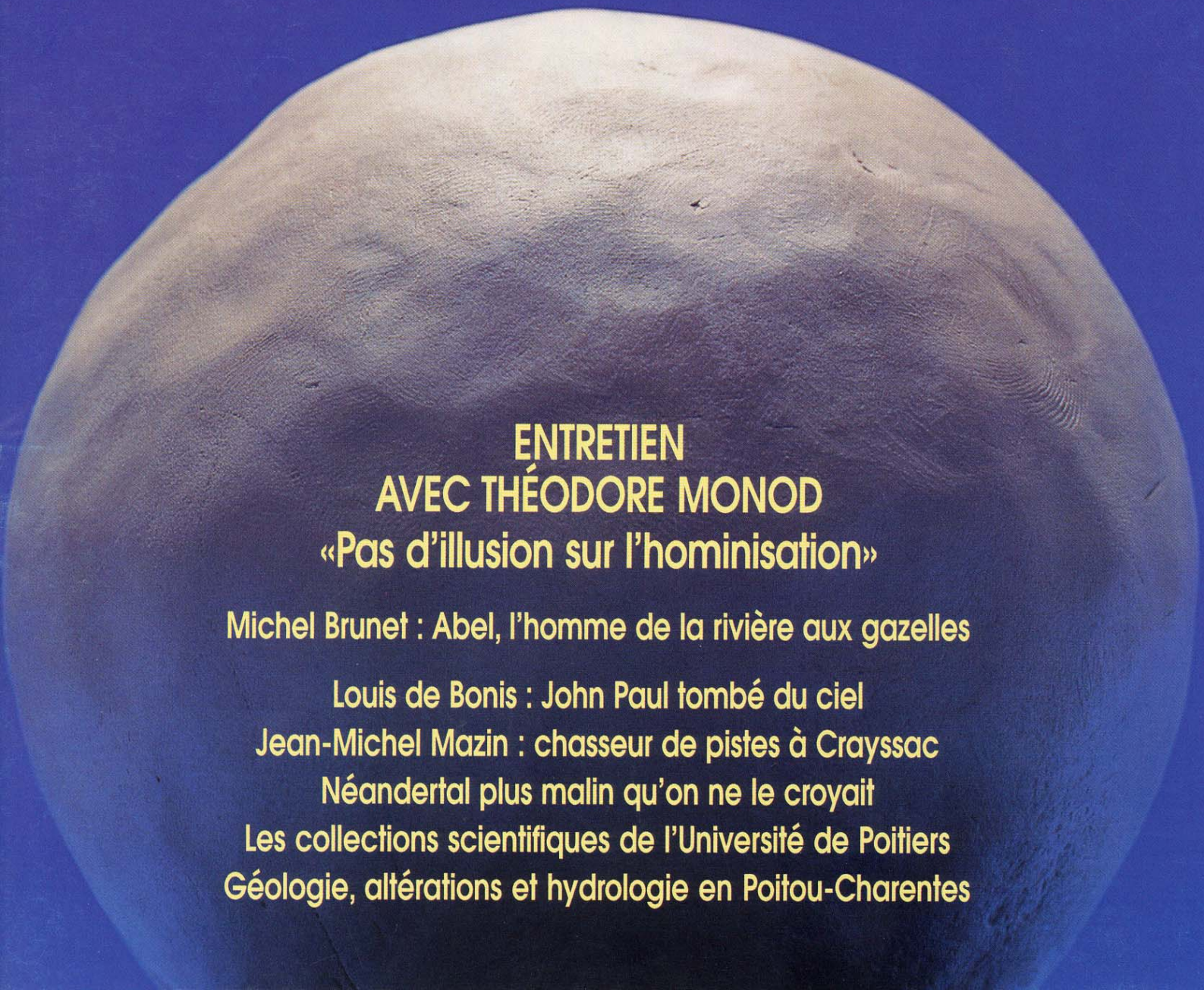
L'ACTUALITÉ
POITOU-CHARENTES
LA REVUE TRIMESTRIELLE DE L'INNOVATION RÉGIONALE
HORS SÉRIE / JUIN 1999 / 28 F

# SCIENCES DE LA TERRE

## Le présent de nos origines



**ENTRETIEN AVEC THÉODORE MONOD**
**«Pas d'illusion sur l'hominisation»**

Michel Brunet : Abel, l'homme de la rivière aux gazelles

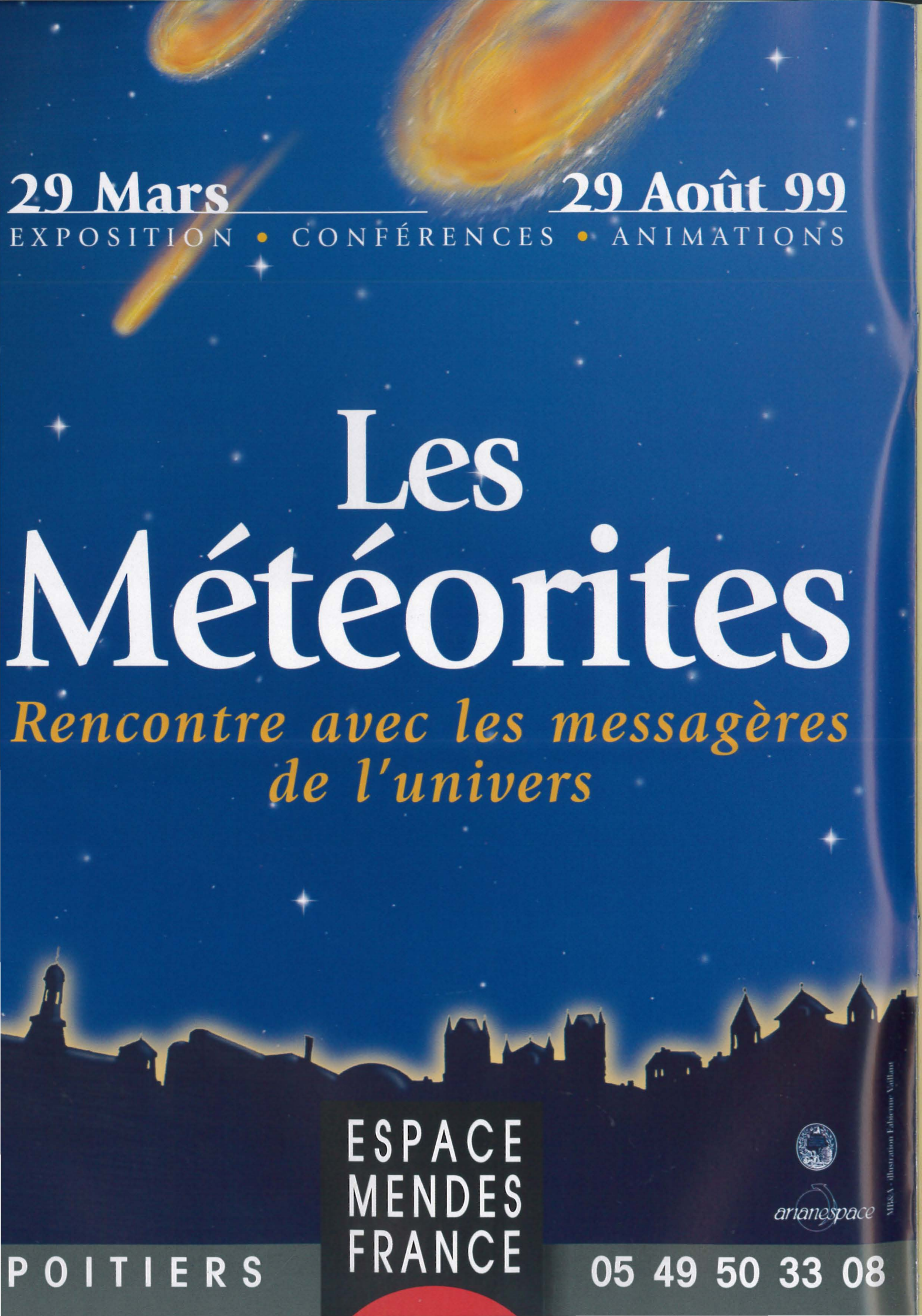
Louis de Bonis : John Paul tombé du ciel

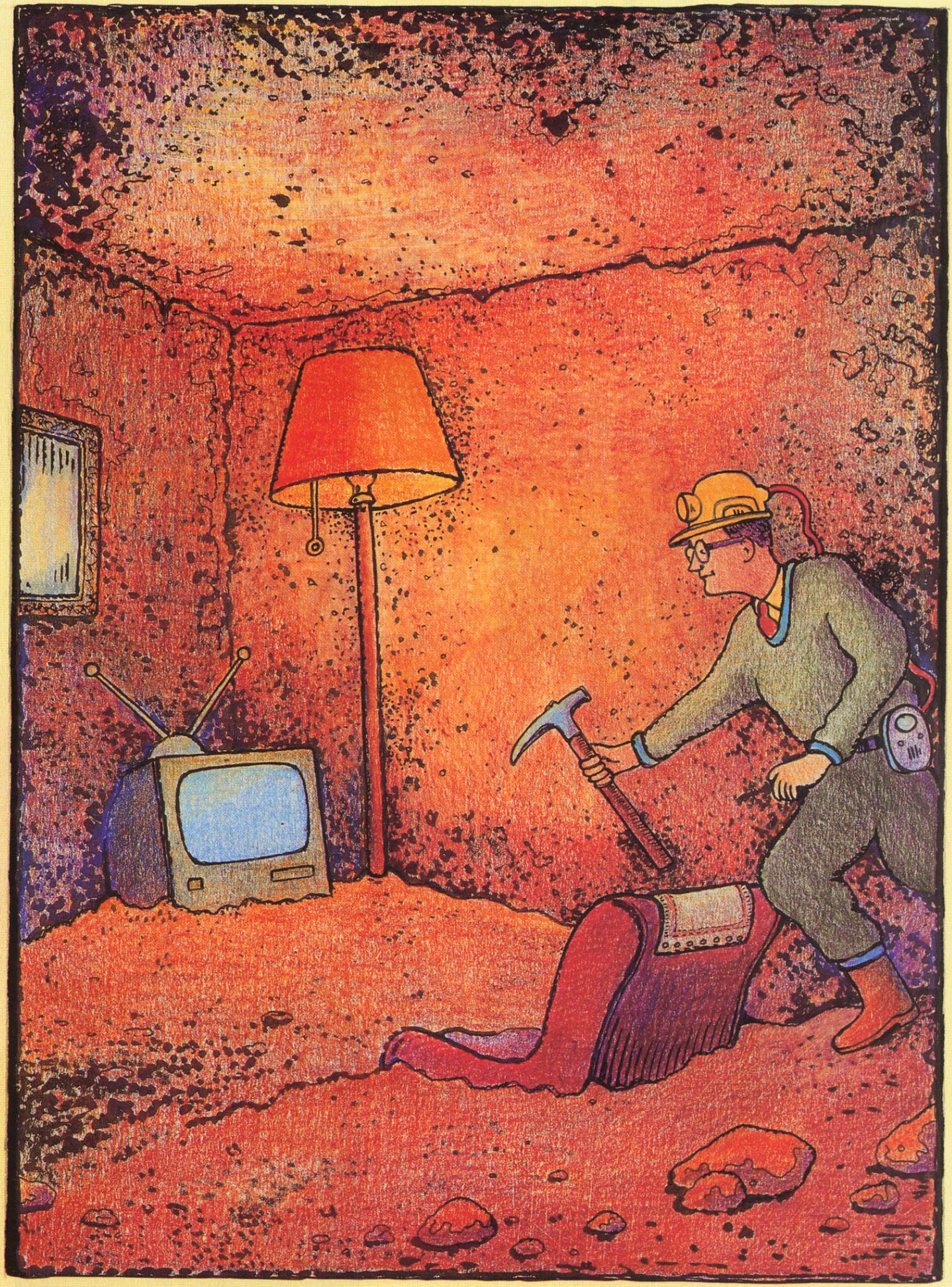
Jean-Michel Mazin : chasseur de pistes à Crayssac

Néandertal plus malin qu'on ne le croyait

Les collections scientifiques de l'Université de Poitiers

Géologie, altérations et hydrologie en Poitou-Charentes


29 Mars
29 Août 99
EXPOSITION • CONFÉRENCES • ANIMATIONS
Les
Météorites
Rencontre avec les messagères
de l'univers
ESPACE
MENDES
FRANCE
POITIERS
05 49 50 33 08
arianespace
MB&A - illustration Fabienne Vaillant



# EN L'AN 3000

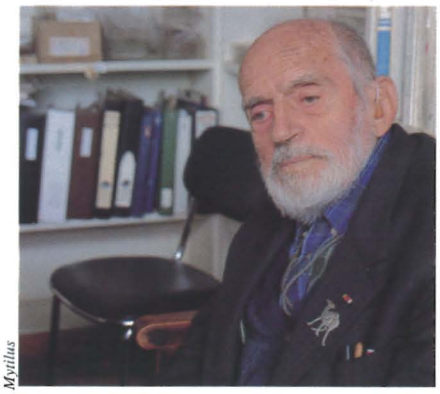
POUR L'ACTUALITÉ
POITOU-CHARENTES

Glen Baxter '99

# Spécial Sciences de la terre

## S I È C L E

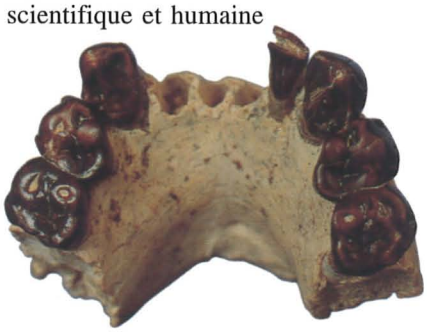

**7** **PAS D'ILLUSION SUR L'HOMINISATION**
Entretien avec Théodore Monod, un voyageur naturaliste toujours curieux de connaître, au destin exceptionnel.

Mytilus

## ORIGINES DE L'HOMME


**13** **ABEL, L'HOMME DE LA RIVIÈRE AUX GAZELLES**
Abel est le premier Australopithèque connu à l'ouest de la Rift Valley. Sa découverte au Tchad, par Michel Brunet en 1995, bouleverse le scénario des origines de l'homme. Récit d'une aventure scientifique et humaine


**17** **HÉRAUT DE LA WEST SIDE STORY**
Michel Brunet et son équipe reconstituent peu à peu l'environnement d'Abel. Dans le désert du Djourab, plus de 150 sites paléontologiques ont été découverts, seuls quelques-uns ont été exploités.

**20** **JOHN PAUL TOMBÉ DU CIEL**
Louis de Bonis pense avoir trouvé un lointain ancêtre de l'homme qu'il a baptisé John Paul. Il vivait en Grèce du Nord. Donc les origines de l'humanité ne seraient pas strictement africaines.

**23** **NÉANDERTAL, PLUS MALIN QU'ON NE LE CROYAIT**
D'ici un ou deux ans, le village de Saint-Césaire en Charente-Maritime ouvrira le premier centre néandertalien en Europe où une découverte fondamentale a bouleversé notre regard sur l'homme de Néandertal.


## COLLECTIONS SCIENTIFIQUES


**27** **ARCHIVES DE LA TERRE ET DE LA VIE**
L'Université de Poitiers possède des collections historiques dans le domaine des sciences de la nature, qui sont sans cesse enrichies par le travail des chercheurs. Un centre de valorisation des collections est à l'étude pour sauvegarder et exploiter ce patrimoine méconnu.

**50** **UNE MÉTÉORITE DANS LES MURS DU CHÂTEAU**
A Rochechouart, les pierres vont du rouge au gris. C'est le résultat de la chute d'une météorite géante, il y a 200 millions d'années.


***Huître fossilisée, coll. de l'Université de Poitiers.***

Marc Deneyer

*Empreinte de ptérosaure mise au jour dans la carrière de Crayssac.*

## DINOSAURES ET FAUNES FOSSILES


**33** **LES REPTILES SOUVERAINS**
Il y a 320 millions d'années, l'apparition des reptiles créa une révolution dans l'histoire de la vie. Ils ont dominé la Terre pendant 250 millions d'années. Les dinosaures n'étaient pas des géants stupides et balourds mais, au contraire, bien adaptés. De belles réussites de la nature.

**38** **CHASSEURS DE PISTES**
A Crayssac, Jean-Michel Mazin et son équipe mettent au jour des milliers d'empreintes fossilisées. Il y a 140 millions d'années, c'était la plage des ptérosaures et autres dinosaures.

**41** **DES FONDS MARINS DANS LA PLAINE**
Dans la plaine mirebalaise, les faluns d'Amberre témoignent de la présence de la mer qui recouvrait le Poitou, il y a 15 millions d'années.

**42** **REPAIRES DE HYÈNES**
Dans les grottes de la Charente, Jean-François Tournepiche fait l'inventaire de la faune sauvage que Néandertal et Cro-Magnon chassaient.

**44** **LES ÉTAGES GÉOLOGIQUES CHARENTAIS**
Cognac, Saintes et la Grande Champagne ont donné leur nom à trois étages géologiques.


## EAUX ET SOLS


**46** **HYDR'ASA**
Trois exemplaires de recherches effectuées dans le pôle argiles, sols et altérations dirigé par le professeur Alain Decarreau.

**48** **LES EAUX SORTIES DE LA TERRE**
D'où qu'elle vienne, l'eau est un élément vital. Des hydrogéologues de l'Université de Poitiers aident la terre et les hommes à la protéger.


## ÉDITO

**Aux questions fondamentales que tout homme se pose sur son origine et son devenir, les sciences de la Terre apportent des éléments de réponse et le feront davantage. Nous pensons, avec Michel Serres, que «les géosciences seront les sciences du IIIe millénaire» et, avec Edgar Morin, qu'elles nous permettent de comprendre qu'il y a «une véritable communauté d'origine des êtres humains» mais aussi «une communauté d'identité» et «une communauté de destin».**

**Sur toutes ces grandes questions d'ordre scientifique, éthique et pratique – origine de l'humanité, climat de la planète, ressources en eau et en énergie, extinction des espèces, pollution, etc. – nous pouvons faire appel aux sciences de la Terre pour mieux déchiffrer la complexité de l'aventure humaine, et faire des choix en toute connaissance.**

**Cette édition spéciale de *L'Actualité,* qui reprend notamment quelques articles parus ces dernières années, permet d'appréhender les compétences scientifiques et techniques qui sont réunies à l'Université de Poitiers, dont certaines équipes de recherche ont acquis une reconnaissance internationale. C'est donc un outil qui contribuera au rayonnement de la recherche menée à Poitiers, de même que le futur centre de valorisation des collections scientifiques de l'Université, projet auquel nous tenons beaucoup.**

**Dans cette édition pétrie d'humanité, nous sommes très honorés de la présence de Théodore Monod, dont la grandeur d'âme, la vivacité et l'opiniâtreté fournissent un bel exemple.**

***Didier Moreau***

*Les faluns d'Amberre, dans la plaine de Mirebeau.*

Marc Deneyer


**L'ACTUALITÉ POITOU-CHARENTES**

**L'Actualité scientifique, technique, économique Poitou-Charentes est éditée par l'Espace Mendès France avec le soutien du Conseil Régional de Poitou-Charentes et avec le concours de la DRIRE, du CNRS, de l'ENSMA, de l'Université de Poitiers, de la Ville de Poitiers et d'AIRE 198.**

1, place de la Cathédrale 86000 Poitiers
05 49 50 33 00

Rédaction – Diffusion : 05 49 51 80 48
Abonnements : voir p. 50

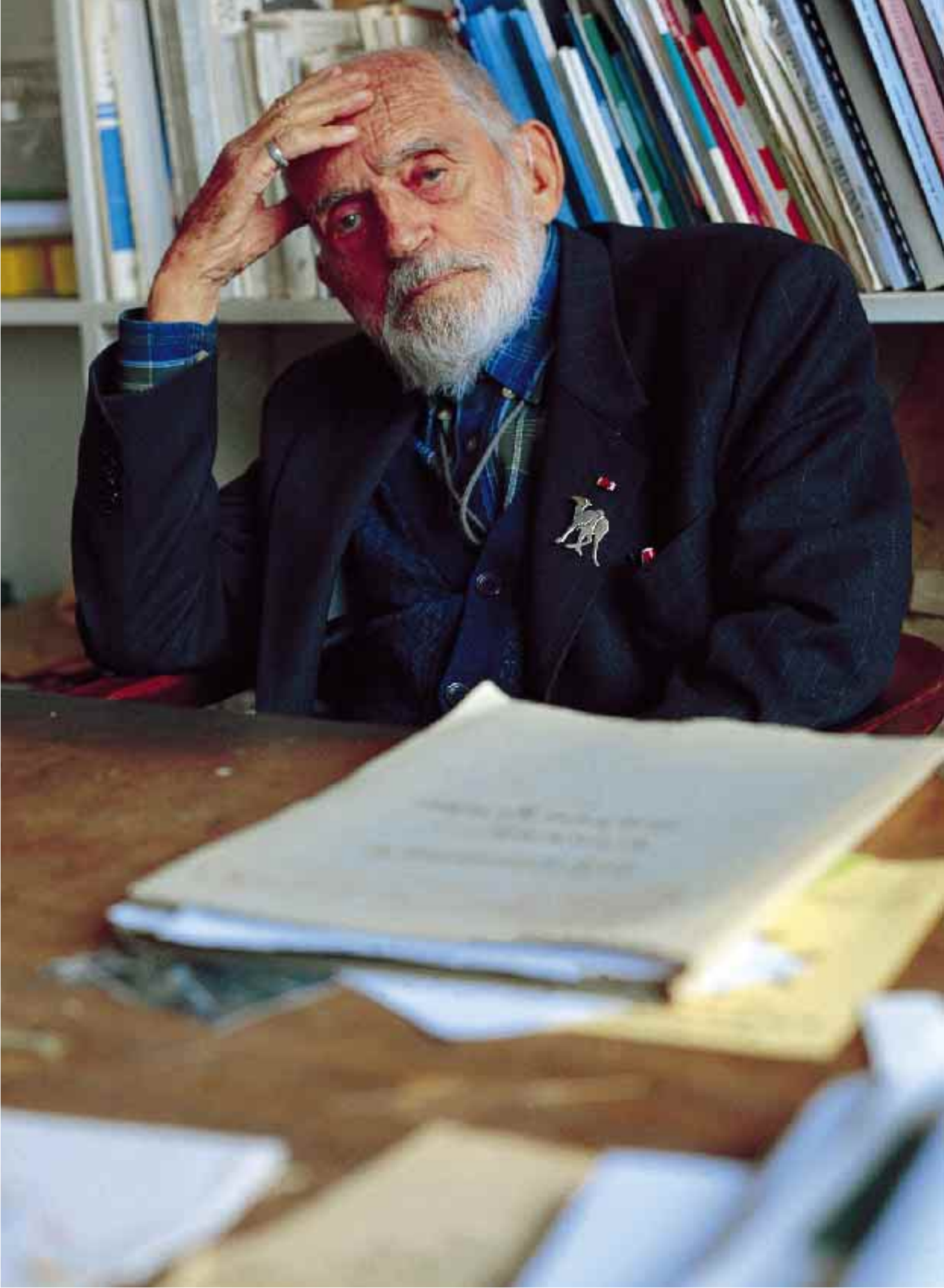
Directeur de la publication : **Yves Cenatiempo**
Directeur délégué : **Didier Moreau**
Rédacteur en chef : **Jean-Luc Terradillos**

*Fondateurs :*
*Christian Brochet, Claude Fouchier, Jean-Pierre Michel*

CPPAP : 68 797. ISSN 0983-8856.
Dépôt légal : juin 1999.

