Economie des ressources animales et environnement des sociétés solutréennes

Laure Fontana

▶ **To cite this version:**

Laure Fontana. Economie des ressources animales et environnement des sociétés solutréennes. M. Otte. Les Solutréens, Editions Errance, pp.9-36, 15 fig., 3 tabl., 2018, Civilisations et Cultures. hal-02299687

HAL Id: hal-02299687
https://hal.science/hal-02299687

Submitted on 27 Sep 2019

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

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

Civilisations et Cultures

Les Solutréens

Sous la direction de Marcel Otte

éditions errance

ERRATUM

Fontana L., (2018). Economie des ressources animales et environnement des sociétés solutréennes. *In* M. Otte (dir.), *Les Solutréens*, Arles, Editions Errance (coll. Civilisations et Cultures), p. 9-36.

ÉCONOMIE DES RESSOURCES ANIMALES ET ENVIRONNEMENT DES SOCIETES SOLUTREENNES

Laure Fontana, CNRS (UMR 7041 ArScAn, « Archéologies environnementales »)

INTRODUCTION

L'économie des ressources animales est la sphère la mieux documentée des relations Homme-animal au paléolithique. Le statut de l'animal dans ces sociétés de chasseurs-collecteurs nomades est mal connu, notamment sa place dans le système de pensée et de représentation du monde, documenté par les figurations sur support mobilier, pariétal et rupestre, et d'autres témoins moins intelligibles.

La caractérisation de l'économie des ressources animales repose sur l'identification des espèces destinées à l'alimentation et à l'artisanat, et sur la mise en évidence des modes d'acquisition et d'exploitation en termes de stratégies, de techniques, de saisonnalité. De telles informations sont issues de la synthèse des études archéozoologiques réalisées pour les sites qui ont livré des restes fauniques. L'objectif d'une telle recherche est de contribuer à la connaissance du système économique et de la mobilité des groupes (Fontana, 2012a, 2012b) et elle renvoie nécessairement à l'étude de la relation entre les sociétés et leur environnement. En effet, l'étude des sociétés humaines, actuelles ou passées, est indissociable de l'étude de leur environnement, la perception et l'exploitation de ce dernier étant constitutif de la culture, au point selon certains anthropologues, de ne former qu'une seule entité (voir Descola, 2011). De plus, l'étude de l'économie des ressources animales produit certaines données (espèces chassées et saisonnalité de l'exploitation des ressources) qui documentent à leur façon, le milieu exploité et le climat, à l'instar des études paléo-environnementales issues de contextes naturels.

Une telle recherche est fondée sur des restes archéologiques, en l'occurrence des restes fauniques issus d'occupations humaines de plus de 12 000 ans, ce qui implique un processus analytique, nécessite un questionnement hiérarchisé et la méthode inhérente. Le cas de la culture solutréenne est à ce titre particulièrement intéressant dans la mesure où sa spécificité, qui est à l'origine de sa distinction dans la communauté des préhistoriens, est ou n'est pas perçue comme une adaptation aux conditions climatiques particulières. C'est un cas idéal pour illustrer la difficulté de mettre en évidence une modification des comportements et des choix qui seraient liés à l'évolution d'un milieu.

Relation société-environnement : à la recherche des questions et des données

La complexité de l'étude de la relation société-environnement débute avec le questionnement global et donc les problématiques élaborées en archéologie préhistorique. Quelles sont-elles ? Globalement, il s'agit de percevoir des ruptures environnementales, d'identifier l'influence des changements climatiques sur les comportements dits techniques et leur variabilité, ou encore de corréler chronologiquement les changements culturels et environnementaux. Pour ce faire, une démarche qualifiée de pluridisciplinaire dresse l'inventaire de toutes les données, parfois assorti d'un corpus de datations radiocarbone, afin de mettre en évidence d'éventuelles corrélations entre certains paramètres. Les conclusions de telles tentatives se résument souvent à deux cas de figure. Ou bien l'environnement est un facteur fondamental de l'évolution des sociétés, les fluctuations climatiques étant censées être corrélées aux changements culturels. Ou bien le facteur environnemental est négligeable dans les choix des sociétés, depuis longtemps affranchies des contraintes environnementales, grâce à leur réactivité en termes de stratégies d'exploitation des ressources naturelles, d'inventivité en matière technique, par exemple. La relation société-environnement est donc présentée le plus souvent comme une alternative, nécessairement caricaturale. Elle réduit la complexité de cette relation, à travers le temps et l'espace, à la question de l'influence des conditions environnementales sur l'Homme et à sa capacité à faire face à ce qui restera ou pas, selon les auteurs, une dépendance vis-à-vis de la nature.

Ces positions radicales de principe auraient pu devenir obsolètes dès l'instant où la diversité et la complexité de la relation des sociétés actuelles à leur environnement étaient mieux connues. Or, l'anthropologie, pourtant mieux placée que l'archéologie des périodes anciennes pour comprendre cette relation (grâce aux systèmes de représentation, mythes, religions, tabous, valeurs), n'a pas été épargnée par une conception binaire du rapport nature/culture (Descola, 2011). L'archéologie des peuples de chasseurs-collecteurs nomades semble avoir hérité de ces avatars opposés du déterminisme écologique [1] et de l'« idéalisme sémiologique » (Descola, *ibid*. p. 30).

Si une telle approche rend difficilement compte de la complexité de la relation société-environnement, qu'en est-il du questionnement des études archéologiques et de l'analyse des données qui les fondent ? Quelles que soient les problématiques globales et les idées qu'elles sous-tendent, les données produites par le préhistorien sont utilisées pour répondre à des questions précises, relatives à l'identification de la « chaine opératoire » pour les industries, aux espèces chassées et au traitement des carcasses. De telles informations sont ensuite utilisées afin de tenter d'identifier d'éventuelles corrélations avec les conditions environnementales, qu'il s'agisse d'un thème majeur de l'étude ou non. Or, est-il raisonnable de chercher à corréler aux données environnementales,

[1] Ou encore « matérialisme culturel », « réductionnisme naturaliste », Descola, *ibid*., p. 21

des données aussi partielles et ponctuelles ? En effet, comment une technique de débitage, ou bien une stratégie de chasse dont on ignore la saison, ou encore la sélection apparente d'un matériau, pourraient-elles être reliées à des conditions environnementales alors qu'elles ne sont que des aspects on ne peut plus réduits d'un système économique ? De la même façon, est-ce une bonne piste que de considérer distinctement des aspects de chaque sous-système pour les observer, même ensembles, sans dégager la vision globale du système économique en question ? De plus, si la corrélation (ou la relation) est tout aussi rarement définie que calculée, les données elles aussi restent peu analysées. C'est le cas en dépit, par exemple, de la multiplication et l'évolution des données archéozoologiques, archéobotaniques et géo-archéologiques, liées pour une part à celles des outils techniques d'analyse des restes organiques, dont a su profiter par exemple la recherche en paléoclimatologie. Or, si l'archéologie préhistorique a globalement bénéficié de cette évolution, l'analyse quantitative de telles données reste souvent sujette à caution (par exemple Brochier, 2008). Les exemples pour d'autres périodes indiquent néanmoins que l'exercice est non seulement possible mais assorti de résultats dans le cas d'études intégrées, qu'il s'agisse d'étudier le statut du Mammouth dans les sociétés d'Europe de l'Est (Brugère, 2009), ou encore le changement de la subsistance à la fin du tardiglaciaire (Bridault, 1997, Fontana et Brochier, 2009).

Plus précisément, quels sont les enjeux d'une telle étude pour la période solutréenne ?

Les Solutréens et l'environnement du pléniglaciaire supérieur

Le cas des sociétés de chasseurs-collecteurs nomades de l'Europe de l'ouest qui ont vécu entre 26 000 et 22 000 ans cal BP [2] est un bon exemple de l'enjeu de l'étude de la relation société-environnement. Dans un environnement marqué par une dégradation climatique majeure, celle du plus grand froid sec du paléolithique supérieur, des groupes humains utilisaient une technique inédite de taille du silex et produisaient ainsi des éléments d'armes de chasse et des outils très caractéristiques. Les groupes qui ont adopté ces pratiques étaient localisés en France du sud et de l'ouest, et dans la péninsule ibérique, alors que dans le reste de l'Europe, les groupes issus de la même tradition culturelle gravettienne avaient fait d'autres choix. Cette nouvelle entité, identifiée dès 1863 à Laugerie-Haute, a elle-même évolué, durant 6 000 ans dans la péninsule ibérique et 4 000 ans en France, tout comme les conditions climatiques. Les Protosolutréens auraient vécu pendant le maximum de froid et d'aridité, au début de l'événement d'Heinrich 2 (26 500 - 24 300), alors que les Solutréens et leurs successeurs auraient connu le dernier maximum glaciaire, très légèrement moins froid (24 000-18 000) et moins sec.

Cet exemple peu commun de l'émergence d'une culture paléolithique lors d'une dégradation climatique importante renforce l'enjeu de l'étude de la relation société-environnement. Il pourrait, dans un premier temps, être formulé ainsi : quelles conséquences la dégradation climatique a-t-elle eu des sur les populations humaines,

[2] Toutes les dates ont été calibrées selon la dernière courbe de calibration Intcal13 (Reimer *et al*., 2013)

et dans quelle mesure les conditions climatiques sévères, le changement de la production lithique et des techniques de taille, voire de l'économie des ressources animales et de la mobilité sont-ils liés ? On peut décliner cet enjeu initial en de nombreuses questions : la dégradation du climat a-t-elle entrainé une modification des zoocénoses et ce faisant, du type de gibier, de son éthologie, de sa répartition géographique…, et donc des stratégies et/ou techniques de chasse, des armes de chasse, voire de la mobilité des groupes et de l'organisation de leur cycle annuel en termes d'acquisition de différentes ressources et de saisonnalité des activités diverses ? Il semble que les questions se résument à deux hypothèses pour expliquer les grands changements observés, celle d'une dégradation climatique qui serait à l'origine de toutes les autres modifications, en chaine, et celle d'une relation plus variable (d'inexistante à directe) entre les conditions climatiques et tous les autres paramètres (climat, industrie lithique, subsistance, mobilité…). Encore faut-il vérifier l'existence de spécificités dans l'économie solutréenne, avant de s'interroger sur une éventuelle relation avec l'environnement. C'est ce que nous proposons de faire dans ce chapitre, à l'échelle du système d'exploitation des ressources animales : rendre compte des caractéristiques climatiques et des environnements, analyser des données relatives aux gibiers, aux stratégies de chasse au renne, à l'acquisition des bois, et à la saisonnalité des approvisionnements. C'est l'analyse des données archéozoologiques et paléoclimatiques qui fondera notre étude, que nous mènerons avant de questionner les données relatives aux autres ressources, afin de proposer une hypothèse relative au cycle annuel de nomadisme des Solutréens.

L'ENVIRONNEMENT DES SOLUTREENS AU NORD DES PYRENEES

Milieu et climat entre 26 000 et 22 000 ans : enjeux et données

L'environnement est une composante majeure des sociétés humaines et à ce titre, son étude est indispensable à l'anthropologue qui étudie les systèmes économiques, la mobilité, et l'habitat. Les questions globales posées dans le cadre des sociétés, ici solutréennes (cf *supra*), ne nécessitent pourtant pas une connaissance détaillée de tous les paramètres des conditions climatiques et des milieux. Il s'agit en fait pour le préhistorien d'identifier ceux qui ont influé sur la vie des groupes humains. Dans quelle mesure, par exemple, l'épaisseur de la neige, la continuité du sol gelé ou encore les températures moyennes ou minimales saisonnières ont elles constitué des contraintes fortes ? De plus, les données elles-mêmes diffèrent selon les contextes.

Les données issues de contextes naturels, continentales (terrestres et glaciaires) et océaniques, proviennent des enregistrements des sédiments et des calottes de glace. Dans les premiers, on étudie les pollens, les microcharbons, les microfaunes, les sédiments, dans les secondes, la géochimie des glaces et les retombées éoliennes. Ces données constituent le fondement des études climatiques et environnementales : les enregistrements sont continus et les données sont nombreuses, datées et corrélées à haute résolution, et elles ont

une valeur globale, voire régionale dans certains cas.

En contexte archéologique, les dépôts renferment deux types de restes. Certains (micromammifères, oiseaux, pollens, sédiments) sont d'origine naturelle et leur étude livre des informations d'ordre climatique. D'autres, directement liés à l'occupation humaine (gibiers, charbons), peuvent également documenter l'environnement, de façon moins précise que les données naturelles (cf *infra*). Ces données issues de contextes archéologiques ont des caractéristiques communes : peu de corpus et de tailles variables, une valeur locale, un contexte chronologique plus ou moins fiable, une représentativité difficilement évaluée et une moindre résolution.

Les données climatiques du continent européen (figure 1)

La présentation synthétique qui suit est fondée sur les publications suivantes : Duplessy et Ruddiman, 1984, Harrison et Sanchez Goñi, 2010, Sanchez Goñi, 2014, Magny, 1995, Masson-Delmotte, 2012, Sanchez Goñi et Harrison, 2010, Sanchez Goñi *et al*., 2002, 2008, 2012, D'Errico *et al*., 2012, Van Vliet Lanoë, 2005, 2007, Van Vliet Lanoë *et al*., 2001, 2005. Toutes les datations sont exprimées en cal BP (cf *supra*).

Une courbe climatique continue pour la fin du quaternaire a été construite grâce à l'enregistrement isotopique de l'oxygène des foraminifères issus des sédiments marins, qui a permis de définir des stades isotopiques marins (OIS) correspondant à la variation d'extension des calottes glaciaires (Shackleton, 1987).

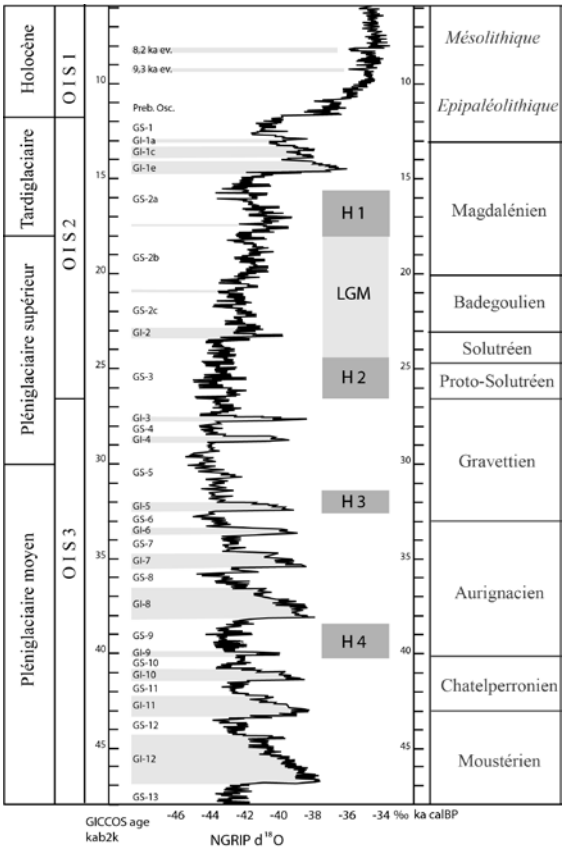


Figure 1 : Cadre chrono-climatique et chrono-culturel (sud-ouest de la France), d'après Aubry & Almeida, 2013 et Blockley *et al.*, 2012.

Les forages récents du Groenland et de l'Antarctique dans les calottes de glace ont permis de préciser ces fluctuations par la mesure du rapport isotopique de la neige (δ18 O), dont la relation avec la température est linéaire. On sait à présent que la fin de la période glaciaire (OIS 4 à 2c : 73 500-14 700) est marquée par des changements climatiques rapides et de forte amplitude, de l'ordre du millénaire et dont la périodicité est irrégulière. Deux types de changements climatiques rapides ont été décrits et précisément datés. Les oscillations de Dansgaard-Oeschger sont des réchauffements brutaux (interstades GI) entrecoupés de phases froides (stadiaires GS), mis en évidence par le rapport isotopique de la neige dans les calottes glaciaires (Dansgaard *et al*., 1984).

Les conditions climatiques restent néanmoins froides en GS et en GI, et le passage d'un stade à interstade est rapide, peut-être inférieur à moins d'un siècle. Au total, une quarantaine de phases sont associées à 19 DO qui ont une signature globale puisque les interstades coïncident avec des réchauffements dans l'hémisphère Nord. Les événements d'Heinrich sont le second type de changement climatique rapide, mis en évidence dans les séquences sédimentaires marines du nord-est de l'Atlantique Nord : ce sont six phases froides, associées aux formations de dépôts de débris flottant d'icebergs, qui ont respectivement duré de 1 400 à 2 400 ans (Heinrich, 1988). Un événement d'Heinrich intervient au terme d'une série d'interstades DO d'intensité croissante : ces réchauffements brutaux provoquent un effondrement en cascade de toutes les calottes de glace autour de l'Atlantique Nord. Il s'accompagne d'un vêlage accru d'icebergs qui apporte de l'eau douce et refroidit l'océan et le climat, en bloquant rapidement la circulation thermohaline, et donc le courant du Gulf Stream.

Les fluctuations climatiques des DO et des H sont reconnues dans les séries marines et terrestres (tourbes, lacs et loess[3]) ; l'étude des carottes de glace du Groenland et des sédiments marins de l'Atlantique Nord a révélé une forte variabilité climatique de la dernière période glaciaire (Blockley *et al.*, 2012).

