

Nos recherches ont aussi soulevé une nouvelle énigme. On pensait traditionnellement que les disques de débris étaient pauvres en gaz parce que le gaz originel devait être soufflé en à peine quelques millions d'années. Or *Alma* a montré que bien des disques de débris contiennent du dioxyde de carbone gazeux. On peut interpréter cela comme le résultat de collisions de comètes au sein du disque qui, à mesure qu'elles sont broyées en débris de plus en plus petits, libèrent de la glace carbonique, sublimée par la suite en gaz. Quelques systèmes défient cependant cette explication, parce qu'ils contiennent de telles quantités de gaz qu'il faudrait des taux de collisions cométaires invraisemblables pour les produire.

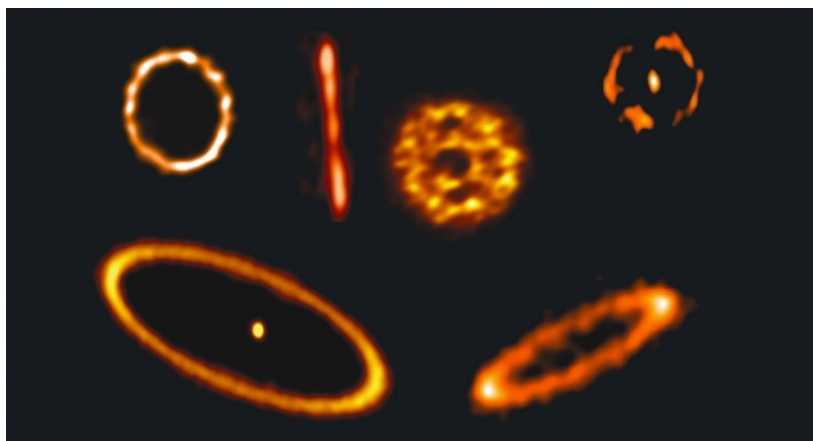
Cette découverte pose une question : est-il possible qu'une partie du gaz originel se maintienne au sein de ces disques non pas pendant quelques millions d'années mais pendant des dizaines de millions d'années ? Pour le moment, nous n'avons pas de réponse.

## FUTURS ÉCLAIRAGES À D'AUTRES LONGUEURS D'ONDE

J'ai démarré ma thèse au moment où *Alma* ouvrait les yeux pour la première fois sur le ciel ; et je prends aujourd'hui mon premier poste universitaire alors qu'on assiste à une fascinante transition vers l'astronomie multi-longueurs d'onde. *Alma* a contribué à bouleverser notre compréhension des disques circumstellaires en révélant des complexités de structure et de composition chimique que l'on ne pouvait que deviner il y a quelques décennies. Mais *Alma* ne peut répondre à toutes les questions que nous nous posons.

Tous les disques de débris que j'ai mentionnés ici sont comparables à notre ceinture de Kuiper : de froids anneaux de poussière dans la banlieue extérieure de leurs systèmes solaires. Jusqu'ici, les astronomes ont bataillé en vain pour réaliser des images de ceintures comparables cette fois à notre ceinture d'astéroïdes : nous les décelons seulement sous la forme d'un excès d'infrarouges près de l'étoile mère, exactement comme aux jours anciens du satellite *Iras*.

Pour obtenir des images des régions internes des systèmes extrasolaires, il nous faut accéder à des longueurs d'onde plus courtes, correspondant à des grains de poussière plus chauds. Le télescope spatial *James-Webb* (*JWST*) devrait être lancé en 2021 et nous espérons qu'il prendra les premières photos de ces analogues de notre ceinture d'astéroïdes. De surcroît, le *JWST* fonctionnera à des longueurs d'onde qui correspondent aux émissions des silicates (des minéraux comme l'olivine ou les pyroxènes, que l'on retrouve également sur Terre), ce qui devrait nous renseigner directement sur la composition des grains des disques.



Plus loin dans le futur, les très grands télescopes de la prochaine génération, actuellement en construction, devraient recueillir leurs premières lumières entre le milieu et la fin des années 2020. Ces télescopes auront des diamètres supérieurs à 24 mètres, soit une surface collectrice plus de cinq fois supérieure à celle des plus grands télescopes au sol actuels, et ils pourront peut-être photographier directement les planètes dont nous ne pouvons pour le moment que déduire la présence à partir de l'observation des disques.

L'enquête décennale sur l'astronomie et l'astrophysique – une étude impliquant toute la discipline destinée à guider les futurs investissements aux États-Unis – est en cours. Quatre missions phares de la Nasa sont à l'étude dans ce cadre, dont les retombées pour les sciences planétaires pourraient être considérables dans les années 2030 et au-delà.

Le télescope spatial *Origins*, un observatoire infrarouge cryogénique, devrait déceler la façon dont l'eau contenue dans les nébuleuses où se forment les étoiles est finalement transférée au sein des disques circumstellaires, fournir un échantillon statistiquement significatif de la population de disques de faible masse (indiquant ainsi si notre système est particulier ou au contraire banal), et bien d'autres choses. D'autres candidats comme *Luvoir* (*Grand recenseur ultraviolet/optique/infrarouge*) et *Habex* (*Observatoire des exoplanètes habitables*) sont des missions destinées à produire des images directes susceptibles de caractériser de nombreuses exoplanètes, parmi lesquelles certaines pourraient être semblables à la Terre.

