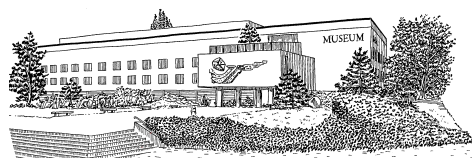


# R E V U E D E PALÉOBIOLOGIE

---

ISSN 1661-5468

VOL. 28, N° 1, 2009



Muséum d'Histoire Naturelle • Ville de Genève • Suisse

## La grotte de la Chauve-Souris à Donzère (Drôme, France.) L'environnement holocène par la méthode quantitative appliquée aux microvertébrés. Essai de définition et application.

Marcel JEANNET<sup>1</sup> & Joël VITAL<sup>2</sup>

### Résumé

L'étude de la microfaune de la grotte de la Chauve-Souris (Donzère, Drôme) couvre largement la seconde moitié de l'Holocène et principalement les époques du Néolithique final et du Bronze final.

Les espèces rencontrées sont relativement banales hormis le Campagnol ibérique (*Microtus cabreræ* THOMAS, 1906) devenu strictement ibérique et le Rhinolophe de Roumanie (*Rhinolophus mehelyi* MATSCHIE, 1901) disparu récemment de France ou en voie de disparition. La Souris grise (*Mus musculus* L., 1758) fait une apparition fugace au Néolithique final et semble s'implanter durablement durant le Bronze final.

La position médio-rhodanienne du site enregistre les fluctuations animales autant que les migrations humaines imprimées dans les styles de céramiques. Mais la faune en plus, par sa sensibilité, transcrit l'influence humaine sur l'environnement (ex. : la déforestation), les changements climatiques, et même, si l'on en croit la coïncidence de quelques accidents de la courbe thermique, avec les variations du taux de <sup>14</sup>C résiduel atmosphérique.

Les données biométriques utilisées pour la détermination des Chiroptères sont ajoutées en annexe.

### Mots-clés

Microfaune, Ethologie, Biométrie, Chiroptères, Paléoclimatologie, Paléoécologie, Méthode quantitative, Holocène, Couloir rhodanien, Anthropisation.

### Abstract :

**The « Chauve-Souris » cave at Donzère (Drôme, France). Holocene environment by quantitative method applied on microvertebrates. Definition and application attempt.**- The study of microfauna collected by one of us (J.V.) during the excavation of the « Chauve-Souris » cave (Donzère, Drôme, France) widely covers the second half of Holocene and chiefly final Neolithic and final Bronze Age.

Species are relatively common except the Iberic Vole (*Microtus cabreræ* THOMAS, 1906 ) only ibéric to day, and Romanian Bat (*Rhinolophus mehelyi* MATSCHIE, 1901), disappeared of France or in way to disappearing. The common Mouse (*Mus musculus* L., 1758) appears briefly during Final Neolithic and seems to settle durably during Final Bronze Age.

The medio-rhodanian position of the site records animal fluctuations as well as human migrations fixed in ceramic styles. But, in more, by its sensibility, fauna transcribes human influence on environment, (ex. : deforestation), climatic modifications and also, if we believe in the coincidence of some accidents of th thermic curve, with the atmospheric rate of residual <sup>14</sup>C.

Biometric data used for bats determination are added in annexes.

### Key words

Microfauna, Ethology, Biometry, Bats, Paleoclimatology, Paleoecology, Quantitative method, Holocene, Rhodanian corridor, Anthropisation.

## I. INTRODUCTION ET BUT

### 1. Localisation du site et problématique des recherches archéologiques

La grotte de la Chauve-Souris est creusée aux dépens des calcaires urgoniens qui constituent les deux massifs

enserrant le défilé de Donzère, à mi-distance de Valence et d'Avignon. Le Rhône, qui sépare les départements de l'Ardèche à l'ouest et de la Drôme à l'est, est à l'origine de l'incision de ce pertuis qui constitue la limite septentrionale du domaine bioclimatique provençal formant un couloir de 3400 m de long pour 1200 m de large (Fig. 1). En rive droite, le relief est atténué en

<sup>1</sup> UMR 6636, BP 647, F-13094 Aix en Provence cédex2. Email : m.jeannet.arpa.mf@wanadoo.fr

<sup>2</sup> UMR 5138 -MOM - Lyon. Centre d'Archéologie Préhistorique, 4, place des Ormeaux, F-26000 Valence. Email : cap.valence@wanadoo.fr.

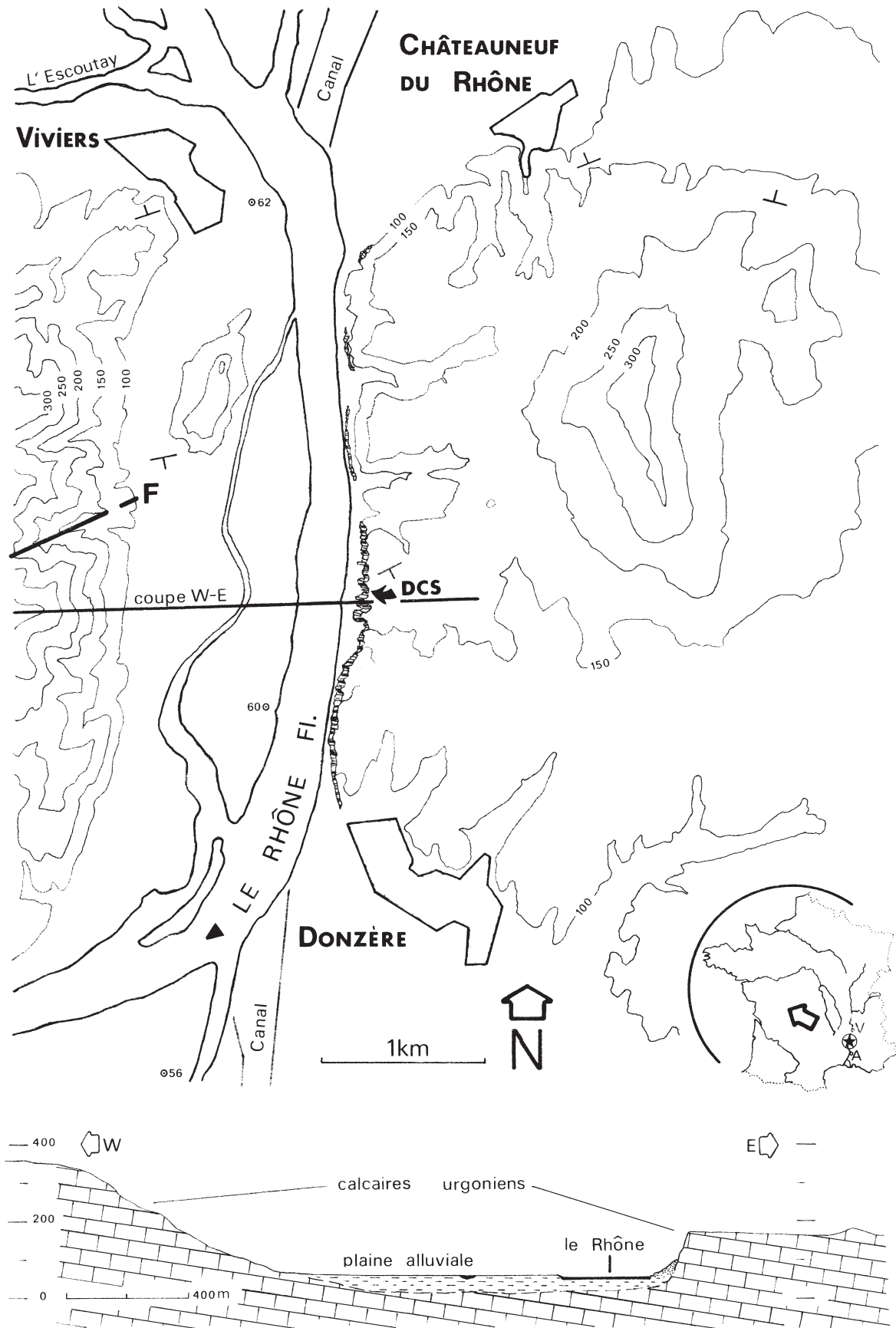


Fig. 1 : Localisation de la grotte de la Chauve-Souris dans le défilé de Donzère (Drôme).

bordure de l'étroite plaine alluviale, alors que la rive gauche, où est accrochée la cavité, est dominée par une falaise subverticale de 40 à 110 m de développement total dont le pied est masqué par un éboulis. La grotte de la Chauve-Souris s'ouvre dans la partie médiane du défilé, à environ 142 m d'altitude dans le tiers inférieur de la paroi calcaire et à la base d'une verticale d'une vingtaine de mètres de hauteur. L'accès au site est malaisé, car il s'effectue par le cône d'éboulis qui descend jusqu'à la berge orientale du fleuve. Une barre rocheuse doit ensuite être escaladée. On aboutit à une reculée en forme de conque, encombrée d'un éboulis en forte pente, dont le sommet signale l'étroite terrasse sur laquelle s'ouvre l'entrée.

La grotte se développe en deux salles successives sur 120 m de longueur pour une largeur moyenne de 8 m. La zone d'entrée est faiblement éclairée par l'étroiture du porche. La hauteur de plafond n'excède guère un mètre à cet endroit pour quelques mètres. La voûte s'élève ensuite rapidement pour culminer à 30 m au maximum au fond de la cavité. Dans cette zone, une importante colonie de chiroptères trouve encore refuge. En retrait de l'entrée, un conduit sub-vertical assure une liaison directe entre le plateau et le porche, 20 m plus bas. Un éboulis important s'est constitué et a ainsi protégé les couches archéologiques sur une surface n'excédant probablement pas une centaine de mètres carrés.

Les fouilles se sont déroulées dans la grotte de la Chauve-Souris entre 1981 et 1987, à raison d'une campagne annuelle estivale. Les résultats en sont encore pratiquement inédits. Un premier bilan résume les visées, problématiques et choix méthodologiques qui ont présidé aux travaux de terrain (VITAL, 2007). Il ouvre un certain nombre de perspectives concernant l'organisation spatiale des surfaces archéologiques fouillées, l'économie de la ressource carnée et une première caractérisation chronoculturelle et fonctionnelle des occupations.

Une soixantaine de mètres carrés ont été ouverts au décapage archéologique, jusqu'à la limite de la sédimentation de la première salle.

La séquence sédimentaire de la grotte de la Chauve-Souris (Fig. 2) montre une succession irrégulière d'unités dont la répartition et la morphologie sont directement héritées du substrat chaotique constitué de blocs. Les dépôts sont constitués d'une alternance d'épaisses formations de blocs et de blocailles – qui dominent sur l'ensemble des dépôts – et de couches de sédiments plus fins argilo-limoneux. Il n'est pas rare que les niveaux pierreux contiennent une part importante d'éléments de classe granulométrique > 10 cm, ce qui a entraîné de sérieuses difficultés pour individualiser des interfaces en l'absence de sédimentation fine intercalée d'origine naturelle, notamment pour la séquence de la fin du Néolithique (15MD à 13). C'est la présence de rejets d'origine anthropique qui nous a alors facilité cette mise en évidence. La succession argilo-limoneuse que l'on peut rapporter aux Ages du Bronze et du Fer (11-B à 8C-6C) est d'épaisseur moindre.

Le caractère très singulier du changement radical de nature de la sédimentation à la transition Néolithique final/Bronze ancien est à mettre en parallèle avec les opérations réalisées localement en plaine à la faveur des travaux du TGV Méditerranée. Une transition est enregistrée aux mêmes périodes entre crise hydro-sédimentaire érosive et une stabilité morphologiquement durant l'âge du Bronze marquée par une reconquête forestière des sols (BERGER *et al.*, 2000 et 2007).

Sans entrer dans le détail de leur succession, nous pouvons décompter 99 unités sédimentaires pour 37 interfaces présentant des témoins archéologiques. La séquence holocène est à elle seule représentée par 92 unités sédimentaires, par les restes de 18 surfaces ou entités d'occupations, auxquelles on doit ajouter 4 sols d'époque antique. L'occupation débute vers le 31<sup>e</sup> siècle av. notre ère en surface d'une couche de guano de chauve-souris datée du X<sup>e</sup> millénaire BP. La fréquentation se poursuit jusqu'au IV<sup>e</sup> siècle de notre ère. Ensuite, plusieurs niveaux d'éboulis prennent place (couche 4-surface), mais sans élément de datation. Nous avons aussi la preuve, par le mobilier qu'au moins une incursion du Bronze final (X<sup>e</sup> s. B.C.) qui ne s'est pas traduite par une forme décelable de sédimentation ou de rejets.

La chronologie objective du site est construite par le croisement de la périodisation fournie par les différents assemblages céramiques et de plus d'une vingtaine de datations radiocarbone opérées sur les charbons prélevés dans des aménagements anthropiques. Leur étagement dans une succession stratigraphique conséquente permet d'établir ce que nous avons appelé des diagonales rang-temps (VITAL, 2004). Ces graphes orientés selon le temps universel permettent alors une critique de la valeur indicative des dates par élimination des mesures discordantes par rapport à cette diagonale rang-temps « effet vieux bois » notamment. Cette maîtrise méthodologique autorise une finesse chronologique jusqu'alors rarement atteinte en milieu terrestre, le plus souvent privé de stratification détaillée.

Il est possible en conséquence de préciser les tendances de la dynamique sédimentaire, notamment les périodes durant lesquelles celle-ci est très lacunaire (2200-1700 B.C., 1300-800 B.C., 600 B.C., 300 A.D., 400 A.D. à l'actuel) et les intervalles de sédimentation plus rythmée (3100-2200 B.C., 1700-1300 B.C., 800-600 B.C.).

La grande variété de formes et de nature des dépôts, ainsi que les limites qu'elle impose relativement à l'intégrité des unités sédimentaires, nous a conduits à un échantillonnage qui élimine les quelques secteurs où des compactages et des biseautages pouvaient être suspectés. Toutes les formations n'ont pas livré des restes de microfaune. Après flottage préliminaire sur maille de 0,5 mm, la totalité des sédiments a été tamisée à l'eau sur deux mailles de 0,5 et 0,18 mm.

Nous avons aussi tenu compte dans les illustrations du degré de représentativité spatiale et/ou sédimentaire des unités stratigraphiques. Certaines sont en effet d'extension

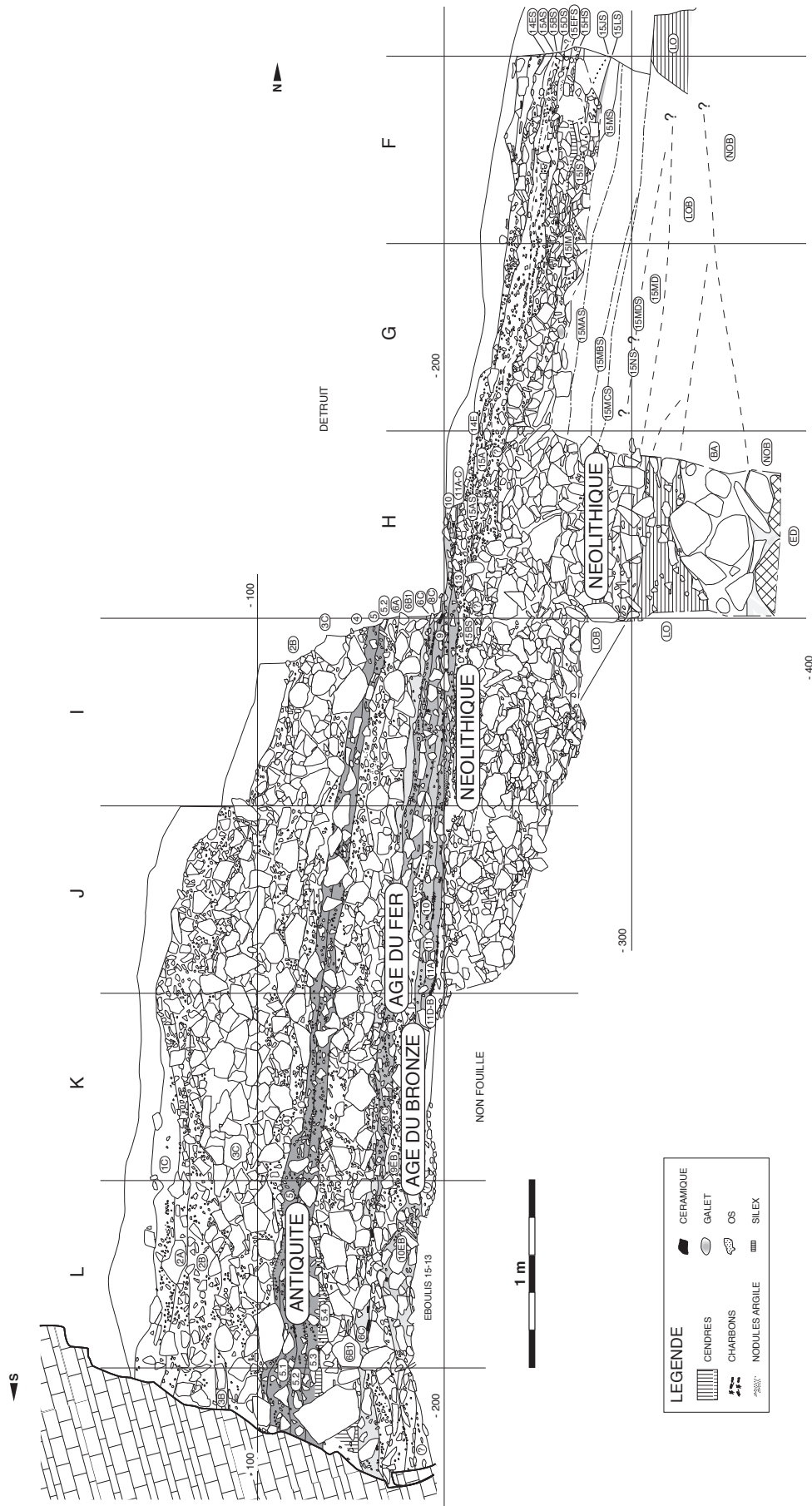


Fig. 2: Coupe sud-nord, en travers du proche, représentative de l'ensemble de la séquence stratigraphique de la grotte de la Chauve-Souris.



réduite, correspondent à des interfaces (mélanges), ou résultent d'un épisode particulier (éboulis sec). D'autres, le plus souvent identifiées par les vestiges d'occupations humaines, sont plus largement étendues ou constituées de sédiments plus fins présentant de meilleures capacités de fossilisation. Ces cinq cas de formation lacunaires ou confuses sont figurés entre parenthèses de manière à les distinguer des unités de plus large extension (Fig.7).

