

Les pratiques de subsistance de la population Néolithique final de la grotte I des Treilles (commune de Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron)

*Dietary practices of the Final Neolithic Grotte I des Treilles population (Saint-
Jean-et-Saint-Paul, Aveyron)*

Estelle Herrscher, Johan Lheureux, Gwenaëlle Goude, Henri Dabernat et
Francis Duranthon



Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/pm/783>

ISSN : 2105-2565

Éditeur

Association pour la promotion de la préhistoire et de l'anthropologie méditerranéennes

Référence électronique

Estelle Herrscher, Johan Lheureux, Gwenaëlle Goude, Henri Dabernat et Francis Duranthon, « Les pratiques de subsistance de la population Néolithique final de la grotte I des Treilles (commune de Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron) », *Préhistoires Méditerranéennes* [En ligne], 4 | 2013, mis en ligne le 29 août 2014, consulté le 30 janvier 2021. URL : <http://journals.openedition.org/pm/783>

Ce document a été généré automatiquement le 30 janvier 2021.

Tous droits réservés

Les pratiques de subsistance de la population Néolithique final de la grotte I des Treilles (commune de Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron)

Dietary practices of the Final Neolithic Grotte I des Treilles population (Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron)

Estelle Herrscher, Johan Lheureux, Gwenaëlle Goude, Henri Dabernat et Francis Duranthon

1 *Abridged version*

The Treilles group is an archaeological complex developed between the 4th and 3rd millennium BC in Southern France, in Grands Causses area. This group is characterized by a diversified ceramic production, a proper lithic technique and the early presence of copper metallurgy (Costantini 1984). Numerous radiocarbon dates allow now to place this group chronologically between 3500 and 2200 cal BC, i.e. on 1500 years length (Costantini 2004). The geological and climatic environments of this region support the hypothesis of human seasonal mobility for economic activities shared between farming in valleys and herding on plateau (Poujol & Coqueugniot 2004). Moreover, herding seems to be more developed than farming activities in this open local environment (Bouby & Marinval 2005). Within these cultural and natural contexts, our study aims to know whether (1) the ecosystem was exploited for food consumption by humans from the Grotte I des Treilles (fig. 1), and (2) what was the relationship between dietary choices and individual biometric data. Stable isotope analyses were thus performed on 42 mature individuals as well as on several faunal remains from different regional sites (table 1). Sampling was preferentially carried out on left humerus, the best represented anatomical part. Ten metric data were collected for each left humerus of the entire sampled osteological serie (table 2). As the preservation state of humerus was not homogeneous, some measurements were impossible on few of them. To compensate this lack of data, a statistical method was performed to increase a posteriori the

number of biometric information. Fourteen animal bone remains were also selected, including cattle, caprine, pig and red deer, from La Grotte I des Treilles, La Vayssière and Pla de Payre sites (from the same cultural complex).

- 2 Using bone collagen stable isotope analysis (carbon and nitrogen), now routinely applied in various archaeological researches, it is possible to reconstruct past population food behaviors. The stable isotope contents ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$) in collagen allow the identification of exploited environment (e.g. marine vs. terrestrial) and the place of the individual in the trophic web (e.g. carnivore vs. herbivore). More precisely in bone, $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values correspond to the average of last years' protein consumption. Bone collagen was extracted with Longin and Bocherens methods (Longin 1971, Bocherens et al. 1991) and elemental composition and stable isotope data were obtained by EA-IRMS (Europa Scientific 20-20).
- 3 Animal stable isotope values range from -21,3 ‰ et -19,6 ‰ for $\delta^{13}\text{C}$ with a median of -20,7 ‰ (IIQ noted [Q1, Q2] : [-20,9 ‰, -20,2 ‰], N=14) and from 3,0 ‰ and 6,4 ‰ for $\delta^{15}\text{N}$ (me = 4,9 ‰; [3,7 ‰, 5,6 ‰], N=14) (tables 1, 3, 5 and 6, figs. 2, 3, 4, and 5.). For $\delta^{13}\text{C}$, herbivores show the widest range of values of the entire faunal sampling. The only pig sample shows a median $\delta^{13}\text{C}$ value (-20,7 ‰), but one of the highest $\delta^{15}\text{N}$ values (6,0 ‰) indicating, as suspected for an omnivore species, a proportion of animal proteins in its diet. Carbon stable isotope values of the 42 human individuals range from -20,2 ‰ to -19,3 ‰ (tables 4 and 5, fig. 6). This narrow dispersion (0,9 ‰) indicates consumption of food resources from a similar environment (local or non-local) for the entire group. $\delta^{15}\text{N}$ values range from 6,5 ‰ to 10,5 ‰ (table 5). The dispersion of nitrogen values is wider than the carbon one (4 ‰), highlighting different animal protein consumption according to the individuals (in term of quantity and probably species). In order to explore the isotopic variability underlined among human group of the Grotte I des Treilles, a statistical study between isotopic signatures and anthropometric data was conducted (table 7). The aim was to check possible relationships between $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values and individual stature and robustness defined by several metric data on humerus. Statistical analysis supports the absence of correlation between these biological parameters and the variability of isotopic values (table 8). This result indicates that human dietary patterns from the Grotte I des Treilles, and specifically animal protein intake, are not linked to stature and robustness and also probably not sex-related. Comparisons performed between the Grotte I des Treilles and several studies carried out on French Neolithic and Bronze Age human groups confirm the particularity of these individuals, with a diet rich in animal proteins (table 3, fig. 7). The question is to know if this human group consumes more animal proteins than the other Prehistoric individuals taken into consideration, or if this group consumes more young animals (not weaned; as highlighted by the zooarchaeological study) or wild animals (as deer)? This point would be relevantly discussed with further isotopic data on young and wild mammals. Concerning the contribution of domestic animals, our results would suggest a preferential consumption of sheep and goat. Nevertheless, further analyses should be carried out to identify the best candidate to explain human individuals exhibiting the highest $\delta^{13}\text{C}$ values and the lowest $\delta^{15}\text{N}$ values. The duration of the use of sepulchral level is also a limit to interpret isotopic data. The wide dispersion of $\delta^{15}\text{N}$ values could be related to diachronic changes in dietary patterns or to the mobility of humans attested by archaeological artifacts or genetics (Jallot & Sénépart 2008, Lacan et al. 2011)?

- 4 This work was carried out thanks to Nestlé France Foundation funding.

Introduction

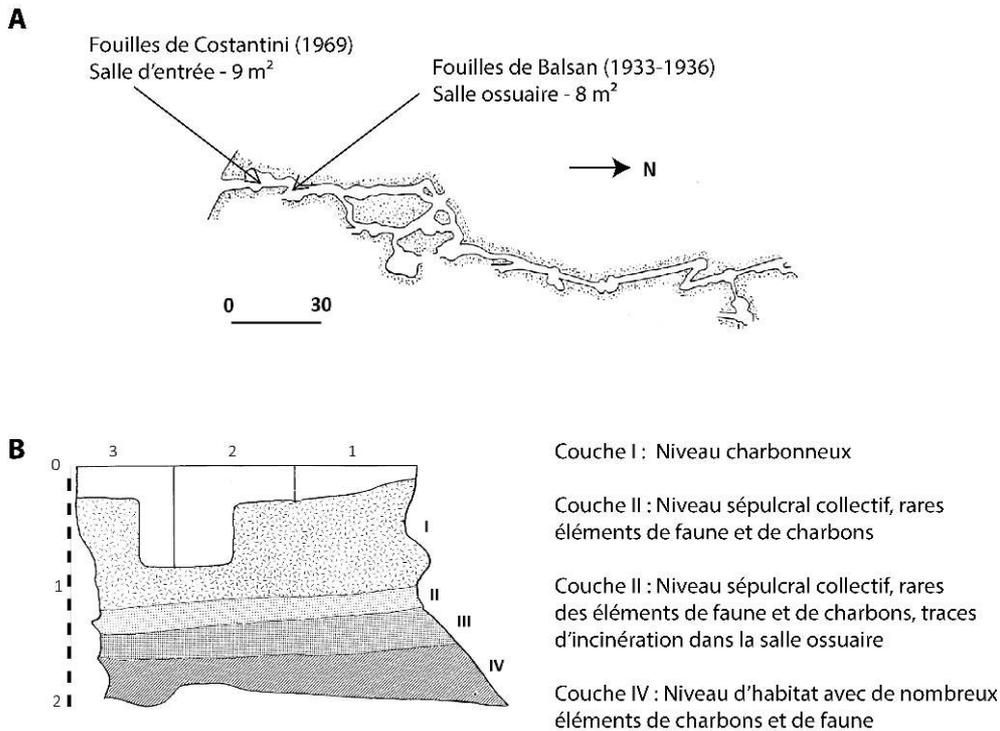
- 5 Le Groupe des Treilles est un complexe archéologique qui s'est développé entre le IV^e et le III^e millénaire dans le sud de la France, sur l'ensemble des Grands Causses. Ce territoire qui s'étend au sud du Massif central, de l'Aubrac à la plaine languedocienne comprend à la fois des grands plateaux « steppiques » favorables au développement de la pratique de l'élevage et des zones dolomitiques plus fertiles et donc plus favorables à l'agriculture (Poujol & Coqueugniot 2004). Ce groupe se caractérise par un faciès céramique diversifié, une technique lithique propre, l'apparition précoce de la métallurgie du cuivre et la pratique de la trépanation crânienne (Costantini 1984). Les nombreuses datations radiocarbone permettent maintenant de caler ce complexe entre 3500 et 2200 cal BC ¹, soit une durée d'environ 1500 ans (Costantini 2004: 28). La séquence stratigraphique, établie à partir des sites de Sargel, des Cascades et de la Grotte I des Treilles, permet de proposer trois phases : (1) la phase ancienne (3500-3000 cal BC), (2) la phase moyenne (3000-2500 cal BC) et (3) la phase finale (2500-2200 cal BC) (Costantini 2004). Des traces d'anthropisation visibles sur l'ensemble de ce territoire indiquent des déforestations et des périodes de reconquêtes des espèces végétales. L'ensemble des caractéristiques environnementales géologiques, climatiques de ce vaste territoire supporte l'hypothèse d'une mobilité saisonnière des groupes humains partagés entre l'agriculture dans les vallées et l'élevage sur les plateaux (Poujol & Coqueugniot 2004) ainsi que l'hypothèse d'activités pastorales plus importantes relativement aux activités agricoles en rapport avec la présence d'un milieu relativement plus ouvert (Bouby & Marinval 2005).
- 6 D'un point de vue alimentaire, les données archéozoologiques s'accordent pour laisser une place importante à l'élevage avec, selon les sites, une prépondérance de l'élevage des caprinés ou du bœuf, relativement aux suidés (Suire 1972, Erroux & Poulain 1984, Costantini *et al.* 2004, Braguier 2000, Coqueugniot *et al.* 2004). La consommation de viande d'animaux chassés et d'espèces marines et d'eau douce est également attestée par la présence d'éléments attribués à des cervidés, des sangliers et à des poissons et des mollusques (Costantini 1984, Erroux & Poulain 1984, Braguier 2001). Concernant les données archéobotaniques, l'orge polystique nue et au moins trois espèces de blés (blé nu, engrain, amidonnier) sont présentes dans les sites du Groupe des Treilles (Costantini 1984). De façon plus ponctuelle, les restes botaniques témoignent également de la présence des glands, des pommes, des noisettes, des pois chiches ou encore des prunes et de la vigne sauvage (Bouby & Marinval 2005).
- 7 Les caractéristiques du Groupe des Treilles, même si elles sont discutables pour certains auteurs, n'en demeurent pas moins particulièrement détaillées en ce qui concerne le cadre de vie des groupes humains et la gestion des paysages, des ressources animales et végétales. D'un autre côté, la Grotte I des Treilles, site éponyme de ce complexe archéologique, fait, depuis ces dernières années, l'objet d'un réexamen de l'ensemble des pièces osseuses mises au jour par Balsan et Costantini (Balsan & Costantini 1972) par l'équipe réunie autour de F. Duranthon². C'est dans ce contexte archéologique « revisité », disposant de nouvelles datations radiocarbone et de nouveaux résultats anthropologiques et archéozoologiques, qu'il est apparu pertinent de développer une

recherche visant à mieux comprendre la variabilité des choix alimentaires de cette population du Néolithique final, période au cours de laquelle des pratiques funéraires plus complexes, comme celles régissant les sépultures collectives, se mettent en place traduisant une modification culturelle et sociale de ces groupes humains (Chambon 2003). Ces nouvelles données confèrent à cette série un contexte plus fiable permettant (1) le dosage des rapports isotopiques en carbone et en azote sur la fraction organique et (2) une exploitation de ces données dans une perspective de comparaisons inter-individuelles. Dans ce contexte, les objectifs de cette étude isotopique sont (1) d'apprécier l'adéquation entre l'écosystème local et l'approvisionnement en denrées alimentaires, (2) de cerner l'homogénéité des pratiques alimentaires concernant la consommation des protéines animales en fonction de données anthropométriques. Faute de données isotopiques synchroniques, une analyse comparative avec d'autres sites a été tentée dans le but d'identifier d'éventuelles particularités alimentaires des sujets inhumés dans la Grotte I des Treilles.