Quelle que soit celle de ces missions qui sera finalement choisie, il y a une chose dont je suis sûr : notre compréhension du Système solaire, de sa formation et de sa place au sein d'un univers peuplé de systèmes planétaires change tous les jours. Quant à la boule au ventre que l'on ressent à chaque fois que l'on attend de découvrir à quoi ressemblent les dernières observations, cette impression ne disparaît jamais. ■

Les disques de débris, ici photographiés par *Alma*, constituent un stade plus tardif de l'évolution des disques protoplanétaires, une fois que l'étoile et ses planètes se sont formées. Ces ceintures brillantes de débris sont comparables à la ceinture de Kuiper du Système solaire.

## BIBLIOGRAPHIE

R. Miranda et R. R. Rafikov, **On the planetary interpretation of multiple gaps and rings in protoplanetary disks seen by ALMA**, *Astrophysical Journal Letters*, vol. 878(1), article L9, 2019.

ALMA Partnership et al., **The 2014 ALMA long baseline campaign : First results from high angular resolution observations toward the HL Tau region**, *Astrophysical Journal Letters*, vol. 808(1), article L3, 2015.

M. A. MacGregor et al., **Millimeter emission structure in the first ALMA image of the AU Mic debris disk**, *Astrophysical Journal Letters*, vol. 762(2), article L21, 2013.

# Quand les agriculteurs se sont imposés en Europe

Laura Spinney

Lorsque les premiers éleveurs-cultivateurs ont gagné l'Europe au Néolithique, ils ont forcément rencontré des populations de chasseurs-cueilleurs. Quelles ont été leurs interactions ?

**I**l y a 8000 ans, l'Europe était en plein «âge moyen de la pierre», c'est-à-dire en plein Mésolithique européen, qui va du X<sup>e</sup> au V<sup>e</sup> millénaire avant notre ère. Les Européens étaient alors tous des chasseurs-cueilleurs, qui nomadisaient par petits clans dans les immenses et luxuriantes forêts couvrant le continent. Les outils de silex qu'ils utilisaient pour récolter des plantes, couper du bois, pêcher du poisson ou encore chasser le cerf et l'aurochs (l'ancêtre disparu des bovidés domestiques actuels) nous sont connus par leurs habitats. Les quelques squelettes que l'on y a retrouvés évoquent des gens robustes et plutôt grands; leurs gènes indiquent qu'ils avaient souvent la peau et les cheveux bruns, et les yeux bleus.

Seulement 3000 ans plus tard, des champs de blé et de lentilles parsemaient la forêt, et la transition vers l'«âge de la pierre nouvelle», c'est-à-dire vers le Néolithique (V<sup>e</sup> au III<sup>e</sup> millénaire pour l'Europe occidentale) battait son plein. Les Mésolithiques, qui subsistaient par la chasse et la cueillette, et les Néolithiques, qui subsistaient par l'agriculture et l'élevage, ont très longtemps coexisté. Pour autant, l'introduction en Europe de l'économie de production a créé une rupture dans le registre archéologique, mise en évidence par la découverte dès le XIX<sup>e</sup> siècle d'os d'animaux domestiques, de poteries contenant des restes de céréales et de nécropoles. L'arrivée du nouveau système économique signifiait l'apparition de nouveaux régimes alimentaires, d'un nouvel usage des terres, de nouvelles relations avec la nature et, corrélativement, d'une nouvelle vie sociale. Cette évolution a culminé à la fin du Néolithique avec l'adoption de la métallurgie.

Les préhistoriens se sont demandé pendant plus d'un siècle si le Néolithique a été apporté en Europe par des migrations, ou s'il s'y est seulement diffusé à partir de son aire d'origine >



Dans certaines des sépultures néolithiques européennes, un défunt principal, soigneusement couché sur le côté, est entouré de défunts qui semblent avoir été sacrifiés et négligemment jetés dans la tombe. Ces derniers ont souvent une ascendance de chasseurs-cueilleurs, révèlent des analyses génétiques.



## L'ESSENTIEL

> Il y a quelque 9 000 ans, les premiers paysans ont pénétré en Europe, puis remonté la vallée du Danube ou suivi la côte méditerranéenne à la recherche de terres à cultiver.

> Ils ont alors rencontré les chasseurs-cueilleurs qui vivaient alors dans les denses forêts du continent. Tout en

continuant leur progression en Europe, ils ont échangé avec eux, donnant lieu à quelques métissages.

> Il y a environ 5 000 ans, des sociétés paysannes devenues hiérarchisées semblent avoir intégré les derniers chasseurs-cueilleurs au rang social le plus bas.

## L'AUTRICE



LAURA SPINNEY  
journaliste  
scientifique basée  
à Paris

> proche-orientale. Puis, au début des années 2000, des généticiens tels que Martin Richards, de l'université d'Oxford, et d'autres ont trouvé dans les gènes des Européens d'aujourd'hui la preuve incontestable que le système néolithique a bien été apporté en Europe par des paysans qui avaient traversé le Bosphore et la mer Égée. Plus tard, Svante Pääbo, de l'institut Max-Planck d'anthropologie évolutive à Leipzig, et d'autres ont développé des techniques permettant d'extraire et de séquencer l'ADN ancien. Depuis cette grande avancée, les paléanthropologues collaborent activement avec les paléogénéticiens, lesquels s'empressent de caractériser les génomes anciens retrouvés dans les fossiles de chasseurs-cueilleurs ou d'agriculteurs européens.