Conception – Réalisation :
**Agence de presse AV Communication - Claude Fouchier**
Menneguerre-Photogravure – Celles-sur-Belle.
Imprimerie Sajic-Vieira – Angoulême.

***Couverture :*** **Photo de Marc Deneyer**



## Théodore Monod

# *Pas d'illusion sur* l'hominisation

**Venu par vocation aux sciences naturelles, Théodore Monod y a consacré toute sa vie en explorant, à pied et à dos de chameau, les déserts de l'Afrique de l'ouest. Rencontre avec un voyageur naturaliste toujours curieux de connaître, au destin exceptionnel**

Entretien **Jean-Luc Terradillos** Photos **Mytilus**

Théodore Monod est un homme du XVIIIe siècle, trop curieux pour se limiter à une spécialité, n'hésitant pas, sur le terrain, à accumuler les matériaux les plus divers, y compris hors de sa discipline. C'est peut-être parce qu'il est né avec le siècle, ou presque (en 1902), et qu'il est entré très jeune au Muséum national d'histoire naturelle, qu'il a réussi à mener cette carrière pouvant paraître atypique, voire impossible, aujourd'hui.

Dans la biographie que lui a consacrée Nicole Vray (*Monsieur Monod. Scientifique, voyageur et protestant*, Actes Sud, 1994), Théodore Monod écrit : *«J'ai cédé et, si c'est une faute, sans trop de remords je le confesse, à des fascinations successives, à des tentations qui me trouvaient désarmé, aux incitations d'une insatiable curiosité. Ma carrière scientifique, si elle m'a procuré d'amples occasions de satisfaire un goût très vif des choses de la nature, n'aura donc pas connu l'harmonieux et paisible développement que peuvent seules permettre une sédentarité prolongée et une spécialisation exclusive.»* (*Mon parcours scientifique*).

C'est aussi un homme d'une grande rigueur morale qui clame ses convictions. Nicole Vray note cette réflexion consignée dans son journal, en 1925 : *«Vivre au jour le jour est trop facile, et souvent trop lâche. A force de vivre au jour le jour sans jamais avoir eu l'héroïsme de décider à partir de tel moment je me consacrerai* totalement, *on arrive à la fin de sa vie sans avoir rien fait.»* Théodore Monod nous a reçu le 12 février dernier, en toute simplicité, après sa quotidienne matinée de travail au muséum.

**L'Actualité. – Cette insatiable curiosité qui vous anime, est-ce quelque chose de naturel ou que l'on doit cultiver toute sa vie ?**

**Théodore Monod. –** La curiosité est certainement une prédisposition naturelle. Je ne crois pas qu'on puisse l'inventer. On l'a ou on ne l'a pas. C'est heureux qu'on ait cette curiosité car il y a partout des choses à voir, même dans les rues de Paris où l'on peut trouver quelques plantes sauvages, mais la plupart des gens ne les voient pas parce qu'ils ne savent pas observer.

**Au départ, vous aimez observer, nommer, comprendre.**

Oui, connaître ce qui existe à la surface de la planète. Beaucoup de gens croient que l'inventaire du monde vivant est terminé. Ce n'est pas vrai. Tous les ans, des centaines d'espèces nouvelles sont décrites, pas des girafes bien sûr, ni des baleines – il faudrait surtout essayer de conserver celles qui ne sont pas encore massacrées ! –, mais des petits crustacés et des petits insectes. D'autant qu'on s'intéresse maintenant à des milieux qui n'étaient pas prospectés il y a cinquante ans : les faunes endogées et les faunes cavernicoles, ter-

restres ou aquatiques, produisent des quantités d'espèces et mêmes des genres. Par exemple, il y a une faune extraordinaire dans les sables mouillants. Ce sont de tout petits animaux, très aplatis, qui vivent entre les grains de sable. Un groupe de crustacés est inféodé à ce type d'habitat. Je crois même qu'un phylum a été décrit dans ce genre de faune marine.

**Pensez-vous qu'il y ait assez de naturalistes pour continuer cet inventaire ?**

Non. Les naturalistes sont de moins en moins nombreux. La botanique et la zoologie ne sont plus enseignées en France. Alors qu'il s'agit de sciences fondamentales, elles ont disparu du vocabulaire universitaire et académique. L'Académie des sciences n'a plus de section de botanique ni de zoologie.

**«Maintenant le nomadisme est en porte à faux partout dans le monde. Il est très mal vu des pouvoirs centraux. Pourquoi ? Parce que ce sont des hommes libres»**

**Pourquoi ce désintérêt ?**

En France, il paraît que la botanique et la zoologie sont périmées. On pense non seulement que l'inventaire est terminé mais aussi que cela ne vaut pas la peine de récolter du plancton ou de chercher des acariens dans les mousses. Dans vingt ans, il n'y aura plus personne pour identifier un pissenlit. Heureusement, c'est un phénomène français. Aux Etats-Unis, en Angleterre et dans d'autres pays, le point de vue est différent.

**Si, en botanique, la transmission du savoir ne se fait plus à l'université, il y a tout de même des associations de protection de la nature qui forment des jeunes.**

Heureusement, il y a encore beaucoup d'amateurs. Dans l'élaboration de la flore française au XIX$^{e}$ siècle, ils ont d'ailleurs joué un grand rôle, principalement des instituteurs et des prêtres.

**Comment rendre plus «désirable» la botanique et la zoologie auprès des jeunes ?**

Il faudrait leur expliquer comment vivent les plantes et les animaux, c'est passionnant. La biologie végétale et la biologie animale devraient avoir une part entière dans les programmes scolaires.

**Dans les sciences de la terre, beaucoup de chercheurs éprouvent d'abord un irrépressible besoin de partir. Ils ne partent pas vraiment à l'aventure puisqu'ils ont un plan de travail…**

Oui, mais les découvertes se font par hasard, une fois en route. N'importe quelle connaissance nouvelle fait progresser la science, mais les découvertes proprement dites se font par hasard.

**Auriez-vous pu passer votre vie enfermé dans un laboratoire du Muséum, faire le même trajet tous les matins ?**

Je ne sais pas. Les destinées se font aussi par hasard. Il se trouve que mon professeur du Muséum, Abel Gruvel, m'a envoyé en Mauritanie dans le laboratoire qui s'appelait «Pêches et productions coloniales d'origine animale». A cette époque, tous les assistants du service partaient à l'extérieur : Madagascar, Mauritanie, etc. Là, j'ai étudié les poissons. A la fin de mon séjour, je devais m'embarquer à Port-Etienne pour Bordeaux mais j'ai eu la possibilité de me joindre à une caravane, avec un officier français, pour aller prendre le bateau au Sénégal. Nous avons ainsi traversé toute la Mauritanie occidentale, soit 800 km à dos de chameau dans le désert.
Ce fut mon initiation à la vie chamelière et méhariste. Cela ne m'a pas déplu, au contraire. Ensuite, j'ai profité de beaucoup d'occasions, y compris pendant mon service militaire que j'ai effectué comme chamelier 2$^{e}$ classe dans un petit poste de l'Adrar Ahnet, chez les Touaregs. Là, j'ai découvert la géologie du Sahara et j'ai copié des gravures rupestres.

**Cet attrait pour le désert vient-il aussi du désir d'être ailleurs ?**

L'essentiel, c'est la recherche, mais on peut tout de même se laisser influencer par le spectacle du désert. C'est passionnant, le désert, et cela devrait être respecté – ce que ne fait pas le Paris-Dakar, témoignage de force brutale.

**Le désert est aussi pour vous un espace de méditation.**

Je ne prétends pas que le désert pousse à la méditation et au progrès spirituel. Ça ne l'empêche pas. La vie dans le désert est très impressionnante : là, on obtempère, on n'est pas le centre du monde.

**L'homme n'est pas le maître de la nature dans le désert, mais un être parmi d'autres.**

Les nomades mènent une vie extraordinaire. C'est une réussite écologique aussi poussée que celle des Esquimaux de la Terre de Baffin. Que des êtres humains puissent vivre en société à la limite de la terre habitable, c'est très remarquable, cela exige une science considérable et très ancienne.
Maintenant le nomadisme est en porte à faux par-

*Théodore Monod dans son bureau, au Muséum national d'histoire naturelle.*

tout dans le monde. Il est très mal vu des pouvoirs centraux. Pourquoi ? Parce que ce sont des hommes libres.

**Dans vos récits d'expédition, vous décrivez les eaux noirâtres et pourries que vous devez boire, à tel point qu'une fois vous avez dû forcer les chameaux à boire.**

C'est qu'ils n'avaient pas soif. C'était à Arouane. Nous venions d'effectuer plus de 800 km et, comme le lendemain nous repartions pour 600 km sans un point d'eau, nous les avons forcés à boire avec une bouilloire. Le chameau peut rester si longtemps sans boire parce qu'il peut supporter de perdre, par évaporation, jusqu'à 40 % de son poids total. Chez l'homme, c'est 10 %.

**Il est frappant de constater combien la vie est intense dans le désert.**

Le désert, c'est la disproportion entre la pluie et l'évaporation. Cela ne veut pas dire qu'il n'y ait pas de vie dans le désert mais que la réalité raréfie la vie. Alors, nous décrivons les stratégies végétales et animales employées par les êtres vivants pour se défendre contre les contraintes impérieuses des milieux. Si les petits rongeurs passent la journée dans le sol et ne sortent que la nuit pour se nourrir, c'est qu'ils trouvent, à une certaine profondeur, un milieu légèrement moins sec et moins chaud qu'à la surface du sol. Il est facile de creuser dans le sable, où ils ont trouvé leur niveau. Mais la sortie nocturne est périlleuse car beaucoup de serpents se nourrissent de petits rongeurs.

Ces stratégies démontrent que les êtres vivants sont très habiles à se maintenir malgré la brutalité du climat. Cependant, l'aridité est très variable selon les régions. Par exemple, la Mauritanie est un semi-désert parce qu'on y trouve du bois et des points d'eau pas très éloignés, tandis que dans le désert libyque, il n'y a plus rien. On peut faire des centaines de kilomètres sans voir une plante, mais quand il pleut… L'année dernière dans la mer de sable, le Gilf Kébir, j'ai eu la chance de voir un oued sur lequel il avait plu quelques semaines auparavant et j'ai pu récolter beaucoup de plantes. Elles vont me permettre d'apporter un complément à ma publication sur la florule de Gilf Kébir. J'avais déjà quarante espèces.

**Ce sont des plantes qui peuvent apparaître tous les cinq ou dix ans ?**

Oui, elles sont là ou elles sont apportées par le vent. Le vent apporte aussi des insectes. Par exemple, il existe dans le désert libyque une famille de mantes aptères qui courent sur le sol. On ne les voit que si elles bougent car elles sont exactement de la couleur du sable. Ce sont les seuls insectes locaux.
Comment se nourrissent ces petites mantes ? Elles sont carnivores et pourraient donc être cannibales, mais je ne crois pas que ce soit un mode normal pour le maintien d'une population. Alors, je pense qu'elles dévorent les petits insectes qui viennent d'ailleurs, chassés par le vent. Dans cette région du Sahara, les vents viennent du Nord. Plusieurs fois, j'ai vu des libellules, or chacun sait que les larves de libellules se développent dans l'eau. Elles sont portées par le vent, sur des centaines de kilomètres.

**«La bombe atomique va se répandre à travers le monde. Nous pouvons tout craindre. L'hominisation n'est pas en route. Les hommes continuent à aimer la guerre et la violence. C'est mal parti pour les primates»**

**Le fait de parler des insectes me fait penser à une de vos réflexions sur l'évolution de la vie. Pour vous, ce ne sont pas les insectes mais les céphalopodes qui ont des chances de succéder aux primates.**

Tous les grands groupes disparaissent un jour ou l'autre. Bien sûr, certains tiennent longtemps, mais pas toute la durée des temps géologiques. C'est pourquoi il serait intéressant de se demander quel groupe viendra relayer les primates. Les céphalopodes ont ma faveur. D'un point de vue anatomique, ils sont très avancés. Un œil de calmar est aussi remarquable qu'un œil de rapace. D'autre part, leur psychisme, que l'on commence à étudier, est assez complexe. Par exemple, la pieuvre possède deux mémoires. Je ne sais pas comment ces deux mémoires sont différenciées, probablement selon la nature du stimulus qui les active ou qui leur permet de stocker du matériel, mais c'est remarquable.
Les céphalopodes respirent l'oxygène dissous dans l'eau de mer. C'est un groupe strictement marin qui compte un grand nombre de genres et d'espèces. On connaît des calmars géants d'une vingtaine de mètres de long, mais on n'a jamais vu un spécimen entier, seulement des morceaux. Pour débarquer sur les continents, il leur faudra réinventer le poumon et protéger leurs yeux contre la dessiccation. D'autres espèces l'ont fait avec succès. Les reptiles, qui ont des origines aquatiques, sont parvenus à vivre dans le désert.

**Avant de disparaître, l'homme aura-t-il le temps de s'hominiser ?**

Non, je ne crois pas. Je l'ai cru longtemps. Jusqu'à présent, nous pouvions penser que l'homme est si jeune sur la Terre qu'il n'est pas étonnant de le voir encore englué dans sa barbarie ancestrale. «Laissez-lui le temps de grandir !», pouvions-nous dire. Mais maintenant, les menaces grandissent. La bombe atomique va se répandre à travers le monde. Nous pouvons tout craindre. L'hominisation n'est pas en route. Les hommes continuent à aimer la guerre et la violence. C'est mal parti pour les primates.
Nous ne savons pas combien de millions d'années disposent encore les primates mais il est certain que la nature existait avant l'homme et qu'elle peut très bien exister sans l'homme. D'ailleurs, les animaux ne se plaindraient pas de la disparition de leur bourreau.

**Mais l'homme fait partie de la nature.**

Oui, mais les autres animaux aussi. Seulement, l'homme est le seul à avoir des armes à feu. Si les lapins en avaient, ce serait plus juste. L'invention de la poudre à canon a été une malédiction pour le genre humain, et pour beaucoup d'autres animaux. On n'imagine pas que l'homme puisse revenir en arrière. Il est parti sur une mauvaise route, et il va de plus en plus vite.

**Si vous êtes pessimiste, est-ce parce que l'homme peut détruire la planète ? ou est-ce dans sa nature d'avoir une part noire ?**

Je ne sais pas en quoi consiste la nature de l'homme. Jusqu'à présent, c'est la barbarie ancestrale. Peut-être ne l'était-ce pas au tout début. Un primatologue a découvert des rituels de réconciliation chez quatre espèces de singes. Il y a des délinquants chez les singes comme chez les hommes. Le gamin qui vole la banane du mâle dominant reçoit une claque et va se cacher. Mais la communauté ne peut admettre qu'un des siens soit durablement exclu. Le rituel consiste alors à émettre des sons et à esquisser des gestes, que tous connaissent, pour que le délinquant puisse retrouver sa place au sein du groupe. Autrement dit, il est pardonné. Nous ne savons pas si ces rituels de réconciliation sont récents ou prodigieusement anciens. Il est possible qu'à l'époque où les singes et les hommes étaient en train de se différencier, les tout premiers hommes con-

naissaient et pratiquaient ces rituels. Nous ne le saurons jamais. Si c'était vrai, cela prouverait que les horribles péjorations de l'aventure humaine sont tardives. Elles ont dû se développer au fur et à mesure que se développait l'industrie des armes, d'abord en silex puis en métal.

**Que faites-vous du pardon, notamment chez les chrétiens ?**

Le pardon n'est pas toujours bien pratiqué mais il existe. Je n'ai jamais dit que le christianisme ait échoué, j'ai souvent dit qu'il n'a pas encore été essayé.

**Pratiqué par quelques-uns…**

Oui, sur une main je peux les compter.
Un ministre de l'Intérieur a cru bon de nous enseigner, il y a quelques années, que la morale s'arrêtait au seuil de la raison d'Etat. Il nous prenait pour des analphabètes. Nous savons depuis des milliers d'années que l'Etat est un monstre froid et cruel. Ce n'est pas drôle mais nous avons le don d'espérer.
D'ailleurs, les textes d'espérance ne manquent pas. Dans la tradition biblique, les prophètes d'Israël nous ont laissé des descriptions extraordinaires des temps messianiques : «Une montagne sainte où ne se fera ni tort ni dommage, où aucune nation ne tirera plus l'épée contre une autre, où l'on n'apprendra plus la guerre, où les hommes transformeront leur glaive en houe et leur lance en serpe.» Cette prodigieuse réconciliation des êtres humains entre eux s'accompagne d'une réconciliation des animaux entre eux : «Le léopard gîtera avec le chevreau, le lion comme le bœuf mangera de la paille.» Je sais très bien que ce n'est pas le cas actuellement mais nous avons le droit d'espérer. Les temps messianiques ne sont pas pour demain…

**Est-ce une utopie ?**

Attention au sens de ce mot ! L'utopie n'est pas l'irréalisable, comme beaucoup de gens le croient, mais l'irréalisé. L'utopie d'aujourd'hui, souhaitons-le, sera la réalité de demain. Nous pouvons vivre dans notre espérance de cette utopie de réconciliation générale des hommes entre eux et des hommes avec les autres êtres vivants.
Mais on pourra faire tous les plus beaux discours, comme nous vivons dans une société qui repose sur l'argent et le profit, tant qu'il sera profitable de saccager la nature, nous continuerons, en toute bonne conscience, à la saccager.
Il y a quand même certains progrès mais, finalement, le soin que l'on veut porter à l'environnement consiste pour l'instant à essayer de guérir les méfaits de l'homme : pollution, déchets, etc. Cela ne suffit pas. Il faudrait aussi protéger la nature, le monde vivant.

**Un scientifique doit-il s'engager pour de nobles causes ?**

Un scientifique a le droit d'avoir des convictions et de les déclarer. Je dis toujours «le peu qu'on peut faire, il faut le faire». Et j'ajoute toujours «mais sans illusion».
Par exemple tous les ans à partir du 6 août, nous faisons un jeûne de quatre jours à Taverny, où se trouve le PC des forces stratégiques françaises, pour commémorer les bombardements d'Hiroshima et de Nagasaki. Nous sommes une vingtaine, et nous pensons que ce jeûne d'interpellation pourra éveiller quatre ou cinq consciences, sur soixante millions de Français.

**«Je prétends que l'ère chrétienne est morte le 5 août 1945 à minuit et que le 6 août, nous avons basculé dans une nouvelle ère, l'ère atomique»**

**Considérez-vous Hiroshima comme le fait majeur du siècle ?**

Je prétends que l'ère chrétienne est morte le 5 août 1945 à minuit et que le 6 août, nous avons basculé dans une nouvelle ère, l'ère atomique. Toutes les bombes sont nocives et doivent être détruites mais la bombe atomique a quelque chose de pervers, c'est qu'elle attaque une population dans son devenir biologique. Chaque année, il y a encore des gens qui meurent des suites de l'irradiation.
Actuellement, des historiens américains se demandent si on ne nous a pas menti sur les raisons des massacres d'Hiroshima et de Nagasaki. Ce n'était pas nécessaire pour mettre le Japon à genoux car, selon ces historiens, l'île d'Okinawa, c'est-à-dire le dernier verrou avant le Japon proprement dit, était déjà aux mains des Américains. On aurait donc lancé des bombes atomiques pour faire une expérience en grandeur nature ! C'est inexpiable.

**Avez-vous quelque espoir pour le prochain siècle ?**

Rien ne changera. Bien sûr, les techniques vont se perfectionner, mais ce n'est pas le plus important. Il faudrait que l'homme renonce à la violence et à la guerre. C'est quand même curieux que l'homme soit la seule espèce qui entretienne des écoles où l'on apprend aux jeunes à tuer leurs semblables. ■

**Michel Brunet et Pierre Fronty lors d'une mission dans le désert tchadien, en 1998.**
**Photo Stéphane Compoint/Sygma**

# Abel
# l'homme de la rivière aux gazelles

**Abel est le premier Australopithèque connu à l'ouest de la Rift Valley. Sa découverte bouleverse le scénario des origines de l'homme. Abel a été découvert par Michel Brunet, directeur du laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine de l'Université de Poitiers. Récit d'une aventure scientifique et humaine**

Par **Jean-Luc Terradillos**

**Ci-dessus, la mandibule d'Abel, *Australopithecus bahrelghazali.* Ph. Marc Deneyer**

Koro Toro, Tchad, 16° nord, 19° est. 23 janvier 1995, il est 8 heures du matin. Ou 9 heures. Michel Brunet ne se souvient plus de l'heure exacte, car dans le désert on vit au rythme du soleil. Ce matin-là, le paléontologue et son équipe eurent la visite de nomades peu après le lever du jour. Les femmes lui ont offert du lait de chamelle, signe de haute considération, en lui souhaitant bonne chance. *«Qu'Allah te protège !»* lui dirent-elles. Ces mots sont parfaitement gravés dans sa mémoire. Il les entend encore, ces mots traduits du goran – la langue des nomades – par son guide. Une heure plus tard, le paléontologue de l'Université de Poitiers aperçoit une mandibule de primate, les dents enchâssées dans le sol poudreux du désert. Immédiatement, il reconnaît un fossile d'Hominidé très ancien. *«En dix ans, on a le temps de visualiser ce que l'on recherche.»*

Cet homme a de la chance. Il a passé la majeure partie de sa vie sur les traces de nos plus proches ancêtres. D'abord en Asie et au Moyen-Orient, en Afghanistan et en Irak, puis au Pakistan, au Vietnam et au Kazakhstan. Voilà dix ans qu'il prospecte en Afrique de l'Ouest et il vient de trouver – alors que plus personne n'y croyait vraiment – le premier Australopithèque à l'ouest de la Rift Valley. Michel Brunet pense à ceux qui ont partagé avec lui cette aventure un peu folle, en premier lieu à Abel Brillanceau, son collègue du laboratoire de Poitiers, son meilleur ami, disparu le 27 février 1989 lors d'une mission au Cameroun. *«Après ce drame horrible, c'était encore plus dur de penser que nous nous étions peut-être lancés sur une fausse piste. Maintenant, le poids est moins lourd à porter, mais ça ne l'enlève pas.»* Le premier préhumain de l'Ouest africain s'appellera donc Abel.

Michel Brunet n'a que 55 ans. Louis Leakey en avait 56 lorsqu'il a découvert le premier crâne d'Australopithèque en Afrique orientale. C'était en 1959. Il cherchait depuis une vingtaine d'années... Cette découverte a déclenché la ruée des paléontologues vers la Rift Valley, celle de Michel Brunet pose le jalon d'une nouvelle aventure scientifique, mais cette fois à l'ouest de l'Afrique.