## 2. Nature et problématique de la microfaune

Comme dans chaque gisement, la microfaune apporte son lot d'informations supplémentaires aux données archéologiques. Mis à part les commensaux, il n'y a pas de rapport direct entre la microfaune et l'Homme pour qui, le plus souvent, ce petit monde est nuisible ou dérangeant. D'où l'intérêt de ces informations complémentaires indépendantes.

Par leur sensibilité aux influences de l'environnement et du climat, ces petits animaux sont susceptibles de transcrire les valeurs climatiques et leurs variations au fil du temps. C'est en particulier ce qui permet de différencier l'époque glaciaire de la période holocène. Contrairement au stade glaciaire, cette phase de réchauffement connaît peu d'amplitude entre les extrêmes thermiques. Ce caractère d'uniformité comporte une certaine part d'ambiguïté, les faibles variations climatiques enregistrées durant l'Holocène pouvant être confondues avec les effets d'actions exogènes, humaines ou animales. La microfaune devrait permettre non seulement de décrire l'environnement, mais également les causes de ses variations et déceler l'origine naturelle ou anthropique, voire taphonomique en cas de bioturbation.

On peut admettre qu'au cours des périodes glaciaires, les variations enregistrées dans les cortèges «micro-fauniques» sont naturelles car l'Homme, alors chasseur et cueilleur, subit plus les aléas de son environnement qu'il ne les maîtrise. Il vit alors au rythme des saisons, migrant avec les troupeaux sauvages ou consommant les fruits de la Nature. La douceur et la stabilité relative du climat holocène lui permettent de se sédentariser. Dès lors, l'Homme agit sur son environnement pour l'adapter à ses besoins. Par ce biais, en modifiant son environnement, il influence les associations de microfaune.

D'où la démarche inverse du chercheur qui tente, à travers sa connaissance des assemblages de microvertébrés et leurs capacités adaptatives, d'apprécier l'activité de l'Homme et son impact sur son espace vital.

A la grotte de la Chauve-Souris, quelques accidents affectant régulièrement le tracé des courbes climatiques nécessitent qu'en soit définie l'origine. Parmi les hypothèses vraisemblables, on peut évoquer l'intervention humaine, la taphonomie et les mouvements du sol ou la sédimentation, les variations thermiques, la bioturbation, et même l'influence atmosphérique

Pour tenter de résoudre ce problème aux apparences

souvent ténues, nous utilisons une méthode de quantification de l'environnement basée sur le potentiel écolo-climatique de chaque taxon. L'étude tentera de définir les conditions climatiques réelles et en cas d'anomalie, l'influence de l'Homme sédentarisé, sur son environnement. Ce fait a particulièrement été mis en évidence dans les travaux de S. MARTIN (MARTIN, 2004) à l'aide des mollusques terrestres.

## II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### Les vestiges

Le Tableau 1 présente la répartition des micro-vestiges recueillis par tamisage en cours de fouille. La technique de fouille très élaborée a permis d'isoler les moindres unités stratigraphiques. En revanche, elle a pulvérisé le nombre de prélèvements qui, par leur faible contenu, se trouvent minimisés et le plus souvent individuellement inexploitable. Il faut alors les regrouper par phases stratigraphiques homogènes ou synchrones, pour qu'ils deviennent significatifs. 287 échantillons prélevés ont été subdivisés en 2447 lots contenant jusqu'à 26 taxons sur un total de 42 espèces rencontrées. Les os comme les dents sont le plus souvent assez bien conservés. Aucun os long pourtant ne nous est parvenu entier, mais les fractures affectant le plus souvent les diaphyses n'entravent pas la détermination. La presque totalité des ossements de chiroptères appartiennent à des adultes. Au contraire les immatures sont fréquents chez les mulots, loirs et lérots. L'une des mandibules de mulot devait même appartenir à un individu mort-né, voire un fœtus, les alvéoles dentaires étant encore partiellement closes. Les zones de fractures des ossements montrent, par leur état de fossilisation, qu'elles sont anciennes. La longueur des ossements conservés plaide en faveur d'une cassure naturelle par simple flexion sous la pression des pierres du sol plutôt que par un piétinement direct, animal ou humain qui aurait totalement pulvérisé ces restes. Il est également possible que l'apport de litières par l'Homme ait temporisé les effets de piétinement, mais il serait étonnant qu'une telle protection s'étende à toute la surface et à tous les niveaux décapés.

Pour comparer les divers niveaux et différents sites, il est indispensable d'en chiffrer les données. La méthode employée ici se distingue de celle utilisée couramment, utilisant en pourcentage le nombre minimal d'individus (NMI). Dans le cas présent nous n'en tenons pas compte, utilisant uniquement les espèces. Nous ne débattons pas ici de l'intérêt ou des inconvénients de l'un ou l'autre des procédés. On retiendra seulement qu'ici on peut utiliser l'ensemble des taxons de tous les groupes homéothermes ou poïkilothermes. Les oiseaux et les poissons sont exclus : les premiers en raison des vastes espaces couverts par les migrations et les seconds par leur milieu de vie particulier à l'écart de toute association faunique.







### III. LES ESPÈCES ET LEUR POTENTIEL ÉCOLOGIQUE

Le Tableau 2 présente individuellement les espèces reconnues à la grotte de la Chauve-Souris accompagnées de leurs données climatiques et écologiques.

Les lignes qui suivent font état des taxons ayant un lien avec la biostratigraphie ou les particularités environnementales ou climatiques; *grosso modo*, ceux que l'on a coutume d'appeler les « marqueurs » dans un domaine quelconque.

#### 1. Rongeurs

Le Campagnol des champs (*Microtus arvalis* PALLAS, 1778): Ce campagnol est le plus commun de tous et dispose d'une vaste répartition eurasiatique, de la côte atlantique au 90° méridien. Au nord, il ne dépasse pas le 60° parallèle. Il fuit le climat méditerranéen. Il manque en Bretagne et en Grande-Bretagne en raison de l'humidité du climat. Il est absent du département du Lot sans que l'on en ait déterminé les raisons exactes.

C'est un animal très prolifique avec 6 ou 7 portées annuelles de 5 à 6 petits capables de se reproduire (pour les femelles) à l'âge de 45 jours faisant ainsi « boule de neige ». Son espérance de vie ne dépasse pas 18 mois dans la nature. Il faut des hivers rigoureux pour limiter sa prolifération car il peut se reproduire même durant la mauvaise saison.

Vivant en milieu découvert (son biotope type est la luzernière) il est la proie favorite de la plupart des prédateurs et peut provoquer des nichées supplémentaires chez les rapaces les années de grande abondance. Ceci explique sa grande fréquence dans les séries de faunes. Tel n'est pas le cas à Donzère, ce qui d'emblée traduit l'influence du climat méditerranéen.

Comme pour confirmer cette assertion, on rencontre le Campagnol ibérique (*Microtus cabrae* THOMAS, 1906) dans toutes les couches, jusqu'au Gallo-Romain. Cette espèce est particulièrement intéressante. Par son ancêtre, (*Microtus brecciensis* GIEBEL, 1847) ce campagnol connu au Pléistocène moyen une vaste extension jusque dans le Sud-Ouest où nous l'avons retrouvé dans les niveaux de Coudoulous I (Tour de Faure, Lot). J.C. MARQUET (1989) le signale dans les niveaux du Pléistocène moyen final de l'Abri Vaufrey (Cénac et Saint-Julien, Dordogne). On le rencontre à Pradayrol (fouilles SÉRONIE-VIVIEN à Caniac du Causse, Lot). Sa présence la plus récente dans cette région le situe actuellement dans les niveaux moustériens (Ksup) de la grotte des Fieux à Miers (Lot). Dans le Sud-Est, nous l'avons retrouvé un peu partout depuis le Pléistocène moyen de Saint-Estève-Janson, de l'Arago (JEANNET, 1985), d'Orgnac 3 (JEANNET, 1981), et de Lunel-Viel; dans les couches de Balaruc VII, Hérault (BRUGAL, 1981), dans les niveaux moustériens

de l'abri Moula à Soyons, Ardèche. M.H. MONCEL *et al.* (1993) le signale à Payre 2 (Rompon, Ardèche). Nous l'avons trouvé à Marzal 2 (aven Flahaut, Saint-Remèze, Ardèche) (E. DEBARD, 1997) dans des couches de datation incertaine. Son absence des niveaux moustériens de la grotte Mandrin (Malataverne, Drôme – Fouilles Y. GIRAUD) dénoterait par l'exposition plein nord, une forte aversion pour cette orientation plus ombreuse et plus ventée par le Mistral.

Il est très fréquent dans les niveaux du Paléolithique supérieur (La Salpêtrière à Remoulins, Gard), Font-Juvénal à Conques (Hérault), la grotte du Salpêtre à Pompignan (Gard), etc. (MARQUET, 1989).

Il passe sans encombre dans l'Holocène où il séjourne à l'abri de l'Eglise à Méthamis (Vaucluse, fouilles J.E. BROCHIER), à l'Abri Martin à Gréolières, Alpes-Maritimes (fouilles D. BINDER). Il est encore présent à Fontbrégoua, Var (Fouilles J. COURTIN), dans le remplissage des Baume-Sourde et Baume-Claire à Francillon-sur-Roubion, Drôme (fouilles J.E et J.L. BROCHIER) où il disparaît dans ce site au cours du Chasséen, en même temps que le Loir, ce qui laisse supposer que son milieu favori est forestier. L'étude de l'espèce vivante par les chercheurs espagnols (J. AYARZAGUENA et N. LOPEZ MARTINEZ, 1976) montre un habitat composé de hautes herbes, ombragées d'arbres épars et parsemées de pierrailles.

L'espèce est en outre intéressante en morphométrie où elle offre la possibilité d'une datation relative par le biais de la dissymétrie décroissante des triangles internes et externes du trigonide (CABRERA-MILLET *et al.*, 1982).

Sa disparition totale de nos régions semblerait s'opérer au début ou au cours du Moyen Age. Sa distribution s'est restreinte de nos jours au sud d'une ligne Barcelone-Lisbonne.

Le Campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus* de SÉLYS-LONGCHAMPS, 1839), comme son nom vernaculaire le précise a une distribution essentiellement méditerranéenne tant en France qu'en Espagne. Tout en longeant les Pyrénées, il atteint à peine l'Aquitaine et c'est sans doute pourquoi il est très fréquemment représenté dans la stratigraphie de la Chauve-Souris. Sa présence dans de nombreux sites méridionaux tient également au fait qu'il ne semble pas très exigeant quant à son environnement. Il fréquente les prairies verdoyantes mais reste très abondant en pleine Camargue (Salins-de-Giraud). Son statut méridional ne lui interdit pas l'accès aux vallées préalpines, ce qui nous a valu de le retrouver dans des pelotes de Hulotte, à Valbonnais (Isère). Mais il est sans doute plus commun dans les vergers aux sols meubles de la vallée du Rhône.

Le Campagnol des Alpes (*Microtus multiplex* FATIO, 1905) semble marquer sa désaffection pour le climat méridional et se raréfie de la base au sommet de la stratigraphie. Il préfère les alpages et les rigueurs climatiques des Préalpes. Par sa morphologie à trois triangles clos, il témoigne de sa descendance directe de



la lignée des *Allophaiomys*. Il semble également, par la faible inclinaison de son rhombe et les rencontres faites au gré des gisements, que ce soit la forme accomplie la plus ancienne, ce qui ne signifie pas forcément que les autres représentants du groupe soient ses descendants, pouvant eux-mêmes émaner d'autres rameaux de la cladogénèse d'*Allophaiomys*. Cet héritage génétique présente au moins l'avantage de placer le sous-genre *Terricola* (forme eurasiatique de *Pitymys*) sur une voie indépendante de celle de *Microtus* et d'en faire un genre à part entière plutôt qu'un descendant sub-générique de *Microtus*. La preuve est également avérée que le genre *Microtus*, portant cinq triangles clos pour les formes les plus proches de *Terricola*, n'est jamais revenu à trois triangles comme à ses origines « Pléistocène inférieur ». La fréquence dominante du Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* L., 1758) par rapport à celle du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus* MILLER, 1908) est assez étonnante, ce dernier occupant les régions méridionales que l'autre ignore. Ces deux espèces sont réputées avoir le même biotope, l'une au sud de l'Europe, l'autre dans le nord de l'Europe, en Asie et en montagne. Existait-il près de Donzère un espace climatiquement réfrigéré pour permettre à ce grand campagnol de se maintenir en marge de la zone méditerranéenne? On peut le supposer puisque la Taupe, qui fuit également le climat méditerranéen et recherche les sols frais et profonds, est omniprésente sur l'ensemble de la stratigraphie.

La présence de rongeurs commensaux de l'Homme (le rat et la souris) réitère la question de leur date d'arrivée sur notre sol. On considère que le Rat noir (*Rattus rattus* L., 1758) dit aussi « Rat de peste », est venu du Moyen-Orient lors des Croisades. Mais on le rencontre dans des couches plus anciennes. L. de ROGUIN (1991) l'a reconnu dans des dépôts lacustres du Lac de Neuchâtel (Suisse) datés de l'Age du Bronze.

Dans le puits du sanctuaire à Ménestreau (Nièvre, fouilles M. BONNEAU) en milieu confiné donc, les dépôts de microfaune surabondante et dans un état de conservation exceptionnel et datés du II<sup>e</sup> s. de notre ère n'ont donné aucun reste de cette espèce. Par contre la Souris grise (*Mus musculus*) est présente. Comme à Donzère, certains auteurs la signalent déjà dans le Néolithique. Une découverte isolée dans un seul niveau comme à Donzère (couche 15) incite à la prudence. Par contre, une présence constante dans plusieurs couches successives comme celles du Bronze final à l'Hallstatt à Donzère, nous semble beaucoup plus fiable. Quoi qu'il en soit, ces espèces fouisseuses, commensales, maintiendront toujours un taux d'incertitude. Il faut ajouter qu'en France méridionale, ces espèces peuvent très bien vivre en plein air. Le Grand-Duc ne craint pas de faire du Rat noir sa proie favorite.

Deux formes de souris sont représentées à la grotte de la Chauve-Souris: *Mus musculus* et *Mus spretus* LATASTE, 1883. Certains auteurs pensent que la première est arrivée en France au Néolithique. A Donzère, elle

est effectivement présente dans deux échantillons du Néolithique final. Mais sa présence permanente ne se réalise qu'à partir du Bronze final 1. La Souris à queue courte pour sa part, ne s'avère pas particulièrement commensale puisqu'elle vit surtout en plein air.

Le Mulot gris (*Apodemus sylvaticus* L., 1758), bien que souvent associé au Campagnol des champs, dénote en général une ambiance climatique plus méridionale. Sa distribution le confirme puisqu'il séjourne en Afrique du Nord alors que le Campagnol des champs se limite au nord de l'Espagne. Tous deux atteignent le Cercle polaire mais le domaine du microtiné s'étire vers les régions continentales sibériennes où le Mulot gris est absent. A la grotte de la Chauve-Souris la différence entre ces deux espèces est bien marquée, affichant nettement l'avantage du Mulot qui, par sa permanence et son abondance, atteste des conditions climatiques méridionales constantes.

La présence du Lérot (*Eliomys quercinus* L., 1758) est beaucoup plus constante dans les niveaux profonds datés du Néolithique final. On le retrouve dans les couches du Bronze final par alternance.

Le Loir (*Glis glis* L., 1766) quant à lui confirme son statut de marqueur de l'Holocène. Absent des sites du dernier Glaciaire il surgit brusquement dans les stratigraphies dès que le climat devient clément. Sans être très abondant, il est constamment présent.

Ces deux espèces sont emblématiques d'un environnement forestier et plus précisément des taillis. Leur présence à la grotte de la Chauve-Souris est probablement due à leur comportement d'hibernant durant la mauvaise saison. Leur régime alimentaire est essentiellement frugivore avec quelques entorses en cas de disette ou de faim pressante lorsque leur sommeil hivernal s'interrompt en cas de réchauffement. Ils ne craignent pas de dévorer un congénère encore endormi. Sans être commensaux, la présence de l'Homme ne les gêne pas.

Bien que dignes d'intérêt, les données chorologiques, écologiques, éthologiques et biologiques des autres groupes sont simplement résumées dans le Tableau 3 afin d'éviter un trop long développement et une surcharge du texte pour des informations aisément consultables dans de nombreux guides de naturalistes. Toutefois, on peut regretter qu'aucun de ces guides ne traite l'ensemble des microvertébrés. Quelques particularités nous paraissent cependant assez intéressantes pour mériter plus qu'un simple abrégé.

## 2. Chiroptères

Par leur abondance et leur diversité, les Chauves-souris nous semblent ici d'un grand intérêt. Leur domaine et leur biologie seront décrits succinctement. Ces animaux craignent l'Homme et n'hésitent pas à changer de demeure à son approche, même en période hivernale et parfois sur d'assez longues distances.

Il nous a paru intéressant de saisir l'opportunité de

Tableau 3 : Donzère - Grotte de la Chauve-Souris. Tableau abrégé de la chorologie, de l'écologie, de l'éthologie et de la biologie des espèces. Ces données « en clair » infèrent les valeurs climatiques et écologiques attribuées aux différents taxons. En raison de sa taille, ce tableau a dû être subdivisé. Pour une plus grande précision on aura recours aux divers guides naturalistes cités en référence.