la Grotte I des Treilles

- 8 La Grotte I des Treilles a été découverte par L. Balsan, M.R. Galzin et J. Maillé en 1933. Louis Balsan y a effectué des fouilles dans la salle B, encore appelée la « salle ossuaire », durant plusieurs années, reprises ensuite par Georges Costantini en 1969 dans la salle A ou la « salle d'entrée » (Balsan & Costantini 1972) (fig. 1A). Ce site a été attribué au Chalcolithique par Costantini (Costantini 1984). Toutefois, en raison de l'absence d'un consensus sur les critères à retenir pour définir le Chalcolithique (période/société/technique ?), il nous a semblé plus approprié de parler d'une des premières cultures du Néolithique final languedocien à fabriquer et utiliser des objets en cuivre et datée entre 3500 et 2200 cal BC (Costantini 2004). Il s'agit d'une grotte sépulcrale à caractère collectif constituée de quatre couches, dont deux à vocations sépulcrales (fig. 1B). Alors que des dépôts de sépultures à incinération sont attestés dans la couche III de la salle ossuaire, les couches II et III de la salle d'entrée et de la salle ossuaire renferment des ossements désarticulés (Balsan & Costantini 1972) qui renvoient à des pratiques funéraires connues pour cette période (Chambon 2003). Les ossements humains découverts par Balsan en 1933 ont fait l'objet d'une première étude conduite par El Sayed (El Sayed 1940) révélant la présence de 74 individus dont 20 % de sujets immatures. Et, l'analyse anthropologique la plus récente, réalisée sur la totalité du matériel mis au jour, a permis d'estimer la présence de 149 individus dont un minimum de 86 adultes³ (Duranton 2008). Afin d'apprécier la durée d'utilisation des couches à inhumation, qui constitue une information capitale pour apprécier l'homogénéité des données biologiques et isotopiques, une modélisation chronologique bayésienne, intégrant les anciennes et les nouvelles dates radiocarbone (Balsan & Costantini 1972, Duranton 2008⁴) a été tentée. Compte tenu du faible nombre de dates et de l'imprécision des dates les plus anciennes, il reste toutefois difficile de préciser la durée d'utilisation. Les inhumations auraient perduré entre 70 et 950 ans, à 95 %⁵.

1. Plan de la Grotte I des Treilles (A) et coupe stratigraphique est-ouest (B) au niveau de la salle d'entrée (d'après Balsan, Costantini, 1969)



- 9 Les caractéristiques des assemblages fauniques mis au jour dans la Grotte I des Treilles sont en partie similaires à celles des autres sites du Groupe des Treilles. Ces assemblages sont largement représentés par la triade domestique : chèvre/mouton, bœuf et porc également associée à la présence de chiens (Suire 1972). La chasse représente 10 % du nombre de restes et 5 % de la masse de viande (Lignereux *in* Duranthon 2008: 41-45). Comme sur certains autres sites du Groupe des Treilles, l'élevage semble orienté majoritairement vers les petits ruminants, le bœuf et le porc ayant un rôle secondaire. La prédation d'espèces sauvages est également une pratique attestée par la présence de restes de cervidés et de lièvres (Suire 1972). Quelle que soit l'espèce domestique, le nombre de restes attribués à des individus jeunes ou immatures est important. La présence de jeunes animaux dans les assemblages contemporains et régionaux est un facteur qui semble également récurrent (Erroux & Poulain 1984, Braguier 2000, 2001, Coqueugniot *et al.* 2004). Cette remarque est importante car la consommation de viande de jeunes animaux non encore sevrés peut entraîner dans les tissus des consommateurs un enrichissement en ¹⁵N (Balasse *et al.* 1999, Katzenberg *et al.* 1996). Les données paléobotaniques ne sont pas détaillées pour le site de la Grotte I des Treilles. Toutefois, si l'on s'en tient aux données des sites contemporains et proches, les céréales, comme le blé, tout comme les glands, les graines et les fruits devaient sans aucun doute constituer les ressources disponibles pour ce groupe (Costantini 1984, Erroux & Poulain 1984, Bouby & Marinval 2005). Dans tous les cas, les végétaux consommés par le Groupe des Treilles sont des végétaux à photosynthèse en C₃ provenant préférentiellement de milieux ouverts.

Matériel

- 10 Le NMI le plus élevé a été enregistré pour l'humérus. De façon à disposer d'un maximum de sujets, l'échantillonnage a donc été effectué sur cet os. Les prélèvements ont été réalisés sur la face postérieure des humérus gauches au niveau de l'extrémité distale, n'altérant pas la prise de mesures. La série étudiée se compose ainsi de 42 individus adultes provenant de la couche II à inhumation. L'estimation du sexe réalisée sur les éléments du coxal de la totalité de la série archéologique montre un rapport de deux hommes pour une femme (Bruzek 2002, Murail *et al.* 2005).
- 11 L'échantillon animal est composé de six spécimens découverts dans la Grotte I des Treilles (Ligneureux *in* Duranthon 2008) correspondant à des moutons, un bœuf et un cervidé pour lesquels l'origine stratigraphique n'est pas précisée. Ce premier corpus a été complété par des spécimens mis au jour sur les sites de Pla de Payre et de La Vayssière (Braguier 2001, Fouéré *et al.* 1999). Le corpus, *in fine* est constitué de six échantillons de *Bos taurus*, de six échantillons d'*Ovis/Capra*, d'un échantillon de *Sus domesticus* et d'un échantillon de *Cervus elaphus* (tabl. 1). Ce choix de regrouper les corpus animaux de différents sites est motivé, d'une part, par la nature des terrains affleurant similaires entre ces trois localités, et d'autre part, par l'attribution chrono-culturelle de ces assemblages au Groupe des Treilles.

Tableau. 1. Données élémentaires et isotopiques des animaux de la Grotte I des Treilles, de Pla de Payre et de La Vayssière

#Code	Site	Espèce	Elément squelettique	Rendement (mg.g ⁻¹)	C(%)	N(%)	C/N	$\delta^{13}C_{V-PDB}$ (‰)	$\delta^{15}N_{Air}$ (‰)
CT100	Treilles	<i>Bos sp.</i>	os plat	141,3	44,9	16,3	3,2	-19,9	5,2
CT 106	Pla de Payre	<i>Bos sp.</i>	vert. cervicale	42,1	38,2	13,7	3,2	-20,9	3,4
CT 111	La Vayssière	<i>Bos sp.</i>	tibia	33,2	38,7	13,9	3,2	-21,3	3,7
CT 112	La Vayssière	<i>Bos sp.</i>	humérus	27,3	35,4	13,0	3,2	-20,8	4,8
CT 113	La Vayssière	<i>Bos sp.</i>	métatarse	58,5	37,6	13,6	3,2	-21,2	6,4
CT 114	La Vayssière	<i>Bos sp.</i>	tibia	19,9	36,1	13,2	3,2	-20,8	4,9
CT101	Treilles	<i>Cervus sp.</i>	os long	91,1	40,8	14,9	3,2	-19,6	6,3
CT102	Treilles	<i>Ovis sp.</i>	cote	30,1	41,3	15,0	3,2	-20,0	5,1
CT103	Treilles	<i>Ovis sp.</i>	cote	143	43,5	15,9	3,2	-20,6	3,3
CT104	Treilles	<i>Ovis sp.</i>	cote	181,3	45,8	16,6	3,2	-20,6	3,0
CT105	Treilles	<i>Ovis sp.</i>	cote	167,1	44,7	16,4	3,2	-21,2	4,3
CT 108	Pla de Payre	<i>Ovis sp.</i>	métatarse	38,1	39,7	14,4	3,2	-20,2	4,8
CT 109	Pla de Payre	<i>Ovis sp.</i>	phalange	50,2	37,3	13,5	3,2	-20,9	5,6
CT 107	Pla de Payre	<i>Sus sp.</i>	mandibule	28,7	38,1	13,8	3,2	-20,7	6,0

Détermination faunique : Y. Ligneureux, S. Braguier, J.P. Brugal et A. Brugère

Méthodes

Données anthropologiques

- 12 Compte tenu du contexte funéraire collectif de la Grotte I des Treilles, l'accès aux données anthropologiques individuelles est difficile. En effet, une détermination fiable du sexe et de l'âge au décès n'est possible que d'après l'analyse des os coxaux (Bruzek *et al.* 2005). Or, l'étude des os coxaux pour cette série n'a pu être réalisée que pour 30 individus sur 86 comptabilisés, soit 35 % de la série. D'un point de vue alimentaire, l'objectif a été de considérer un maximum d'individus afin de pouvoir apprécier l'homogénéité des comportements alimentaires au sein du groupe. C'est pourquoi, les prélèvements pour les analyses isotopiques ont préférentiellement été réalisés sur les

humérus gauches (*cf. supra*). Il ne nous a donc pas été possible de considérer les données individuelles d'âge et de sexe (Duranton 2008). Il est toutefois important de mentionner que la détermination du sexe sur le coxal, possible pour plus d'un tiers de la population, a révélé la présence de deux fois plus d'hommes que de femmes. Afin de pallier cette limite dans l'exploration statistique de la variabilité isotopique des sujets de la Grotte I des Treilles, dix mesures anthropométriques ont été réalisées. Ces dix mesures, dont huit définies par Martin et Saller (Martin & Saller 1957), ont été prises sur la totalité des humérus gauches échantillonnés (tabl. 2). La préservation des humérus n'étant pas complète pour chacun d'entre eux, une imputation des données manquantes⁶ a été réalisée afin d'augmenter *a posteriori* le nombre des données biométriques.

Tableau 2. Paramètres statistiques des données biométriques des humérus adultes (Grotte I des Treilles)

Mesures	Définition (N° Martin*)	N	Moyenne	Minimum	Maximum	Ecart-type
Lgmax	Longueur Maximale, (M1)	15	302,8	272,0	332,0	20,3
Lgmax_DM**	Longueur Maximale, (M1)	28	301,2	233,5	332,0	21,8
DAPM	Diamètre antéro-postérieur au milieu (M6)	15	20,7	18,0	24,5	2,0
DTM	Diamètre transversal au milieu (M5)	15	19,4	16,5	24,5	2,0
PM	Périmètre au milieu (M7a)	15	63,3	55,0	73,0	6,1
DAPSVD	Diamètre antéro-postérieur sous V-Deltoïdien	36	20,6	17,5	28,0	2,0
DTSVD	Diamètre transversal sous V-Deltoïdien	36	18,9	16,0	23,0	1,8
PSVD	Périmètre sous V-Deltoïdien (M7)	36	61,6	53,0	71,0	4,5
LrgBE	Largeur Bi-épicondylienne	30	57,8	46,0	65,0	5,0
LrgBE_DM**	Largeur Bi-épicondylienne	31	57,9	46,0	65,0	4,9
DAPT	Diamètre Horizontal de la tête (M9)	13	39,6	35,0	45,0	3,1
DAPT_DM**	Diamètre Horizontal de la tête (M9)	16	39,4	35,0	45,0	3,1
DST	Diamètre Vertical de la tête (M10)	17	41,8	35,0	49,0	4,0

*Mesures définies par Martin et Saller, 1957 ; **Lgmax_DM, LrgBE_DM et DAPT_DM = Imputation des données manquantes

Principe des études isotopiques pour la reconstitution des comportements alimentaires passés