En 2014, avec des collègues, la paléogénéticienne Cristina Gamba, qui travaillait alors au Trinity College, à Dublin, a identifié un os de chasseur-cueilleur dans l'habitat d'une ancienne communauté paysanne de Hongrie. Depuis, un tableau complexe des interactions des collecteurs (chasseurs-cueilleurs) avec les producteurs (paysans) au Néolithique européen a commencé à émerger. Si, dans certaines régions, les deux types de population se sont mêlés, dans d'autres, elles sont restées séparées pendant des siècles, voire des millénaires. Nous allons voir ce que les registres fossiles et génétiques nous livrent à ce propos.

## IMMIGRATION NÉOLITHIQUE

Il y a quelque 11 500 ans, l'Europe et le Moyen-Orient sortaient d'une glaciation. Plus humide et plus chaude, l'Europe était alors couverte de forêts. Le climat se réchauffant, les chasseurs-cueilleurs du Croissant fertile – une bande terrestre allant de la vallée du Nil à la haute Mésopotamie en passant par le Levant et l'Anatolie du Sud – se sont peu à peu sédentarisés. Passant moins de temps à chasser le bouquetin et le sanglier, ils en consacraient toujours plus à leurs animaux et plantes domestiqués : moutons, chèvres, blé, pois et lentilles. L'archéobotanique – en particulier

l'étude du pollen ancien – et l'archéozoologie, l'étude des animaux anciens, mettent très clairement cette transition en évidence. Ce sont ces premiers agriculteurs, qui, il y a 9 000 ans environ, ont abordé l'Europe à la recherche de terres à cultiver. Nous ignorons quelles langues ils parlaient, mais le basque pourrait en constituer une relique.

Comme tous les migrants, les agriculteurs ont sans doute eu besoin de temps pour s'adapter à leur nouvel environnement, mais ils ont vite appris quelles plantes et quels animaux domestiques peuvent prospérer dans les climats tempérés de l'Europe. Défrichant la forêt parcelle par parcelle, ils ont influencé son peuplement par l'emploi de ces très vieilles techniques que sont le taillis (on coupe les troncs, puis, régulièrement, les rejets de souche) et l'éêtage (on coupe seulement les branches supérieures). Leur population a vite augmenté. Lorsque la terre commençait à manquer, les jeunes générations partaient s'installer dans ce qui ressemblait d'abord à une forêt vierge. « Les nouveaux venus n'avaient peut-être pas l'impression d'empiéter sur le territoire de quelqu'un, suggère Céline Bon, paléogénéticienne au musée de l'Homme, à Paris. Mais ils le faisaient. »

En 2017, des recherches menées par l'équipe d'Amy Goldberg, de l'université de Stanford, ont suggéré que les premiers paysans d'Europe y étaient venus par familles entières. Les chercheurs ont séquencé le chromosome X de 20 Européens du Néolithique précoce. Ce chromosome sexuel s'hérite de deux parents, au contraire du chromosome Y, transmis uniquement par les hommes. Or les résultats de l'étude indiquent que ces 20 personnes ont hérité l'ADN de leurs chromosomes X en parts à peu près égales de paysannes et de paysans, et non de chasseurs-cueilleurs.

Ainsi, les premières sociétés néolithiques européennes semblent avoir été composées de femmes et d'hommes partageant une même culture d'origine. Pour la plupart des chercheurs, ces sociétés étaient patrilocales : les

épouses allaient vivre dans la famille de leur mari. Cette mobilité est indiquée notamment par les proportions de certains des isotopes du strontium dans les dents des femmes néolithiques. Ces taux sont en effet caractéristiques de l'environnement géologique où une personne a grandi, ce qui permet de le situer sur la carte des taux de strontium dans les eaux souterraines d'Europe. Le décor des céramiques fournit un autre indice de cette mobilité: puisque, dans la plupart des sociétés agricoles traditionnelles connues, ce sont les femmes qui façonnent la poterie, l'évolution constante de leurs décorations traduit, pense-t-on, l'apport artistique des épouses venues d'autres villages.

Deux flux distincts de paysans néolithiques se sont formés puis propagés à travers l'Europe. Ces «courants de néolithisation», comme disent les archéologues, sont d'une part le «courant danubien», qui remontait la vallée du Danube, et d'autre part le «courant méditerranéen», qui longeait les côtes méditerranéennes.

S'agissant du courant danubien, les datations par le radiocarbone nous apprennent qu'il y a environ 7500 ans, les paysans danubiens avaient déjà établi des villages dans le bassin des Carpates. C'est dans cette immense étendue, couvrant aujourd'hui à la fois la Slovaquie, la Hongrie et la Roumanie, qu'ils ont développé les «cultures à céramique rubanée», que l'on nomme aussi le «Rubané». Les décors de ces céramiques, qui servaient notamment à la conservation de la nourriture, sont en effet à base de lignes ou «rubans». Les archéologues désignent souvent les cultures à céramiques rubanées par leur sigle allemand LBK, pour *Linearbandkeramik* («céramique à bandes linéaires»).

## LA RENCONTRE DES DEUX COURANTS DE NÉOLITHISATION

Les paysans du Rubané ont atteint le Rhin il y a quelque 7300 ans après avoir progressé à travers les fertiles plaines de la future Allemagne. L'étude des styles de leurs céramiques et les datations par le radiocarbone suggèrent qu'ils pratiquaient la colonisation par sauts, «avançant par étapes, parfois de plusieurs centaines de kilomètres, puis emplissant de villages l'espace franchi», décrit Detlef Gronenborn, du Musée central romain-germanique de Mayence. Bien plus tard, une fois la première métallurgie, celle du cuivre, introduite en Europe et maîtrisée, un commerce florissant d'outils et d'objets de valeur réalisés dans ce métal s'est développé entre toutes ces communautés paysannes.