En effet, au fil des décennies, la famille des préhumains s'est considérablement étoffée, de l'Afrique du Sud à l'Ethiopie, mais toujours à l'est. Découvertes qui ont permis à Yves Coppens, professeur du Collège de France, d'établir un scénario des origines de l'Homme, avec Lucy pour figure emblématique (*Australopithecus afarensis*). Cette «East side story» raconte que les Australopithèques sont apparus en Afrique de l'Est à la faveur d'un bouleversement tectonique. Il y a 8 ou 10 millions d'années, la Rift Valley s'enfonce et provoque l'élévation de massifs montagneux à l'est, de sorte que les pluies venant de l'Atlantique se raréfient dans cette région. En conséquence,

la forêt tropicale se transforme peu à peu en savane. Les grands singes, «isolés» de leur milieu d'origine par le Rift, vont s'adapter à ce nouvel environnement, découvert et sans protection. De leur mutation naîtront les Australopithèques.
Depuis les années 80, ce paléoscénario fait l'objet d'un très large consensus au sein de la communauté scientifique : à l'est du Rift, le "berceau" de l'Humanité, à l'ouest, les grands singes de la forêt, ancêtres des gorilles et des chimpanzés. Mais la découverte de Michel Brunet vient perturber et enrichir le récit des origines de l'Homme, car Abel est un authentique Australopithèque, vivant à 2 500 km à l'ouest de sa cousine Lucy.
La mandibule du spécimen tchadien est incomplète. Elle porte sept dents : une incisive, les canines et les prémolaires gauches et droites. C'est suffisant pour imaginer l'individu. Certains traits primitifs de la denture le rapprochent d'*Australopithecus afarensis*. Ce n'est donc pas un *Homo habilis*. Mais il s'en distingue par d'autres caractères, notamment la présence de trois racines aux prémolaires et la morphologie très dérivée de la mandibule. «*Voici une mandibule très humaine avec des dents d'Australopithèque*, souligne Michel Brunet. *Cette mosaïque de caractères tout à fait originale pourrait accréditer l'idée qu'Abel serait l'Australopithèque le plus proche du genre Homo. Mais il est encore trop tôt pour lui attribuer un statut spécifique.*»
Yves Coppens, son vieux complice, est étonné par le degré d'évolution d'Abel, du fait de la molarisation des prémolaires et de la faible épaisseur de la partie antérieure de la mandibule (la symphyse). Cette partie joue un rôle capital pour le placement de la langue. «*Je ne dis pas qu'il parlait, mais il a déjà une région symphysaire très agréablement organisée pour s'exprimer.*»
Pourtant, Abel vivait il y a 3 à 3,5 millions d'années. La datation n'est pas absolue mais biochronologique, c'est-à-dire fondée sur le degré évolutif de la faune trouvée sur le site, poissons, reptiles, mammifères. Le niveau fossilifère est un grès très peu consolidé d'origine fluviale et lacustre. Hypothèse confirmée par la présence de poissons-chats, tortues aquatiques, crocodiles et hippopotames. D'autres espèces, comme l'éléphant, le grand giraffidé, trois types de bovidés et un suidé primitif proche des Potamochères, fréquentent les zones boisées, tandis que le cheval tridactyle et le rhinocéros "blanc" primitif préfèrent les prairies. De cette abondante collecte de fossiles, il est possible d'imaginer le paysage de cette région, au Pliocène moyen.
«*Nous sommes au bord d'un lac*, indique Michel Brunet, *avec des rivières pérennes ou non, une forêt galerie, de la savane arborée et des espaces plus ouverts de prairies à graminées.*»
Notons que ce coin de désert tchadien se nomme Bahr el Ghazal, soit la «rivière aux gazelles» en arabe classique ! Dans cette région sans relief et sans coupe géologique, seul un forage carotté permettra d'obtenir les éléments nécessaires à une datation absolue. Opération coûteuse car il faut trois jours de jeep pour rejoindre Koro Toro de N'Djamena, transporter les précieuses et lourdes carottes par avion en France, etc. Ce forage sera réalisé lors d'une prochaine mission.
Le paysage ouvert de l'Ouest tchadien ressemble à celui de la vallée de l'Omo et de l'Hadar en Ethiopie, à la même époque. Peut-on en déduire qu'Abel représente une autre lignée de préhumains apparue à l'ouest ? Rien ne permet pour l'instant d'étayer solidement cette hypothèse qui mettrait en pièce l'«East side story».
Néanmoins la découverte de Michel Brunet oblige la communauté scientifique à revoir sérieusement le scénario. «*Cela démontre que la biodiversité des Australopithèques est plus grande qu'on ne l'imaginait*, dit-il. *D'un point de vue biogéographique, on sait maintenant que les Australopithèques occupaient un territoire*

**«On sait maintenant que les Australopithèques occupaient un territoire beaucoup plus vaste, tout autour de la forêt dense à grands singes, c'est-à-dire les paysages boisés et les savanes arborées qui s'étendaient du golfe de Guinée au cap de Bonne Espérance via l'Afrique centrale et l'Afrique orientale»**

*beaucoup plus vaste, tout autour de la forêt dense à grands singes, c'est-à-dire les paysages boisés et les savanes arborées qui s'étendaient du golfe de Guinée au cap de Bonne Espérance via l'Afrique centrale et l'Afrique orientale. La dispersion des Australopithèques semble avoir été précoce et rapide dans le temps. C'est pourquoi, comme pour beaucoup d'autres mammifères, le problème du lieu précis d'origine devient une question sans véritable réponse.»*

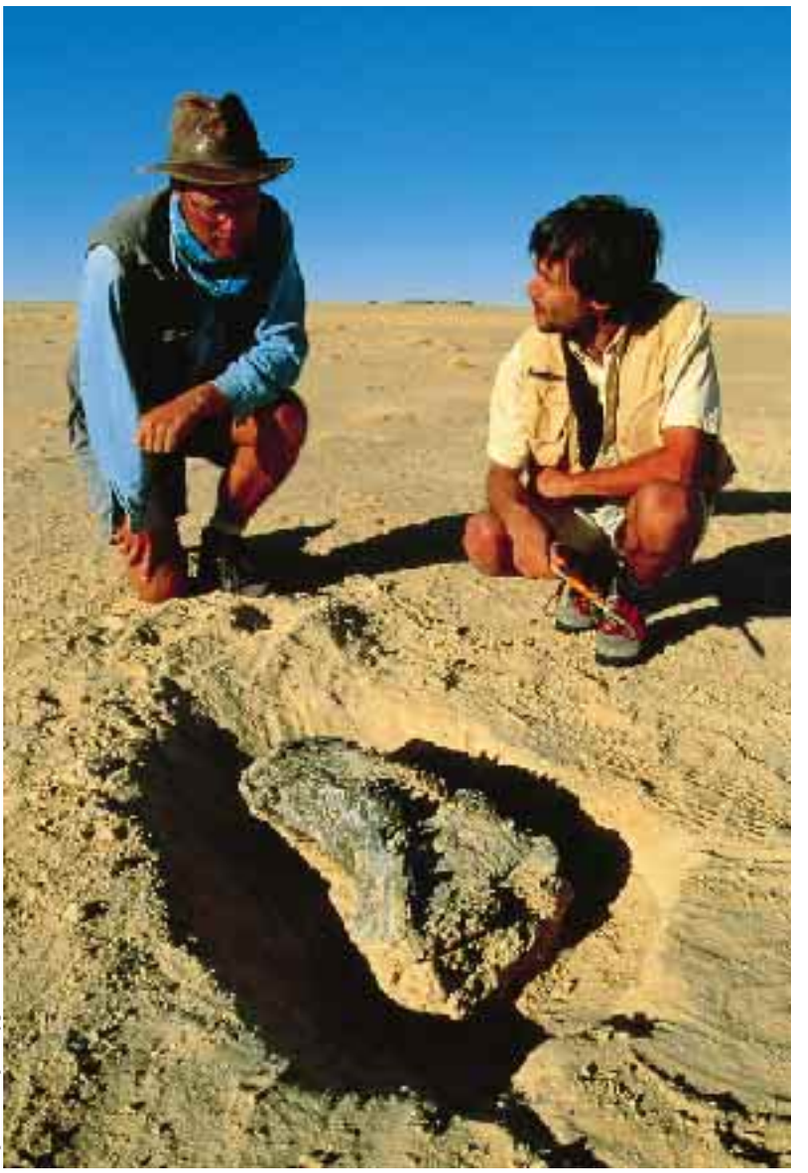
Yves Coppens reconnaît que son scénario est trop simple pour être suivi au pied de la lettre, mais *«il demeure valable»*. Son raisonnement repose sur un phénomène biologique, la spéciation, c'est-à-dire l'apparition des différences génétiques entraînant de nouvelles espèces. *«La spéciation n'est possible que sur une petite population isolée. Cet isolement a pu être créé par l'événement tectonique du Rift. Il s'est ensuite écoulé au moins 4 Ma jusqu'à Abel. C'est largement suffisant pour que de nouvelles espèces apparaissent et se déploient dans toute l'Afrique.»* Ainsi, certaines différences morphologiques des Australopithèques, notamment entre Lucy et Abel, résulteraient de caractères acquis au cours ou après leur migration.

Yves Coppens ajoute : *«Certes, tous les Australopithèques ne sont pas les ancêtres des hommes, mais le "berceau" semble bien calé à l'est.»* Et de préciser : *«C'est là qu'on a trouvé les plus anciens Hominidés et le plus grand nombre d'ossements, environ trois mille.»*

A contrario, ce scénario reposait essentiellement sur l'absence à l'ouest de fossiles de primates, voire de niveaux géologiques correspondants. Grâce à la découverte d'Abel, on sait maintenant que de tels niveaux affleurent dans le désert tchadien et qu'ils conservent des Hominidés. Donc pour comprendre les origines de l'homme, il faut désormais prendre en compte une «West side story» dont Michel Brunet vient d'écrire le premier chapitre.

C'est d'ailleurs avec Yves Coppens qu'il s'est lancé dans cette aventure en 1984. *«J'étais en mission au Pakistan avec David Pilbeam, mon collègue d'Harvard, lorsque nous avons eu l'idée de tester le scénario proposé par Yves dans son livre qui venait de paraître* Le singe, l'Afrique et l'homme. *Au retour, nous sommes allés le voir. C'est ainsi que nous avons préparé tous les trois la mission Pircaoc (Programme international de recherche Crétacé-Cénozoïque d'Afrique de l'Ouest au Cameroun). Là-bas, j'ai trouvé les bons niveaux, datant de 5 à 8 Ma, mais pas de fossile. En effet, l'eau est très acide (pH 5) dans cette région. Elle a fait fondre les fossiles.»*

Vingt ans auparant, Yves Coppens avait ouvert la voie en conduisant des missions au Tchad, sur



*Stéphane Compoint/Sygma*

***Darryl de Ruitter et Patrick Vignaud devant une mandibule d'hippopotame, 1997.***

***Page de gauche, une partie de l'équipe de la mission conduite en janvier 1999 par Michel Brunet.***

la falaise de l'Angamma au sud du Tibesti (1960-1966). Il y a découvert de nombreux sites paléontologiques et un fragment de crâne d'un primate. Mais ce *Tchadanthropus uxoris* tient plutôt de l'*Homo erectus*. Pas assez vieux, mais encourageant. Le chaos politique et militaire dans lequel le pays fut emporté à partir de cette époque empêcha la poursuite des recherches.

Ce n'est qu'en 1993 que Michel Brunet peut mener sa première mission au Tchad, avec la collaboration, à N'Djamena, d'Alain Beauvillain, géographe détaché du ministère de la Coopération au CNAR (Centre national d'appui à la recherche), d'Aladji Moutaye, ingénieur de la DRGM (Direction de recherches géologiques et minières), et l'aide de la Mission d'assistance militaire (MAM) de Moussoro (4e RE et 4e RIMA). *«Au nord du 16e parallèle, le désert est encore miné,* note Michel Brunet. *Pour établir un itinéraire, les conseils des légionnaires sont donc précieux. Ils connaissent le terrain.»* Le général Michel Kreher, conseiller militaire auprès du gouvernement tchadien et de l'ambassadeur de France, chef de la Mis-

Claude Pauquet

***Michel Brunet dans son laboratoire de l'Université de Poitiers.***

sion d'assistance militaire, confirme : *«Le Tchad est un pays très attachant et calme aujourd'hui. Mais dans le nord, il est plus prudent d'être accompagné, si ce n'est pour éviter de se faire rançonner. La kalachnikov fait partie du costume traditionnel.»* Et le climat ne fait pas de cadeau : tempêtes de sable, vents soufflant à plus de 100 km/h. C'est dans ces conditions qu'en janvier 1995, Michel Brunet et son équipe ont effectué, en fin de mission, un crochet de 1 000 km pour retrouver le site de Bahr el Ghazal, après des recherches infructueuses sur la falaise de l'Angamma. Bonne intuition.

Sur cette zone d'environ 10 ha, le paléontologue découvrait Abel dès le lendemain. «*J'ai prospecté longtemps au Cameroun, au Nigéria, au Tchad. J'étais convaincu de trouver quelque chose. Maintenant, je sais où chercher. C'est un territoire d'au moins 100 km de côté, soit quinze à vingt ans de travail. Je suis sûr qu'il y a là des Hominidés encore plus anciens.*» Un autre signe est lourd de promesse : les sédiments du niveau fossilifère n'ont subi qu'un très faible transport, comme le prouve la découverte d'un squelette de rhinocéros en connexion anatomique. Fait rarissime. En effet, la connaissance des différentes espèces d'Australopithèques repose sur la description et l'analyse de quelques ossements attribués à chaque individu.

Si Lucy est devenue une star, c'est aussi parce qu'elle offre une anatomie plus généreuse que les autres, soit 52 os. Michel Brunet peut rêver. La rivière aux gazelles conserve certainement le squelette d'un frère d'Abel. ■

## *Austalopithecus bahrelghazali*

**Quelques mois après la découverte d'Abel, Michel Brunet et son équipe ont tranché : le premier Australopithèque de l'Afrique de l'Ouest a été élevé à la dignité d'espèce nouvelle. Il se nomme *Australopithecus bahrelghazali*, du nom de Bahr-El-Ghazal, le site de la découverte. Dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, Michel Brunet indique : «Le préhumain tchadien possède une mosaïque originale de caractères anatomiques, certains primitifs (prémolaires à trois racines), d'autres dérivés (au niveau de la symphyse mandibulaire), association qui conduit à le considérer comme une nouvelle espèce.» C'est le neuvième Australopithèque découvert depuis 1925 mais le seul à l'ouest de la vallée du Rift.**

## Deux Hominidés pour un labo

**Dans le laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine de l'Université de Poitiers, il y avait déjà un préhumain : *Ouranopithecus macedoniensis* que Louis de Bonis a surnommé John Paul. L'activité de cette équipe est centrée sur l'évolution et l'adaptation des faunes de vertébrés continentaux (Mammifères) du Cénozoïque et les faunes marines (Reptiles, Céphalopodes, Foraminifères) du Mésozoïque. Mais la recherche sur les origines de l'Homme constitue une spécificité du laboratoire de Poitiers.**

## Les soutiens

**La mission paléoanthropologique franco-tchadienne dirigée par Michel Brunet a reçu et reçoit le soutien du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique de la République du Tchad (Université de N'Djaména et Centre national d'appui à la recherche), du ministère de l'Education nationale, de la Recherche et de la Technologie de la République française (Université de Poitiers et programme transversal CNRS «Paléoenvironnements et origine des Hominidés»), du ministère des Affaires étrangères, ministère délégué à la Coopération (mission de coopération et d'action culturelle de N'Djaména), de la Région Poitou-Charentes, du Département de la Vienne, du groupe Elf Aquitaine, de l'Association pour le prix scientifique Philip Morris, du comité de jumelage Saint-Benoît-Ligugé-Lorch.**

**La mission reçoit aussi le soutien logistique du ministère de la Défense (Mission d'assistance militaire et Dispositif Epervier).**

## Le film

***Origines de l'homme : sur la piste d'Abel*, c'est le titre du film de 52 minutes réalisé par Thierry Ragobert pour Gédéon programmes. Ce film a été diffusé sur plusieurs chaînes de télévision, en France (France 3) et dans le monde. Il est maintenant disponible en cassette vidéo (Arte Vidéo).**

**Depuis 1995, Michel Brunet et son équipe reconstituent peu à peu l'environnement d'Abel. Dans le désert du Djourab, plus de 150 sites paléontologiques ont été découverts, seuls quelques-uns ont été exploités**

Entretien **Jean-Luc Terradillos**

# *Héraut de la* West Side Story

Quatre ans après la découverte d'Abel, Michel Brunet nous explique sa méthode de travail au Tchad et nous donne son point de vue sur la «bataille» scientifique sur les origines de l'homme.

**L'Actualité. – Votre découverte d'Abel a bouleversé les scénarios des origines de l'homme. Qu'est-ce que cela a changé pour vous ?**

**Michel Brunet. –** Beaucoup de choses ont changé. Premièrement, je suis passé du statut de celui qui cherchait un hominidé à l'ouest de la Rift Valley au statut de celui qui a trouvé un hominidé. Cela apporte beaucoup de satisfaction sur le plan scientifique mais aussi pas mal de contraintes, notamment vis-à-vis des médias. Nous y avons perdu de la tranquillité.
Cette découverte a provoqué des réactions en chaîne. La communauté scientifique internationale pensait, pour une large part, que nous n'avions presqu'aucune chance de trouver un hominidé en Afrique de l'Ouest. Maintenant, beaucoup veulent travailler avec nous. C'est une bonne chose, mais imaginez qu'en 1995 nous n'étions que trois scientifiques sur le terrain, dont un métallogéniste et un géographe. J'étais le seul paléontologue. Désormais, nous devons gérer une équipe d'une quarantaine de personnes. Dans le désert, ce n'est pas facile. Heureusement, mes jeunes collègues de l'Université de Poitiers, notamment Patrick Vignaud, outre les recherches qu'ils conduisent dans le cadre du programme, prennent aussi en charge une part importante de l'organisation logistique.

**Depuis 1995, combien de fois êtes-vous retourné au Tchad ?**

Nous avons effectué deux missions de terrain par an. En novembre et décembre, il s'agit d'une mission nomade dont le but principal est généralement la prospection. L'équipe est inférieure à dix personnes. En janvier et février, nous installons un camp de base fixe avec au moins une trentaine de personnes.

**Quelle est l'étendue de votre prospection ?**

Le désert du Djourab s'étend sur des milliers de kilomètres et nous ne travaillons que sur une petite partie. Depuis 1994, nous avons découvert plus de cent cinquante sites paléontologiques et seuls quelques-uns ont été exploités.

**Cela veut dire que vous ouvrez une voie considérable pour la recherche.**

Il y a du travail pour un certain temps. Sachez que les premières découvertes en Afrique du Sud ont eu lieu en 1924 et l'on vient de signaler la découverte d'un nouvel hominidé à Sterkfontein, sur un site exploité depuis plus de soixante ans. Nos recherches s'inscrivent dans le temps.

**Vous avez récolté de nouveaux éléments qui vous permettent d'étayer votre West Side Story. Quelle est votre méthode ?**

Nous avons essayé de répondre à plusieurs questions. Premièrement : Abel était-il une découverte isolée ? La réponse est «non» puisque nous avons découvert un nouveau site à hominidés au nord du Tchad. Deuxièmement : Quel est l'environnement d'Abel ? Celui-ci est-il différent des environnements de même âge connus en Afrique orientale ou en Afrique du Sud ? Les réponses exigent un travail de longue haleine.
Il faut d'abord récolter les faunes associées, après avoir, bien sûr, trouvé les sites. En effet, si l'on veut essayer de comprendre notre histoire, l'histoire de l'homme, l'environnement est un élément au moins aussi important que les restes d'hominidés eux-mêmes.

Nous exploitons des sites dont l'âge est compris entre 5 et 3 millions d'années. Les dernières campagnes ont été focalisées sur des niveaux beaucoup plus anciens, au moins jusqu'à 6 Ma.
Aux alentours de 5 Ma, des faunes, ou des associations fauniques, indiquent des milieux plus humides et plus forestiers qu'aux alentours de 3 Ma. Cela traduit une ouverture des paysages, similaire à celle observée en Afrique orientale. Par exemple, *Ardipithecus ramidus*, cet hominidé primitif découvert dans le Middle Awash par Tim White et son équipe, est associé à une faune de milieux fermés et dans des niveaux géologiques équivalents (environ 4,5 Ma), milieux qui sont tout à fait comparables à ceux que nous avons découverts au Tchad, donc à l'ouest de la Rift Valley. Cette similitude est confirmée par la présence d'espèces communes à l'est et à l'ouest. Des différences existent aussi et certaines espèces connues au Tchad ne le sont pas en Afrique orientale. Néanmoins, les similitudes démontrent clairement qu'il y a des échanges entre les diverses régions d'Afrique, qu'il n'y a pas de barrière infranchissable pour les espèces. Ces résultats ont été corroborés par le laboratoire de bio-géochimie isotopique du professeur Mariotti (Paris VI) qui a étudié les isotopes stables du carbone de l'émail dentaire des mammifères. Ces analyses démontrent que l'environnement s'ouvre peu à peu, avec davantage d'espaces herbeux.

**«Les récentes découvertes démontrent clairement que l'évolution des hominidés est beaucoup plus complexe qu'on ne l'imaginait»**

Cette année, Laurent Viriot, mon collègue poitevin spécialiste de micro-mammifères, a fait une découverte importante, complètement inédite. Sur des sites d'environ 4 Ma, il a trouvé une concentration de petits rongeurs et insectivores dont les dents ne sont pas plus grosses qu'une tête d'épingle (qui sont récupérées par les méthodes de lavage-tamisage). Ces animaux vont nous permettre d'apporter un certain nombre de données sur les problèmes d'ordre biogéographique, environnemental et sans doute aussi sur les datations biochronologiques.
Quand nous parlons de milieux ouverts et plus secs, il ne s'agit pas de milieux désertiques. Dans tous les sites, nous constatons la présence d'une riche ichtyofaune. Il y a des poissons-chats, des perches du Nil, des tortues aquatiques, des reptiles, une très grande diversité de crocodiles... La permanence du milieu aquatique est attestée dans le temps.

**Pourquoi ne pas vous concentrer sur les sites où vous avez trouvé des hominidés ?**

Parce qu'il est extrêmement important de comprendre l'environnement dans lequel vivaient ces hominidés. Quand je parle avec des collègues ou avec le public, il est vrai que de très nombreuses questions sont posées et appellent des réponses précises. Ils voudraient qu'on en sache autant sur les hominidés et les paléo-environnements de l'Afrique de l'Ouest que sur ceux de l'Est ou du Sud. C'est impossible. N'oublions pas que, dans ces régions, les résulats ont été acquis pendant trois quarts de siècle, alors que notre aventure dans l'Ouest a commencé en 1994. C'est donc le début d'une nouvelle histoire, le début de West Side Story.

**Les découvertes sur les origines de l'homme se sont accélérées ces dernières années, de sorte que les scénarios sont plus nombreux et plus complexes. Comment vous situez-vous dans cette «bataille» scientifique ?**

Le mot «bataille» est certainement un peu fort... C'est vrai qu'il y a eu, depuis quelques années, une accélération des découvertes, d'où un certain nombre d'hésitations. Une nouvelle espèce de préhumain est découverte en 1994 (*Ardipithecus ramidus*) et deux en 1995 (*Australopithecus anamensis* et *Austalopithecus bahrelghazali*), dont une à l'ouest de la Rift Valley. Sachant que les scénarios sont bâtis en fonction des découvertes, les scénarios précédents doivent être modifiés ou complètement changés. Il faut attendre pour que se crée un nouvel équilibre, mais qui, de toute façon, restera toujours méta-stable, car de futures découvertes remettront en cause les scénarios que nous sommes en train d'élaborer. C'est ainsi qu'avance la science.
Néanmoins, les récentes découvertes démontrent clairement que l'évolution des hominidés est beaucoup plus complexe qu'on ne l'imaginait. Il y a vingt ans, l'espèce la plus ancienne était considérée comme ancêtre et donnait naissance à la

*Trois vues de l'exposition «Origine de l'homme : sur les traces d'Abel», créée à l'Espace Mendès France, et visible jusqu'au 26 septembre 1999.*

suivante, et ainsi de suite. Il s'agissait tout simplement d'une lignée. Maintenant, on constate qu'à la même époque, il y avait au moins trois, voire quatre, espèces d'hominidés, ce qui change forcément les données du problème. D'ailleurs, ce type d'évolution est bien connu dans les groupes de mammifères : le groupe apparaît, il devient buissonnant (il donne naissance à plusieurs lignées), puis il se réduit et disparaît ou bien une de ses lignées donne naissance à un autre groupe.

