

internationale de chimie, Lynn Soby, le travail du JWP a été examiné en deux étapes avant l'annonce. Tout d'abord, ses conclusions ont été transmises à plusieurs laboratoires, principalement ceux qui ont participé aux dernières découvertes, ainsi qu'à un autre expert proposé par l'un des laboratoires. Ensuite, les rapports du JWP ont été envoyés aux membres du comité de l'UICPA consacré à la nomenclature, aux symboles et à la terminologie des éléments de la table périodique.

Selon Lynn Soby, le travail du comité consistait à vérifier les erreurs de formulation et de présentation, et qu'il incombait donc aux laboratoires eux-mêmes d'effectuer un examen scientifique. Elle affirme que cette procédure était appropriée, puisqu'ils sont les experts du domaine. Pourtant, l'un de ces chercheurs, Vladimir Utyonkov, pensait que l'UICPA avait recruté quinze experts indépendants pour effectuer l'évaluation scientifique. Il a supposé qu'on lui demandait simplement, ainsi qu'à deux collègues de Doubna, de vérifier les faits et les chiffres dans les rapports. «Je ne sais pas comment nous pouvons être considérés comme des rapporteurs indépendants», dit-il.

Rétrospectivement, Cecilia Jarlskog aurait souhaité que la communauté des physiciens,

dont elle-même, prête une plus grande attention à la façon dont le processus d'évaluation a été conduit, en particulier à l'arbitrage des conclusions du JWP. «Notre négligence va me faire faire des cauchemars.»

DES RÈGLES MODIFIÉES

Pour répondre aux différents points soulevés, les deux unions internationales ont convenu de nouvelles procédures d'évaluation pour tout futur élément. Selon les règles modifiées, qui ont été publiées en mai 2018, les présidents de l'UICPA et de l'UIPPA auront maintenant la possibilité d'examiner les résultats du JWP avant d'annoncer conjointement leurs conclusions. Pour ce faire, ils mèneront un processus indépendant d'évaluation par les pairs en plus de celui de la revue *Pure and Applied Chemistry*.

Bruce McKellar affirme que les changements auront un effet positif. «Les deux unions internationales ont développé une relation de confiance en travaillant ensemble sur cette question», dit-il. Mais ces changements ne satisferont pas certains scientifiques critiques, comme Cecilia Jarlskog. «Je ne pense pas que les nouvelles règles changeront quoi que ce soit», conclut-elle. ■

BIBLIOGRAPHIE

J. Corish, **Procedures for the naming of a new element**, *Chemistry International*, vol. 38, pp. 9-11, 2016.

C. Jarlskog, **Validation of new superheavy elements and IUPAC-IUPAP joint working group**, *EPJ Web Conf.*, vol. 131, 06004, 2016.

P. J. Karol et al., **Discovery of the elements with atomic numbers $Z = 113$, 115 and 117 (IUPAC Technical Report)**, *Pure and Applied Chemistry*, vol. 88, pp. 139-153, 2016.

U. Forsberg et al., **A new assessment of the alleged link between element 115 and element 117 decay chains**, *Physics Letters B*, vol. 760, pp. 293-296, 2016.

TED^x Saclay
x = independently organized TED event

28 nov.
2019

► Résonances

**Innovons ensemble
au service
du vivant**

SAINT
QUENTIN
EN YVELINES
Terre d'innovations

PARIS
SACLAY
Communauté d'agglomération

NOKIA

île de Science
PARIS-SACLAY



<https://tedxsaclay.com/videos>

Abonnez-vous à notre
newsletter
et participez
activement
au prochain TEDx !

tedxsaclay.com

L'ESSENTIEL

> Il y a quelque 14 700 ans, les températures maximales annuelles sont passées de 9 à 19 °C : les glaciers ont alors régressé, tandis que les forêts ont peu à peu remplacé la toundra.

> Le mode de vie des Magdaléniens, pratiqué alors partout en Europe, fut progressivement remplacé

par celui des Aziliens. De nouvelles armes de chasse et de nouveaux modes d'exploitation du territoire sont apparus.

> L'analyse des vestiges de cette transition montre que l'adaptation des sociétés aux nouvelles conditions environnementales a souvent suivi l'évolution du climat avec environ un siècle de retard.

LES AUTEURES



SONJA GRIMM
préhistorienne au Centre pour l'archéologie balte et slave à Schleswig, en Allemagne



DANIELA HOLST
préhistorienne à l'Institut de préhistoire et d'histoire ancienne de l'université de Cologne

Et le réchauffement acheva le Magdalénien



Lorsque des forêts ont remplacé la toundra parcourue d'immenses troupeaux de rennes, de chevaux ou de bisons, les chasseurs-cueilleurs d'Europe se sont adaptés. Une vaste étude révèle que leurs réactions ont toujours suivi les évolutions climatiques, mais avec un certain retard.