Le paléolithique supérieur (40 000 – 11 700) est, au sein du pléniglaciaire supérieur, contemporain des GIS 1 à 8, et du H1 au H4 (cf figure 1). Le refroidissement qui s'est accentué depuis 40 0000 ans dans les bassins atlantique et pacifique n'a pas empêché le réchauffement marqué sur le continent européen durant l'inter-pléniglaciaire (OIS 3). Le refroidissement se poursuit à partir de 40 000, avec l'augmentation graduelle du volume de glace jusqu'au cours de l'OIS 2 (26 000 ans), contemporaine d'une baisse graduelle des températures de l'atmosphère au-dessus du Groenland, et d'un faible taux d'insolation estivale à hautes latitudes. La calotte glaciaire est ensuite stable jusqu'en 19 000. Le climat reste modulé par la variabilité des DO entre 30 000 et 23 000 ans et il atteint une stabilité relative entre 23 000 et 19 000 ans (entre fin H2 et début H1). Cette dernière période est traditionnellement nommée le dernier maximum glaciaire (LGM)[4] alors qu'elle ne traduit pas le climat le plus extrême de la dernière période glaciaire. En effet, les valeurs enregistrées pour les températures de l'atmosphère au-dessus du Groenland et des eaux de surface au large des côtes ouest-européennes sont bien plus élevées que celles des H et que celles de certains interstades. En réalité, le maximum de froid et d'aridité se situe vers 25 500, entre H3 et H2. En Europe, entre 25 000 et 23 000, le milieu est très aride et très froid, le pergélisol connait son extension maximale et le niveau marin est au plus bas (-130m). L'humidité relative augmente ensuite par paliers sur les continents, jusque vers 15 000. Une brusque amélioration se produit, vers 13 500 ans après une débâcle glaciaire majeure, et avant le dernier

[3] Par exemple les dépôts loessiques du Bassin Parisien (Antoine *et al.*, 1998 ; Hasaerts *et al.*, 1981)

[4] Dernier calage chronologique du NorthGrip : 24300-18000. En fait, les glaciers de moyenne latitude sont exposés à des réchauffements bruts avec précipitations accrues, et ils entrent en crue, notamment à 20000 ans, constituant des surges (« ice stream »).

refroidissement, brutal, du Dryas récent vers 11 000 (cf figure 1).

Les groupes solutréens ont donc vécu durant le pléniglaciaire supérieur, période caractérisée par le développement général des calottes glaciaires continentales de l'hémisphère Nord, qui a abaissé le niveau marin à son minimum. Un maximum de froid est identifié, en Europe moyenne, entre 25 000 et 22 000 et aucun épisode d'amélioration climatique n'a été mis en évidence. Le faible taux d'insolation durant le printemps et l'été ainsi qu'une certaine aridité étaient associés à un pergélisol plus ou moins continu, qui couvrait l'ensemble de la France à l'exception des zones côtières méditerranéenne et atlantique (figure 2). La continuité du pergélisol implique deux faits importants dans notre perspective : l'absence d'un manteau neigeux important en automne et au début de l'hiver, des températures moyennes annuelles de l'air inférieures à -8° (comprises entre -5 et -15°).

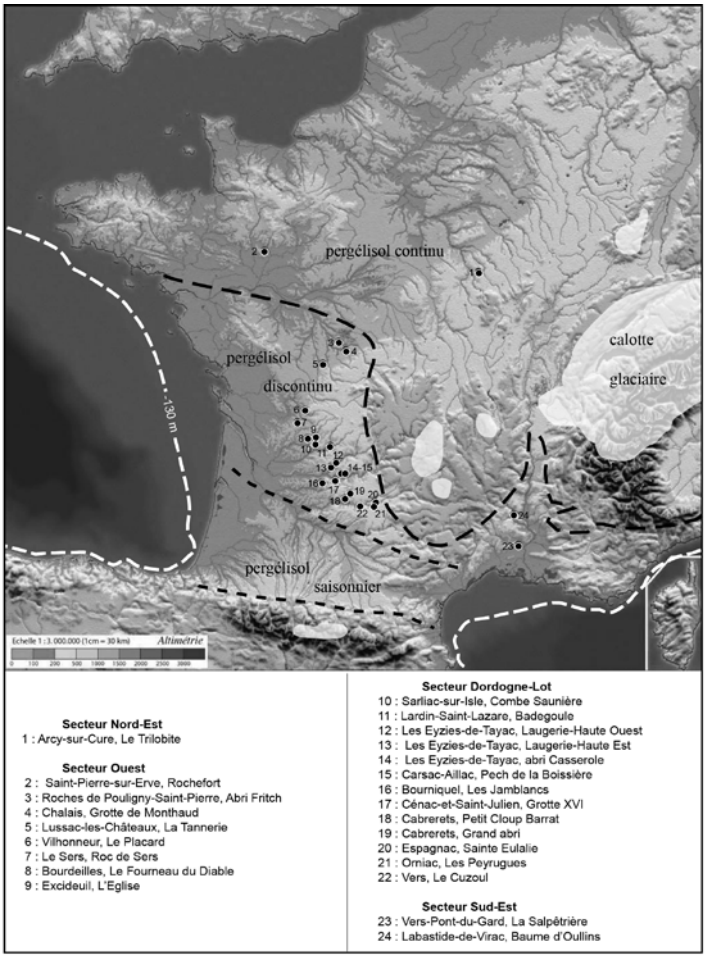


Figure 2 : Carte des sites solutréens où la faune est documentée (limites du permafrost d'après Van Vliet *et al.*, 2005 et Bertran *et al.*, 2013).

Végétation et paysages au pléniglaciaire supérieur

Qu'il s'agisse de données issues des tourbes et des lacs[5] ou de carottes marines, ce sont principalement les études à haute résolution des pollens et des microcharbons qui documentent les changements de végétation. Ainsi, même les assemblages polliniques marins donnent une image fidèle de la végétation régionale européenne, à la différence des échantillons issus des remplissages karstiques dont l'interprétation en termes d'environnement végétal reste controversée (par exemple, Sanchez Goñi, 1999). Ainsi, l'étude des carottes marines des marges ouest européennes indique que chaque stade GS et H est marqué par une steppe à graminées dans l'ouest de la France, et un paysage semi désertique dans le sud de la péninsule ibérique. Les températures moyennes du mois le plus froid sont estimées à 10° en deçà des températures actuelles, et les précipitations étaient diminuées de moitié (400 mm). Les analyses de données polliniques n'identifient aucun réchauffement entre 25 et 15 ka, période très froide et très sèche (Elenga *et al*., 2000, Fletcher *et al*., 2010, Sanchez Goñi, 1991, 1994, 1996) : d'après toutes les séquences palynologiques continues, méditérranéennes et eurosiberiennes, les paysages sont ouverts, ce qui invalide l'hypothèse de l'existence d'interstades de Laugerie et Lascaux (Leroi-Gourhan, 1968). Quant à la réponse de la végétation aux oscillations climatiques, elle est, selon Maria Fernanda Sanchez Goñi, immédiate et rapide : « Pollen records from marine cores from the northern extrtropics confirm that there is no lag between the change in climate and the vegetation response, within the limits of the dating resolution (50-100 years)" (Harrison et Sanchez Goñi, 2010, p. 2957)

Dans un environnement de steppe froide et sèche, les Solutréens (et les Badegouliens) ont vécu dans un environnement ouvert de type steppique, avec une végétation dominée par les herbacées[6], qualifié de steppe froide (Sanchez Goñi, *ibid*.). Il faut attendre 15 000 cal BP pour que l'emprise de la végétation soit croissante, et d'un autre type, de la toundra à une steppe buissonnante.

ZOOCENOSES ET MILIEUX ENTRE 26 000 ET 23 000 CAL BP

Les indicateurs du milieu

Plusieurs types d'informations permettent d'identifier les zoocénoses et les milieux : les espèces, d'origine anthropique ou naturelle, représentées dans les occupations humaines (les avens étant rares et mal datés), les données issues des analyses isotopiques des restes de grands mammifères, et la taille des populations animales et des individus.

Les analyses isotopiques des restes fauniques de grands mammifères, réalisées pour les sites du sud-ouest de la France confirment l'existence d'un climat très

[5] En France, la grande Pile, les Echets, le Bouchet : Beaulieu et Reille, 1984, 1992, Beaulieu *et al*., 1988, Reille et Beaulieu, 1988, Pons *et al.*, 1992, Woillard, 1978, Guiot, 1987, 1990, Guiot *et al*., 1993.

[6] Herbacées : Armoises (*Artemisia*), Graminées (poacées) et Chenopodiacées. Arbres et arbustes : Pin (*Pinus*), Genévrier (*Juniperus*), Bouleau (*Betula*), Saule (*Salix*).

froid, maximal durant le Solutréen. Les valeurs de l'azote 15 (δ^{15} N) des sols, liées à une activité microbiologique ralentie, sont particulièrement basses dans les milieux arctiques. Or, les valeurs de δ^{15} N du collagène des grands herbivores présentent justement un minimum entre 21 000 et 18 000 BP, soit entre 25 200 et 21 500 cal BP, pour toutes les espèces à l'exception du Renne dont les valeurs sont néanmoins très basses et diminueront encore pendant les 2 000 ans suivants (Drucker, 2001). Les valeurs du carbone 13 (δ^{13} C), représentatives du type d'alimentation, confirment la particularité du Renne, dont le δ^{13} C est toujours le plus élevé en raison de sa consommation de lichens.

S'il est difficile d'identifier des variations dans la taille des populations de Renne, qui témoigneraient d'éventuelles modifications des conditions climatiques, est-il possible de savoir si la taille des individus a évolué sous l'influence du climat froid et sec ? L'étude de Jacobo Weinstock, la plus complète sur le sujet, met en évidence, à partir du calcul de l'index de variation de taille moyenne (VSI) des rennes du paléolithique supérieur ouest européen, une évolution de leur taille et notamment une diminution autour de 21 700, au début du Magdalénien en France (Weinstock, 2000). En effet, ses propres mesures des restes de Laugerie-Haute Est - différentes de celles de Delpech, 1983 - attestent qu'un « very marked decreased in the size of reindeer occured with the onset of the Magdalenian 0 - dated to 18,260 +/- 360 BP ... reaching its lowest point during the Magdalenian II. » (Weinstock, 2000, p. 61). L'auteur a testé systématiquement les différences observées entre les niveaux et il conclut que « Finally, the size of reindeer declined dramatically with the onset of the glacial maximum, which appears to be concurrent with the beginning of the Magdalenian » (*ibid*.: 67). C'est donc après le Solutréen, 2 000 à 4 000 ans après le maximum de froid, que la taille des rennes aurait diminué. Si cela était confirmé, il faudrait savoir s'il existe un rapport entre la taille minimale des rennes de Laugerie-Haute et les valeurs minimales de l'azote 15 (δ^{15} N) des rennes, elles aussi postérieures au Solutréen (cf *supra*), autour de 22 000.
En fait, outre la question méthodologique liée à l'utilisation du VSI, la relation entre la taille du Renne et les conditions climatiques est très complexe, comme en témoignent les nombreuses études sur le Renne actuel (Millien *et al*., 2006). La multiplicité des critères (latitude, topographie, climat, végétation, disponibilité des ressources saisonnières) et la difficulté de les hiérarchiser constituent un frein à l'explication d'une éventuelle évolution de taille (voir Magniez, 2010). Les caractères décisifs dans la survie des individus ne font pas l'unanimité et leur influence sur la taille des individus reste à quantifier : par exemple, l'importance du recouvrement neigeux (Baskin et Danell, 2003), la qualité de la nourriture du territoire d'été (Reimers, 1983), la résistance au stress environnemental (Skogland, 1983). Identifier et interpréter ce type de variations pour des populations représentées par des restes osseux issus de sites archéologiques est nécessairement plus complexe, en raison de problèmes déjà évoqués, tels que la représentativité des séries et leur position chronologique.

Pour conclure, si les rennes contemporains des Solutréens ont souffert du froid et de l'aridité entre 26 000 et 23 000 et que ces

conditions sévères ont affecté leur taille, cette diminution n'aurait été enregistrée dans les restes osseux que vers 21 700.

Les faunes de mammifères et d'oiseaux témoignent-elles de ce très grand froid sec et de quelle façon : des espèces marqueurs, des associations typiques, des espèces majoritaires?
La présence et la proportion relative d'espèces caractéristiques de milieux bien identifiés livrent des informations de nature et de précision différentes selon les catégories (micromammifères, avifaune, grands herbivores). La présence, dans les remplissages d'abris et de grottes, de micromammifères et d'oiseaux caractéristiques de milieux très froids [7] confirme l'existence de conditions environnementales très froides et sèches entre 24 000 et 15 000 (Mourer-Chauviré, 1975 ; Chaline, 1977 ; Jeannet, 2010, sous presse). Dans les deux cas, il s'agit d'espèces froides représentant une phase d'émigration d'espèces boréales eurasiatiques. Néanmoins, leur présence ainsi que les associations typiques, ne sont pas caractéristiques de cette seule période très froide 25 000 -15 000 ans puisqu'elles sont identifiées à la fin du Würm III et au tardiglaciaire. Dans le cas des oiseaux, c'est la diminution de leur part jusqu'au début de l'Holocène qui identifie l'amélioration climatique.

Les grands mammifères

Le milieu de steppe froide du pléistocène européen correspond à un écosystème révolu (dit « steppe à mammouth ») marqué par la coexistence de nombreuses espèces de grands mammifères qui appartiennent aujourd'hui à des environnements distincts. La biomasse de grands mammifères de cet écosystème est considérée comme très importante (Guthrie, 1968, 2001). De quelle façon la période 26 000-22 000 ans documente-t-elle un tel environnement ?
Afin d'examiner la faune de grands mammifères, nous avons sélectionné les 24 sites (59 ensembles [8]) où la faune était conservée et où les espèces représentées étaient connues, dans toutes les régions où des sites solutréens ont été identifiés, à l'exception des Pyrénées : au Nord-Ouest en Mayenne, dans le sud du Bassin Parisien, le nord/nord-est du Massif Central, la basse vallée du Rhône, le grand Sud-Ouest et la vallée de la Creuse (tableau 1). Les lagomorphes et les autres carnivores que les canidés n'ont pas été enregistrés, en raison de l'hétérogénéité des données, liée à la récolte différentielle, à la détermination spécifique et à l'origine non anthropique de certains restes.

[7] Pour les micromammifères : Lemming à collier (*Dicrostonyx torquatus*), Lemming de Norvège (*Lemmus lemmus*), Souslik (*Citellus superciliosus*), Campagnol des hauteurs (*Microtus gregalis*). Pour les oiseaux : Lagopède des Alpes (*Lagopus mutus*), Lagopède des saules (*Lagopus lagopus*), Faucon gerfaut (*Falco rusticolus*), Chouette harfang (*Nyctea scandiaca*), Chocard (*Pyrrhocorax graculus*), Bruant des neiges (*Plectrophenax nivalis*), Grand tétras (*Tetrao urogallus*).

[8] 48 ensembles ont livré des données quantitatives, 49 en incluant le niveau IV de Badegoule pour lequel J. Bouchud a comptabilisé le nombre de restes de Renne.

SITES	Niveaux	Renne	Chv	Bov.	Bq.	Chm.	Sg.	Cerf	Chvr.	San.	Mam.	R. L.	Cnd.	NR dét.
1. Le Trilobite **Breuil 1911**	4	XXX	X	X							X		X	
2. Rochefort Bémilli & Hinguant 2012	4.1 à 4.4	XXX	XX	X	X			X?	X	X	X	X	X	857
3. Fritsch **Bayle 2000**	7a à 10b	XXX	XX		X		X	X					X	564
4. Mouthaud **Pradel 1967**	3 niveaux	XXX	X	X	X	X		X					X	
5. La Tannerie **Pradel 1950**		XXX	X	X	X	X	X	X					X	
6. Le Placard Guggo 1995 et inédit	sect. Y et Z 12 niv.	XXX	X	X			X						X	2848
7. Le Roc de Sers Fontana *et al.* inédit	TGR	XXX	X	X	X		X						X	4072
8. Le Fourneau TUTS **Fontana 2001**	4 niveaux	XXX	X	X	X		X	X		X	X		X	3971
9. L'Eglise (J. Parrot) **Delpech 1983**	niveau Sol sup	XXX	X	X				X	X	X			X	234
10. Combe Saunière **Castel 1999**	IV	XXX	X	X	X	X	X	X		X			X	5116
11. Badegoule **Bouchud 1966**	Sol. I à Sol. IV	XXX	X	X	X	X		X		X	X	X	X	> 7000
12. Laugerie-Haute Ouest **Delpech 1983 (f. Bordes)** **Madelaine 1989 (f. Peyrony)**	1 à 12 Sol moyen	XXX XXX	X X	X X	X X	X X	X	X X	Ovibos		X X		X X	3491 1007
13. Laugerie-Haute Est **Delpech 1983**	21 à 31	XXX	X	X	X	X		X					X	843
14. Casserole **Castel 2013**	NA 7 à 8?	XXX	X	X									?	! 28
15. Perh de la Boissière **Madelaine inédit**	niveau Sol sup II	XXX	X	X			X	X						41
16. Les Jamblancs **Daucker *et al.* 2000**	3	XXX	X	X			X	X			X		X	437
17. Grotte XVI **Grayson & Delpech 2003**	As	XXX	X	X	X	X	X	X	X	X			?	503
18. Petit Cloup Barrat **Castel *et al.* 2006**	8a	XXX	X		X								?	! 24
19. Grand abri Cabrerets **Castel 2013**		XXX	X		X	X							?	! 90
20. Ste Eulalie (f. Lorblanchet) **Delpech 1983**	IV	XXX	X	X	X	X		X						59
21. Le Cazoul de Vers **Castel 1999, 2003, 2013**	29 à 31	XXX	X		X	X							X	335
22. Les Peyrugues **Juillard inédit dans Castel 2013**	10 à 14	XXX			X	X		X	X				?	143
23. La Salpêtrière **Bémilli 1995** **Rillardon 2010**	d e à 18-7	XXX XXX	XX XX	X X	X X	X		X X					X X	337 3032
24. Baume d'Oullins **Bémilli 1995** **Bémilli 1995**	d CCL1, LCR1	XXX X	X X	X	X X	X		X X						570 70

Tableau 1 : Taxons identifiés dans les 24 sites solutréens documentés contenant des restes fauniques (grands herbivores et canidés). *XXX : espèce majoritaire, Chv : Cheval, Bov : Bovinés, Bq : Bouquetin, Chm : Chamois, Sg : Saïga, Chvr : Chevreuil, San : Sanglier, Mam : Mammouth, Rl : Rhinocéros laineux, Cnd : Canidés*

Dans le cas des grands herbivores, les données livrent deux informations principales. D'une part, le Renne (*Rangifer tarandus*) est le premier grand herbivore chassé : il occupe le premier rang dans 47 des 49 niveaux recensés et ses restes représentent plus de 50% dans 46 niveaux, la Salpêtrière (couches 5 et 6) faisant exception (tableau 2).

