	16,4	38,8	20,1	235,6	13,7	
Hardangervidda	MTM	26,5	28,8	16,2	39	20,9	236,3	13,7	
Hardangervidda	MTM	25	27,7	14,4	38	20,6	229,5	13,8	
Hardangervidda	MTM	25,1	26,8	14,6	37,8	19,5	228,9	13,6	
Hardangervidda	MTM	25,5	27,1	14,7	36	20	222,7	13,9	
Hardangervidda	MTM	26,6	29,7	14,3	38,3	19,8	239,1	14,7	
Hardangervidda	MTM	27,2	28,5	14,3	38,2	20,2	239,6	15,1	
Hardangervidda	MTM	27,7	31,1	14,6	39,1	20,9	242,1	12,5	
Hardangervidda	MTM	27,6	31,1	14,4	38,7	21,5	241,8	12,4	
Hardangervidda	MTM	26,6	28,4	15	36,3	20,7	235,3	14,2	
Hardangervidda	MTM	27,3	28,5	14,9	36,5	19,7	235,8	14	
Hardangervidda	MTM	25,9	28,7	14,4	37,1	20,5	239,2	13,8	
Hardangervidda	MTM	26,2	28,6	14,7	37,2	20,3	239,3	13,8	
Hardangervidda	MTM	26,5	27,8	14,4	38,2	20,9	230,1	15,3	
Hardangervidda	MTM	27,1	2,8	14,2	38,5	21,5	230,4	15	
Hardangervidda	MTM	27,2	28,3	15,6	37,9	20,6	237	13,5	
Hardangervidda	MTM	27,4	28,2	15,3	37,9	21,6	237,3	13,5	
Hardangervidda	MTM	26,8	35	14,7				15,5	
Hardangervidda	MTM	27,6	29,7	15	38,3	21,2	232,6	15,2	
Hardangervidda	MTM	27,5	29,7	14,7	38,6	21,6	232,5	15,1	
Hardangervidda	MTM	26	28,1	15,9	36,5	19,9	226,3	13,6	
Hardangervidda	MTM	26,6	28,9	15,8	36,5	20,3	226,9	13,2	
Hardangervidda	MTM	28,5	31,3	16,8	40	22,1	236,8	17,1	
Hardangervidda	MTM	28,4	30	16,7	40,9	22,2	238,5	17,1	
Hardangervidda	MTM	27,2	29,9	16,1				17	
Hardangervidda	MTM	27,9	29,9	16				17	
Hardangervidda	MTM	28,9	30,7	17,4	40,2	22,5	247,6	16,3	
Hardangervidda	MTM	29,5	30,8	17,7	40,7	21,8	249,1	16	
Hardangervidda	MTM	28,2	30,9	16,6	40,6	23,2	266,6	17,1	
Hardangervidda	MTM	28,3	30,9	16,4	40,9	22,1	267,7	16,4	
Hardangervidda	MTM	28,3	30	15,8	38,9	21,9	234,2	15,1	
Hardangervidda	MTM	28,4	30,3	15,9	38,7	21,5	234	15,5	
Hardangervidda	MTM	28,8	32,4	19,9	42	22,7	259,3	16,5	
Hardangervidda	MTM	28,5	32,4	19,6	41,8	23,8	259	17	
Hardangervidda	MTM	28,9	30,3	16,3				16,6	
Hardangervidda	MTM	28,2	30,2	16,1				16,4	
Hardangervidda	MTM	27,3	30,6	17,5	39,1	21	258	16,8	
Hardangervidda	MTM	27,1	30,7	17,5	39,1	20,9	260	16	
Hardangervidda	MTM	26,9	30,6	19,1	40,3	22	254	16,2	



Liste des figures

Figure 1 : Renne de Villestofte, Allemagne.....	3
Figure 2 : Répartition des principales sous-espèces de rennes et caribous actuels	9
Figure 3: Alimentation saisonnière du Caribou.....	14
Figure 4 : Facteurs influençant les dynamiques de population et la productivité de <i>Rangifer tarandus</i>	16
Figure 5 : Principaux facteurs influant sur la démographie des troupeaux de rennes et caribous actuels	18
Figure 6 : Evolution de la population de rennes de Svalbard (Norvège) entre 1976 et 2000.....	19
Figure 7 : Prédateurs et charognards du Barren-ground caribou.....	21
Figure 8 : Périodes moyennes de mise bas de plusieurs populations naturelles à différentes latitudes	23
Figure 9 : Croissance des caribous sauvages de la toundra.....	25
Figure 10 : Poids des rennes sauvages de trois populations du Sud de la Norvège	26
Figure 11 : Variation saisonnière du taux de graisse chez le renne.....	27
Figure 12 : Cycle des bois de rennes mâle et femelle	29
Figure 13 : Comportement migratoire de sous-espèces de rennes et caribou actuels	30
Figure 14 : Principaux schémas de migration actuelle d'un écotype migrateur toundrique du Nord du Québec (troupeaux de la Rivière-George et de la Rivière aux-Feuilles).....	31
Figure 15: Facteurs à l'origine des migrations des rennes actuels	32
Figure 16 : Carte de répartition de certains troupeaux de caribous de la toundra d'Amérique du Nord.....	34
Figure 17 : Cycle annuel de troupeaux de caribous de toundra nord-américains.....	34
Figure 18 : Cycle annuel d'un écotype forestier <i>Rangifer tarandus</i> caribou canadien	36
Figure 19 : Zones de la carcasse où certaines mesures de taille et de masse corporelle sont prises sur les rennes actuels.....	37
Figure 20 : Mesures prises sur les crânes	38
Figure 21 : Principales mesures prises sur les mandibules de rennes actuels	38
Figure 22 : Comparaison des dimensions des extrémités articulaires distales des métapodes des populations du Groenland	41
Figure 23 : Relation entre le membre postérieur et la latitude au sein des caribous nord-américains ..	42
Figure 24 : Principaux facteurs influant sur la taille corporelle des rennes.....	44
Figure 25: Limites des zones géographiques considérées	50
Figure 26: Le Quercy et ses marges, principales formations sédimentaires.....	51
Figure 27 : Evolution temporelle de la composition isotopique ($\delta^{18}O$) de la glace du Groenland (Courbe GIC005- NorthernGRIP) au cours des 130 000 dernières années.....	53
Figure 28 : Schéma synthétique des cadres climatiques selon les carottes glaciaires, marines et continentales.....	56
Figure 29 : Courbes de calibration IntCal 09 et IntCal 04 avec les différences associées entre 12 000 et 26 000 cal BP	59
Figure 30 : Répartition chronologique des assemblages retenus datés de la fin du dernier Pléni-glaciaire et du Tardiglaciaire.....	60
Figure 31 : Schémas de fabrication des industries lithiques et en matières dures animales entre le Badegoulien récent et le Magdalénien moyen.....	62
Figure 32 : « Dans le renne, tout est bon ! ».....	65
Figure 33 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléni-glaciaire	69
Figure 34 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du Dryas ancien (He1)	69
Figure 35 : Ongulés dominants dans les assemblages du Sud-Ouest de la France au cours du Bølling-Allerød (GIS-1)	70
Figure 36 : Schéma d'utilisation des carcasses de renne après le prélèvement de la viande au Cuzoul de Vers	72