Il y a entre 16000 et 13000 ans, la dernière ère glaciaire arrivait lentement à son terme. Nommée Weichsélien, elle avait commencé quelque 100000 ans plus tôt. On pourrait croire que ce réchauffement a facilité la vie des populations européennes. Toutefois, plusieurs oscillations climatiques, parfois brutales, ont réinstallé temporairement des conditions glaciaires sur l'Europe. Cette difficile transition vers la période chaude actuelle a mis les populations européennes à l'épreuve. Afin d'étudier comment, et avec quelle inertie, ces populations ont adapté leur économie et leur mode de vie, nous avons compilé toutes les données disponibles pour cette période. Cela nous a donné l'occasion d'éprouver le vieux précepte archéologique suivant lequel les sociétés du passé évoluaient surtout en réaction au climat. Pas si simple, comme nous allons le voir!

La dernière glaciation s'est terminée il y a quelque 14700 ans pendant le Magdalénien, une période culturelle qui apparaît dans le registre archéologique vers 17000 et se termine

vers 12000 BP (*before present*, soit par convention avant 1950). La dernière glaciation? En termes géologiques, il s'agit plus précisément de la dernière période froide, puisque nous vivons actuellement dans l'une des périodes chaudes de la fin du Cénozoïque (66 millions d'années à aujourd'hui), une ère géologique caractérisée par l'enchaînement d'au moins dix-sept épisodes glaciaires successifs.

Il y a 17000 ans, les Magdaléniens occupaient surtout l'Europe méridionale. Quand la période froide du maximum glaciaire s'est terminée vers 14700 BP, ils ont colonisé progressivement le reste de l'Europe, notamment ses zones les plus septentrionales. Ces spécialistes de la vie dans la toundra périglaciaire ont alors vu leur milieu ouvert se transformer en forêt. À la suite de cela, en 1500 ans, leur mode de vie a évolué vers celui des Aziliens que, en Allemagne et parfois dans le nord de la France, on nomme aussi groupes à Federmesser (littéralement à «couteaux-plumes», nommés en France «pointes à dos courbe», voir la figure page 44).

Comprendre comment s'est déroulée la transition entre le Magdalénien et l'Azilien >

Les chevaux paissaient en grands troupeaux sur la toundra périarctique. Ils constituaient avec les rennes les principales proies des Magdaléniens qui les abattaient à l'aide de sagaies lancées au propulseur.



> implique de se pencher d'abord sur le climat. L'évolution générale des températures et des précipitations dans le monde entier se déduit des carottes extraites de la glace du Groenland, formée par le compactage des couches annuelles de neige. La composition isotopique de cette glace – surtout celle de l'oxygène et du soufre atmosphériques qu'elle contient – fournit des informations précieuses sur les évolutions climatiques du passé à l'échelle planétaire. Le forage groenlandais ayant dépassé la profondeur de 3 000 mètres, pas moins de 123 000 ans de l'histoire climatique ont été enregistrés.

Ainsi, en Europe à la fin de la glaciation, les calottes glaciaires ne couvraient plus que le sud de la Scandinavie, le nord de la Grande-Bretagne et les Alpes. Dans les zones libres de glace, il ne restait presque plus de pergélisol, mais la terre gelait profondément en hiver. Les très épais dépôts de loess (un fin sédiment éolien limoneux) de cette période suggèrent que les tempêtes de poussière n'étaient pas rares. Le paysage consistait en steppes arides et froides couvertes d'une pauvre végétation peu exigeante. Les arbres et les arbustes ne poussaient qu'en quelques endroits abrités et assez humides.

À l'échelle régionale, voire locale, on complète ces données continentales en exploitant les informations climatiques livrées par les plantes fossiles ou les sédiments lacustres. Selon ces sources sédimentaires, en Rhénanie et dans le nord de la France, la température maximale annuelle entre 16 000 et 14 700 BP était d'environ 9 °C.

UNE NOURRITURE ABONDANTE

Pour les chasseurs-cueilleurs, ces conditions n'étaient en fait nullement hostiles, car le paysage ouvert, accueillant d'énormes troupeaux de rennes et de chevaux ainsi que des groupes de bisons et d'antilopes saïga, offrait autant de proies qu'ils en voulaient. Le fait que les artistes magdaléniens aient si bien su dessiner des mammouths suggère qu'ils avaient vu ces pachydermes, et donc qu'ils étaient encore présents en Europe occidentale. Ils ne jouaient plus cependant de grand rôle dans l'alimentation des chasseurs.

Quand, il y a environ 14 700 ans, les températures ont commencé à grimper, les glaciers se sont mis à fondre et les précipitations ont augmenté. En à peine 150 ans, les températures annuelles maximales de la Rhénanie et du nord de la France ont atteint 19 °C. Les prairies steppiques ont alors cédé la place à des forêts de bouleaux, qui se sont ensuite densifiées et étendues. Les troupeaux d'herbivores de la toundra ont suivi la steppe reculant vers le nord jusqu'à disparaître complètement d'Europe centrale. Les chevaux, pour leur part, étaient mieux à

même de faire face aux nouvelles conditions, mais leurs troupeaux se sont amenuisés. Dans le même temps, les animaux forestiers habitués aux climats plus chauds, tels le sanglier, l'auroch, le cerf rouge et l'élan sont apparus.