SITES	Total	Ongulés	Renne	Renne/Org	Renne/T
49 ensembles	NR det.	NR det.	NR det.	%NR	%NR
Rochefort C4.1 à 4.4	857	826	475	57,51	55,43
Fritsch C3a à C10b	564	548	491	89,6	87,06
Le Placard, zone Y					
couche 5	678	671	551	82,12	81,27
couche 6	281	278	228	82,01	81,14
couche 7	52	52	44	84,62	84,62
couche 8	109	109	92	84,4	84,40
couche 9	96	96	95	98,96	98,96
Le Placard, zone Z					
couche 1	321	318	207	65,09	64,49
couche 2	49	49	35	71,43	71,43
couche 3	280	204	155	75,98	73,81
couche 4	160	144	112	77,78	70,00
couche 5	306	268	162	60,45	52,94
couche 6	348	323	287	88,85	82,47
couche 7	238	236	232	98,31	97,48
Roc de Sers TGR	4072	4070	3511	86,27	86,22
Fourneau du diable					
TI Solutéen	654	651	559	85,87	85,47
TS. Strate de base	586	585	466	79,66	79,52
TS. Strate moyenne	1264	1264	963	76,19	76,19
TS. Strate supérieure	1467	1446	1186	82,02	80,85
Combe Saunière couche IV	5116	4504	3721	82,62	72,73
Badegoule S IV	6500	6400	6200	96,88	95,38
Laugerie-Haute Ouest					
couches I2a et I2b	1126	1121	1085	96,79	96,36
couches I2c et I2d	555	555	537	96,76	96,76
couche 11 A	147	145	121	83,45	82,31
couches 11-8	513	508	437	86,02	85,19
couches 7-4	1037	1023	1014	99,12	97,78
couches 3-1	413	406	378	93,1	91,53
L Peyrony Sol Moyen	1007	1006	789	78,43	78,35
Laugerie-Haute Est					
couche 31	356	354	319	90,11	89,61
couches 30-29	272	272	257	94,49	94,49
couches 28-25	159	158	134	84,81	84,28
couches 23-21	56	55	41	74,55	73,21
L'Eglise Sol. Sup	234	220	126	57,27	53,85
Pech de la Boissière Sol sup II	41	41	29	70,73	70,73
Les Jambes c couche 3	437	434	354	81,57	81,01
Grotte XVI couche AS	503	503	409	81,31	81,31
Ste Eulalie couche IV	59	59	51	86,44	86,44
Cuzoul de Vers couches 30-31	335	334	300	89,82	89,55
Les Peyrugues					
couche 10	37	37	31	83,78	83,78
couches 11 à 14	106	106	94	88,68	88,68
Salpêtrière					
couche d	357	356	242	67,98	67,79
couche e	51	50	19	38	37,25
couche s-v	2570	2567	2013	78,42	78,33
couche 24	57	57	43	75,44	75,44
couche 6	240	236	65	27,54	27,08
couche 5	55	55	20	36,36	36,36
couche 18-7	59	59	33	55,93	55,93
Baume d'Oullins					
couche d	570	570	450	78,95	78,95
couche LCR1	49	49	39	79,59	79,59

Tableau 2 : Part du Renne dans les 49 ensembles (18 sites) solutréens documentés.

D'autre part, sa prépondérance est écrasante, à hauteur de plus de 62% dans 42 des 49 niveaux (figure 3). C'est une situation unique à l'échelle du paléolithique supérieur français, déjà soulignée (Fontana, 2013) et qui se confirme avec l'augmentation du corpus d'étude. En effet, si le Renne est présent dans l'environnement tout au long du paléolithique supérieur, ses populations se développent dès le début du pléniglaciaire supérieur, qui correspond à la fin du Gravettien en France. Enfin, l'abondance du Renne s'accompagne de la présence du Cheval qui est systématiquement le second ongulé représenté. Cette association Renne-Cheval représente plus de 80% dans 44 des 48 niveaux documentés, entre 70 et 80% dans trois niveaux de la Salpêtrière et au Pech de la Boissière (figure 4). S'accompagne-t-elle d'espèces marqueurs de milieux très froids et arides (cf. tableau 1) ?

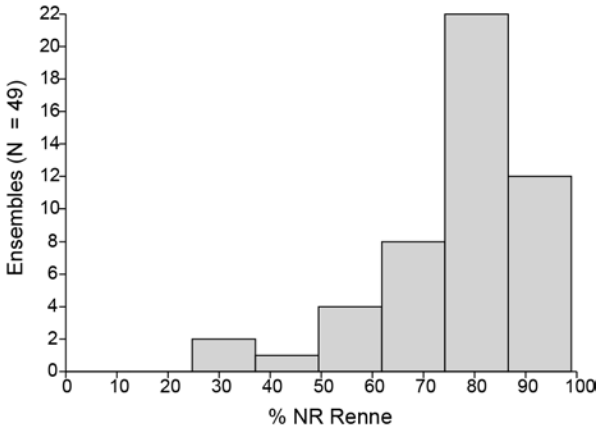


Figure 3 : Part du Renne dans les 49 ensembles solutréens documentés, exprimée en % du Nombre de Restes déterminés.

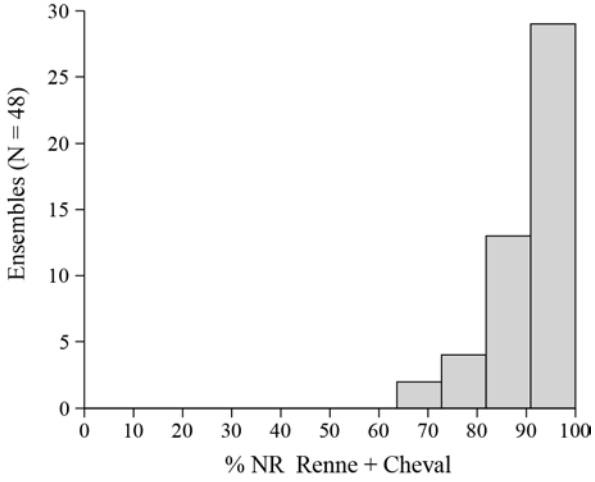


Figure 4 : Part de l'ensemble Renne et Cheval dans les 48 ensembles solutréens documentés, exprimée en % du Nombre de Restes déterminés.

Il semblerait en effet que certaines espèces originaires de régions plus septentrionales aient rejoint la France lors du refroidissement du début du pléniglaciaire. C'est le cas de l'Antilope saïga (*Saïga tatarica*), qui vit actuellement dans les steppes sèches et les déserts semi-arides d'Asie centrale où elle supporte des températures extrêmes, l'été comme l'hiver. Ses restes ont été identifiés dans dix des vingt-quatre sites solutréens documentés, tous situés hors du Lot et du Languedoc oriental où elle n'a toujours pas été identifiée à cette période[9]. La petite taille des ensembles fauniques solutréens du Lot explique-t-elle cette absence qui ne serait qu'apparente ? Ou bien l'absence de l'Antilope saïga des deux régions les plus au sud du corpus témoigne-t-elle à cette période, d'une limite méridionale de répartition, liée à des milieux moins ouverts et/ou moins arides ? Le Chamois (*Rupicapra rupicapra*), espèce vivant dans des milieux légèrement plus humides, y est systématiquement identifié.

Les restes d'Antilope saïga dans les ensembles solutréens constituent une nouveauté à l'échelle du pléistocène supérieur, les traces précédentes de sa présence en France datant de la fin du Riss (Delpech et Heintz, 1976 ; Delpech et Prat, 1995). Elle est néanmoins très faiblement représentée, en deçà de 1%[10], à l'exception de l'abri Fritsch et du Placard (3% maximum).

S'il est possible que le Bœuf musqué (*Ovibos moschatus*), identifié dès le pléistocène moyen, ait été présent en France au début du paléolithique supérieur (voir Castel et Madelaine, 2006), les occupations solutréennes restent très discrètes sur sa présence au début du pléniglaciaire supérieur. En effet, cet animal caractéristique des milieux septentrionaux et secs a été identifié dans deux niveaux du Solutréen (moyen et supérieur) des fouilles Peyrony de Laugerie-Haute Ouest, qui contenaient chacun une molaire (Madelaine, 1989 ; Castel et Madelaine, 2006). Son besoin

[9] Elle sera présente plus tard dans ces régions méridionales (Lot, Lot et Garonne, Pyrénées atlantiques, Ariège, Gard), au Dryas ancien, voire au Bölling.

[10] Aucune donnée quantifiée pour le site de la Tannerie où elle a été identifiée (Pradel, 1950).

d'étendues herbeuses, dégagées de neige, n'était probablement pas compatible avec le milieu d'alors, à moins que sa chasse n'ait été peu commune. On en sait également très peu sur le Rhinocéros laineux (*Coelodonta antiquitatis*) dont les restes sont tout aussi rares dans les niveaux solutréens. Présent en Europe depuis la fin du pléistocène moyen et signalé dans l'Aurignacien de Roc de Combe, il fut bien adapté à un milieu de steppe froide (Guérin et Patou-Mathis, 1996). On ignore, dans les deux sites où il est identifié, la nature exacte de ses restes : des « débris » dans la couche IV de Badegoule (Bouchud, 1966) et « deux restes » dans les niveaux de la grotte Rochefort - dont un daté de 15220+/-60 BP, dans la couche 4.1 (Huinguant et Biard, 2013).

Le Mammouth (*Mammuthus primigenius*) est identifié dans six sites solutréens. Il était lui aussi présent en Europe depuis la fin du pléistocène moyen, dans les steppes froides et les prairies (Guérin et Patou-Mathis, 1996). Ses restes sont généralement de rares fragments d'incisives et de molaires (Rochefort, Fourneau du diable, Solutréen III et IV de Badegoule, les Jamblancs), plus nombreuses à Laugerie-Haute Ouest et dans le Solutréen I de Badegoule, et accompagnées de fragments post crâniens dans ces deux sites et au Trilobite (Castel et Madelaine, 2006 ; Bouchud, 1966). Cette rareté, associée en quasi-totalité à des restes dentaires, est encore plus grande si on considère que dans les sites anciennement fouillés comme Badegoule et la grotte du Trilobite (Cheynier, 1949 ; Schmider, 1990) où différents ensembles chrono-culturels sont visiblement inclus dans les niveaux solutréens, les quelques restes de Mammouth pourraient être plus anciens. Une seconde raison, liée aux exigences écologiques de l'espèce et en partie à sa nourriture [11] , renforce l'hypothèse de populations de mammouths très peu développées en France. En effet, d'une part les milieux qui leur furent favorables étaient les vastes plaines d'Europe centrale et orientale dont les fonds de vallées (larges de deux à cinq kilomètres) constituaient leur territoire durant la saison froide. D'autre part, la quantité de végétaux (herbes sèches, en majorité des graminées, et rameaux d'arbrisseaux et de conifères) nécessaire à leur survie est estimée à 200 kilogrammes par jour pour un adulte, en sachant que les troupeaux comprenaient 20 à 30 individus (Vilechko et Zelikson, 2005). Si l'on ajoute à cela le fait que dès 24000, l'aridité du climat décroit progressivement, alors qu'elle est indispensable au proboscidien (caractérisée par les très fortes valeurs d'azote 15 : Bocherens, 2003 ; Drücker *et al*., 2014), l'environnement de la France apparait comme bien restreint pour des populations de mammouths. Par ailleurs, les représentations dans d'art pariétal et mobilier ne font pas d'emblée de ce proboscidien un « élément banal de l'environnement fauniques des hommes du paléolithique supérieur, au moins pendant certaines périodes » (Delpech, 1983) : la rareté du Renne, par exemple, associée à l'abondance des chevaux et des bisons sur les parois, n'est en aucun cas représentative de la réalité des zoocénoses à partir de 26000. Quoi qu'il en soit, si le Mammouth est un marqueur indéniable du froid sec, les occupations humaines du début du pléniglaciaire ne témoignent pas

[11] Identifiée grâce aux contenus stomacaux des individus congelés et aux analyses isotopiques du collagène de leurs os (cf *infra*).

de l'importance de ses populations dans l'environnement[12].

Le Renard polaire (*Alopex lagopus*) et le Lièvre variable (*Lepus timidus*) sont des petits mammifères communs au pléistocène supérieur et ils sont présents dans la quasi-totalité des sites. Néanmoins, leur représentation dans les sites solutréens reste très faible, à l'exception de Combe Saunière (près de 6% pour le Lièvre variable et 11% pour le Renard roux (*Vulpes vulpes*).

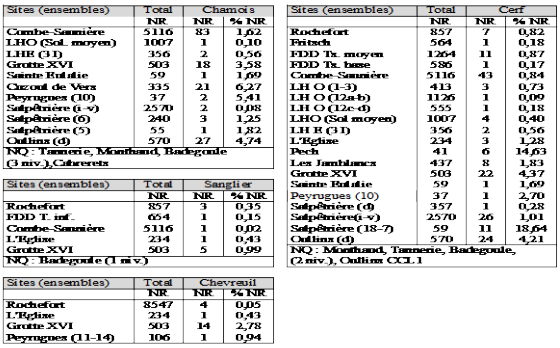
Pour conclure, les sites solutréens témoignent de la présence d'espèces typiques du froid sec, mais pas de leur abondance.

Les espèces de milieux tempérés et l'évolution des zoocénoses : à documenter

Qu'en est-il de la présence et de l'éventuelle association, à côté du binôme Renne/Cheval et des espèces froides, de taxons indiquant des milieux plus tempérés, comme le Sanglier (*Sus scrofa*) et le Chevreuil (*Capreolus capreolus*) et à un degré moindre le Chamois et le Cerf (*Cervus elaphus*) ? Le Sanglier est présent dans six des 59 niveaux documentés, le Chevreuil dans quatre niveaux, le Chamois dans 17 et le Cerf dans 25 (cf tableau 1). Comment interpréter la présence de ces restes d'animaux aujourd'hui typiques de milieux plus tempérés que ceux du Solutréen ? En dépit de leur identification dans quelques niveaux solutréens, leur présence dans l'environnement, qui serait liée à des radoucissements ponctuels ou/et à des secteurs géographiques particuliers, doit être démontrée. D'une part, ces restes se limitent toujours à quelques-uns et ne représentent jamais plus de 1% pour le Sanglier, de 2,78% pour le Chevreuil, de 6,27% pour le Chamois et de 5% pour le Cerf - à deux exceptions liées à des échantillons de moins de 60 restes (figure 5). D'autre part, ces quatre espèces ne sont pas systématiquement associées, même deux à deux. Enfin, il est possible que dans les quelques niveaux solutréens surmontés de niveaux contemporains de milieux plus tempérés, l'origine de certains restes soit intrusive, tout comme dans le cas de couches remaniées. La présence de ces quatre espèces durant cet épisode froid et sec est donc une question assez importante pour que la datation radiocarbone des restes de telles espèces devienne systématique dans les sites où le spectre faunique des niveaux solutréens est particulier[13]. C'est la seule façon de régler la question de l'existence de supposées zones refuges ou plus tempérées, systématiquement évoquée face à la présence de taxons moins froids. Cette idée persiste en effet, malgré les études de cortèges faunistiques et floristiques, hors site ou intra site, qui démontrent que c'est la part, et non la présence, de ces taxons mésophiles ou tempérés qui est significative (par exemple, Sanchez Goñi, 1999, Mourer-Chauviré, 1975).

[12] Selon Drücker *et al.* (2015), les populations de mammouths étaient peut-être déjà en difficulté dès le Gravettien, en France et en Allemagne.

[13] L'association, unique à ce jour, de toutes les espèces d'ongulés dans le niveau solutréen As de la grotte XVI est pour le moins surprenante et demande selon nous à être vérifiée (Grayson *et al*., 2001 ; Grayson et Delpech, 2005), d'autant que les parts du Sanglier et du Chevreuil, quoique infimes (0,99% et 2,78%) sont les plus élevées des sites solutréens documentés. Dans le cas de la grotte Rochefort, l'identification de carnivores forestiers et de restes d'Ours brun au sein de niveaux solutréens dont un tiers des datations radiocarbone sont postérieures à 21000 cal BP (Hinguant et Biard, 2013) rend impérative la datation de certaines espèces.