ESPÈCE	DISTRIBUTION		HABITAT	MŒURS	REPRODUCTION
	EUROPE	FRANCE			
<b>CHIROPTÈRES</b>					
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> SCHREBER, 1774 (Grand Fer à cheval)	Du sud de l'Angleterre à la Crète et Malte.	France entière sauf le nord.	Bois près de grottes. Broussailles près de l'eau en régions karstiques. L'hiver en grotte. Température de 7 à 10°, rarement inférieure.	L'été: solitaire. Hiberner de novembre à avril en grotte humides profondes. Longues migrations très rares.	Maturité sexuelle des femelles à 3 ans, 2 ans pour les mâles. Copulation de l'automne au printemps. Naissance à mi-juin un seul petit émancipé à 7-8 semaines. Longévité 30 ans.
<i>Rhinolophus hipposideros</i> BECHSTEIN, 1800 (Petit Fer à cheval)	Du sud de l'Angleterre à la Crète et Malte.	France entière sauf le nord 2000 m (Alpes). Régions karstiques.	Forêts claires, parcs près de grottes.	Hiberner d'octobre à avril isolé ou en groupe. Temp. de 6 à 9° à forte hygrométrie. Migrations d'un gîte à l'autre sur de courtes distances.	Maturité sexuelle à 1 an. Copulation à l'automne. Colonies de mise bas de 10 à 100 individus. Parturition fin juin (1 petit).
<i>Rhinolophus euryale</i> BLASIUS, 1853 (Rhinolophe euryale)	Europe méridionale du sud de la Loire aux Balkans sauf le sud de l'Espagne.	Régions chaudes. Absent des départements du Centre et des Alpes. Limite nord de l'aire de répartition.	Cavernicole en toute saison. En hiver au fond; en été, près de l'entrée.	Hiberner de novembre à avril en groupe lâche. Pas de ségrégation.	Mal connue: un seul petit dont l'envol a lieu à mi-juillet.
<i>Rhinolophus méhelyi</i> MATSCHE, 1901 (Rhinolophe de Roumanie)	Méditerranéenne.	En voie de disparition.	Cavernicole été comme hiver, près de l'eau.	Grégaire avec d'autres espèces. Sédentaire (?)	Colonies de 500 individus; un seul petit; envol fin juillet.
<i>Myotis myotis</i> BORKHAUSEN, 1797 (Grand Murin)	Du Danemark aux Balkans, Crète, Malte.	Partout en France, incertain en Corse. Généralement au-dessous de 600 m mais peut atteindre 1900 m au col de Bretolet dans les Alpes.	Aime la chaleur. Dans les bâtiments au nord; dans les grottes au sud. Bois clairs, parcs friches. Rares isolés dans les arbres creux.	Hiberner d'octobre à mars, à moins de 12°C en ambiance très humide. Migration jusqu'à 200 km entre gîtes d'été et d'hiver.	Gestation 60 à 70 j. Naissances en mai-juin en colonie dense. Ségrégation sexuelle. Grégaire avec d'autres espèces.

ESPÈCE	DISTRIBUTION		HABITAT	MŒURS	REPRODUCTION
	EUROPE	FRANCE			
<i>Myotis blythii</i> TOMES, 1857 (Petit Murin)	Europe méditerranéenne, Hongrie et Balkans.	Côte méditerranéenne, Vallée du Rhône, Pyrénées jusqu'à la Garonne.	Région karstique boisée. Grottes assez chaudes; rarement isolé dans les arbres creux. Hiver en grotte (6 à 12°). S'accroche à découvert.	Longues migrations possibles (600 km en Espagne).	Copulation en automne, peut-être jusqu'au printemps. Colonie de 5000 individus possible.
<i>Myotis capaccinii</i> BONAPARTE, 1837 (Murin de Capaccini)	Europe méditerranéenne de l'est de l'Espagne à la Roumanie.	Côte méditerranéenne. Nord des Pyrénées sauf les Pyrénées atlantiques.	Grottes humides en toutes saisons. Région plantée de buissons et riche en eaux douces.	Hiberné isolément ou en petits groupes dans les fentes de rochers. L'été, peuvent former des essaïms et se mêlent à d'autres espèces.	Parturition précoce. En juillet, les jeunes ont quitté leur mère.
<i>Myotis nattereri</i> KÜHL, 1818 (Murin de Natterer)	Irlande, Écosse, sud de la Scandinavie, au nord de l'Espagne. (Pas le sud ni le Portugal).	Présent en toutes régions y compris la Corse.	Parcs, bois et cultures non loin de l'eau. En été, gîte dans les arbres creux et les bâtiments.	Hiberné seul ou en groupe en petites grottes humides ou froides, ventilées et très éclairées. Chasse sous couvert ou au-dessus de l'eau. Pas de migrations signalées.	Colonies de mise bas excluant les mâles qui restent à proximité.
<i>Myotis bechsteini</i> KÜHL, 1818 (Murin de Bechstein)	Europe moyenne des Pays-Bas au nord de l'Espagne et en Italie. Évite les massifs montagneux. Absent des Balkans.	Rare en France. Épars sous toutes les latitudes. Absent ou localisé en région méditerranéenne.	Près des bois. En été petites colonies dans les arbres creux. En hiver groupes près de l'entrée des cavernes.	Hiberné seul ou en très petits groupes accrochés aux parois. Grégarisme fréquent.	Accouplement en automne Gestation 50/60 j. Selon la température extérieure. Petites colonies de mise bas. Naissances en juin.
<i>Plecotus auritus</i> LINNÉ, 1758 (Oreillard roux)	Du sud de la Finlande (64°N) à Malte et en Grèce.	Toute la France sauf la frange méditerranéenne. Jusqu'à 2000 m dans les Alpes.	Espaces boisés clairs (feuillus ou conifères) près des habitations. En été, dans les arbres creux, greniers et clochers. Hivernage dans les caves, les cavernes, près de l'entrée.	Hiberné d'octobre-novembre à fin mars-début avril en général seul. Température: 2 à 5 °; supporte -3,5° un ou deux jours. Sédentaire. 42 km parcourus entre deux gîtes.	Copulation en automne. Colonies de 10 à 50 femelles en avril-mai. Mise bas mi-juin. Envol fin juin. En quête de gîte à l'automne. Maturité sexuelle des femelles à 2 ans.
<i>Eptesicus serotinus</i> SCHREBER, 1774 (Grande Séroline)	Du sud du Danemark et Angleterre à la Crète.	Couvre la France entière. En plaine pour certains auteurs, montagnarde pour d'autres (1000 m dans les Alpes; 1500 m dans les Pyrénées).	Lisières de bois, près des villages ou de maisons isolées. Rare en grotte. L'été dans les arbres creux en petits groupes en milieu sec. En hiver, dans les combles sous les toitures.	Hiberné d'octobre à mars surtout isolément. Mise bas en groupes de 10 ou 20 femelles. Cohabitation possible avec le grand Murin.	Accouplement à l'automne. Naissances en juin. Les gîtes sont ensuite de plus en plus difficiles d'accès.



ESPÈCE	DISTRIBUTION		HABITAT	MŒURS	REPRODUCTION
	EUROPE	FRANCE			
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> SCHREIBER, 1774 (Pipistrelle commune)	Toute l'Europe sauf le nord de la Scandinavie et la pointe sud-ouest de la péninsule Ibérique.	Occupe la France entière.	Près des habitations et en pleine campagne; près de l'eau, des bosquets, vergers et parcs. En été dans les greniers, derrière les volets, les tentures, les écorces dans les arbres creux. En hiver: même biotope.	Sédentaire. Hiberne d'octobre à mars en petits groupes à une température de 4°, dans les fissures, les carrières, les cavernes qu'elle déserte en été. Très grégaire.	Accouplement à l'automne. Naissances en juin-juillet. Colonies de mise bas excluant les mâles.
<i>Miniopterus schreibersii</i> KÜHL, 1819 (Minoptère de Schreiber)	Europe méridionale au sud de la Loire, jusqu'à Malte et la Crète.	Sous toutes latitudes au sud de la Loire même, en Corse. Atteint 2000 m dans les Alpes.	Cavernicole. Gravite dans un rayon de 100 km. En été vastes édifices peu fréquentés. En hiver, en grottes.	Chasse en terrain découvert et dans les forêts de régions accidentées. Regroupement de milliers d'individus lors de l'hibernation et la parturition. Migrations sur de longues distances lors des changements saisonniers de gîtes.	La fécondation suit l'accouplement. Implantation différée. Naissances en juin. Regroupement des jeunes à l'écart des adultes. Pas de ségrégation sexuelle lors de la mise bas.
<b>INSECTIVORES</b>					
<i>Crocidura russula</i> HERMANN, 1780 (Muscaraïne musette)	Des Pays-Bas à Malte et la Crète. Absent d'Europe de l'Est. Bien plus abondante dans le Midi que dans le Nord. Ne dépasse pas 1500 m en montagne.	Couvre la France entière y compris la Corse. Bien plus abondante dans le Midi que dans le Nord. Ne dépasse pas 1500 m en altitude.	Terrains secs assez découverts en lisière des bois, haies et buissons, prairies sèches, près des murs de pierre sèche des cultures en terrasses. Pénètrent souvent dans les habitations.	Active toute l'année, la nuit plus que le jour. Nid d'herbes sèches dans les branchages, le terreau ou sous un amas de feuilles.	Reproduction d'avril à novembre. Espérance de vie de 18 à 24 mois.
<i>Crocidura suaveolens</i> PALLAS, 1811 (Muscaraïne des jardins)	Europe méridionale. Nord-ouest de l'Espagne; Sicile; Îles anglo-normandes.	Constante au sud de la Loire sauf dans les zones montagneuses et la Corse. Présente en Sardaigne.	Bois clairs, forêts de conifères. Terrains couverts. Vignes, oliveraies et murs de soutien en pierre sèche.	Aussi diurne que nocturne. Niche dans les fissures des murets.	Reproduction au printemps.
<i>Suncus etruscus</i> SAVI, 1822 (Pachyure étrusque)	Strictement méridionale.	Atteint la Charente Maritime, occupe le Quercy, la côte méditerranéenne, la moyenne vallée du Rhône. Couvre le domaine du chêne-liège.	Biotores identiques à ceux des Crocidures. Terrains chauds, herbeux, rocaillés, broussaillés, oliveraies et vignes abandonnées, nid d'herbe sèche dans les murets entre les racines ou dans les tas de pierres.	Pas de rythme circadien défini. N'hiberne pas.	2 à 6 portées annuelles de 2 à 5 petits, de mars à septembre. Gestation de 28j. Sevrage à 3 semaines.



ESPÈCE	DISTRIBUTION		HABITAT	MŒURS	REPRODUCTION
	EUROPE	FRANCE			
<i>Talpa europaea</i> LINNÉ, 1758 (Taupe commune)	Vaste répartition européenne: de Grande-Bretagne et sud Scandinavie à la Sicile. Ignore le sud et l'ouest de la péninsule Ibérique, la côte adriatique de l'Italie, les Alpes Dinariques, l'Albanie et la Grèce.	Occupe la France entière, mais reste très rare sur la côte méditerranéenne. Absente de Corse. Atteint 2000 m dans les Alpes.	A part le sable pur, tous les sols lui conviennent. Terre meuble, fraîche, couverte de végétation du bord de mer aux prairies de montagne. Forêts de feuillus. Plus rare dans les régions humides.	Vie souterraine aussi diurne que nocturne. N'hiberne pas. Nid d'herbe sèche sous la plus grande des taupinières.	Accouplement en février-mars. Gestation de 4 semaines. Naissances en juillet de 3 à 5 petits, une autre portée en automne. Maturité sexuelle à 1 an.
<b>AMPHIBIENS</b>					
<i>Pelodytes punctatus</i> DAUDIN, 1802 (Pelodyte ponctué)	Toute la péninsule Ibérique, la France, l'ouest de la Belgique et le nord-ouest de l'Italie.	Absent de l'est et des massifs montagneux. La frange méditerranéenne et les rives de grands fleuves accueillent la majorité de la population.	Sols très humides ou cultivés près des ruisseaux, les buissons, la végétation au pied des murs. Peut pénétrer dans les habitations. Creuse de petits terriers.	Nocturne et terrestre. Aussi bon nageur que grimpeur. Diurne lors de fortes pluies. Le jour, il reste dans les galeries, les vieux murs non loin de l'eau.	Dans les eaux riches en végétation aquatique favorisée par un léger courant. S'étale de fin février à avril. Seconde ponte possible en été après une phase d'estivation. Écllosion après 8/10 jours. Métamorphose après 2 mois. Ensuite, les jeunes se réfugient sur le sol, sous les pierres.
<i>Rana dalmatina</i> BONAPARTE, 1840 (Grenouille agile)	Europe moyenne, jusqu'à la Mer Noire et du nord de la France à la Sicile (sud seul). Pas en Crète.	Rare ou absente du sud-est, en particulier des départements alpins et de Corse ainsi que le long de la frange nord des Pyrénées. Absente de l'extrême nord du pays.	Forêts de feuillus et dépressions humides avoisinantes.	Surtout terrestre. (Aquatique seulement pour la ponte). Autant diurne que nocturne. Les femelles passent l'hiver sous les amas de feuilles ou dans les terriers de rongeurs; les mâles dans la vase des étangs. L'hivernage s'achève en mars, voire en février.	Ponte fixée aux herbes en eaux peu profondes. Mares, ornières, prairies inondées. Métamorphose après 2 mois. Les jeunes quittent alors le milieu aquatique.
<i>Hyla arborea</i> LINNÉ, 1758 (Rainette verte)	Du sud de la Scandinavie à la Crète. Manque le long de la côte méditerranéenne en France comme en Espagne.	Manque sur la côte provençale et la bordure nord des Pyrénées. Absente actuellement de la Drôme.	Terrains ensoleillés, riches en arbres, buissons, roselières, hautes herbes, près de nappes d'eau.	Arboricole. Seuls les jeunes restent dans les hautes herbes. Nocturnes et terrestres, sauf lors de la reproduction où elle reste dans l'eau durant la nuit et aux abords pendant le jour. Hivernage de fin septembre à début avril, dans un sol humide, une fissure de rocher, une galerie de rongeur ou dans la vase d'un étang.	Accouplement en avril-mai. Métamorphose durant 3 mois. Les jeunes quittent ensuite l'eau pour se dissimuler dans les hautes herbes.

ESPÈCE	DISTRIBUTION		HABITAT	MŒURS	REPRODUCTION
	EUROPE	FRANCE			
<i>Salamandra salamandra</i> LINNÉ, 1758 (Salamandre tachetée)	Ouest, centre et sud de l'Europe.	Partout en plaine jusqu'à 1250 m. N'est commune qu'au-dessous de 800 m.	Bois de feuillus et de conifères dans les collines, dans les zones humides. Se cache dans les cavités naturelles, sous les pierres, les souches ou les terriers de rongeurs.	Terrestre. Pseudo-hibernation. Ses sécrétions cutanées font qu'elle a peu de prédateurs assidus.	Ovovivipare, parfois vivipare en montagne. L'accouplement et la mise bas peuvent avoir lieu toute l'année. Larves déposées en eau fraîche bien oxygénée, rarement stagnante. Après une métamorphose durant 6 mois, les petits quittent le milieu aquatique.
<b>REPTILES</b>					
<i>Lacerta lepida</i> DAUDIN, 1802 (Lézard ocellé)	N'occupe que la péninsule Ibérique, le sud de la France et la Ligurie. Atteint 2100 m dans le sud de l'Espagne.	Fréquent en région méditerranéenne. Atteint la côte atlantique jusqu'en Vendée. Occupe tout le sud-ouest sauf le Gers, les Pyrénées centrales et occidentales. Absent de Corse. Jusqu'à 1000 m.	Terrains ensoleillés, secs, arables ou incultes, les lieux broussailleux, les bois touffus, et parfois les terrains rocailleux ou sablonneux plus dégagés. Peut creuser des terriers.	Vit au sol mais est bon grimpeur sur les arbres ou les rochers. Hiberne d'octobre à avril dans un trou ou sous une racine.	Maturité sexuelle à 3 ans. Accouplement en mai. Une seule ponte de mai à juillet: 5 à 24 œufs déposés dans un trou de 7 à 9 cm de profondeur. Incubation : 3 mois.
<i>Lacerta viridis</i> LAURENTI, 1778 (Lézard vert)	De la Normandie à l'Ukraine, la Sicile et la Grèce. Absent de Corse et de Sardaigne mais présent sur Elbe.	Absent du nord, du nord-est et des côtes de la Manche.	Terrains secs, ou un peu humides, bien exposés, broussailleux, les sous-bois clairs, les haies, lisières de bosquets et ronciers. Dans le sud se cantonne dans les zones humides ou les hautes terres (1800 m). Dans le nord, parfois dans les bruyères.	Grimpe et nage bien. Diurne; s'expose au soleil surtout en fin de journée. Hiberne de novembre à mars dans un trou de rongeur, sous une racine ou un amas de feuilles.	Accouplement d'avril à juin. Ponte à partir de mai dans une anfractuosité, sous une pierre ou dans un trou creusé par la femelle. Incubation de 2 à 3 mois selon la température. Sous climat chaud, une seconde ponte peut avoir lieu en juin-juillet. Maturité sexuelle atteinte à 2 ans pour les mâles.
<i>Elaphe longissima</i> LAURENTI, 1768 (Couleuvre d'Esculape)	Du sud de la Bretagne à la Moldavie. Atteint la Grèce et la Sicile. En Espagne, n'est présente qu'en Catalogne et isolément dans les Cantabres.	Au sud d'une ligne Rennes-Mulhouse. Plus rare au-dessus de 800 m mais peut atteindre 1800 m dans quelques points méridionaux.	Terrains ensoleillés broussailleux, clairières, lisières et berges de rivières. Souvent dans les ruines, sous les toits et dans les meules de foin. Aime le soleil mais pas les trop fortes chaleurs.	Diurne et crépusculaire; Grimpe et nage bien. Hiberne d'octobre-novembre à mars-avril dans une anfractuosité de rocher, parfois en groupe.	L'accouplement a lieu en mai. Œufs pondus sous un amas de feuilles en décomposition. Incubation de deux mois.

l'abondance et de la diversité des espèces pour donner en annexe les dimensions ayant participé aux déterminations. Nous remercions ici très vivement H. MENU qui a bien voulu prendre sur son temps pour corriger ou confirmer certaines attributions et traiter les cas particuliers. Les techniques de mesures et observations ont d'ailleurs fait appel à ses méthodes (MENU & POPELARD, 1987) ainsi qu'à celles de P. SÉVILLA GARCIA (1988) pour les dents isolées et H. FELTEN *et al.* (1973) pour la morphologie des humérus.