Figure 37 : Igue du Gral (Lot)- Mandibule incomplète et première phalange de renne présentant des pathologies	81
Figure 38 : Datations du renne en France.....	86
Figure 39 : Synthèse des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ des plantes et de leurs consommateurs en fonction des écosystèmes de milieu arctique et tempéré.	87
Figure 40 : Dentition du renne.....	90
Figure 41 : Terminologie des bois de renne	92
Figure 42 : Analyses cémentochronologiques.....	93
Figure 43 : Aires de parcours des rennes de l'ouest, du centre et de l'est dans le Sud-Ouest de la France.....	96
Figure 44 : Zones de pâtures estivales et hivernales des rennes au cours du dernier Pléniglaciaire dans le Sud-Ouest de la France.....	99
Figure 45 : Axes de circulation hydrographiques en Quercy.....	100
Figure 46 : Distribution des talus de renne provenant du Magdalénien supérieur de Limeuil (Dordogne).....	102
Figure 47 : Échantillons étudiés par Bouchud.....	102
Figure 48 : Tendances communes des variations de taille de l'humérus et du radius-ulna dans des assemblages du Sud-Ouest de la France.....	103
Figure 49 : Fréquence relative du Variability Size Index des rennes de la Madeleine en Dordogne..	105
Figure 50 : Evolution de la taille corporelle de plusieurs Ongulés dans le Sud-Ouest de la France entre 32 000 et 11 000 BP	107
Figure 51 : Fluctuation diachronique de la taille corporelle des rennes du Sud-Ouest de la France...	108
Figure 52 : Représentation schématique de la taille des rennes et moyennes VSI (Variability Size Index) pour plusieurs assemblages tardiglaciaires	110
Figure 53 : Variables biométriques pour lesquelles F. Delpech constate des différences significatives entre lots d'ossements différents	111
Figure 54 : Etapes d'épiphysation des tibias et âge des individus (Siréjol, Lot. Cliché D. Kuntz)	119
Figure 55: Bord ventro-médial des os coxaux de caribous actuels).	120
Figure 56 : Siréjol (Lot)- Coxal de mâle (à l'avant) et de de femelle (à l'arrière).	121
Figure 57 : Exemple d'une analyse de mélange montrant une bimodalité.....	122
Figure 58 : Sélection des points repères homologues des métapodes de chevaux et processus d'enregistrement des coordonnées	123
Figure 59: Estimation de la masse corporelle à partir du talus.....	128
Figure 60 : Distribution de fréquence VSI de Pégourié	132
Figure 61 : Distribution de fréquence VSI de Murat.....	132
Figure 62 : Distribution de fréquence VSI des rennes du Hardangervidda (Sud de la Norvège).....	133
Figure 63 : Distribution de fréquence VSI des caribous du Groenland (Données : Meldgaard 1986).....	133
Figure 64 : Distribution de fréquence VSI des caribous du Groenland (Données : Pasda 2009).....	134
Figure 65 : Distribution de fréquence VSI des mâles et femelles de l'échantillon de Norvège.....	134
Figure 66: Exemple de diagramme de Simpson généré par le programme SIST.....	135
Figure 67: Interprétations théoriques des diagrammes de Simpson.	136
Figure 68 : Nature des assemblages étudiés sous l'angle de l'ostéométrie	142
Figure 69 : Localisation géographique des gisements du Sud-Ouest de la France retenus pour l'analyse ostéométrique	143
Figure 70 : Répartition géographique et chronologique des gisements du Sud-Ouest de la France retenus pour l'analyse ostéométrique	144
Figure 71: Le Morin- Stratigraphie de l'abri.....	146
Figure 72 : Le Placard- Plan de la grotte et stratigraphie du secteur GLD.....	148
Figure 73 : Bois-Ragot - Stratigraphie.	150
Figure 74 : Laugerie-Haute Est- Stratigraphie	156
Figure 75 : Roc de Combe- Stratigraphie	163
Figure 76 : Siréjol- Coupe de la grotte	165
Figure 77 : Siréjol- Principaux ossements (coxal, scapula, humérus, radius et fémur) d'un jeune renne de 3-5 mois	166
Figure 78 : Siréjol- Métacarpiens complets.....	169