- 13 À partir de l'analyse des isotopes stables de l'azote et du carbone contenus dans la fraction protéique des ossements (collagène), il est possible d'évaluer les comportements alimentaires des populations passées (e.g. Bonsall *et al.* 1997, Honch *et al.* 2006, Bocherens *et al.* 2007, Le Bras-Goude 2011, Le Bras-Goude *et al.* 2006, 2013). D'une part, les teneurs isotopiques en azote ($\delta^{15}\text{N}$) et en carbone ($\delta^{13}\text{C}$) mesurées dans les ossements correspondent à celles accumulées du vivant de l'individu et, d'autre part, ces teneurs sont corrélées à la nature du régime alimentaire.
- 14 L'analyse des signatures isotopiques en azote ($\delta^{15}\text{N}$) présente un intérêt particulier pour restituer les différents niveaux trophiques d'une chaîne alimentaire. Le collagène des prédateurs présente des valeurs isotopiques en azote supérieures à celles du collagène de leurs proies. Ainsi, plus les sujets occupent une position élevée dans la chaîne alimentaire (niveau trophique élevé) et plus leurs signatures isotopiques en azote seront élevées. Chez les végétaux, premiers maillons des chaînes alimentaires, les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ sont comprises globalement entre -2 et 2 ‰ pour les plantes fixatrices d'azote, telles que les légumineuses, et oscillent entre 0 et 6 ‰ pour les plantes non fixatrices d'azote (Virginia & Delwiche 1982, Hastorf & DeNiro 1985). En milieu terrestre, les signatures isotopiques des herbivores sont généralement comprises entre 2 et 7 ‰ et celles de carnivores entre 7 et 12 ‰ (Bocherens 1999). En milieu marin, les

vertébrés peuvent présenter des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ allant jusqu'à 22 ‰ (DeNiro & Epstein 1978, 1981, Schoeninger & DeNiro 1984). Quant à l'analyse des signatures isotopiques en carbone ($\delta^{13}\text{C}$), elle permet de cerner la source alimentaire du carbone, et par conséquent, le type d'environnement dans lequel l'homme s'approvisionne. Les sujets ayant vécu dans un environnement tempéré, fermé présentent des valeurs isotopiques en carbone plus faibles (ca. -34 à -22 ‰) que les sujets issus d'un environnement chaud, ouvert (ca. -19 à -6 ‰) (Smith & Epstein 1971, DeNiro & Epstein 1978, Deines 1980). Les plantes marines présentent des valeurs intermédiaires comprises entre -18 et -10 ‰ (Tauber 1981, Chilsholm *et al.* 1982).

- 15 En raison de la sensibilité des signatures isotopiques aux particularités de l'environnement local, il est indispensable de caractériser l'écosystème propre à la population humaine étudiée (van der Merwe & Medina 1991, Rodière *et al.* 1996, Britton *et al.* 2008, Herrscher & Le Bras-Goude 2010). Pour cela, il est nécessaire de considérer des espèces animales de régime alimentaire distinct (herbivore, omnivore, carnivore, piscivore) qui permettront de définir isotopiquement les différents maillons de la chaîne alimentaire et de cerner les transferts isotopiques propres à l'écosystème considéré. Pour cela, des analyses sont également réalisées sur des ossements animaux découverts sur le même site. Toutefois, si la faune associée est absente ou faiblement représentée, ce référentiel est alors établi à partir d'ossements animaux provenant de sites archéologiques chronologiquement et géographiquement proches par rapport au site étudié (*cf. supra* § Matériel).
- 16 À ce jour, aucune donnée isotopique n'est disponible concernant cette période et cette région. C'est pourquoi, afin de cerner les particularités des sujets de la Grotte I des Treilles, des comparaisons ont été réalisées avec les données disponibles les plus proches géographiquement et chronologiquement. Il s'agit des données recueillies sur des sujets datés du Néolithique moyen dans le sud de la France et de l'âge du Bronze en Auvergne (tabl. 3). Les mêmes séries ont également été utilisées pour discuter les valeurs isotopiques animales.

Tableau 3. Inventaire des séries utilisées pour les comparaisons isotopiques

Sites		Période	N-H	N-A	Références
Sites Garonne	Cugnaux, Villeneuve-Tolosane	Néolithique moyen	14	19	Herrscher, Le Bras-Goude 2010
	Narbons	Néolithique moyen	3	3	Herrscher, Le Bras-Goude 2010
Sites Languedoc	Le Crès	Néolithique moyen	18	11	Le Bras-Goude <i>et al.</i> , 2009
	Les Plots	Néolithique moyen	1	5	Herrscher, Le Bras-Goude 2010
	Montou	Néolithique moyen	3	15	Herrscher, Le Bras-Goude 2010
Grotte I des Treilles	Treilles	Néolithique final	42	6	Cette étude
Sites Bronze	Chantemerle, Dallet, Orcet	Âge du Bronze	49	22	Herrscher <i>et al.</i> , ce volume

N-H : Nombre de sujets humains analysés, *N-A* : Nombre de restes animaux analysés

Préparation des échantillons et mesures isotopiques

- 17 Chaque prélèvement osseux a été débarrassé de ses surfaces externes et internes ainsi que du tissu spongieux par abrasion (fraisage). À partir des échantillons osseux (humains et animaux), une extraction du collagène, basée sur la méthode de Longin (1971) modifiée par Bocherens et collaborateurs (Bocherens *et al.* 1991), a été réalisée à l'UMR 7269. Les rapports isotopiques ont été mesurés sur un spectromètre de masse isotopique couplé à un analyseur élémentaire EA-IRMS (Europa Scientific 20-20, Iso-Analytical Ltd, UK). La reproductibilité des résultats, évaluée à partir des standards, est de 0,1 ‰ pour le $\delta^{13}\text{C}$ et le $\delta^{15}\text{N}$.

Les tests statistiques

- 18 Du fait des petits échantillons, les paramètres statistiques retenus pour présenter les données isotopiques des différentes séries sont les médianes et les intervalles interquartiles. La notation adoptée est la médiane, assortie des premier et troisième quartiles (me ; IIQ[Q1 ; Q3], effectif). Le test de comparaison choisi est le test non paramétrique de Mann-Whitney, le seuil de risque considéré est 0,05.

Résultats

- 19 Les rendements d'extraction sont compris entre 19,9 et 183,4 mg.g⁻¹ (tabl. 1, tabl. 4 et tabl. 5). Les pourcentages en carbone montrent une valeur moyenne de 40,1 % pour les animaux (1 σ = 3,4 %) et de 42,1 % pour les humains (1 σ = 2,4 %) (tabl. 5) et les pourcentages en azote sont respectivement de 14,6 % et de 15,5 % (1 σ respectif de 1,3 % et 1,0 %). Que ce soit les animaux ou les hommes, les rapports C/N atomiques moyens sont de 3,2. L'ensemble de ces indicateurs entre dans les limites attestant de la bonne préservation quantitative et qualitative du collagène (DeNiro 1985, Ambrose 1990, van Klinken 1999). Une analyse des relations entre ces quatre indicateurs et les signatures isotopiques ne montre aucune corrélation significative au seuil de 0,05 (test de corrélation de rangs de Spearman). L'influence d'éventuels facteurs taphonomiques est donc écartée, la variabilité des dosages isotopiques des échantillons animaux et humains de cette étude est due à d'autres facteurs, environnementaux, sociaux ou physiologiques.

Tableau 4. Données élémentaires et isotopiques des humains de la Grotte I des Treilles

# Code	Rendement (mg.g ⁻¹)	C (%)	N (%)	C/N	$\delta^{13}C_{\text{V-PDB}}$ (‰)	$\delta^{15}N_{\text{AIR}}$ (‰)
CT01	115,6	43,1	15,7	3,2	-19,8	9,7
CT02	177,3	43,7	16,1	3,2	-20,2	8,3
CT04	148,8	43,8	16,0	3,2	-19,9	8,0
CT05	123,8	41,1	15,3	3,1	-19,5	8,6
CT06	183,4	44,1	16,3	3,1	-19,6	9,1
CT07	180,0	45,1	17,0	3,1	-19,3	9,2
CT08	133,4	42,7	15,6	3,2	-19,8	10,5
CT09	98,7	41,7	15,5	3,1	-19,8	8,4
CT10	32,4	39,3	14,6	3,1	-19,6	8,4
CT11	65,7	41,3	15,5	3,1	-19,7	7,9
CT12	112,5	43,2	15,8	3,2	-20,2	8,7
CT13	157,6	45,3	16,9	3,1	-19,8	8,7
CT14	133,1	41,3	15,2	3,2	-20,1	8,5
CT15	90,5	41,5	15,2	3,2	-19,5	8,1
CT16	157,4	44,7	16,4	3,2	-19,8	8,3
CT17	154,5	41,5	15,1	3,2	-20,0	8,4
CT18	110,1	41,8	15,2	3,2	-19,8	9,0
CT19	129,8	40,6	14,5	3,3	-19,7	9,5
CT20	105,5	39,1	14,0	3,3	-19,8	9,9
CT21	72,0	39,4	14,1	3,2	-19,6	9,0
CT22	133,8	44,6	16,2	3,2	-19,8	8,7
CT23	127,0	41,7	15,1	3,2	-20,0	9,2
CT24	148,4	41,4	15,0	3,2	-19,7	8,9
CT25	75,9	42,9	15,6	3,2	-19,6	9,2
CT26	123,5	36,9	13,3	3,2	-19,5	8,8
CT27	99,6	39,4	14,3	3,2	-19,5	8,7
CT28	92,6	47,4	17,2	3,2	-19,6	8,9
CT30	154,3	37,8	13,9	3,2	-19,7	8,5
CT31	136,2	41,0	14,9	3,2	-19,8	8,5
CT32	132,8	43,6	15,8	3,2	-19,7	10,0
CT33	26,6	44,2	17,7	2,9	-19,5	6,5
CT34	36,9	37,1	13,4	3,2	-19,5	8,9
CT35	153,7	45,6	16,5	3,2	-19,8	8,7
CT36	141,1	42,8	15,6	3,2	-20,1	9,4
CT37	152,9	43,7	16,1	3,2	-19,7	9,0
CT38	34,6	37,4	14,0	3,1	-19,3	9,2
CT39	30,2	42,7	16,5	3,0	-19,3	7,6
CT40	140,0	43,7	15,9	3,2	-19,6	8,9
CT41	151,3	45,7	16,7	3,2	-19,5	8,8
CT42	141,7	42,0	14,7	3,3	-19,6	9,2
CT43	47,4	41,4	15,1	3,2	-19,5	9,8
CT44	181,8	42,7	15,6	3,2	-19,7	9,7

Tableau 5. Paramètres statistiques des données élémentaires, des rapports C/N atomiques et des données isotopiques pour les animaux et humains

	Rendement (mg.g ⁻¹)	C %	N (%)	C/N	$\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}}$ (‰)
Animaux (N=14)						
moyenne	75,1	40,1	14,6	3,2	-20,6	4,8
minimum	19,9	35,4	13,0	3,2	-21,3	3,0
maximum	181,3	45,8	16,6	3,2	-19,6	6,4
Ecart-type	57,9	3,4	1,3	0,0	0,5	1,1
Humains (N=42)						
moyenne	117,7	42,1	15,5	3,2	-19,7	8,8
minimum	26,6	36,9	13,3	2,9	-20,2	6,5
maximum	183,4	47,4	17,7	3,3	-19,3	10,5
Ecart-type	44,4	2,4	1,0	0,1	0,2	0,7

- 20 Tous taxons confondus, les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ sont comprises entre -21,3 et -19,6 ‰ avec une médiane de -20,7 ‰⁷ (tabl. 1, fig. 2, tabl. 6). Ces valeurs correspondent à celles attendues pour des mammifères terrestres évoluant dans un écosystème tempéré et s'alimentant uniquement de végétaux à photosynthèse en C_3 (Schoeninger & DeNiro 1984). Toutes espèces confondues, les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ sont distribuées entre 3,0 et 6,4 ‰ avec une médiane de 4,9 ‰⁸ (tabl. 1, fig. 2, tabl. 6). De façon inattendue, les limites maximales de la distribution des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ sont données par les herbivores alors que le seul spécimen de cochon présente des valeurs médianes de $\delta^{13}\text{C}$ (-20,7 ‰) et de $\delta^{15}\text{N}$ parmi les plus hautes (6,0 ‰) qui peuvent être en accord avec son régime alimentaire plus varié incluant la consommation de protéines animales. Il est également intéressant de noter que le seul spécimen de cervidé présente les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ les plus élevées comparativement aux autres espèces. Ce résultat a déjà été mis en évidence au Néolithique dans le sud de la France (Goude 2007). Cette remarque est toutefois à considérer avec précaution en raison de la faible taille de l'échantillon animal considéré ici.