**Quelle est la lignée d'Australopithèques qui assure le relais avec le genre *Homo* ?**

A l'heure actuelle, il faut reconnaître qu'il n'y a pas de réponse claire. Les premiers représentants du genre *Homo* apparaissent entre 2 et 3 Ma. On sait maintenant que Lucy n'est pas la grand-mère de l'humanité. *Australopithecus anamensis* joue peut-être un rôle important dans la lignée ancêtre, mais il se situe aux alentours de 4 Ma. *Australopithecus africanus* est, depuis longtemps, un candidat sérieux. Et je place *Australopithecus bahrelghazali* comme un candidat parmi d'autres, ni meilleur ni plus mauvais. Pourquoi ? Pour des raisons anatomiques. Par exemple, sa mâchoire est beaucoup plus raccourcie que celle de Lucy, donc plus humaine en quelque sorte. Traits qui sont confirmés au niveau de la symphyse. Ce n'est pas le candidat unique mais la probabilité qu'il soit proche de l'ancêtre recherché est plus forte que celle où on le verrait très éloigné. Ainsi, Abel est sûrement un aussi bon candidat que *Australopithecus garhi* (Ethiopie), le dernier né de la famille. Demain peut-être, un autre candidat sera découvert, et ce sera une autre surprise... De nouvelles formes d'hominidés ont été trouvées ces dernières années, d'autres vont être découvertes de sorte que les origines de l'homme seront de plus en plus buissonnantes. Je suis convaincu qu'on va ajouter à la complexité dans les années qui viennent. ■

## Abel, mode d'emploi

**L'épopée tchadienne de Michel Brunet et d'environ 45 chercheurs est illustrée dans une exposition réalisée par l'Espace Mendès France dans le cadre de la préfiguration du Centre de valorisation des collections de la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers. La mission paléoanthropologique franco-tchadienne (la MPFT) est un programme de recherche international entre la France, le Tchad, l'Afrique du Sud, le Canada, l'Espagne, la Grèce, les Pays-Bas et les Etats-Unis. Pluridisciplinaire, il regroupe des spécialistes dans de nombreux domaines : l'environnement sédimentaire et les paléoenvironnements, la biogéochimie isotopique, la magnétostratigraphie, la biochronologie, la paléoanthropologie, la paléontologie et la paléogéobiologie, la taphonomie (étude de la conservation des fossiles et de leur organisation dans les sédiments) et la téphrochronologie (datation absolue à partir de cendres volcaniques). Ainsi, les sites fouillés dans le nord du Tchad depuis 5 ans ont livré plus de 4 000 fossiles déterminables, ce qui est très important lorsque l'on sait que dans cette région sans relief, la seule méthode de prospection systématique est la marche, parfois plusieurs dizaines de kilomètres par jour et par plus de 50 °C au soleil ! Et l'érosion y est telle, en particulier à cause du vent, qu'il faut prospecter tous les ans, car de nouveaux fossiles sont de cette façon naturellement découverts. Les conditions de fouilles sont donc très rudes. Il aura fallu près de 15 000 litres d'eau, 5 000 litres de carburant et plusieurs tonnes de nourriture pour que la mission vive dans ce lieu hostile pendant quatre mois. Mais lorsque l'on visite cette exposition, que l'on entend le sable crisser sous ses propres pas, que l'on voit ces fossiles disséminés tout autour de soi et qu'en plus on vous explique comment faire pour les découvrir en plein désert, on comprend quelle doit être la satisfaction de celui qui trouve. Et plus encore lorsque l'on regarde la tête d'Abel, si bien reconstituée à partir des structures (os et dent) de la mandibule découverte par Michel Brunet : l'Australopithèque lui-même semble jeter un regard étonné sur l'exposition qui lui est consacrée.**

**Louis de Bonis pense avoir trouvé un lointain ancêtre de l'homme qu'il a baptisé John Paul. Celui-ci vivait en Grèce du Nord. Donc les origines de l'humanité ne seraient pas strictement africaines**

Entretien **Carlos Herrera** Photo **Marc Deneyer**

# John Paul tombé du ciel

Ouranopithèque chahute un peu la communauté des paléontologues. Ce primate d'environ 9 Ma n'appartient plus à la lignée des grands singes africains mais à celle de l'homme. Il a été découvert en Europe, alors que la plupart des scientifiques estiment que l'homme a puisé ses origines en Afrique. Louis de Bonis, professeur au laboratoire de géobiologie de Poitiers, est l'inventeur d'ouranopithèque.

**L'Actualité. – Pourquoi avez-vous choisi la Grèce du Nord comme terrain de recherche ?**

**Louis de Bonis. –** Jean Piveteau, qui fut mon maître en paléontologie, avait étudié les fossiles rapportés de Macédoine par Camille Arambourg pendant la Première Guerre mondiale. Le point de départ fut une découverte fortuite. Pendant l'hiver 1915, les armées française et anglaise s'étaient repliées dans cette province de la Grèce du Nord après avoir tenté de forcer le détroit des Dardanelles. En creusant des tranchées, les zouaves du 2e régiment de marche d'Afrique ont mis au jour de riches gisements de fossiles. Camille Arambourg, alors jeune officier, entreprit des fouilles avec les zouaves de sa compagnie et récolta un grand nombre de spécimens.
D'après les travaux de Camille Arambourg, ces gisements, qui n'avaient pas été réexploités depuis 1915, semblaient intéressants puisque les niveaux géologiques dataient d'au moins 7 ou 8 Ma. J'ai donc monté une petite campagne en 1972 pour voir ce qu'il en était.

**Quand avez-vous découvert le premier fragment de primate ?**

L'étude préliminaire de la faune en 1972 s'est révélée assez intéressante pour lancer une série de campagnes. Très rapidement nous avions repéré les sites de Camille Arambourg et de nouveaux gisements. Dès 1973, nous avons trouvé, dans le ravin de la Pluie, une première mandibule de primate hominoïde. En étudiant les dents, je me suis aperçu que ce primate ne ressemblait à rien de connu sans pour autant appréhender tout de suite ses affinités. Nous avons poursuivi les recherches pendant plusieurs années, dans des niveaux datant de 6 à 10 Ma. Chaque année nous trouvions une mâchoire de plus, des dents, etc., ce qui finit par constituer un matériel important.
Au début des années 80, j'ai constaté que ce primate était proche des australopithèques. Ce sont des hominiens au sens strict, parfaitement caractérisés, très voisins de l'ancêtre de l'homme. En effet, ces êtres n'utilisent plus leurs mains comme moyen de locomotion. Ils se sont redressés. Les plus anciens australopithèques sont datés de plus de 4 Ma. Au-delà, on ne connaît pratiquement rien, si ce n'est quelques fragments de fossiles découverts en Afrique. Mais dans la famille des hominidés, il existe un jalon beaucoup plus ancien. Et ce jalon je pense l'avoir découvert en Europe, c'est l'ouranopithèque de Macédoine *(Ouranopithecus macedoniensis)*.

**Mais la plupart de vos collègues pensent que les origines de l'homme se situent en Afrique.**

Effectivement, cela fait bondir les tenants de la source africaine. Mais il ne faut pas raisonner en tenant compte de la géographie actuelle. En étu-

diant la paléogéographie, on constate qu'à cette époque les plaques tectoniques de l'Afrique et de l'Eurasie étaient déjà réunies par la plaque arabique. La géographie ressemblait à celle d'aujourd'hui mais les climats étaient moins différenciés. Ainsi, il y a environ 10 Ma, une faune comparable se retrouvait en Afrique, en Asie et en Europe, indiquant la présence d'une savane. Par exemple, des girafes, des antilopes et des rhinocéros ont été retrouvés en Grèce.
En ce qui concerne les réticences de mes collègues, il faut savoir que les scientifiques sont des hommes comme les autres : ils ont tendance à suivre les idées reçues. En 1925 lorsque le premier australopithèque a été identifié, toutes les sommités scientifiques du moment refusaient d'y voir l'un de nos ancêtres. Il a fallu vingt ans pour admettre quelque chose qui aujourd'hui nous paraît évident. Celui qui sort des sentiers tracés passe souvent pour un hérétique.
L'histoire du ramapithèque est aussi éclairante. Pendant les années 60, le célèbre paléontologue américain Elwyn Simons avait émis l'hypothèse que le ramapithèque, primate découvert en Asie, était l'ancêtre des australopithèques. Toute la communauté scientifique l'a admise. Sauf quelques-uns, dont j'étais, qui ont montré pendant les années 70 que ce ramapithèque était une sorte d'orang-outan, et n'avait donc rien de commun avec les hominidés. Je me souviens d'un colloque en 1979 au CNRS où j'ai débattu avec Elwyn Simons pour défendre l'idée que le ramapithèque était de même nature qu'un autre primate appelé sivapithèque. Trois ans après, le ramapithèque n'existait plus dans la mesure où les Américains en étaient convaincus.
Donc je ne suis pas très inquiet pour ouranopithèque, car on ne m'a pas démontré fossiles en mains que mes arguments étaient mauvais. On me dit seulement : *«Mais il n'est pas africain !»* Pourquoi les origines de l'homme seraient-elles strictement africaines ?

**Pourquoi avoir nommé votre primate *Ouranopithecus*, puis John Paul ?**

Ouranos veut dire ciel en grec. L'idée de lui donner ce nom vient d'un fait anecdotique survenu juste avant la découverte. Le gisement en question fut repéré juste avant un terrible orage. D'où l'idée de l'appeler ravin de la Pluie. Or la pluie vient du ciel. Huit jours après, la première mandibule du primate hominoïde était mise au jour, elle aussi comme tombée du ciel.
Le surnom est arrivé beaucoup plus tard. Pendant des années nous n'avions aucun morceau de crâne, élément important pour l'identification et la classification des primates. Celui-ci nous a été livré par un gisement voisin en 1989, en fin de campagne. Il était contenu dans un bloc que nous avions extrait du fond d'un ravin avec le professeur Georges Koufos. Comme je devais repartir en avion, j'ai laissé le bloc à mon collègue qui l'a préparé dans son laboratoire à Salonique. Le fossile fut ensuite transporté à Poitiers par deux collègues – dont Jean-Michel Mazin – qui revenaient de Turquie. Lorsque j'ai sorti le morceau de crâne de sa boîte, j'ai tout de suite vu qu'il n'avait rien d'un orang-outan ou d'un sivapithèque. Avec cette pièce, l'existence d'ouranopithèque ne devenait plus du tout discutable. Comme c'est la forme la plus proche des australopithèques, il est en quelque sorte le grand-père de Lucy. Or vous savez que le nom de Lucy est un hommage à la chanson des Beatles *Lucy in the Sky with Diamonds*. John Lennon et Paul McCartney étant les pères cette chanson, j'ai baptisé le nouveau crâne John Paul.

**A quoi ressemble cet ancêtre lointain ?**

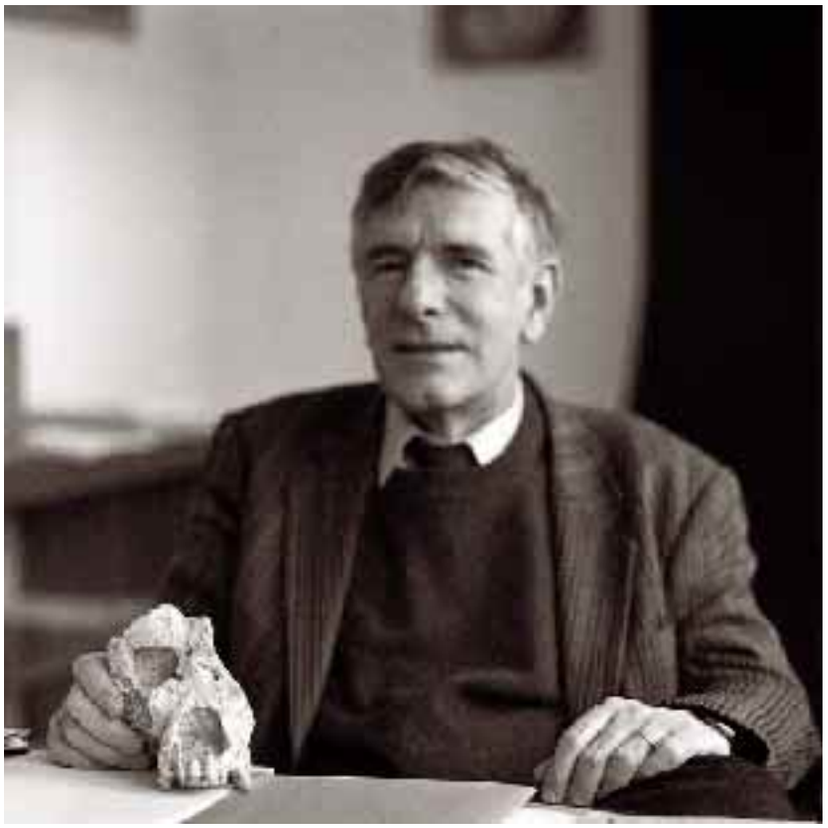
Ouranopithèque est un préhumain d'environ 9 Ma. Il devait avoir un aspect assez bestial, avec des canines fortes et la face proéminente, mais moins simiesque qu'un grand singe de type gorille ou chimpanzé. Il se situe peu après la séparation du rameau qui donnera l'homme.

**Les origines de l'homme seraient donc plus anciennes qu'on ne le croit.**

C'est un différend avec certains de mes collègues qui se fondent sur les données de la biologie moléculaire. A mon avis, l'horloge moléculaire n'est pas très bien étalonnée. Par exemple, il était admis jusqu'à présent que les plus anciens primates relativement évolués dataient d'environ 30 Ma. Or trois recherches françaises ont décrit ces dernières années des groupes de singes datant de 45 à 55 Ma. Donc, il faut remonter cette horloge.
D'autre part, on sait grâce au fémur découvert dans la vallée de l'Awash par le professeur Timothy White que des australopithèques se tenaient déjà debout il y a 4 Ma, constatation confirmée par des découvertes encore plus anciennes faites au Kenya. Je ne pense pas qu'on arrive à ce stade d'évolution en deux ou trois millions d'années seulement. Regardez un squelette de chimpanzé et un squelette humain et observez les différences. Ou bien on admet qu'une fée est passée pour que le chimpanzé se redresse brusquement, ou bien on reconnaît, comme c'est le cas pour tous les autres vertébrés, qu'il a fallu beaucoup de temps pour que toutes les structures du squelette évoluent autant.

**A partir de quel stade peut-on parler d'homme ?**

D'un point de vue anatomique, l'homme peut être défini par la station verticale. Ainsi, tout fossile présentant cette caractéristique peut être considéré comme humain. Mais il existe aussi une définition culturelle : l'homme émerge quand il commence à utiliser sciemment des outils. C'est-à-dire quand il est capable de concevoir une utilisation future de l'outil au moment où il le fabrique, signe d'une pensée réfléchie, à la différence d'autres animaux qui peuvent aussi utiliser des outils. Une troisième définition peut être avancée : l'homme n'est vraiment homme qu'à partir du moment où ses rapports avec le monde qui l'entoure ne sont plus uniquement immédiats. S'ouvre alors la dimension spirituelle dont on trouve les traces dans les premières sépultures. Malgré tout, le redressement du corps demeure une étape capitale. Car avant cela, tous les primates se servaient de leurs mains pour marcher. Or, les pieds libèrent les mains. Donc les mains vont pouvoir servir à autre chose et déterminer toute l'histoire ultérieure de l'homme. ■



# Migrations *des préhumains*

Entretien **Carlos Herrera** Photo **Marc Deneyer**

Louis de Bonis insiste sur le rôle des migrations des primates hominoïdes, d'Afrique en Europe et inversement, phénomènes qui sont assez peu considérés par les paléontologues et qui permettraient de simplifier certaines hypothèses sur le scénario de nos origines.

**L'Actualité. – Quand les primates sont-ils apparus en Europe ?**

**Louis de Bonis. –** Les premiers primates hominoïdes connus en Europe sont venus d'Afrique il y a environ 13 millions d'années. Cette migration était possible par le jeu de la tectonique des plaques puisque l'Afrique et la plaque arabique étaient entrées en contact avec l'Eurasie. Les climats n'étaient pas exactement les mêmes mais nombre d'espèces ont migré.

**Certains de vos collègues semblent oublier l'existence des ces préhumains en Europe et restent dans un schéma strictement africain.**

Le dogme africain est dominant actuellement au sein de la communauté scientifique. Il fut un temps où le dogme était asiatique... Mais, qu'à une certaine époque, les primates soient sortis d'Afrique pour s'étendre sur des territoires beaucoup plus vastes, c'est certain puisque nous avons les fossiles. On peut donc rechercher s'il existe des liens exacts entre ces formes avec l'homme moderne.

**Parmi ces oubliés, vous citez volontiers le dryopithèque, d'environ 13 Ma, dont le premier spécimen a été trouvé à Saint-Gaudens, au siècle dernier.**

Le dryopithèque (*Dryopithecus*) est un fossile abondant en Europe. Il ressemble à un grand singe africain. L'hypothèse d'une évolution parallèle impliquerait que le même type d'évolution se serait produit deux fois. Certes, on peut multiplier les hypothèses mais je pense qu'il est préférable de les simplifier et de rapprocher le dryopithèque des grands singes d'Afrique, de même qu'ouranopithèque doit être rapproché des australopithèques.

**Donc, nous n'excluez pas le fait que ces préhumains soient revenus en Afrique ?**

Non. Et peut-être sont-ils aussi restés en Afrique. Les migrations se font dans tous les sens. Il ne faut pas imaginer ces mouvements comme ceux de petits groupes : il s'agit de populations qui s'étendent. Par exemple, quand on dit que l'homme moderne arrive en Amérique du Nord il y a 12 000 ans, cela ne signifie pas qu'il avait déserté les autres continents. Ainsi, quand les hominoïdes pénètrent en Europe, il y a environ 13 Ma, il se peut que certains soient restés en Afrique mais que leur population ait régressé sur ce continent, mais on ne les connaît pas – ce qui n'est pas étonnant puisqu'il y a peu de gisements dans ces niveaux-là.

**L'intérêt pour l'Afrique ne vient-il pas simplement du fait qu'on y trouve des fossiles ?**

C'est une évidence. Jusqu'à ce que Michel Brunet trouve cette mandibule au Tchad, il n'y avait pas d'australopithèque en dehors de l'Afrique de l'Est ou du Sud. Encore le dogme ! En fait, l'Afrique de l'Est fut un piège à fossiles pendant 20 Ma grâce à l'enfoncement du Rift. Ailleurs, les chances de trouver des fossiles sont beaucoup plus faibles.

**Arrivez-vous à mettre de l'ordre dans les schémas évolutifs des hominidés ?**

Non, et à mon avis, personne. Plus on découvre de fossiles, plus c'est compliqué. Néanmoins, je suis persuadé que, dès le départ, entre 3 et 5 Ma, il y avait plusieurs lignées d'hominidés. C'est ce que l'on constate chez tous les mammifères. L'homme ne fait pas exception à la règle. ■

# Néandertal
## *plus malin qu'on ne le croyait*

**D'ici un ou deux ans, le village de Saint-Césaire en Charente-Maritime ouvrira le premier centre néandertalien en Europe. C'est ici qu'en 1979, des archéologues ont fait une découverte fondamentale qui a bouleversé notre regard sur l'homme de Néandertal**

Par **Jean Roquecave**

*Depuis le siècle dernier on en veut à l'homme de Néandertal, et on a toujours opposé à tort l'homme de Néandertal à l'homme de Cro-Magnon. Ce sont des noms célèbres à travers le monde entier : Néandertal est l'abominable, le primitif, qui ne sait rien faire, et Cro-Magnon est le superbe, qui fait des graffitis plein ses grottes, et qui a des outillages beaucoup plus performants. Ici, à Saint-Césaire, avec des outils qui jusqu'ici étaient attribués au premier des Cro-Magnon, manque de chance, voilà qu'on trouve un Néandertal. Alors tout est chaviré, on se dit que, peut-être, Néandertal est un petit peu plus malin qu'on ne se l'imaginait.»* La découverte de Saint-Césaire, ainsi évoquée par Yves Coppens, a pourtant bien failli ne jamais avoir lieu.

Nous sommes en 1976, un champignonniste qui exploite d'anciennes carrières creusées dans une falaise à Saint-Césaire, un bourg de 850 habitants près de Saintes, entame des travaux pour agrandir l'entrée d'une des grottes. Le week-end, un garçon découvre des silex taillés dans les déblais laissés par les bulldozers. Il donne l'alerte, et aussitôt une équipe d'archéologues, dirigée par le Poitevin François Lévêque, entame une fouille de sauvetage. La campagne de fouilles, prévue initialement pour une semaine, durera onze ans, et l'entrée de la champignonnière ne sera jamais agrandie. Le 27 juillet 1979, une dent humaine est découverte dans les restes d'un abri sous roche effondré, puis six autres. Enfin, sous les dents, apparaissent des outils en silex, des phalanges et un fragment de crâne.

Bernard Vandermeersch, professeur au laboratoire d'anthropologie des populations du passé (Université de Bordeaux I), intervient alors pour étudier les restes humains. Les ossements sont extrêmement fragiles, il est impossible de les dégager, et tout le bloc de sédiments où ils se trouvaient est découpé et emporté à son laboratoire. Plus de cinq cents morceaux d'os, provenant de toutes les parties du squelette, sont dégagés, la plupart très fragmentés et écrasés. Il y a des morceaux de radius, sternum, clavicules, humérus, tibia, beaucoup de fragments de main et, surtout, la moitié droite du crâne et la moitié droite de la mandibule sont bien préservées. Aucun doute n'est permis : le squelette de Saint-Césaire est celui d'un homme de Néandertal.

Pour les préhistoriens, cette découverte fait «l'effet d'une bombe», selon l'expression de l'Américain Lawrence Guy Straus. En effet, la stratigraphie du site a pu être établie très précisément par François Lévêque : les ossements étaient dans le niveau castelperronien (36 000 à 30 000 ans). Et les silex trouvés près du squelette ont pu être datés par thermoluminescence à 36 300 ans, plus ou moins 2 700 ans. *«Jusqu'à cette découverte,* affirme François Lévêque, *il était généralement établi que l'homme de Néandertal disparaissait à la fin du Paléolithique moyen et était remplacé dès le début du Paléolithique supérieur, c'est-à-dire dès le Castelperronien, par un homme de type moderne. Cette découverte remet en cause ce schéma et permet de penser que les artisans de cette première civilisation du Paléolithique supérieur pourraient être au moins en partie des hommes de Néandertal.»*

L'homme de Néandertal, du nom du village

allemand où le premier spécimen fut mis au jour en 1856, a occupé l'Europe et l'Asie occidentale, de la Méditerranée et de la mer Rouge à la Belgique, de l'Atlantique à l'Asie centrale, entre moins 400 000 et moins 35 000 ans. Plus robuste que l'homme moderne, l'*Homo sapiens neanderthalensis*, doté d'une charpente osseuse plus lourde et d'une musculature plus développée, mesure en moyenne 1,65 m. Son outillage, ses foyers et ses modes d'habitation sont moins perfectionnés que ceux de l'*Homo sapiens sapiens*. Les crânes retrouvés présentent des incisives et des canines usées. On pense que les dents étaient utilisées comme une troisième main pour maintenir et découper des objets. Son espérance de vie est faible : la plupart mouraient avant 40 ans.