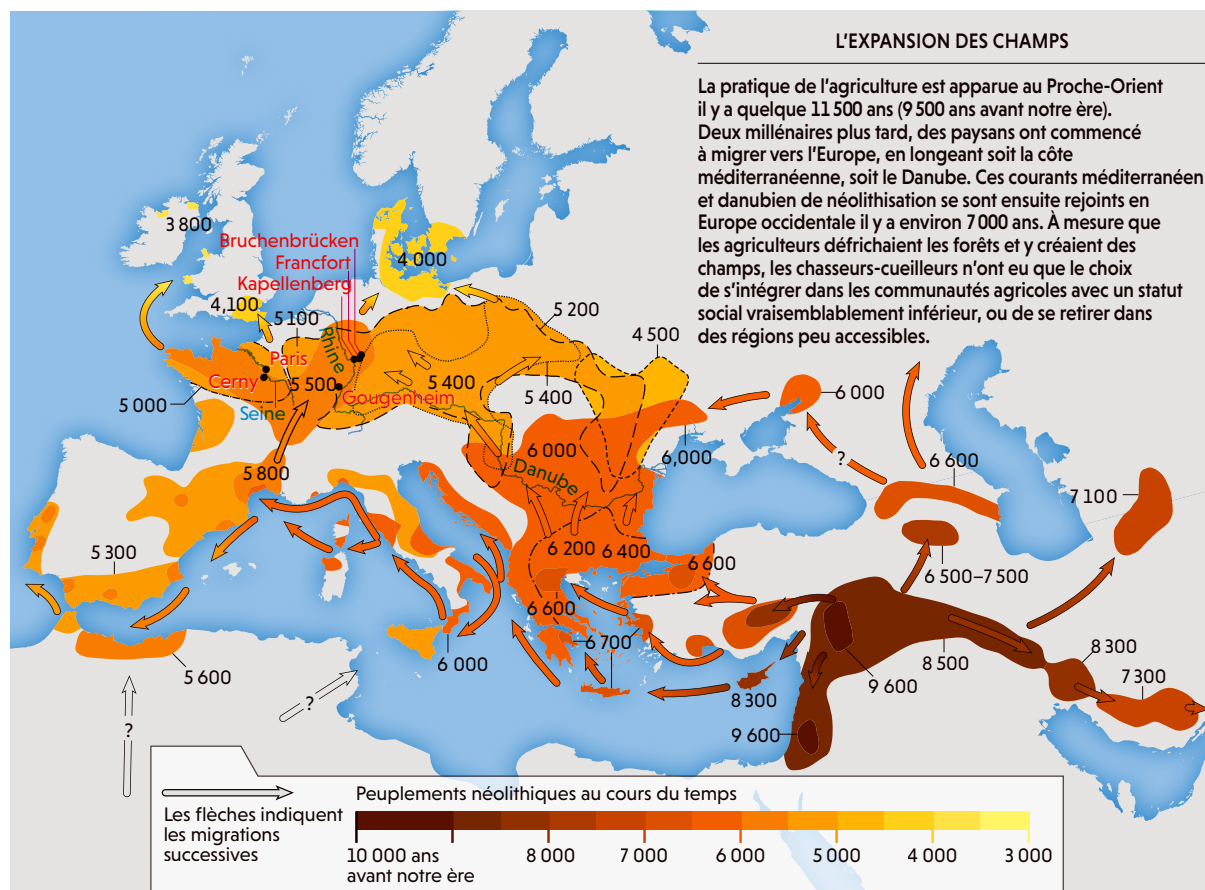
Au sud, les paysans du courant méditerranéen de néolithisation ont progressé le long des côtes balkaniques, italiennes et françaises jusqu'à atteindre la péninsule ibérique. Ceux

qui, il y a quelque 7800 ans, ont abordé le rivage sud de la future France ont ensuite remonté la vallée du Rhône en direction du Bassin parisien et y ont rencontré des populations du Rubané. Séparés depuis plus de 500 ans, les deux courants de néolithisation européens avaient eu le temps de diverger quelque peu, mais cela n'a pas empêché ces paysans de se reconnaître et de se mélanger culturellement et biologiquement.

À quel point? Une nécropole néolithique datant de 7000 ans et située à Gurgy, près d'Auxerre, nous le suggère: le génome mitochondrial des défunts, un ADN transmis seulement par les femmes, y provient à peu près à parité des courants danubien et méditerranéen. Or les cultures mixtes du Bassin parisien ont joué un grand rôle dans la suite de la néolithisation, puisqu'elles ont ensuite diffusé leur mode de vie vers le nord de l'Europe.

L'étude de l'ADN des squelettes de la nécropole néolithique de Gougenheim, en France, suggère que les morts (photo du bas) qui accompagnent un défunt principal (ci-dessous), et dont les corps semblent avoir été négligemment jetés, sont davantage susceptibles que lui d'avoir des ancêtres chasseurs-cueilleurs.





➤ Tôt ou tard, les paysans n'ont pu que rencontrer les chasseurs-cueilleurs européens, ce qui a dû être un choc pour les deux populations. Seulement 40 000 ans s'étaient écoulés depuis que leurs ancêtres communs avaient quitté l'Afrique avant de se séparer, mais cela suffisait pour distinguer physiquement, culturellement et linguistiquement paysans et chasseurs-cueilleurs. La comparaison des gènes des agriculteurs du Néolithique avec ceux des Européens modernes révèle que les agriculteurs étaient en moyenne plus petits que les chasseurs-cueilleurs. Leurs cheveux et leurs yeux étaient foncés et leur peau probablement plus claire que celle des chasseurs-cueilleurs. Aucune preuve de violence lors des premières rencontres n'existe, mais le registre archéologique est trop incomplet pour tirer une conclusion ferme à cet égard. À la longue, les traces laissées par les cultures des chasseurs-cueilleurs européens ont fini par disparaître complètement des registres archéologiques et génétiques après l'arrivée des agriculteurs. Que s'est-il passé ?