Figure 79: Jaurens- Plan de la grotte de Jaurens	170
Figure 80 : Jaurens- Arrière-crâne de renne	171
Figure 81 : Pégourié - Coupe stratigraphique longitudinale.....	173
Figure 82 : Igue du Gral – Plan de la cavité.....	176
Figure 83 : Igue du Gral- Stratigraphie, ongulés et datations du secteur avant.....	177
Figure 84 : Igue du Gral- Répartition stratigraphique des ossements de renne étudiés dans le secteur avant	179
Figure 85 : Igue du Gral - Crâne et os longs du membre postérieur d'un renne mâle adulte.....	179
Figure 86: Murat- Stratigraphie de l'abri en 1982	181
Figure 87 : Gazel- Coupe sagittale Est-Ouest	187
Figure 88 : Canecaude - Coupe stratigraphie sud.....	190
Figure 89: Plan de la caverne d'Enlène.....	195
Figure 90: La Vache- Plan de la grotte.....	196
Figure 91 : La Vache Salle Monique- Répartition des bâtons percés et des ossements de renne	197
Figure 92: Duruthy- Plan de masse du gisement et coupe sagittale le long de la bande A	200
Figure 93: Dufaure- Stratigraphie de la terrasse et du sommet de la pente.....	204
Figure 94 : Changement de l'utilisation du plateau du Hardangervidda par les rennes	207
Figure 95 : Localisation des provinces géographiques dans le parc naturel du Hardangervidda.....	208
Figure 96 : Hardangervidda- Répartition des individus mesurés en fonction de l'âge et du sexe.....	211
Figure 97 : Hardangervidda- Nuages de points à partir des os du membre antérieur des femelles (■) et des mâles (■)	225
Figure 98 : Hardangervidda- Nuages de points à partir du membre postérieur des femelles (■) et des mâles (■).....	227
Figure 99 : Hardangervidda- Comparaison des valeurs brutes du MTDD des femelles et des mâles. 230	
Figure 100 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs brutes de ScaSLC et McmBp des femelles et des mâles.....	230
Figure 101 : Hardangervidda - Comparaison du membre antérieur des mâles et femelles.....	232
Figure 102 : Hardangervidda- Comparaison du membre postérieur des mâles et femelles.	232
Figure 103 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs du membre antérieur des mâles et femelles.....	234
Figure 104 : Groenland (Pasda 2009)- Comparaison des valeurs du membre postérieur des mâles et femelles	234
Figure 105 : Comparaison des rennes de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège), deux sexes réunis	236
Figure 106 : Comparaison des femelles de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège)	237
Figure 107 : Comparaison des mâles de forêt (Finlande), de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège)	237
Figure 108 : Comparaison des 3 écotypes × 2 sexes (indice VSI*, 13 variables) par analyse de groupement (méthode d'ajustement aux moindres carrés).....	240
Figure 109 : Analyse en Composante Principale (A, B) et Réseau Traversant Bootstrap (A) obtenus à partir des valeurs de VSI* « centrées ».	241
Figure 110 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les femelles du Groenland et de Norvège.....	242
Figure 111 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les mâles du Groenland et de Norvège.....	242
Figure 112 : Comparaison des rennes du Groenland (échantillon Pasda) et de Norvège (échantillon Kuntz).....	243
Figure 113 : Comparaison des deux sexes pour les écotypes de toundra (Groenland) et de montagne (Norvège)	243
Figure 114 : Norvège- Comparaison de la masse corporelle des mâles (NMI= 8) et des femelles.....	244
Figure 115 : Comparaison de la masse corporelle des échantillons de Norvège et du Groenland.....	244
Figure 116 : Bilan de la méthodologie testée sur des populations actuelles et appliquée aux échantillons fossiles.....	245
Figure 117 : Masse corporelle moyenne des rennes fossiles et actuels.....	250



Figure 118 : Comparaison de la masse corporelle entre les rennes de Gazel et les caribous de la toundra.....	251
Figure 119 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les rennes fossiles de Gazel (bassin de l'Aude) et les échantillons actuels de montagne (Norvège) et de toundra (Groenland).....	252
Figure 120 : Comparaison de la longueur des os longs (en mm) des caribous du Groenland et des rennes provenant de sites naturels du Quercy	253
Figure 121 : Comparaison entre les rennes tardiglaciaires (Gazel et La Vache) et les échantillons de Norvège et du Groenland	254
Figure 122 : Siréjol- Variabilité de la taille des métacarpiens épiphysés	256
Figure 123 : Siréjol- Répartition des coxaux et analyse de mélange.....	256
Figure 124 : Siréjol- Analyse de mélange sur la longueur brute des radius	257
Figure 125 : Pégourié- Répartition des métacarpiens distaux	258
Figure 126 : Pégourié- Répartition des métatarsiens distaux	259
Figure 127 : Pégourié- Courbe VSI à partir de tous les éléments osseux.....	259
Figure 128 : Gazel et Canecaude- Courbe VSI	262
Figure 129 : Comparaison de la masse corporelle des gisements du Bassin de l'Aude.....	262
Figure 130 : Igue du Gral- Diagramme de dispersion des dimensions des os coxaux (en mm).....	264
Figure 131 : La Madeleine (fouilles Bouvier)- Âge et sexe des individus d'après l'analyse des bois	265
Figure 132 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Courbe VSI.....	266
Figure 133 : Synthèse des données sur le sex-ratio à partir des analyses de mélange	268
Figure 134 : La Madeleine- Comparaisons des valeurs mesurées par Delpech (fouilles Bouvier) et Weinstock.....	271
Figure 135 : Fluctuations de la taille corporelle des rennes dans le Sud-Ouest de la France à partir des différences de taille isométrique moyennes (mISD) à l'échantillon de référence (Stellmoor).	273
Figure 136 : Analyse en composantes principales effectuée à partir des valeurs brutes de VSI* pour les 21 assemblages du Sud-Ouest de la France considérés dans cette étude.	274
Figure 137 : Analyse en composantes principales (associée au RTB) effectuée à partir des valeurs centrées de VSI* pour les 21 assemblages du Sud-Ouest de la France considérés dans cette étude. .	276
Figure 138 : Analyses en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages de l' « Anté-Pléniglaciaire ».....	277
Figure 139 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire.....	278
Figure 140 : Roc de Combe- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes du membre antérieur.....	279
Figure 141 : Roc de Combe- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes du membre postérieur.....	279
Figure 142 : Laugerie-Haute Est- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des deux assemblages (Badegoulien -0, 1, 2- et Magdalénien moyen -3).....	280
Figure 143 : Diagramme de Simpson comparant les valeurs de Gazel et de Lassac.....	280
Figure 144 : Bize- Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des deux assemblages (Magdalénien moyen -G- et Magdalénien supérieur -H).	281
Figure 145 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Jaurens et Roc de Combe 5.....	282
Figure 146 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Jaurens et Siréjol	283
Figure 147 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre les assemblages du dernier Pléniglaciaire.	284
Figure 148 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Gazel et Canecaude.....	285
Figure 149 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Enlène (Pyrénées centrales), Gazel et Canecaude (bassin de l'Aude).....	286
Figure 150 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Combe-Cullier et l'Igue du Gral.	287
Figure 151 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire.....	288
Figure 152 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure et Duruthy.	289
Figure 153 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Duruthy (c. 3) et La Madeleine (fouilles Bouvier).	289