**«Jusque là, dans l'esprit des paléontologistes, il y avait un remplacement pur et simple de Néandertal par l'homme moderne. Saint-Césaire nous a fait entrevoir quelque chose qu'on ne soupçonnait pas, un partage du territoire, avec des zones où les hommes de Cro-Magnon et leurs industries ont pénétré.»**

C'est le premier homme qui enterre ses morts et prend soin des infirmes et des malades : en Irak, on a retrouvé les ossements d'un homme qui a survécu plusieurs années avec de graves handicaps : il était borgne, présentait une arthrose de la jambe et un bras atrophié. Et Saint-Césaire, selon Bernard Vandermeersch, pourrait être une sépulture. Néandertal ne faisait pas de dessins, mais c'est le premier à avoir manifesté un sens esthétique. On a retrouvé des pendentifs à Quinçay dans la Vienne. *«Il ramasse, pour rien, parce que c'est beau,* note Yves Coppens, *des coquillages, et il les range au fond de sa cabane, c'est le premier cabinet de curiosités. On a même trouvé des objets qui avaient peut-être une fonction sonore. On a longtemps pensé que l'art était sorti de rien du tout, il y a 40 000 ans. Grâce à Néandertal, on a trouvé les racines de cet art.»*

Entre moins 40 000 et moins 30 000 ans, l'homme de Néandertal disparaît, remplacé par l'*Homo sapiens*. Cette extinction rapide est mal expliquée. Saint-Césaire et d'autres découvertes, en Espagne notamment, montrent une possibilité de cohabitation entre les deux groupes humains. *«Le grand apport de Saint-Césaire,* explique Jean-Jacques Hublin, directeur de recherches au CNRS, *a été de démontrer cette contemporanéité qui n'était pas évidente. Jusque-là, dans l'esprit des paléontologistes, il y avait un remplacement pur et simple de Néandertal par l'homme moderne. Saint-Césaire nous a fait entrevoir quelque chose qu'on ne soupçonnait pas, un partage du territoire, avec des zones où les hommes de Cro-Magnon et leurs industries ont pénétré.»*

La possibilité d'un métissage apparaît aussi. Pour beaucoup de chercheurs, Néandertal était mort sans aucune descendance, et très peu, sinon aucun, de ses caractères génétiques n'avaient été transmis à l'homme moderne. D'autres pensent que ce sont nos ancêtres. Pour Erik Trinkaus, professeur à l'Université d'Albuquerque, au Nouveau-Mexique, et qui fait partie du comité scientifique de Saint-Césaire, *«la réalité est entre ces deux extrêmes. Les différences de morphologie sont importantes mais il y a des signes de continuité entre les deux groupes. Il est probable que les premiers hommes modernes d'Europe ont eu des Néandertaliens parmi leurs ancêtres, ce qui ne signifie pas que tous les Néandertaliens ont donné naissance à l'homme moderne».*

Après la découverte de Saint-Césaire, un musée de site a été aménagé dans la commune. Deux salles présentent des moulages du gisement et l'historique des fouilles ainsi que des panneaux et des vitrines sur la préhistoire en Poitou-Charentes. Aujourd'hui, le département de Charente-Maritime s'est donné un objectif plus ambitieux : faire de Saint-Césaire le premier centre néandertalien d'Europe.

Un syndicat mixte pour l'aménagement culturel et touristique de la vallée du Coran, présidé par Claude Belot, président du Conseil général, a été mis sur pied en février 1999. Il réunit le Département, la Communauté de communes du pays Buriaud et le pays de la Saintonge romane. Un appel d'offres de définition du projet sera lancé, l'équipe retenue devant être, dans la foulée, chargée de sa réalisation. *«Trois équipes, dont une poitevine, sont en concurrence. Si le calendrier prévisionnel est respecté, l'ouverture des plis devrait avoir lieu avant l'automne, pour un démarrage des travaux en fin d'année»,* affirme Xavier de Roux, qui assure la présidence déléguée du syndicat mixte. L'enveloppe de l'opération, estimée à 10 MF en 1996, pour une fréquentation annuelle de 30 000 à 50 000 visiteurs, devrait être revue à la hausse, en vertu du principe que

plus on investit dans un projet culturel de ce type, plus on attire de visiteurs.
Un conseil scientifique, présidé par Yves Coppens et où siègent notamment Henry de Lumley, directeur du Muséum national d'histoire naturelle, Ian Tattersall, directeur du département d'anthropologie de l'American Museum of Natural History de New York, a été constitué. *«Ce sera un grand lieu de rencontre des scientifiques et des publics autour d'une grande découverte»*, professe Yves Coppens.
*«La motivation,* note Bernard Vandermeersch, *c'est de montrer au public que l'homme de Néandertal a joué un rôle important et positif dans l'histoire de l'humanité et qu'il n'était ni un chaînon égaré ni une voie sans issue. L'objectif est de présenter ce que les scientifiques savent de la vie de ces hommes. Ne pas donner une vision figée mais établir une relation avec les visiteurs, utiliser les méthodes les plus performantes pour la présentation, qu'il s'agisse des techniques du laser ou des images virtuelles.»*
Le futur centre s'ordonnera en différents modules et fera progresser le visiteur dans l'univers néandertalien : histoire des découvertes et des idées sur les Néandertaliens, place des Néandertaliens dans l'évolution de l'homme, reconstitution d'un gisement préhistorique en cours de fouille... *«Nous voulons montrer toute la technologie qui s'applique à la fouille,* précise Bernard Vandermeersch, *et mettre en évidence les nouvelles méthodes, qui mobilisent des moyens techniques importants. Le quatrième module fera le point sur l'évolution des Néandertaliens et sur les recherches en cours, et les trois derniers espaces présenteront successivement l'environnement, les techniques, le mode de vie et la disparition des Néandertaliens. Nous allons restituer la vie et l'environnement des Néandertaliens, les modes de chasse, les pratiques funéraires, nous reconstituerons un habitat. En sortant, les visiteurs pourront faire le lien et suivre la progression qui s'établit entre le gisement et ce que, grâce à nos méthodes, nous pouvons reconstituer de la vie de cette population qui a marqué l'Europe pendant 450 000 ans.»* ■

***Ci-dessus : moulage du bloc de sédiments où fut mis au jour le Néandertalien de Saint-Césaire. On distingue des morceaux de radius, sternum, clavicules, humérus, tibia, beaucoup de fragments de main et, surtout, la moitié droite du crâne et la moitié droite de la mandibule qui sont bien préservées.*** **Photo Christian Vignaud**

**Modèle d'anatomie humaine en cire colorée. Ce type d'objet connut une grande vogue au XVIII^e siècle et fut fabriqué jusqu'au début du XX^e siècle. Collections de l'Université de Poitiers.**

# Archives de la terre et de la vie

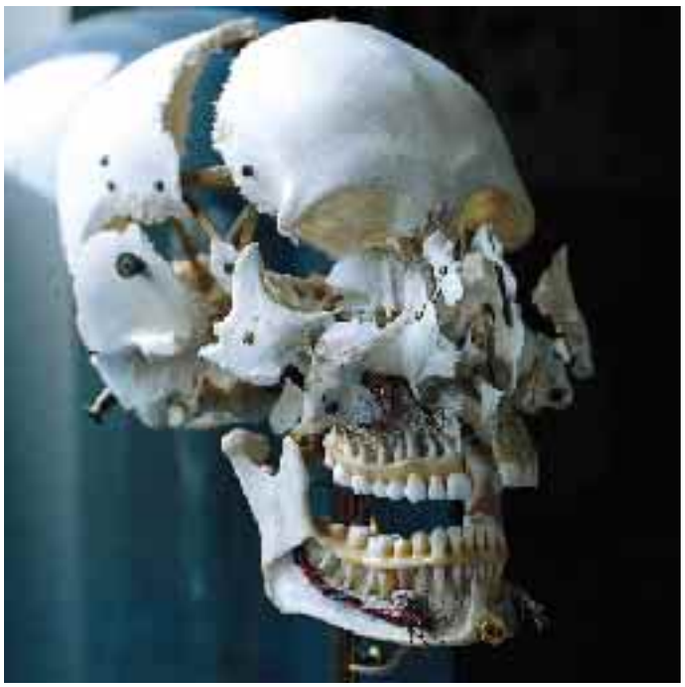
**L'Université de Poitiers possède des collections historiques dans le domaine des sciences de la nature, qui sont sans cesse enrichies par le travail des chercheurs, mais ces trésors sont disséminés dans les laboratoires et inaccessibles au public.**

**En 1995, l'Université, des chercheurs et l'Espace Mendès France ont souhaité créer un centre de valorisation de ces collections scientifiques pour sauvegarder ce patrimoine méconnu et l'exploiter à des fins pédagogiques et culturelles.**

**La ville de Poitiers souhaite maintenant constituer un pôle muséal sur un même site, avec le musée Sainte-Croix, l'Espace Mendès France et le centre de valorisation, appelé à devenir musée des sciences. L'implication des scientifiques, qui mettront à disposition leur outil de travail et seront associés à la gestion, confère à ce pôle muséal la dimension d'un projet pilote.**

Par **Jean-Luc Terradillos** Photos **Marc Deneyer**

*A gauche, poisson du genre* **Polypterus,** *possédant à la fois des poumons et des branchies et vivant dans les eaux douces d'Afrique équatoriale. A droite, écorché en carton, pièce rare signée du Docteur Auzoux (1897). Ci-dessous, éclaté montrant les os du crâne humain.*



Entretien avec Eric Espéret, président de l'Université de Poitiers, et Michel Brunet, directeur du laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine (EP CNRS 1596), qui est à l'initiative du projet de centre de valorisation des collections scientifiques de l'Université (lire *L'Actualité* n° 27, janvier 1995). Ce projet, qui devrait être inscrit au prochain contrat de plan Etat-Région, vient compléter un pôle muséal au cœur de Poitiers, déjà constitué du musée Sainte-Croix et de l'Espace Mendès France.

**L'Actualité. – Pourquoi êtes-vous si attachés à la réalisation du futur centre de valorisation des collections ?**

**Eric Espéret. –** Un chercheur doit publier ses résultats scientifiques mais aussi les diffuser, c'est-à-dire expliquer à ses concitoyens ce qui motive ses recherches même si cela paraît a priori complexe ou sans application immédiate. Plusieurs modes de diffusion sont à sa portée : écrire des ouvrages de vulgarisation, rédiger des articles pour des revues à large public, participer à des émissions de radio ou de télévision, ou s'impliquer directement dans la diffusion de la culture – sachant que dans ce terme j'inclus les sciences et les techniques.
Cette application active suppose un partenariat : le chercheur apporte du matériau et ne se contente pas de laisser à d'autres le soin de le mettre en valeur, mais il contribue à faire vivre ce matériau, y compris en montrant comment il l'utilise dans la recherche.

**Vous nous décrivez ce que fait l'Espace Mendès France depuis des années : pour chaque exposition, un comité scientifique est mis en place, à la fois pour conseiller, pour «augmenter» la manifestation et pour proposer au public un contact direct avec le monde de la recherche.**

**Michel Brunet. –** Ce que nous avons fait avec l'Espace Mendès France, notamment les expositions du cycle de la

terre et des origines de l'homme, préfigure le centre de valorisation des collections scientifiques de l'Université de Poitiers qui, à terme, deviendra un musée des sciences.
J'insiste sur le fait que ces collections font partie du patrimoine culturel de notre pays. Notre devoir est d'abord de les conserver pour les générations futures. Ensuite, étant donné que certaines collections représentent l'outil de travail de plusieurs équipes de recherche de la faculté des sciences, nous voulons en faire un centre de ressources qui pourra non seulement être consulté par la communauté scientifique nationale et internationale, mais aussi jouer un rôle de diffusion auprès du public.

**Vous parlez de centre de valorisation et non de muséum. N'est-ce pas par crainte de donner au projet une image qui pourrait sembler désuète ou trop figée ?**

**E. E. –** Nous parlons maintenant de pôle muséal, ce qui veut dire plus que musée ou muséum. En effet, ce projet va s'inscrire dans un site où il existe déjà deux établissements : un centre de culture scientifique, l'Espace Mendès France, et un musée d'art et d'histoire, le musée Sainte-Croix. Définir un pôle muséal avec ces trois entités, c'est imaginer leur articulation et leur complémentarité.
Cette diversité appartient à notre culture depuis longtemps. N'oublions pas que les premiers musées étaient en fait des cabinets de curiosités où le «curieux» faisait se côtoyer des objets d'art et des objets de science. La réunion des trois activités du pôle muséal constitue une originalité. Cela permettra notamment de développer tout ce qui a trait à l'histoire des sciences et à l'épistémologie, travail déjà entrepris par l'Espace Mendès France.

**M. B. –** Je ne crois pas que le mot musée ait une connotation péjorative. Il est parfois fait reproche aux universitaires de rester enfermés dans leur laboratoire et, par exemple, de veiller jalousement sur leurs collections. A Poitiers, c'est l'université qui veut confier ces collections à une structure publique et ouverte à tous. Donc, le côté «poussiéreux» dont vous parliez semble bien de fait définitivement éliminé.

**Existe-t-il d'autres structures de ce type en France ou ailleurs ?**

**E. E. –** A ma connaissance, il n'existe pas de structure de ce type qui soit en relation si étroite avec la recherche et l'utilisation de ses matériaux.

*A gauche, collection de chimie minérale constituée au XIXe siècle.*
*La faculté des sciences de Poitiers conserve deux collections de minéralogie, classées différemment, l'une en chimie et l'autre en géologie.*

**M. B. –** C'est la raison pour laquelle ce projet est considéré par l'Etat comme un projet pilote, car il est tout à fait inhabituel que des chercheurs mettent leur outil de travail à la disposition du public. Pour ma part, je crois que c'est une démarche d'avenir.

**Quels sont les grands axes sur lesquels la relation entre ces collections et la recherche est la plus forte ?**

**M. B. –** Les objectifs scientifiques et muséologiques peuvent être illustrés par plusieurs mots clés : évolution, biodiversité, environnement, temps géologiques.
Pour les sciences de la nature, nous pourrions titrer «Quatre milliards d'années d'évolution»,

*A droite, crâne humain sur lequel ont été figurés un faux œil, les nerfs crâniens et les nerfs faciaux.*

de l'origine de la vie à aujourd'hui. En effet, les collections de paléontologie et celles de biologie, animale et végétale, se complètent.
D'autre part, pour les sciences physiques et chimiques, les collections didactiques et pédagogiques rassemblées par Maurice Gomel permettront de montrer l'évolution de techniques, par exemple la microscopie photonique et électronique.

**Dans la gestion du centre de valorisation, quel sera le rôle de l'université et des chercheurs ?**

**E. E. –** Une association tripartite doit être constituée par la ville de Poitiers, le pôle muséal et l'Université. Une convention définira les droits et devoirs des trois partenaires. Les chercheurs auront une voix prépondérante, au sein d'un comité scientifique, en ce qui concerne les finalités. Le dynamisme du pôle dépend de cette gestion avec les scientifiques.

## Les grands axes des collections

**Deux grands ensembles peuvent être distingués dans les collections de l'Université de Poitiers : les collections liées aux enseignements des sciences de la vie et de la terre, les collections de niveau international liées à la recherche ainsi que des collections d'intérêt historique. Ce deuxième ensemble doit constituer le futur centre de valorisation.**
**Entre autres, les collections de Préhistoire, notamment les 338 crânes et éléments post-crâniens d'*Homo sapiens* (coll. Vacher de Lapouge), les faunes et industries lithiques de Poitou-Charentes et de Dordogne (coll. Favraud et Chauvet).**
**En paléontologie, l'origine des collections remonte à la création du laboratoire de géologie en 1876 (lire l'entretien avec Elie Cariou, *L'Actualité* n° 43, janvier 1999). C'est l'outil de recherche du laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine (EP CNRS 1596). Il y a des flores et des faunes de trois grandes périodes, Paléozoïque (-330 Ma à -245 Ma), Mésozoïque (-245 à -65 Ma) et Cénozoïque (à partir de -65 Ma).**
**En minéralogie et pétrographie sont représentés les principaux groupes de roches et minerais de la planète.**
**En biologie animale, la faculté des sciences détient une riche collection d'animaux naturalisés ou conservés dans le formol, des squelettes et des dissections.**
**En biologie végétale, il s'agit d'herbiers historiques dont le plus ancien est l'œuvre du botaniste Denesle, directeur du jardin des plantes à Poitiers durant la Révolution, et de ses élèves.**
**En sciences physiques et chimiques, les collections sont constituées d'instruments scientifiques à vocation didactique.**

Alain Rezzoug

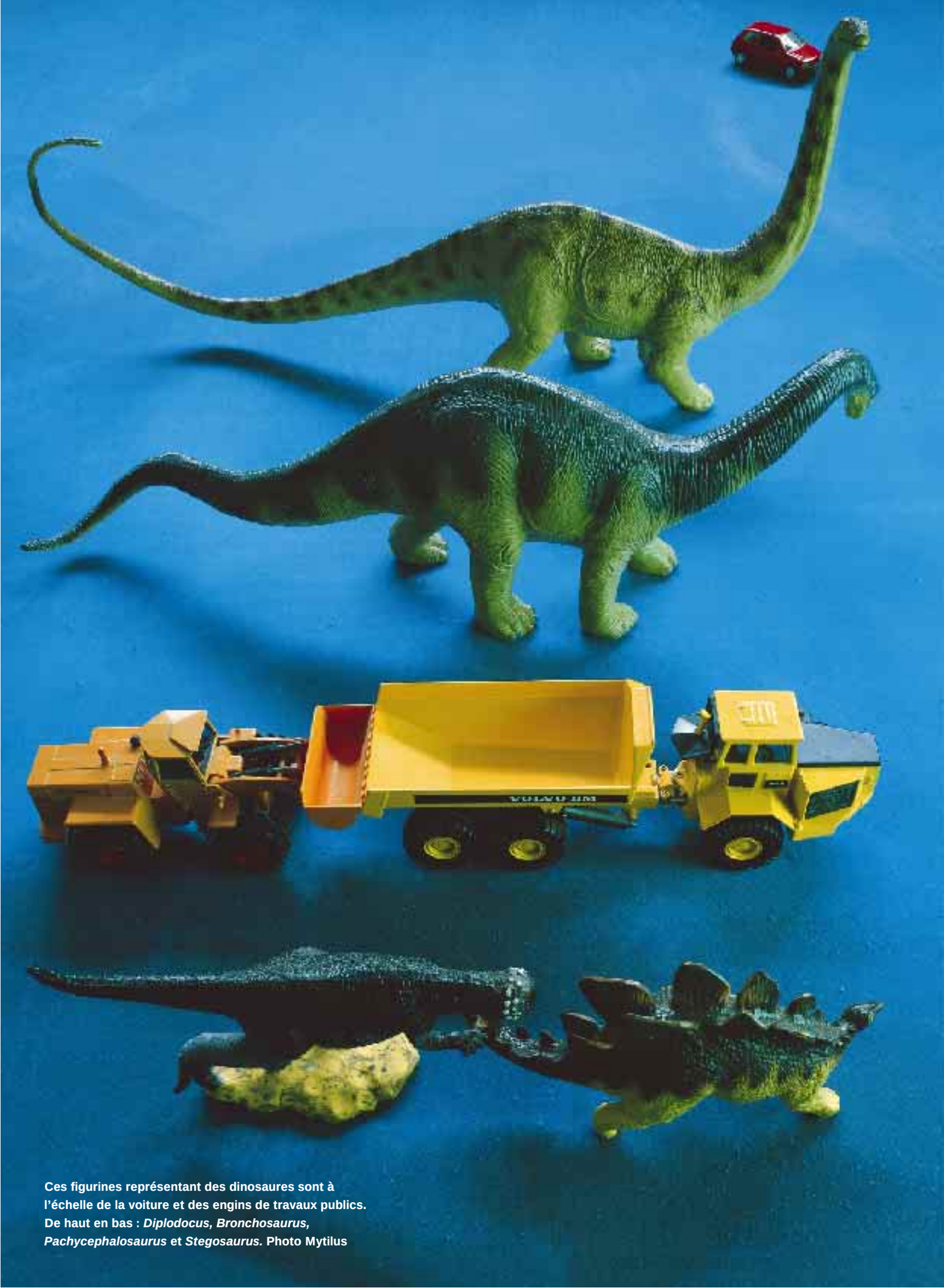
*A gauche, manchot de Pennant (Aptenodytes pennanti, Antarctique) provenant de la collection d'oiseaux naturalisés dont Napoléon III a fait don à la faculté des sciences de Poitiers lors de sa création en 1850.*
*Au centre, l'ammonite est un outil de recherche du laboratoire de géobiologie. Il a permis la construction d'échelles biochronologiques. Pour l'ensemble du Jurassique, les étages de référence ont été définis dans la région.*
*A droite, herbier de P-N Maillard (1850) dans lequel se trouve Neslia paniculata, la mauvaise herbe des moissons dédiée au botaniste Denesle.*

**M. B. –** C'est une question d'éthique. Il n'est pas concevable que la communauté scientifique ne conserve pas un droit de regard sur l'utilisation scientifique de l'outil de recherche qu'elle met à disposition. Ainsi, le paléontologue qui trouve un fossile en conserve toujours la propriété intellectuelle, c'est pourquoi l'institution qui possède physiquement ce fossile n'a pas le droit d'en faire n'importe quoi sans l'aval du découvreur.
Le directeur du centre de valorisation devra donc être un scientifique de haut niveau dans les sciences de la vie et les sciences de la terre, impliqué dans la recherche et ayant des contacts avec la communauté scientifique nationale et internationale.

**En paléontologie, beaucoup de fossiles n'ont jamais été publiés.**

**M. B. –** Bien sûr. On dit dans notre métier qu'il y a deux endroits où l'on fait des trouvailles intéressantes : sur le terrain et dans les musées. ■

Grès à Sabalites andegavensis
St-Saturnin s/Loire (Maine-et-Loire)



**Ces figurines représentant des dinosaures sont à l'échelle de la voiture et des engins de travaux publics. De haut en bas : *Diplodocus, Bronchosaurus, Pachycephalosaurus* et *Stegosaurus.* Photo Mytilus**

# Les reptiles souverains

**Il y a 320 millions d'années, l'apparition des reptiles créa une révolution dans l'histoire de la vie. Ils ont dominé la Terre pendant 250 millions d'années. Les dinosaures n'étaient pas des géants stupides et balourds mais, au contraire, bien adaptés. De belles réussites de la nature.**
**Entretien avec un scientifique admiratif : Jean-Michel Mazin**

Entretien **Carlos Herrera** Photos **Mytilus**, **Marc Deneyer**

Jean-Michel Mazin, chercheur au CNRS, travaille depuis 1993 au sein du laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine de l'Université de Poitiers. Depuis une vingtaine d'années, il étudie un peu partout dans le monde les reptiles du Trias (-245 à -205 Ma) et du Jurassique (-205 à -135 Ma) en particulier les dinosaures et les reptiles marins et volants.
C'est le temps des origines pour ces grands groupes de vertébrés et l'apparition de formes extraordinaires. Jean-Michel Mazin défend passionnément le modèle reptilien, pour son efficacité.