Des décennies durant, les archéologues se sont demandé si, confrontés à un afflux massif, les chasseurs-cueilleurs ne s'étaient pas réfugiés dans la profondeur des forêts ou peut-être

dans les hauteurs, où le sol est moins propice à la culture, bref dans des zones où les paysans ne risquaient pas de les déranger. « D'énormes poches de chasseurs-cueilleurs se sont peut-être maintenues dans ces zones, non pas une génération durant, mais plutôt pendant 1 000 ou 2 000 ans après l'arrivée des agriculteurs », suggère Ron Pinhasi, anthropologue à l'université de Vienne, en Autriche.

Quoi qu'il en soit, des chasseurs-cueilleurs ont dû subsister assez longtemps pour avoir des contacts avec les populations néolithiques, puisque les Européens modernes portent leurs gènes ! Du reste, des analyses paneuropéennes de l'ADN ancien disponible révèlent un phénomène étonnant : la résurgence de l'influence des chasseurs-cueilleurs sur le bassin génétique européen à partir d'il y a 6 500 ans ! Découverte sous la forme d'une multiplication des marqueurs génétiques typiques des chasseurs-cueilleurs dans l'ADN paysan contemporain, cette « résurgence mésolithique » atteste de la persistance tardive des collecteurs et suggère un métissage final des paysans avec eux. Elle n'a pas été que génétique : « Nous observons, à peu près à la même époque, la réémergence dans le registre

archéologique des façons de faire mésolithiques», explique l'archéologue Thomas Perrin, de l'université Jean-Jaurès, à Toulouse. À l'exception d'éventuels groupes se terrant encore au plus profond de la forêt, les chasseurs-cueilleurs avaient largement disparu, mais pas leurs gènes ni leurs techniques.

À l'époque où elles ont commencé à se répandre en Europe (surtout du Nord) depuis la plaque tournante du Bassin parisien, les cultures néolithiques avaient divergé de celles des courants danubiens et méditerranéens : désormais, elles incorporaient une part de la vieille culture européenne chasseur-cueilleur. Ce qui amène à se demander comment les interactions de gens aussi différents que les producteurs néolithiques et les collecteurs mésolithiques ont pu se dérouler.

## PAS DE MÉTISSAGES DANS UN PREMIER TEMPS

La réponse est : de beaucoup de façons différentes ! Pour le courant danubien, aucun indice clair de métissage entre chasseurs-cueilleurs et paysans n'existe avant que ces derniers n'atteignent le Rhin. Et pourtant, les deux populations se sont mélangées d'une autre façon, peut-être dès leurs premiers contacts. À Tiszaszölös-Domaháza, en Hongrie, Christina Gamba a identifié un os ayant appartenu à un chasseur-cueilleur au milieu d'un village de paysans. Pour fasciner qu'ait été cette observation, elle est d'abord restée énigmatique, car on ne savait rien de cet individu. S'agissait-il d'un habitant du village ? D'un otage ? D'un individu de passage ?

Puis d'autres indices sont apparus. Ainsi, des archéologues ont découvert qu'il y a environ 7300 ans, à Bruchenbrücken, au nord de Francfort-sur-le-Main, des paysans et des agriculteurs partageaient un site, une sorte d'établissement «multiculturel» selon les mots de Detlef Gronenborn. Il semble que des chasseurs-cueilleurs y venaient depuis l'ouest afin d'échanger avec les agriculteurs, qui appréciaient les outils qu'ils fabriquaient, notamment leurs fines pointes de flèches de silex. Il est possible que certains chasseurs-cueilleurs se soient installés sur place et aient adopté le mode de vie paysan. Les échanges qui se déroulaient à Bruchenbrücken et sur d'autres sites étaient si fructueux qu'ils auraient même retardé de plusieurs siècles la progression de l'agriculture vers l'ouest, avance Detlef Gronenborn.

Au début de leurs contacts, en règle générale, les deux populations ne se métissaient pas, mais il semble qu'il y a eu de rares exceptions. Situé dans une vallée boisée proche de Vienne, en Autriche, le site Brunn 2 du Rubané remonte à la première vague néolithique arrivée en Europe il y a environ 7600 ans. Or les restes de trois défunts quasi contemporains

découverts sur place sont ceux de deux paysans et d'un individu né d'un parent agriculteur et d'un autre chasseur-cueilleur. Comme le voulait la tradition rubanée, tous trois ont été soigneusement couchés sur le côté dans leur tombe, mais six pointes de flèches ont été déposées dans la tombe du métis.

Quand, en 1990, les archéologues commencèrent à fouiller Brunn 2, ils découvrirent un site jonché de milliers de fragments de pierre, de vases de stockage, de flûtes et autres figurines en argile brisées. Ils en conclurent que des rituels se déroulaient en ce lieu, qui semble aussi avoir été un atelier de production, ou un comptoir, ou les deux. Si c'était un sanctuaire, commente Alexey Nikitin, paléogénéticien à l'université d'État de Grand Valley, dans le Michigan, qui a fouillé Brunn 2, alors les individus qui y ont été inhumés devaient tous être de haut rang. D'après lui, le site atteste d'interactions mutuellement profitables des deux cultures.