Les données nous apprennent cependant qu'à trois reprises, vers 14 000, 13 650 et 13 150 BP, cette évolution climatique globale a été interrompue par le retour des conditions glaciaires pour un ou deux siècles; plus tard, au Dryas récent (12 800 à 11 500 BP), le froid est encore revenu, cette fois pour pas moins de 1 300 ans. La température maximale annuelle est alors retombée à seulement 9 °C, tandis que les glaciers et les surfaces de sols gelés recommençaient à croître, ce qui, dans certaines régions, s'accompagnait du retour de la toundra. Pour sa part, la forêt a résisté dans les zones protégées jusqu'à ce que, vers 11 690 BP, l'Europe entre dans une nouvelle ère géologique – l'Holocène – et la période chaude actuelle.

Afin d'étudier l'adaptation des populations humaines à ces changements extrêmes, nous avons repris les données prélevées dans 26 sites déjà fouillés de Rhénanie, du nord de la France et du sud de la Belgique. Après avoir classé ces données, l'une d'entre nous (Sonja Grimm) a analysé comment les chasseurs-cueilleurs colonisaient les territoires, s'alimentaient, disposaient de leurs ressources et quels systèmes techniques ils mettaient en œuvre. Plus de 90 évolutions notables ont ainsi été mises en évidence, ce qui nous a permis de retracer minutieusement l'évolution des différents pans du mode de vie des

LES POINTES AZILIENNES

Ces pointes à dos courbe – ou *Federmesser* en allemand – ont été mises au jour lors de fouilles en Rhénanie-Palatinat. Elles prouvent qu'il y a quelque 13 000 ans, la culture azilienne (ou *Federmesser*) se développait dans la vallée du Rhin.