### 3. Insectivores

Remarque: La grande abondance des ossements de taupes dans certains gisements (Orgnac 3, La Fage) reste à ce jour inexplicée car aucun rapace ne la consomme régulièrement. Il m'est arrivé de trouver des cadavres près d'aires d'effraies, mais jamais parmi les centaines de pelotes que j'ai pu défaire. J'ai pu observer une seule fois un renard déchiqueter une taupe en pleine nature sans toutefois retrouver le moindre ossement de cet insectivore sur les talus d'entrées des terriers. Avec le temps, j'ai pu constater que cette abondance des ossements de taupe est étroitement liée à la présence d'ossements de petits Mustélicés et qu'il en est de même avec les restes de grand campagnol (*Arvicola*), comme à la grotte des Fieux (Lot) ou de La Chênélaz (Ain). Le phénomène est simple à expliquer: la Belette grâce à sa minceur, se coule dans les terriers pour y déloger ses proies et les stocke près de son aire. L'amoncellement s'explique par le fait que la Belette chasse en permanence et qu'elle ne peut consommer tout le produit de ses chasses. La plupart des mustélicés procèdent ainsi, mais seule la Belette par sa gracilité peut se mouvoir avec aisance dans les terriers de petits mammifères. Un certain doute peut survenir en cas de faible abondance, par le fait que la Chouette effraie consomme parfois la Belette.

### 4. Amphibiens et reptiles

Ce groupe est intéressant dans le cadre de la définition de l'environnement par la limite de ses capacités de reproduction, confiant le plus souvent ses œufs aux aléas climatiques et nécessitant une température d'au moins 25°C pour que s'accomplisse l'incubation. Malgré quelques capacités biologiques autorisant le retard de la ponte ou le passage d'ovipare à ovovivipare, les conditions thermiques optimales ne sont pas toujours faciles à rassembler. De ce fait, la présence d'éléments de ce groupe dans les sédiments induit d'emblée des conditions climatiques pour le moins tempérées.

A Donzère les représentants erpétologiques sont constamment présents bien que souvent difficilement déterminables. Compte tenu de la difficulté d'accès au site, l'assiduité dans la fréquentation est étonnante.

Pour un site d'hibernation de batraciens autant que pour l'accès à l'eau pour leur reproduction, le lieu n'est pas idéal. Concernant la prédation, on peut se fier au Blaireau et au Putois, mais nous n'en avons pas de trace. Quant aux serpents, seul un lieu d'hibernation nous semble plausible. Pour ceux qui fréquentent les éboulis par temps chaud, l'entrée de la caverne n'est pas très éloignée pour en faire un gîte hivernal. L'abondance de ce groupe à Donzère confirme en tout point l'ambiance méridionale du climat.

Ces informations climatiques et écologiques sont traduites en valeurs dans le Tableau 2 et sont utilisées dans l'élaboration des graphiques.

## IV. MÉTHODE

Actuellement, la méthode appliquée ici est inédite en ce qui concerne les microvertébrés et soumise à la lecture pour une éventuelle publication. (JEANNET, sous presse dans «Préhistoires méditerranéennes», Université d'Aix-en-Provence). Ce n'est que très récemment que nous avons appris l'existence d'un procédé identique mis au point par P. PONEL *et al.* (1992) dans le traitement des insectes fossiles provenant des tourbières de la Grande Pile (Vosges) et dont les auteurs nous ont aimablement communiqué le texte. Sa découverte trop tardive ne nous a pas permis de nous en inspirer.

Le procédé retenu est relativement simple. Il consiste à calquer le domaine climatique d'une espèce sur son domaine géographique. Ce dernier peut être retrouvé dans les ouvrages de vulgarisation ou spécialisés tels que les guides du naturaliste traitant de chaque groupe (G.S. MILLER, 1912; VINOGRADOV & ARGIROPOULO, 1941-1968; S.I. OGNEV, 1951-1960; VAN DEN BRINK [P. BARRUEL], 1971; SAINT-GIRONS, 1973; GROMOV & POLJAKOV, 1977; G.B. CORBET, 1978; FAYARD [dir], 1984; MACDONALD & BARRETT [CUISIN], 1995. Les conditions climatiques peuvent être reconstituées à l'aide des ouvrages de climatologie, (LANSBERG, dir. 1947-1960; BESSEMOULIN, 1969; ARLÉRY, 1979; KESSLER & CHAMBRAUD, 1986; DARDE, 1994. Quant aux techniques d'adaptation, elles découlent des ouvrages de BESSEMOULIN & CLAUSSE, 1957; ARLÉRY, GRISOLLET & GUILMET, 1973; ESTIENNE & GODARD, 1998.

### Données climatiques : (Fig. 3 à 6)

Pour chaque espèce nous avons recensé les stations météorologiques situées à la périphérie du domaine géographique et enregistré les données trentenaires fournies par chacune des stations. L'ensemble constitue un corpus de 465 stations eurasiatiques et nord-africaines pour 146 espèces de microvertébrés couvrant ce même espace géographique.

A titre d'exemple les données climatiques de Moscou relevées durant 30 années consécutives sont présentées dans le Tableau 4 (LANSBERG, dir., 1947-1960).

Tableau 4: Exemple de données climatiques trentenaires enregistrées par une station météorologique. ici : Moscou. A l'usage, certaines sont abandonnées et d'autres aménagées pour être utilisables dans les diagrammes.

Mois	Pression atmosphérique (mbar)		Vent			Radiation globale kcal/cm <sup>2</sup>	Températures					Écart été/hiver °C	Gel n.J/An	
			dominant Sens	Vitesse			Moy /An °C	Écart °C/j	max °C	min °C	Extrêmes			
	niv. Ø	station		moy. m/s	n.J >15m/s						>0			<0
Janv	1019.2	997.9	W	5.0	1.7	1.4	-10.3	7.8	4.0	-42.0				
Févr	1019.0	997.7	SE	4.9	1.3	2.9	-9.7	12.0	6.0	-40.0				
Mars	1017.1	996.2	W	5.2	1.8	7.3	-5.0	11.0	15.0	-32.0				
Avrl	1016.4	996.2	SE	4.7	1.3	8.8	3.7	10.1	28.0	-19.0				
Mai	1015.8	996.3	N	4.5	1.5	13.0	11.7	13.3	32.0	-7.0				
Juin	1011.5	992.3	NW	3.9	1.4	15.6	15.4	13.3	35.0	-2.0				
Juil	1010.5	991.5	NW	3.5	1.1	15.3	17.8	11.8	37.0	4.0				
Août	1011.8	992.7	NW	3.5	0.7	11.8	15.8	13.0	37.0	1.0				
Sept	1015.8	996.2	W	4.3	0.9	6.7	10.4	13.1	32.0	-5.0				
Oct.	1018.0	997.9	W	4.7	1.3	3.0	4.1	11.8	24.0	-20.0				
Nov.	1018.6	997.9	SW	4.9	1.5	1.6	-2.3	7.3	13.0	-33.0				
Déc.	1019.2	997.9	S	4.7	1.6	1.0	-8.0	7.0	8.0	-39.0				
Année	1016.0	995.9		4.5	16.1	88.4	3.6	11.0	22.6	-19.5	37.0	-42.0	28.1	224

**MOSCOU**  
 Lat :55°45  
 Long :37°34E  
 Alt : 156m

Mois	Neige		Précipitations (mm)					Orage n.J/An	Humidité		Nébulosité			Brume n.J/An	Soleil n.H/An	Évaporation		
	Couverture		Moy mm	Max mm	Min mm	max /24H mm	>0.1 n.J		Pression Vap.Eau mm	Hum.Rel. %	Couv <sup>t</sup> 8-10/10 n.J/An	7 H 1/10	13 H 1/10			19 H 1/10	Actu mm	Potent. mm
	Durée n.J/An	Ép.Max 10 J.																
Janv	31		31.0	67	8	20	17.0		2.2	85	19.5	8.4	8.5	7.8	3.0	30	5.0	
Févr	28		28.0	75	7	21	15.0		2.1	82	16.7	8.6	8.0	7.5	3.0	58	5.0	
Mars	31		33.0	98	6	21	14.0	0.04	2.8	77	14.3	7.6	7.5	6.8	3.0	113	10.0	
Avrl	6		35.0	100	3	25	13.0	0.5	4.7	71	11.5	6.8	7.4	6.8	2.0	161	30.0	
Mai			52.0	103	2	33	12.0	4.0	6.8	64	10.0	6.2	7.2	6.5	0.7	242	70.0	
Juin			67.0	174	5	51	15.0	6.0	9.4	66	8.0	5.5	7.3	6.1	0.6	256	70.0	
Juil			74.0	169	25	79	16.0	8.0	11.2	69	7.5	5.9	7.3	6.4	1.0	258	70.0	
Août			74.0	164	1	63	16.0	4.0	10.2	74	8.8	6.4	7.4	6.5	3.0	218	40.0	
Sept			58.0	131	7	52	17.0	1.0	7.7	79	11.7	7.4	7.6	6.4	3.0	136	20.0	
Oct.			51.0	143	6	42	16.0	0.1	5.3	82	18.3	8.6	8.4	7.4	4.0	73	10.0	
Nov.	4		36.0	114	11	22	17.0		3.7	85	20.9	8.5	8.6	8.2	4.0	32	5.0	
Déc.	31		36.0	82	7	26	19.0		2.5	86	23.4	8.7	8.9	8.5	3.0	20	5.0	
Année	131.0	52	575.0	1420	88.0	79	187.0	23.6	5.7	77	170.6	7.4	7.8	7.1	30.3	1597	300.0	600

Chaque espèce se trouve ainsi caractérisée climatiquement par la moyenne des données des stations sélectionnées portant sur une douzaine de paramètres. Dans chaque niveau sont rassemblées les valeurs des espèces rencontrées (exemple: Tableau 5 concernant le Campagnol roussâtre). La couche se trouve ainsi elle-même définie climatiquement par les espèces et leur potentiel climatique. En juxtaposant les résultats obtenus pour chaque couche, il est possible de visualiser les variations climatiques pour l'ensemble de la stratigraphie.

#### **Données écologiques :** (Fig. 4, 5, 7 et 8)

Pour la description de l'écosystème, nous avons ajouté des données plus subjectives évaluant les éléments du biotope de chaque taxon à partir des informations recueillies dans la littérature. Ils sont présentés sous deux formes: l'une globale indique le pourcentage d'espèces d'affinités «sylviphiles» (Fig. 5, courbe P) et la proportion de taxons préférant le milieu humide (Fig. 4, courbe Q). L'autre, plus détaillée concerne également le milieu végétal et l'hygrométrie du sol. Les explications de ce choix interviendront ci-dessous.

Le Tableau 6 rassemble toutes les valeurs climatiques et écologiques des niveaux, calculées à partir du potentiel de chaque espèce et pour chaque paramètre sélectionné. En tête de colonnes figurent les repères (A, B, C, etc.) afférant aux différentes courbes et histogrammes qu'elles permettent de tracer. L'altitude pour chaque niveau est une moyenne des altitudes des stations concernées et n'a donc qu'une valeur virtuelle.

Pour les Figures 3 à 6, les valeurs sont héritées des données trentennaires des stations météorologiques concernant chaque espèce dans l'Unité Stratigraphique (cf §IV). Les données «Météo» sont les relevés actuels de la station de Montélimar (la plus proche de Donzère) relevées durant 30 années consécutives et permettent des comparaisons avec les données «fossiles». Les données écologiques font défaut. Globalement, on constate que les différences «actuel/fossile» n'ont rien d'aberrant. Les températures extrêmes sont affichées sans être utilisées en raison de leur caractère ponctuel. Les deux dernières colonnes «sylv.» et «hygro.» donnent une idée globale du paysage en indiquant le pourcentage d'espèces recherchant la végétation ligneuse (P: broussailles, taillis, futaie) ou les milieux aquifères (Q: marais étangs, eaux vives).

Techniquement, et pour la lisibilité, il n'est pas souhaitable de rassembler les courbes de tous les paramètres sur le même graphique. Elles sont réparties sur plusieurs diagrammes selon les affinités: «Températures», «Précipitations», «Ambiance», «Humidité de l'air» dite «Humidité relative», «Couvert végétal» et «Hygrométrie du sol».

#### **Températures :** (Fig. 3)

Les valeurs retenues pour le tracé des courbes se limitent à la température moyenne annuelle (A), la température du mois le plus chaud (B), celle du mois le plus froid

(C). L'écart de température entre l'été et l'hiver (D) a été calculé et ajouté. Un écart supérieur à 25°C est significatif d'un climat continental. De 15 à 25°C, le climat s'avère tempéré. De 8 à 15°C le caractère méditerranéen tend à s'affirmer. Ces estimations varient évidemment avec le relief et l'exposition du site.

A la grotte de la Chauve-Souris, sur l'ensemble du tracé de la courbe des moyennes annuelles, on ne constate pas de fortes variations. Les valeurs s'étagent de 12,1 à 14,2°C. Cette relative stabilité peut paraître normale pour la période holocène. La température la plus basse concerne la couche 4 non datée mais plus récente que le Moyen Age et pourrait éventuellement représenter le Petit-Age glaciaire (entre 1350 et 1850 AD).

Pour comparer plus commodément les résultats et le profil des courbes à d'autres processus, seule la courbe des températures moyennes annuelles a été utilisée. Il est ainsi possible d'observer le rapprochement plus ou moins étroit avec les variations du taux de  $\Delta^{14}\text{C}$  résiduel de l'atmosphère dont les variations modifient la quantité de  $\text{CO}_2$  atteignant notre planète et influencent les températures et le climat (STUIVER & BRAZIUNAS, 1993). La végétation subit les aléas de ces changements et par voie de conséquence, le cortège faunique également, qu'il soit végétarien, insectivore ou poïkilotherme. L'analyse de ce processus et ses conséquences sont traitées ci-dessous (§ VI. «comparaisons et implications paléoclimatiques»).

Si l'on en croit l'histogramme D (écart été/hiver) des températures, l'ambiance climatique s'avérerait plus tempérée fraîche que méditerranéenne. Ces données sont assez proches des actuelles de Montélimar (sur 30 années: moyenne annuelle: 12,8°C; écart été/hiver: 18,7°C).

#### **Précipitations :** (Fig.4)

Les données retenues affichent la quantité annuelle des précipitations (G, en cm par an) et leur fréquence (H, en nombre de jours par an). Au nombre de jours de chute de neige, nous avons préféré la durée de l'enneigement (I) sans toutefois tenir compte de son épaisseur. Ce paramètre revêt une grande importance pour les micromammifères. D'une part, la neige fraîche réfracte 80% du rayonnement solaire (phénomène de l'albédo), protège le sol contre un refroidissement trop rapide et limite la pénétration du gel que ces petits animaux ne supporteraient pas. D'autre part, les petits rongeurs peuvent continuer à circuler sous la neige à l'abri des prédateurs, à se nourrir, voire à se reproduire. Le pourcentage d'espèces hygrophiles (Q) donne une idée générale de l'humidité du sol sans préciser sa forme qui sera détaillée dans le diagramme de l'hygrométrie du sol (Fig. 8). La fréquence des orages n'a pas été retenue. Elle n'a pas d'influence évidente sur la vie animale. Leur irrégularité ponctuelle ne modifie pas significativement leur fréquence globale d'un niveau à l'autre. Ces intempéries surviennent essentiellement en période estivale. Leur intérêt s'amenuise encore lorsque

Tableau 5: *Clethrionomys glareolus* (Campagnol roussâtre). Exemple de données climatiques affectant le domaine géographique de l'espèce. La moyenne des données trentennaires des stations météorologiques concernées permet de définir le potentiel climatique de l'espèce. Le même processus est appliqué à chacune des espèces du niveau traité. La seconde partie du tableau est une estimation (en %) de l'importance relative de divers éléments d'un biotope (végétation et hygrométrie du sol) pour l'espèce, en vue de sa reproduction, son alimentation ou sa protection.