Figure 154 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure (c. 4) et Gare de Couze (c. G).....	290
Figure 155 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Dufaure (c. 4) et Le Morin (c. A).....	290
Figure 156 : Diagramme de Simpson comparant les valeurs moyennes des scapula et métapodes de plusieurs assemblages tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France.....	292
Figure 157 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « brutes » (avec mISD) et « centrées » (sans mISD) des assemblages de la transition He1/GIS-1 (ou pré-Bølling)	293
Figure 158 : Analyse en Composantes Principales des valeurs de VSI* « centrées » (sans mISD) des assemblages pyrénéens.....	294
Figure 159 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Duruthy et Bize.....	295
Figure 160 : Courbe paléoclimatique	301
Figure 161 : Adaptation des pieds et des membres de plusieurs ongulés au couvert neigeux	303
Figure 162 : Taille des sabots des rennes de forêt et de montagne	304
Figure 163 : Valeur de $\delta^{15}\text{N}$ du collagène du renne au cours du Paléolithique supérieur	306
Figure 164 : Pincevent- Courbe VSI.....	309
Figure 165 : Diagramme de Simpson montrant les différences entre Pincevent et La Madeleine.....	309
Figure 166 : Correspondances saisonnières au sein du cycle annuel.....	310
Figure 167 : Dernier Pléniglaciaire- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochronologie (tableau).....	325
Figure 168 : He1- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochronologie (tableau).....	327
Figure 169 : Grotte Gazel (c. 7)- Origine des matières premières lithiques identifiées	329
Figure 170 : GIS-1- Saisons de chasse au renne d'après toutes les méthodes (carte), et sans la cémentochronologie (tableau).....	331
Figure 171 : Principaux facteurs influant sur la taille corporelle des rennes.....	335
Figure 172 : Jaurens - Répartition des humérus distaux.....	411
Figure 173 : Jaurens- Répartition des tibias et analyse de mélanges sur la longueur totale.....	411
Figure 174 : Jaurens- Répartition des métacarpiens et analyse de mélanges sur la longueur totale..	412
Figure 175 : Jaurens- Répartition des calcanés.....	412
Figure 176 : Siréjol- Répartition des scapulas.....	413
Figure 177 : Siréjol- Répartition des humérus distaux.....	413
Figure 178 : Siréjol- Répartition des tibias distaux.....	413
Figure 179 : Roc de Combe (c. 1 et 5)- Répartition des métacarpiens distaux	414
Figure 180 : Lassac- Répartition des humérus distaux.....	415
Figure 181 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des scapulas	415
Figure 182 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des talus	416
Figure 183 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des cubo-naviculaires	416
Figure 184 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Répartition des métatarsiens.....	416
Figure 185 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des radius.....	417
Figure 186 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des métacarpiens.....	417
Figure 187 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des tibias.....	417
Figure 188 : Laugerie-Haute Est 3- Répartition des métatarsiens.....	418
Figure 189 : Gazel et Canecaude- Répartition des scapulas.....	418
Figure 190 : Gazel et Canecaude- Répartition des humérus	418
Figure 191 : Gazel et Canecaude- Répartition des métatarsiens	419
Figure 192 : Gazel et Canecaude- Répartition des cubo-naviculaires.....	419
Figure 193 : Gazel et Canecaude- Répartition des tibias.....	419
Figure 194 : Igue du Gral- Répartition des scapulas	420
Figure 195 : Igue du Gral- Répartition des métacarpiens distaux côté gauche.....	420
Figure 196 : Igue du Gral- Répartition des métacarpiens distaux côté gauche	421
Figure 197 : Igue du Gral- Répartition des tibias.....	421
Figure 198 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition de la scapula.....	422
Figure 199 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des humérus distaux.....	422
Figure 200 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des talus.....	423



Figure 201 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Répartition des métatarsiens distaux	423
Figure 202 : Dufaure- Répartition des humérus distaux.....	424
Figure 203 : Dufaure- Répartition des talus	424
Figure 204 : La Vache- Répartition des humérus distaux gauches	425
Figure 205 : La Vache- Répartition des tibias distaux droits	425
Figure 206 : La Vache- Répartition des métatarsiens distaux droits.....	425