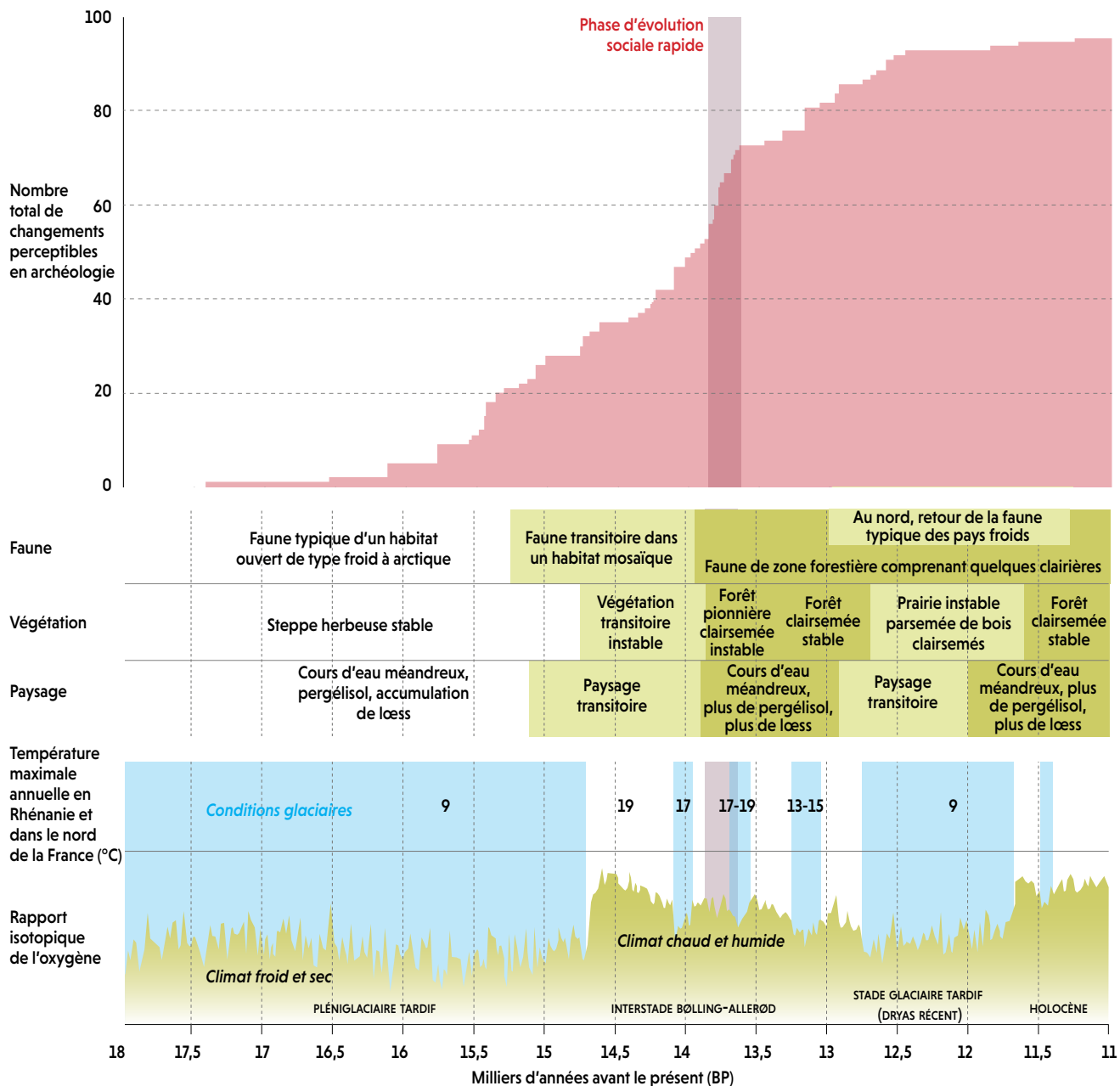


INNOVATION ET CLIMAT

chasseurs-cueilleurs. Pour la première fois, l'influence du climat, que l'on suppose toujours primordiale en archéologie, a pu être mise à l'épreuve des faits! Nous avons résumé l'ensemble des changements intervenus dans un graphique reflétant la dynamique du changement de comportement des chasseurs-cueilleurs pendant la transition Magdalénien-Azilien (voir l'encadré ci-dessous).

Que met en évidence cette étude? Il y a quelque 15 500 ans, la culture magdalénienne dominait l'Europe. Les ancêtres des Magdaléniens ont été les pionniers de l'adaptation aux steppes glacées qui couvrirent notre continent après le retrait des glaces formées pendant la période du maximum glaciaire entre 26 000 et 20 000 ans BP. Le mode de vie de ces chasseurs de rennes était très rigide: il semble >

La compilation et l'analyse des découvertes faites sur 26 sites allemands, français et belges ont révélé plus de 90 évolutions différentes des données archéologiques à la fin de la période glaciaire. Leur mise en regard avec les évolutions climatiques concomitantes révèle comment les sociétés de la fin de Paléolithique ont réagi au changement. Le plus grand dynamisme social s'observe dans la période marquée par une bande violette : pendant le siècle de transition, le nombre des innovations s'est accru nettement plus vite qu'auparavant ou après. On observe en revanche que lors de chaque retour du froid, il se remet à stagner.



> qu'ils appliquaient en toutes circonstances et dans tous les domaines de leur vie des règles intangibles. C'est, entre autres, ce que suggère l'uniformité frappante de leur armement dans toute l'Europe. Celui-ci consistait pour l'essentiel en pointes de sagaies en os, en ivoire ou en bois de cervidé, où des lamelles tranchantes de silex avaient été insérées (afin d'ajouter un pouvoir dilacérant à l'arme). Les chasseurs lançaient ces projectiles à l'aide de propulseurs en bois de cervidés ou en bois, très comparables à ceux qu'emploient les Aborigènes australiens. Un tel propulseur allonge le bras, donc le bras de levier, et par là accroît la vitesse de la sagaie et sa capacité à pénétrer le corps d'un animal pour mieux le faire saigner.

Ainsi propulsées, ces sagaies faisaient des Magdaléniens des maîtres de la chasse au cheval et au renne (*voir la figure page 42*). Les chasseurs savaient exactement où et quand passaient les grands troupeaux et comment y prélever des proies. Vitaux pour leur survie, ces savoir-faire exigeaient une transmission des connaissances sur la chasse et l'instruction correcte des tireurs. Les chasseurs qui ne savaient s'embusquer au bon endroit au bon moment n'obtenaient pas de grandes proies...

Le menu magdalénien comprenait aussi des poissons, du gibier à plume et, dans une moindre mesure, des produits de la cueillette de végétaux. Les vestiges des boucheries magdaléniennes prouvent par ailleurs qu'en plus des grands mammifères, ils ne négligeaient pas le petit gibier, tels les lièvres ou les renards (sans doute aussi intéressants pour leur peau). Sous un climat aussi rude que le leur, il aurait en effet été insensé de se passer de ces petites proies: après tout, l'arrivée des grands troupeaux pouvait être retardée et la faim survenir très vite. Les Magdaléniens géraient donc leurs ressources de façon rigoureuse et durable. Dans leur prudente pratique, rien n'était gaspillé: la présence, dans les ateliers de boucheries magdaléniennes, de milliers de minuscules esquilles d'os montre par exemple que tous les os étaient cassés, puis mis à bouillir dans des marmites creusées dans la terre, étanchéifiées par des peaux et chauffées par des pierres brûlantes retirées du feu.