Symbole diagramme >> Localité	Lat. N	Long. E/W	Alt. m	T e m p é r a t u r e s						Gel n.J/An	Precip. cm/An	Neige n.J/An	Pluie >0.1mm n.J/An	Orage n.J/An	Humid.		Brume n.J/An	Nébul. %	Soteil n.J/An	
				Moyennes		Extremes		Ecart été/hiv.	K						L	M				R
				%/An.	Maxi	mini	Maxi													
Aberdeen	57°12	2°12W	58	7.9	11.2	4.5			6.7	79	84	15	140		87		69.3	113		
Brest	48°27	4°25W	98	10.8	13.9	7.8	35.2	-14.0	6.1	27	113	9	201	15	86	82	84.0	144		
Corogne (La)	43°22	8°25W	67	13.9	28.3	3.3	33.6	-3.0	25.0	3	97	1	162	12	87	47	48.6	170		
Dublin	53°22	6°21W	48	9.4	13.5	5.4			8.1		77	12	142		83	13	67.6	119		
Alma Ata	43°14	76°56E	848	7.3	29.5	-20.3	42.0	-48.0	49.8	184	58	111	103	26	60	43	28.0	199		
Arkhangelsk	64°30	40°30E	4	-0.6	19.2	-20.9	34.0	-45.0	40.1	246	54	175	213	11	81	38	54.0	131		
Irkatsk	52°16	104°09E	468	-1.2	22.0	-26.1	36.0	-50.0	48.1	271	46	162	136	17	73	10	36.0	171		
Karaganda	49°48	73°08E	537	-7.2	25.2	-26.7	40.0	-49.0	51.9	214	27	151	123	21	68	42	47.7	192		
Novossibirsk	55°03	82°54E	162	-0.2	22.9	-26.8	38.0	-50.0	49.7	245	43	168	188	29	75	27	41.6	170		
Surgut	61°15	73°30E	40	-3.3	19.1	-30.8	34.0	-55.0	49.9	263	49	205	213	14	76		51.6	136		
Kajaani	64°17	27°41E	134	1.9	18.3	-20.8	31.6	-40.1	39.1	225	56	147	193	10	75	43	69.0	114		
Koustanay	53°13	63°37E	171	1.6	24.4	-23.9	42.0	-51.0	48.3	248	27	25	66	21	71	35	40.2	178		
Lvov	49°49	23°57E	325	7.7	26.3	-14.1	37.0	-33.0	40.4	207	66	84	172	26	80		40.3	149		
Serov	59°36	60°32E	132	0.0	21.6	-25.7	36.0	-51.0	47.3	272	45	170	160	23	72	15	37.0	231		
Sverdlovsk	56°44	61°44E	282	1.0	22.8	-22.7	38.0	-43.0	45.5	255	46	166	161	26	72	38	42.0	148		
Thessalonique	40°39	23°07E	2	16.1						0	45	4	70	28	66		16.0	250		
Tourgai	48°38	63°30E	123	4.2	27.1	-20.0	43.0	-44.0	47.1	207	18	123	78	15	64	26	37.2	208		
Varna	43°12	27°55E	3	12.1	30.0	1.7	39.4	-23.5	28.3	0	47	18	94	14	67	33	20.4	183		
	55°14	4°16W	68	9.6	10.6	6.8	28.0	-9.0	3.8	65	70	20	174	12	85	20	68.1	117		
	19	19	19	18	18	18	16	16	18	18	19	19	12	17	19	15	19	19		
	n																			
	moy	47°21E	188	4.8	21.4	-13.9	36.7	-38.0	35.3	167	56	93	138	19	75	34	47.3	164		
	Maxi	104°09	848	16.1	30.0	7.8	43.0	-3.0	51.9	272	113	205	201	29	87	82	84.0	250		
	mini	8°25W	2	-7.2	10.6	-30.8	28.0	-55.0	3.8	0	18	1	66	10	60	10	16.0	113		
	θ		220	6.3	6.1	14.2	4.1	16.6	17.6	104.9	23.9	74.6	47.2	6.5	8.2	17.7	17.9	39.9		

Biotope	C o u v e r t v é g é t a l										Humidité du sol du domaine					Milieu préféré		
	Nu	Prairie	Brouss.	Taillis	Futaie	Sec	Frais	Étang	Eau Vive	Boisé	Humide	Maréc.	AC	AD	AE	P	Q	
		T	U	V	W	AA	AB	AD	AE									P
Symb. diag.	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
Présence	0.0	0.0	20.0	50.0	30.0	30.0	60.0	0.0	0.0	0.0	100.0	10.0	0.0	0.0	0.0	100.0	40.0	





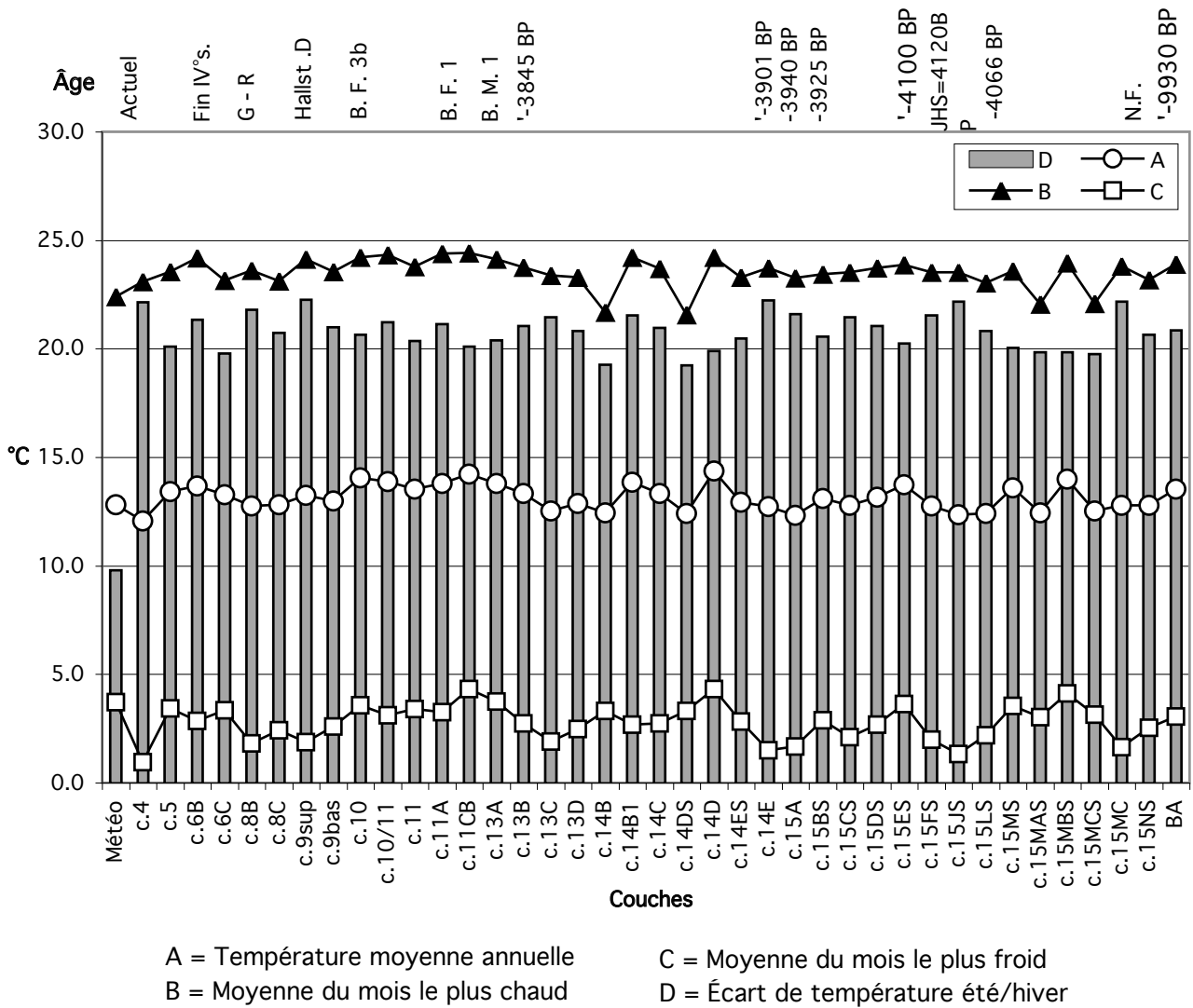


Fig. 3: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Environnement – Températures. Les valeurs sont héritées des données trentenaires des stations météorologiques concernant chaque espèce reconnue dans l'Unité Stratigraphique (Explication dans le texte § Méthode). Les données comparatives locales actuelles (Météo) sont celles de la station de Montélimar. Seule la température moyenne annuelle est reprise pour être comparée aux variations du taux de <sup>14</sup>C résiduel atmosphérique (Fig.7).

l'on sait que les climatologues enregistrent sous ce vocable, « les jours où le tonnerre peut être entendu », ce qui nous éloigne bien des trombes d'eau que l'on imagine en général sous cette appellation.

A la grotte de la Chauve-Souris, les précipitations sont sensiblement équivalentes à la moyenne actuelle (60 cm/an) mais nettement inférieures à celles de Montélimar actuellement, pour une fréquence presque identique de 3 à 4 mois par an, ce qui laisse penser qu'à l'Holocène les pluies étaient moins violentes qu'à notre époque. Les orages étaient aussi moins nombreux autrefois qu'aujourd'hui (20 jours par an pour 32 maintenant). Ces valeurs sont symptomatiques d'un réchauffement général puisque ce phénomène survient en période de forte chaleur.

La durée de l'enneigement s'est considérablement réduite de nos jours, passant d'une moyenne globale de 34 jours

par an durant l'Holocène à 7 jours seulement aujourd'hui. Une nouvelle fois, la couche 4 se place parmi les valeurs maximales (au niveau de 15JS).

Le pourcentage d'espèces hygrophiles ne peut se comparer à l'actuel en raison de l'insuffisance des données. La courbe Q censée les matérialiser est très irrégulière et totalement indépendante de ses voisines. En dépit de valeurs bien différentes, et quelques rares divergences, c'est avec la courbe des espaces marécageux (AC) qu'elle entretient les meilleures relations et varie le plus régulièrement dans le même sens. Toutefois, c'est encore avec l'histogramme des terrains secs que la corrélation est la plus étroite, mais en sens inverse; c'est-à-dire que lorsque le pourcentage de terrains secs augmente, le pourcentage d'espèces hygrophiles diminue. Ce constat atteste que ce sont les espèces terrestres et non les aquatiques qui subissent les effets de l'aridité.

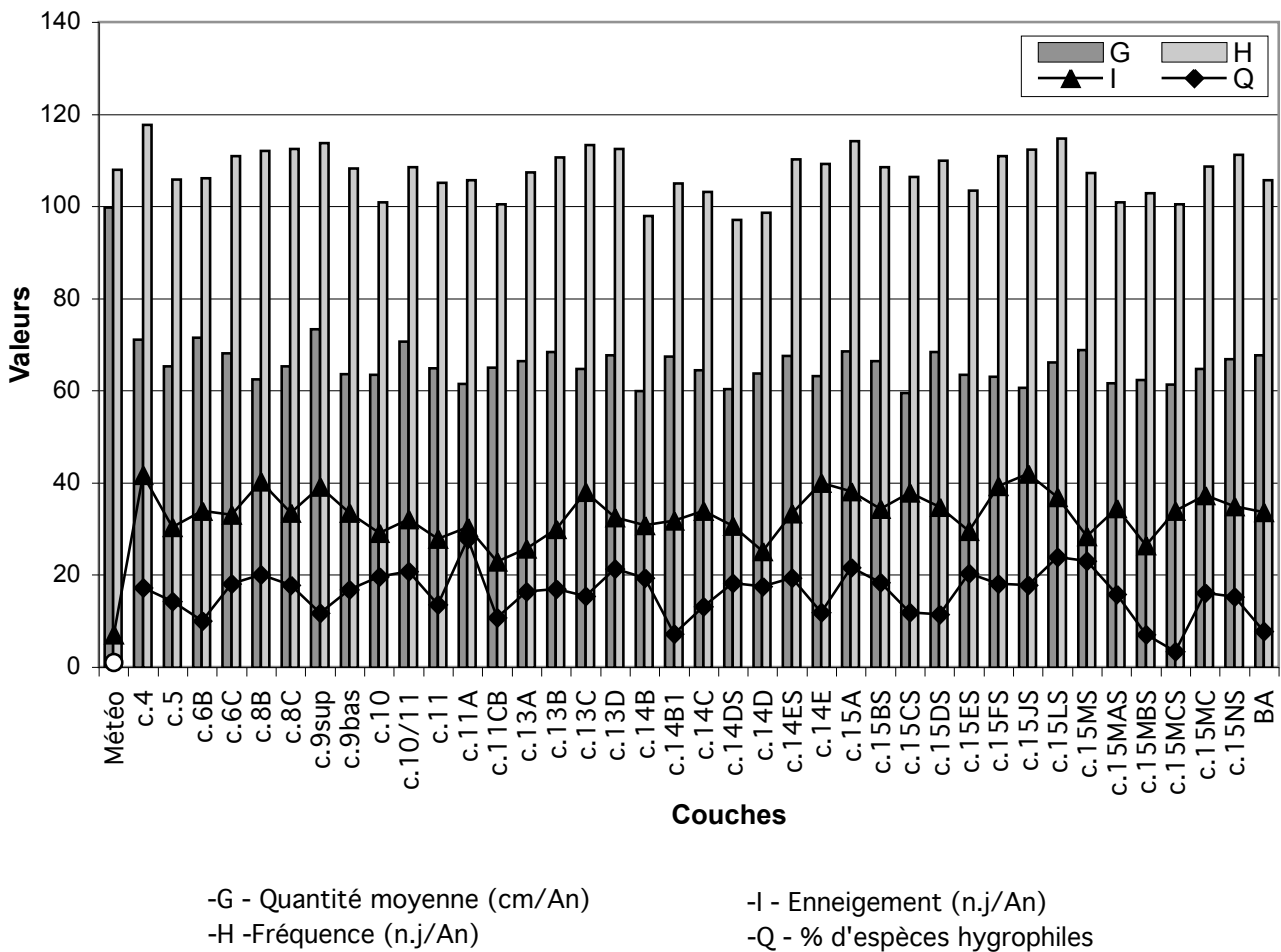


Fig. 4: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Environnement – Précipitations. Les irrégularités des courbes, positives ou négatives coïncident encore avec les anomalies du taux de  $^{14}\text{C}$  résiduel de l'atmosphère et sensiblement, mais négativement, avec les séquences de fréquentation humaine (Explications et commentaires dans le texte). La «durée de l'enneigement» est préférée au «nombre jours de chute de neige».

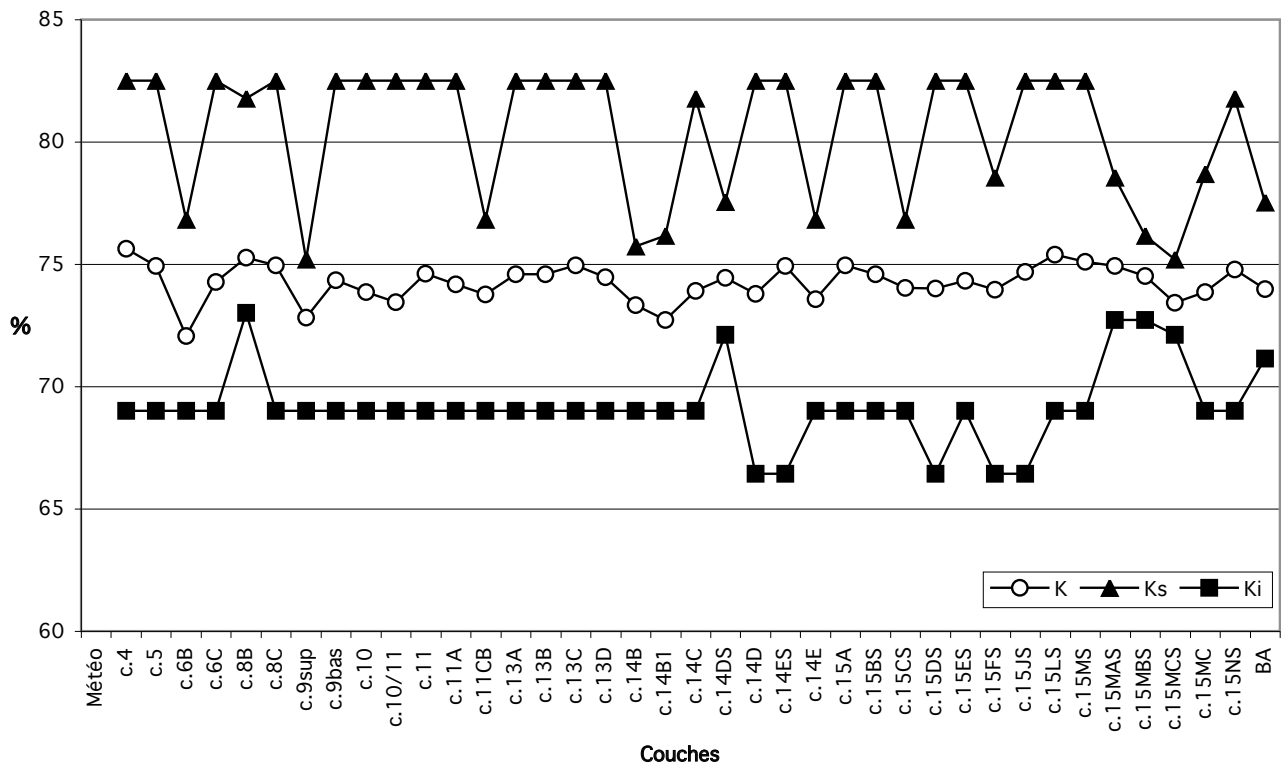
Sur l'ensemble de la stratigraphie, seule la couche 9sup réagit différemment par un recul simultané du pourcentage des terrains secs et des espèces hygrophiles. Cette anomalie peut s'expliquer par l'intense développement des eaux vives et des eaux stagnantes que l'on peut observer sur le diagramme. Cette situation exceptionnelle pourrait traduire une inondation trop puissante pour permettre le maintien des espèces hygrophiles terrestres et envahissant les terrains secs en réduisant leur surface, comme l'indique le diagramme. On remarque également que, hormis la couche 4, c'est dans la couche 9sup que les pluies sont les plus abondantes et les plus fréquentes. Il en va de même pour le nombre de jours d'orages, bien que moins significatif puisqu'il n'excède en moyenne que de deux jours sur l'année. Nous ne l'avons pas figuré sur le diagramme.

#### Ambiance: (Fig. 5)

Sous ce terme sont réunis divers paramètres sans lien direct entre eux mais revêtant une certaine importance, voire une gêne dans la vie quotidienne des espèces.

Nous avons négligé le «brouillard» dont les critères de formation et la fréquence sont particulièrement aléatoires. Il a peu d'influence sur la vie quotidienne des microvertébrés hors du fait de les protéger contre les prédateurs en cas de forte densité. La nébulosité (M) prend en compte le couvert nuageux à 80% et plus. Les données sont exprimées en pourcentage de fréquence annuelle. Les relevés s'affichent en octas ou en tenths selon que l'observateur partage le ciel en 8 ou 10 secteurs. La courbe tend à évoluer en sens inverse de celle de l'ensoleillement avec un léger décalage dû aux observations nocturnes et au fait que le ciel couvert se dégage rarement totalement de façon brutale. De même, les nuages d'altitude (Cirrus et cirrocumulus) n'entravent-ils guère l'ensoleillement. Le nombre de jours de gel (N) est une transposition des relevés des climatologues qui notent «le nombre de jours sans gel» favorable à la croissance des végétaux. Pour les petits animaux, la période de gel est une dure épreuve, parfois fatale par sa durée et son intensité. Chacun s'adapte selon ses moyens: certains hibernent, d'autres muent ou font





- K - Humidité moyenne de l'air
- Ks - Humidité maximale de l'air
- Ki - Humidité minimale de l'air

Fig. 6: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Environnement – Humidité Relative. Les accidents atmosphériques sont transcrits ici par les extrêmes (Ks et Ki) plus nettement que par la moyenne (K). Nous ne disposons pas des données actuelles de Montélimar.

### Couvert végétal: (Fig.7)

Partager l'espace en pourcentages comme on le fait souvent sous forme de camembert pour d'autres observations, peut sembler choquant. Pour le couvert végétal comme pour l'hygrométrie du sol nous avons adopté le principe logique, mais peut-être discutable, selon lequel chaque espèce occupant un espace vital donné, plus il y a d'espèces plus l'élément de base du biotope est étendu et plus varié sera l'écosystème, telle une mosaïque.