**L'Actualité. – Le dinosaure possède encore l'image d'un animal solide comme un bulldozer mais avec une cervelle pas plus grosse qu'une coquille de noix. Comment cette image s'est-elle imposée ?**

**Jean-Michel Mazin. –** Cette vision est complètement désuète. Elle correspond à une période de l'histoire des sciences où il fallait à tout prix comprendre et expliquer l'extinction des dinosaures comme un échec, précisément l'échec d'un groupe zoologique, celui des reptiles. Façon de démontrer a contrario la supériorité des mammifères, donc de l'homme. Cela dit, entre un crocodile et un mouton, pas de doute sur celui qui aura le dessus. Ainsi, on a longtemps cherché la raison de cet échec au sein même du groupe des dinosaures. On les disait trop gros, balourds, stupides et inadaptés. C'est faux. En outre, le premier reptile est apparu il y a environ 320 millions d'années (Ma) et les dinosaures ont écologiquement dominé la planète durant 160 Ma. Donc l'idée d'échec est caduque. Néanmoins des dérives psychologiques semblent inévitables : les dinosaures auraient été des géants aux pieds d'argile. On n'a pas voulu reconnaître qu'il y avait là de belles réussites de la nature. Pour se rassurer.
Aujourd'hui c'est l'homme qui domine la planète, au point de la mettre en péril. Il est hanté par l'angoisse de la disparition et du catastrophisme. En fait, rien n'est comparable entre ces grands groupes zoologiques qui furent laminés par une crise majeure de la planète et cette petite espèce que représente l'homme dont l'histoire est si courte à côté d'eux.

**Quelles sont les causes de l'extinction des dinosaures ?**

Contrairement à ce que l'on pensait au début du siècle, les causes de la disparition des dinosaures ne sont pas endogènes. Il faut les chercher dans leur environnement qui fut profondément bouleversé à la fin de l'ère secondaire, il y a environ 65 Ma. Les dinosaures ne furent pas les seules victimes. A cette époque, les trois quarts du monde vivant ont disparu.
Plusieurs hypothèses existent. Celle des «gradualistes», encore suivie aujourd'hui, suppose que de très nombreux groupes zoologiques et botaniques se seraient doucement éteints, pendant 10 à 15 Ma, pour laisser place progressivement à de nouveaux groupes ou à des groupes existants.

**Cette hypothèse douce ne semble-t-elle pas un peu faible compte tenu des découvertes récentes sur l'histoire de la Terre ?**

Effectivement, depuis une vingtaine d'années ce qui était de l'ordre de l'anecdote ou du mystère – la disparition des dinosaures – est devenu un réel problème scientifique.

Des chercheurs venus d'horizons très différents (paléontologues, géochimistes, botanistes, zoologistes, astrophysiciens, etc.) se sont mobilisés sur l'étude de la grande crise Crétacé-Tertiaire (environ 65 Ma). Ces travaux démontrent que la crise fut brutale, c'est-à-dire à l'échelle des temps géologiques de 10 000 à 100 000 ans, voire moins. Ce courant d'idées, très largement partagé au sein de la communauté scientifique internationale, est appelé «catastrophiste».

Le premier des deux scénarios proposés est extraterrestre : un astéroïde percute la Terre et bouleverse les équilibres écologiques. La naissance de cette thèse provient d'une découverte fortuite, en 1980, de Luis Alvarez et de son fils Walter. Le premier, prix Nobel, est physicien à Berkeley, le second, géologue, effectue cette année-là un post-doc en Italie. Son père lui demande de prélever des échantillons de sédiments déposés à la limite Crétacé-Tertiaire, afin de tester une nouvelle méthode de datation (par activation neutronique).

Dans une mince couche d'argile située entre les dernières couches calcaires du Secondaire et les premières du Tertiaire, les géochimistes de Berkeley découvrent à leur grande surprise des concentrations incroyablement élevées de métaux de la famille du platine, notamment de l'iridium.

Ce métal, très rare dans la croûte terrestre, se trouve beaucoup plus concentré dans certaines météorites. Cette présence de l'iridium fut ensuite vérifiée en divers points du globe. D'où l'hypothèse d'un astéroïde d'une dizaine de kilomètres de diamètre qui aurait percuté la Terre il y a environ 65 Ma. Dans cette violente collision, il se serait pulvérisé, dégageant dans l'atmosphère une épaisse poussière chargée d'iridium. Mais avant de retomber à la surface de la Terre, ce nuage de poussière aurait obscurci le ciel pendant plusieurs mois, voire plusieurs années, provoquant des catastrophes écologiques : arrêt de la photosynthèse (donc mort de la végétation), chute de température, détériorations climatiques, rupture des chaînes alimentaires, etc.

L'autre scénario, plus ancien mais reformulé dans les années 80, fait appel au volcanisme. Des chercheurs français et indiens ont effectué des études géophysiques, géochimiques et paléontologiques sur les Trapps du Deccan en Inde, un épanchement de couches de laves basaltiques équivalent à la surface de la France sur 2 à 2,5 km d'épaisseur. Cette crise volcanique très intense dura environ 500 000 ans. Les éruptions répétées expulsèrent dans l'atmosphère d'énormes quantités de poussière et de gaz qui provoquèrent les mêmes effets dévastateurs sur la vie que dans le premier scénario. A la différence près que cette catastrophe écologique se serait étalée plus longuement dans le temps.

**Mais comment expliquer la présence de l'iridium ?**

En effet, l'iridium ne se présente en grande quantité que dans les produits émis par certains volcans, les *hot spots* (c'est-à-dire les *points chauds*) qui ramènent à la surface des matériaux provenant des profondeurs de la Terre. Sortes de soupapes de sécurité dans le manteau de la planète, les hot spots ne changent jamais de place quels que soient les mouvements de l'écorce terrestre. Or on sait maintenant que, lors de sa lente dérive de l'Afrique de l'Est vers la plaque de l'Eurasie, l'Inde se trouvait au-dessus du piton de la Fournaise à cette époque. Ce volcan de l'île de la Réunion est justement un hot spot.

Marc Deneyer

***Ci-contre : Empreintes de dinosaures provenant du gisement du Veillon, en Vendée, et datant du Jurassique inférieur (environ 195 millions d'années).***

## Dinosaure : «terrible lézard»

**Le mot dinosaure a été forgé en 1841 puis officialisé en 1842 par le paléontologue britannique Richard Owen à partir de deux mots grecs, «deinos» «sauros», soit «terrible lézard». A l'époque, il désignait seulement trois genres de grands reptiles mal connus (*Megalosaurus*, *Iguanodon*, *Hylaeosaurus*). Très vite, le mot s'est imposé dans la communauté scientifique. Une dizaine d'années plus tard, un parc mettant en scène des reproductions de dinosaures grandeur nature s'est ouvert à Crystal Palace près de Londres. Succès populaire immédiat. L'une des plus belles réussites de l'Angleterre victorienne...**

## Des milliers d'espèces de dinosaures

**Le nombre d'espèces de dinosaures évolue très vite, au gré des découvertes et des recherches sur les fossiles. On estime que 600 à 800 espèces ont été identifiées. Sachant que les échantillons fossiles représentent une quantité infinitésimale par rapport à la réalité, le nombre d'espèces de dinosaures qui se sont étalées durant 160 Ma doit être estimé en dizaines de milliers.**

**Vous semblez préférer l'hypothèse volcanique.**

Les deux scénarios «catastrophistes» sont cohérents, sans toutefois apporter une démonstration absolue. Il est néanmoins certain que d'un point de vue paléontologique un événement tout à fait inhabituel s'est produit à la limite du Crétacé-Tertiaire, car des groupes florissants s'éteignirent brusquement, comme les dinosaures, les ammonites, les bélemnites, et les reptiles marins tels les plésiosaures, les ptérosaures, les mosasaures.

Tortues, crocodiles, lézards et serpents font partie des survivants. Reste à expliquer pourquoi. Cependant une analyse plus fine montre qu'il y eut bel et bien une rupture biologique.

Marc Deneyer

## Les oiseaux d'Hitchcock

**L'ichnologie, soit l'étude des traces et des pistes, est l'objet d'une science paléontologique en plein essor. Son origine remonte au début du XIXe siècle : un certain Edward Hitchcock, éminent professeur de géologie, passa trente ans de sa vie à étudier des traces de grands animaux préhistoriques.**

**Ce savant américain, qui était aussi théologien, croyait avoir découvert les empreintes laissées par les «oiseaux de Noé». Ces volatiles bibliques étaient en fait des dinosaures.**

## Les reptiles marins de Poitou-Charentes

**Pendant presque toute l'ère secondaire, la région Poitou-Charentes était recouverte par la mer. Il n'y avait donc pas de dinosaures hormis sur quelques reliefs. En revanche, cette région foisonnait de reptiles marins particulièrement impressionnants comme les crocodiles, les plésiosaures, les pliosaures et les ichthyosaures.**

**Les dinosaures pourraient-ils former une classe à part au sein des reptiles ?**

Beaucoup de chercheurs pensent que les dinosaures devraient être effectivement élevés au rang de classe, parallèlement à celle des reptiles, même si leur origine est commune.

Rappelons que le mot reptile fut inventé au XIXe siècle pour définir un ensemble d'animaux caractérisés par la reptation. Cela englobait à l'époque essentiellement les lézards, les serpents et les crocodiles. L'approfondissement des recherches et la découverte de centaines de reptiles fossiles ont conduit peu à peu les chercheurs à constater que ce groupe se révélait en fait beaucoup plus diversifié qu'ils ne le pensaient au départ, voire trop hétérogène.

C'est pourquoi dans les décennies prochaines, de manière rigoureuse, le groupe des reptiles va exploser. Mais le mot reptile est tellement commun qu'il ne disparaîtra pas si vite au profit des différents noms des groupes composant l'ancienne classe des reptiles.

Cette scission fut pressentie dès le début du XXe siècle par l'Anglais S.W. Williston lorsqu'il a établi la classification des reptiles et de leurs descendants selon les caractéristiques du crâne. Outre les narines et les orbites, le crâne des reptiles peut porter des ouvertures appelées fenêtres temporales. Le nombre et la position de ces fenêtres sont à la base de la classification.

L'observation de l'anatomie du crâne montre qu'il existe quatre groupes de reptiles : les Anapsides, les Synapsides (dont les mammifères, donc l'homme, sont les descendants), les Diapsides et les Euryapsides. Mais au sein des Diapsides – les plus nombreux – la diversité est telle qu'ils formeront tôt ou tard un ou plusieurs groupes distincts. C'est le cas des dinosaures ou peut-être des Archosaures (les reptiles souverains) constitués des dinosaures, des crocodiles, des ptérosaures et des oiseaux.

**Comment va s'opérer cette classification ?**

Le travail phylogénique, c'est-à-dire l'étude des familles et des lignées, et de leurs relations, nous permettra d'atteindre cet objectif. Depuis une vingtaine d'années, une nouvelle méthode de classification plus rigoureuse est appliquée : le cladisme.

La part de subjectivité du paléontologue y est moins prégnante car chaque caractère est traité sous forme binaire (présent ou absent). Ceux-ci sont introduits dans une banque de données puis analysés par un ordinateur.

Néanmoins, cette méthode fortement structurée

*Ci-contre : Empreinte de ptérodactiloïde.*

*Page de droite : impacts fossilisés de gouttes de pluie, à Crayssac.*

et un peu rigide aboutit à certains paradoxes si elle est appliquée à la lettre, comme : «Les oiseaux sont des reptiles, ou mieux, des dinosaures», ou bien «les mammifères n'existent pas, ce sont des reptiles». De toute façon, le mot reptile ne correspond plus à la définition qu'on lui a donnée au départ. D'où la nécessité de faire du ménage.

**Vous défendez le modèle reptilien avec beaucoup d'enthousiasme. N'est-il pas malgré tout un peu archaïque. Regardez n'importe quelle tortue. Elle semble vraiment porter ses 200 millions d'années.**

Parler d'archaïsme revient à leur donner un côté humain. Erreur fondamentale ! Les tortues sont étonnamment bien adaptées à leur mode de vie, raison pour laquelle ces animaux vivent toujours. Certes, les tortues ont assez peu évolué depuis 200 Ma. C'est la preuve que ce modèle est une grande réussite. Elles vivent sous toutes les latitudes, en eau douce, dans les marais, dans la mer et sur terre. Voici des animaux opportunistes qui s'adaptent parfaitement à leur milieu.

Je m'élève contre la représentation commune des reptiles, que l'on dit archaïques, gluants, stupides, effrayants et dangereux, parce que chez les vertébrés, le modèle reptilien est le plus efficace qui soit. Et en plus, ils sont beaux !

Comparé au reptile, le mammifère est un gâcheur écologique. Il mange beaucoup, ne serait-ce que pour maintenir sa température interne. Ce que mange un lion en un an peut nourrir dix crocodiles.

D'un point de vue écologique et métabolique, les reptiles sont extrêmement bien adaptés et tout à fait économes. Un lézard peut se passer de manger pendant un mois. Il se met alors en léthargie en attendant des jours meilleurs. En revanche, les mammifères sont incapables de survivre dans des conditions difficiles. Une musaraigne qui ne mange pas pendant trois heures meurt de froid.

Je considère le modèle reptilien comme le top niveau car il tient à la fois du 4x4 et de la Formule 1. Quant aux mammifères, ils tiennent seulement de la Formule 1. C'est fragile et ça consomme beaucoup.

**Qu'est-ce que les reptiles ont «inventé» dans l'histoire de la vie ?**

Ils descendent des amphibiens. Mais ce modèle,

## *Plateosaurus* le plus vieux dinosaure français

**Le plus ancien dinosaure connu en France s'appelle *Plateosaurus*. Cet herbivore pesant environ deux tonnes et pouvant atteindre 7 à 9 mètres de long vivait il y a 210 Ma. A cette époque, une île englobait l'est de la France, une partie de l'Allemagne, de l'Autriche et de la Suisse.**

***Plateosaurus* se déplaçait à quatre pattes mais pouvait aussi se dresser sur ses membres postérieurs. Sa petite tête au bout d'un cou étiré est une caractéristique développée quelques dizaines de millions d'années plus tard par les célèbres dinosaures sauropodes.**

**Des restes de *Plateosaurus* ont été découverts récemment dans le Jura. Depuis près d'une dizaine d'années, Jean-Michel Mazin y effectue régulièrement des fouilles avec la collaboration de Gilles Cuny afin de reconstituer un squelette complet et de mieux connaître la nature et l'environnement de ce vénérable ancêtre.**

## *Archaeopteryx*, le dinosaure-oiseau

**Découvert en 1861 dans les calcaires lithographiques du Jurassique supérieur de Bavière, *Archaeopteryx* est considéré comme le chaînon manquant entre les reptiles et les oiseaux. Gros comme un pigeon, muni de dents et d'une queue articulée, il possède les caractères d'un reptile avec en plus des ailes et des plumes. Certains naturalistes crurent d'abord à une supercherie. Mais cinq autres squelettes de même type ont été retrouvés dans le monde. *Archaeopteryx* est bel et bien un ancêtre des oiseaux. Il descend d'une lignée de petits dinosaures coureurs et carnivores, les *Coelurosaures*.**

## *Herrerasaurus*, le vieux latino

**C'est l'un des plus anciens dinosaures (découvert en 1988 par Paul Serreno en Argentine). Tellement primitif que Jean-Michel Mazin le considère comme un dinosaure «de base». D'où la difficulté pour le classer dans l'un ou l'autre des deux grands groupes de dinosaures qui se différencient au Trias supérieur, les Saurischiens et les Ornihischiens. On distingue ces deux groupes par la forme de leur bassin.**

dont subsistent des descendants comme les grenouilles, tritons, salamandres et crapauds, était intermédiaire et complètement inféodé au milieu aquatique. Ils se déplaçaient sur la terre ferme, mais leur respiration pulmonaire imparfaite les obligeait à rester humides afin de respirer en grande partie par la peau. De plus, leurs œufs très fragiles exigeaient une ponte dans ou près de l'eau et donnaient naissance à des stades larvaires.

L'apparition des reptiles, il y a environ 320 Ma, marque une révolution dans l'histoire des vertébrés. En effet, grâce à l'œuf amniotique, ils sont capables de pondre n'importe où, et donc de se répandre à la surface de la planète. Dans cet œuf résistant et chargé de réserves alimentaires, l'embryon peut respirer et se développer dans une poche liquide, complètement et sans métamorphose. Les mammifères et les oiseaux ont hérité de cet œuf amniotique.

**Malgré tout, le caractère d'étrangeté mêlé à de la crainte reste attaché à l'image des reptiles. Est-ce un hasard si les extraterrestres imaginés par la science-fiction dévoilent si souvent une peau de lézard ?**

Le modèle reptilien a toujours fasciné les auteurs de S-F. C'est d'autant plus frappant que deux collègues canadiens, Russel et Séguin, se sont amusés le plus sérieusement du monde à imaginer le scénario suivant : *«Et si les dinosaures n'étaient pas morts ? Et s'ils s'étaient engagés sur la voie de l'hominisation ? Qu'est-ce que cela donnerait ?»*

Pourquoi pas. Attention, il s'agit de fiction scientifique et non de science-fiction ! Pour modèle de base, les chercheurs canadiens on pris un dinosaure parmi les derniers, bien évolué, au cerveau développé, carnivore, le Sténonychosaure. Ils l'ont fait évoluer vers les caractéristiques de l'homme. Résultat : une espèce de dinosauroïde, comme ceux des dessinateurs des années 50 et 60.

**La figure du dragon que l'on retrouve dans la plupart des civilisations provient-elle des dinosaures ?**

L'image du dragon n'est pas étrangère à celle des reptiles, voire des dinosaures. Dans toutes les civilisations, les reptiles, en particulier le serpent, inspirent crainte et respect. L'Asie a produit une mythologie très ancienne des dragons, l'Occident aussi. La première y voit des êtres bénéfiques, le second des créatures du démon. Les mythes ont persisté par-delà les siècles et les religions. N'est-ce pas saint Georges qui terrassa un dragon ?

Que deux civilisations si différentes et pratiquement sans contact avant le Moyen Age donnent naissance à des mythes basés sur des créatures reptiliennes ne relève pas de la pure coïncidence. Je crois que la découverte d'ossements de dinosaures eut une influence sur les mythes. Pourquoi les hommes n'en auraient-ils découvert qu'à partir du XIX[e] siècle ? D'autant que les dinosaures ont vécu sur tous les continents pendant presque toute l'ère secondaire.

En tant qu'objets, les ossements de dinosaures sont connus depuis des siècles. Ils ont probablement frappé l'imaginaire populaire bien avant qu'on les interprète comme des fossiles à partir du siècle dernier. ■

## Le moustique du Jurassique

**Des paléontologues américains ont isolé de l'ADN d'un insecte vieux de 130 Ma, fossilisé dans de l'ambre. Peut-on recréer un dinosaure à partir de son ADN fossile, sachant que cette molécule conserve le patrimoine génétique d'un individu ?**

**Non, répond François Nau, directeur de l'Institut de biologie moléculaire et d'ingénierie génétique de l'Université de Poitiers.**

**«Admettons que le moustique ait piqué un dinosaure, explique François Nau, que l'on arrive à distinguer dans cet ADN les séquences qui appartiennent à celui-ci. Il faut ensuite remettre les séquences dans le bon ordre et compléter ce qui manque par des séquences prises sur des animaux vivants proches des dinosaures. Cela pose beaucoup de problèmes parce que l'ADN fossile est forcément très dégradé, mais le scénario n'est pas impensable. Je doute cependant qu'on puisse fabriquer un ADN fonctionnel. Ensuite il faudrait intégrer la molécule dans une cellule germinale (destinée à la reproduction). Ce n'est pas pour demain»**

## Pour en savoir plus


**Ce que l'on sait vraiment des dinosaures**, J-M. Mazin (Sciences et Découverte, Ed. du Rocher).

**Dans les traces des dinosaures**, E. Buffetault (Coll. Explora, Presses-Pocket).

**Les dinosaures de A à Z**, M. Benton (Rouge et Or).

**Dinosaures et animaux préhistoriques**, J-M. Mazin (Rouge et Or).

**Les animaux préhistoriques**, D. Dixon, B. Cox, R. Savage, B. Gardiner (Blond et Bridge).

**Animaux de la Préhistoire, l'évolution de la vie,** J-M.Mazin (Nouvelle encyclopédie Nathan).

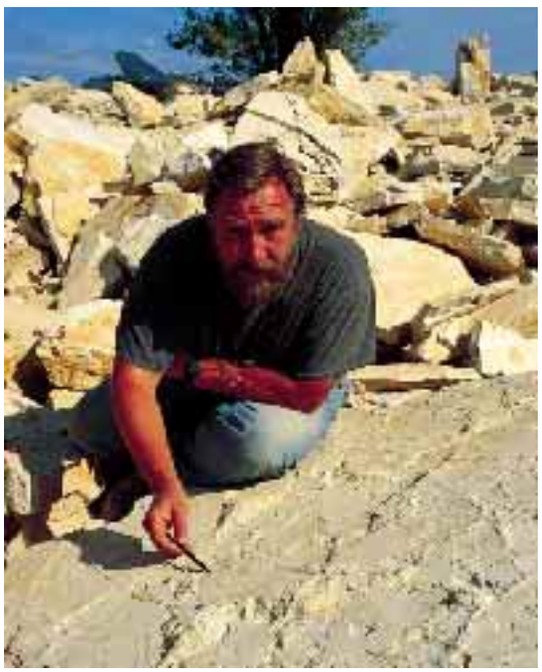
**L'Encyclopédie illustrée des dinosaures**, D. Norman (Bordas).

**Le Ptérodactyle rose et autres dinosaure**s, R.T. Bakker (Armand-Colin-Chabaud).

POUR LES JEUNES (8-14 ANS) :

**Les Animaux préhistoriques**, E. Buffetaut et J-J. Hublin (Nathan).

**Au temps des dinosaures**, J-M. Mazin (Nathan).



*Jean-Michel Mazin*

*La carrière de Crayssac*

# *Chasseurs de* pistes

**Il y a 140 millions d'années, un bras de mer de ce qui deviendra l'océan Atlantique recouvrait la majeure partie du Bassin aquitain. A cette époque, les habitants du petit village de Crayssac, dans le Lot, auraient pu aller se promener au bord d'un lagon aux eaux calmes...**
**Ils y auraient croisé des dinosaures, des crocodiles et des ptérosaures. Des conditions géologiques exceptionnelles ont permis aux empreintes de ces animaux d'être fossilisées, comme dans un mille-feuille**

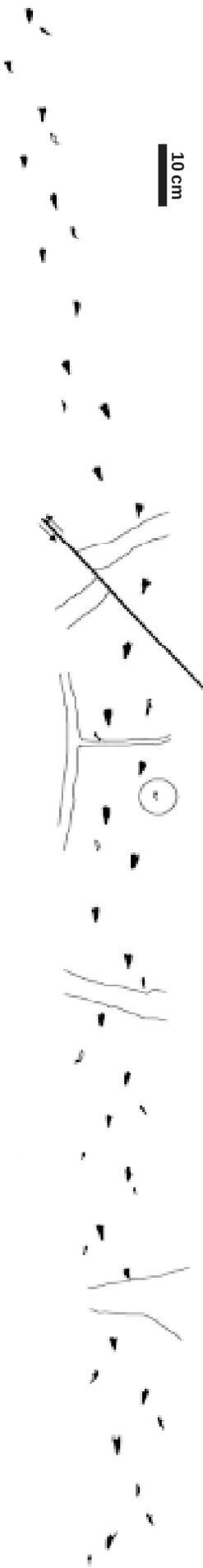
Par **Laetitia Becq-Giraudon** Photos **Patrick Dumas** et **PaléoAquitania**

Crayssac ? Un site paléontologique unique au monde. Où des centaines d'empreintes ont été mises au jour. Potentiellement, il y en aurait même des millions. Des millions d'empreintes de pas, représentant une expression particulière de la vie dans ces lieux, à des instants donnés, que l'on peut dater d'il y a 140 millions d'années, du temps où les habitants de ce futur village auraient eu les pieds dans l'eau. Jean-Michel Mazin, directeur de recherche au laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine de l'Université de Poitiers (CNRS EP 1596), et Jean-Paul Billon-Bruyat, étudiant en première année de thèse, voient à Crayssac un autre monde, peuplé de dinosaures, de tortues, de crocodiles, de ptérosaures et autres reptiles et crustacés.