L'analyse détaillée des modes de colonisation des Magdaléniens et de leur mobilité conduit à cette même impression d'un système de vie strict, immuable et prudent: au Weichsélien final, on séjournait pendant une grande partie de l'année au sein de campements étendus en essayant de s'approvisionner dans les environs. La comparaison avec les peuples arctiques d'aujourd'hui suggère que les clans comprenaient de 25 à 30 personnes. Deux ou trois clans se groupaient sans doute dans un village, mais il ne s'agit là que d'une spéculation. Nous ignorons à quoi



SOL MAGDALÉNIEN À ÉTIOLLES

Ce sol magdalénien précautionneusement mis au jour par les préhistoriens sur le site d'Étiolles présente les vestiges d'un foyer qui se trouvait vraisemblablement à l'intérieur d'une tente de peau, même si les pierres qui servaient à la caler ne sont plus présentes. Autour, des restes sont massés, là où probablement des Magdaléniens se sont assis sur le sol afin de se livrer à des activités artisanales telles que la taille ou la confection d'armes.

ressemblaient les habitations, mais la découverte de trous de poteaux entourés de grands blocs de pierre suggère que des piquets ancrés dans le sol soutenaient des couvertures de peau que ces poids bloquaient.

LES GRANDES RANDONNÉES ESTIVALES MAGDALÉNIENNES

En été (surtout), les Magdaléniens partaient en petits groupes pour de grands circuits le long de certains itinéraires. Ils n'établissaient sur leur chemin que de petits camps. Les indices matériels que l'on y trouve suggèrent que certaines de ces stations étaient dédiées à des activités spécialisées telles que la chasse ou l'approvisionnement en matière première. Lors de ces grandes randonnées estivales, les clans parcouraient souvent des centaines de kilomètres, puis retournaient dans leurs campements d'hivernage, comme en témoigne le très riche matériel archéologique que l'on y trouve. Des trous de poteaux, des dallages et des accumulations d'artefacts attestent que les tentes ou les huttes étaient montées toujours aux mêmes endroits. Ces grands habitats étaient aménagés pour toutes les activités de la vie quotidienne: cuisiner, manger, dormir... Des zones étaient réservées au traitement des proies et d'autres à la production artisanale, pour laquelle les chasseurs ramenaient de leurs grandes excursions des nodules de silex de qualité et des nucléus déjà apprêtés qu'ils exploitaient une fois sur leur campement.

Certaines zones de ces habitats étaient consacrées aux activités rituelles ou artistiques; des dessins de phoques que l'on y a découverts démontrent l'ampleur des circuits estivaux parcourus. Au cours de ces voyages, des rencontres avec d'autres groupes devaient se produire, ce qui n'a pu que faciliter la constitution d'une sorte de «réseau social magdalénien» paneuropéen. Les idées et les matières premières y circulaient. C'est du moins ce que suggèrent les vénus de Gönnersdorf, des représentations stylisées du corps féminin découvertes à Gönnersdorf sur un site magdalénien du bassin de Neuwied au nord du Land de Rhénanie-Westphalie. Entre la côte atlantique et les rives du Don (Russie), les Magdaléniens ont en effet dessiné, peint, gravé ou sculpté ce type de vénus des milliers de fois (*voir la photographie ci-dessous*). Leur signification exacte nous est inconnue, mais, clairement, elle était évidente pour tous au Magdalénien.

Cela implique qu'un sentiment d'identité commune existait à grande échelle et qu'un réseau d'échange stable le maintenait. Cela se note, du reste, aux milliers de kilomètres sur lesquels étaient transportés certains biens de prestige (rares) tels les coquillages servant de parures. Les chercheurs supposent que le réseau social de la fin du Magdalénien assurait la survie en temps de crise: si à cause de mauvais résultats à la chasse, un clan souffrait de la faim, un groupe apparenté pouvait l'aider en

lui fournissant des ressources ou en l'invitant à partager un terrain de chasse plus riche.

Lorsque les températures se sont mises à augmenter il y a 14 700 ans, les chasseurs-cueilleurs se sont accrochés aux traditions magdaléniennes, mais ont aussi commencé à les faire évoluer. Les archéologues constatent en effet qu'à cette période, les vestiges d'habitats successifs se chevauchent. L'organisation des villages est restée la même, mais on déplaçait les habitations d'une saison à l'autre, solution que l'on préférerait manifestement à un nettoyage suivi d'une reconstruction de l'habitat.

Dès que la forêt a commencé à conquérir le paysage, les sangliers, les aurochs, les cerfs, les chevreuils et les élans ont enrichi la palette alimentaire. Cette adaptation a eu lieu différemment d'une région à l'autre selon le degré de changement du paysage. La steppe herbeuse du sud du Bassin parisien a disparu beaucoup plus tôt que dans la vallée du Rhin ou dans les basses montagnes. Là où le régime alimentaire a changé, on devine désormais un usage bien plus insouciant des ressources en nourriture. Elles sont désormais plus grandes: il est clair que les gens de la période de transition se sentaient en sécurité. Ils chassaient moins souvent les petits mammifères et le bouillon d'os si typique des Magdaléniens n'était plus au menu.

DES OS CARBONISÉS

Dans les sites de cette époque, au lieu d'éclats d'os, les archéologues déterrent des ossements carbonisés. Nous pensons que cela correspondait à une forme d'hygiène: comme les animaux chassés n'étaient plus utilisés au maximum, les restes menaçaient de se décomposer et d'attirer prédateurs et vermine. Cet emploi relativement insouciant des aliments n'a guère duré: vers 13 800 ans, soit un bon siècle après la fin de la vague de froid, les clans, devenus aziliens, ont remis les petits mammifères au menu. C'est notamment le cas du castor, ce qui suggère que sa queue très grasse était bouillie pour obtenir à nouveau du bouillon.