Liste des tableaux

Tableau 1 : Sous-espèces de <i>Rangifer tarandus</i>	11
Tableau 2 : Sous-espèces de <i>Rangifer tarandus</i>	12
Tableau 3 : Poids moyen de quelques sous-espèces actuelles.....	25
Tableau 4 : Taille moyenne (en cm) de différentes sous-espèces actuelles.....	40
Tableau 5 : Localisation géographique et mesures disponibles pour les populations sauvages des zones alpines du Sud de la Norvège.....	43
Tableau 6 : Synthèse des études archéozoologiques menées sur les restes de renne dans les gisements du Sud-Ouest de la France au cours du Badagoulien et du Magdalénien.....	79
Tableau 7 : Datation des gisements du Sud-Ouest de la France renfermant du renne à la fin du Magdalénien.....	85
Tableau 8 : Eruption des dents permanentes de plusieurs populations de caribous.....	91
Tableau 9 : Saisonnalités déduites des analyses cémento-chronologiques.....	93
Tableau 10: Âge d'épiphyssation des ossements de renne d'après plusieurs sources.....	118
Tableau 11 : Variables retenues dans le cadre de nos analyses multivariées.....	127
Tableau 12 : Liste des gisements fossiles retenus pour l'étude ostéométrique.....	144
Tableau 13 : Le Morin- Bilan des datations.....	146
Tableau 14 : Abri du Morin- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	147
Tableau 15 : Le Placard- Nombre de restes mesurés dans les deux assemblages.....	149
Tableau 16 : Le Placard- Valeurs statistiques pour les assemblages badegouliens et solutréens.....	150
Tableau 17 : Bois-Ragot- Datations radiométriques.....	151
Tableau 18 : Bois-Ragot- Principaux Ongulés déterminés dans les niveaux 4, 5, 6.....	151
Tableau 19 : Bois-Ragot c. 5 & 6- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	152
Tableau 20 : La Madeleine- Corrélations entre couches sédimentaires et niveaux industriels, datations et climat.....	153
Tableau 21 : La Madeleine- Nombre de restes mesurés.....	155
Tableau 22 : La Madeleine- Valeurs statistiques des assemblages de Weinstock (2000b) et Delpech (1983).....	155
Tableau 23 : Laugerie-Haute Est- Datation des niveaux magdaléniens.....	156
Tableau 24 : Laugerie-Haute Est- Ongulés déterminés dans les niveaux magdaléniens.....	157
Tableau 25 : Laugerie-Haute Est- Nombre de restes mesurés dans les deux assemblages.....	158
Tableau 26 : Laugerie-Haute Est- Valeurs statistiques des différents assemblages.....	158
Tableau 27 : Gare de Couze- Correspondance des couches et datations.....	159
Tableau 28 : Gare de Couze- Nombre de restes mesurés dans les niveaux G et H.....	160
Tableau 29 : Gare de Couze- Valeurs statistiques des assemblages G et H.....	160
Tableau 30 : La Rouquette- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	162
Tableau 31 : Roc de Combe- Nombre de restes de renne mesurés dans les deux assemblages.....	164
Tableau 32 : Roc de Combe- Valeurs statistiques des niveaux 5 et 1.....	164
Tableau 33 : Siréjol- Datations radiométriques.....	165
Tableau 34 : Siréjol- Nombre de restes de Cervidés déterminés.....	167
Tableau 35 : Siréjol- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques correspondant aux variables communes à tous les assemblages (étude inédite).....	168
Tableau 36 : Siréjol- Valeurs statistiques des os longs de renne.....	169
Tableau 37 : Jaurens- Datations radiométriques.....	170
Tableau 38 : Jaurens- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	172
Tableau 39 : Jaurens- Valeurs statistiques des os longs de renne.....	172
Tableau 40 : Pégourié- Datations radiométriques.....	173
Tableau 41 : Pégourié- Espèces déterminées dans les niveaux badegouliens, en nombre de restes ...	174
Tableau 42 : Pégourié- Répartition des restes de renne dans les niveaux archéologiques.....	174
Tableau 43 : Pégourié- Nombre de restes de renne mesurés (en grisé : éléments retenus) et valeurs statistiques (étude inédite).....	175



Tableau 44 : Igue du Gral- Datations	177
Tableau 45 : Igue du Gral- Nombre de restes mesurés et valeurs statistiques des rennes du secteur avant (fouilles 2001-2008) (étude inédite)	180
Tableau 46 : Murat- datations radiométriques.....	182
Tableau 47 : Murat- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques (étude inédite)	183
Tableau 48 : Combe Cullier- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques	184
Tableau 49 : Lassac- Datations radiométriques.....	185
Tableau 50 : Lassac- Espèces animales déterminées dans les différentes séries.....	186
Tableau 51 : Lassac- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques (étude inédite)	186
Tableau 52 : Gazel- Datations radiométriques de l'ensemble 7	187
Tableau 53 : Gazel- Restes de faune déterminés.....	188
Tableau 54 : Gazel- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques des ossements (étude inédite).....	189
Tableau 55 : Canecaude - Restes de faune déterminés.....	191
Tableau 56 : Canecaude- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques (étude inédite)	191
Tableau 57 : Bize- Datations radiométriques des niveaux magdaléniens	192
Tableau 58 : Bize- Nombre de restes de renne mesurés.....	193
Tableau 59 : Bize- Valeurs statistiques	193
Tableau 60 : Enlène (Salle du Fond)- Nombre de restes de renne mesurés	196
Tableau 61 : La Vache- Datations.....	197
Tableau 62 : La Vache Salle Monique- Répartition taxonomique	198
Tableau 63 : La Vache Salle Monique- Nombre de restes de renne mesurés	199
Tableau 64 : Duruthy- Couches et attributions chrono-culturelles.....	201
Tableau 65 : Duruthy- Datations	202
Tableau 66 : Duruthy- Taxons déterminés dans les différents niveaux.....	202
Tableau 67 : Duruthy- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	203
Tableau 68 : Dufaure- Datations	205
Tableau 69 : Dufaure- Ongulés déterminés dans les différentes couches	206
Tableau 70 : Dufaure- Nombre de restes de renne mesurés et valeurs statistiques.....	206
Tableau 71 : Hardangervidda- Nombre de restes mesurés de rennes mâles et femelles (étude inédite)	209
Tableau 72 : Norvège - Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et de femelles (étude inédite).....	210
Tableau 73 : Norvège- Valeurs des mesures d'os longs de rennes mâles et femelles (étude inédite).....	210
Tableau 74 : Finlande - Valeurs statistiques des ossements de rennes mâles et femelles adultes.....	212
Tableau 75 : Groenland - Nombre d'éléments anatomiques retenus pour des comparaisons en fonction du sexe.....	214
Tableau 76 : Groenland- Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et femelles.....	215
Tableau 77 : Groenland- Valeurs statistiques des longueurs d'ossements.....	215
Tableau 78 : Groenland- Valeurs statistiques des ossements de rennes adultes mâles et femelles.....	215
Tableau 79 : Stellmoor- Datations du niveau ahrensbourgien	216
Tableau 80 : Stellmoor- Nombre de restes de renne mesurés (NRM) par Weinstock (2000b) et nombre d'éléments retenus dans l'analyse.....	217
Tableau 81 : Stellmoor- Valeurs statistiques pour les variables retenues dans l'analyse	217
Tableau 82 : Norvège- Résultat de l'analyse de mélange.	228
Tableau 83 : Groenland- Résultat de l'analyse de mélange.	229
Tableau 84 : Groenland (Meldgaard 1986)- Résultat de l'analyse de mélange.	231
Tableau 85 : Résultats de l'analyse de contaste associée à l'ANOVA communes aux six échantillons actuels analysés	238
Tableau 86 : Masse corporelle des rennes provenant d'assemblages actuels et fossiles.....	250
Tableau 87 : Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA entre les rennes de Gazel et les échantillons actuels.....	252
Tableau 88 : Ordre de variation des valeurs mISD des échantillons actuels et fossiles.....	254
Tableau 89 : Jaurens - Résultat de l'analyse de mélange	255
Tableau 90 : Siréjol- Résultat de l'analyse de mélange.....	257