Les premières études géologiques de ces sites du cœur du Quercy, à une trentaine de kilomètres à l'ouest de Cahors, ont été réalisées au début des années 60, avec le renouveau de l'exploitation des carrières de pierre de Crayssac. Il avait alors été notifié que les calcaires du Lot étaient propices à la conservation de fossiles fragiles. Mais c'est seulement en 1978 que les premières empreintes furent signalées par Jean-Luc Obereiner, ingénieur du génie civil, chargé de rationaliser l'exploitation anarchique des carrières par leurs propriétaires. Pourtant, la communauté scientifique de l'époque ne s'est pas intéressée à cette découverte paléoichnologique (l'étude des traces fossiles). Plus tard, dans les années 80, Pierre Hantzpergue (alors maître de conférences à l'Université de Poitiers) est impliqué dans l'étude biostratigraphique de ces calcaires et Gérard Lafaurie, un paléontologue amateur, spécialiste des ammonites du Jurassique, ramène à Poitiers des restes fossiles dont des empreintes sont datées grâce aux ammonites. En 1993, le laboratoire de paléontologie de

l'Université de Poitiers organise une campagne de prospection à Crayssac et trouve les premières empreintes en place, en particulier les premières pistes d'animaux. Les premières fouilles sont organisées en 1994. *«Découvrir des empreintes aussi fines et nombreuses était étrange, nouveau,* témoigne Jean-Michel Mazin. *Il a fallu mettre au point de nouvelles méthodes de fouilles.»* En effet, le travail réalisé à Crayssac est original. Il consiste à étendre au maximum une surface donnée, représentant un temps t donné, et à y visualiser les empreintes. Il a souvent lieu la nuit (l'éclairage doit être rasant), et à l'aide d'une loupe parfois ! C'est un travail très long puisqu'un fouilleur prépare en moyenne 1 $m^2$ seulement de surface par mois. Cette dernière est alors photographiée et les clichés sont numérisés afin d'être analysés par ordinateur. Des moulages de la surface dégagée sont aussi effectués. Depuis 1996, les recherches sont en progression constante. Aujourd'hui, le gisement est à son maximum d'exploitation (68 personnes ont participé aux fouilles de l'été 1998). Les chercheurs estiment qu'il faudra encore trois ou quatre années de travail pour extraire du site tout ce qui peut l'être tant sur un plan géologique que biologique.

L'intérêt de Crayssac est immense. A partir des découvertes qui y sont faites, c'est tout un écosystème, datant du Jurassique (-140 millions d'années), que les chercheurs espèrent mettre au jour. Il faut en effet imaginer qu'à cette époque, l'actuelle carrière était une zone envasée au bord d'un lagon très calme (une vasière), en quelque sorte une plage, émergée puis immergée au gré des marées (une seule par jour). A marée basse, de nombreux animaux venaient exploiter les aliments laissés par la mer. Plus de quarante espèces différentes ont pu être répertoriées, révélant une communauté vivante extrêmement complexe, en ce lieu donné et à un temps donné. Car contrairement aux ossements, qui ont pu être transportés, les empreintes sont la manifestation d'un acte qui a eu lieu à l'endroit où on les découvre. Dinosaures, crocodiles, crustacés mais aussi vers et bactéries, plusieurs années d'enregistrement d'empreintes animales sont peu à peu réalisées. Ces clichés d'instantanés, jour après jour, sont comme des scènes de vie qui pourront permettre de bâtir un véritable scénario et même de reconstruire les chaînes alimentaires. Crayssac, c'est l'agenda d'une plage. Au fil des pages, on découvre la vie des occupants des lieux. Le calcaire de la carrière est assimilable à un millefeuille. Il est en effet composé d'une alternance




de petites lamines, qui sont autant d'apports sédimentaires déposés à chaque marée. Grâce à ces dépôts, l'enregistrement du temps est très précis ; et la qualité de la préservation est telle que l'on peut détecter des traces de l'ordre d'un dixième de millimètre : on peut voir des traces de griffes, des bourrelets phalangiens, des gouttelettes de boue et même des gouttes de pluie ! Individuellement, il ne s'agit pas de cas uniques au monde. Mais il y a 140 millions d'années, à Crayssac, au cœur du Lot, les conditions étaient telles que tout ici est réuni en un seul lieu. Les sédimentologues lyonnais y mettent en évidence l'existence de marées de très faible énergie, sans houle ni vagues (l'exploitation de ce chantier est l'objet d'une convention entre les universités de Poitiers et de Lyon). La boue dans laquelle marchaient les animaux était carbonatée, cohérente et donc très plastique (comparable à de la pâte à modeler), ce qui fait que les empreintes n'étaient pas effacées immédiatement.

***Sur les traces de "Maurice" (Pteraichnus sp. ), petit reptile ayant laissé ses empreintes à Crayssac, il y a environ 140 millions d'années. Des centaines de pistes d'animaux ont ainsi été mises au jour sur le site, révélant la vie de la vasière et de ses occupants. C'est grâce à une telle découverte que les paléontologues ont pu démontrer avec certitude que lorsqu'ils ne volaient pas, les ptérosaures marchaient sur leurs quatre pattes.***

D'autre part, les très longues périodes d'émersion, dues à une marée diurne, permettaient à la boue de sécher, tout au moins en surface (les fouilles révèlent des fentes de dessication). A la marée suivante, le temps d'immersion n'était pas suffisant, et l'eau n'avait pas assez d'énergie pour redissoudre les empreintes en place. La mer déposait alors de nouveaux sédiments… Et les animaux passaient, laissant de nouvelles empreintes et de nouvelles pistes…

*«La grande originalité de Crayssac est la mise au jour de pistes d'animaux très variés,* explique Jean-Paul Billon-Bruyat. *Nous n'avons pas trouvé uniquement des empreintes isolées, mais aussi des successions de pas d'un même animal. Ceci nous a permis de calculer leur vitesse de déplacement (grâce à l'enjambée) et leur taille en particulier. C'est ainsi que nous avons réalisé qu'un petit dinosaure bipède, de 50 cm de haut, était passé un jour en ces lieux. A la vitesse de trois kilomètres à l'heure, en fait, il courait…»* Les pistes les plus couram-

*L'exploitation du site de Crayssac a nécessité la mise au point de méthodes de fouilles inhabituelles. En particulier, le travail très minutieux a souvent lieu la nuit, avec un éclairage rasant et une loupe parfois. Il consiste à étendre au maximum une surface donnée, représentant un temps donné, pour y visualiser les empreintes laissées en place.*
*Un fouilleur prépare en moyenne 1 m² de surface par mois.*

ment découvertes dans la carrière de Crayssac concernent des dinosaures, des crustacés, des ptérosaures (reptiles volants), des tortues et de petits crocodiles.
A côté du travail de fouilles, il reste ensuite toute l'analyse des pistes, en particulier leur comparaison et leur emplacement (physique et temporel) les unes par rapport aux autres. Il est déjà établi que les animaux les plus nombreux étaient les ptérosaures. Venaient ensuite les dinosaures et les tortues. A terme, les chercheurs espèrent pouvoir quantifier et replacer les animaux au sein des chaînes alimentaires. L'écosystème mis au jour est complexe : tous les animaux sont carnivores. Trois groupes, forcément unis par une relation trophique, vivaient à Crayssac : des animaux vivant dans l'eau, des animaux semi-aquatiques vivant près de la vasière (crocodiles et tortues) et des animaux visiteurs, dinosaures et ptérosaures par exemple, venant en ces lieux pour manger, étant donné les importantes ressources alimentaires qui s'y trouvaient. Par contre, la flore de cette vasière reste encore très mal connue. En effet, les chercheurs n'ont pu identifier que de micro-débris de végétaux (des algues en particulier). Ce phénomène est vraisemblablement dû au mode de conservation qui n'a pas permis leur fossilisation, mais a plutôt engendré leur décomposition.
*«Crayssac est un lieu passionnant,* souligne Jean-Michel Mazin. *Nos découvertes nous permettent de faire appel à notre imagination pour y voir tout un monde préhistorique. Nous faisons ici de la paléoécologie, et nous devons reconstituer un monde passé.»*
La plage aux ptérosaures n'a pas fini de livrer ses secrets mais elle a déjà permis de mettre fin à une polémique datant d'un siècle au moins. Ces reptiles volants occupaient des niches écologiques apparues il y a 230 millions d'années. Ils se sont éteints en même temps que les dinosaures. Les premiers fossiles ont été découverts dans les calcaires de Bavière en 1784. Munis de grandes ailes (dues à la présence d'un quatrième doigt de la main démesuré et à l'existence, comme chez les chauves-souris, de peau tendue entre les doigts), ces animaux pouvaient avoir, selon les espèces, une envergure allant de celle d'un moineau à 11 ou 12 mètres, au moment de leur extinction. A Crayssac, on est au milieu de leur histoire et au moins quatre espèces y étaient présentes. Pendant de très nombreuses années, la question s'est posée de savoir comment ces reptiles volants se déplacaient au sol. Deux idées s'opposaient : soit les ptérosaures marchaient sur leurs deux pattes, comme par exemple les poulets, soit ils marchaient sur leurs quatre pattes. L'analyse des pistes de Crayssac a enfin permis de répondre à cette question : Maurice, Henri, Barnabé (noms donnés par les chercheurs à leurs découvertes) et les autres ptérosaures de cette «plage», quand ils ne volaient pas, marchaient sur leurs quatre pattes… ■

# Des fonds marins dans la plaine

À quelques kilomètres de Mirebeau, les falunières d'Amberre sont le seul site de Poitou-Charentes témoignant de l'extension de la mer des faluns, un bras de l'océan Atlantique qui s'étendait jusqu'au seuil du Poitou il y a quinze millions d'années. Le site vient d'être réhabilité. Un sentier d'environ 1,5 km le parcourt et permet de découvrir toutes les richesses de ce lieu sauvage. Le gisement falunique, reconnaissable à l'îlot boisé qui le recouvre (alors qu'il est entouré des champs de la plaine agricole), représente 40 hectares. Découverts en 1870, les faluns ont été exploités jusque dans les années soixante, en particulier pour l'amendement des sols, à des fins agricoles ou pour faire de la chaux. Leurs atouts, à la fois géologique, botanique et faunistique, en font aujourd'hui un site protégé, en particulier par le Conservatoire régional d'espaces naturels et le District du pays mirebalais.

Marc Deneyer

***Dans le paysage de la plaine mirebalaise, les faluns témoignent de la présence de la mer il y a 15 millions d'années.***

Les faluns sont des sables coquilliers très riches correspondant à un dépôt de mer peu profonde. *«On y trouve une faune fossile très intéressante*, explique Alain Persuy, chargé de mission au Conservatoire. *Chaque front de taille est comme un livre à ciel ouvert. Près de mille espèces ont été décrites ici.*» Eponges, coquilles d'huîtres, oursins plats, dents de requins, les stratifications obliques, typiques d'un littoral où la mer est très agitée, livrent leurs secrets au promeneur. *«Le souci est de diffuser auprès du public une information géologique, les faluns sont une formation très pédagogique,* ajoute Didier Poncet, du District de Thouars. *La protection du patrimoine géologique et minéralogique n'est un concept acquis que très récemment, comparativement à celle de la faune et de la flore, acquise depuis déjà une trentaine d'années. Car on pense trop souvent que les ressources relevant de la terre sont inépuisables, ce qui n'est pas le cas.»*

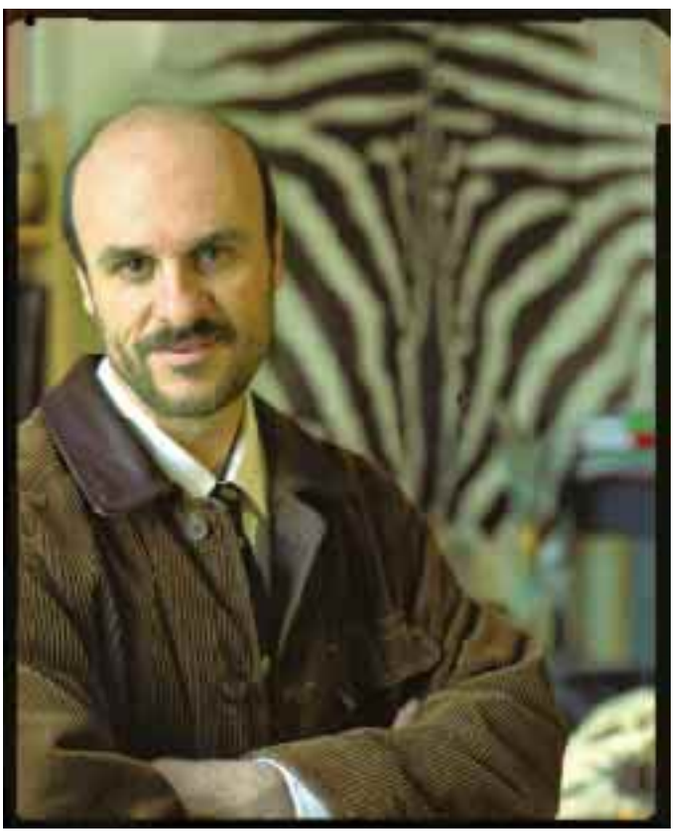
La découverte des faluns d'Amberre est une promenade. Le sentier, ponctué de panneaux explicatifs, conduit à travers les différents fronts de taille. Et du haut des carrières, le marcheur à l'œil averti admirera ce petit morceau de paysage, qui s'étend presque jusqu'à Mirebeau. Le sol y montre d'étonnantes «vagues de terre» figées au milieu de la campagne et témoins de la présence de dunes sous-marines fossiles.

La végétation est également est particulière. Mousses épaisses et lichens abondent. On remarquera aussi nombre de saules marsaults, de chênes, quoique malingres, et au moins deux espèces d'orchidées, disséminées sur de petits coteaux et de grandes étendues d'herbe, et portant les noms révélateurs d'Orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*) et d'Ophrys araignée (*Ophrys sphegodes*), qui donnent un aspect de jardin au site. **L. B.-G.** ■

# Repaires de hyènes

**Cerfs géants des tourbières, ânes sauvages, rhinocéros des prairies, aurochs, renards polaires ou putois des steppes... vivaient en Charente il y a 100 000 ans. Des gisements souterrains nous livrent toujours des restes de cette faune**

Par **Laetitia Becq-Giraudon** Photos **Claude Pauquet** et **Thierry Blais**



*Claude Pauquet*

La Charente est riche en fossiles représentant la faune des différentes époques du Quaternaire. Près de 10 000 ossements ont à ce jour été recueillis par différents géologues. Ces ossements sont présents dans différents types de sites, plus particulièrement des gouffres, puits naturels ayant piégé des animaux, herbivores essentiellement, et des sites en grotte, repaires de grands carnivores : ours, hyènes, félins. Dans ces grottes, on trouve non seulement les ossements des habitants mais aussi de ce qu'ils ont mangé.

Ces recherches présentent au moins trois intérêts. Tout d'abord, elles permettent d'étudier l'anatomie des animaux disparus et d'établir un cadre biostratigraphique sur l'évolution des espèces. Enfin, les chercheurs s'attachent à étudier la taphonomie des lieux, c'est-à-dire les conditions d'accumulation et d'enfouissement des os dans les cavernes et les processus naturels ayant permis leur conservation. D'un point de vue paléontologique les squelettes découverts sont remarquablement bien conservés. On trouve parmi eux des ossements de rennes, de chevaux, de bisons, d'ours, d'éléphants, d'antilopes ou de hyènes par exemple. Des groupes de squelettes d'une même population animale ont aussi été mis au jour. L'analyse des variations anatomiques à différentes périodes permet d'étudier l'évolution des espèces au cours du temps, en particulier l'apparition ou la disparition de certains animaux.

Quant à l'étude taphonomique, elle est primordiale en préhistoire car l'une des grandes questions des recherches effectuées dans ce domaine est de savoir si les os trouvés en ces lieux y sont «venus seuls» (l'animal est-il mort là où ses ossements sont découverts ?) ou s'ils y ont été amenés, par l'homme en particulier. L'objectif est alors d'analyser certaines actions anthropiques de l'époque étudiée et de réaliser une comparaison des habitats.

*«Un cas intéressant est celui d'une tanière de hyènes des cavernes que nos fouilles nous ont amenés à mettre au jour,* témoigne Jean-François Tournepiche, conservateur au musée d'Angoulême. *Il s'agit d'une découverte tout à fait exceptionnelle car la galerie s'est bouchée il y a près de 100 000 ans. Son intérêt est essentiellement dû au fait que les hyènes sont des carnivores mangeant à peu près tout ce qu'ils peuvent trouver pour se nourrir. Ainsi, ce que ces animaux mangeaient représente en fait le reflet de la faune extérieure de leur époque.»*

En quatre ans, la grotte de Rochelot a livré des milliers d'ossements, appartenant à une vingtaine d'espèces de mammifères vivant il y a environ 100 000 ans. Cervidés, bovidés, chevaux, rhinocéros, sangliers, lions, panthères, ours bruns, loups, les hyènes trouvaient toujours de quoi nourrir leur progéniture. En effet, au milieu des restes de grands carnivores, ce sont aussi des centaines de dents de hyènes qui ont été découvertes, en particulier de bébés, auxquels les adultes rapportaient des carcasses. Une des plus remarquables découvertes est la présence de restes d'homme de Néandertal : une série dentaire et un morceau d'humérus "grignotés" par les hyènes.

Tout près de ce site, dans la grotte d'Artenac, les fouilles sont codirigées par Jean-François Tournepiche et Anne

Thierry Blais

***Crâne de jaguar européen (Panthera gombaszoegensis) découvert dans la grotte d'Artenac (niveau mindelien Ib). Ce crâne est l'un des rares exemplaires connus en Europe.***

Delagnes (CNRS, Université de Nanterre) et menées avec le soutien financier de l'Etat, de la Région et du Département, par une vingtaine d'étudiants et une douzaine de chercheurs associés. Pour étudier ce gisement riche et complexe, cette équipe se compose de géologues, paléontologues, préhistoriens, anthropologues, palynologues, physiciens, biogéochimistes, du CNRS, des universités (Bordeaux, Paris), des musées (Muséum national d'histoire naturelle) et du ministère de la Culture (Centre national de Préhistoire). Les niveaux supérieurs d'Artenac, contemporains de ceux de Rochelot, viennent de livrer eux aussi des restes d'hommes de Néandertal (un frontal et un maxillaire) dispersés parmi des ossements animaux. Dans ce cas, il a pu être mis en évidence que les Néandertaliens sont morts dans leur habitat, sur un sol jonché par les restes du gibier qu'il avaient consommé. Les études taphonomiques, dans ces deux cas, démontrent le statut très différent du rôle des hommes dans une cavité préhistorique et permettent de reconnaître parmi les restes osseux épars sur le sol qui, entre l'homme et l'animal, était le chasseur et le chassé. ■

## 500 000 ans de présence humaine

**Beaucoup de traces d'occupation humaine ont été découvertes en Charente. On trouve même dans la grotte d'Artenac les plus anciens vestiges du Centre-Ouest. Silex, éclats, outils et bifaces renseignent les chercheurs sur la date du premier peuplement humain en Poitou-Charentes, contemporain du Paléolithique ancien (- 500 000 ans). La grotte de la Quina a livré des restes presque complets d'une femme et d'un crâne d'enfant néandertaliens. Les fouilles permettent de suivre l'évolution humaine pendant tout le Paléolithique moyen et supérieur. L'homme de Néandertal est remplacé peu à peu par l'*Homo sapiens sapiens*. Dans l'Angoumois, de nombreux vestiges de la culture élaborée de l'homme de Cro-Magnon, notre ancêtre direct (- 35 000 ans), révèlent un mode de vie de chasseur-cueilleur. Ce n'est que beaucoup plus tard, et avec un certain décalage par rapport à l'Orient, que la région connaîtra l'implantation d'une économie nouvelle, fondée sur la production : le Néolithique. De la première occupation humaine jusqu'aux Celtes, les vestiges mis au jour par les chercheurs sont exposés au musée d'Angoulême.**

Jean-François Tournepiche vient de publier un ouvrage intitulé *Géologie de la Charente*. Ce livre relate l'histoire des terrains sédimentaires du nord du Bassin aquitain et démontre la variété et la richesse géologique du département. Editions Germa, au musée d'Angoulême (1, rue Friedland, 16000 Angoulême, 05 45 95 07 69).

**Cognac, Saintes et la Grande Champagne ont donné leur nom à trois étages géologiques : le Coniacien, le Santonien et le Campanien. C'est l'œuvre d'un géologue du siècle dernier, Henri Coquand**

Par **Laetitia Becq-Giraudon** Photos **J.-F. Tournepiche**

# Les étages géologiques *charentais*

***Lumachelle à Ostrea santonensis du Santonien de la région de Cognac.***

Vers 1860, Henri Coquand, alors professeur à Besançon, dresse la première carte géologique de la Charente. Il avait en fait été chargé par l'Etat de recenser les diverses possibilités et ressources des terrains de cette région concernant l'industrie, les matériaux ou l'amendement des terres. *«Lors de cette étude très complète du sol charentais, Henri Coquand avait déjà tout vu,* explique Jean-François Tournepiche, conservateur au musée d'Angoulême. *En parcourant la Charente à cheval entre 1848 et 1857, il avait en effet découvert de nombreux fossiles dans des couches étagées et orientées du nord au sud. C'est alors qu'il avait défini de nouveaux étages géologiques, en particulier dans le Crétacé supérieur (-96 à -65 millions d'années). En outre, cet homme est un des premiers géologues à avoir inventé la géomorphologie en expliquant la nature des paysages et du relief charentais grâce à la nature géologique des terrains. Ainsi par exemple, dans son remarquable ouvrage intitulé* Description physique, géologique et paléontologique de la Charente, *Henri Coquand avait noté une très exacte concordance entre les terroirs du cognac : Fins Bois, Petite Champagne et Grande Champagne, et les formations géologiques sous-jacentes.»*

Grâce aux fossiles, Henri Coquand a donc divisé la période du Sénonien (qui définit les étages de la craie) en créant cinq nouveaux étages : le Coniacien, le Santonien, le Campanien, le Carentonien et l'Angoumien. Les trois premiers sont encore reconnus aujourd'hui et servent de référence, si ce n'est mondiale, tout au moins européenne. Ils ont été datés essentiellement grâce à des foraminifères et à des ammonites (celles-ci sont cependant présentes en nombre très restreint, comparativement à la période Jurassique). Ces formations sont le résultat d'une sédimentation marine dont l'histoire a varié conjointement avec la dernière grande variation cyclique du niveau de la mer, c'est-à-dire avec la dernière grande période de transgression-régression.