Sites (ensembles)	Total	Chamois	
	NR	NR	% NR
Combe-Saunière	5116	83	1,62
LHO (Sol. moyen)	1007	1	0,10
LHR (31)	356	2	0,56
Grotte XVI	503	18	3,58
Sainte Eulalie	59	1	1,69
Cuzoul de Vers	335	21	6,27
Peyrugues (10)	37	2	5,41
Salpêtrière (i-v)	2570	2	0,08
Salpêtrière (6)	240	3	1,25
Salpêtrière (5)	55	1	1,82
Oullins (d)	570	27	4,74
NQ : Tanneric, Monthaud, Badegoule (3 niv.),Cébrerets			

Sites (ensembles)	Total	Sanglier	
	NR	NR	% NR
Rochefort	857	3	0,35
FDD T. inf.	654	1	0,15
Combe-Saunière	5116	1	0,02
L'Eglise	234	1	0,43
Grotte XVI	503	5	0,99
NQ : Badegoule (1 niv.)			

Sites (ensembles)	Total	Chevreuil	
	NR	NR	% NR
Rochefort	8547	4	0,05
L'Eglise	234	1	0,43
Grotte XVI	503	14	2,78
Peyrugues (11-14)	106	1	0,94

Sites (ensembles)	Total	Cerf	
	NR	NR	% NR
Rochefort	857	7	0,82
Fritsch	564	1	0,18
FDD Tx. moyen	1264	11	0,87
FDD Tx. base	586	1	0,17
Combe-Saunière	5116	43	0,84
LH O (1-3)	413	3	0,73
LH O (12a-b)	1126	1	0,09
LH O (12c-d)	555	1	0,18
LHO (Sol moyen)	1007	4	0,40
LH R (31)	356	2	0,56
L'Eglise	234	3	1,28
Pech	41	6	14,63
Les Jumblancs	437	8	1,83
Grotte XVI	503	22	4,37
Sainte Eulalie	59	1	1,69
Peyrugues (10)	37	1	2,70
Salpêtrière (d)	357	1	0,28
Salpêtrière(i-v)	2570	26	1,01
Salpêtrière (18-7)	59	11	18,64
Oullins (d)	570	24	4,21
NQ : Monthaud, Tanneric, Badegoule, (2 niv.), Oullins CCL1			

Figure 5 : Représentation du Chamois, du Chevreuil, du Cerf et du Sanglier, dans les sites solutréens (NQ : non quantifié).

La grande faune présente dans les milieux fréquentés par les Solutréens au nord des Pyrénées se distingue, à l'échelle du paléolithique supérieur, par une importance inédite du Renne - qui reste systématiquement associé au Cheval – et la présence nouvelle de l'Antilope saïga. Est-il possible de mettre en évidence une évolution des cortèges fauniques au sein de cette période de 26 000 à 22 000 ans, qui traduirait une évolution du milieu et donc des conditions climatiques ? Une telle entreprise semble périlleuse, pour plusieurs raisons. En effet, si la présence et, dans certains cas, la part de certaines espèces (plutôt des grands herbivores) identifiées dans les occupations solutréennes découvertes permettent de confirmer globalement les conditions climatiques dominantes identifiées par les études paléo-environnementales hors sites entre 26 000 et 22 000 ans, elles ne peuvent fournir des données fiables plus précises (cf *supra*), pour deux raisons. D'une part, la faune de grands mammifères n'est pas la mieux à même de mettre en évidence des différences de conditions climatiques plus subtiles qu'un refroidissement drastique. D'autre part, les biais s'avèrent trop nombreux et empêchent la comparaison entre de nombreux sites : nombre et taille des ensembles étudiés, représentativité (liée aux méthodes de fouille et de collecte et à la stratigraphie du site), position chronologique. C'est pourquoi l'étude et la comparaison de la faune de plusieurs niveaux solutréens au sein d'un seul site ne peuvent livrer des informations fiables qu'à certaines conditions : compréhension de la mise en place et de l'évolution des

dépôts, connaissance des surfaces et des volumes fouillés, dates radiocarbone AMS réalisées sur des restes osseux spécifiquement déterminés, et test du caractère significatif des différences quantitatives supposées. Ainsi, le corpus de données actuellement disponible pour le Solutréen interdit provisoirement toute tentative de révéler une évolution des milieux. En effet, parmi les dates radiocarbone effectuées sur deux tiers des sites, seule une minorité est récente, les protocoles d'échantillonnage étant méconnus pour la plupart. L'attribution chrono-culturelle est, quant à elle, très difficile dans de nombreux cas, puisque le phasage du Solutréen suscite encore de vifs débats (Aubry et Almeida, 2013 ; Aubry et Zilhao, 2018). De plus, au moins un tiers des ensembles fauniques provient de sites anciennement fouillés, non tamisés, dont les contextes stratigraphiques sont très mal connus. Enfin, outre les ensembles fauniques non quantifiés, environ un quart ne comporte pas plus de 100 restes déterminés. Pour toutes ces raisons, il ne nous semble pas encore possible d'identifier une évolution des milieux entre 26 000 et 22 000 *via* les faunes chassées documentées ; l'exemple de la tentative de « biostratigraphie » pour Laugerie-Haute (Delpech, 2012) nous conforte dans cette idée. En effet, l'enregistrement du NGrip qui identifie ce grand froid de 26 000-22 000 ans n'indique qu'une seule modification importante, au GIS2, sous la forme d'un réchauffement en 23 000/22 500 ans, identifié par ailleurs dans les séquences loessiques d'Europe du Nord (par ex. Haesaerts *et al*., 1981 ; Antoine *et al*., 2009). Par conséquent, la « gradation de la sévérité du climat » (Delpech, *ibid.*) supposée - entre le Solutréen ancien et le Magdalénien 0 - à partir de l'étude des restes de la séquence solutréenne de Laugerie-Haute Est - est difficilement envisageable, la fin du Solutréen correspondant justement au seul réchauffement de la période 24 000 – 18 000 ans (Antoine et Locht, 2015).

Les espèces de grands mammifères représentées dans les sites solutréens situés au nord des Pyrénées confirment que la période 26 000-22 500 fut particulièrement froide et sèche. Néanmoins, ces faunes ne traduisent pas, en l'état actuel des recherches, le maximum de froid et d'aridité, située dans la première moitié de la période. Le Renne, grand herbivore majoritaire, occupait cet environnement de steppe-toundra où les lichens abondaient, avec le Cheval qui évoluait sur des espaces en partie différents pour se nourrir d'herbes hautes. Plus rares étaient les Bovinés, le Bouquetin, le Chamois, le Cerf, et l'Antilope saïga, seule en compétition avec le Renne, comme l'atteste la proximité de leurs taux de $\delta^{13}C$ [14] (Drücker, 2001). La présence de secteurs soumis à des conditions climatiques moins drastiques où se seraient réfugiées des espèces tempérées (Chevreuil, Sanglier, carnivores forestiers) reste à démontrer. Seule la région méditerranéenne présente des données quantitatives légèrement différentes des autres régions, qu'il faudrait confirmer par l'étude de corpus issus de fouilles récentes. Tentons à présent de savoir si les gibiers choisis par les Solutréens ont été particuliers et dans quelle mesure ils

[14] Le Saïga ne devait pas consommer, comme actuellement, des plantes salifères : c'est ce qu'indique la forte différence des valeurs d'azote 15 et de carbone 13 entre des individus actuels et ceux du paléolithique supérieur français étudiés (Drücker, 2001). Les antilopes devaient probablement consommer plutôt des graminées.

documentent l'exploitation des ressources animales, le système économique et la mobilité des groupes humains entre 26 000 et 22 000 ans.

ECONOMIE DES RESSOURCES ANIMALES ET MOBILITE

Appréhender le système économique implique de poser les questions en termes d'acquisition des ressources (disponibilité, accessibilité, techniques), d'exploitation (organisation saisonnière des activités, techniques de fabrication, choix et gestion des produits), de mobilité (espaces habitables et fréquentables, fréquence et durée des déplacements) et d'habitat (localisation, aménagement). Examinons, dans cette perspective et en détail les espèces chassées, les stratégies de chasse et l'exploitation des bois de renne, avant de proposer une hypothèse relative au cycle annuel de nomadisme des Solutréens.

La grande faune chassée au nord des Pyrénées entre 26 000 et 22 000 ans

Le premier bilan des données relatives à la faune chassée durant le Solutréen au nord des Pyrénées a laissé apparaitre plusieurs éléments (Fontana, 2013) : la part majoritaire du Renne sur tous les sites, l'absence de singularité des espèces chassées par rapport aux autres périodes du paléolithique supérieur, la faible diversité des chasses. Ces premières conclusions sont-elles confirmées par l'élargissement du corpus d'étude et comment les analyser du point de vue de l'économie des ressources animales ?

L'animal le plus chassé est le Renne, sur tous les sites à l'exception de la Salpêtrière (dans trois ensembles sur sept) et de façon très importante, au-delà de 50% des restes dans 46 des 49 niveaux recensés (cf figure 3 et tableau 2). C'est le cas quels que soient le nombre et la durée des occupations puisqu'il n'existe pas de relation entre la taille des échantillons fauniques et la part du Renne (figure 6)[15]. La part de ce gibier diffère selon les régions documentées car il existe une différence importante entre les occupations du Languedoc oriental et celles du Sud/centre Ouest d'une part, et entre les sites Dordogne-Lot et ceux du centre Ouest d'autre part (figure 7 et cf figure 2). En effet, le Renne est davantage chassé dans le grand Ouest que dans le Languedoc oriental où de surcroit, l'importance de sa chasse est beaucoup plus variable. De plus, sa part est légèrement inférieure et plus variable dans le centre ouest que dans les sites de Dordogne-Lot. Ces différences se retrouvent nécessairement dans la part du Cheval puisqu'il est systématiquement le second gibier, quand il n'est pas le premier. Tout d'abord, ses restes n'atteignent jamais les 45%, et se situent en deçà des 23% dans 38 des 48 ensembles (figure 8a ; tableau 3). Quant à la différence régionale, elle est tout aussi claire : le Cheval est davantage chassé en Languedoc oriental et avec une grande variabilité, alors que son taux dépasse les 15% dans un seul cas (grotte de l'Eglise) en Dordogne-Lot, bien en deçà du centre Ouest où il atteint 36% à la grotte

[15] On peut d'ailleurs supposer que la part du Renne est même sous représentée au sein des grands herbivores, en raison du risque de confusion dans la détermination de certains fragments de diaphyse qui peuvent appartenir au Renne ou au Bouquetin et qui sont classés comme indéterminés dans une catégorie cf Renne ou encore Renne/Bouquetin.

Rochefort (figure 8b).

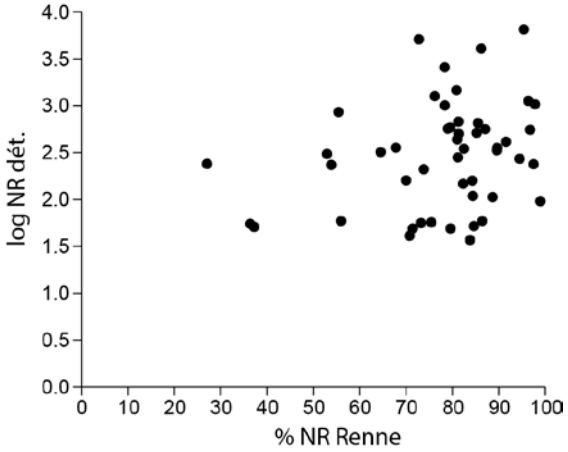


Figure 6 : Relation entre la part du Renne (% NR) et la taille des 49 ensembles solutréens documentés.

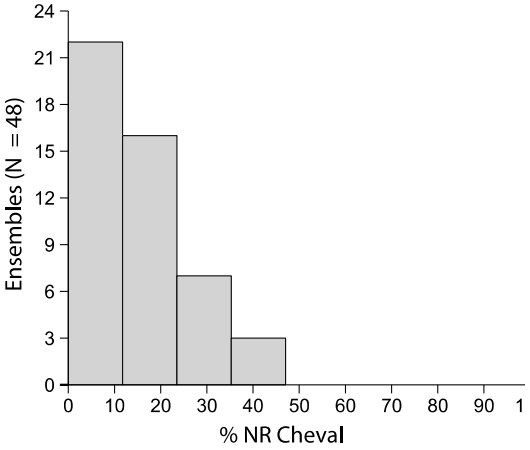


Figure 8 a: Part du Cheval dans les 48 ensembles solutréens documentés, exprimée en % du Nombre de Restes déterminés, en fonction de trois secteurs.

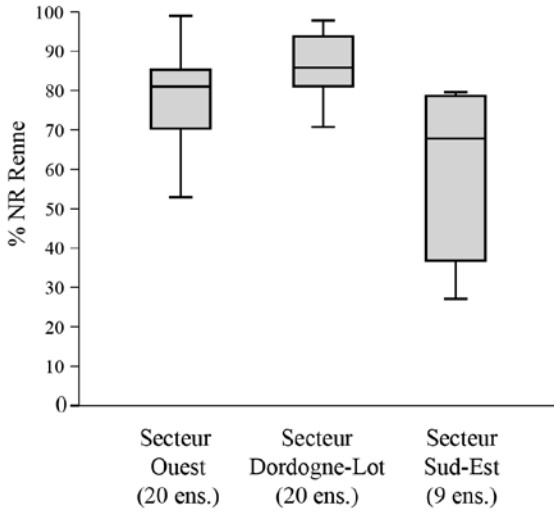


Figure 7 : Part du Renne dans les 49 ensembles solutréens documentés, exprimée en % du Nombre de Restes déterminés, en fonction de trois secteurs.

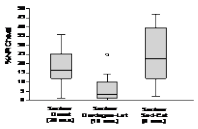


Figure 8 b: Part du Cheval dans les 48 ensembles solutréens documentés, exprimée en % du Nombre de Restes déterminés, en fonction de trois secteurs.

48 ensembles	NRd	Renne	Chv.	Bov.	Bq.	Ch.	Sg.	Cerf	Chr.	San.	Mam.	R. l.	Cd.	Sh.W.
Rochefort	857	475	306	2	24			7	4	3	3	2	31	1,047
Fritsch	564	491	36		3		17	1					16	0,542
Placard Y C5	678	551	97	5			18						7	0,627
Placard Y C6	281	228	45	1			4						3	0,644
Placard Y C7	52	44	8											0,429
Placard Y C8	109	92	15	2										0,489
Placard Y C9	96	95	1											0,325
Placard Z C1	321	207	106	3			2						3	0,768
Placard Z C2	49	35	13				1							0,672
Placard Z C3	210	155	43	2			4						6	0,77
Placard Z C4	160	112	32										16	0,802
Placard Z C5	306	162	103				3						38	1,008
Placard Z C 6	348	287	34				2						25	0,605
Placard Z C 7	238	232	3	1									2	0,143
Roc de Sers TGR	4072	3511	466	76	3		14						2	0,479
FDD Ter. inf	654	559	86	5						1			3	0,473
FDD Ter.sup. bs	586	466	116				1	1			1		1	0,546
FDD Ter. sup. moy	1264	963	278	11			1	11						0,629
FDD Ter. sup. sup	1467	1186	243	4	3		10						21	0,593
Combe Saunière	5116	3721	517	92	3	83	44	43		1			612	0,943
Laugerie H O 1-3	413	378	4	1				3			20		7	0,392
Laugerie H O 4-7	1037	1014	8								1		14	0,124
Laugerie H O 8-11	513	437	22		3						46		5	0,563
Laugerie H O 11A	147	121	12		1						11		2	0,416
Laugerie H O 12a-b	1126	1085	27		2			1			6		5	0,195
Laugerie H O 12c-d	555	537	10					1			7			0,171
Laugerie HO Sol m.	1007	789	123	10	6	1	4	4			69		1	0,766
Laugerie H E 21-23	56	41	14										1	0,647
Laugerie H E 25-28	159	134	23		1								1	0,488
Laugerie H E 29-30	272	257	9	1	5									0,261
Laugerie H E 31	356	319	23	2	6	2		2					2	0,461
L'Eglise Sol. Sup	234	126	63	26				3	1	1			14	1,202
Pech de la Boissière	41	29	1	4			1	6						0,934
Les Jamblancs	437	354	58	12			1	8			1		3	0,658
Grotte XVI	503	409	23	4	5	18	3	22	14	5				0,826
Sainte Eulalie	59	51	1	2	3	1		1						0,6
Cuzoul de Vers	335	300	4		9	21							1	0,44
Peyrugues (10)	37	31			3	2		1					?	0,607
Peyrugues (11-14)	106	94			11				1				?	0,386
Salpêtrière (d)	357	242	94	1	18			1					1	0,815
Salpêtrière (e.)	51	19	24	5	2								1	1,154
Salpêtrière (i-v)	2570	2013	511	8	7	2		26					3	0,607
Salpêtrière (24)	57	43	13		1									0,621
Salpêtrière (6)	240	65	107	6	55	3							4	1,267
Salpêtrière (5)	55	20	19	2	13	1								1,269
Salpêtrière (18-7)	59	33	13	2				11						1,086
Oullins (d)	570	450	23	1	45	27		24						0,806
Oullins (LCR1)	49	39	1		9									0,573

Tableau 3 : Décompte des taxons représentés, en Nombre de Restes, dans 48 ensembles solutréens (17 sites) et indices de diversité de Shannon-Wiener.

Le nombre d'espèces de grands herbivores chassés varie de deux à neuf. Nous ne considérons pas dans l'étude les trois grands herbivores dont la chasse n'est pas démontrée (Bœuf musqué, Mammouth, Rhinocéros laineux) ni les Canidés, dont l'origine et le mode d'acquisition ne sont pas toujours précisés. Plus des deux tiers des 48 ensembles (71%) comptent entre trois et cinq taxons (figure 9), seuls quatre sites documentant sept à neuf taxons (Rochefort, Combe Saunière, Grotte XVI, Laugerie-Haute Ouest Sol. moyen).

