



ENVIRONNEMENTS ET CLIMATS DU PASSÉ : Second bilan Eclipse

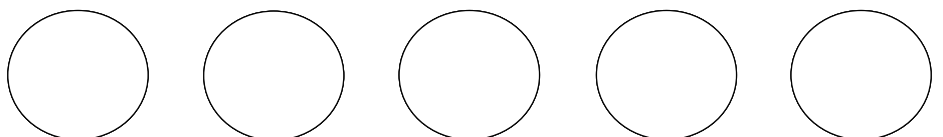
Conférence de presse

Mardi 16 octobre 2007 à 11H00
CNRS, 3, rue Michel-Ange, Paris 16^e



Contact presse
Claire Le Poulennec
T 01 44 96 49 88
Claire.le-poulennec@cnrs-dir.fr

Contact communication INSU
Christiane Grappin
T 01 44 96 43 37
Christiane.grappin@cnrs-dir.fr





Conférence de presse
ENVIRONNEMENTS ET CLIMATS DU PASSÉ :
Second bilan du programme Eclipse
Mardi 16 octobre 2007 à 11H00

Sommaire

- Programme de la conférence de presse
- Les intervenants
- Présentation du programme Eclipse
- Climats du passé
- Biodiversité
- Hommes et hominidés
- Projets financés par Eclipse II
- Programme du colloque Eclipse du 15 et 16 octobre 2007



Programme de la conférence de presse

Introduction

Bruno Goffé, directeur adjoint scientifique de l'INSU pour les sciences de la Terre.

Le programme Eclipse

Anne-Marie Lézine, co-responsable du programme Eclipse.

Directeur de recherche CNRS au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS/CEA/Université Versailles Saint-Quentin).

Climats du passé

Gilles Ramstein, co-responsable du programme Eclipse.

Directeur de recherche CES au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (CNRS/CEA/Université Versailles Saint-Quentin).

Biodiversité

Jean Broutin, membre du comité scientifique d'Eclipse.

Professeur de l'Université Pierre et Marie Curie – Paris 6, chercheur au laboratoire Paléodiversité et paléoenvironnement (CNRS/MNHN/Université Paris 6).

Hommes et hominidés

Michel Brunet, membre du comité scientifique d'Eclipse.

Professeur de l'Université de Poitiers, directeur du Laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine (CNRS/Université de Poitiers).



Les intervenants



Contact
T 01 69 08 38 22
anne-
marie.lezine@lsce.ipsl.fr

Anne-Marie Lézine est directeur de recherche CNRS au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement à Gif-sur-Yvette. Spécialiste des paléoenvironnements tropicaux quaternaires d'Afrique et d'Asie, elle a occupé pendant cinq ans les fonctions de chargée de mission au CNRS pour les questions de paléoenvironnements et paléoclimats. Son parcours universitaire qui avait débuté par des études d'histoire pour aboutir à une thèse de géologie lui a permis d'assurer la pluridisciplinarité du programme Eclipse « Environnement et Climat du Passé, histoire et évolution » qui regroupe des chercheurs des sciences de la vie, des sciences de l'homme et des sciences de l'Univers. Anne-Marie Lézine est palynologue : elle utilise les grains de pollen fossilisés au fond des lacs ou des océans pour reconstituer les environnements passés. Elle s'intéresse à l'influence des variations climatiques et des activités humaines sur la biodiversité et les écosystèmes, non seulement dans les régions aujourd'hui désertiques d'Afrique, d'Arabie ou d'Inde mais également dans les régions équatoriales. Anne-Marie Lézine coordonne un réseau scientifique international en Afrique depuis de nombreuses années.



Contact
T 01 69 08 64 95
Gilles.Ramstein@lsce.ipsl
.fr

Gilles Ramstein est directeur de recherche au Commissariat à l'énergie atomique de Saclay. Il s'occupe du département climat du Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, département qui regroupe une centaine de personnes. Après un début de carrière en physique des accélérateurs, il s'est intéressé aux changements climatiques et à leur influence sur le développement de la vie. Depuis huit ans, il est co-responsable avec Anne-Marie Lezine du programme Eclipse. Il est spécialiste en modélisation des climats du système Terre faisant intervenir une hiérarchie de modèles à différentes échelles de temps. Son travail porte sur les climats passés et futurs à long terme (au delà des 50 prochaines années), sur le cycle du carbone et sur l'impact des changements climatiques sur les calottes glaciaires.