Les pointes de flèche que produisaient les groupes aziliens étaient plus faciles à fabriquer que les lames des sagaies magdaléniennes. La production de ces lames impliquait en effet un processus en plusieurs étapes, sans doute organisé socialement: les nucléus étaient mis en forme afin de faciliter la production en série; de longues lames y étaient ensuite débitées à l'aide de percuteurs en bois de renne; souvent courbes, elles devaient être cassées pour fournir des segments courts, que l'on travaillait ensuite afin de leur donner la taille et la forme nécessaires aux activités prévues.

Par contraste, les tailleurs des groupes aziliens avaient beaucoup moins de travail: ils débitaient les pièces de silex directement dans les ➤

VÉNUS MAGDALÉNIENNES

Ces gravures magdaléniennes représentant de façon stylisée des corps de femme proviennent de la grotte de la Roche de Lalinde dans le Périgord. Elles sont très similaires aux gravures retrouvées à Gönnersdorf dans le Land de Rhénanie-Palatinat, qui ont défini un type de représentation du corps féminin observé dans toute l'Europe sous la forme de gravures ou de statuettes.



© Don Hitchcock

> nucléus, puis leur donnaient ensuite la forme souhaitée pour en faire, par exemple, des pointes de flèche. Le large éventail des formes retrouvées suggère que cette approche était pragmatique et que la tendance à standardiser avait été abandonnée. La matière première utilisée n'était pas plus soumise à des exigences particulières, de sorte que l'on pouvait presque toujours se contenter des ressources lithiques que l'on trouvait là où l'on séjournait.

Ce pragmatisme se reflétait aussi dans la disposition des campements des clans aziliens. On travaillait là où l'on vivait; les zones fonctionnelles de l'habitat n'étaient guère différenciées. Apparemment, même la tradition des grands camps occupés pendant de longues périodes avait disparu. On ne trouve plus trace de stations permanentes, mais seulement de simples foyers: après leur arrivée quelque part, les clans repartaient au bout de quelques jours ou de quelques semaines. S'ils revenaient sur certains lieux encore et encore, sans doute à cause de riches territoires de chasse, ils y dressaient leurs tentes à côté de l'emplacement de la saison passée, ce que prouve la juxtaposition des complexes de vestiges.

DES CLANS PLUS MOBILES, MAIS SUR DE PETITES DISTANCES

Bien plus mobiles que les clans magdaléniens, les clans des groupes aziliens parcouraient pour autant des distances bien moindres que leurs ancêtres. Depuis que l'on pouvait se passer du silex de qualité supérieure servant à produire les lames, les longs déplacements n'avaient sans doute plus de sens. Avec le réchauffement d'il y a 14 700 ans, les marqueurs d'échanges entre régions qu'étaient les vénus sont aussi devenus de plus en plus rares, ce qui implique que les réseaux sociaux étendus de l'époque précédente avaient presque complètement disparu, comme la couche culturelle paneuropéenne uniforme de l'époque magdalénienne. Désormais, les traditions régionales prenaient le pas.

Bien que la chronologie que nous avons établie soit plus précise que celles qui l'ont précédée, elle laisse nombre de questions sans réponses. Un changement aussi profond de la société représentait un grand risque. Qui cesse d'employer des ressources de provenance lointaine perd inévitablement la connaissance de leur existence et de leur intérêt. Pour autant, les populations de la transition ne pouvaient savoir que le climat et le paysage évolueraient à long terme. Balançait-on entre tradition et innovation? Ou des processus d'adaptation trop lents pour que quelqu'un les perçoive dominaient-ils?

Après avoir tiré des données archéologiques les toutes premières manifestations de changement, l'une d'entre nous, Sonja Grimm,

DES ARMES AZILIENNES, SIMPLES ET EFFICACES

Le nord de la France et le Bassin parisien ont livré quelques-uns des sites les mieux conservés de la fin du Paléolithique en Europe. Pendant cette période – le Tardiglaciaire – les cultures aurignacienne (17 000 à 12 500 BP) et azilienne (12 500 à 9 600 BP) se succèdent, tandis qu'un réchauffement climatique densifie le couvert végétal. Les espèces inféodées à la forêt (cerf, chevreuil, sanglier...) remplacent petit à petit les espèces steppiques (renne, mammouth, bison...). Le cheval reste longtemps partagé entre Magdaléniens et premiers Aziliens.