Le diagramme de la végétation utilise cinq paramètres selon les critères de taille qui ouvrent ou ferment le paysage. Théoriquement les critères sont classés dans l'ordre de reconstitution d'un milieu végétal ou d'un sol. On passe d'un sol dénudé (S) à lichens et mousses à la forêt par la prairie à graminées (T) ou steppe, les broussailles (U) et ronciers constitués d'arbrisseaux de 0,50 m à 2 m, de taillis (de 2 à 5 m) sous forme de garrigue et de maquis et la futaie (W) où les arbres dépassent 5 m. Chaque espèce est susceptible de passer d'un élément à l'autre pour les besoins de son alimentation, sa protection ou sa reproduction, sans y séjourner en permanence. Pour ne citer qu'un exemple typique, nous prendrons celui de

Crapaud commun, pour son éclectisme: il ne vient dans les nappes ou les cours d'eau lents à végétation abondante que pour se reproduire. Après la métamorphose du têtard, il gagne la terre ferme pour s'abriter sous les pierres, les souches, les composts, et les litières forestières pour s'y nourrir. Il peut creuser son propre abri dans un sol meuble pour se protéger. A la mauvaise saison, il gagne les fissures de rochers, ou les bases de souches pour hiverner. Pour tous ces paramètres et pour chaque espèce, nous avons attribué un pourcentage de fréquentation en fonction des données de la littérature. Il permet, par le biais de la moyenne de déterminer l'importance de chaque élément du biotope dans le paysage et de reconstituer l'écosystème et son évolution au cours du remplissage. A la grotte de la Chauve-Souris, le diagramme de la végétation (Fig. 7) met nettement en évidence la faible extension des terrains découverts (sols nus et prairie) et l'ampleur du couvert forestier (broussailles, taillis et futaie). La forêt, plus particulièrement, occupe toujours de 30 à 55% de l'espace. Contrairement aux autres éléments, le taillis varie peu. Par contre, les variations de la futaie sont particulièrement intéressantes à observer. Par comparaison avec les relevés précis opérés sur les

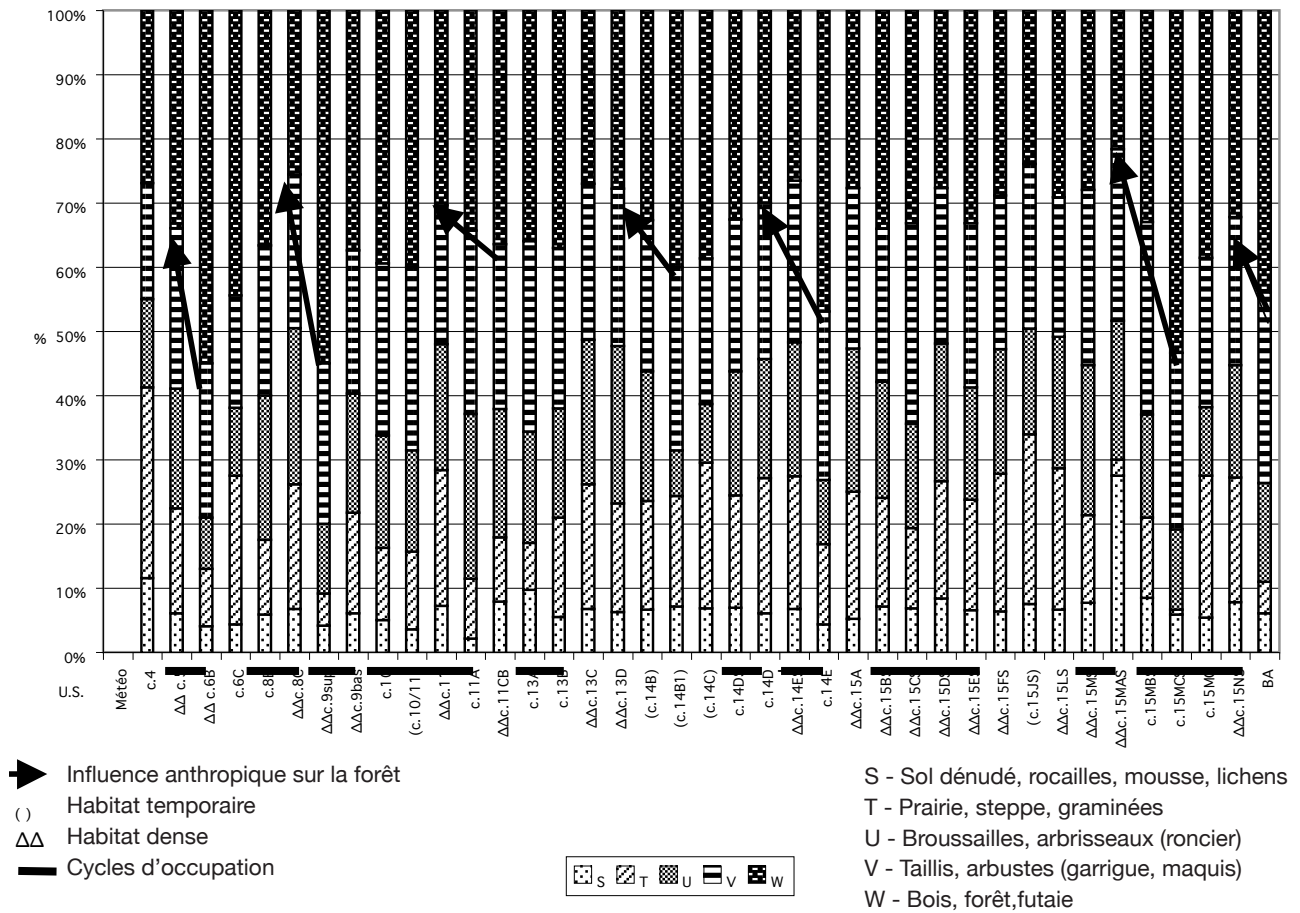


Fig. 7: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Environnement – Végétation – Histogramme fixant pour chaque forme végétale son taux de représentativité dans le paysage et son évolution. Les formes ligneuses dominent en permanence. Les flèches reflètent l’intensité de l’exploitation de la futaie par l’Homme. Elle coïncide avec les phases anthropiques les plus denses (ΔΔ).

strates d’habitats par l’un de nous (J. V.), il semble bien que ces variations soient liées à l’exploitation humaine ou aux conditions d’habitat. Trois schémas se font jour : 1/ Au début du Néolithique final (couche 15), une importante fréquentation de la caverne coïncide avec un maintien en retrait de la futaie, laissant les broussailles et la prairie se développer largement. Dès que l’habitat se fait moins dense, la forêt se régénère mais reste en recul (15FS et 15ES).

2/ En période d’habitats sporadiques, la forêt qui s’était revigorée en 14E se dégrade brutalement en 14ES pour se régénérer progressivement et connaître un nouveau retrait sous l’effet de l’habitat temporaire (14B, 14B1, 14C). Ces conditions pourraient traduire l’exploitation du milieu par une population de bûcherons séjournant brièvement dans le seul but de travaux forestiers.

3/ En 9sup comme en 14, une importante population exploite intensément et brièvement la futaie qui se régénère progressivement grâce à la fréquentation faible ou nulle qui suit (6C, 8B). Malgré la densité de l’habitat et l’exploitation forestière, on constate que la futaie se

maintient à un taux important de 40 à 56% et que ses maxima atteignent les taux les plus élevés, à la différence de 15MCS qui pouvait encore être une forêt primaire. Deux hypothèses pouvant se rejoindre expliqueraient cette situation. D’une part, il est possible que les constructions « en dur » deviennent plus fréquentes et laissent le bois à d’autres activités. Ces autres activités pourraient être l’élevage ou l’alimentation pour lesquels on entretient la forêt pour en obtenir les glands, les châtaignes, les faines, les amandes, les noix voire du bois d’œuvre sous forme de planches, etc.

**Hygrométrie du sol : (Fig. 8)**

L’eau est indispensable à toutes les espèces avec plus ou moins d’acuité. Sur le même principe que celui de la végétation, nous avons recueilli dans la littérature pour chaque espèce le taux de fréquentation des milieux secs à l’eau vive, en passant par les sols frais, les marécages ou marais et tourbières, les étangs pauvres en végétation (seulement bordière) et l’eau vive des ruisseaux, torrents et rivières. Ici encore le Crapaud commun pourrait servir



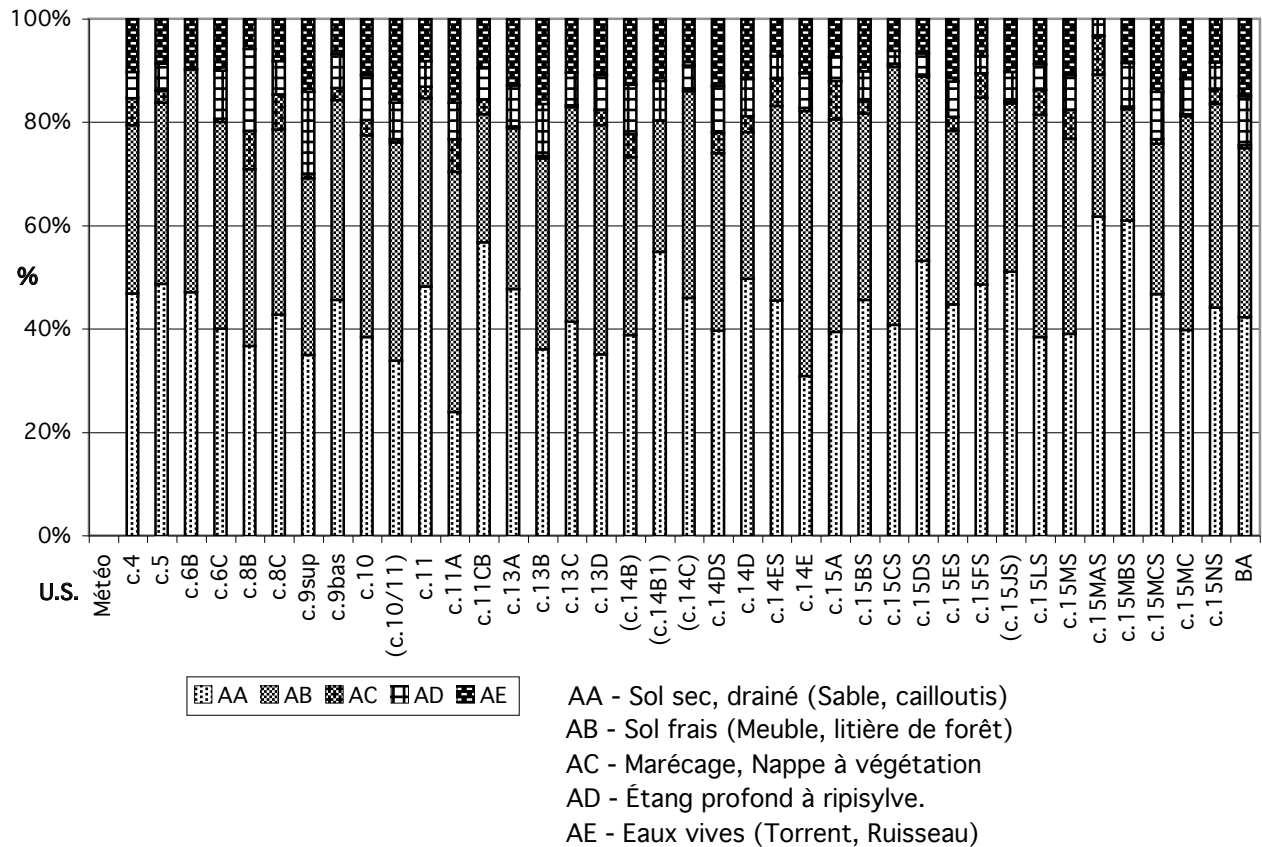


Fig. 8: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Environnement – Hygrométrie du sol. Les sols secs et frais sont en écrasante majorité en permanence. Ceci induit une couverture végétale (Fig. 5) de type garrigue et forêt méditerranéenne.

de modèle, étant susceptible de fréquenter plus ou moins assidûment quatre des cinq gradients hygrométriques. La présence de l'eau dans le paysage n'est pas forcément évidente mais elle reste indispensable à la vie.

L'environnement de la grotte de la Chauve-Souris présente une particularité saisissante par l'ampleur de l'espace aride et de sol frais. La présence des eaux vives est justifiée par le cours du Rhône intarissable. Entre ces deux ensembles, les sols marécageux et les nappes d'eau stagnante sont d'importance réduite et extrêmement variable pouvant traduire un régime fluvial très primesautier, de l'étiage à la crue. Mais le contraste peut également provenir pour partie du relief accidenté des pentes bien exposées à la plaine du Rhône. Ces deux éléments semblent d'ailleurs étroitement liés car chaque avancée de l'un provoque un retrait de l'autre.

Les rapports entre l'humidité du sol et la végétation témoigneraient pour partie d'une végétation arborée évoluant sur sol sec caractéristique des forêts de résineux et de sols frais plus favorables aux garrigues et ronciers.

## V. DISCUSSION

L'ensemble des espèces traduit une grande variété de biotopes où percent quelques points plus constants que

l'on peut synthétiser brièvement : les dépôts se font sous un climat méridional à influence méditerranéenne modérée. L'environnement reflète la présence d'escarpements au pied desquels se développent des éboulis rocailloux très ensoleillés, couverts de broussailles et de bosquets bordant un cours d'eau limpide ménageant quelques creux d'eau stagnante où se développent des roselières. Quelques éléments évoquent également la présence d'une zone de plateau couvert d'herbe rase, voire de cultures et bordé de bouquets d'arbres (feuillus) à l'orée buissonnante. En fond de vallée, la forêt laisse peu de place aux prairies verdoyantes à sol profond qui dépassent rarement 20% ; les sols dénudés n'atteignent 10% qu'à l'extrême fin du remplissage, à une période non datée probablement postérieure au Moyen Age où la forêt marque un fort recul. Le même phénomène se rencontre au Néolithique final (15MAS) qui peut être lié au substrat caillouteux mais coïncide également avec une forte vague de sécheresse, donc à un phénomène naturel. Cette diversité ne facilite pas la compréhension de la taphonomie. Nombreuses sont les espèces susceptibles d'hiberner (reptiles, batraciens, Loir, Lérot) et qui, de ce fait, ont pu venir d'elles-mêmes s'abriter dans la caverne. Sans doute quelques prédateurs ont-ils participé à l'apport des restes osseux. La présence du faucon justifierait le nombre et la diversité des restes d'oiseaux.

Les campagnols ont pu être apportés par de petits mustélicés, tandis que le Mulet, le Loir, le Lérot, le Rat et la Souris, ont pu élire domicile dans la grotte de leur plein gré. Les rares restes de poissons peuvent être introduits par de petits carnivores tels que le Vison, ou par certains rapaces (Milan).

Par leur comportement, les chauves-souris apportent également leur lot d'informations qui recourent et précisent parfois celles des autres groupes. Le nombre de représentants par espèce reflète déjà leur comportement solitaire ou grégaire connu. Certaines formes, comme la pipistrelle commune ne sont pas très gênées par la présence de l'Homme mais d'autres y sont très sensibles. La situation des dépôts de vestiges, près de l'entrée de la caverne permet de donner un caractère saisonnier au séjour de ces animaux. Les Minioptères hibernent en groupes de centaines d'individus dans le tréfonds des grottes. Ici cette espèce est relativement peu représentée, ce qui fait penser que son passage a lieu hors de la période d'hibernation. Les rhinolophes ne séjournent en groupe à l'entrée des cavernes qu'en période estivale. Comme les Minioptères, ils se réfugient au fond des cavités pour hiberner. L'absence ou la très grande rareté d'ossements de jeunes permet de dire qu'ils ont déjà fui l'abri, car dans les zones de nurserie les restes d'immaturs sont toujours très nombreux. Seuls parmi les espèces reconnues ici, *Myotis nattereri*, *Myotis bechsteinii* et *Plecotus auritus* font exception et passent l'hiver à proximité de l'entrée. La Pipistrelle commune, pour sa part, fuit les cavernes à la belle saison.

## VI. COMPARAISONS ET IMPLICATIONS PALEO-CLIMATIQUES

Jusqu'à une époque récente les études de l'environnement s'intéressaient principalement aux époques glaciaires en raison de la présence d'espèces mythiques comme le Mammouth, le Renne et les grands fauves, leurs prédateurs. L'environnement holocène a peu d'attrait si l'on considère les conditions climatiques dans leur ensemble. C'est aussi ce que l'on constate à Donzère (Fig. 3). Cependant, quelques indentations viennent briser l'uniformité des profils de courbes. En recherchant l'origine de ces accidents nous avons constaté que certains semblaient liés à la présence humaine (Fig. 7). Une mise en parallèle avec la courbe climatique et l'évaluation du taux de  $^{14}\text{C}$  résiduel dans l'atmosphère (MAGNY, 1995) a également été testée par l'un de nous (J. V.).

Quelques points de divergence attirèrent l'attention de l'un de nous (J.V.) vers des aspects similaires signalés par M. MAGNY (1995) dans l'évaluation du taux de  $^{14}\text{C}$  résiduel dans l'atmosphère. La comparaison avec Donzère s'opère à partir de la courbe des températures moyennes annuelles (Fig. 9). L'exacte coïncidence chronologique est difficile à établir en raison des différences d'échelles

et de leur précision, la vitesse de sédimentation (nulle ou accélérée) les lacunes sédimentaires (les ablations ou la bioturbation). La technique de fouille adoptée a permis de réduire bien des aléas, les datations au  $^{14}\text{C}$  ont largement facilité la localisation des anomalies et la connaissance des industries lithiques, osseuses, céramiques et métalliques ont contribué à positionner les couches anthropisées et évaluer les lacunes sédimentaires.

Ces observations ont permis la réalisation d'un diagramme où les paramètres techniques, climatiques et chronologiques trouvent leur place sur une courbe sinueuse fortement déformée par la sédimentation différentielle.