Tableau 91 : Roc de Combe c. 5- Résultat de l'analyse de mélange.....	257
Tableau 92 : Roc de Combe c. 1- Résultat de l'analyse de mélange.....	258
Tableau 93 : Lassac- Résultat de l'analyse de mélange	260
Tableau 94 : Laugerie-Haute Est 0, 1, 2- Résultat de l'analyse de mélange	260
Tableau 95 : Laugerie-Haute Est 3- Résultat de l'analyse de mélange.....	261
Tableau 96 : Gazel- Résultat de l'analyse de mélange.....	261
Tableau 97 : Valeurs ostéométriques obtenues sur les crânes de renne de l'Igue du Gral.....	263
Tableau 98 : Igue du Gral- Mesures et sexes des os coxaux des mâles et des femelles.....	263
Tableau 99 : Igue du Gral- Résultat de l'analyse de mélange (membre antérieur)	264
Tableau 100 : Igue du Gral- Résultat de l'analyse de mélange (membre postérieur)	264
Tableau 101 : La Madeleine (fouilles anciennes)- Résultat de l'analyse de mélange.....	266
Tableau 102 : Gare de Couze G- Résultat de l'analyse de mélange.....	266
Tableau 103 : Dufaure- Résultat de l'analyse de mélange	267
Tableau 104 : La Vache- Résultats de l'analyse bivariable (nuages de points)	267
Tableau 105 : La Vache- Résultat de l'analyse de mélange.....	268
Tableau 106 : Différence de taille isométrique moyenne croissante (mISD et erreur standard sur la moyenne [esm] associée) à l'échantillon de référence (Stellmoor).....	270
Tableau 107 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA menée sur 12 assemblages datés de l' « Anté-Pléniglaciaire » (Stades 3/2), du dernier Pléniglaciaire, du Dryas ancien (He1) et du Bølling-Allerød (GIS-1).....	275
Tableau 108 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA menée sur 5 assemblages datés de l' « Anté-Pléniglaciaire ». 12 variables communes.....	275
Tableau 109 : Bassin de l'Aude - Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA.....	276
Tableau 110 : Dernier Pléniglaciaire- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA	284
Tableau 111 : He1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA.....	285
Tableau 112 : He1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA.....	286
Tableau 113 : GIS-1- Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA.....	291
Tableau 114 : Résultat de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA à partir des assemblages de Bize et de Duruthy.....	294
Tableau 115 : Résultats de l'analyse de contraste associée à l'ANOVA à partir des assemblages de Pincevent et de plusieurs sites tardiglaciaires du Sud-Ouest de la France.....	308
Tableau 116 : Pincevent- Résultat de l'analyse de mélange	309
Tableau 117 : Données saisonnières issues des analyses cémento-chronologiques de Gordon (1988b) au Magdalénien à l'échelle du Sud de la France.....	312
Tableau 118 : Synthèse des données saisonnières sur le renne au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire dans le Sud-Ouest de la France.....	314
Tableau 119: Pégourié- Saisonnalité du renne à partir de l'éruption et de l'usure dentaire.....	317
Tableau 120 : Igue du Gral- Résultats des analyses cémento-chronologiques.....	318
Tableau 121 : Igue du Gral- Estimation de la saison à partir des frontaux de renne.....	318
Tableau 122 : Igue du Gral- Mandibules de rennes, dimensions des D4.....	319
Tableau 123 : Mesures des os longs de fœtus de renne. Grotte Tournal niveau G	322
Tableau 124 : Grotte Gazel (Bassin de l'Aude)- Analyses cémento-chronologiques menées sur les principaux ongulés	323
Tableau 125 : Igue du Gral- Synthèse des proportions mâles/femelles selon certains éléments anatomiques post-crâniens.....	421



Table des matières

Remerciements

Introduction.....	1
-------------------	---

I. Rangifer tarandus : apports de l'actualisme à la compréhension des populations passées..... 7

I.1. Distribution géographique, systématique et taxinomie des populations actuelles	9
I.1.1. Distribution géographique.....	9
I.1.2. Systématique et taxinomie.....	10
I.2. Ecologie, biologie et éthologie	13
I.2.1. Habitat et alimentation	13
I.2.1.1. Habitat	13
I.2.1.2. Alimentation	14
I.2.2. Organisation sociale et dynamique de population	15
I.2.2.1. Organisation sociale	15
I.2.2.2. Dynamiques de population	17
I.2.2.2.1. Conditions climatiques et disponibilité alimentaire	18
I.2.2.2.2. Insectes et maladies	20
I.2.2.2.3. Prédateurs	20
I.2.3. Reproduction, croissance, poids, condition physique et cycle des bois.....	22
I.2.3.1. Maturité sexuelle et fécondité.....	22
I.2.3.2. Rut et mise bas.....	23
I.2.3.3. Croissance et poids.....	24
I.2.3.4. Condition physique saisonnière.....	26
I.2.3.5. Cycle des bois.....	28
I.2.4. Comportements migratoires et cycles saisonniers.....	29
I.2.4.1. Comportements migratoires	29
I.2.4.1.1. Diversité du comportement migratoire	29
I.2.4.1.2. Facteurs à l'origine des migrations	32
I.2.4.2. Cycles saisonniers annuels	33
I.2.4.2.1. Ecotype de toundra	33
I.2.4.2.2. Ecotype de forêt.....	35
I.2.4.2.3. Ecotype de montagne.....	36
I.3. Taille corporelle des populations actuelles	37
I.3.1. Considérations générales et données ostéométriques	37
I.3.2. Différences de taille corporelle au sein des écotypes et des sous-espèces actuels.....	39
I.3.3. Causes des variations spatio-temporelles de la taille corporelle.....	43

II. Cadres fondamentaux et historique des recherches sur le Renne paléolithique..... 47

II.1. Cadres géographiques, paléoenvironnementaux et chronoculturels.....	49
II.1.1. Cadre géographique	49
II.1.2. Cadre paléoenvironnemental.....	52
II.1.3. Cadre chronoculturel.....	59
II.2. Le renne, un gibier de choix.....	65
II.2.1. Sources ethnographiques.....	66
II.2.2. Sources archéologiques.....	67
II.2.2.1. Fréquence du renne dans le Sud-Ouest de la France	68