Contact

T 01 44 27 48 65

jbroutin@snv.jussieu.fr

Jean Broutin est professeur de paléobotanique et de paléoécologie à l'Université Pierre et Marie Curie – Paris 6 et chercheur au laboratoire Paléodiversité et paléoenvironnements, à Paris. Il est spécialiste de l'évolution des flores et des paysages végétaux du Paléozoïque supérieur et de la transition Paléozoïque – Mésozoïque. Ses terrains de recherche couvrent les marges nord et sud de l'océan Téthys, de l'Europe du Sud à l'Oural et du Brésil à la Chine du Sud, en passant par le Maroc et la péninsule Arabique. Il s'attache à associer étroitement paléobotanique et environnements sédimentaires, l'analyse de la dynamique spatio-temporelle à grande échelle du couvert végétal terrestre permettant alors de déceler les changements biogéographiques et climatiques globaux. Dans ce cadre, les découvertes paléobotaniques sont utilisées pour tester les modélisations géodynamiques et paléoclimatiques globales.



Contact

T 05 49 45 37 53

michel.brunet@univ-poitiers.fr

Michel Brunet est professeur à l'Université de Poitiers. Il dirige le Laboratoire de géologie, bio chronologie et paléontologie humaine et l'Institut international de paléoprimateologie et paléontologie humaine : évolution et paléoenvironnements (Poitiers). Après un doctorat en paléontologie de la Sorbonne et un doctorat d'état en sciences naturelles de l'Université de Poitiers, il travaille, à partir de 1976, sur la paléontologie humaine en Afghanistan et en Irak, puis en Afrique de l'Ouest. Il réalise les premières campagnes de terrain au Cameroun en 1984 et au Tchad en 1994, initiant ainsi la Mission paléanthropologique franco-tchadienne, pour rechercher l'origine, documenter l'évolution et les environnements des premiers hominidés dans le paléobassin du Lac Tchad, qui se trouve aujourd'hui dans le désert du Djourab. En 1995, il découvre un nouvel hominidé, *Australopithecus bahrelghazali*, vieux de 3,5 millions d'années, surnommé Abel, le premier que l'on connaisse à l'Ouest du Rift africain. Il découvre ensuite le plus ancien hominidé jamais retrouvé, *Sahelanthropus tchadensis*, un crâne complet vieux de 7 millions d'années, surnommé Toumaï. Ce résultat paraît dans la revue *Nature* en 2002. Plus récemment, il a dirigé des recherches de terrain sur les primates fossiles en Lybie et en Egypte (avec l'Université de Tripoli et l'Université du Caire).



Le Programme Eclipse

Le programme, sa durée, ses acteurs

Quelles ont été les relations d'interdépendance entre le climat, l'environnement et le vivant et comment celles-ci ont-elles évolué depuis le début de l'histoire de la Terre ? Quel a été l'effet de la « Terre boule de neige », il y a 735 millions d'années, sur l'environnement et les micro-organismes ? Comment les changements du climat et de l'environnement ont-ils joué sur les populations humaines et inversement ? Ces questions ont donné naissance, en 2000, au programme Eclipse (Environnement et climat du passé : histoire et évolution) financé par le CNRS, qui réunit des chercheurs de disciplines différentes afin d'examiner ensemble les mêmes questions. Ainsi, ce programme, piloté par l'INSU, concerne à la fois les Départements des sciences de la vie, des sciences de l'homme et de la société, et des sciences de l'Univers. Il rassemble tous les chercheurs qui travaillent sur les paléomilieux : paléontologues, géologues, géographes, biologistes, chimistes, historiens, anthropologues... Il a été reconduit en 2004 pour une durée de quatre ans et a alors pris le nom d'Eclipse II.

Les recherches d'Eclipse II consistent à collecter les indices de la variabilité climatique et de son impact sur les milieux, les populations et les écosystèmes, et à étudier les mécanismes de dispersion et de diversification des espèces. Pour cela, les scientifiques ont intégré aux modèles climatiques les données paléoenvironnementales issues des milieux océaniques et continentaux, recherché de nouvelles archives climatiques et précisé la mesure du temps. Un second type de démarche a consisté à étudier, à l'échelle géologique, comment le monde vivant répond aux changements climatiques et environnementaux. Les scientifiques ont étudié les grandes crises de l'histoire de la Terre, en recherchant les mécanismes de rétroaction de la tectonique et du vivant sur le climat. Ils ont ainsi modélisé les grands cycles géochimiques.