Le **Coniacien** (-88 à -86 Ma) a été défini à Cognac. Le stratotype, c'est-à-dire la coupe

*Grands Rudistes (Lamellibranches fossiles) du Toronien supérieur de Châteauneuf-sur-Charente. Ils vivaient dans les eaux claires et chaudes d'un lagon qui s'étendait jusqu'à Périgueux.*

géologique de référence, se trouve encore dans le parc François 1er. Depuis, les affleurements ont évolué, et on préfère aujourd'hui les coupes des carrières de Saint-Césaire, situé à une quinzaine de kilomètres de Cognac. C'est un étage marin calcaire qui débute la dernière grande transgression marine (élévation du niveau des mers). Il est riche en sédiments côtiers. Les niveaux du Coniacien affleurent notamment à Dirac et Torsac, dans les falaises de la vallée du Voultron (près de Villebois-Lavalette), à Ronsenac, Rougnac, Edon.

Le **Santonien** (-86 à -83 Ma) définit les terrains de la Petite Champagne que l'on retrouve dans les environs de Saintes. C'est le résultat d'une mer beaucoup plus profonde. Il est représenté par une succession monotone de couches calcaires sur une soixantaine de mètres, entrecoupées par des boues de silex s'étant, eux, formés dans une mer moyennement profonde. Les affleurements du Santonien constituent les plateaux crayeux au sud de l'Angoumois, de Châteauneuf-sur-Charente à Villebois-Lavalette, passant par Eraville, Plassac-Rouffiac, Charmant-Fouquebrune ; ils couvrent aussi le haut des plateaux entre Mouthiers, Dignac et Rougnac.

Le **Campanien** (-83 à -72 Ma) définit la Grande Champagne charentaise. Il correspond à une mer moyennement profonde, très riche en huîtres. Il n'existe pas de stratotype concernant cet étage. Seule une coupe existe : la falaise d'Aubeterre-sur-Dronne. Malgré son importance, elle ne représente qu'une partie de l'étage. Les terains crayeux du Campanien affleurent sur tout le sud-ouest de la Charente sur une épaisseur de plus de 215 m.

*«Henri Coquand a aussi créé le Dordonien, qui n'a pas été retenu car il correspond à un faciès local attribué à la période du Maastrichtien inférieur, définie avant lui en Hollande,* indique Jean-François Tournepiche. *Il marque la régression marine terminant le dernier cycle sédimentaire marin de cette région. La mer se retirant, des "récifs" d'organismes apparaissent, dans lesquels s'installent des hippurites, fossiles que l'on trouve en grand nombre dans les murs de certaines maisons de Lamerac.»*

## Le Toarcien dans les Deux-Sèvres

**Le stratotype du Toarcien a été défini en 1849 par Alcide d'Orbigny, célèbre naturaliste et paléontologue rochelais. Situé dans une carrière de la vallée du Thouet, à Vrines, près de Thouars, l'étage correspond au système du Jurassique inférieur et recouvre la période qui s'étend de -186 à -179 millions d'années. La coupe géologique de référence, toujours celle de Vrines, est classée réserve naturelle géologique depuis 1987. Ce statut en fait un site hautement protégé, tant d'un point de vue géologique que faunistique et floristique. C'est dans un environnement de mer peu profonde (100 à 150 m) et à la vie foisonnante que ce sont déposés les sédiments toarciens : céphalopodes, mollusques pélagiques (ammonites et nautiles), bélemnites sont les groupes fossiles les plus largement représentés dans la faille. Plus de 80 espèces d'ammonites ont été décrites.**

Les travaux effectués par Henri Coquand il y a près d'un siècle et demi restent toujours la base de la stratigraphie moderne. Mais aujourd'hui, les dépôts stratigraphiques marins de la Charente apparaissent sous un jour nouveau. Ces progrès sont dus à l'évolution des techniques et des recherches en biochronologie, permettant en particulier d'améliorer la datation, la nature et les variations des différents niveaux et d'appréhender ainsi au mieux la structure des sols. ■

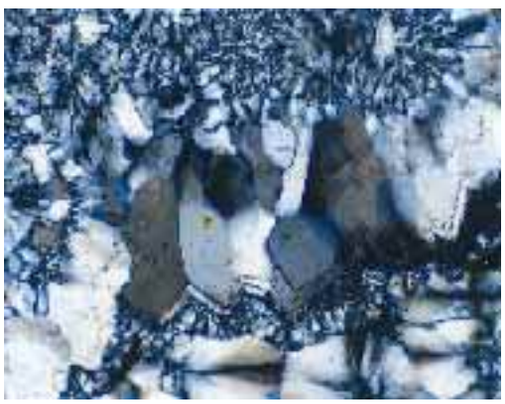
# Des boues pour le génie civil

Sébastien Laval

Anne Pantet est maître de conférences en géotechnique à l'Esip, en mécanique et génie civil. Pourtant elle dépend de l'UMR Hydr'Asa, au sein de laquelle elle est spécialisée en géomécanique. Ses travaux sont orientés vers l'utilisation des argiles en génie civil, en fonction de leurs propriétés (tenue mécanique, rhéologie des boues). *«Nous travaillons en collaboration directe avec le génie civil sur de grands chantiers, dès qu'il y a des activités liées aux forages et aux excavations. Ces dernières sont des ouvrages provisoires remplis de boues et destinés à la mise en place ultérieure d'ouvrages métalliques ou en béton,* explique Anne Pantet. *Ce sont les propriétés mécaniques et de filtration des boues qui sont utilisées. Celles-ci dépendent directement de la physico-chimie et de la minéralogie des argiles utilisées pour la fabrication des boues. Les minéraux sont en général des montmorillonites* (appelées bentonites dans l'industrie) *ou des smectites avec montmorillonites, calciques et sodiques. Nous étudions aussi les interférences avec l'eau, qui peut amener des contaminations (gibbs, sels par exemple). Nos travaux nous amènent aussi à collaborer en particulier avec des minéralogistes et avec le laboratoire d'études aérodynamiques de l'Ensma.»*

**Hydr'Asa est une unité mixte de recherche du CNRS. Ce laboratoire de l'Université de Poitiers regroupe deux grands pôles de recherche : le pôle hydrogéologie, dirigé par le professeur Moumtaz Razack, et le pôle argiles, sols et altérations, dirigé par le professeur Alain Decarreau, aussi directeur de l'UMR.**

Par **L. Becq-Giraudon** Photos **S. Laval**



*Ci-dessus, dépôts secondaires de quartz (site de Bouillante)*

Les caractéristiques mécaniques des argiles, des boues en particulier, sont essentiellement leur viscosité, leur seuil d'écoulement et leur thixotropie. Le seuil d'écoulement est la valeur en dessous de laquelle le matériau se comporte somme un solide et au-delà de laquelle il se comporte comme un fluide (dit fluide non newtonien). La valeur de la thixotropie, quant à elle, est liée au fait que lorsque l'on applique une contrainte de cisaillement à un matériau, il se liquéfie et peut reprendre sa structure initiale après un temps de repos. En fait, le travail du chercheur est de mettre en parallèle les propriétés chimiques, minéralogiques et de filtration des boues argileuses afin de répondre au mieux aux demandes du génie civil. Ainsi, la boue doit imprégner un milieu poreux et permettre sa stabilité pendant un certain temps. Son but est ensuite de nettoyer l'excavation, elle doit donc offrir des capacités d'entraînement. Et elle s'use. Il faut donc mettre au point toute une étape de régénération. En fin de chantier, la boue est soit mise en dépôt, soit recyclée et valorisée. ■

# *De l'eau* bouillante

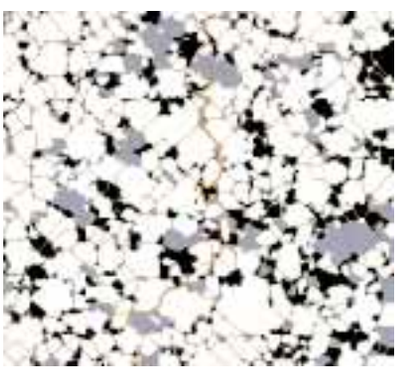
Les fluides, qu'ils soient chauds ou froids, altèrent les roches du sol et du sous-sol. Leurs zones de passage sont ainsi matérialisées par des halos d'altération qui débordent largement des drains. La reconnaissance de ces halos, qui permettra de mieux circonscrire les zones de circulation, est particulièrement importante pour les fluides de haute température (100-300 °C). En effet, ces fluides peuvent être minéralisateurs et donc à l'origine de gisements d'or ou d'uranium par exemple, ou peuvent être récupérés pour la production d'électricité. Le but de ces études est donc de

mieux focaliser les sondages ou explorations minières ou géothermique. Dans ce cadre, Patricia Patrier, maître de conférences à l'Esip, participe, en collaboration avec la Compagnie française de géothermie, à l'exploitation du site de Bouillante, en Guadeloupe, sur la côte ouest de l'île de Basse-Terre. Cette usine est la seule centrale géothermique française dite «en haute énergie». *«Le principe d'une telle centrale est de récupérer l'eau chaude des régions volcaniques, ici de la Soufrière»*, explique le chercheur. L'exploitation a lieu par un forage dont la technique est similaire à celle employée pour l'extraction du pétrole. L'eau est pompée, vaporisée en surface. On aboutit ainsi à actionner des turbines et on fabrique de l'électricité. La centrale produit un peu plus de 5 000 kilowatts et alimente toutes les villes de la Côte sous le vent. A Bouillante, les chercheurs sont en perpétuelle recherche de zones à exploiter. Leur objectif est d'évaluer le système en cours de développement en étudiant l'altération des roches, en particulier le refroidissement ou le réchauffement, ceci dans le but de focaliser une zone et de forer de façon productive. Plus on s'éloigne des zones de circulation des fluides chauds, plus les minéraux primaires des roches sont conservés. A l'extérieur du système, on constate essentiellement la présence de kaolinite (argile) qui résulte de l'altération par les eaux de surface. Au niveau de la zone productrice et à proximité des fissures, la cristallisation conduit plutôt à la formation de smectite (une autre forme d'argile). Mais on trouve aussi des zéolithes ou des quartz par exemple. *«A côté du but appliqué de cette collaboration*, explique Patricia Patrier, *le grand intérêt est que nous analysons en fait un laboratoire naturel qui nous permet d'accéder à des échelles de temps de quelques milliers d'années. Cela nous permet de faire un lien avec nos recherches en laboratoire où nous étudions les conditions de formation des minéraux argileux.»* ■

*Sébastien Laval*

# *Des écoulements* **modélisés**

Pour couler au cœur même de la roche, l'eau doit se frayer un passage. Comment ? C'est ce que cherche à déterminer Paul Sardini, maître de conférences au sein de l'UMR Hydr'Asa.



*«Le sujet de ma thèse a été d'analyser les chemins d'écoulement possible des fluides injectés à deux ou trois mille mètres de profondeur. Les fluides ainsi réchauffés sont repompés afin de permettre la production d'énergie en surface*, explique le chercheur. *Mes travaux m'ont naturellement amené à devoir développer des outils d'analyse d'image dans le but de comprendre comment l'eau circule dans la roche, granitique en particulier.»* Il existe deux grands types d'écoulement : soit le fluide peut circuler dans des grandes fractures, soit il s'écoule à travers la matrice granitique elle-même. Dans ce second cas, la surface d'échange fluide-roche est maximale. Le transfert de chaleur est donc lui aussi plus grand et le fluide se réchauffe plus vite. Cependant, ces deux voies de passages évoluent au cours du temps car les fluides altèrent la roche. C'est cette évolution qu'à moyen terme Paul Sardini souhaite modéliser sur ordinateur. Il travaille actuellement sur le granite de Civray-Charroux, en étroite collaboration avec le laboratoire d'études aérodynamiques (LEA), qui réalise des mesures physiques des écoulements. L'objectif est de parvenir à simuler un écoulement au sein d'une roche (calcul d'un coefficient de perméabilité), et de modéliser l'altération qui en résulte. ■

***Ci-dessus, simulation d'un réseau de fissures et visualisation d'un chemin d'écoulement préférentiel (granite de Charroux-Civray)***

**D'où qu'elle vienne, l'eau est un élément vital. Des hydrogéologues de l'Université de Poitiers aident la terre et les hommes à la protéger**

Par **Laetitia Becq-Giraudon**
Portrait **Sébastien Laval**

# Les eaux *sorties de la terre*

L'irrigation intensive couramment pratiquée dans la région Poitou-Charentes est à la source d'une opération pilote conduite par le laboratoire d'hydrogéologie de l'Université de Poitiers (Hydrasa, UMR CNRS 6532), menée avec l'institution interdépartementale pour l'aménagement du fleuve Charente et de ses affluents, et avec le concours du groupement des

irrigants en Charente. *«Les ressources n'étant pas inépuisables, l'idée est de chercher à utiliser les nappes de façon à apporter aux plantes uniquement la quantité d'eau dont elles ont besoin, pas plus»*, explique Moumtaz Razack, professeur au laboratoire d'hydrogéologie. Cela reviendrait en fait à déclencher l'irrigation en temps voulu, quand le besoin des plantes s'en fait sentir. Une telle entreprise, gérée par ordinateur, préserverait le volume des eaux souterraines

La fluctuation des nappes, dont la pluie est directement responsable, pose de nombreux problèmes en période d'irrigation, entraînant parfois des mesures de restriction. La première marque visible d'une exploitation trop intensive des ressources aqueuses du sous-sol est l'assèchement des rivières. Les chercheurs analysent donc les relations existant entre les nappes d'eau souterraines et les rivières. Actuellement, deux sites pilotes sont étudiés : le bassin de la Charente, en amont d'Angoulême, et le bassin de l'Aune-Couture (deux affluents du fleuve). L'implication des irrigants est très forte puisque la piézométrie des nappes (le niveau d'eau) est suivie de façon hebdomadaire en respectivement 250 et 50 points différents. Le laboratoire dispose d'ores et déjà de deux ans de relevés. A ces mesures doivent être ajoutés de nombreux autres paramètres dont dépend le cycle de l'eau, en particulier les précipitations et la nature des sols.

La qualité de l'eau est aussi primordiale. Les nitrates sont, dans la région Poitou-Charentes, le polluant principal. Leur taux ne doit légalement pas dépasser 50 mg par litre d'eau potable. Dans ce contexte, le captage du bassin de la Jeannerie, en Charente, a dû être fermé. *«C'est un cas typique de pollution agricole diffuse,* note Moumtaz Razack, *dans lequel les fertilisants traversent le sol pour se retrouver ensuite dans la nappe souterraine.»* La nature du sous-sol et les pratiques agricoles interviennent beaucoup dans la qualité de l'eau. Le but du travail des géologues est donc de déterminer comment les fertilisants sont transférés dans le sol puis le sous-sol (transfert vertical) avant d'atteindre la nappe d'eau où l'écoulement les transporte (mise en solution). Les moyens mis en œuvre sont essentiellement des dosages effectués sur des échantillons recueillis dans les puits et forages déjà présents sur le bassin terreux. L'objectif est la mise au point d'outils d'aide à la décision pour les organismes publics de la région. Les eaux souterraines représentent en effet environ 70% de l'adduction en eau potable, ce qui rend importante leur qualité. De façon plus explicite, il s'agit en fait de mettre au point des modèles numériques de simulation permettant d'étudier des scénarios selon l'épandage et tenant compte de la pluie, de la géologie et de la nature du sol et du sous-sol, des pratiques agricoles et des besoins en eau. Une meilleure con-

J-L T

Le laboratoire d'hydrogéologie entretient de nombreuses collaborations, en particulier avec les pays d'Afrique pour lesquels les ressources en eau sont une préoccupation constante de premier ordre. En Côte d'Ivoire par exemple, il est directement impliqué dans une action d'évaluation de ces ressources afin d'en améliorer la gestion. A Djibouti, le problème posé est différent. En effet, le sol y est constitué de basalte. «Il s'agit en fait de roches volcaniques qui ont tendance à se fracturer et n'ont donc aucune porosité qui puisse donner lieu à des nappes d'eau souterraine. Lors des périodes de grandes pluies, l'eau, au lieu de s'infiltrer dans le sol comme c'est le cas dans nos régions, ruisselle abondamment. En l'absence d'un système d'égouts sur le territoire, cela crée de réelles difficultés», note Moumtaz Razack. Et c'est dans ce cadre que le laboratoire collabore avec Djibouti. Le but est de drainer le ruissellement vers un site précis et d'aider à l'infiltration ; celle-ci ayant lieu au niveau des oueds, c'est-à-dire des lits des cours d'eau.

naissance, par exemple, du temps mis par telle ou telle molécule pour aller du lieu d'épandage à celui du captage (par des expériences de traçage grâce à des colorants inoffensifs) permet de délimiter avec une plus grande précision des périmètres de protection (obligatoires depuis 1992) destinés à préserver la qualité de l'eau. *«Dans ce cadre, les travaux effectués sont très fondamentaux*, précise Gilles Porel, maître de conférences au laboratoire d'hydrogéologie. *En effet, nous cherchons à mettre au point des méthodes de résolution numérique des équations de transport de la matière en solution (les solutés) ou en suspension (les particules). L'intérêt ici est double car on sait que les particules d'argile par exemple, très fréquemment présentes dans l'eau (elle font l'objet de l'analyse de la turbidité), peuvent véhiculer des polluants par simple adsorption.»* Outre les nitrates, de nombreux autres polluants existent. On notera en particulier les herbicides et les pesticides apportés non seulement par l'agriculture mais aussi par les jardiniers du dimanche ou le désherbage des vois ferrées. L'analyse de la présence des pesticides dans l'eau est délicate : ce sont des molécules très difficiles à suivre car elles subissent des dégradations, et les analyses ont un coût élevé. Enfin, des polluants naturels, dissous des roches à travers lesquelles l'eau s'écoule, deviennent, au-delà d'une valeur seuil, des éléments indésirables qui rendent l'eau non potable. C'est le cas du sélénium, dont la norme maximale est aujourd'hui fixée à 10 µg par litre d'eau.

## Les eaux tombées du ciel

Le laboratoire participe à une seconde opération innovante concernant les eaux acides. «*Il s'agit d'un phénomène de pollution de l'environnement qui se produit dans les carrières en roches cristallines massives (ou granula)*», explique Moumtaz Razack. En effet, certaines carrières de roches très peu poreuses, lorsqu'elles ne sont plus exploitées, finissent par se remplir d'eau de pluie. Petit à petit, cette eau s'enrichit en métaux lourds, dissous de la roche. Son pH diminue alors et peut même devenir très acide. On connaît d'anciennes carrières dans lesquelles l'eau stagnante est à pH 3 ! Ces eaux ne peuvent pas être rejetées directement dans la nature pour laquelle elles représentent un véritable danger.

Ainsi, en collaboration avec le laboratoire de traitement des eaux de l'Esip (Ecole supérieure d'ingénieurs de Poitiers), les hydrogéologues devraient très prochainement mettre en place un site pilote dans le Morbihan. Le projet paraît simple. Il consiste à installer un bac contenant des terres humides enrichies en matière organique (en bactéries) à proximité de la carrière. Le principe est alors de faire passer très lentement l'eau acide dans cette tourbe avant de la rejeter dans la nature. La méthode a déjà fait ses preuves en laboratoire. Son application devrait donc supporter la mise à l'échelle dans la carrière. ■

# Une météorite *dans les murs du château*

La singularité des roches de Rochechouart suscite un intérêt depuis déjà longtemps. En 1808, un ouvrage faisait état de leur existence. Ces roches, appelées brèches, sont constituées d'éléments anguleux liés par un ciment naturel. Quelle est leur origine ? Sédimentaire, volcanique ? Ni l'une ni l'autre. A la fin des années 60, François Kraut, professeur du Muséum d'histoire naturelle de Paris, résout cette première énigme. Soulignant les analogies entre les brèches de Chassenon et celles du cratère du Ries en Allemagne, il émet l'hypothèse d'une origine météoritique. Celle-ci sera peu après confirmée par le professeur Lambert qui s'appuiera sur l'analyse chimique des roches.

Désormais, sûr que ces brèches proviennent de l'impact d'une météorite, une nouvelle énigme subsiste : il n'y a pas de fragments de météorite à Rochechouart ! Qu'est-elle devenue ? Compte tenu de sa vitesse et de sa masse (évaluée à 6 milliards de tonnes pour celle de Rochechouart), la météorite acquiert une telle énergie qu'elle s'est sublimée avant de percuter le sol, c'est-à-dire qu'elle est passée brutalement de l'état solide à un état gazeux. Elle s'est donc désintégrée, provoquant un choc décelable sur un rayon de 40 km.

Il suffit de regarder les murs des maisons de la région pour le constater. Au point d'impact, c'est-à-dire au niveau du cratère (200-250 mètres de diamètre), la température fut telle que les roches à cet endroit ont littéralement fondu. Dans les brèches, le ciment témoigne clairement des mouvements fluidaux dus à la roche en fusion. Si on s'éloigne progressivement du cratère d'impact, les pierres des maisons changent d'aspect car non plus formées d'un ciment de roches fondues mais d'un ciment de poussières, de particules. Chacun des murs de Rochechouart, dont ceux du château, témoigne de cet événement qui se serait produit il y a 200 millions d'années.

Si cette datation s'avère exacte, cet événement est contemporain d'une période d'extinction de nombreuses espèces... Cette corrélation temporelle vient en faveur de la théorie expliquant la disparition des nombreuses espèces par la chute de météorites géantes sur la Terre.

La singularité du site et le potentiel de connaissances qu'il représente ont conduit François Mazeaufroid, directeur du CCST Limousin, et Franck Bernard, professeur certifié de sciences naturelles, à créer l'association Pierre de Lune. Leur objectif est la préservation de ce site unique, la sensibilisation de la population locale, avec dans cette optique, la réalisation d'un musée interactif associé à un centre de recherche.

***Stéphanie Belaud***

*Marc Deneyer*

***La brèche d'impact rouge est constituée d'un ciment de roches fondues, la grise d'un ciment de poussières.***

## La preuve par l'iridium

Le mouvement de rotation d'une nébuleuse amorce le processus de formation d'une planète : les éléments lourds se dirigent vers le centre tandis que les éléments légers restent en surface. Dans le cas des planètes dites différenciées, l'iridium, élément lourd, se concentre dans les couches profondes, d'où sa rareté au niveau de la croûte terrestre. En revanche, les astéroïdes sont des planètes dont le processus de formation a avorté. La répartition des éléments expliquée précédemment n'a pas eu lieu de sorte que la concentratrion d'iridium est restée homogène. Ainsi l'existence à la surface de la Terre de roches à forte concentration d'iridium détermine une origine sinon météoritique, du moins extraterrestre.

***Pour recevoir chez vous* L'Actualité, *plus les numéros hors série, retournez ce bon à :***
*L'Actualité - Service abonnements - BP 23 - 86190 Vouillé*

L'ACTUALITÉ
POITOU-CHARENTES
LA REVUE TRIMESTRIELLE DE L'INNOVATION RÉGIONALE
BULLETIN D'ABONNEMENT

❑ *Je désire souscrire un abonnement d'un an à* L'Actualité *au prix de 95 F (étranger 120 F)*

❑ *Je désire souscrire un abonnement de 2 ans à* L'Actualité *au prix de 180 F (étranger 230 F)*

❑ *Je vous adresse ci-joint mon règlement à l'ordre de* L'Actualité

*Veuillez servir cet abonnement à :*

**M. Mme Mlle** ..... **Prénom** .....

**Adresse** .....

**Code postal** ..... **Ville** .....