II.2.2.2. Stratégies de subsistance des groupes de chasseurs-cueilleurs.....	70
II.2.2.2.1. Dernier Pléniglaciaire (Badegoulien/Magdalénien inférieur).....	71
II.2.2.2.2. He1 (Magdalénien moyen/Magdalénien supérieur ancien).....	73
II.2.2.2.3. GIS-1 (Magdalénien supérieur/final).....	75
II.2.2.3. La question des rennes domestiques au Paléolithique.....	80
II.3. Ecologie et éthologie.....	83
II.3.1. Adaptation et disparition du renne.....	83
II.3.2. Habitat et alimentation.....	86
II.3.3. Comportement migratoire du renne paléolithique.....	89
II.3.3.1. Méthodes d'étude.....	89
II.3.3.2. Mobilité du renne.....	94
II.3.3.2.1. Migration de grande ampleur.....	94
II.3.3.2.2. Sédentarité.....	97
II.3.3.2.3. Déplacements limités.....	98
II.4. Taille corporelle des rennes paléolithiques.....	101
II.4.1. Méthodes d'étude.....	101
II.4.1.1. Les travaux de J. Bouchud (1959, 1966).....	101
II.4.1.2. Les travaux de F. Delpech (1975, 1983).....	103
II.4.1.3. Indices de taille.....	103
II.4.2. Fluctuations temporelles.....	105
II.4.2.1. Premières études ostéométriques et premiers débats.....	105
II.4.2.2. Postulats actuels.....	108
II.4.3. Fluctuations spatiales au cours du Tardiglaciaire.....	109
II.4.3.1. En Europe.....	109
II.4.3.2. Dans le Sud-Ouest de la France.....	111
 III. Méthodes d'étude.....	 115
III.1. Identification de l'âge et du sexe des individus.....	117
III.1.1. Âge des individus.....	117
III.1.2. Sexe des individus.....	119
III.1.2.1. Analyses graphiques.....	121
III.1.2.2. Analyse de mélange.....	121
III.2. Caractérisation de la taille et de la masse des rennes.....	123
III.2.1. Mesure des éléments anatomiques et variables retenues.....	124
III.2.2. Estimation de la masse corporelle.....	127
III.2.3. Calcul d'un indice de variabilité de taille : VSI* (modified Variability Size Index).....	128
III.2.4. Représentations graphiques et tests statistiques.....	131
III.2.4.1. Problèmes des courbes VSI de Weinstock.....	131
III.2.4.2. Diagrammes de Simpson.....	135
III.2.4.3. Analyses en Composantes Principales et Réseaux traversant Bootstrap.....	136
III.2.4.4. Tests statistiques.....	137
 IV. Corpus d'étude.....	 139
IV.1. Présentation générale.....	141
IV.2. Assemblages fossiles.....	143
IV.2.1. Gisements de Gironde.....	145
IV.2.2. Gisements de Poitou-Charentes.....	148
IV.2.2.1. Le Placard (Vilhonheur, Charente).....	148
IV.2.2.2. Bois-Ragot (Gouex, Vienne).....	150
IV.2.3. Gisements du Périgord.....	153
IV.2.3.1. La Madeleine (Tursac, Dordogne).....	153
IV.2.3.2. Laugerie-Haute Est (Les Eyzies-de-Tayac, Dordogne).....	156
IV.2.3.3. Gare de Couze (Lalinde, Dordogne).....	159
IV.2.4. Gisements du Quercy.....	161



IV.2.4.1. La Rouquette (Puycelsi, Tarn).....	161
IV.2.4.2. Roc de Combe (Payrignac, Lot).....	162
IV.2.4.3. Siréjol (Gignac, Lot).....	165
IV.2.4.4. Jaurens (Nespouls, Corrèze).....	170
IV.2.4.5. Pégourié (Caniac-du-Causse, Lot).....	172
IV.2.4.6. Igue du Gral (Sauliac-sur-Célé, Lot).....	176
IV.2.4.7. Murat (Rocamadour, Lot).....	181
IV.2.4.8. Combe Cullier (Lacave, Lot).....	183
IV.2.5. Gisements du Bassin de l'Aude.....	184
IV.2.5.1. Lassac (Sallèles-Cabardès, Aude).....	185
IV.2.5.2. Gazel (Sallèles-Cabardès, Aude).....	187
IV.2.5.3. Canecaude (Villardonnell, Aude).....	190
IV.2.5.4. Tournal (Bize, Aude).....	192
IV.2.6. Gisements des Pyrénées centrales.....	194
IV.2.6.1. Enlène (Montesquieu-Avantès, Ariège).....	194
IV.2.6.2. La Vache (Alliat, Ariège).....	196
IV.2.7. Gisements des Pyrénées occidentales-Chalosse.....	200
IV.2.7.1. Duruthy (Sordes l'Abbaye, Landes).....	200
IV.2.7.2. Dufaure (Sordes l'Abbaye, Landes).....	204
IV.3. Assemblages actuels.....	207
IV.3.1. Sud de la Norvège.....	207
IV.3.2. Est de la Finlande.....	212
IV.3.3. Ouest du Groenland.....	213
IV.4. Echantillon de référence : Stellmoor.....	216
<i>V. Discussions sur la validité des méthodes d'étude à partir des référentiels actuels d'âge et de sexe connus.....</i>	<i>221</i>
V.1. Sex-ratio des rennes actuels.....	223
V.1.1. Caractérisation et importance du sex-ratio.....	223
V.1.1.1. Les diagrammes bivariés.....	223
V.1.1.2. Les analyses de mélange.....	227
V.1.1.3. Différences iso- et/ou allométrique.....	231
V.2. Différences de taille et de masse corporelle selon les écotypes.....	235
<i>VI. Caractéristiques ostéométriques des rennes paléolithiques : analyses biométriques et interprétations.....</i>	<i>247</i>
VI.1. Caractérisation d'écotypes au Paléolithique ?.....	249
VI.2. Variations spatio-temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques.....	255
VI.2.1. Sex-ratio des rennes dans les assemblages paléolithiques.....	255
VI.2.2. Fluctuations temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques.....	269
VI.2.2.1. Taille isométrique.....	269
VI.2.2.1.1. Données générales.....	269
VI.2.2.1.2. Résultats des ACP et des ANOVA.....	274
VI.2.2.2. Taille allométrique.....	276
VI.2.2.2.1. Résultats des ACP et des ANOVA.....	276
VI.2.2.2.2. Diagrammes de Simpson.....	278
VI.2.3. Fluctuations synchroniques de la taille corporelle des rennes paléolithiques.....	282
VI.2.3.1. Anté-Pléniglaciaire.....	282
VI.2.3.2. Dernier Pléniglaciaire.....	284
VI.2.3.3. He1.....	285
VI.2.3.4. Transition He1/GIS-1 et GIS-1.....	287
VI.2.3.4.1. Coexistence de troupeaux distincts au Tardiglaciaire ?.....	287
VI.2.3.4.2. Particularité morphologique au Pré-GIS-1 ?.....	292