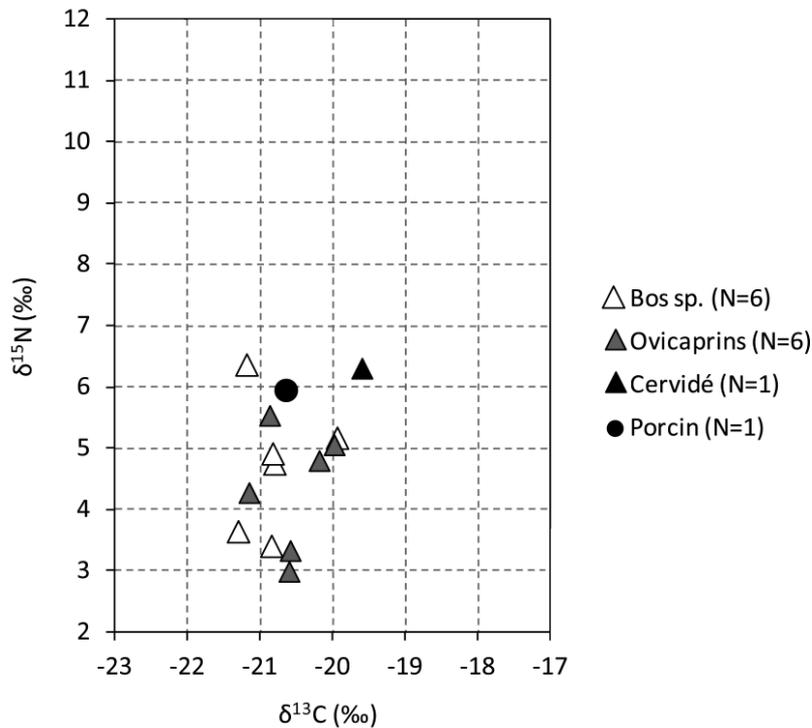
2. $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des animaux de la Grotte I des Treilles

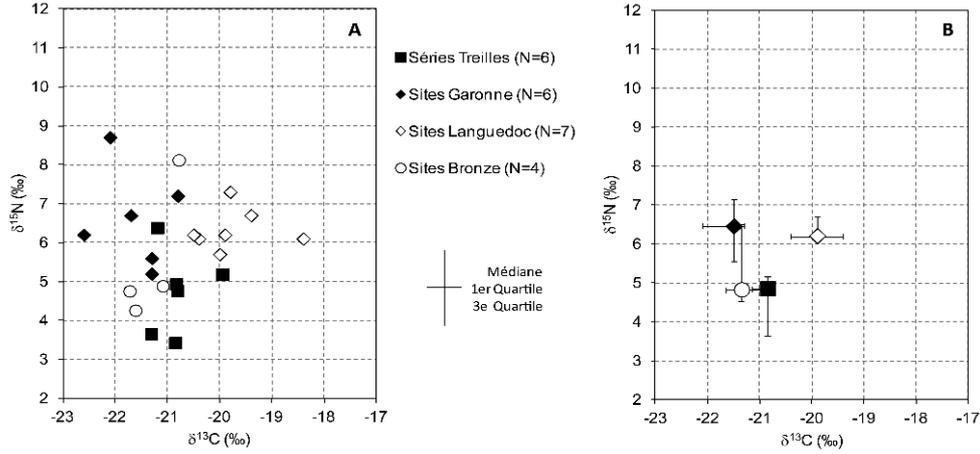
Tableau 6. Paramètres statistiques des signatures isotopiques en carbone et en azote pour les différents taxons de la Grotte I des Treilles, de Pla de Payre et de La Vayssière

Taxons	N	Moyenne	Ecart-type	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)			Moyenne	Ecart-type	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)		
				Q1	Mediane	Q3			Q1	Mediane	Q3
Bovin	6	-20,8	0,5	-21,2	-20,8	-20,8	4,7	1,1	3,7	4,8	5,2
Cervidé	1	-19,6	-	-	-	-	6,3	-	-	-	-
Ovicaprin	6	-20,6	0,4	-20,9	-20,6	-20,2	4,3	1,0	3,3	4,6	5,1
Porcin	1	-20,7	-	-	-	-	6,0	-	-	-	-
TOTAL	14	-20,6	0,5	-20,9	-20,7	-20,2	4,8	1,1	3,7	4,9	5,6

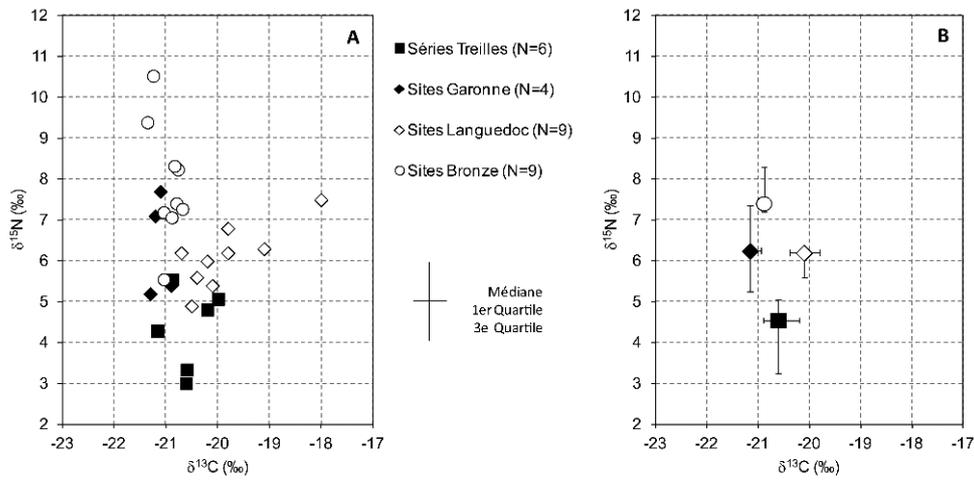
- 21 Afin d'évaluer les caractéristiques de la faune de la Grotte I des Treilles, des comparaisons ont été réalisées avec plusieurs autres séries pré et proto-historiques (Herrscher & Le Bras-Goude 2010, Herrscher *et al.* ce volume ; tabl. 3). Les bovins de cette étude présentent des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ similaires⁹ à ceux des sites du Bronze ancien d'Auvergne. En revanche, elles sont significativement plus hautes que celles des bovins des sites néolithiques de Garonne¹⁰ et significativement plus basses que celles des bovins des sites néolithiques du Languedoc¹¹ (fig. 3). Les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ des bovins du Groupe des Treilles sont également similaires à celles des sites du Bronze ancien d'Auvergne¹² et significativement plus basses que celles des séries néolithiques¹³. Les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ des ovicaprins des Grands Causses sont similaires à celles des sites néolithiques et Bronze ancien¹⁴ tandis que leurs valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ sont significativement plus basses que celles de tous les autres sites de comparaison¹⁵ (fig. 4). Le cervidé de la Grotte I des Treilles présente des valeurs isotopiques comparables à celles enregistrées dans les sites néolithiques du Languedoc, (Herrscher & Le Bras-Goude 2010) (fig. 5A). L'individu de *Sus domesticus* du site de Pla de Payre présente une valeur de $\delta^{13}\text{C}$ parmi les plus faibles (-20,7 ‰) (fig. 5B). Tous sites confondus, la distribution des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ des porcins (entre 3,9 et 9,7 ‰) témoigne du régime varié de ces animaux qui

adoptent un comportement opportuniste intégrant les rejets de nourriture des humains (Goude 2007).

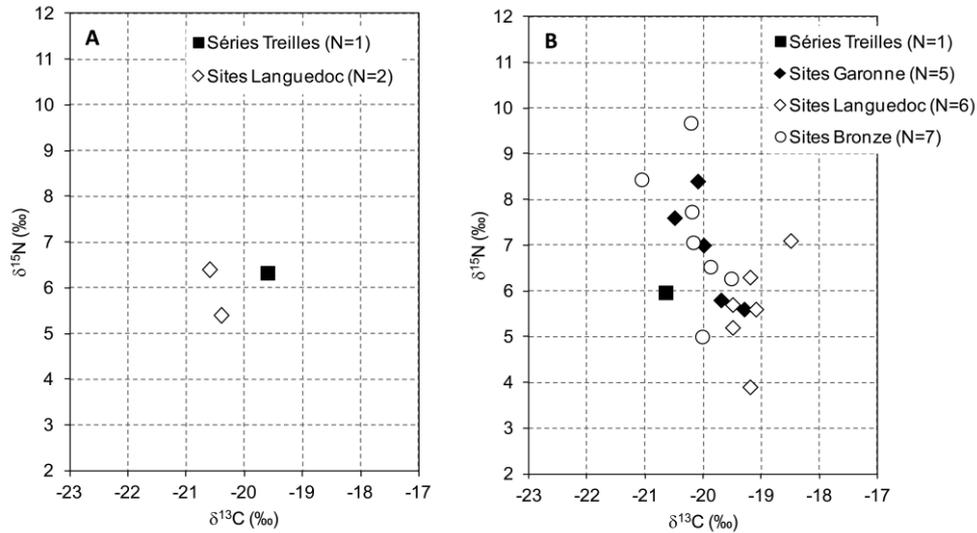
3. Comparaison des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des bovins du Groupe des Treilles et de plusieurs sites néolithiques et bronze du centre et sud de la France. A : données individuelles. B : Médiane et intervalles inter-quartiles



4. Comparaison des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des ovicaprins du Groupe des Treilles et de plusieurs sites néolithiques et bronze du centre et sud de la France. A : données individuelles. B : Médiane et intervalles inter-quartiles



5. Comparaison des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ de cervidés (A) et de porcins (B) entre la Grotte I des Treilles et plusieurs sites français néolithiques et bronze