Techniquement, le graphique qui en résulte (Fig. 9) est composé de deux éléments. La partie inférieure représente la courbe des températures dont les points sont espacés en fonction de la stratigraphie et des irrégularités de l'enregistrement sédimentaire. Cette partie inférieure est mise chronologiquement en regard de la partie supérieure matérialisant (selon STUIVER & BRAZIUNAS, 1993, fig. 9), les variations du  $\Delta^{14}\text{C}$  résiduel de l'atmosphère. Pour rendre les deux graphes compatibles, la courbe des températures est inversée en miroir et juxtaposée sur la courbe du  $^{14}\text{C}$  résiduel en recherchant le meilleur ajustement graphique. La coïncidence est cependant lacunaire en raison des taux et vitesses différentiels de sédimentation. Plusieurs datations radiocarbone en suite cohérente fournissent cependant des repères chronométriques fiables, complétés ou validés par les données de la culture matérielle, céramique principalement. Sachant que plus le  $\Delta^{14}\text{C}$  résiduel est important dans l'atmosphère plus la température est basse sur notre planète, il est possible de retrouver des similitudes dans le sens des variations d'amplitudes. La comparaison reste limitée en raison de la haute précision des mesures quotidiennes opérées à l'aide d'appareils spécialisés, et bien différentes sur ce point, des prélèvements sédimentaires toujours trop épais et l'analyse de leur contenu jamais assez fine pour obtenir des résultats identiques. Mais si l'espace-temps est difficile à cerner entre les dépôts continentaux les résultats n'en sont pas moins significatifs en ce qui concerne les données climatiques.

Malgré des amplitudes bien différentes, il est possible de retrouver sur la courbe de Donzère, des indentations sensiblement synchrones de celles des variations du taux de  $^{14}\text{C}$  résiduel atmosphérique. Ces écarts d'amplitude entre les courbes pourraient éventuellement se justifier par le fait que les conditions atmosphériques, si elles affectent directement le climat, ne concernent l'environnement qu'en second lieu et en dernier ressort seulement, les cortèges d'animaux qui en dépendent, autant pour des raisons biologiques que sécuritaires ou sociales. Cette diversité des influences et des situations locales, voire pédologiques pour les fossiles, est également susceptible de créer des indentations (anomalies) mineures surnuméraires.

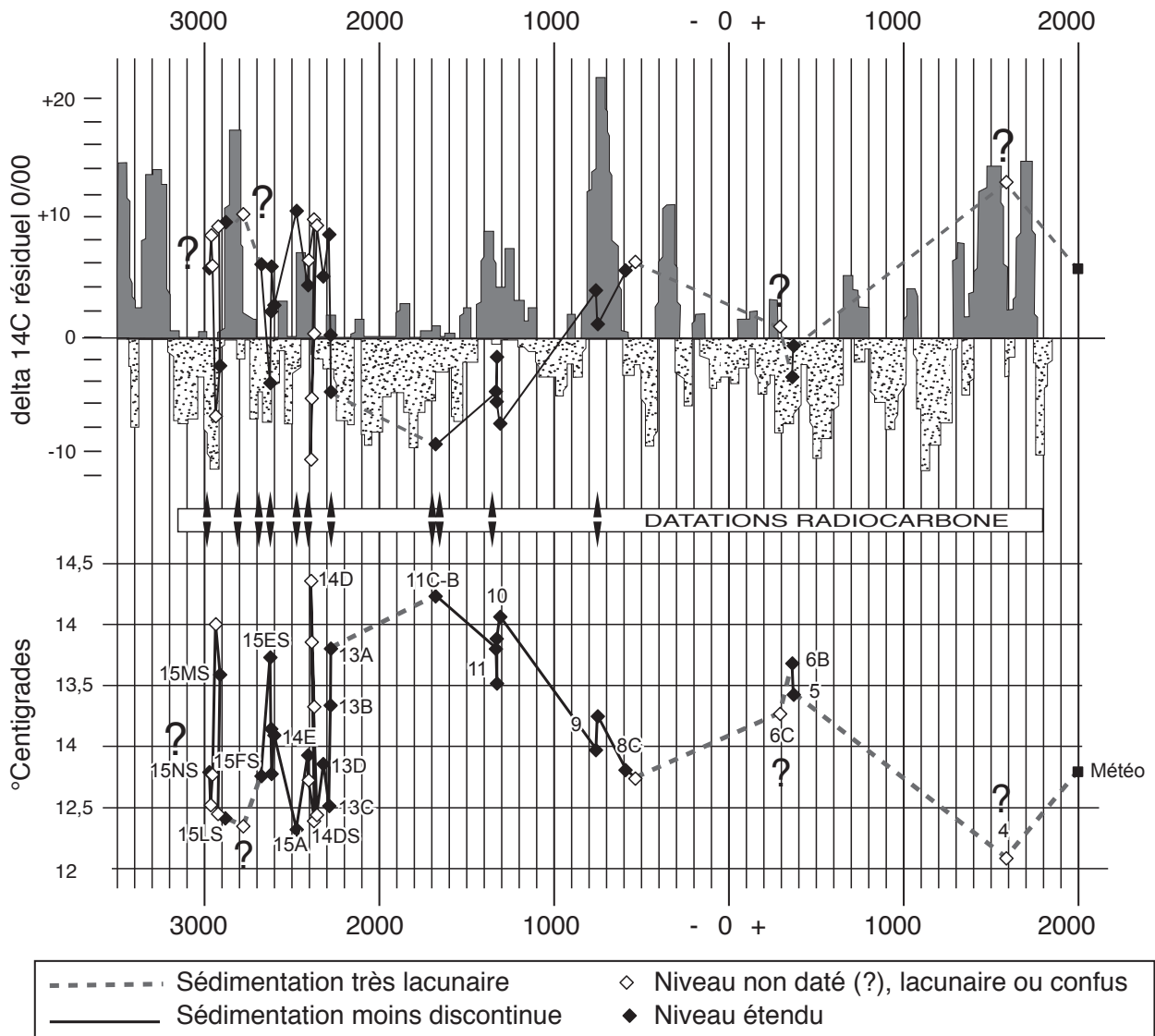


Fig. 9: Donzère - Grotte de la Chauve-Souris – Diagramme de comparaison entre la température moyenne annuelle estimée à Donzère et la variation de la teneur atmosphérique en  $\Delta^{14}\text{C}$  résiduel d'après M. STUIVER & F. BRAZIUNAS (1993). L'ordre stratigraphique de la « Chauve-Souris » a été inversé pour ajustement. (DAO J. VITAL). La rétention de  $^{14}\text{C}$  résiduel dans l'atmosphère se traduit au sol par un abaissement des températures (et inversion). Le décalage chronologique s'explique par le fait que les microvertébrés n'en sont affectés qu'au troisième degré (après influence sur la végétation). Explication dans le texte.

Que les phénomènes cosmiques affectent largement le climat et l'environnement n'est qu'une évidence. Mais que les cortèges de microvertébrés traduisent ces influences, même avec un léger décalage chronologique, a de quoi surprendre. Ce simple constat suffit à lui seul à justifier la démarche de cette recherche.

**VII. CONCLUSIONS**

L'abondance et la diversité de la microfaune recueillie dans les couches de la grotte de la Chauve-Souris apportent

bien des informations sur l'environnement sévissant durant ces périodes récentes de notre Préhistoire. Climatiquement, les différences avec notre époque sont assez faibles car les espèces reconnues sont pour la plupart les espèces autochtones actuelles. On remarque toutefois un abaissement général et progressif des températures, de la base au sommet du remplissage, par réduction du pourcentage d'espèces « chaudes ». La disparition du Rhinolophe de Roumanie (*Rhinolophus mehelyi* MATSCHIE, 1901) et du Campagnol ibérique (*Microtus cabreræ* THOMAS, 1906), tous deux à l'époque post-gallo-romaine à Donzère, pourrait

témoigner de cette décline thermique du Néolithique final au Moyen Âge. Mais les rapports numériques s'inversent avec le Rhinolophe euryale, réputé méridional. Leur disparition totale de France aujourd'hui, en dépit d'un certain réchauffement de notre climat, serait donc due à l'intervention de l'Homme sur leur biotope.

Cette intervention culturelle humaine amplifie les difficultés ambiantes rencontrées par les espèces. La déforestation observée dans le niveau 15 en témoigne. Les espèces vivant à la limite de leur domaine géographique en affichent le contre-coup. *Microtus cabreræ*, en particulier se trouve ici à la limite septentrionale de son aire de répartition, et les effets conjugués de l'Homme et du climat le condamnaient, plus que tout autre à disparaître.

Ponctuellement, comme dans le niveau 15, on remarque qu'après déboisement partiel, le milieu forestier semble se stabiliser, partageant la surface du voisinage en aires de broussailles, de pâtures ou de cultures.

La diversité de la faune montre également la forme accidentée du relief. Les prairies à sol profond tapissent le fond de vallée, tandis que le plateau se satisfait d'une herbe rase de pâturage peu étendu ou de cultures encadrées de bois. La pente intermédiaire se couvre aussi bien de broussailles que de sols rocailleux très ensoleillés, secs mais restreints. La forêt reste prépondérante et sa concomitance avec l'ampleur de sols secs laisse penser qu'elle est principalement constituée de résineux.

Parallèlement, la courbe de l'Humidité Relative met en évidence des effets anthropiques prolongés ou plus intenses lorsque l'humidité de l'air décroît. Ce constat peut engendrer deux hypothèses non contradictoires : d'une part la déforestation entraîne une certaine dessiccation de l'air et l'Homme ne viendrait loger en grotte qu'en période de sécheresse, l'atmosphère y étant alors beaucoup plus saine.

On voit, sous ces divers aspects, tout l'intérêt que présente l'étude de la microfaune et combien sa récupération minutieuse et fastidieuse est méritoire et récompensée par la richesse des informations écologiques qu'elle procure. Mais aussi bénéfiques qu'elles soient, leur intérêt se trouve décuplé par l'apport des observations portant sur l'habitat et les activités humaines et plus encore, dans le cas présent, par les relations établies avec les variations du taux de  $\Delta^{14}\text{C}$  résiduel de l'atmosphère qui affectent notre climat.

## BIBLIOGRAPHIE

- ARLÉRY, R. (1979) - *Le climat de la France*. Ministère des transports. Direction de la Météorologie, Paris: 131 p.
- ARLÉRY, R., H. GRISOLLET & B. GUILMET (1973) - *Climatologie ; méthodes et pratiques*. Gauthier-Villars Éd. Paris: 434 p.
- AYARZAGUEÑA, J. & N. LOPEZ MARTINEZ (1976) - Estudio filogenético y comparativo de *Microtus cabreræ* y *Microtus brecciensis*. *Doñana Acta Vertebrata* 3 (2): 181-204.
- BAILON, S. (1999) - Différenciation ostéologique des Anoures (*Amphibia, Anura*) de France. In: DESSE, J. & N. DESSE-BERSET (eds). *Fiches d'ostéologie animale pour l'Archéologie*, série C: varia, Valbonne: Centre de Recherches Archéologiques - CNRS: 38 p.
- BERGER, J.F., F. MAGNIN, S. THIÉBAULT & J. VITAL 2000 - Emprise et déprise humaine à l'Age du Bronze: l'exemple de la Valdaine et de la moyenne vallée du Rhône. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 97 (1): 95-119.
- BERGER, J.F., J.L. BROCHIER, J. VITAL, C. DELHON & S. THIÉBAULT (2007) - Nouveau regard sur la dynamique des paysages et l'occupation humaine à l'Age du Bronze en moyenne vallée du Rhône. In: RICHARD, H., M. MAGNY & C. MORDANT. (dir). *Environnement et cultures à l'Age du Bronze en Europe occidentale*. Actes du 129<sup>e</sup> Congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Besançon (2004), Paris, CTHS (doc. préhist. n°21): p. 259-283.
- BESSEMOULIN, J. (1969) - *Atlas climatique de la France*. Ministère des Transports. Secrétariat général de l'Aviation Civile – Direction de la Météorologie Nationale. Paris, non paginé.
- BESSEMOULIN, J. & R. CLAUSSE (1957) - *Vents, nuages et tempêtes*. Plon éd. Paris: 342 p.
- BLAIN, H.A. (2005) - Contribution de la Paléoherpétofaune (*Amphibia, Squamata*) à la connaissance de l'évolution du climat et du paysage du Pliocène supérieur au Pléistocène moyen de France. *Thèse de Doctorat du Muséum d'Histoire Naturelle (Préhistoire)*, I.P.H. Paris: 402 p.
- BRINK, F.H. VAN DEN (1971) - *Guide des Mammifères sauvages de l'Europe occidentale*. Delachaux et Niestlé édit. Neuchâtel: 263 p.
- BRUGAL, J.P. (1981) - Balaruc VII (Sète, Hérault). Un nouveau remplissage de fissure de la fin du Pléistocène moyen. *Quaternaria*, Rome, 23: 99-141.
- CABRERA-MILLET, M., N. LOPEZ-MARTINEZ, & J. MICHAUX (1982) - Un exemple de lignée endémique ibéroccitane, les campagnols *Microtus brecciensis* et *Microtus cabreræ* (Mammalia, Rodentia). Etude phylogénétique et contexte écologique d'un phénomène évolutif récent. *Actes du symposium paléontologique Georges Cuvier*, Montbéliard: 69-83.
- CASTANET, J. & R. GUYETANT (dir) (1989) - Atlas de répartition des Amphibiens et Reptiles de France. *Soc. Herpétologique de France*, Paris: 191 p.
- CORBET, G.B. (1978) - *The Mammals of the Palearctic region: a taxonomic review*. British Museum (Natural History), Cornell University Press. London: 313 p.
- DARDE, J.N. (1994) - *Saisons et climats*. Le guide du voyageur. Balland Éd. Paris: 426 p.
- DEBARD, E. (1997) - Les remplissages karstiques du Bas-Vivarais: Karstogénèse, sédimentologie et archéologie. *Quaternaire*, 8 (2-3): 305-317.
- ESTIENNE, P. & A. GODARD (1998) - *Climatologie*. Armand Colin éd., Paris: 368 p.
- FAYARD, A. (collectif) (1984) - *Atlas des Mammifères sauvages de France*. Société Française d'Étude et de Protection des Mammifères, Paris: 299 p.
- FELTEN, H., A. HELDFRICHT & G. STORCH (1973) - Die Bestimmung der europäischen Fledermäuse nach der distalen Epiphyse des Humerus. *Senckenbergiana biol.* 54 (4/6): 291-297.



- F.R.A.P.N.A. (Collectif) (1997) - *Atlas des Mammifères sauvages de Rhône-Alpes*. Fédération Rhône-Alpes de Protection de la Nature: 303 p.
- FRETET, J. (1987) - *Les Reptiles de France métropolitaine et des îles satellites*. Hatier éd. Paris: 255 p.
- GROMOV, I.M., D.I. BIBIKOV, N.I. KALABUNOV & M.N. MEJER (1965) - *Fauna SSSR, Mlekopitaïsie*. Nauka; Moskva, Léninegrad (en russe).
- GROMOV, I.M. & I.YA. POLJAKOV (1977) - *Faune d'U.R.S.S. Mammifères, les Microtinés*. Institut de Zoologie, Léninegrad: 504 p. (en russe).
- GRUBER, U. (1992) - *Guide des serpents d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé. éd. Neuchâtel, Paris: 248 p.
- JEANNET, M. (1981) - Les rongeurs du gisement acheuléen d'Ornac 3 (Ardèche): essai de paléocéologie et de chronostratigraphie. *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 50: 49-71
- JEANNET, M. (1985) - Sur la présence de *Microtus cabreræ* (Arvicolidae, Rodentia) dans les Pyrénées-Orientales (France). *Bulletin mensuel de la Société Linnéenne de Lyon*, 54:120-121.
- JEANNET, M. (2000) - Biométrie et écologie de *Microtus brecciansis* (Mammalia, Rodentia). *Revue de Paléobiologie*, 19: 339-357.
- KESSLER, J. & A. CHAMBRAUD (1986) - *La météo de la France*. J. C. Lattès Éd., Paris: 312 p.
- LANDSBERG, H.E. (Dir.) (1947-1960) - *World Survey of Climatology*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, London, New-York: 15 vol.
- MACDONALD, D. & P. BARRETT (1995) - *Guide complet des Mammifères de France et d'Europe*. Delachaux et Niestlé éd. Lausanne, Paris: 304 p.
- MAGNY, M. (1995) - *Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. Éd. Errance, Clamecy, 1995: 175 p.
- MARQUET, J.C. (1989) - Paléoenvironnement et chronologie des sites du domaine atlantique français d'âge pléistocène moyen et supérieur d'après l'étude des Rongeurs. *Thèse de Doctorat d'État es Sciences Naturelles Université de Bourgogne*; Dijon: 637 p.
- MARTIN, S. (2004) - Caractérisation de l'anthropisation à l'Holocène en Provence et en Languedoc oriental, par les mollusques terrestres. *Thèse de Doctorat de l'Université de Paris I – Panthéon-Sorbonne*. 429 p., 97 fig., 8 tabl, 97 tabl. annexes
- MATZ, G. & D. WEBER (1998) - *Guide des Amphibiens et Reptiles d'Europe*. Delachaux et Niestlé éd. Lausanne, Paris: 292 p.
- MENU, H. & J.B. POPELARD (1987) - Utilisation des caractères dentaires pour la détermination des vespertilioninés de l'Ouest européen. *Le Rhinolophe*, Muséum d'histoire naturelle de Genève, 4: 1-86.
- MILLER, G.S. (1912) - *Catalogue of the Mammals of Western Europe*. British Museum (Natural History). London: 1019 p.
- MONCEL, M.H., J.J. BAHAIN, C. FALGUERES, N. EL AZZAZI, C. KALAI, H. MASAOUDI, M. MIAHAD, M. PATOU-MATHIS & J. RENAULT-MISKOVSKY (1993) - Le site de Payre (commune de Rompon, Ardèche): un site du Paléolithique moyen ancien dans un contexte d'abri effondré. Premier bilan des études pluridisciplinaires: position chronologique, paléoenvironnement, paléoclimatologie. *Quaternaire*, Paris, 4 (4): 159-173.
- OGNEV, S.I. (1950, 1963) - *Mammals of the U.S.S.R. and adjacent countries*. Israël Program for Scientific Translations, Jerusalem: 7 vol.
- PONEL, P., F. DAVID, J.L. DE BEAULIEU & J. GUIOT (1992) - Calibration fine de la reconstitution climatique des 140000 dernières années par l'utilisation des insectes fossiles. *Contrat CEA BC-5537/PS*. 32p., 36 fig., 1 tabl.
- ROGUIN, L. de (1991) - Données historiques nouvelles sur la présence du rat noir *Rattus rattus* (L.) en Europe occidentale. Coll. «*Le Rongeur et l'Espace*» dir. M. Le Berre & L. Le Guelte: 323-325.
- SAINT-GIRONS, M. C. (1973) - *Les Mammifères de France et du Bénélux*. Doin éd., Paris: 481 p.
- SEVILLA GARCIA, P. (1988) - Estudio paleontológico de los Quirópteros del Cuaternario español. *Paleontologia i Evolución*. Barcelona, 22: 113 - 233.
- SCHÖBER, W. & E. GRIMMBERGER (1991) - *Guide des Chauves-Souris d'Europe*. Delachaux & Niestlé, éd. Neuchâtel et Paris: 225 p.
- STUIVER, M. & T.F. BRAZIUNAS (1993) - Sun, ocean, climate and atmospheric <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>: an evaluation of causal and spectral relationships. *The Holocene*, 3 (4): 289-305.
- VIGNEAU, J.P. (2005) - *Climatologie*. Armand Colin, éd. Paris: 200 p.
- VINOGRADOV, B.S. & A.I. ARGIROPOULO (1941) - *Fauna of the U.S.S.R.* Zoological Institute of the Academy of Sciences of U.S.S.R. Israël Program for Scientific Translation, Jerusalem, 1968: 230 p.
- VITAL, J. (2004) - Les fouilles 1981-1987 dans la grotte de la Chauve-Souris à Donzère (Drôme): visées initiales, problématiques actuelles, premières caractérisations chrono-culturelles, implications pour le Sud-Est de la France et le domaine circum-alpin 6° *Rencontres Méridionales de Préhistoire récente, Périgueux, 2004*; coédition ADRAHP - PSO, 2006: 257-292.
- VITAL, J. (2007) - Les fouilles 1981-1987 dans la grotte de la Chauve-Souris à Donzère (Drôme): Visées initiales, problématiques actuelles, premières caractérisations chrono-culturelles, implications pour le Sud-Est de la France et le domaine circum-alpin. In: FOUÉRE P., C. CHEVILLOT, P. COURTAUD, O. FERULLO & C. LEROYER (coord.). *Paysages et peuplements. Aspects culturels et chronologiques en France méridionale. Actualité de la recherche*. Actes des 6° Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Périgueux (2004). Chancelade: ADRAHP/Thegra: Préhistoire du Sud-Ouest (suppl. n° 11): 257-292.