VI.2.3.4.3. Landes <i>versus</i> Bassin de l'Aude : deux populations distinctes ?	294
VII. Discussions	297
VII.1. Fluctuations temporelles de la taille corporelle des rennes paléolithiques	300
VII.2. Mobilité du renne au cours du Dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire	307
VII.2.1. Données biométriques	307
VII.2.2. Données saisonnières	310
VII.2.2.1. Préambule méthodologique	310
VII.2.2.2. Saisons de capture des rennes	313
VII.2.3. Tentatives d'interprétations sur la mobilité des rennes et des hommes	323
 VIII. Bilan & perspectives de recherche	 335
 Bibliographie	 341
Annexes	397



Résumé

Ostéométrie et migration(s) du renne (*Rangifer tarandus*) dans le Sud-Ouest de la France au cours du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire (21 500 - 13 000 cal. BP)

Cette recherche doctorale entend caractériser les fluctuations morphologiques des rennes paléolithiques du Sud-Ouest de la France consécutives aux changements climatiques. En effet, le dernier Pléniglaciaire et le Tardiglaciaire (entre 21 500 - 13 000 cal. BP) ont constitué des périodes de contraintes paléoclimatiques et paléoenvironnementales particulièrement fortes, qui ont occasionné, directement ou indirectement, des répercussions sur la taille corporelle des populations de rennes. Les séries analysées dans le cadre de ce travail proviennent tant du registre actuel que fossile. Plusieurs échantillons de populations actuelles (Norvège, Finlande, Groenland) ont ainsi été analysés, afin de tester la méthodologie et d'envisager des comparaisons morphologiques avec les populations passées. Le corpus paléolithique comporte 29 assemblages naturels et anthropiques du Sud-Ouest de la France, datés majoritairement du dernier Pléniglaciaire et du Tardiglaciaire. La méthode du *Variability Size Index* appliquée récemment sur le renne paléolithique posant des problèmes, s'agissant notamment de la détermination du sex-ratio d'un assemblage, du caractère significatif ou non des différences morphologiques -isométriques et allométriques - observées, etc., nous avons eu recours à une nouvelle méthodologie combinant plusieurs outils statistiques appliqués à un nouvel indice de taille (VSI* : *Variability Size Index* modifié). Les analyses ostéométriques et statistiques effectuées tendent à identifier des fluctuations morphologiques temporelles attestant d'adaptations de l'espèce. D'un point de vue synchronique, les résultats permettent de rejeter l'hypothèse précédemment soutenue de différences entre les rennes tardiglaciaires des Landes d'une part et du secteur Dordogne/Gironde d'autre part. Les données saisonnières tendent toutefois à indiquer une absence de migrations de grande ampleur des rennes selon cet axe Nord/Sud. L'existence de populations distinctes est toutefois proposée entre les rennes des Landes et ceux du Bassin de l'Aude. Le Sud-Ouest de la France, à la fin du Paléolithique supérieur, aurait été occupé de manière pérenne par des troupeaux de rennes, dont le comportement migratoire reste cependant à déterminer plus précisément.

Mots clés : *Rangifer tarandus*, ostéométrie, méthodologie, dernier Pléniglaciaire, Tardiglaciaire, Sud-Ouest de la France, écotype, comportement migratoire, actualisme.

Osteometry and migration(s) of reindeer (*Rangifer tarandus*) in South-West France during the Last Pleniglacial and the Last Glacial (21 500- 13 000 cal. BP)

This doctoral research aims at characterizing morphological fluctuations resulting from climate change in palaeolithic reindeers from Southwest France. Indeed, the Last Pleniglacial and the Last Glacial (between 21 500 - 13 000 cal. BP) constituted periods of particularly strong palaeoclimatic and palaeoenvironmental constraints, which ended, either directly or indirectly, in repercussions on the body size of reindeer populations. The series analyzed within the framework of this work result from both current and fossil registers. Several samples of current populations (Norway, Finland, and Greenland) were thus analyzed, in order to experiment the methodology and envisage morphological comparisons with the past populations. The palaeolithic corpus is composed of 29 natural and anthropological assemblages of Southwest France, dated mainly from the Last Pleniglacial and the Last Glacial. Since the *Variability Size Index* method recently applied to palaeolithic reindeer raises issues, particularly relating to the determination of an assemblage's sex-ratio, to the characterization or not of observed morphological differences –either isometric and allometric–, we decided to use a new methodology combining several statistical tools applied to a new size index (VSI*: modified *Variability Size Index*). Osteometric and statistical analyses that we performed tend to identify temporal morphological fluctuations, demonstrating adaptations of the specie. From a synchronic standpoint, the results allow to reject the hypothesis previously asserted regarding differences between Last Glacial reindeers from Landes on the one hand and the Dordogne/Gironde sector, on the other hand. Seasonal data however tend to indicate an absence of large-scale migrations of reindeers according to such a North/South axis. Nonetheless, the existence of different populations between reindeers of Landes and those of the Aude basin is proposed. Hence, Southwest France, at the end of the upper Palaeolithic, would have been occupied continuously by reindeer herds, the migratory behaviour of which however remains to determine more exactly.

Keywords: *Rangifer tarandus*, osteometry, methodology, Last Pleniglacial, Last Glacial, South-West France, ecotype, migratory behaviour, actualism.