Le point fort d'Eclipse

Ce programme a réuni des communautés scientifiques qui, jusqu'à présent, n'interféraient que très peu. Pour Anne-Marie Lézine, co-responsable du programme, « *C'est une force du CNRS que d'avoir su faire émerger, à côté des disciplines traditionnelles, une structure originale, pluridisciplinaire, créatrice de recherches innovantes.* ». Eclipse s'est doté des moyens nécessaires à cette pluridisciplinarité au travers d'écoles, de tables rondes et surtout d'une base de données spécifique, mise en place par les informaticiens du GIS MEDIAS-France. Cette dernière est un formidable outil d'échange, où tous les projets et leur moisson de données sont déposés, et un outil de coopération scientifique entre naturalistes et modélisateurs du paléoclimat. Eclipse a également bénéficié de moyens analytiques lourds dont la France était dépourvue, notamment dans le domaine de la mesure du temps, comme des spectromètres de masse par accélérateur pour le radiocarbone et pour le béryllium-10, indispensables à l'établissement de chronologies précises du changement climatique et à l'étude de sa variabilité.



Eclipse a généré une importante production scientifique : environ 300 projets de recherche y ont été proposés depuis son lancement et près de 800 articles ont été publiés dans des revues à comité de lecture.

Comité scientifique d'Eclipse II (2003-2007)

Direction Scientifique : Dominique Le Quéau

Coordination: Anne-Marie Lézine et Gilles Ramstein, LSCE Saclay

Membres du comité scientifique :

Jean Besse, IPG Paris

Luc Beaufort, CEREGE Aix-en-Provence

Henri Galinié, CITERES Tours

Christian France-Lanord, CRPG Nancy

Elisabeth Verges, ISTO Orleans

Jean Broutin, Paléobiodiversité et paléoenvironnements, Paris

Michel Brunet, Géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine, Poitiers

Michel Magny, Chrono-écologie, Besançon

Joël Guiot, CEREGE Aix-en-Provence

Rachid Cheddadi, ISEM Montpellier

Francesco D'Errico, PACEA Talence

Yves Godderis, LMTG Toulouse

Christophe Lecuyer, PEPS Villeurbanne

Le site du programme Eclipse

<http://eclipse.mediasfrance.org/>

PROGRAMMES SCIENTIFIQUES

Eclipse II : le programme au zénith



C'est en Afrique notamment qu'Eclipse II étudiera la chronologie et les échanges fauniques afin de comprendre l'évolution de l'Homme.

D. Williamson, L. Biernond, 2001

Quelles ont été les relations d'interdépendance dans le trio climat-environnement-vivant et comment celles-ci ont-elles évolué depuis le début de l'histoire de la Terre? *Quid* de l'hypothèse selon laquelle au cours du Protérozoïque, il y a 750 millions d'années, la Terre n'était qu'une boule de neige? *Quid* de l'influence du changement climatique et de l'environnement sur l'évolution du vivant et les populations humaines? Des questions qui taraudaient Anne-Marie Lézine, chargée de mission des sciences de la Terre à l'Institut national des sciences de l'Univers¹ (Insu) et Gilles Ramstein, chercheur au Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement et responsable de l'équipe de modélisation du climat. Leurs interrogations ont donné naissance en 2000 au programme Eclipse (Environnement et climat du passé : histoire et évolution) financé par le CNRS. Programme dont les deux scientifiques assurent encore aujourd'hui l'animation et qui a connu un franc succès puisqu'il sera reconduit en 2004 pour quatre ans.