Au sein du courant méditerranéen, les interactions avec les chasseurs-cueilleurs semblent avoir, dès le début, inclus des mélanges. «Pour les deux siècles qui ont suivi l'arrivée des premiers agriculteurs dans le sud de la France, nous trouvons des individus dont 55% du génome provient des chasseurs-cueilleurs», explique Maïté Rivollat, paléogénéticienne à l'université de Bordeaux, coautrice en mai 2020 d'une analyse génétique des fossiles humains trouvés dans les nécropoles néolithiques du sud de la France. La répartition de l'ADN de chasseurs-cueilleurs dans les génomes paysans prouve en outre que le métissage durait déjà depuis cinq ou six générations, voire depuis le moment même où les pionniers ont débarqué.

Curieusement, la France n'a pas livré de sites attestant de contacts entre les deux groupes. Le site qui s'en rapproche le plus est la grotte du Gardon, dans le Jura : elle a été occupée par des paysans du Néolithique méditerranéen puis par des chasseurs-cueilleurs mésolithiques. «Compte tenu de la faible séparation temporelle entre ces occupations, nous pouvons conclure que, dans la région du moins, les deux groupes ont coexisté», estime Thomas Perrin.

Comment donner un sens à ces observations disparates ? Pour l'anthropologue Polly Wiessner, de l'université de l'Utah, qui a longtemps étudié les chasseurs-cueilleurs, de telles variations régionales ne sont pas surprenantes : l'histoire récente des relations entre chasseurs-cueilleurs et paysans à l'arrivée de ces derniers montre qu'elles dépendent des objectifs économiques respectifs des deux populations. «Si les arrivants veulent coloniser des terres ou des ressources, ils en déshumanisent les habitants, explique-t-elle. Si, en revanche, une coopération est possible, les gens réagissent plutôt en instituant la relation, par >

> exemple en qualifiant l'autre d'"ami" ou de "partenaire commercial".»

Les cas récents de colonisation de territoires de chasseurs-cueilleurs par des paysans pourraient expliquer pourquoi une résurgence mésolithique s'est déclenchée quelque 1500 ans après l'arrivée des agriculteurs en Europe et pourquoi elle a duré si longtemps. En Afrique, il y a environ 3000 ans, lorsque les agriculteurs bantous ont commencé leur expansion en Afrique australe, ils ont rencontré les Pygmées, des habitants de la forêt aussi éloignés génétiquement d'eux que les Européens. «Entre eux, il y a eu pendant très longtemps des échanges commerciaux, mais pas de métissage», explique le généticien Lluís Quintana-Murci, de l'institut Pasteur à Paris, qui a reconstitué par l'ADN ancien l'histoire commune de ces deux groupes.

Lorsque les mélanges ont finalement commencé, plus de 2000 ans après la rencontre des deux groupes, ce sont des femmes pygmées qui ont intégré des communautés bantoues, où elles étaient – et sont toujours – considérées comme socialement inférieures, et même biologiquement distinctes. «Les Bantous ont une relation à double tranchant avec les Pygmées, explique Lluís Quintana-Murci. D'un côté, ils les traitent comme des serviteurs; d'un autre, ils en ont un peu peur. Dans l'esprit des Bantous, les Pygmées sont les maîtres de la forêt, et certains d'entre eux ont des pouvoirs chamaniques.»

## MÉTISAGE AVEC LA COUCHE SOCIALE LA PLUS BASSE ?

Dès lors, se demande-t-on, pourquoi le tabou du métissage a-t-il fini par disparaître ? Personne ne le sait, répond Lluís Quintana-Murci, mais il est probable que cela s'explique par la disparition d'une barrière sociale. En se stratifiant et en s'enrichissant, la société bantoue aurait marginalisé davantage ses membres les plus inférieurs socialement, lesquels, se retrouvant presque au niveau des Pygmées, auraient développé des affinités avec eux.

De façon similaire, une réduction de la distance sociale entre les couches les plus basses des communautés paysannes et les chasseurs-cueilleurs a pu conduire à des mélanges au début de la résurgence mésolithique. Il est difficile d'en être certain, mais la culture de Cerny, dans le Bassin parisien, est un indice possible de ce phénomène.

Les archéologues ont longtemps considéré que cette culture représentait un dernier avatar du Rubané, qui s'est développé au moment où le LBK a commencé à intégrer des apports extérieurs. Si cette hypothèse est correcte, les membres de la culture de Cerny devaient avoir l'agriculture dans le sang, puisque leurs ancêtres avaient couvert de champs le bassin des Carpates. Pour autant, dans les nécropoles



de la culture de Cerny datant d'il y a 6700 ans, on enterrait les hommes de haut rang sur le dos et non recroquevillés sur le côté comme c'était l'usage dans la culture du Rubané, et l'on disposait autour d'eux des armes de chasse et des ornements à base de bois de cerf rouge, de défenses de sanglier et de griffes d'oiseaux de proie... «Les sites funéraires du Cerny évoquent un autre monde que le quotidien des membres de cette culture, commente l'archéologue Aline Thomas, du musée de l'Homme. Ils font référence à la nature sauvage, que l'on associe davantage aux populations mésolithiques qu'aux communautés néolithiques.»