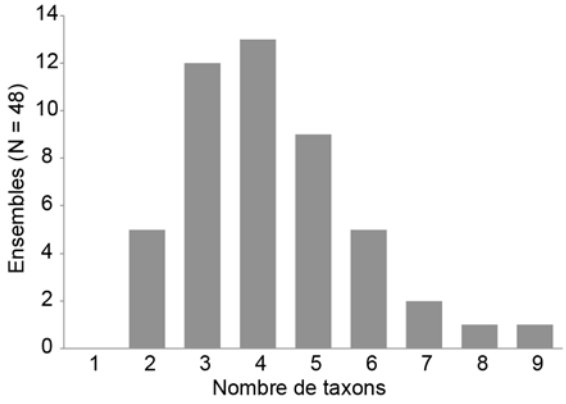


Figure 9 : Représentation du nombre de taxons pour les 48 ensembles solutréens documentés.

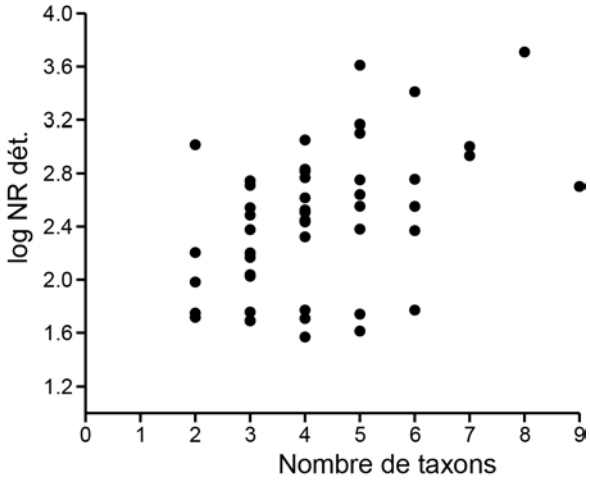


Figure 10 : Relation entre le nombre de taxons et le NR déterminés pour les 48 ensembles solutréens documentés.

La relation entre le nombre de taxons identifiés et la taille de l'échantillon est en général asymptotique : le nombre de taxons augmente linéairement avec le nombre de restes (NR), jusqu'à un certain seuil à partir duquel il augmente beaucoup plus lentement. Ce n'est pas le cas pour le corpus de sites solutréens documentés : la majorité des sites (71%) compte trois à six taxons, quelle que soit leur taille - de 37 à 4072 - et parmi les huit sites dont le NR est supérieur à 1000, seuls deux comptent plus de six taxons (figure 10). Si le nombre de taxons ne dépend donc pas, dans ce corpus, de la taille des échantillons, il est difficile de savoir pourquoi puisqu'ils sont très différents (fouilles récentes/tamisage, pièces intrusives et/ou remaniements, plusieurs niveaux en un). Enfin, aucune différence régionale significative n'est observable en termes de nombre de taxons.

En revanche, la présence de deux espèces marginales pourrait témoigner de variations régionales (cf tableau 1). En effet, le Chamois est bien moins représenté dans l'Ouest (deux ou trois sites sur neuf) que dans le secteur Dordogne-Lot (neuf sites sur 13). L'Antilope saïga, absente de tous les niveaux des deux sites documentés du Languedoc oriental est présente dans cinq des neuf sites du centre Ouest et de la Charente, bien davantage que dans le Sud-Ouest (cinq sur 13). La figure 11, qui présente les spectres fauniques de trois sites, illustre les caractéristiques, qualitatives et quantitatives, des trois secteurs.

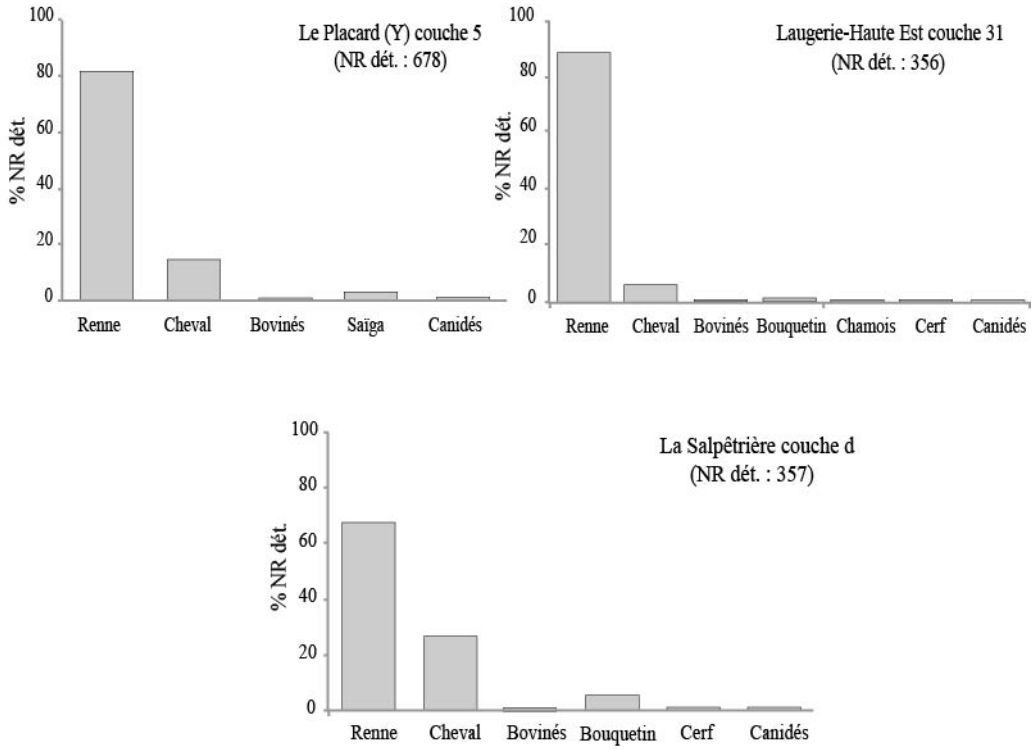


Figure 11 : Représentation des espèces chassées au Placard (zone Y, couche 5), à Laugerie-Haute Est (couche 31) et à La Salpêtrière (couche d), exprimée en % du Nombre de Restes déterminés (d'après Griggo, 1995 et inédit, Delpech, 1983, Bémilli, 1995).

Les espèces chassées par les Solutréens sont donc identiques à celles qui sont chassées tout au long du paléolithique supérieur, le gibier préférentiel étant le Renne dans les occupations documentées. Les autres gibiers restent le Cheval, le Bison, le Bouquetin, le Chamois et le Cerf. Quant aux espèces rares (Sanglier, Chevreuil, Bœuf musqué, Rhinocéros laineux), identifiées par quelques restes dans un à cinq sites, la question de leur attribution chronologique empêche pour l'instant de les considérer comme des gibiers des Solutréens.

Examinons à présent la diversité des chasses [16] : quelle est-elle et diffère-t-elle selon les secteurs déjà identifiés ? La diversité des 48 séries solutréennes varie entre 0,12 et 1, 27 (cf tableau 3) ; plus de la moitié (56%) d'entre elles se situe entre 0,4 et 0,8 et plus des deux tiers (67%) entre 0,4 et 1 (figure 12). Ces indices sont faibles, comparés aux indices calculés pour 56 séries magdaléniennes et aziliennes issues de sites pyrénéens (Fontana et Brochier, 2009) : la limite supérieure de ces derniers est de 1,99 et la moitié se situe entre 0,5 et 1,3, ce qui traduit une diversité significativement plus forte.

Précisons que la diversité n'est pas corrélée à la taille de l'échantillon, ce qui nous permet de considérer que l'on peut analyser la diversité des ensembles disponibles en dépit d'une certaine variabilité (figure 13).

Cette faible diversité n'est pas étonnante dans la mesure où deux espèces (Renne et Cheval) représentent systématiquement

[16] La diversité, qui exprime la part des différents taxons, est quantifiée à partir de l'entropie de Shannon-Wiener (voir détail dans Fontana et Brochier, 2009).

plus de 70 % des restes (cf figure 4), le nombre des autres espèces et leurs parts respectives influant donc peu sur la diversité. Les taux les plus élevés sont supérieurs à 1 dans sept ensembles (la grotte Rochefort, la couche 5 du placard secteur Z, et les niveaux e/6/5/18-7 de la Salpêtrière) et ils s'expliquent par la conjonction de deux facteurs.

D'une part, ces ensembles sont ceux dont le taux de Renne est inférieur à 56% (cf. figure 3), ce qui rend la proportion Renne/cheval plus équilibrée.

D'autre part, la proportion du troisième taxon, Bouquetin, Boviné, Cerf ou Canidé, est supérieure à celle des autres séries, entre 10 et 24%, à l'exception de Rochefort dont le 4^{e} taxon est équivalent (figure 14). Ainsi, le profil des spectres d'espèces chassées de ces sept séries est bien différent des 41 autres (cf. figure 11).

Quant aux très faibles diversités (inférieures à 0,3), elles sont dues avant tout à la part du Renne qui ne se situe jamais en deçà de 94,5% (quatre niveaux de Laugerie-Haute et un niveau du Placard).

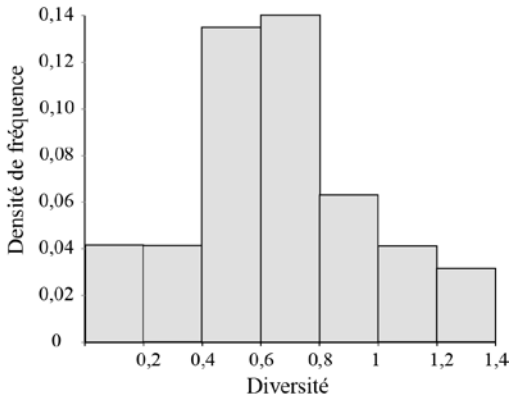


Figure 12 : Diversité (indice de Shannon-Wiener) des 48 ensembles solutréens documentés.

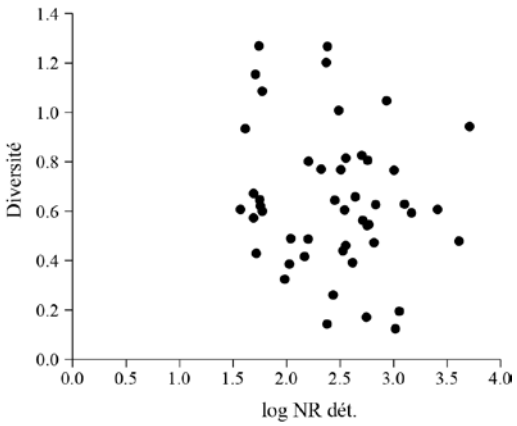


Figure 13 : Relation entre la diversité (indice de Shannon-Wiener) et le NR déterminés pour les 48 ensembles solutréens documentés.

7 ensembles	NRdét	% Nombre de Restes				Sh.W.
		Renne	Cheval	3è taxon	Total	
1. Rochefort	857	55,43	35,71	3,62 (Cd)	94,76	1,047
2. Placard Z C5	306	52,94	33,66	12,42 (Cd)	99,02	1,008
3. L'Eglise	234	53,85	26,92	11,11 (Bv)	91,88	1,202
4. Salpêtrière (e.)	51	37,25	47,06	9,8 (Bv)	94,11	1,154
5. Salpêtrière (6)	240	27,08	44,58	22,92 (Bq)	94,58	1,267
6. Salpêtrière (5)	55	36,36	34,55	23,64 (Bq)	94,55	1,269
7. Salpêtrière (18-7)	59	55,93	22,03	18,64 (Cf)	96,6	1,086

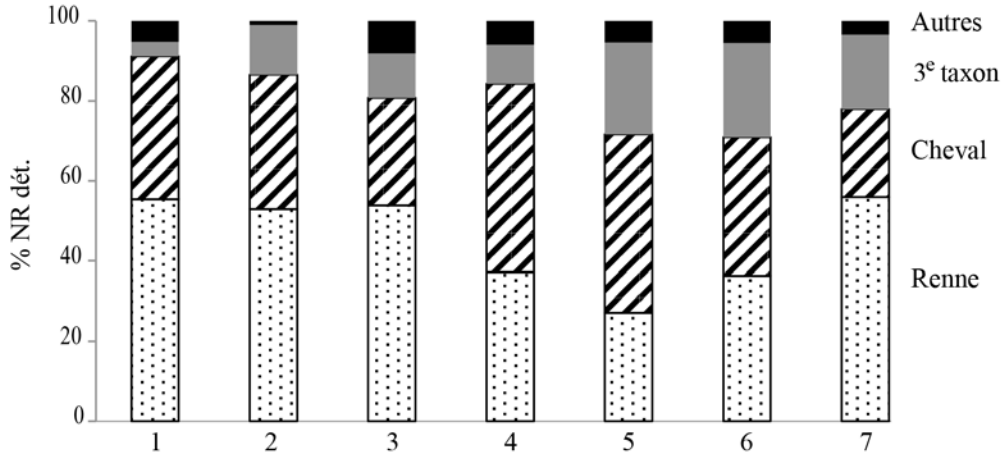


Figure 14 : Spectres fauniques des sept ensembles dont la diversité est supérieure à 1.

Puisque la part du Renne est le facteur majeur de la diversité des séries solutréennes, il n'est pas surprenant, en comparant les indices, de retrouver la différence régionale déjà mise en évidence. En effet, les niveaux des deux sites du Languedoc oriental se distinguent, avec une diversité plus forte et plus variable que dans les deux autres régions où la diversité des chasses est moindre et moins variables (figure 15).

La très forte part du Renne, associée à une très faible diversité, signifie-t-elle que la chasse au Renne était majoritaire, et les chasses, très peu diversifiées au Solutréen ? Autrement dit, les données des 24 sites étudiés sont-elles représentatives de l'ensemble des occupations solutréennes ? Théoriquement, elles le sont uniquement si elles représentent l'ensemble du cycle saisonnier, tous les types d'habitat, toutes les phases (acquisition, exploitation, consommation) de l'ensemble des activités, ainsi que toute la période considérée. Dans le cas des chasses et plus globalement de l'exploitation des ressources animales, certaines informations sont donc nécessaires pour estimer la représentativité des données et préciser le fonctionnement du système économique.

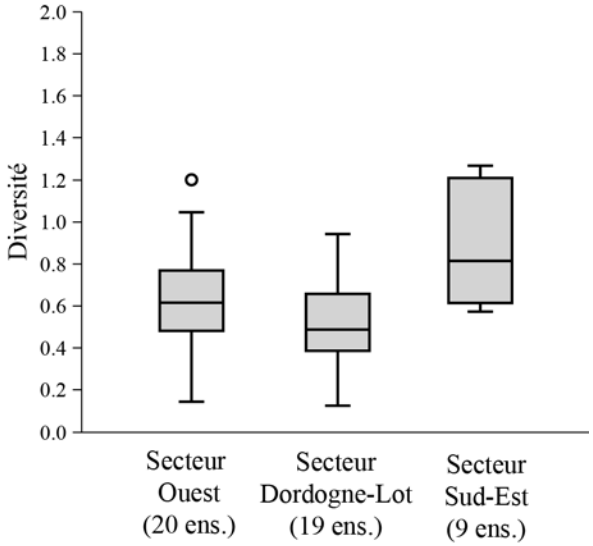


Figure 15 : Diversité (indice de Shannon-Wiener) des 48 ensembles solutréens documentés, représentée selon trois secteurs géographiques.

Stratégies de chasse

Si les Solutréens ont chassé massivement le grand herbivore le mieux adapté aux conditions environnementales, leurs stratégies d'acquisition des ressources animales, incluant la collecte de bois de Renne, révèlent-elles une particularité, liée au choix des animaux en termes d'âge et de sexe, et aux saisons de chasse ? En effet, dans un environnement très froid et très sec, où la part des autres grands herbivores a nécessairement diminué, ces stratégies pourraient témoigner de choix visant à assurer et anticiper un approvisionnement qui ne pouvait souffrir aucun imprévu.

Les rares données récentes relatives à l'abattage des rennes confirment celles de Combe Saunière et du Fourneau du diable publiées antérieurement (Castel, 1999 ; Fontana, 2001). Les profils sont en effet semblables à La Salpêtrière (ensemble i-v : Rillardon, 2010) et à Laugerie-Haute Ouest (couche 12a : Fontana inédit)[17], comme le montre la figure 16. Ces profils de type catastrophique, c'est à dire semblables au profil de survie des populations actuelles de rennes et de caribous, témoignent de chasses non sélectives, comme la plupart des chasses aurignaciennes, gravettiennes et magdaléniennes (Fontana, 2000, 2012a). Ces rares données indiquent donc qu'en dépit de la spécificité de la zoocénose et de l'environnement, la stratégie de chasse des Solutréens ne présente aucune spécificité. Ce choix d'abattre les rennes sans distinction d'âge (ni de sexe[18]), c'est-à-dire en tuant près d'un quart de faons, indique le choix de ne pas sélectionner un type d'individus, par exemple les adultes, pourvoyeurs de davantage de viande, et surtout de bois à certaines saisons. Cela implique qu'aucune contrainte majeure n'a entrainé une telle modification des stratégies de chasse, en termes de choix des individus. Est-ce le cas, comme pour les autres périodes (Bouchud, 1966 ; Fontana, 2000, 2012a), quelles que soient la saison et la structure des troupeaux : au sein des grandes hardes matriarcales d'hiver ou dans les troupeaux de mâles et femelles réunis en automne pour le rut, ou encore dans les groupes de taille variable du printemps et de l'été ?

[17] Les données inédites des autres niveaux solutréens de LHO et LHE et du Roc de Sers sont semblables. Quant à l'étude en cours de la grotte Rochefort, elle a identifié cinq rennes abattus en deçà de quatre ans et dix plus âgés, dont l'âge précis permettra de confirmer le profil qui se dessine (Bémilli & Hinguant 2012).