Le secret d'une telle réussite? Pour sa directrice Anne-Marie Lézine, palynologue de formation², il était indispensable qu'Eclipse voie le jour sous une lumière pluridisciplinaire. Les départements des Sciences de la vie, des Sciences de l'homme et de la société, et ceux des Sciences de l'Univers ont donc réuni leurs compétences. Depuis le début de l'aventure, 64 projets et 355 articles ont été publiés. « Une de nos forces, s'exclame-t-elle, c'est la mise en place de gigantesques bases de données croisées – accessibles pour la communauté scientifique

sur le Web via Médias France³ –, qui permettent des modélisations et donnent lieu à des scénarios cohérents et quantifiables. » Bilan positif donc, grâce à une formidable entente entre des chercheurs de cultures très différentes (paléontologues, géologues, géographes, biologistes, chimistes, historiens, anthropologues...). « Nous sommes très fiers que le programme ait accueilli une partie des recherches de Michel Brunet, à l'origine de la découverte de Toumai. Il est d'ailleurs membre de notre comité scientifique⁴, ajoute encore la spécialiste des pollens.

Eclipse II, lui, financé cette fois par l'Insu exclusivement, semble aussi prometteur avec des approches originales en biologie moléculaire, paléogénétique (science qui étudie le matériel génétique fossile) et de nouveaux traceurs du changement climatique. Ses responsables souhaitent accentuer sa dimension internationale et européenne par le biais de la Fondation européenne de la science (ESF), par exemple, ou d'autres actions ciblées à mettre en place avec le soutien du CNRS.

Stéphanie Bia

1. Agence de moyens du CNRS.

2. Spécialiste de l'étude des grains de pollen fossilisés pour la reconstitution des paléoenvironnements végétaux et des paléoclimats.

3. Groupe d'intérêt public pour l'élaboration du serveur de données du programme (sédimentologie, géochimie, paléontologie...) et d'une base de métadonnées.

4. Dirigé par Gilles Ramstein.

CONTACT

Anne-Marie Lézine

lezine@lsce.saclay.cea.fr

Pour en savoir plus :

<http://medias.obs-mip.fr/eclipse>

À L'AFFICHE

NOMINATION

BERNARD DUBUISSON, enseignant-chercheur, vient d'être nommé directeur du département Nouvelles Technologies pour la société, au ministère de la Recherche et des Nouvelles Technologies.

DISTINCTIONS

NICOLE LE DOUARIN, enseignante-chercheuse au Collège de France, première femme secrétaire perpétuelle de l'Académie des sciences, a reçu le prix Cino-del-Duca pour l'ensemble de sa carrière.

THIERRY POINSOT, directeur de recherche au CNRS à l'Institut de mécanique des fluides de Toulouse et Denis Veynante, directeur de recherche au CNRS au Laboratoire EM2C de l'École centrale de Paris, viennent de recevoir le prix Institut français du pétrole pour leurs travaux sur la combustion turbulente.

DAVID GREMILLET, chargé de recherche au CNRS au Centre d'écologie et de physiologie énergétique, a reçu le Prix franco-britannique de la science 2003 pour ses recherches sur le grand cormoran.

MIROSLAV RADMAN, enseignant-chercheur à l'université René-Descartes (Paris V) a reçu le grand prix Inserm de la recherche médicale pour ses travaux sur l'ADN.

LES MOMIES DU TAKLAMAKAN,

film d'Olivier Horn sur la découverte par des archéologues du CNRS de momies peintes et tatouées dans le désert chinois, a reçu le Prix spécial du jury du Festival du film d'aventure à Dijon.

L'EMPREINTE DES DINOSAURES,

de Pierre Stine (Gédéon programme) a reçu le Grand Prix du Festival international de l'émission scientifique lors des vingtièmes rencontres « Image et science » (CNRS Images média).

LE DICTIONNAIRE COMPARÉ DU DROIT D'AUTEUR ET DU COPYRIGHT,

sous la direction de Marie Cornu, Isabelle de Lamberterie, Pierre Sirinelli et Catherine Wallaert, (CNRS Éditions, 2003), vient de recevoir le prix Francis-Durieux décerné par l'Académie des sciences morales et politiques.

LES LAURÉATS de la médaille d'or, des médailles d'argent et de bronze 2003 et des Cristaux 2002 du CNRS sont en ligne sur www2.cnrs.fr/band/282.htm

ERRATUM

CLAUDE BELIN a été omis dans la liste des chercheurs CNRS primés par l'Académie des sciences, dans notre précédent numéro.