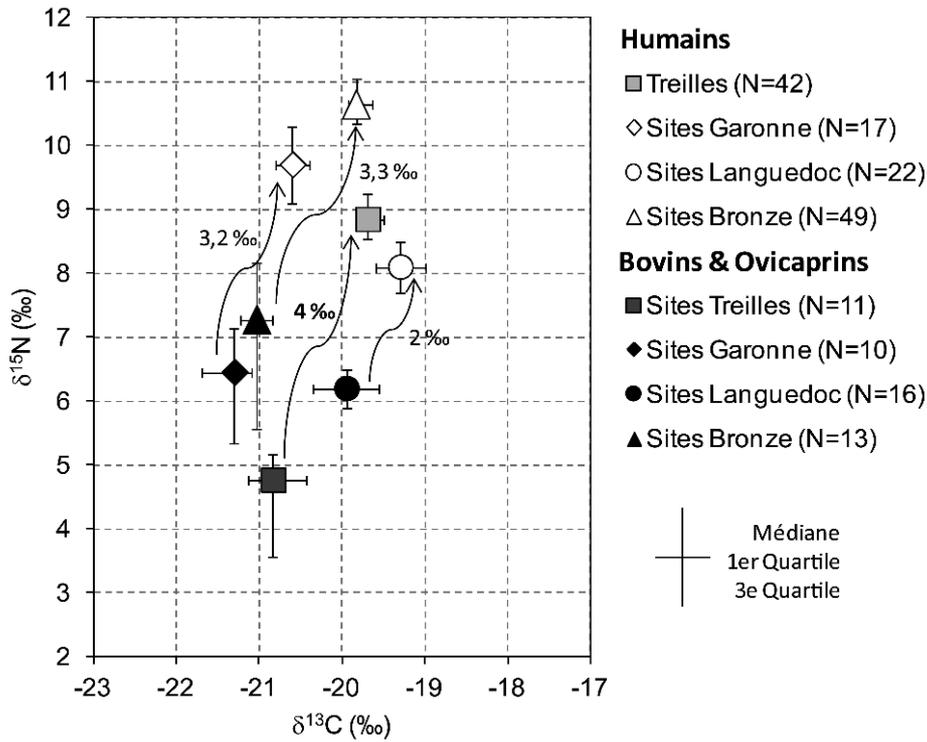


- 22 Ces comparaisons mettent en évidence un résultat original : des valeurs basses de $\delta^{15}\text{N}$ pour les herbivores domestiques qui pourraient témoigner soit d'un environnement local particulier soit de la consommation de ressources végétales appauvries en ^{15}N . L'utilisation d'un substrat azoté de composition isotopique différente peut entraîner des valeurs basses de $\delta^{15}\text{N}$ chez certaines plantes, c'est le cas des légumineuses. En effet, alors que la majorité des plantes utilise comme source azotée les nitrates disponibles dans le sol (δ de l'ordre de 3 ‰), les légumineuses peuvent directement utiliser l'azote atmosphérique (δ proche de 0 ‰) grâce aux bactéries symbiotiques qui se trouvent au niveau de leurs racines. Cette symbiose entraîne un fractionnement isotopique particulier et une diminution des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ dans les tissus de ces végétaux (Virginia & Delwiche 1982). La consommation de telles plantes par des animaux et des hommes néolithiques a été mise en évidence sur le site de Nevali Cori en Anatolie (Lösch *et al.* 2006). D'un autre côté, des facteurs environnementaux locaux peuvent également affecter les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ du substrat géologique et consécutivement celles des végétaux, puis des consommateurs primaires et secondaires. Par exemple, les végétaux poussant sur des sols acides peuvent présenter des valeurs basses de $\delta^{15}\text{N}$ (Mariotti *et al.* 1980, Rodière *et al.* 1996). Dans le cas des Grands Causses, la présence d'un substrat géologique calcaire ne s'accorde pas avec ces observations pour expliquer les valeurs basses des bovins et ovicaprins des Treilles, à moins que ces derniers, mobiles, aient fréquenté d'autres endroits où affleurent des sols acides. *A contrario*, deux facteurs peuvent entraîner des valeurs hautes de $\delta^{15}\text{N}$ chez les végétaux ; il s'agit (1) d'un climat chaud et aride qui augmente les phénomènes d'évapo-transpiration et favorise l'excrétion en ^{14}N (Ambrose 1991, Schwarcz *et al.* 1999) et (2) de l'utilisation de la fumure qui favorise la perte gazeuse en ^{14}N des nitrates disponibles (Bogaard *et al.* 2007, 2013). L'hypothèse climatique est hors propos, quant à l'hypothèse de l'utilisation de la fumure, elle n'est pas à retenir non plus dans le cas de la Grotte I des Treilles car la majorité des espèces domestiques, potentiellement nourries d'aliments issus des activités agricoles, présentent des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ basses. C'est pourquoi l'hypothèse la plus probable est la consommation par les ovicaprins et les bovins de végétaux appauvris en ^{15}N , comme les légumineuses (e.g. luzerne). Une telle hypothèse mérite

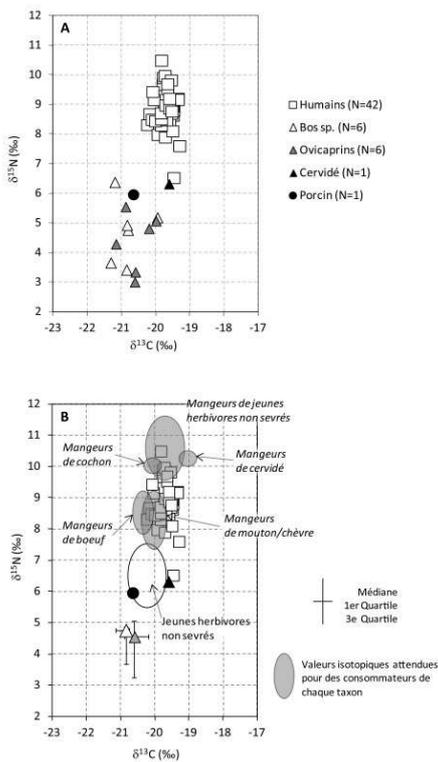
d'être corroborée par les études botaniques, or à ce jour aucune mention de la présence de légumineuse n'est attestée sur ce site.

- 23 Les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ des 42 sujets humains sont comprises entre -20,2 et -19,3 ‰ (tabl. 4, tabl. 5, fig. 7A). La dispersion de 0,9 ‰ est faible ; elle indique la consommation de ressources isotopiquement identiques pour l'ensemble du groupe, que celles-ci soient locales ou non. Les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ sont comprises entre 6,5 et 10,5 ‰. Leur dispersion de l'ordre de 4 ‰ témoigne d'une consommation différente d'aliments de niveaux trophiques variés. Le sujet CT33, avec une valeur de $\delta^{15}\text{N}$ de 6,5 ‰, se place en position marginale relativement à son groupe indiquant une consommation importante de protéines végétales. Pour le reste du groupe, on remarque une distribution continue des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ qui s'étend du sujet CT39 (7,6 ‰) au sujet CT08 (10,5 ‰) (tabl. 2). Afin d'explorer la variabilité isotopique au sein des adultes de la Grotte I des Treilles, une analyse des corrélations entre les valeurs isotopiques et les données anthropométriques a été réalisée. Les sujets masculins étant généralement connus pour avoir des dimensions plus grandes que celles des sujets féminins (Bruzek *et al.* 2005), il nous est apparu intéressant de tester les relations entre les signatures isotopiques et les sujets présentant les dimensions les plus importantes. La base de données étant incomplète, une imputation des données manquantes (Cf. § Méthode) a été tentée pour 3 mesures : la longueur maximale, la largeur bi-épicondylienne et le diamètre horizontal de la tête humérale (tabl. 2). Parmi les sujets ayant les humérus les plus longs se trouve l'individu CT08 avec la valeur la plus haute de $\delta^{15}\text{N}$ (10,5 ‰) mais également le CT39 dont la valeur de $\delta^{15}\text{N}$ est la plus basse (7,6 ‰) (tabl. 2). Une même distribution est observée pour les largeurs bi-épicondyliennes (tabl. 2). L'analyse statistique confirme ces observations puisqu'aucune corrélation significative n'a été mise en évidence entre les données isotopiques et biométriques (tabl. 2). Ces résultats indiqueraient que l'alimentation des sujets de la Grotte I des Treilles, et notamment la consommation plus ou moins importante de protéines animales, n'est pas en relation avec leur format, ni leur stature.

6. $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des herbivores (Bovins/Ovicaprins) et des humains et enrichissement en ^{15}N herbivores/humains pour la Grotte I des Treilles et plusieurs sites néolithiques et bronze du centre et sud de la France



7. $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des animaux et des humains de la Grotte I des Treilles (A) et valeurs isotopiques attendues pour des consommateurs de 100 % de chaque taxon (B)



- 24 Afin de cerner les particularités des sujets de la Grotte I des Treilles, des comparaisons avec plusieurs séries du Néolithique moyen et l'âge du Bronze en France ont été réalisées (tabl. 3). Les sujets de la Grotte I des Treilles présentent des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ qui s'inscrivent en position intermédiaire relativement à toutes les séries de comparaison considérées¹⁶ (fig. 6). Les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ des sujets des Treilles sont en revanche parmi les plus basses avec celles de sujets des sites du Languedoc¹⁷. Bien que cette première comparaison soit intéressante sur le plan de la variabilité isotopique entre différents groupes pré et protohistoriques du sud de la France, elle reste peu informative concernant la nature des comportements alimentaires sans comparaison avec la faune propre à chacun des sites. C'est pourquoi de façon à s'affranchir des particularités environnementales locales, un référentiel animal local commun propre à chaque population a été réalisé en choisissant des espèces animales identiques, à savoir les bœufs, les moutons et les chèvres (cf. Goude 2007). Si ce choix permet d'être le plus rigoureux possible d'un point de vue isotopique, et notamment en matière de fractionnement isotopique, il est entendu que pour l'étude des paléocomportements, il introduit un biais dans la discussion puisqu'une seule source alimentaire « viande d'herbivore » est considérée.
- 25 L'enrichissement¹⁸ en ^{15}N entre le collagène des herbivores et des humains, de 4,1 ‰ pour le Groupe des Treilles, est nettement supérieur à celui observé pour les sites du Néolithique moyen et l'âge du Bronze (entre 1,9 et 3,4 ‰, fig. 6). Sur la base de cet enrichissement, l'étude des séries chasséennes avait précédemment conclu à une consommation plus importante de protéines animales pour les sujets néolithiques garonnais relativement aux sujets languedociens (Herrscher & Le Bras-Goude, 2010). Si l'on admet des conditions environnementales similaires entre le Néolithique moyen/final et l'âge du Bronze pour ces différents sites, l'enrichissement en ^{15}N entre la faune et les hommes serait l'une des plus importantes de la Préhistoire récente dans la moitié sud de la France (Goude 2007, Le Bras-Goude *et al.* 2010, Goude *et al.* 2013). Un tel résultat corroborerait l'hypothèse d'une consommation soit plus importante de protéines animales soit d'aliments particuliers enrichis en ^{15}N pour les sujets des Treilles comparativement à l'ensemble des autres sujets.

Discussion

- 26 Sur la base du fractionnement isotopique moyen attendu entre proie et prédateur, de 0,5 ‰ pour le carbone et de 4,0 ‰ pour l'azote¹⁹, il est possible de proposer quelques pistes de réflexion sur les pratiques alimentaires de la population de la Grotte I des Treilles (Bocherens & Drucker 2003). Une telle approche permet à partir des valeurs isotopiques des espèces animales considérées de déduire la composition isotopique théorique des collagènes des consommateurs de chaque type de ressource. Alors que moins de cinq sujets des Treilles recourent à la variabilité isotopique attendue pour des mangeurs de viande de bœuf, seulement un tiers des sujets recoupe celle attendue pour des mangeurs de viande de chèvre/mouton (fig. 7B). Pour les autres sujets, leurs valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ sont systématiquement plus hautes tandis que celles de $\delta^{15}\text{N}$ sont aussi plus hautes et plus basses que celles attendues pour la consommation de ces mêmes animaux. Quant à la consommation de viande de cochon ou celle de cerf, si les valeurs attendues pour de tels consommateurs ne recourent pas davantage celles des hommes des Treilles, la consommation, notamment de viande de cervidé, pourrait en partie

expliquer le décalage des signatures isotopiques vers des valeurs plus hautes pour le carbone. Cette interprétation s'appuie toutefois sur un seul spécimen, des analyses complémentaires seraient nécessaires pour vérifier la variabilité isotopique de cette ressource potentielle. D'autres hypothèses, reposant sur la consommation de ressources alimentaires non prises en compte dans notre échantillon faunique, doivent également être considérées pour expliquer ces distributions. Parmi les ressources alimentaires présentant des hautes valeurs de $\delta^{15}\text{N}$, se trouvent les ressources marines et dulçaquicoles. La consommation des ressources marines se traduit dans les tissus des consommateurs par un décalage théorique vers des valeurs hautes à la fois de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ (Bocherens 1999). Tandis que la consommation des ressources d'eau douce se traduit par un décalage théorique vers des valeurs hautes de $\delta^{15}\text{N}$ et basses de $\delta^{13}\text{C}$ (Bocherens 1999). Dans notre cas, la corrélation entre les valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ des 42 sujets humains est non significative ($r = -0,056$, $p = 0,72$) et aucune des distributions décrites précédemment pour des consommations de poissons, qu'ils soient marins ou d'eau douce, n'est observée (fig. 7B). Sans exclure totalement la consommation de poissons ou de mollusques d'eau douce, dont la présence est, par ailleurs, attestée dans certains sites du Groupe des Treilles (Suire 1972, Erroux & Poulain 1984), les valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ indiquent que ces ressources ne devaient pas être consommées en quantité suffisamment importantes pour s'enregistrer significativement dans les tissus de ces sujets. Toutefois, les valeurs isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) des espèces aquatiques présentent une grande variabilité pour laquelle seules des analyses complémentaires d'espèces d'eau douce locales permettraient de discuter plus précisément leur consommation (France 1995a, 1995b, Dufour *et al.* 1999). Une autre piste alimentaire peut être explorée, il s'agit de la consommation de viande de jeunes animaux non encore sevrés. En effet, les tissus de jeunes animaux synthétisés pendant la période d'allaitement sont connus pour présenter des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ plus élevées que celles des sujets adultes associées à une légère augmentation des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ (Balasse *et al.* 1997). La consommation de viande de jeunes animaux pourrait-elle expliquer les valeurs légèrement plus hautes de $\delta^{15}\text{N}$ et de $\delta^{13}\text{C}$ de certains adultes ? Cette hypothèse est, par ailleurs, étayée par les études archéozoologiques qui confirment cette particularité au sein du cheptel du Groupe des Treilles (Suire 1972, Erroux & Poulain 1984, Braguier 2000, 2001). D'autres facteurs d'ordre climatique et physiologique peuvent également être évoqués pour expliquer les valeurs isotopiques des adultes de la Grotte I des Treilles relativement à la faune. Des études réalisées dans des milieux arides ont montré que les tissus des consommateurs animaux et humains pouvaient présenter des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ nettement plus élevées en raison du stress hydrique qui provoque une excrétion plus importante d'eau et donc une perte préférentielle en ^{14}N (Ambrose 1991, Dupras *et al.* 2001). Une seconde hypothèse est d'ordre physiologique. Des études ont montré que des sujets placés dans des situations de stress alimentaire pouvaient présenter des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ significativement plus élevées en réponse à la remobilisation des protéines de leur corps (Hobson *et al.* 1993, Ponsard & Averbuch 1999, Mekota *et al.* 2006). L'hypothèse climatique est à écarter sans hésitation car, d'une part, les Grands Causses ne sont pas situés dans un milieu aride et, d'autre part, le Néolithique final de cette région n'a pas connu des modifications climatiques à l'origine d'une aridification drastique du milieu (Vernet 2005). En revanche, il reste à discuter l'hypothèse d'une crise alimentaire et/ou d'une famine ayant entraîné un stress physiologique et consécutivement un enrichissement en ^{15}N de leurs tissus. Les données paléopathologiques disponibles attestent la présence de sujets plutôt jeunes