[18] Les mâles adultes sont toujours représentés conformément à leur présence dans la structure saisonnière visée (Bouchud 1966 ; Fontana 2001, 2012a) : absents ou presque des hardes matriarcales d'hiver, bien représentés dans les chasses d'automne juste avant le rut où mâles et femelles sont rassemblés, ceci comme dans d'autres sites, magdaléniens (par exemple, Magniez 2010 ; Fontana, 1998).

.

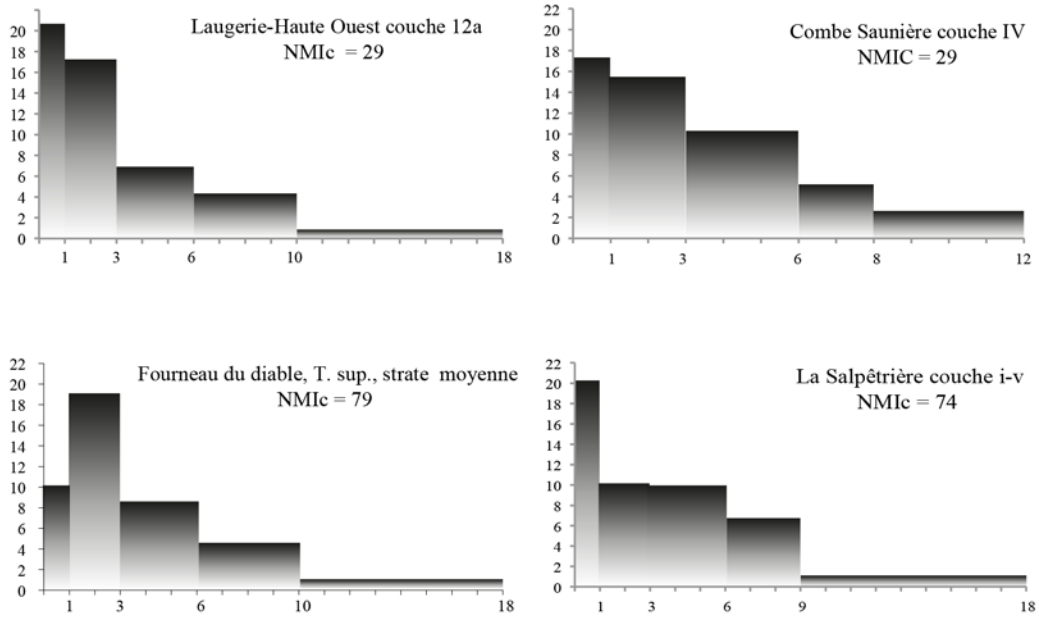


Figure 16 : Age des rennes abattus au Fourneau du diable (terrasse supérieure, strate moyenne, Fontana, 2001), à Combe Saunière (couche IV, d'après Castel, 1999), à Laugerie-Haute Ouest (couche 12a, Fontana, inédit) et La Salpêtrière (couche i-v, Rillardon, 2010), exprimé en % du Nombre Minimal d'Individus de combinaison.

Les données de saisonnalité des chasses sont encore plus rares et sont localisées dans un seul secteur, comprenant le sud de la Charente et du nord de la Dordogne. Il livre des données fiables, grâce aux études de Badegoule, Laugerie-Haute, Combe Saunière, le Fourneau du diable et le Roc de Sers. Elles se fondent sur les restes dentaires de rennes de la première année, et sur les bois de massacre d'adultes - et, à Badegoule, sur de nombreuses dagues, que J. Bouchud a radiographiées. Les études mettent en évidence une situation identique dans ces cinq sites : des chasses au renne durant plusieurs saisons. C'est le cas pour Le Fourneau du diable, avec plusieurs saisons identifiées (toute l'année pour J. Bouchud, sans l'été pour L. Fontana), comme à Badegoule, majoritairement en automne et au printemps (Bouchud, 1966 ; Fontana, 2001). A Laugerie-Haute, les rennes ont été tués à plusieurs moments de l'année entre la fin de l'été et la fin du printemps au moins (Bouchud, 1966 ; Agoudjil, 2005 ; Fontana inédit). A Combe Saunière, une majorité des individus ont été abattus du milieu de l'hiver au printemps - et quelques-uns à la fin de l'été et durant l'automne (Castel, 1999) -, tout comme au Roc de Sers (Agoudjil, 2004 ; Green, 2005 ; Fontana *et al.*, inédit). Ces résultats livrent plusieurs informations. D'une part, si la multiplicité des saisons de chasse est démontrée, il reste difficile de quantifier le temps d'occupation des sites à l'échelle d'une l'année puisque l'on ignore ce que représentent les niveaux archéologiques en termes de durée et de fréquence. D'autre part, la très faible représentation de l'été, commune aux cinq sites, reflète-t-elle la réalité, c'est-à-dire l'absence des rennes durant deux mois de belle saison ? Elle peut également témoigner d'une faible visibilité

archéologique, liée à la difficulté d'identifier cette saison à partir de dents de faons[19], et liée à l'absence des bois chez les femelles et les sub-adultes des deux sexes, c'est-à-dire les trois-quarts de la population (Fontana, 2017). Enfin, et surtout, en dépit des variations observées entre les sites dans l'importance de certaines saisons, les profils d'âge d'abattage sont globalement semblables, ce qui indique que la stratégie de chasse, qui n'est pas propre au Solutréen, ne diffère pas significativement selon les saisons.

Encore une fois, ces résultats sont identiques à ceux des autres périodes. Que la rareté ou l'absence de chasses durant deux mois d'été dans le secteur évoqué, soit réelle ou factice, la visibilité du cycle annuel est presque totale. Par conséquent, les données, au moins dans ce secteur, peuvent être considérées comme représentatives des chasses solutréennes : le renne, gibier quasi exclusif dans l'Ouest et majoritaire dans le Languedoc oriental, était donc une source majeure de l'alimentation tout au long de l'année.

Si le Renne constituait la base de l'alimentation, était-il également la source majeure de matériaux pour l'artisanat en os, et en bois de Cervidé ? Il est indispensable de mesurer cette contribution, afin de pouvoir identifier la place du Renne dans l'exploitation des ressources animales.

Exploitation des bois de renne et artisanat de l'os

La dernière synthèse de l'industrie en matières dures animales solutréenne confirme le caractère peu diagnostique de l'équipement osseux, qui comprend essentiellement des outils et des pointes diverses. Les compresseurs et les percuteurs sur base de bois de renne constitueraient une « particularité solutréenne » (Bordes, 1975 ; Rigaud *et al*., 2013 ; Baumann, 2014), de même que l'aiguille à chas, diagnostique, comme les compresseurs, du Solutréen supérieur. La variabilité des armatures, qui n'est pas quantifiée, serait grande, et aucun type de sagaie ne serait caractéristique du Solutréen, les propulseurs étant rares (Cattelain, 1989). Quant à l'utilisation de la matière osseuse dans l'art mobilier, elle est documentée sur de rares sites, récemment à la grotte Rochefort (Hinguant *et al*., 2012).

Il est difficile de quantifier la part du Renne dans l'artisanat en matières dures animales, même si elle semble majoritaire. En effet, si les fouilles anciennes ont livré des corpus sélectifs qui interdisent les calculs de richesse et de diversité, la taille de ceux qui sont issus des fouilles récentes est faible. Il semble, pour les grands sites solutréens fouillés anciennement, que si certains objets sont le plus souvent en bois de renne (outils biseautés et intermédiaires, manches, bâtons percés), et d'autres plutôt en os (pointes et lissoirs), en revanche les pointes de projectible semblent être confectionnés en bois de renne et en os de grands mammifères majoritairement (équidés, bovinés).

Les données concernant l'exploitation du bois de renne sont tout aussi ponctuelles et son étude pose plusieurs problèmes importants, liés d'une part à la dichotomie bois travaillés/bois « bruts », d'autre part au nombre et la représentativité des séries solutréennes en bois de renne et en os. En effet, le classement du bois de renne selon

[19] Les faons de l'été sont des nouveaux nés aux 12 prémolaires lactéales très fragiles (voir Bouchud, 1966).

deux catégories (travaillé ou pas), et l'étude segmentée, par deux chercheurs, empêchent la visibilité globale de la représentation des bois et donc la compréhension de tous les paramètres de l'exploitation, ce qui n'est d'ailleurs pas propre aux études du Solutréen [20] . Concernant la taille et le nombre des séries solutréennes, les bois non « transformés » ou supposés comme tels, sont variablement représentés, comme les restes d'industrie qui sont néanmoins peu nombreux, comparés à d'autres périodes et aux restes d'industrie lithique. Les sites solutréens ayant livré des objets et des déchets en bois de renne sont peu nombreux et ce sont en majorité de sites anciennement fouillés[21], où la collecte fut sélective en faveur de certaines pièces, dans des contextes stratigraphiques confus (Laugerie-Haute, Roc de Sers, Placard, Fourneau du diable) et avec, dans certains cas, des remaniements entre les niveaux solutréens et magdaléniens (Baumann, 2014).

Concernant l'exploitation des bois, la fabrication est l'aspect le mieux documenté (Castel *et al*, 1998, 2006 ; Baumann, *ibid*.). Globalement, l'industrie solutréenne en matières dures animales se composerait d'éléments peu transformés, et témoignerait donc d'un faible degré de mise en forme. Plus particulièrement, le bois de Cervidé serait majoritairement débité par fracturation en percussion directe, comme au Badegoulien ; ainsi les rares cas de double rainurage identifiés témoigneraient de mélanges avec des niveaux magdaléniens.

En sait-on davantage sur les modalités d'acquisition ? Comme l'a démontré J. Bouchud, la très grande majorité des bois découverts dans les habitats du paléolithique supérieur appartient à des femelles adultes et des sub-adultes des deux sexes, ce que nous confirmons, au moins à partir du Gravettien (Fontana, 2012a). Il s'agit de bois de faibles et moyens modules, alors que les gros modules appartenant aux mâles adultes sont, soit absents, soit en très faible nombre, jamais au-delà d'un tiers. Concernant la première catégorie de bois, ce sont en très grande majorité des bois de massacre qui proviennent d'individus abattus entre la fin de l'automne et la mise bas à la fin du printemps. Il n'en est pas de même pour les bois de mâles adultes, qui proviennent de la chasse durant l'automne, et de la collecte de bois tombés après le rut, à la fin de l'automne. Ces grandes tendances sont claires à Badegoule, au Roc de Sers, à Laugerie-Haute, au Fourneau du diable, et à Combe Saunière.

Il est intéressant de constater que ce sont plutôt des bois de gros modules qui furent exploités, sur les cinq sites déjà cités, qu'il s'agisse de bois de massacre ou de chute, ces derniers étant peut-être majoritaires. Il semble donc que les Solutréens aient choisi prioritairement les gros modules de bois de renne. Néanmoins, ce constat apparent, qui diffèrerait en partie du Magdalénien, ne peut encore être validé car il s'appuie exclusivement sur des séries anciennes dont la collecte fut sélective en faveur des bois de renne les plus imposants.

Il semble donc encore difficile de préciser la part du Renne, que l'on sait majoritaire, dans l'artisanat en matières dures animales. Les modalités d'acquisition des bois se précisent. Il faudra quantifier la part

[20] Voir Chauvière et Fontana, 2005 ; Fontana & Chauvière, 2009.

[21] Très peu de séries récentes : Combe Saunière, le Cuzoul, Rochefort, Petit Cloup Barrat, les Jamblancs.

respective des bois de chute et des bois de massacre de mâles adultes, et confirmer la faible part des bois de (massacres) femelles. Quant aux modalités d'exploitation, elles restent en partie inconnues, en raison du côté lacunaire des séries. Si certaines particularités sont liées à l'exploitation en matières dures animales et particulièrement du bois de renne, elles ne sont pas détectables actuellement. Notons enfin que les modes d'exploitation ne recouvrent pas seulement les procédés de fabrication, toujours documentés dans le plus grand détail, mais également d'autres aspects qui pourraient nous renseigner sur l'organisation de l'exploitation des ressources animales, de la mobilité et de l'habitat.

Cycle annuel de nomadisme et système économique

Les sociétés de chasseurs-collecteurs nomades vivent à l'échelle d'un espace et d'un cycle annuel où chaque saison possède ses caractéristiques en termes d'habitat, de mobilité, d'exploitation des ressources. Une ressource n'est pas nécessairement acquise, transformée, consommée ni abandonnée à une seule saison et au même endroit, les différentes phases étant segmentées ou pas, selon la ressource. Pour le préhistorien, étudier des sites qui témoignent d'un seul moment du cycle annuel, ou pire encore, de plusieurs moments peut-être entremêlés, et reconstituer un système économique de sociétés nomades, est un exercice complexe (Fontana *et al*., 2009 ; Fontana, 2012b, 2017). Dans le cas des groupes solutréens (Castel *et al.*, 2005), quels sont les enjeux et que peut-on dire aujourd'hui de l'organisation du système économique à l'échelle du cycle annuel : lieux et fréquences d'acquisition des ressources, répartition dans le temps et l'espace des activités liées aux phases d'exploitation ?

Concernant l'acquisition du silex, en majorité locale, la visibilité et l'accès de cette ressource furent probablement très limités pendant l'hiver, en raison de la neige et des sols gelés. Dans cette optique, Thierry Aubry a proposé que le site des Maitreaux avait été occupé durant le printemps (Aubry *et al.*, 2004). Il est possible que cette contrainte ait restreint les périodes d'acquisition à une partie de l'année (fin du printemps/et ou été ?), nécessitant ainsi la constitution de réserves. Th. Aubry propose d'ailleurs l'hypothèse d'un système d'approvisionnement en silex basé sur des ateliers dispersés sur des gites, avec un débitage de supports laminaires et la constitution de réserves (Aubry, 2013). Le caractère fixe de cette ressource, la diminution de son accessibilité et la modification de ses propriétés (par les conditions climatiques) fut une contrainte : a-t-elle conditionné l'organisation de l'acquisition des autres ressources ? Les bois de chute mâles, indispensables à la fabrication d'une grande partie des outils et des armes, étaient eux aussi des ressources non seulement fixes mais surtout rapidement dégradées ; néanmoins, ce n'est pas une spécificité de la période. Quant à la chasse, elle était fondée sur le renne, qui ne semble pas, au moins à cette période, avoir été partout un animal migrateur, comme c'est d'ailleurs le cas aujourd'hui. En effet, si les rennes migraient, au moins deux fois l'an, certains sites témoigneraient de la consommation d'autres gibiers de façon substantielle, ce qui n'est pas le cas. Il est donc probable

que cette acquisition de produits alimentaires et non alimentaires (matières molles également, comme la peau et les tendons par exemple) issus du renne était constante durant toute l'année, peut-être à l'exception d'une partie de l'été dans un secteur. L'espace fréquenté par les groupes humains n'était donc pas nécessairement vaste pour subvenir aux besoins.

Pour connaitre la répartition, dans l'espace et dans le cycle annuel, des activités liées aux différentes exploitations, deux données sont nécessaires : les saisons d'occupation des sites et la caractérisation des activités représentées. Si le premier paramètre est de mieux en mieux déterminé (cf *infra*), il n'en est pas de même pour le second. En effet, pour caractériser l'exploitation du bois de renne d'un point de vue économique, l'information indispensable est relative à la part et à la nature de la fabrication sur place. La présence dans une même couche d'objets, de supports, de déchets et de bois bruts n'implique pas *de facto* une fabrication sur place, quelle que soit son importance. C'est pourquoi la comparaison des modules de ces trois catégories, en termes qualitatifs et quantitatifs, couplée aux modalités et d'acquisition des bois et à la saison d'occupation est indispensable. Elle seule peut démontrer, par exemple, une acquisition sur place de bois destinés à être emportés, ou bien l'abandon de pièces inutilisables toutes fabriquées ailleurs (voir Fontana et Chauvière, 2009 ; Chauvière et Fontana, 2005). Quant à l'exploitation du silex, la fragmentation des chaines opératoires est envisagée, avec des sites spécialisés dans l'acquisition et d'autres dans certaines phases de fabrication (Aubry, 2013 ; Aubry & Zilhao, 2018), ce qui cadrerait bien selon nous avec un accès limité dans le cycle annuel à quelques mois.

L'ensemble des données analysées, bien que peu nombreuses, partielles et rarement intégrées, permet de proposer une hypothèse relative au cycle annuel de nomadisme et au système économique des Solutréens du grand Ouest de la France. Il est possible que durant cette période plus froide et plus sèche qu'aucune autre au paléolithique supérieur, le cycle annuel ait été fondé sur une dichotomie accentuée entre la saison froide et la belle saison. Ce choix, imposé par les conditions climatiques, très sévères au début de la période, aurait impliqué une saisonnalité plus marquée de certains approvisionnements, comme le silex. Dans ce cas, les trois-quatre mois de belle saison étaient destinés à l'acquisition et à la fabrication des supports lithiques, voire de réserves, les chasses ponctuelles (au renne ou à d'autres gibiers) étant peut-être exceptionnellement opportunistes. Durant cette saison, les occupations étaient-elles majoritairement de plein air, ce qui expliquerait la faible visibilité des sites d'été ? Quant à la mobilité, si elle était principalement liée, économiquement parlant, à l'approvisionnement en silex et à la répartition des produits acquis et transformés, elle dépendait du nombre et de la proximité des lieux d'acquisition. Il est probable que l'automne était la période d'acquisition des bois de mâles adultes, via la chasse puis la collecte, les chasses visant alors des groupes mixtes regroupant l'ensemble de la population de rennes. Lors de l'hiver, qui est la saison des vastes troupeaux matriarcaux, l'acquisition de produits alimentaires et non alimentaires par la chasse au renne, s'accompagnait probablement du traitement de certaines

des matières prélevées dans la mesure où le froid ne l'empêchait pas ; le prélèvement de la fourrure des lièvres variables et des renards, qui n'est globalement pas documenté sur les sites, se déroulait peut-être sur les lieux d'acquisition. Si la durée des occupations était plus importante et la mobilité réduite durant la saison froide, il est envisageable que ce moment de l'année ait été celui de la fabrication d'une partie de l'équipement osseux, là encore dans la mesure du possible, techniquement parlant. Quels étaient la part et le mode de fabrication de l'industrie lithique, toujours difficile sous climat très froid (cf *supra*), dans un contexte d'habitat sédentaire de deux ou trois mois ?