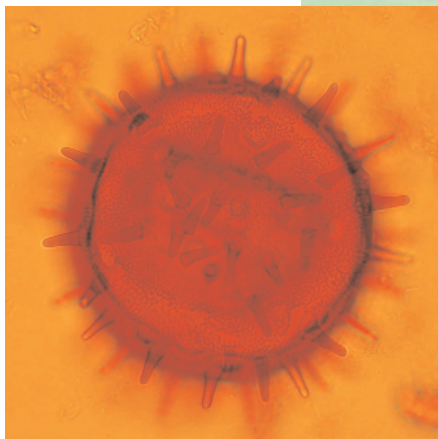
ENVIRONNEMENT

Opération Database : la mission du possible

En Afrique, des scientifiques récoltent des grains de pollen et les répertorient au sein d'une gigantesque base de données. Leur but ? Retracer l'évolution de la biodiversité et évaluer l'impact du climat sur l'environnement depuis 20 000 ans.

Nom de code : African Pollen Database. Mission de ce réseau international d'une cinquantaine de palynologues : mettre en commun leurs informations sur les grains de pollen – fossiles ou récents – récoltés en Afrique pour reconstituer la végétation des 15 à 20 derniers millénaires. Mais ces données pourraient porter sur les périodes du Miocène et du Pléistocène¹. Précisons que les grains fossiles ont été prélevés par carottage dans des lacs ou des océans. Une façon d'estimer l'évolution de la biodiversité et, pour les climatologues, d'évaluer l'impact climatique sur l'environnement au fil des époques. L'arme secrète pour parvenir à ce résultat : une base de données pointue, alimentée par les chercheurs, accessible gratuitement à toute la communauté scientifique et développée par les informaticiens chevronnés du groupement d'intérêt public Médias-France, qui sera pleinement opérationnelle en juin. Pour l'instant, 2 000 espèces de plantes actuelles et fossiles sont répertoriées sur un serveur, avec déjà quelques outils de requête permettant d'accéder à des profils de grains de pollen et à leur photo. Le challenge technique sera sans doute pour les fleurs : il faudra que leur taxonomie, très particulière, puisse être reconnue facilement par la base.

L'African Pollen Database, réseau initié dès 1994 dans le cadre du programme Biome 6000 puis soutenu par l'Europe au sein du projet Inco et par l'Unesco², qui ne touchait au départ que l'Afrique subsaharienne, couvre désormais aussi l'Afrique du Nord. La collecte des informations donne du grain à moudre et c'est tant mieux, « car convaincre les chercheurs de partager leurs recherches sans crainte est souvent difficile ; ici, ils ont fait un véritable effort », souligne Anne-Marie Lézine, spécialiste des pollens, qui coordonne ce projet depuis des années. Cette chercheuse³ est dou-



© CNRS/LSCE

Échantillonnage de grains de pollen de la flore africaine tropicale actuelle. De haut en bas : *Caesalpinia*, *Hibiscus elatus* et acacia.

blement impliquée dans l'African Pollen Database, puisque l'objectif est aussi d'aider les chercheurs africains à se développer et à être autonomes dans la gestion de leurs données. « Pour cela, nous accueillons les scientifiques du continent africain en Europe, où nous les formons et assurons leur prise en charge. Une initiative spécifique à cette base à laquelle le CNRS apporte un soutien important », conclut la coordinatrice.

Stéphanie Bia

→ **Pour en savoir plus**
<http://medias.obs-mip.fr/apd>

1. Miocène : période de l'ère tertiaire caractérisée notamment par la crise messinienne (de -5,75 à -5,32 millions d'années). Pléistocène : de -1,8 million d'années à -10 000 ans.
2. Dans le cadre du Programme international de corrélation géologique (PICG).
3. Qui coordonne aussi, avec Gilles Ramstein, le programme Eclipse (« Environnement et climat du passé : histoire et évolution »), financé par l'Insu.

CONTACT

→ **Anne-Marie Lézine**
Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement (LSCE), Gif-sur-Yvette
anne-marie.lezine@cea.fr

BRÈVES

CNRS-EADS : NOUVEL ENVOL

Le CNRS et l'EADS (European Aeronautic Defence and Space Company) ont signé en juin dernier un accord d'une durée d'au moins trois ans destiné à favoriser leurs partenariats. Une coopération existait déjà, mais ce nouvel accord devrait permettre de renforcer les projets de recherche communs, notamment dans l'ingénierie des matériaux et des structures, des systèmes embarqués, ou encore dans l'électronique et l'environnement.

www2.cnrs.fr/presse/communique/708.htm

QUID DE L'AVENIR DE LA CHIMIE ?