Ce type de rites funéraires a poussé Aline Thomas et Céline Bon à se demander qui étaient vraiment les membres de la culture de Cerny. S'agissait-il de paysans ayant adopté les coutumes mésolithiques, ou plutôt de chasseurs-cueilleurs néolithisés assez récemment pour pratiquer encore les vieilles coutumes ? Pour tenter de trancher, les deux chercheuses s'efforcent d'analyser l'ADN trouvé dans les nécropoles du Cerny. Dans l'ADN mitochondrial (hérité de la mère), elles ont identifié des séquences mésolithiques. Cela suggère que des femmes issues de clans de chasseurs-cueilleurs se sont intégrées dans les communautés paysannes du Cerny, en y laissant une descendance.

Cet apport génétique pourrait refléter ce qui devait se passer au sein d'autres communautés agricoles de l'époque, tant, il y a 6700 ans, l'émergence de gènes de chasseurs-cueilleurs au sein des génomes paysans – la résurgence du Mésolithique – était déjà avancée. Il reste donc à préciser qui étaient les membres du Cerny. Les chercheuses analysent à présent les chromosomes Y d'individus de cette culture et en séquencent des génomes entiers afin de préciser leurs origines génétiques. L'affaire est à suivre, mais les nécropoles du Cerny sont en tout cas une manifestation culturelle datée de la résurgence du Mésolithique en Europe.

Découvertes à Kapellenberg, en Allemagne, ces pointes de flèche en silex (ci-dessus) illustrent l'importance de la chasse dans la culture du Michelsberg. Non loin de Wiesbaden, en Allemagne, un site a livré des fragments de vase orné de décorations typiques de la culture du Rubané (ci-contre une réplique du vase).



Même si, parfois, les gènes et les rituels funéraires racontent une histoire plus compliquée, à l'époque de cette culture, presque toutes les populations en Europe avaient déjà adopté le mode de vie paysan.

### UNE TRANSITION VERS DES SOCIÉTÉS HIÉRARCHISÉES

Il y a 6500 ans environ, un séisme social s'est produit en Europe. Auparavant, comme à Brunn 2 par exemple, même les personnages de haut rang étaient simplement déposés seuls dans le sol. Désormais, dans certaines régions d'Europe, on édifiait d'énormes tumulus avant d'y placer plusieurs défunts dans de petites chambres funéraires. Les anthropologues lisent dans ces nouveaux comportements une rupture sociale, voire la naissance des inégalités, rendues possibles par les surplus agricoles produits. Or les sociétés néolithiques de cette

époque comptaient des membres d'ascendance mésolithique, dont l'aspect physique était peut-être différent de celui de la plupart des agriculteurs, et dont la vie aurait été difficile.

La culture de Michelsberg en fournit un exemple patent. Apparue il y a quelque 6400 ans, elle est probablement née dans le Bassin parisien, puis a migré vers l'est dans ce qui est aujourd'hui l'Alsace et l'Allemagne. Les membres de cette culture structuraient défensivement leur territoire. Une agglomération fortifiée abritant plusieurs milliers de personnes occupait son centre, entourée d'une ceinture de terroirs aux habitats dispersés et, plus loin, une bande d'habitats plus clairsemée encore, que Detlef Gronenborn qualifie de « zone frontalière ». Cette organisation défensive reflète probablement des tensions entre groupes voisins qui, à mesure que leurs populations augmentaient, s'affrontaient de plus en plus souvent.

Les nécropoles de la culture de Michelsberg sont typiques d'une société stratifiée. À Bruchsal-Aue, près de Karlsruhe, par exemple, et sur d'autres sites, on trouve des individus de haut rang couchés sur le côté comme le veut la tradition rubanée, mais entourés d'autres défunts manifestement jetés là sans le moindre respect. Les proportions des isotopes de strontium dans les dents suggèrent que tous les défunts d'une même tombe avaient le même régime alimentaire paysan, mais leurs génomes révèlent que les accompagnants du défunt principal ont généralement plus d'ancêtres chasseurs-cueilleurs que lui. On observe en outre que des dépouilles de personnes à forte ascendance de chasseurs-cueilleurs étaient jetées dans des fosses à ordures ou dans des fossés.

Pour Detlev Gronenborn, ces observations attestent d'une société qui discriminait sur des bases à la fois sociales et biologiques, où la vie des individus du bas de l'échelle sociale n'avait que très peu de valeur. Les malheureux négligemment jetés dans une fosse ou dans la tombe d'un personnage de haut rang étaient probablement des esclaves ou des captifs tués pour être déposés dans ces tombes, estime Detlev Gronenborn.

En outre, dans une étude publiée en 2017, l'équipe bordelaise dont fait partie Maïté Rivollat faisait état de la « pratique probable de sacrifices humains » sur un autre site de la culture du Michelsberg, à Gougenheim, en Alsace. Là, nombre des individus jetés dans les tombes de certains défunts avaient des membres sectionnés et l'un d'eux présentait des traces de brûlures, ce qui suggère qu'ils avaient été soumis à des rituels de torture. Les chercheurs ont séquencé l'ADN mitochondrial des dents de 22 individus et noté des différences entre ceux placés délibérément dans leur tombe ➤

> et ceux que l'on jetait à côté d'eux et qui se retrouvaient dans des positions bizarres. «Les individus en position non conventionnelle avaient des profils mitochondriaux hérités des chasseurs-cueilleurs, alors que ceux en position conventionnelle n'en avaient pas, indique Maïté Rivollat. Ces résultats ne suffisent cependant pas à lier le traitement mortuaire à l'ascendance, même si les indices disponibles pointent vers une société stratifiée interdisant le métissage entre certaines des strates de la population», avertit-elle.