Les archéologues fouillent certains des grands sites de la fin du Magdalénien et de l'Azilien du nord de la France depuis des dizaines d'années. C'est par exemple le cas de Pincevent, en Seine-et-Marne, et d'Étiolles, dans l'Essonne, depuis respectivement 1964 et 1972. Ces grands sites nous ont permis d'explorer des campements sur de très larges surfaces – par exemple sur 29 000 mètres carrés au Closeau, dans les Hauts-de-Seine –, mais aussi dans l'épaisseur du temps – sur pas moins de neuf niveaux stratifiés à Étiolles. Cette richesse archéologique a révélé précisément l'évolution des cultures humaines de ces périodes, à commencer par celle de l'armement de chasse.

Ainsi, dès la fin du Magdalénien, on voit l'armement des chasseurs se transformer à travers toute l'Europe de manière radicale. Les pointes de sagaies en bois de renne disparaissent au profit de pointes en silex plus rapides à fabriquer. Ces pierres taillées deviendront les armatures de prédilection des chasseurs pendant presque deux millénaires. Elles constituent les témoins les plus évidents des armes

utilisées par les chasseurs aziliens, car, sauf à de très rares exceptions, le bois des armes n'est jamais conservé. Un site d'Allemagne du nord où, dans les années 1930, on a découvert des flèches en pin associées à des pointes en silex constitue une exception notable, mais il est plus récent que l'Azilien.

Ces transformations ont eu un impact sur les comportements des chasseurs et en particulier sur les pratiques de chasse, de la fabrication des armes aux tactiques mises en place. En effet, chasser et abattre des hardes de rennes dans un paysage ouvert n'a rien à voir avec la chasse au cerf ou d'autres proies en milieu forestier. Or l'armement magdalénien, particulièrement élaboré et long à fabriquer, pouvait être récupéré sur la steppe, mais se serait perdu dans une végétation dense. Ainsi, le risque de perdre un matériel précieux dans un milieu très végétalisé a certainement poussé les chasseurs à envisager de nouvelles solutions techniques: fabriquer et remplacer une pointe en silex perdue ou cassée est en effet beaucoup plus rapide que de fabriquer une nouvelle pointe de sagaie en bois de cervidé.

Il faut aussi mettre en relation cette nouvelle façon d'armer ses projectiles avec l'apparition d'une innovation majeure: l'arc. Les preuves directes de son emploi sont cependant rares. L'absence, en France, de gisements où le bois a été conservé ne permet donc pas d'être totalement affirmatif sur son apparition (ou sa réapparition puisqu'il a peut-être été inventé plus tôt puis abandonné). On sent cependant qu'il était présent dès le début de l'Azilien, sans doute parce qu'il était plus adapté à une chasse d'approche que le propulseur quand le tireur devait être plus réactif aux mouvements de la proie.

LUDOVIC MEVEL
ArScan, CNRS

REDRESSEUR DE HAMPE

Généralement en grès et doté d'une rainure centrale, ce type d'instrument semble avoir été employé afin de redresser les hampes des flèches avant leur utilisation.



a pu décrire très en détail l'évolution du comportement des chasseurs-cueilleurs. À cet égard, il importe d'abord de mettre en évidence quels pans de la vie sociale ont été les plus modifiés par le changement. L'évolution de l'armement n'a d'abord touché que les tailleurs et les chasseurs. Ensuite, les nouveaux approvisionnements alimentaires qui en ont découlé, et leurs effets indirects sur la conception des espaces de stockage et sur l'approvisionnement en matières premières, ont concerné tout le monde.

Sonja Grimm a ainsi déterminé quatre phases de changement d'intensité et de dynamique. Après 16000 ans BP, au tout début de la période étudiée, les innovations sont restées, pendant 3500 ans, l'œuvre de précurseurs, et n'ont pas concerné toute la société. Avant 14700 ans, les nouvelles ressources disponibles ont contribué à assouplir le système rigide des règles et des normes, mais les Magdaléniens sont dans l'ensemble restés fidèles à leur système social. On employait par exemple toujours les mêmes outils, tels les grattoirs servant au traitement des peaux, les burins et forets employés dans d'autres activités. Certains grands circuits migratoires avaient probablement aussi été conservés.

Lorsqu'il y a 14000 ans, il s'est mis à nouveau à faire très froid, la steppe aride est revenue, repoussant partiellement les forêts, mais les savoir-faire du froid, comme la préparation de bouillons gras, avaient été oubliés. Et à quoi était bon le fait que des troupeaux de rennes traversent à nouveau les paysages, puisque personne ne connaissait leurs trajets ni ne savait comment organiser de grandes chasses? La rareté des ressources qui en a résulté a alors pu plonger les sociétés de chasseurs-cueilleurs dans une crise grave, ce qui

expliquerait en partie le petit nombre des découvertes archéologiques de cette phase. La vague de froid a par ailleurs marqué le passage définitif dans l'ère des groupes aziliens. Une explication possible de ce tournant serait que le système social déjà perturbé des Magdaléniens s'est alors complètement effondré, puisque ceux qui comptaient sur leurs propres forces plutôt que sur les règles rigides du système magdalénien avaient désormais plus de chances de survivre.