La création d'un Conseil stratégique de la chimie a été évoquée le 5 juillet dernier par François Loos, ministre de l'Industrie. Ce conseil pourrait reprendre les vingt-neuf propositions du rapport du député Daniel Garrigue sur l'avenir de la filière chimique en France, visant à développer la recherche et à redynamiser le secteur de l'industrie chimique d'ici à 2015. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'une réforme européenne de la réglementation des produits chimiques intitulée Reach (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals).

www.industrie.gouv.fr/portail/ministre/comm.php?comm_id=5409

LA BIOINFORMATIQUE À L'HONNEUR

Une publication du laboratoire d'informatique, de robotique et de microélectronique de Montpellier (Lirmm, CNRS / université Montpellier-II) vient d'être distinguée par la base de données internationale *Science Citation Index*. L'article, paru en octobre 2003 dans *Systematic Biology*, a été classé « *Fast breaking paper* » en environnement et écologie pour ses très nombreuses citations dans des revues scientifiques. Cette distinction met en valeur le travail des deux chercheurs, Stéphane Guindon et Olivier Gascuel, sur la reconstruction phylogénétique. Un domaine aux applications variées, allant de l'étude de la biodiversité à celle de la génomique. Leur nouvel algorithme a rendu possible des études qui n'étaient pas réalisables auparavant, en permettant de diminuer les temps de calcul.

www2.cnrs.fr/presse/communique/692.htm

Biodiversité

Elucider les mécanismes de l'évolution de la biodiversité par des approches délibérément interdisciplinaires, à l'échelle des temps géologiques, a été l'un des apports novateur du programme Eclipse. Les chercheurs ont mené une dizaine de projets dans ce domaine, centrés sur l'étude des processus de co-évolution de la vie et de ses environnements terrestre ou marin (contextes climatiques, paléogéographiques, tectoniques, édification et démantèlement des reliefs...). Quelques uns des résultats les plus marquants sont présentés ci-dessous.

La sortie des eaux : découverte des premiers indices de plantes terrestres (il y a 510 millions d'années) et diversification de la vie sur les continents

Au cours de l'ère primaire, il y a 540 à 360 millions d'années, une véritable révolution biologique est survenue : la sortie des eaux d'organismes vivants, d'abord des plantes puis des animaux, et leur installation sur les terres émergées. Les chercheurs ont étudié cette « terrestrialisation » du point de vue de la paléobiologie, de la sédimentologie et de la modélisation biogéochimique. Premier objectif : découvrir les traces des premières plantes terrestres, après une évolution du vivant exclusivement aquatique pendant plus de trois milliards d'années. Résultat : les toutes premières étapes du passage de la « planète bleue » (aquatique) à la « planète verte » (plantes terrestres) sont beaucoup plus anciennes que ce prévu. Les chercheurs ont découvert les premières cryptospores, des organes de dissémination produits par des plantes terrestres apparentées aux mousses (au sens large). Elles datent de quelque 510 millions d'années. Ce résultat vient contredire le consensus qui prévalait jusqu'à présent, selon lequel la composition de l'atmosphère était incompatible avec la vie (il y a plus de 420 millions d'années).



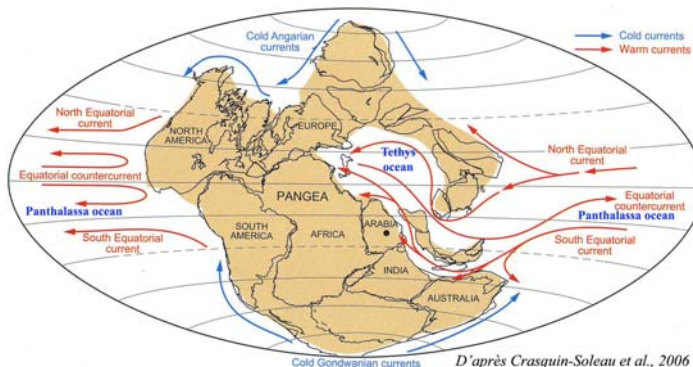
De 420 à 360 millions d'années, la flore terrestre se diversifie intensément. La compréhension des innovations évolutives observées constitue l'un des axes forts des recherches en cours : comment passe-t-on d'une végétation prostrée inféodée aux milieux humides (mousses, fougères) à de véritables forêts denses (plantes à graines) ? L'émergence de niches écologiques de plus en plus spécialisées a permis une diversification de la faune terrestre, des petits arthropodes aux premiers vertébrés du Carbonifère. Grâce à la modélisation et aux analyses isotopiques,