La population de la culture de Michelsberg a culminé il y a 5700 ans lorsque la violence s'est intensifiée, explique Detlev Gronenborn. Les groupes voisins s'attaquaient continuellement, se massacrant réciproquement, comme en attestent leurs défenses de plus en plus élaborées, les villages abandonnés, ainsi que la découverte ponctuelle de restes humains désarticulés puis vite enterrés. «J'imagine des visages peints, des corps éparpillés dans les arbres, bref des scènes rappelant les dernières d'*Apocalypse Now*», confie-t-il. À Kapellenberg, un site de la culture de Michelsberg près de Francfort, les fortifications – encore partiellement visibles aujourd'hui – ont été relevées et renforcées à plusieurs reprises. Une palissade fut ajoutée, puis un fossé, puis, il y a 5500 ans, ce village ultraprotégé fut... abandonné.

## IL Y A 4 500 ANS, L'ARRIVÉE DES YAMNAYAS

Pourquoi ? À cause d'un massacre final apocalyptique, ou parce qu'une autre sorte de fléau balayait la région ? Difficile à dire mais, rappelle Detlev Gronenborn, quelque 1000 ans après l'abandon du Kapellenberg, de nouveaux venus s'y sont installés et y ont édifié deux tumulus. Ils faisaient partie des Yamnayas, des migrants entrés en Europe venus depuis la steppe eurasiatique en poussant des chars à bœufs devant eux. Leurs faibles contributions au chromosome X des Européens suggèrent une migration surtout masculine.

Kristian Kristiansen, de l'université de Göteborg, en Suède, et d'autres chercheurs ont découvert l'ADN du bacille de la peste dans les dents des Yamnayas. Cela les a amenés à proposer en 2018 que les éleveurs yamnayas ont dévasté les communautés agricoles européennes tout simplement en y semant la peste. Cette maladie a pu décimer des villages, commente Detlev Gronenborn, mais les constatations archéologiques suggèrent que les communautés agricoles d'Europe centrale étaient déjà en déclin depuis 1000 ans lorsque les Yamnayas sont arrivés au Kapellenberg. D'autres causes que la peste sont nécessaires pour expliquer ce déclin, et, pour Detlev Gronenborn, les conflits qui opposaient les groupes de paysans en font partie.



# Les éleveurs yamnayas ont-ils dévasté les communautés agricoles en y semant la peste?

Les derniers chasseurs-cueilleurs sont-ils sortis de leurs réduits forestiers avant l'arrivée des Yamnayas afin de récupérer les richesses abandonnées par les fermiers décimés ? Ils auraient alors profité de leurs animaux domestiques et de leur commerce de cuivre, jadis florissant, s'offrant ainsi une nouvelle tranche de vie en tant que collecteurs-éleveurs... C'est la théorie qui a les faveurs d'Alexey Nikitin, certains indices donnant à penser que des chasseurs-cueilleurs vivaient encore en Europe après l'arrivée des Yamnayas. En 2013, l'équipe dirigée par la paléogénéticienne Ruth Bollongino, alors à l'université Johannes-Gutenberg, à Mayence, a rapporté qu'il y a seulement 5000 ans, des chasseurs-cueilleurs et des agriculteurs ayant manifestement des cultures ancestrales différentes ont partagé une nécropole dans la grotte de Blätterhöhle, en Allemagne.

Les paléogénéticiens testent cette théorie, ainsi que bien d'autres sur ce qui a mis fin au Néolithique, en étudiant région par région les bassins génétiques de la fin de cette époque, puis croisent leurs observations avec celles des archéologues. Nous verrons ce qui en sortira, mais il est clair que ce qui ressemblait, pour les envahisseurs Yamnayas, à d'innocents villages de paysans à la population homogène, relevait en fait d'un passé complexe. L'arrivée des Yamnayas a inauguré l'âge du Bronze et la mise en place définitive des composantes génétiques de la population européenne moderne. Les populations qui vivent aujourd'hui en Europe résultent du mélange des chasseurs-cueilleurs du Mésolithique, des agriculteurs du Néolithique, des éleveurs Yamnayas de l'âge du Bronze et de nombre d'immigrés arrivés plus récemment.

L'histoire de la néolithisation de l'Europe illustre une fois de plus ce qui est aussi vrai de bien d'autres périodes de la préhistoire et de l'histoire : les gens migrent, empruntent, adaptent et usurpent. «Rien n'est statique dans l'humanité», résume Alexey Nikitin. ■

## BIBLIOGRAPHIE

M. Rivollat et al., **Ancient genome-wide DNA from France highlights the complexity of interactions between Mesolithic hunter-gatherers and Neolithic farmers**, *Science Advances*, vol. 6, article eaaz5344, 2020.

C. Cameron, **Ces esclaves qui ont façonné nos sociétés**, *Pour la Science*, n° 484, pp. 66-73, janvier 2018.

A. Beau et al., **Multi-scale ancient DNA analyses confirm the Western origin of Michelsberg farmers and document probable practices of human sacrifice**, *Plos One*, vol. 12(7), article e0179742, 2017.

D. Gronenborn, **The Persistence of Hunting and Gathering : Neolithic Western Temperate and Central Europe**, dans *The Oxford Handbook of the Archaeology and Anthropology of Hunter-Gatherers*, (sous la dir. de V. Cummings et al.), Oxford University Press, 2014.

A. Testart et al., **Les esclaves des tombes néolithiques**, *Pour la Science*, n° 396, pp. 74-80, septembre 2010.

## DURÉE LIBRE

## FORMULE INTÉGRALE

Au lieu de  
**~~8,20 €~~**  
par mois

## Partie réservée au service abonnement Ne rien inscrire