avec des lésions rachidiennes typiques d'une activité physique importante (Dabernat *in* Duranthon 2008: 28-37) ne permettant pas d'argumenter dans un sens ou dans l'autre. Toutefois, on peut se poser la question d'un stress alimentaire qui aurait perduré sur plusieurs centaines d'années. Seule l'étude des indicateurs de stress, comme les hypoplasies linéaires de l'émail dentaire, les courbures des os longs, impliquant des carences en vitamine D, les lésions scorbutiques liées à des déficiences en vitamine C (Ortner & Theobald 2001) ou encore la présence d'hyperostose poreuse du crâne qui peut être impliquée dans des cas de carences en vitamine B12 (Walker *et al.* 2009), permettrait d'argumenter plus précisément la présence de stress alimentaires. Toutefois, la distribution continue de valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ au sein du groupe, et donc l'absence de groupes individualisés, ne semble pas en faveur d'une hypothèse de stress alimentaire.

- 27 Quelle que soit l'hypothèse retenue, la variabilité isotopique observée ici plaide en faveur de pratiques alimentaires variées au sein de ce groupe pour lesquelles il reste encore difficile de cerner toutes les ressources alimentaires qui ont pu contribuer. Ainsi, ces pratiques variées, seraient-elles également à mettre en relation (1) avec la durée d'utilisation de la couche sépulcrale sur plusieurs siècles ; (2) avec des possibles migrations en provenance, soit du nord de la France, attestées par la présence d'artefacts archéologiques découverts dans la Grotte I des Treilles (Jallot & Sénépart 2008), soit de la Méditerranée attestées par l'analyse paléogénétique des sujets de la Grotte I des Treilles (Lacan *et al.* 2011) ? Les marqueurs isotopiques utilisés ici ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) n'ont pas vocation à traiter cette question de mobilité. Toutefois, elle n'en demeure pas moins capitale pour comprendre la variabilité des pratiques alimentaires, c'est pourquoi l'utilisation conjointe des isotopes du strontium serait également pertinente (Goude *et al.* 2012).

Conclusion

- 28 L'analyse isotopique des sujets de la Grotte I des Treilles a été réalisée sur des fragments osseux prélevés sur 42 humérus gauches, correspondant à presque la moitié de la population totale inhumée dans la couche II de cette grotte sépulcrale. Un référentiel isotopique local a été réalisé grâce à l'analyse d'ossements animaux mis au jour dans la Grotte I des Treilles et complété par des animaux attribués à la même période chrono-culturelle des sites de Pla de Payre et de La Vayssière. Les rapports isotopiques en azote des ovicaprins et des bovins sont parmi les plus bas comparativement à plusieurs séries datées du Néolithique moyen et de l'âge du Bronze. S'agit-il d'une observation propre aux ovicaprins et bovins ou propre à la région et affectant tous les taxons ? Les données n'ont pas permis d'identifier le facteur à l'origine de cet appauvrissement en ^{15}N . Comme observé dans d'autres études, la dispersion des valeurs de $\delta^{13}\text{C}$ des sujets humains est nettement inférieure (+0,9 ‰) à celle des valeurs de $\delta^{15}\text{N}$ (+4,0 ‰). Ces résultats attestent la fréquentation d'un environnement tempéré avec un couvert végétal constitué de plantes en C_3 , identique à celui des animaux, ainsi qu'une consommation individuelle différente des ressources en protéines végétales et animales. Une exploration de la variabilité isotopique inter-individuelle en fonction de données biométriques n'a révélé aucune corrélation. La plus ou moins grande consommation de protéines animales ne serait pas en relation avec la stature des sujets humains et donc probablement pas liée au sexe. Relativement à la

triade domestique, les hommes des Treilles semblent avoir préféré la viande de caprinés. La consommation de viande de jeunes individus non encore sevrés et de celle d'animaux sauvages (comme le cerf) pourrait également expliquer les résultats isotopiques obtenus. Ces interprétations s'accordent avec les données archéozoologiques (Suire 1972, Erroux & Poulain 1984). Toutefois, des analyses complémentaires sur des espèces sauvages, terrestres et d'eau douce, devraient être réalisées afin d'identifier la ou les ressources alimentaires pouvant expliquer les valeurs hautes de $\delta^{13}\text{C}$ et basses de $\delta^{15}\text{N}$ de certains sujets. Enfin, bien que cet assemblage osseux soit remarquable, tant du point de vue du nombre d'individus que de la bonne conservation de la fraction organique, venant ainsi combler les lacunes en données isotopiques pour le Néolithique final en France, les données chronologiques, encore imprécises à ce jour, notamment concernant la durée d'utilisation de la couche sépulcrale, constitue une limite majeure à l'interprétation des comportements alimentaires humains.

29 Remerciements

Les auteurs remercient la Fondation Nestlé France pour le soutien et le financement de ces projets de recherche ainsi que le Muséum de Toulouse pour l'accès aux collections. Pour la mise à disposition des ossements animaux et de la documentation associée, nos remerciements vont également à Séverine Braguier pour les sites du Pla de Payre et de La Vayssière et à Yves Ligneux pour les nouveaux ossements de la Grotte I des Treilles. Les auteurs tiennent également à remercier les membres du LAMPEA pour leur aide logistique : Sandrine Cabut pour l'imputation des données manquantes réalisées sur les données anthropométriques et Guy André pour la préparation d'échantillons pour des analyses isotopiques complémentaires. Nous tenons également à remercier Jacques Élie Brochier pour ses conseils avisés ainsi que les commentaires des deux lecteurs qui ont permis d'améliorer la première version de ce manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

Ambrose 1990, AMBROSE S.H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis, *Journal of Archaeological Science* 1, 1990, p. 431-451.

Ambrose 1991, AMBROSE S.H. Effects of diet climate and physiology on nitrogen isotope abundances in terrestrial foodwebs, *Journal of Archaeological Science* 18, 1991, p. 293-317.

Balasse *et al.* 1997, BALASSE M, BOCHERENS H, TRESSET A, MARIOTTI A, VIGNE JD. Emergence de la production laitière au Néolithique ? Contribution de l'analyse isotopique d'ossements de bovins archéologiques, *Comptes rendus de l'Académie des sciences Série 2, Sciences de la terre et des planètes* 325, 1997, p. 105-1010.

Balasse *et al.* 1999, BALASSE M, BOCHERENS H, MARIOTTI A. Intra-bone variability of collagen and apatite isotopic composition used as evidence of a change of diet, *Journal of Archaeological Science* 26, 1999, p. 593-598.

- Balsan, Costantini 1972, BALSAN L, COSTANTINI G. 1972. La Grotte I des Treilles à Saint-Jean et Saint-paul (Aveyron), *Gallia Préhistoire* 15(1), 1972, p. 229-250.
- Bocherens *et al.* 1991, BOCHERENS H, FIZET M, MARIOTTI A, LANGE-BADRE B, VANDERMEERSCH B, BOREL J-P, BELLON G. Isotopic biogeochemistry (^{13}C , ^{15}N) of fossil vertebrate collagen: application to the study of past food web including Neandertal man, *Journal of Human Evolution* 20, 1991, p. 481-92
- Bocherens *et al.* 2007, BOCHERENS H, POLET C, TOUSSAINT M. Palaeodiet of Mesolithic and Neolithic populations of Meuse Basin (Belgium): evidence from stables isotopes, *Journal of Archaeological Science* 34(1), 2007, p. 10-27.
- Bocherens, 1999, BOCHERENS H. Isotopes stables et reconstitution du régime alimentaire des hominidés fossiles : une revue, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* t. 11(3-4), 1999, p. 267-287.
- Bocherens, Drucker 2003, BOCHERENS H, DRUCKER D. Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems, *International Journal of Osteoarchaeology* 13, 2003, p. 46-53.
- Bogaard *et al.* 2007, BOGAARD A, HEATON THE, POULTON P, MERBACH I. The impact of manuring on nitrogen isotope ratios in cereals: archaeological implications for reconstruction of diet and crop management practices, *Journal of Archaeological Science* 34(3), 2007, p. 335-343.
- Bogaard *et al.* 2013, BOGAARD A, FRASER R, HEATON THE, WALLACE M, VAIGLOVA P, CHARLES M, JONES G, EVERSLED RP, STYRING AK, ANDERSEN NH *et al.* Crop manuring and intensive land management by Europe's first farmers, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(31), 2013, p. 12589-12594.
- Bonsall 1997, BONSALE C, LENNON R, MCSWEENEY K, STEWART C, HARKNESS D, BORONEANT V, BARTOSIEWICZ L, PAYTON R, CHAPMAN J. Mesolithic and Early Neolithic in the Iron Gates : a palaeodietary perspective, *Journal of European Archaeology* 5(1), 1997, p. 50-92.
- Bouby, Marinval 2005, BOUBY L, MARINVAL P. Conservation, traitement et consommation des produits végétaux dans la grotte chalcolithique de Foissac (Aveyron) : les données carpologiques, *Gallia Préhistoire* 47, 2005, p. 147-165.
- Braguier 2000, BRAGUIER, S. Etude de la faune du site chalcolithique de La Vayssière, Aveyron. In M. Leduc, N. Valdeyron & J. Vaquer (Eds.) *Rencontres méridionales de Préhistoire récente*, Toulouse: Archives d'Ecologie Préhistorique, 2000, p. 93-400.
- Braguier 2001, BRAGUIER, S. *Etude de la faune des groupes chasséen et Treilles du Pla de Payre à Creissels*. Rapport de Synthèse, 2001, 16 p.
- Britton *et al.* 2008, BRITTON K, MÜLDNER G, BELL M. Stable isotope evidence for salt-marsh grazing in the Bronze Age Severn Estuary, UK: implications for palaeodietary analysis at coastal sites, *Journal of Archaeological Science* 35(8), 2008, p. 2111-2118.
- Bruzek 2002, BRUZEK J. A method for visual determination of sex, using the human hip bone, *American Journal of Physical Anthropology* 117, 2002, p. 157-168.
- Bruzek *et al.* 2005, BRUZEK Y, SCHMITT A, MURAIL P. Identification biologique individuelle en paléoanthropologie. Détermination du sexe et estimation de l'âge au décès à partir du squelette. In Dutour O, Hublin J-J, and Vandermeersch B, editors. *Objets et méthodes en Paléoanthropologie*. Toulouse: Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, 2005, p. 217-246.
- Buck *et al.* 1999, BUCK CE, CHRISTEN JA, JAMES GN. BCal: an on-line Bayesian radiocarbon calibration tool. *Internet Archaeology* 7.