Une souche d'arbre (*Archaeopteris*) datant de 385 millions d'années du Sud marocain. Son étude va permettre de comprendre les modalités de croissance en profondeur et d'en mesurer l'impact sur les sols, donnée cruciale pour la compréhension du cycle du carbone (© J. Broutin).

les chercheurs ont précisé l'impact de l'apparition de ces nouveaux écosystèmes forestiers sur les grands cycles d'altérations biogéochimiques.

La plus grande crise d'extinction biologique jamais survenue (il y a 250 millions d'années)

A la fin de l'ère primaire, le Carbonifère (il y a 360 à 300 millions d'années) a hérité de l'extraordinaire diversification du vivant qui s'est produite au cours de la période précédente. A cette époque, les faunes et les flores marines et continentales ont évolué sous la contrainte des bouleversements provoqués par formation d'un supercontinent unique, la Pangée. Grâce au suivi de ces faunes et flores et de leur distribution spatiale, les chercheurs ont constitué une base de données permettant de tester les simulations climatiques et les reconstitutions paléogéographiques basées sur les études paléomagnétiques. Deux projets étroitement complémentaires (domaines marin et continental) ont été focalisés sur ces thématiques. Citons quelques-uns des résultats obtenus.



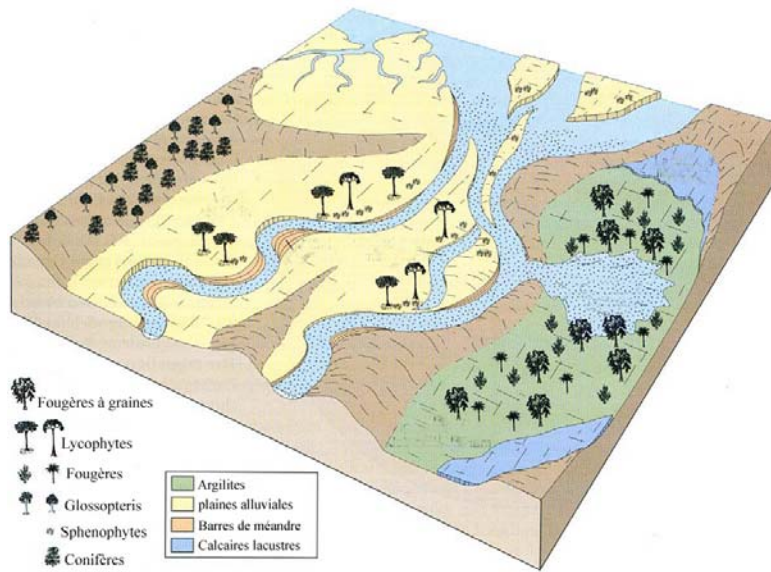
La pangée et les courants océaniques au Permien supérieur

- Les chercheurs ont daté avec précision des événements géodynamiques majeurs (par exemple des apparitions de chaînes de montagne ou encore des variations du niveau des mers) et ont fait concorder les échelles stratigraphiques marines et continentales.

- Ils ont étudié les faunes marines et les flores terrestres « mixtes », c'est-à-dire rassemblées dans une même aire géographique où elles ne devraient pas normalement cohabiter. Ils ont mis en évidence les voies de migrations responsables de ces assemblages et cartographié le déplacement des zones climatiques qui en était à l'origine.

- Ils ont découvert que la chaîne hercynienne (chaîne de montagne d'Europe occidentale) supposée érodée au Permien (dès 295 d'années) présentait encore un relief élevé. Le point de départ de ce résultat : la juxtaposition étroite d'une flore sub-désertique et d'une flore tropicale humide, alors que les simulations climatiques indiquaient uniquement des conditions chaudes et humides. Les chercheurs ont alors introduit un relief montagneux élevé dans leur modèle. Cette nouvelle simulation explique la contiguïté géographique des deux flores observées. Les scientifiques sont à la recherche de nouvelles données, d'ordre sédimentologique notamment, pour valider leur résultat.