CONCLUSION

Les données examinées dans ce chapitre indiquent qu'en dépit d'un environnement particulier, les groupes humains n'ont pas modifié leur économie des ressources animales. La part du renne, même si elle fut la plus importante à l'échelle du paléolithique supérieur, induisant une chasse encore moins diversifiée, était déjà majoritaire à l'échelle de la France, et aussi importante dans certains secteurs, dès la fin du Gravettien et elle le restera jusqu'à la fin du Magdalénien moyen (Dryas ancien). Quant aux stratégies de chasse ou d'acquisition des bois, aucune spécificité ne caractérise les Solutréens, en l'état actuel des données. Concernant l'économie des ressources minérales, il existe en revanche certaines particularités. La première est liée à certains types d'objets et à la technique de taille du silex, qui fondent l'identité du Solutréen. Néanmoins, ces caractères ne semblent entretenir aucun rapport avec les conditions climatiques, si particulières soient-elles, car on ne voit pas dans quelle mesure elles auraient favorisé, même indirectement, l'émergence d'une telle industrie. En revanche, les modes d'acquisition de la matière première ont pu être différents. L'environnement très froid et aride ne favorisait ni l'accès à cette ressource ni les exigences requises pour la technique de taille, au moins durant la saison froide, c'est-à-dire la plus grande partie de l'année. L'exploitation du silex a donc peut-être été réorganisée, à l'échelle de l'année, mais est-ce une spécificité solutréenne ou bien existait-elle déjà à la fin du Gravettien avec le début de l'OIS3, et a-t-elle perduré jusqu'à la fin du Magdalénien moyen (Dryas ancien) ? La même question se pose pour le cycle annuel de nomadisme si l'on suppose qu'une éventuelle concentration de l'approvisionnement en silex durant la belle saison a entrainé une modification de la gestion des ressources et de la mobilité. Par exemple, la mobilité des groupes en saison froide, probablement déjà très faible, a-t-elle été réduite ?

Une partie des Gravettiens, l'ensemble des Solutréens et une partie des Magdaléniens ont vécu dans un environnement semblable, celui de la steppe froide et sèche du pléniglaciaire supérieur (en partie OIS2). Leur système économique reposait sur l'exploitation saisonnière du silex et du renne et dans ce contexte, la vision globale de l'économie solutréenne n'indique pas de particularité qui traduirait le caractère extrême des conditions climatiques (température et humidité) du H2 et du LGM. Du Gravettien supérieur au Magdalénien moyen, le système économique semble, en Europe occidentale, avoir été fondé sur des bases

identiques, avec des différences chronologiques ou régionales, qui n'ont pas été remises en question lors de la période la plus froide et aride.

Il reste néanmoins à identifier de nombreux aspects du système économique solutréen, comme l'organisation annuelle de l'exploitation du bois de Renne, qui permettront de tester et de préciser notre hypothèse et de discerner des différences régionales, voire chronologiques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Agoudjil, A. (2005). *Essai de caractérisation des industries en matières dures animales solutréennes : Apport de l'étude du niveau Solutréen moyen (couche H'' à feuilles de laurier) de Laugerie-Haute Ouest à la connaissance des modalités de débitage du bois de cervidé.* Mémoire de DEA, université de Paris 1 Panthéon Sorbonne, 62 p.

Agoudjil, A. (2004). *L'industrie en matières dures animales du site solutréen du Roc de Sers (Sers, Charente)*. Mémoire de maîtrise, université de Paris 1 Panthéon Sorbonne : 111 p.

Antoine, P. ; Lautridou, J.-P. ; Sommé, J., Auguste, P. ; Auffret, J.-P. ; Baize, S. ; Clet-Pellerin, M. ; Coutard, J.-P., Dewolf, Y. ; Dugué, O. ; Joly, F. ; Laignel, B. ; Laurent, M. ; Lavollé, M. ; Lebret, P. ; Lécolle, F. ; Lefebvre, D. ; Limondin-Lozouet, N. ; Munaut, A.-V. ; Ozouf, J.-C. ; Quesnel, F. ; Rousseau, D.-D. (1998). Les formations quaternaires de la France du Nord-Ouest : Limites et corrélations. *Quaternaire*, 9 (3) : 227-241

Antoine, P ; Locht, J.-L. (2015). Chronostratigraphie, paléoenvironnements et peuplements au Paléolithique moyen : les données du Nord de la France. *In* : P. Depaepe ; É. Goval, H. Koehler et J.-L. Locht (dir.), *Les plaines du Nord-Ouest : un carrefour de l'Europe au Paléolithique moyen ?* Paris, Société préhistorique française, Mémoire LIX : 11- 23

Antoine, P. ; Rousseau, D.-D. ; Moine, O. ; Kunesch, S. ; Hatté, C. ; Lang, A. ; Zöller, L. (2009). Evidence of rapid and cyclic eolian deposition during the Last Glacial in European loess series (Loess Events): The hight-resolution records from Nussloch (Germany). *Quaternary Science Reviews*, 28 : 2955-2973

Aubry, T. (2013). Approches spatiales du Solutréen : le dessous des cartes et des plans *In* : *Le Solutréen...40 ans après Smith'66*. Actes du colloque de Preuilly-sur-Claise, 2007. Tours : ARCHEA ; FERACF (47e Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France) : 199-211

Aubry, T. ; Almeida, M. (2013). Analyse critique des bases chronostratigraphiques de la structuration du Solutréen. *In* : *Le Solutréen...40 ans après Smith'66.* Actes du colloque de Preuilly-sur-Claise, 2007. Tours : ARCHEA ; FERACF (47e Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France) : 37-52

Aubry, T. ; Walter, B. ; Almeida M. ; Liard, M. ; Neves, M.-J. (2004). Approche fonctionnelle des sites dit d'atelier : l'exemple des occupations solutréennes et

badegouliennes des Maîtreaux (Indre-et-Loire, France). *In :* P. Bodu, C. Constantin (dir.), *Approches fonctionnelles en Préhistoire*, XXXV^{e} Congrès préhistorique de France, Nanterre 2000. Paris, Société préhistorique française : 249-263

Aubry, T. ; Zilhao, J. (2018). Entre Atlantique et Méditerranée : origine et modèle évolutif du Solutréen au Portugal. *In* : M. Otte (dir.), *Les Solutréens*. Arles, Errance : 57-70

Baskin, L. ; Danell, K. (2003). Reindeer - *Rangifer tarandus*. *In*: L. Baskin ; K. Danell (eds.), *Ecology of Ungulates. A Handbook of Species in Eastern Europe and Northern and Central Asia*. Berlin, Springer-Verlag : 127-155

Baumann, M. (2014). *A l'ombre des feuilles de laurier...Les équipements osseux solutréens du sud-ouest de la France. Apports et limites des collections anciennes*. Thèse de doctorat de l'université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne : 593 p.

Bayle, G. (2000). *Etude archéozoologique des niveaux solutréens de l'abri Fritsch. La part de l'Homme dans les accumulations de restes de grands mammifères*. DEA, université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne : 82 p.

Beaulieu, J.-L. de ; Reille, M. (1984). A long Upper Pleistocene pollen record from Les Echets, near Lyon, France. *Boreas*, 13 (2) : 111-132

Beaulieu, J.-L. de ; Pons, B. ; Reille, M. (1988). Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la fin de la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3 (4) : 5-36

Beaulieu, J.-L. de ; Reille, M. (1992). The last climatic cycle at the Grande Pile (Vosges, France). A new pollen profile. *Quaternary Science Reviews*, 11 : 431-438

Bémilli, C. (1995). *Etude de quelques séries fauniques solutréennes du Languedoc rhodanien*. DEA., université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne : 75 p.

Bémilli, C. ; Hinguant, S. (2012). Premiers résultats sur le comportement de subsistance solutréens à la grotte Rochefort (Mayenne, France). *Espacio, Tiempo y Forma*. Serie I, Nueva época. Prehistoria y Archeologia, 5 : 309-321

Bertran, P. ; Andrieux, E. ; Antoine, P. ; Coutard, S. ; Deschodt, L. ; Gardère, P.; Hernandez, M. ; Legentil, C. ; Lenoble, A. ; Liard, M.; Mercier, N.: Moine, O. ; Sitzia L.; Van Vliet-Lanoë B. (2013). Distribution and chronology of Pleistocene permafrost features in France: Database and first results. *Boreas*, 10 : 699 - 711

Blockley, S. P.E. ; Lane, C. S. ; Hardiman, M. ; Rasmussen, Sune O. ; Seierstad, I. K. ; Steffensen, J. P. ; Svensson, A. ; Lotter, A. F. ; Turney, C. S.M. ; Ramsey, C. B. ; INTIMATE members (2012). Synchronisation of palaeoenvironmental records over the last 60,000 years, and an extended INTIMATE1 event stratigraphy to 48,000 b2k. *Quaternary Science Reviews*, 36 : 2-10

Bocherens, H. (2003). Isotopic biogeochemistry and the paleoecology of the mammoth steppe fauna. *In* : J.W.F. Reumer ; De Vos J. ; Mol D. (eds),

Advances in Mammoth Research. Proceedings of the Second International Mammoth Conference, Rotterdam, 1999. DEINSEA, 9 : 57-96

Bordes, F. (1975). Percuteur solutréen en bois de Renne Laugerie-Haute. *In* : H. Camps-Fabrer (dir.), *Premier colloque international sur l'industrie de l'os dans la préhistoire*. Abbaye de Sénanque, 1974, université de Provence : 97-100

Bouchud, J. (1966). *Essai sur le Renne et la climatologie du Paléolithique moyen et supérieur*. Périgueux, Imprimerie R. et M. Magne : 300 p.

Breuil, H. (1911). Les niveaux présolutréens du Trilobite. *Revue anthropologie* : 309-333

Bridault, A. (1997). Broadening and diversification of hunted resources, from the Late Palaeolithic to the late mesolithic, in the North and East of France and the bordering areas. *Anthropozoologica*, 25 : 295-308

Brochier, J.-E. (2008). Plus c'est long, plus c'est large…mais encore ? Sur quelques caractères métriques des lames de plein débitage. *In : Archéologie de Provence et d'ailleurs*. Mélanges offerts à Gaëtan Congrès et Gérard Sauzade. Bulletin Archéologique de Provence. Aix-en-Provence, Editions de l'APA, Sup. 5 : 75-86

Brugère, A. (2009). *L'exploitation du Mammouth à Milovice et dans le Gravettien de Moravie (République tchèque).* Thèse de Doctorat de l'université Paris I Panthéon-Sorbonne : 249 p.

Castel, J.- C. (1999). *Comportements de subsistance au Solutréen et au Badegoulien d'après les faunes de Combe Saunière (Dordogne) et du Cuzoul de Vers (Lot).* Thèse de l'université de Bordeaux I : 619 p.

Castel, J.- C. (2003). Économie de chasse et d'exploitation de l'animal au Cuzoul de Vers (Lot) au Solutréen et au Badegoulien. *Bulletin de la Société préhistorique française,* 100 (1) : 41-65

Castel, J.- C. (2013). Archéozoologie du Solutréen : le cas du Sud-Ouest français *In* : *Le Solutréen...40 ans après Smith'66*. Actes du colloque de Preuilly-sur-Claise, 2007. Tours : ARCHEA ; FERACF (47^{e} Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France) : 367-380

Castel, J. - C. ; Liolios, D. ; Chadelle, J.-P. ; Geneste, J.-M (1998). De l'alimentaire et du technique : la consommation du renne dans le Solutréen de la grotte de Combe Saunière. *In :* J.-P. Brugal, L. Meignen et M. Patou-Mathis (dir.), *Economie préhistorique : les comportements de subsistance au Paléolithique.* Actes des Rencontres d'Antibes, 1997. Sophia-Antipolis, A.P.D.C.A. : 433-450

Castel, J.- C. ; Chadelle, J.- P. ; Geneste, J.- M. (2005). Nouvelle approche des territoires solutréens du Sud-Ouest de la France. *In* : J. Jaubert et M. Barbaza (dir.), *Territoires, déplacements, mobilité, échanges durant la Préhistoire*. Actes du 126è congrès national des sociétés historiques et scientifiques, Toulouse, 2001. Paris, CTHS : 279-294

Castel, J. C. ; Chauvière, F.-X. ; L'Homme X. ; Bertran, P. ; Daulny, L. ; Defois, B. ; Ducasse, S. ; Langlais, M. ; Morala, A. ; Renard, C. ; Turq, A. (2006). Petit Cloup Barrat (Cabrerets, Lot). *Bilan scientifique 2004*. SRA Midi-Pyrénées, Direction Régionale des Affaires Culturelles : 106-107

Castel, J.- C. ; Liolios, D. ; Laroulandie, V. ; Chauvière, F.-X. ; Chadelle, J.- P. ; Pike-Tay, A. ; Geneste, J.- M. (2006). Solutrean Animal Resource Exploitation at Combe Saunière (Dordogne, France*). In :* M. Maltby (ed.), *Integrating Zooarcheology*. Proceedings of the 9th conference of ICAZ, Durham, 2002. Oxford, Oxbow books : 138-152

Castel, J.-C. ; Madelaine, S. (2006). Quelques éléments remarquables de la faune du Solutréen de Laugerie-Haute (Les-Eyzies-de-Tayac, Dordogne). *Paléo*, 18 : 275-284

Cattelain, P. (1989). Un crochet de propulseur solutréen de la grotte de Combe-Saunière 1. *Bulletin de la Société préhistorique française*, 86 : 213-216

Chaline, J. (1977). Les rongeurs et l'évolution des paysages et des climats au Pléistocène supérieur en France. *In* : *Approche écologique de l'Homme fossile.* Travaux du groupe : Ouest de l'Europe de la Commission Internationale de l'INQUA : Palecology of Early Man (1973-1977). Bordeaux : Association française pour l'étude du Quaternaire, sup. 47: 161-170

Chauvière, F.-X. & Fontana, L. (2005). L'exploitation des rennes du Blot (Haute-Loire) : entre subsistance, technique et symbolique. *In* V. Dujardin (dir.), *Industrie osseuse et parure du Solutréen au Magdalénien en Europe.* Actes de la Table ronde sur le Paléolithique supérieur récent, Angoulême, 2003, Mémoire de la Société préhistorique française XXXIX : 137-147

Cheynier, A. (1949). *Badegoule, station solutréenne et proto-magdalénienne*. Paris, Masson, Archives de l'IPH, 23

Dansgaard, W. ; Johnsen, S. J., Clausen, H. B. ; Dahl-Jensen, D. ; Gundestrup, N. ; Hammer, C. U. (1984). North Atlantic climatic oscillations revealed by deep Greenland ice cores. *In :* J. E. Hansen and T. Takahashi (eds.), *Climate Processes and Climate Sensitivity.* Washington, D.C., Am. Geophys. Union, 5 : 288-298

Delpech, F. (1983). *Les faunes du Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France*. Paris, CNRS : 453 p.

Delpech, F. (2012). Biostratigraphie des niveaux solutréens de Laugerie-Haute (Les Eyzies, Dordogne, France). Implications archéologiques**.** *Paléo*, 23 : 105-116

Delpech, F. ; Heintz, E. (1976). Les artiodactyles : les Cervidés. *In* : *La Préhistoire française 1*, Paris, CNRS : 395-404

Delpech, F. ; Prat, F. (1995). Nouvelles observations sur les faunes acheuléennes de Combe Grenal (Domme, Dordogne). *Paléo*, 7 : 123-137

Descola, P. (2011). *L'écologie des autres. Anthropologie et la question de la nature*. Versailles, Quae : 110 p.

Drücker, D. (2001). *Validation méthodologique de l'analyse isotopique*

d'ossements fossiles et apports aux reconstitutions paléoécologiques du Paléolithique supérieur du Sud-Ouest de la France. Thèse de l'université de Paris 6 Pierre et Marie Curie : 222 p.