## ANNEXE 1

Donzère - Grotte de la Chauve-Souris. Mensurations des humérus et séries dentaires de Chiroptères. Rappel des cotes: HUMÉRUS: Diam = Diamètre horizontal de la poulie distale. W = largeur maximale de l'épiphyse distale. LT = Longueur totale des humérus entiers. CRÂNE: Lcb = Longueur condylo-basale. Wbzig = Largeur bizygomatique. A-A' = Largeur du rostre entre les canines. B-B' = Largeur palatale entre les 2<sup>es</sup> molaires. C-C' = Largeur interorbitaire. MANDIBULE: LMdb = Longueur de la mandibule (apophyse angulaire-symphyse). La dénomination des dents supérieures est en majuscule, celle des inférieures en minuscule (cotes en mm/100).

	Humerus			Lcb	Wbzig	AA'	BB'	CC'	C-M3/	C-P4/	P4-M3/	M1-M3/	Lmdb	c-m/3	c-p/4	p4-m/3	m1-m/3
	Diam.	W.	LT														
<i>Myotis blythii</i>																	
N	49	84	15	2	0	0	6	4	1	1	13	11	33	7	5	23	30
Moy.	272.3	405.5	3179.6				827.3	491.8	859	409	619.8	510.5	1598.8	894.1	352.4	664.2	560.2
Maxi	299	456	3291	2025			877	503			678	563	1711	942	380	707	609
Mini	242	363	2974	1588			786	483			572	458	1489	872	326	609	522
Ecart-Type	13.3	18.3	76.8				33.0	8.4			30.2	37.5	47.8	22.9	21.8	22.8	18.6
<i>Myotis capaccinii</i>																	
N	20	36	9	2	1	2	4	2	1	1	6	6	7	1	0	4	7
Moy.	196.9	274.4	2207.1		979		581.5		562	257	404.2	332.7	1091.9	596		454.0	371.1
Maxi	214	297	2344	1570		402	591	361			419	339	1118			469	383
Mini	170	217	2020	1419		398	572	360			387	324	1060			436	360
Ecart-Type	11.6	15.6	89.7								11.5	5.1	24.7				9.8
<i>Myotis bechsteinii</i>																	
N	1	2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0
Moy.	195								672		464	368					
Maxi		315															
Mini		303															
<i>Myotis myotis</i>																	
N	14	26	5	2	1	0	1	2	0	0	4	4	9	0	0	4	7
Moy.	287.2857143	421.5384615	3507.2		1459		832				726.3	583.5	1798.8			730.8	616.3
Maxi	305	453	3551	2342			499				747	620	1905			784	658
Mini	267	388	3439	2285			490				715	505	1706			685	556
Ecart-Type	11.2	19.2	42.1								14.3	53.3	71.5				42.3
<i>Myotis nattereri</i>																	
N	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2	1	1	3	2
Moy.	194	291							640		443			655	274	476.3	
Maxi											360	1179				526	386
Mini											353	1098				450	381
<i>Eptesicus serotinus</i>																	
N	1	5	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Moy.	269	371.0							715		542	451	1439	843	278	697	570
Maxi		393															
Mini		341															
Ecart-Type		18.8															
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>																	
N	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moy.		200															
<i>Plecotus auritus</i>																	
N	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	5	3	2	7	11
Moy.			2439										1111.0	614.3		443.6	377.5
Maxi		293									440	368	1139	631	241	458	393



Annexe 1: suite

	Humerus			Lcb	Wbzg	AA'	BB'	CC'	C-M3/	C-P4/	P4-M3/	M1-M3/	Lmdb	c-m/3	c-p/4	p4-m/3	m1-m/3
	Diam.	W.	LT														
Mini		286									426	344	1070	600	237	427	357
Ecart type													27.7			11.7	13.0
<i>Miniopterus schreibersii</i>																	
N	0	27	3	0	0	0	1	1	1	0	1	4	13	1	0	4	15
Moy.		289.6	2576.0				618	355	626		429	374.5	1083.2	630		468.5	399.3
Maxi		321	2700									386	1158			537	561
Mini		264	2378									348	1000			436	361
Ecart-type		12.9											38.3				50.8
<i>Rhinolophus euryale</i>																	
N	86	156	30	1	2	2	9	6	6	3	33	33	36	5	3	37	64
Moy.	209.1	434.8	2658.7	1768		442	608.2	224.0	608.3	260.0	481.4	394.9	1161.8	674.2	246.0	541.3	451.4
Maxi	234	482	2758		933		664	237	649	279	523	414	1236	713	252	639	497
Mini	185	400	2582		895		590	216	516	248	462	352	1111	638	236	479	387
Ecart-type	8.3	13.6	47.7				22.2	7.2	47.8		14.7	12.6	24.6	31.9		25.3	18.7
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>																	
N	23	37	4	1	0	2	3	4	3	1	15	17	24	8	4	22	27
Moy.	246.0	491.7	3324.8	2071			779.7	244.3	837.7	254	643.3	540.4	1491.8	861.4	297.8	703.1	590.3
Maxi	261	520	3500			646	798	258	895		715	626	1611	883	310	742	624
Mini	233	460	3190			595	765	234	807		600	503	1408	838	290	642	462
Ecart-type	7.8	12.3									23.7	36.6	49.3	18.5	8.6	20.7	31.3
<i>Rhinolophus hipposideros</i>																	
N	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Moy.		327					491				396	335					376
Maxi		332															
Mini		322															
Ecart-type																	
<i>Rhinolophus mehelyi</i>																	
N	82	98	18	0	2	3	18	3	17	14	48	51	10	10	8	23	35
Moy.	215.8	448.9	2877.2			472.0	655.3	276.3	664.1	275.6	502.0	413.3	1235.6	717.0	253.6	582.6	481.1
Maxi	264	478	2975		1045	508	690	317	692	299	530	462	1267	726	269	668	547
Mini	165	322	2759		1009	435	594	253	641	260	479	394	1212	689	245	526	435
Ecart-type	11.2	21.0	57.5				24.5		12.7	10.6	11.2	10.9	15.6	11.9	9.1	31.7	23.7
<i>Miniopterus schreibersii</i>																	
N	0	27	3	0	0	0	1	1	1	0	1	4	13	1	0	4	15
Moy.		289.6	2576.0				618	355	626		429	374.5	1083.2	630		468.5	399.3
Maxi		321	2700									386	1158			537	561
Mini		264	2378									348	1000			436	361
Ecart-type		12.9											38.3				50.8

## ANNEXE 2a

Donzère - Grotte de la Chauve-Souris. Mensurations des dents isolées supérieures (Technique biométrique de P. SÉVILLA GARCIA) : L = Longueur méso-distale ; W = Largeur vestibulo-linguale (cotes en mm/100).

Donzère	C/ L	C/ W	P2/ L	P2/ W	P3/ L	P3/ W	P4/ L	P4/ W	M1/ L	M1/ W	M2/ L	M2/ W	M3/ L	M3/ W
<i>Myotis bechsteinii</i>														
N	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
cotes			59	63	56	52	131	108	152	146	210	174	136	164
<i>Myotis blythii</i>														
N	3	3	4	4	7	7	22	22	16	16	17	17	14	14
Moy	166.0	126.7	70.5	75.5	62.6	60.1	154.0	136.7	211.1	206.9	217.0	244.4	182.1	224.2
Max	186	146	81	83	76	71	174	192	238	238	238	268	199	247
Min	142	117	67	71	55	51	131	109	180	172	203	216	168	179
Ecart-type					7.0	7.6	12.1	20.3	14.1	21.4	10.4	18.1	8.9	19.6
<i>Myotis capaccinii</i>														
N	1	1	1	1	2	2	6	6	5	5	6	6	6	6
Moy.	89	126	52	54			98.3	101.0	131.4	146.6	133.2	160.8	121.5	147.2
Max.					47	41	110	115	139	159	137	176	126	156
Min					43	36	86	88	126	136	128	154	115	139
Ecart-type							9.1	9.1	6.1	9.6	4.1	8.4	4.5	5.5
<i>Myotis myotis</i>														
N	4	4	0	0	0	0	9	9	7	7	8	8	7	7
Moy.	170.3	137.8					177.9	171.2	252.7	256.9	255.6	305.3.	200.0	274.0
Max.	177	143					191	190	265	266	264	323	215	294
Min	163	133					164	162	236	245	245	287	184	246
Ecart-type							9.0	10.3	12.2	8.8	6.8	15.1	10.3	16.5
<i>Myotis nattereri</i>														
N	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Moy.					54	49								
Max.							118	122	148	147	150	171	130	169
Min							105	92	143	132	148	157	123	152
<i>Plecotus auritus</i>														
N	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Moy.					78	111	100.7	139.7	155.0	163.7	139.3	160.3	118.7	150.0
Max.							127	158	173	188	151	175	131	171
Min							80	122	139	141	132	131	106	130
Ecart-type							24.0	18.0	17.1	23.5	10.2	25.4	12.5	20.5
<i>Eptesicus serotinus</i>														
N	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	2	2	1	1
Moy									209	209			157	225
Max	194	141					136	192			200	241		
Min	155	112					98	159			183	219		
<i>Miniopterus schreibersii</i>														
N	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Moy.					85	111	108	137	145	155				
Max.											155	168	122	157
Min											140	149	119	143

Donzère	C/ L	C/ W	P2/ L	P2/ W	P3/ L	P3/ W	P4/ L	P4/ W	M1/ L	M1/ W	M2/ L	M2/ W	M3/ L	M3/ W
<i>Rhinolophus euryale</i>														
N	8	8	0	0	1	1	48	48	48	48	45	44	40	40
Moy.	148.3	106.1			37	42	99.25	137.1	160.3	154.5	147.0	155.5	115.6	143.0
Max.	156	122					110	166	169	175	164	177	146	157
Min	141	92					85	115	134	129	132	133	97	129
Ecart-type	5.5	11.2					6.2	10.8	7.5	12.5	5.9	10.4	9.6	7.4
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>														
N	17	17	0	0	1	1	22	22	23	23	25	25	22	22
Moy.	196.6	147.6			43	34	141.1	201.6	205.8	230.4	197.0	228.0	154.6	197.7
Max.	211	163					153	240	216	283	210	260	170	225
Min	166	123					131	175	191	190	188	183	115	161
Ecart-type	12.5	8.8					6.2	19.4	6.5	20.9	5.1	17.9	10.5	15.7
<i>Rhinolophus hipposideros</i>														
N	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Moy.							90	118	124	126	124	119	101	110
<i>Rhinolophus mehelyi</i>														
N	24	24	0	0	9	9	68	68	70	70	64	63	53	53
Moy.	158.2	119.4			39.6	41.0	105.6	137.4	164.4	162.9	153.5	163.3	123.0	150.5
Max.	173	128			52	60	121	159	174	184	170	182	163	163
Min	136	112			34	35	87	121	151	137	134	141	98	130
Ecart-type	7.2	4.6			5.9	8.3	6.7	9.7	4.6	12.6	5.8	9.8	8.3	7.0

## ANNEXE 2b

Donzère - Grotte de la Chauve-Souris. Mensurations des dents isolées inférieures. L = Longueur méso-distale; W = largeur vestibulo-linguale maximale (cotes en mm/100).

Donzère	C/ L	C/ W	P2/ L	P2/ W	P3/ L	P3/ W	P4/ L	P4/ W	M1/ L	M1/ W	M2/ L	M2/ W	M3/ L	M3/ W
<i>Myotis bechsteinii</i>														
N	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cotes			59	63	56	52	131	108	152	146	210	174	136	164
<i>Myotis blythii</i>														
N	3	3	4	4	7	7	22	22	16	16	17	17	14	14
Moy.	166.0	126.7	70.5	75.5	62.6	60.1	154.0	136.7	211.1	206.9	217.0	244.4	182.1	224.2
Max.	186	146	81	83	76	71	174	192	238	238	238	268	199	247
Min.	142	117	67	71	55	51	131	109	180	172	203	216	168	179
Ecart-type					7.0	7.6	12.1	20.3	14.1	21.4	10.4	18.1	8.9	19.6
<i>Myotis capaccinii</i>														
N	1	1	1	1	2	2	6	6	5	5	6	6	6	6
Moy.	89	126	52	54			98.3	101.0	131.4	146.6	133.2	160.8	121.5	147.2
Max.					47	41	110	115	139	159	137	176	126	156
Min.					43	36	86	88	126	136	128	154	115	139
Ecart-type							9.1	9.1	6.1	9.6	4.1	8.4	4.5	5.5

Donzère	C/ L	C/ W	P2/ L	P2/ W	P3/ L	P3/ W	P4/ L	P4/ W	M1/ L	M1/ W	M2/ L	M2/ W	M3/ L	M3/ W
<i>Myotis myotis</i>														
N	4	4	0	0	0	0	9	9	7	7	8	8	7	7
Moy.	170.3	137.8					177.9	171.2	252.7	256.9	255.6	305.3	200.0	274.0
Max.	177	143					191	190	265	266	264	323	215	294
Min.	163	133					164	162	236	245	245	287	184	246
Ecart-type							9.0	10.3	12.2	8.8	6.8	15.1	10.3	16.5
<i>Myotis nattereri</i>														
N	0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Moyenne					54	49								
Max.							118	122	148	147	150	171	130	169
Min.							105	92	143	132	148	157	123	152
<i>Plecotus auritus</i>														
N	0	0	0	0	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Moy.					78	111	100.7	139.7	155.0	163.7	139.3	160.3	118.7	150.0
Max.							127	158	173	188	151	175	131	171
Min.							80	122	139	141	132	131	106	130
Ecart-type							24.0	18.0	17.1	23.5	10.2	25.4	12.5	20.5
<i>Eptesicus serotinus</i>														
N	2	2	0	0	0	0	2	2	1	1	2	2	1	1
Moy.									209	209			157	225
Max.	194	141					136	192			200	241		
Min.	155	112					98	159			183	219		
<i>Miniopterus schreibersii</i>														
N	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2
Moy.					85	111	108	137	145	155				
Max.											155	168	122	157
Min.											140	149	119	143
<i>Rhinolophus euryale</i>														
N	8	8	0	0	1	1	48	48	48	48	45	44	40	40
Moy.	148.3	106.1			37	42	99.25	137.1	160.3	154.5	147.0	155.5	115.6	143.0
Max.	156	122					110	166	169	175	164	177	146	157
Min.	141	92					85	115	134	129	132	133	97	129
Ecart-type	5.5	11.2					6.2	10.8	7.5	12.5	5.9	10.4	9.6	7.4
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>														
N	17	17	0	0	1	1	22	22	23	23	25	25	22	22
Moy.	196.6	147.6			43	34	141.1	201.6	205.8	230.4	197.0	228.0	154.6	197.7
Max.	211	163					153	240	216	283	210	260	170	225
Min.	166	123					131	175	191	190	188	183	115	161
Ecart-type	12.5	8.8					6.2	19.4	6.5	20.9	5.1	17.9	10.5	15.7
<i>Rhinolophus hipposideros</i>														
N	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Moy.							90	118	124	126	124	119	101	110
<i>Rhinolophus mehelyi</i>														
N	24	24	0	0	9	9	68	68	70	70	64	63	53	53
Moy.	158.2	119.4			39.6	41.0	105.6	137.4	164.4	162.9	153.5	163.3	123.0	150.5
Max.	173	128			52	60	121	159	174	184	170	182	163	163
Min.	136	112			34	35	87	121	151	137	134	141	98	130
Ecart-type	7.2	4.6			5.9	8.3	6.7	9.7	4.6	12.6	5.8	9.8	8.3	7.0