- Chambon 2003, CHAMBON P. *Les morts dans les sépultures collectives néolithiques en France. Du cadavre aux restes ultimes*. Paris: Supplément à Gallia Préhistoire N°35, Edition du CNRS, 2003, 400 p.
- Chisholm, Nelson, Schwarcz 1982, CHISHOLM B.S., NELSON D.E., SCHWARCZ H.P. 1982. Stable-carbone isotope ratios as a measure of marine versus terrestrial protein in ancient diets, *Science* 216, 1982, p. 1131-1132.
- Coqueugniot *et al.*, 2004, COQUEUGNIOT H, CRUBEZY E, FILY M-L, JUSOT V, MARTIN H, LERY N, LUDÉS B, GOMEZ L, CERNY V, MURAIL P.. L'utilisation de la cavité et de la plateforme à la phase finale du Groupe des Treilles : lieu de dépôt primaire des corps et de manipulation des cadavres. In Crubézy E, Ludes B, and Poujol J, editors. *Pratiques et espaces funéraires : les Grands Causses au Chalcolithique*. Lattes: Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Editions ADALR 17, 2004, p 99-113.
- Costantini 1984, COSTANTINI G. Le Néolithique et le Chalcolithique des Grands Causses, *Gallia-Préhistoire* 27(1), 1984, p. 121-210.
- Costantini 2004, COSTANTINI G. Le nouveau contexte chrono-culturel du Groupe des Treilles. In Crubézy E, Ludes B, and Poujol J, editors. *Pratiques et espaces funéraires : les Grands Causses au Chalcolithique*. Lattes: Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Editions ADALR, 17, 2004, p 27-33.
- Costantini *et al.*, 2004, COSTANTINI G, JALUT G, CRUBEZY E, JALLET F, COULAROU J, BENIS G. Le Groupe des Treilles et son environnement. In Crubézy E, Ludes B, and Poujol J, editors. *Pratiques et espaces funéraires : les Grands Causses au Chalcolithique*, Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Lattes, Editions ADALR, 17, 2004, p. 31-33.
- Deines 1980, DEINES P. The isotopic composition of reduced organic carbon. In P. Fritz, J.C. Fontes Eds, *Handbook of Environmental Isotope Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, Vol. 1, 1980, p. 329-406.
- Delibrias, Guillier, Labeyrie 1974, DELIBRIAS G, GUILLIER M, LABEYRIE J. Gif natural radiocarbon measurements VIII, *Radiocarbon* 16(1), 1974, p. 15-94.
- DeNiro 1985, DENIRO M.J. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction, *Nature* 317, 1985, p. 806-809.
- DeNiro, Epstein 1978, DENIRO M.J., EPSTEIN S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 42, 1978, p. 495-506.
- DeNiro, Epstein 1981, DENIRO M.J., EPSTEIN S. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals, *Geochimica et Cosmochimica Acta* 45, 1981, p. 345-351.
- Dufour, Bocherens, Mariotti 1999, DUFOUR E, BOCHERENS H, MARIOTTI A. Palaeodietary implications of isotopic variability in Eurasian lacustrine fish, *Journal of Archaeological Science* 26, 1999, p. 617-627.
- Dupras, Schwarcz, Fairgrieve 2001, DUPRAS TL, SCHWARCZ HP, FAIRGRIEVE SI,. Infant feeding and weaning practices in Roman Egypt. *American Journal of Physical Anthropology* 115, 2001, p. 204-212.
- Duranthon 2008, DURANTHON F. *Etude anthropologique de la Grotte I des Treilles (Aveyron)*. Rapport de PCR. Toulouse: Muséum de Toulouse, 2008, 53 p.
- El Sayed 1940, EL SAYED A. *Etude Anthropologique de la grotte des Treilles (Aveyron)*. Toulouse, Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie, Université de Toulouse. 1940, 46 p.

- Erroux, Poulain 1984. ERROUX J, POULAIN T. Le Néolithique et le Chalcolithique des Grands Causses. II Faune et céréales de la grotte 1 de Sargel à Saint-Rome-de-Cernon (Aveyron), *Gallia Préhistoire* 27(1), 1984, p. 211-228.
- Fouéré *et al.* 1999. FOUERE P, BRAGUIER S, CONVERTINI F, FOSSE P. Un gisement paléontologique du Pléistocène moyen et un habitat chalcolithique sur le Causse du Larzac : La Vayssière, *Cahier d'Archéologie Aveyronnaise*, 13, 1999, p. 13-30.
- France 1995a, FRANCE RL. Stable nitrogen isotopes in fish: literature synthesis on the influence of ecotonal coupling, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 41, 1995, p. 737-742.
- France 1995b, FRANCE RL. Differentiation between littoral and pelagic food webs in lakes using stable carbon isotopes, *Limnology and Oceanography* 40(7), 1995, p. 1310-1313.
- Goude 2007, GOUDE G. *Etude des modes de subsistance de populations néolithiques (VIe-IVe millénaires av. J.-C.) dans le nord-ouest de la Méditerranée. Approche par l'utilisation des isotopes stables (¹³C et ¹⁵N) du collagène*. Thèse de doctorat, Talence-Leipzig: Université Bordeaux 1-Université de Leipzig, 2007, 415 p.
- Goude *et al.* 2012, GOUDE G, CASTORINA F, HERRSCHER E, CABUT S, TAFURI MA. First Strontium Isotope Evidence of Mobility in the Neolithic of Southern France, *European Journal of Archaeology* 15(3), 2012, p. 421-439.
- Goude *et al.* 2013, GOUDE G, SCHMITT A, HERRSCHER E, LOISON G, CABUT S, ANDRÉ G. 2013. Pratiques alimentaires au Néolithique moyen : Nouvelles données sur le site de Pontcharaud 2 (Auvergne, France), *Bulletins de la Société Préhistorique Française* 110(2), 2013, p. 299-317.
- Hastorf, DeNiro 1985, HASTORF C.A., Deniro M.J. Reconstruction of prehistoric plant production and cooking practices by a new isotopic method, *Nature* 315, 1985, p. 489-490.
- Herrschler E. 2003, HERRSCHER E, Alimentation d'une population historique. Analyse des données isotopiques de la nécropole Saint-Laurent de Grenoble (XIII^e-XV^e siècles, France), *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 15(3-4), 2003, p. 149-269.
- Herrschler, Le Bras-Goude 2010. HERRSCHER E, LE BRAS-GOUDE G. Southern French Neolithic populations: Isotopic evidence for regional specificities in environment and diet, *American Journal of physical Anthropology* 141 (2), 2010, p. 259-272.
- Hobson *et al.* 1993. HOBSON KA, ALISAUSKAS RT, CLARK RG. Stable nitrogen enrichment in avian tissues due to fasting and nutritional stress: implications for isotopic analyses of diet, *The Condor* 95, 1993, p. 388-394.
- Jallot, Sénépart 2008. JALLOT J, SÉNÉPART I. Statues-menhirs et haches-marteaux, de l'objet à la représentation. In Brochier J-E, Guilcher A, and Pagni M, editors. *Archéologie de Provence et d'ailleurs: mélanges offerts à Gaëtan Congés et Gérard Sauzade*. Aix-en-Provence, 2008, p. 215-255.
- Jalut 2005, JALUT G. Le climat, la végétation et l'homme en Méditerranée à l'Holocène. In Guilaine J, editor. *Populations néolithiques et environnements*, Séminaire du Collège de France. Paris: Errance, 2005, p. 215-240.
- Jalut *et al.* 1997, JALUT G, AMAT AE, RIERA Y MORA S, FONTUGNE M, MOOK R, BONNET L, GAUQUELIN T. Holocene climatic changes in the western Mediterranean: installation of the Mediterranean climate, *Comptes rendus de l'Académie des sciences Série 2, Sciences de la terre et des planètes* 325, 1997, p. 327-334.
- Jalut *et al.* 2000, JALUT G, AMAT AE, BONNET L, GAUQUELIN T, FONTUGNE M. 2000. Holocene climatic changes in the Western Mediterranean from south-east France to south-east Spain, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 160, 2000, p. 255-290.

- Katzenberg *et al.* 1996, KATZENBERG A, HERRING A, SAUNDERS SR. 1996. Weaning and infant mortality: evaluating the skeletal evidence, *Yearbook of Physical Anthropology* 39, 1996, p. 177-199.
- Lacan *et al.* 2011, LACAN M, KEYSER C, RICAUT F-X, BRUCATO A N, DURANTHON F, GUILAINE J, CRUBEZY E, LUDES B. 2011. Ancient DNA reveals male diffusion through the Neolithic Mediterranean route, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108(24), 2011, p. 9788-9791.
- Lanos, Dufresne 2012. LANOS P, DUFRESNE P. Modélisation statistique bayésienne des données chronologiques. In de Beaune S, and Francfort H-P, editors. *L'Archéologie à découvert*. Paris: CNRS Editions, 2012, p. 238-248.
- Le Bras-Goude 2011. LE BRAS-GOUDE G. Reconstructing past populations' behaviors: diet, bones and isotopes in the Mediterranean, *TÜBA-AR* 14, 2011, p. 215-229.
- Le Bras-Goude *et al.* 2006, LE BRAS-GOUDE G, BINDER D, FORMICOLA V, DUDAY H, COUTURE-VESCHAMBRE C, HUBLIN J-J, RICHARDS MP. 2006. Stratégies de subsistance et analyse culturelle de populations néolithiques de Ligurie : approche par l'étude isotopique (^{13}C et ^{15}N) des restes osseux, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 18(1-2), 2006, p. 45-55.
- Le Bras-Goude *et al.* 2010, LE BRAS-GOUDE G., BINDER D., ZEMOUR A., RICHARDS M., 2010, New radiocarbon dates and isotope analysis of Neolithic human and animal bone from Fontbrégoua Cave (Salernes, Var, France), *Journal of Anthropological Sciences*, 88, 2010, p. 167-178.
- Le Bras-Goude *et al.* 2009, LE BRAS-GOUDE G., SCHMITT A., & LOISON G. Comportements alimentaires, aspects biologiques et sociaux au Néolithique : le cas du Crès (Hérault, France), *Comptes Rendus Palevol* 8, 2009, p. 79-91.
- Le Bras-Goude *et al.* 2013, LE BRAS-GOUDE G, HERRSCHER E, VAQUER J. 2013 Funeral practices and foodstuff behavior: what does eat meat mean? Stable isotope analysis of Middle Neolithic populations in Languedoc region (France), *Journal of Anthropological Archaeology* 32, 2013, p. 280-287.
- Lignereux *et al.* 1994, LIGNEREUX Y, PETERS J, CARRERE I, COUR S, DUDAY H, DU FAYET DE LA TOUR A, ROUZAUD F, GARCIA MA. 1994. L'Occupation chalcolithique de la grotte de Foissac (Aveyron) : les témoins archéozoologiques. *Revue de médecine vétérinaire* 145, 1994, p. 355-386.
- Longin 1971. LONGIN R. New method of collagen extraction for radiocarbon dating, *Nature* 230, 1971, p. 241-242.
- Lösch *et al.* 2006, LÖSCH S, GRUPE G, PETERS J. 2006. Stable isotopes and dietary adaptations in humans and animals at Pre-Pottery Neolithic Neval? Çori, Southeast Anatolia, *American Journal of Physical Anthropology* 131, 2006, p. 181-193.
- Mariotti *et al.* 1980, MARIOTTI A, PIERRE D, VEDY JC, BRUCKERT S, GUILLEMOT J. 1980. The abundance of natural ^{15}N in the organic matter of soils along an altitudinal gradient (Chablais, Haute Savoie, France), *Catena* 7(4), 1980, p. 293-300.
- Martin, Saller 1957. MARTIN R, SALLER K. *Lehrbuch der Anthropologie*. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag, Revised 3rd Edition, 1957, p.
- Mekota *et al.* 2006, MEKOTA AM, GRUPE G, UFER S, CUNTZ U. 2006. Serial analysis of stable nitrogen and carbon isotopes in hair: monitoring starvation and recovery phases of patients suffering from anorexia nervosa, *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 20(10), 2006, p. 1604-1610.
- Murail *et al.* 2005, MURAIL P, BRUZEK J, HOUËT F, CUNHA E. DSP: a tool for probabilistic sex diagnosis using worldwide variability in hip-bone measurement, *Bulletins et Mémoires de la Société d'Anthropologie de Paris* 3-4, 2005, p. 167-176.