Drücker, D. ; Bocherens, H. ; Cleyet-Merle, J.-J. ; Madeleine, S. ; Mariotti, A. (2000). Implications paléoenvironnementales de l'étude isotopique (^{13}C ^{15}N) de la faune des grands mammifères des Jamblancs (Dordogne, France). *Paléo*, 12 : 127-140

Drücker, D. ; Bocherens, H. ; Péan, S. (2014). Isotopes stables (^{13}C, ^{15}N) du collagène des mammouths de Mezhyrich (Epigravettien, Ukraine) : implications paléoécologiques. *L'Anthropologie*, 118 (5) : 504-517

Drücker, D. ; Vercoutère, C. ; Chiotti, L. ; Nespoulet, R. ; Crépin, L. ; Conard, N. ; Münzel, S. ; Higham, T.; van der Plicht, J. ; Lázničková-Galetová, M. ; Bocherens, H. (2015). Tracking possible decline of woolly mammoth during the Gravettian in Dordogne (France) and the Ach Valley (Germany) using multi-isotope tracking (^{13}C, ^{14}C, ^{15}N, ^{34}S, ^{18}O). *Quaternary International*, 359 -360 : 304-317

Duplessy, C. ; Ruddiman, W.F. (1984). La fonte des calottes glaciaires. *La Recherche*, 156 : 807-818

Elenga, H. ; Peyron, O. ; Bonnefille, R. ; Jolly, D. ; Cheddadi, R. ; Guiot, J. ; Andrieu, V. ; Bottema, S. ; Buchet, G. ; de Beaulieu, J.- L. ; Hamilton, A. C. ; Maley, J. ; Marchant, R. ; Perez-Obiol, R. ; Reille, M. ; Riollet, G. ; Scott, L. ; Straka, H. ; Taylor, D. ; Van Campo, E. ; Vincens, A. ; Laarif, F. ; and Jonson, H. (2000). Pollen-based biome reconstruction for southern Europe and Africa 18,000 yr BP. *Journal of Biogeography*, 27 (3): 621-634

D'Errico, F. ; Sánchez Goñi, M.F. ; Banks, W.E. (2012). L'impact du dernier maximum glaciaire sur les populations européennes. *In* : J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. Paris, La Découverte : 125-140

Fletcher, W.J. ; Sánchez Goñi, M.F. ; Allen, J.R.M. ; Cheddadi, R. ; Combourieu Nebout, N. ; Huntley, B. ; Lawson, I. ; Londeix, L. ; Magri, D. ; Margari, V. ; Müller, U. ; Naughton, F. ; Novenko, E. ; Roucoux, K. ; Tzedakis, P.C. (2010). Millennial-scale variability during the last glacial in vegetation records from Europe. *Quaternary Science Reviews*, 29 : 2839-2864

Fontana, L. (1998). *Mobilité et subsistance au Magdalénien dans le Languedoc occidental et le Roussillon*. Thèse de l'université de Paris1 Panthéon-Sorbonne : 285 p.

Fontana, L. (2000). La chasse au Renne au Paléolithique supérieur dans le Sud-Ouest de la France : nouvelles hypothèses de travail. *Paléo*, 12 : 141-164

Fontana, L. (2001). Etude archéozoologique des collections du Fourneau du Diable (Bourdeilles, Dordogne) : un exemple du potentiel des faunes paléolithiques issues de fouilles anciennes. *Paléo*, 13 : 159-182

Fontana, L. (2012a). *L'Homme et le Renne. La gestion des ressources animales en Préhistoire*. Paris, CNRS, coll. « Biblis » : 140 p.

Fontana, L. (2012b). Les relations homme-animal dans les sociétés de chasseurs-collecteurs. Les enjeux d'une recherche intégrée en archéozoologie. *In* : S. A de Beaune et H.-P. Francfort (dir.), *L'archéologie à découvert*. Paris, CNRS : 72-78

Fontana, L. (2013). Chasser au maximum glaciaire : particularités de l'environnement et prédation. *In* : *Le Solutréen...40 ans après Smith'66*. Actes du colloque de Preuilly-sur-Claise, 2007. Tours : ARCHEA ; FERACF (47e Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France) : 353-366

Fontana, L. (2017). The four seasons of reindeer: non-migrating reindeer in the Dordogne region (France) between 30 and 18k? Data from the Middle and Upper Magdalenian at La Madeleine and methods of seasonality determination. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 12: 346-362

Fontana, L. ; Chauvière F.-X. (2007). L'exploitation du Lièvre variable à la Madeleine (Dordogne, France) et le statut d'un petit gibier au Dryas ancien. *Paleo*, 19 : 303-336

Fontana, L. ; Chauvière F.-X. (2009). The total exploitation of Reindeer at the site of Les Petits Guinards: What's new about the annual cycle of Magdalenian groups in the French Massif Central? *In* : L. Fontana, F.-X. Chauvière & A. Bridault (dir.), *In search of Total Animal Exploitation. Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*. Proceedings of the XVth UISPP World Congress, Lisbon, 2006, Session C 61, vol. 42. Oxford : J. & E. Hedges (BAR International series 2040) : 101-111

Fontana, L. ; Bridault, A. ; Chauvière, F.-X. (2009). In search of total animal exploitation. Introduction. *In* : L. Fontana, F.-X. Chauvière & A. Bridault (dir.) , *In search of Total Animal Exploitation. Case Studies from the Upper Palaeolithic and Mesolithic*. Proceedings of the XVth UISPP World Congress, Lisbon, 2006, Session C 61, vol. 42. Oxford : J. & E. Hedges (BAR International series 2040) : 1-3

Fontana, L. ; Brochier, J. E. (2009). Diversification ou stabilité de la prédation au cours du Tardiglaciaire dans les Pyrénées françaises : et si on analysait les données ? *Bulletin de la Société préhistorique française*, 106 (3) : 477-490

Fontana, L. ; Digan, M. ; Aubry, T. ; Mangado Llach, M. ; Chauvière, F.-X. (2009). Exploitation des ressources et territoire dans le Massif Central français au Paléolithique supérieur : approche méthodologique et hypothèses. *In* : F. Djindjian (dir.), *Le concept de territoires dans le Paléolithique supérieur européen*. Actes du XVème Congrès mondial de l'UISPP, Lisbonne, 2006, Session C16, Vol. 3. Oxford, Archaeopress (BAR International Series 1938) : 201-215

Grayson, D. K. ; Delpech, F. ; Rigaud, J.-P. ; Simek, J.-F. (2001). Explaining the Development of Dietary Dominance by a Single Ungulate Taxon at Grotte XVI, Dordogne, France. *Journal of Archaeological Science*, 28: 115-125

Grayson, D. K. ; Delpech, F. (2003). Ungulates and the Middle-to-Upper Paleolithic transition at Grotte XVI (Dordogne, France). *Journal of Archaeological Science*, 30: 1633-1648

Grayson, D. K. ; Delpech, F. (2005). Pleistocene Reindeer and Global Warming. *Conservation Biology*, 19: 557-562

Green, C. (2005). *Etude archéozoologique des niveaux solutréens du talus de la grotte du Roc au Roc de Sers (Sers, Charente).* Mémoire de maîtrise, université de Paris 1 Panthéon -Sorbonne : 95 p.

Griggo, C. (1995). *Significations paléoenvironnementales des communautés animalières pleistocènes reconnues dans les abris Suard (Charente) et la grotte de Bois-Ragot (Vienne) : essai de quantification des variables climatiques*. Thèse de l'université de Bordeaux I : 222 p.

Guérin, C. ; Patou-Mathis, M. (1996). Les grands mammifères plio-pléistocènes d'Europe. Paris, Masson : 291 p.

Guiot, J. (1987). Late Quaternary climatic change in France estimated from multivariate pollen time series. *Quaternary Research*, 28: 100 -118

Guiot, J. (1990). Methodology of the climatic cycle reconstruction in French from pollen data. *Palaeogeography, Paleoclimatology, Palaecology,* 80 : 46-69

Guiot, J. ; Beaulieu, J.-L. de ; Cheddadi, R. ; David, F., Ponel, P. ; Reille, M. (1993). The climate in Western Europe during the last Glacial/Interglacial cycle derived from pollen and insect remains. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 103 (1-2): 73-93

Guthrie, R. D. (1968). Paleoecology of the large-mammal community in interior Alaska during the Late Pleistocène. *American Midland Naturalist*, 79: 346-363

Guthrie, R. D. (2001). Origin and causes of the mammoth steppe: a story of cloud cover, woolly mammal tooth pits, buckles, and inside-out Beringia. *Quaternary Science Reviews*, 20: 549-574

Haesaerts, P. ; Juvigné, E. ; Kuyl, O. ; Mücher, H. ; Roe-Broeks, W. (1981). Compte rendu de l'excursion du 13 juin 1981, en Hesbaye et au Limbourg Néerlandais, consacrée à la chronostratigraphie des loess du Pléistocène supérieur. *Annales de la Société géologique de Belgique*, 104 : 223-240

Harrison, S.P. ; Sánchez Goñi, M.F. **(**2010). Global patterns of vegetation response to millennial-scale variability and rapid climate change during the last glacial period. *Quaternary Science Reviews,* 29: 2957-2980

Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research,* 29: 142 -152

Hinguant, S. ; Moullé, P.-E. ; Arellano, A. ; Pigeaud, R. (2012). Pièces osseuses gravées du Solutréen moyen de la grotte Rochefort (Saint-Pierre-sur-Erve, Mayenne, France). *Paléo,* 23 : 337-356

Hinguant, S. ; Biard, M. (2013). Le Paléolithique supérieur ancien de la vallée de l'Erve (Mayenne) : un état des connaissances. *In* : P. Bodu, L. Chehmana, L. Klaric, L. Mevel, S. Soriano, N. Tessandier (dir.), *Le Paléolithique*

supérieur ancien de l'Europe du Nord-Ouest. Actes du colloque de Sens (2009). Paris, Société préhistorique française, Mémoire LVI : 239-250

Jeannet, M. (2010). L'écologie quantifiée. Essai de description de l'environnement continental à l'aide des microvertébrés**.** *Préhistoires méditerranéennes*, 1 : 1-26

Jeannet, M. (sous presse). Microfaune et climatologie dans le Pléistocène moyen et supérieur du Quercy. *In* : M. Jarry, J.-P Brugal., Ferrier C. (dir.), *Modalités d'occupations et exploitation des milieux au Paléolithique dans le Sud-Ouest de la France : l'exemple du Quercy*, Paléo supplément.

Juillard, F. (2009). La macro-faune de l'abri des Peyrugues : biométrie, odontométrie. *Préhistoire du Sud-Ouest*, 17 (2) : 151-177

Leroi-Gourhan, Arl. (1968). Dénomination des oscillations würmiennes. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 4 : 281-287

Madelaine, S. (1989). Contribution des anciennes fouilles à la connaissance des ongulés et de leur milieu durant le Würm récent en Dordogne. *Paléo*, 1: 36-46

Magniez, P. (2010). Incidence des fluctuations climatiques sur la taille du Renne (*Rangifer tarandus*) au Pléistocène supérieur. *Quaternaire*, 21 (3) : 259-279

Magny, M. (1995). *Une histoire du climat. Des derniers mammouths au siècle de l'automobile*. Paris, Errance : 176 p.

Masson-Delmotte, V. (2012). Les grandes oscillations du climat depuis 80 0000 ans. *In :* J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. Paris, La Découverte : 57-72

Millien, V., Lyons, S.K. ; Olson, L.; Smith, F.A. ; Wilson, A.B. ; Yom-Tov, Y. (2006). Ecotypic variation in the context of the global climate change: revisiting the rules. *Ecology letters*, 9 : 853-869

Mourer-Chauviré, C. (1975). *Les oiseaux du Pléistocène moyen et supérieur de France*. Lyon, Documents des Laboratoires de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, 64 : 624 p.

Pons, A. ; Guiot, J. ; Beaulieu, J.-L. de ; Reille, M. (1992). Recent contributions to the climatology of the last glacial-interglacial cycle based on french pollen sequences. *Quaternary Science Reviews*, 11 : 439-448

Pradel, J.-H. (1950). Le Solutréen supérieur de la grotte de la Tannerie, commune de Lussac-les-Châteaux (Vienne). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 47 (9-10) : 465-471

Pradel, L. ; Pradel, J.-H. (1967). L'abri solutréen de Monthaud, commune de Chalais (Indre). *L'Anthropologie*, 71 (1-2) : 49-74

Reille, M. ; Beaulieu, J.-L. de (1988). History of the Würm and the Holocene vegetation in Western Velay (Massif Central, France) : A comparaison of pollen analysis from three corings at Lac du Bouchet. *Review of Paleobotany and Palynology*, 54: 233-248

Reimers, E. (1983). Growth rate and body size differences in *Rangifer*, a study of causes and effects. *Rangifer*, 3: 3-15

Reimer, P.J. ; Bard, E . ; Bayliss, A. ; Warren Beck, J. ; Blackwell, P.G. ; Bronk Ramsey, C. ; Buck, C.E. ; Cheng, H. ; Edwards, R.L. ; Friedrich, M. ; Grootes, P. ; Guilderson, T.P. ; Haflidason, H. ; Hajdas, I. ; Hatté, C. ; Heaton, T.J. ; Hoffmann, D. ; Hogg, A.G. ; Hughen, K.A. ; Kaiser, K.F. ; Kromer, B. ; Manning, S.W. ; Niu, M. ; Reimer, R.W. ; Richards, D.A. ; Scott, E.M. ; Southon, J.R. ; Staff, R.A. ; Turney, C.S.M. ; van der Plicht, J. (2013). Intcal13 and marine13 radiocarbon age calibration curves 0-50000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4) : 1869-1887

Rigaud, A. ; Peyrouse J.-B.; Walter B.; Aubry T.; Desbrosse R.; Almeida M. (2013). Percuteurs en bois de Cervidés en Provenance de Solutré *In* : *Le Solutréen...40 ans après Smith'66*. Actes du colloque de Preuilly-sur-Claise, 2007. Tours : ARCHEA ; FERACF (47e Supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France) : 127-133

Rillardon, M. (2010). *Environnement et substance des derniers chasseurs cueilleurs dans la basse vallée du Rhône et ses marges du pléniglaciaire supérieur (20 ka BP) à l'optimum climatique (8 ka BP)*. Thèse de doctorat de l'université d'Aix-Marseille 1, 3 vol : 841 p.

Sánchez Goñi, M.F. (1991). On the Last Glaciation and the Interstadials during the Solutrean. A contradiction ? *Current Anthropology*, 4 : 573-575

Sánchez Goñi, M.F. (1994). The identification of European Upper Paleolithic interstadials from cave sequences. *American Association of Stratigraphic Palynologist*, 29 :161-182

Sánchez Goñi, M. F. (1996). Les changements climatiques du Paléolithique supérieur. Enquête sur le rapport entre paléoclimatologie et Préhistoire. *Zephyrus*, 49 : 3-36

Sánchez Goñi, M. F. (1999). Végétation et climat sur le pourtour de la Méditerranée au cours du Pléistocène supérieur. *In* : D. Sacchi (dir.), *Les faciès leptolithiques du nord-ouest méditerranéen : milieux naturels et culturels*. Actes du XXIVème Congrès préhistorique de France, Carcassonne, 1994. Paris, Société préhistorique française : 237-250

Sánchez Goñi, M. F. (2014). Rapid climatic variability in Europe over the last glacial. *In : Transitions, rupture et continuité.* XXVIIème congrès préhistorique de France Bordeaux-Les Eyzies, 2010. Paris, Société préhistorique française : 185-193

Sánchez Goñi, M. F. ; Cacho, I ; Turon, J.- L. ; Guiot, J. ; .Sierro, F. J. ; Peypouquet, J.-P. ; Grimalt, J. ; Shakleton, N. J. (2002). Synchroneity between marine and terrestrial responses to millennial scale climatic variability during the last glacial period in the Mediterranean region. *Climatic Dynamics*, 19 : 95-105

Sánchez Goñi, M.F. ; Landais, A. ; Fletcher, W.J. ; Naughton, F., Desprat, S. ; Duprat, J. (2008). Contrasting impacts of Dansgaard-Oeschger events over a western European latitudinal transect modulated by orbital parameters. *Quaternary Science Reviews*, 27: 1136-1151

Sánchez Goñi, M.F. ; Harrison, S.P. (2010). Millennial-scale climate variability and vegetation changes during the last

glacial: concepts and terminology. *Quaternary Science Reviews,* 29: 2823-2827

Sánchez Goñi, M.F. ; D'Errico, F. ; Daniau, A.-L. (2012). La variabilité climatique rapide de la dernière période glaciaire et l'extinction des Néandertaliens. *In* : J.-F. Berger (dir.), *Des climats et des hommes*. Paris, La Découverte : 107-121

Schackleton, N. J. (1987). Oxygen isotopes, ice volume and sea level. *Quaternary Science Reviews*, 6 : 183-190

Schmider, B. (1990). *Le Solutréen dans le Bassin Parisien. In:* J.K. Kozlowski (ed.), *Feuilles de Pierre. Les Industries à Pointes foliacées du Paléolithique supérieur européen.* Actes du Colloque de Cracovie, 1989. Liège, ERAUL, 42 : 321-333

Skogland, T. (1983). The effects of density dependent resource limitation on size of wild reindeer. *Oecologia*, 60 : 156-168

Van Vliet-Lanoë, B. (2005). *La planète des glaces. Histoire et environnements de notre ère glaciaire.* Paris, Vuibert : 470 p.

Van Vliet-Lanoë, B. (2007). The autocyclic nature of glaciations. *Bulletin de la Société géologique de France*, 178 (4) : 247-262

Van Vliet-Lanoë, B. ; Lisitsyna, O. (2001). Permafrost extent at the last glacial maximum and at the Holocene optimum. The climex map. *In* : R. Paepe ; V. Melnikov (eds.), *Permafrost Response on Economic development, Environment Security and Natural Resources*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers: 215-225

Van Vliet-Lanoë, B. ; Lisitsyna, O. ; Buoncristiani, J.- C. (2005). Permafrost and ice extent. *In* : N. Petit-Maire ; B. Vrielynck (ed.), *The mediterranean Basin : the two last climatic extremes*. Carte CCGM avec notice. Aix-en-Provence, MMSH-ANDRA : 25-63

Velichko, A.A. ; Zelikson, E.M. (2005). Landscape, climate and mammoth food resources in the East European Plain during the Late Paleolithic epoch. *Quaternary International*, 126-128 : 137-151

Weinstock, J. (2010). *Late Pleistocene reindeer population in Middle and Western Europe. An osteometrical study of Rangifer tarandus*. Tübingen, Mo-Vince Verlag: 142 p.

Woillard, G. (1978). Grande Pile Peat Bog: A continuous pollen record for the last 140000 yrs. *Quaternary Research*, 9: 1-21