L'AVÈNEMENT DE L'AZILIEN

Après deux siècles vraisemblablement chaotiques, une réorientation se fait sentir à partir d'il y a 13800 ans BP. L'expansion du couvert forestier s'accompagne d'un formidable élan de développement: bon nombre des innovations mises au point au cours des 1000 dernières années, mais qui ne se sont répandues que sporadiquement, telles que l'arc et les flèches, dominant désormais. Elles jouent dorénavant un rôle essentiel dans les stratégies de survie des chasseurs-cueilleurs. Cela se produit très différemment d'une région à l'autre, selon la stratégie qui y réussit. Ainsi, alors qu'en Rhénanie, certains groupes utilisent déjà des pointes à dos courbe typiques de la culture azilienne et chassent le cerf rouge, dans la vallée de Somme d'autres groupes préfèrent chasser les aurochs à l'aide d'une plus grande variété d'armes de chasse. Une mosaïque de cultures similaires, quoique différentes, apparaît ainsi dans le nord-ouest de l'Europe.

Ce n'est qu'après la stabilisation des conditions climatiques et environnementales que les groupes reprennent contact et, au cours des 800 années suivantes, établissent le système culturel stable des Aziliens. Un système beaucoup plus souple, qui laisse plus de place à l'initiative et aux essais que le système rigide des Magdaléniens.

Il ressort de notre analyse qu'à la fin de la glaciation, les évolutions sociales ne furent pas synchronisées avec les évolutions climatiques. Elles les suivirent souvent avec environ un siècle de retard. Les sociétés résistaient même à des changements de l'environnement aussi drastiques que ceux qui ont marqué la fin du Weichsélien. Des vagues de froid aussi intenses que celles de la fin de cette période n'ont provoqué l'effondrement des comportements et des valeurs traditionnelles qu'après et seulement après que les innovations tentées par certains individus eurent démontré que des alternatives existaient. Finalement, le comportement des Européens de la fin de l'ère glaciaire montre que les règles d'une société, ses traditions et les mécanismes qui la régulent influencent davantage son évolution que les conditions climatiques, même extrêmes. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. B. Grimm, **Resilience and re-organisation of social systems during the Weichselian lateglacial in Northwest-Europe. An evaluation of the archaeological, climatic, and environmental records**, Monographien des RGZM, vol. 128, sous presse.

E. Caron-Laviolette, O. Bignon-Lau et M. Olive, **(Re)occupation : Following a Magdalenian group through three successive occupations at Étiolles**, *Quaternary International* vol. 498, pp. 12-29, 2018.

Collectif, **Pincevent (1964-2014). 50 années de recherches sur la vie des Magdaléniens**, Centre archéologique de Pincevent et SPF, 2014.

J.-G. Rozoy, **Le propulseur et l'arc chez les chasseurs préhistoriques. Techniques et démographies comparées**, *Paléo*, vol. 4, 1992.

L'ESSENTIEL

> La chaîne alimentaire des océans a longtemps été décrite comme reposant sur deux groupes d'organismes : le phytoplancton et le zooplancton.

> En fait, de nombreux organismes planctoniques sont mixotrophes : pour se nourrir, ils utilisent à la fois

la photosynthèse, comme les plantes, et ingèrent d'autres organismes, comme les animaux.

> Ces mixotrophes ont une influence majeure sur les efflorescences d'algues nocives, les populations de poissons et même le cycle global du dioxyde de carbone.

L'AUTEURE



ADITEE MITRA
spécialiste du zooplancton
et des organismes mixotrophes
à l'université de Swansea,
au Pays de Galles (Royaume-Uni)

Le plancton animal qui voulait devenir végétal

Certains microorganismes du plancton marin font de la photosynthèse, comme les plantes, et mangent d'autres organismes, comme les animaux. Les biologistes ont découvert que ces minuscules végétaux prédateurs jouent dans les océans un rôle bien plus important qu'on ne le pensait.

Dans les eaux chauffées par le soleil d'été des côtes espagnoles, paisibles en apparence, se déroule une bataille invisible à l'œil nu. La scène a lieu à proximité de la surface, dans un essaim d'organismes microscopiques du plancton. Certains sont rose orangé, d'autres vert sombre. Ils nagent paresseusement en cercles, tout en captant l'énergie fournie par le Soleil pour produire par photosynthèse les nutriments nécessaires à leur survie.

Soudain, un microorganisme à tentacules, un *Mesodinium*, surgit en zigzaguant, attiré par les sucres et les acides aminés qui s'échappent

des autres organismes. Il ne dépasse pas les 22 micromètres, mais il fait figure de géant par rapport aux autres, qui mesurent 3 micromètres. Ses tentacules jaillissent et happent ses malheureuses proies vertes (des nanoflagellés) qui sont alors consommées et complètement digérées.

Avec ses proies de couleur rose (les cryptophytes), le prédateur est plus sélectif, bien que tout aussi brutal. Il les détruit et les digère en grande partie, mais il prend soin d'engloutir intacts leurs organites responsables de la photosynthèse, les chloroplastes et les nucléosomes. En quelques minutes, le *Mesodinium*, qui jusque-là était pâle, se pare d'une teinte >