- O'Connell *et al.* 2012, O'CONNELL TC, KNEALE CJ, TASEVSKA N, KUHNLE GGC. 2012. The diet-body offset in human nitrogen isotopic values: A controlled dietary study, *American Journal of Physical Anthropology* 149(3), 2012, p. 426-434.
- Ortner, Theobald 2001. ORTNER DJ, THEOBALD G. Paleopathological Evidence of Malnutrition. In Kiple KF, and Ornelas KC, editors. *The Cambridge World History of Food*. New-York: Cambridge University Press, 2001, p 34-44.
- Ponsard, Averbuch 1999. PONSARD S, AVERBUCH P. Should growing and adult animals fed on the same diet show different $\delta^{15}\text{N}$ values? *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 13, 1999, p. 1305-1310.
- Poujol, Coqueugniot 2004. POUJOL J, COQUEUGNIOT H. Le pays et les Hommes. In Crubézy E, Ludes B, and Poujol J, editors. *Pratiques et espaces funéraires : les Grands Causses au Chalcolithique*, Monographie d'Archéologie Méditerranéenne, Lattes, Editions ADALR, 17, 2004, p. 19-52.
- Rodière *et al.* 1996, RODIÈRE E, BOCHERENS H, ANGIBAULT JM, MARIOTTI A. 1996. Particularités isotopiques de l'azote chez le chevreuil (*Capreolus capreolus L.*) : implications pour les reconstitutions paléoenvironnementales, *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 3, Sciences de la vie* 323, 1996, p. 179-185.
- Schoeninger, DeNiro 1984. SCHOENINGER M.J., DENIRO M.J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals, *Geochimica and Cosmochimica Acta* 48, 1984, p. 625-639.
- Schwarcz *et al.* 1999, SCHWARCZ HP, DUPRAS TL, FAIRGRIEVE SI. 1999. ^{15}N Enrichment in the Sahara: In Search of a Global Relationship, *Journal of Archaeological Science* 26(6), 1999, p. 629-636.
- Smith, Epstein 1971, SMITH B.N., EPSTEIN S. Two categories of $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratios for higher plants, *Plant Physiology* 47, 1971, p. 380-384.
- Suire 1972, SUIRE C. Étude de la faune Chalcolithique de la grotte I des Treilles à Saint-Jean et Saint-Paul (Aveyron), *Gallia Préhistoire* 15(1), 1972, p. 251-259.
- Tauber 1981, TAUBER H. ^{13}C evidence for dietary habits of prehistoric man in Denmark, *Nature* 292, 1981, p. 332-333.
- Tieszen 1991, TIESZEN LL. Natural variations in the carbon isotope values of plants: implications for archaeology, ecology and palaeoecology, *Journal of Archaeological Science* 18, 1991, p. 227-248.
- van der Merwe, Medina 1991, VAN DER MERWE N.J., MEDINA E. The canopy effect, carbon isotope ratios and foodwebs in Amazonia, *Journal of Archaeological Science* 18, 1991, p. 249-259.
- van Klinken G.J. 1999, Van KLINKEN G.J. Bone collagen quality indicators for palaeodietary and radiocarbon measurements, *Journal of Archaeological Science* 26, 1999, p. 687-695.
- Vernet 2005, VERNET J-L. Du site archéologique aux paysages, une contribution de l'anthracologie. In: Guilaine J, editor. *Populations néolithiques et environnements*, Séminaire du Collège de France. Paris: Errance, 2005, p. 261-276.
- Virginia *et al.* 1982, VIRGINIA R.A., DELWICHE C.C. 1982. Natural ^{15}N abundance of presumed N_2 -fixing and non-fixing plants from selected ecosystem, *Oecologia Berl* 54, 1982, p. 317-325.
- Walker *et al.* 2009, WALKER PL, BATHURST RR, RICHMAN R, GJERDRUM T, ANDRUSHKO VA. 2009. The Causes of Porotic Hyperostosis and Cribra Orbitalia: A Reappraisal of the Iron-Deficiency-Anemia Hypothesis, *American Journal of Physical Anthropology* 139, 109-125.

NOTES

1. L'article ne présente aucune date en BP (Costantini, 2004). Les seules références disponibles sont celles de l'article princeps : Gif-1515 = 4650 ± 130 BP, Gif-1516 = 4600 ± 130 BP et Gif-1517 = 4600 ± 130 BP (Balsan & Costantini 1972, Delibria *et al.* 1974: 25).
2. Ces recherches ont été réalisées dans le cadre d'un PCR (Programme Collectif de Recherche) dirigé par Francis Duranthon (Muséum de Toulouse). Ce programme comprend notamment une étude anthropologique dirigée par l'équipe d'Éric Crubézy (AMIS, UMR 5288, Toulouse) impliquant Sylvie Duchesne pour l'étude quantitative de l'assemblage, le Professeur Henri Dabernat pour l'étude paléopathologique et Yves Lignereux pour l'étude des restes animaux.
3. Le détail des caractéristiques anthropologiques, démographiques et paléopathologiques de l'assemblage est disponible dans le rapport du PCR 2008 (Duranthon, 2008). Les résultats concernant l'étude anthropologique quantitative sont issus d'un travail de recherche réalisé par Sylvie Duchesne (*in* Duranthon 2008 : 16-21).
4. Poz-27231 = 4175 ± 35 BP ; Poz-27232 = 4355 ± 35 BP ; Poz-27234 = 4355 ± 35 BP (*in* Duranthon 2008)
5. Calcul fait avec BCal sur un modèle à 2 phases chronologiques (Buck *et al.* 1999).
6. Cette technique statistique permet de calculer *a posteriori* une variable en fonction de plusieurs autres variables qui lui sont associées par une régression linéaire. Elle a été réalisée par Sandrine Cabut (Ingénieur Statistique, LAMPEA, UMR 7269).
7. [-20,9 ‰, -20,2 ‰], N = 14
8. [3,7 ‰, 5,6 ‰], N = 14
9. Treilles : -20,9 ‰ ; [-21,2 ‰, -20,8 ‰], N = 6 ; Bronze-Auvergne : -21,4 ‰ ; [-21,7 ‰, -21 ‰], N = 4, Herrscher *et al.*, ce volume
10. -21,5 ‰ ; [-22,1 ‰, -21,3 ‰], N = 6
11. -19,9 ‰ ; [-20,4 ‰, -19,4 ‰], N = 7
12. Treilles : 4,9 ‰ ; [3,7 ‰, 5,2 ‰], N = 6 ; Bronze-Auvergne : 4,9 ‰ ; [4,6 ‰, 6,5 ‰], N = 4
13. Garonne : 6,5 ‰ ; [5,6 ‰, 7,2 ‰], N = 6 ; Languedoc : 6,2 ‰ ; [6,1 ‰, 6,7 ‰], N = 7
14. Treilles : -20,6 ‰ ; [-20,9 ‰, -20,2 ‰], N = 6 ; Garonne : -21,2 ‰ ; [-21,3 ‰, -21,0 ‰], N = 4 ; Languedoc : -20,1 ‰ ; [-20,4 ‰, -19,8 ‰], N = 9 ; Auvergne : -20,9 ‰ ; [-21,0 ‰, -20,8 ‰], N = 9
15. Treilles : 4,6 ‰ ; [3,3 ‰, 5,1 ‰], N = 6 ; Garonne : 6,3 ‰ ; [5,3 ‰, 7,4 ‰], N = 4 ; Languedoc : 6,2 ‰ ; [5,6 ‰, 6,3 ‰], N = 9 ; Auvergne : 7,4 ‰ ; [7,2 ‰, 8,3 ‰], N = 9
16. Treilles : -19,7 ‰ ; [-19,8 ‰, -19,5 ‰], N = 42 ; Garonne : -20,6 ‰ ; [-20,8 ‰, -20,4 ‰], N = 17 ; Languedoc : -19,3 ‰ ; [-19,6 ‰, -19,0 ‰], N = 22 ; Auvergne : -19,8 ‰ ; [-19,9 ‰, -19,6 ‰], N = 49
17. Treilles : 8,9 ‰ ; [8,5 ‰, 9,2 ‰], N = 42 ; Garonne : 9,7 ‰ ; [9,1 ‰, 10,3 ‰], N = 17 ; Languedoc : 8,1 ‰ ; [7,7 ‰, 8,5 ‰], N = 22 ; Auvergne : 10,6 ‰ ; [10,3 ‰, 11,0 ‰], N = 49
18. L'enrichissement en isotope lourd a été calculé en faisant les différences entre les médianes des groupes d'herbivores et des humains.
19. Des travaux récents ont montré que l'enrichissement isotopique en azote entre l'alimentation globale et le collagène du consommateur était de 6 ‰ (O'Connell *et al.* 2012). Ce résultat n'a toutefois pas d'incidence dans notre cas car il s'agit d'un enrichissement isotopique entre deux collagènes de niveaux trophiques successifs.

RÉSUMÉS

La Grotte I des Treilles (commune de Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron) se situe sur l'extrémité sud-occidentale du Causse du Larzac. C'est une grotte sépulcrale à caractère collectif et des datations radiocarbone l'ont attribuée au Néolithique final (3030-2890 cal B.C, phase moyenne du Groupe des Treilles). Cette recherche a pour objectif (1) d'appréhender le type d'écosystème exploité par la population de la Grotte I des Treilles pour subvenir à ses besoins nutritionnels et (2) d'étudier les relations entre les pratiques alimentaires et des données anthropométriques. Pour cela, une analyse isotopique a été menée sur 42 individus adultes (pour un total de 86 individus adultes mis au jour) ainsi que sur 14 ossements de faune découverts sur plusieurs sites archéologiques contemporains régionaux. Les résultats isotopiques montrent une consommation locale des protéines par la population de la Grotte I des Treilles. La contribution des protéines animales apparaît importante relativement aux protéines végétales. Nos résultats suggèreraient également la contribution de viande de jeunes animaux non encore sevrés dans l'alimentation. La quantité de protéines animales consommée par cette population est très variable entre les individus du groupe. Toutefois, cette diversité de comportement alimentaire n'est pas corrélée aux données anthropométriques (longueurs des os longs et robustesse). Les choix alimentaires n'apparaissent pas liés aux paramètres biologiques testés et ne sont donc probablement pas dictés par le sexe des individus.

The Grotte I des Treilles (Saint-Jean-et-Saint-Paul, Aveyron, France), is located on the South-Western side of Larzac Causse. It is a funerary cave with collective inhumations, used during Final Neolithic after the radiocarbon dates (3030-2890 cal BC, middle phase of the "Groupe des Treilles"). This study aims to know (1) the ecosystem exploited for food consumption by humans from the Grotte I des Treilles, and (2) the relationship between dietary choices and biometric data. Stable isotope analyses were thus performed on 42 mature individuals (selected from 86 adults) as well as 14 faunal remains from different regional sites. Isotopic results show a relationship between production/consumption by humans of animal species locally found. Dietary practices are mainly focused on meat consumption compared to plant resources. Our results also highlight a probable consumption of meat of young animal (not weaned) and various animal protein intake according to individuals. This variability was not correlated to anthropometric data (stature and robustness), and food choices seem not sex-related.

INDEX

Keywords : Late prehistory, Grotte I des Treilles, diet, stable isotopes, 15-nitrogen, 13-carbon, collagen

Mots-clés : Préhistoire récente, Grotte I des Treilles, alimentation, isotopes stables, azote-15, carbone-13, collagène

AUTEURS

ESTELLE HERRSCHER

UMR CNRS 7269 LAMPEA, MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge - B.P. 647, 13094 Aix-en-Provence Cedex 2, France - herrscher@mmsch.univ-aix.fr

JOHAN LHEUREUX

UMR CNRS 7269 LAMPEA, MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge - B.P. 647, 13094 Aix-en-Provence
Cedex 2, France

GWENAËLLE GOUDE

UMR CNRS 7269 LAMPEA, MMSH, 5 rue du Château de l'Horloge - B.P. 647, 13094 Aix-en-Provence
Cedex 2, France - goude@mmssh.univ-aix.fr

HENRI DABERNAT

UMR 5288 - AMIS, Faculté de Médecine, 37 Allées Jules Guesde
31073 Toulouse cedex 3 - henri.dabernat@univ-tlse3.fr

FRANCIS DURANTHON

UMR 5288 - AMIS, Faculté de Médecine, 37 Allées Jules Guesde
31073 Toulouse cedex 3 / Muséum de Toulouse, 35 allées Jules Guesde 31000 Toulouse, France -
francis.duranton@mairie-toulouse.fr