- Au Carbonifère, les flores des marécages houillers occupaient toutes les zones intertropicales. Le suivi des modifications du couvert végétal a montré que les derniers refuges de ce type de végétation de climat chaud et humide, dans un contexte d'aridification planétaire, sont un chapelet d'îles qui bordait l'est de l'océan Téthys (correspondant à l'actuelle Chine du Sud). Les dernières études montrent que ces refuges isolés ont été le point de départ de la reconquête végétale, des « berceaux » de spéciation à l'origine de lignées nouvelles qui se sont répandues au cours de l'ère secondaire après une crise d'extinction en masse.



Reconstitution du paysage dans un refuge floristique Permien, sur le littoral de l'océan Thetys oriental (Arabie saoudite) © Berthelin, Broutin.

De ces recherches émergent des questions à résonance actuelle. La glaciation qui a marqué le passage du Carbonifère au Permien (il y a 310 à 280 millions d'années) est la seule à laquelle on puisse comparer la glaciation dans laquelle nous vivons aujourd'hui. En effet, il n'y en a pas eu d'autre de cette ampleur depuis lors et aux époques plus reculées, la vie n'en était qu'à des stades microscopiques. Les chercheurs ont maintenant suffisamment de données (comme c'était déjà le cas dans le domaine marin) pour étudier

la réponse du couvert végétal terrestre dense de cette époque au réchauffement global qui a suivi la glaciation et qui s'est accompagné de la plus intense crise d'extinction biologique en masse jamais survenue, marquant la limite entre les ères primaire et secondaire. Aujourd'hui, qui n'a pas entendu parler du réchauffement global... et de la sixième crise d'extinction en marche ?

L'Asie du Sud-Est au temps des dinosaures et des premiers oiseaux (il y a 150 à 100 millions d'années)

L'interprétation des abondantes données sur les faunes et les flores thaïlandaises d'il y a 150 à 100 millions d'années a fourni des résultats nouveaux sur les environnements et climats, à l'échelle de l'Asie du Sud-Est.

- Les chercheurs ont fait l'inventaire de la biodiversité des vertébrés de cette époque en Thaïlande : poissons, tortues, crocodiliens, dinosaures et oiseaux, récoltés lors des missions sur le terrain. Ils ont rassemblés ces résultats dans une base de donnée, afin de mieux définir les aires de répartition des animaux thaïlandais et d'autres parties de l'Asie. Ils ont ainsi mis en évidence une période d'isolement relatif, qui reste encore inexplicquée.

- Ils ont étudié les isotopes de l'oxygène dans les tissus phosphatés de vertébrés (dents, os et écailles de poissons, tortues, crocodiles et dinosaures). Ils ont ainsi évalué les températures de l'époque en Asie du Sud-Est et mis en évidence des différences environnementales entre sites fossilifères.

- Ils ont étudié les environnements végétaux à partir des bois fossiles de Thaïlande : au cours de cette période, le climat assez aride a laissé la place à des conditions plus humides. La formation de l'un des plus anciens gisements d'ambre au monde découvert dans le Sud de la Thaïlande a été reconstituée.

- Des œufs fossiles ont été découverts, présentant un mélange de caractères aviens et dinosauriens. Quatre d'entre eux contiennent des restes bien conservés d'embryons. Ils devraient éclairer les chercheurs sur la transition dinosaure/oiseau.



La formation des Andes et la biodiversité du bassin amazonien (il y a 23 à 7 millions d'années).

Le bassin amazonien est à la fois le siège de la plus grande biodiversité terrestre, le plus grand bassin fluvial du monde et l'une des régions du globe les moins explorées. Pendant le Néogène (il y a 23 à 7 millions d'années), ce bassin a subi d'importantes modifications environnementales, sous l'effet de paramètres globaux (niveau des mers, climat) et de phénomènes géodynamiques plus locaux, telle la formation des Andes.

- Les chercheurs ont travaillé sur les conséquences de la formation des Andes : évolution des faunes et flores, des paléoenvironnements, du régime d'altération des roches, des paléoclimats et de la paléogéographie de l'Amazonie occidentale. Ils ont ainsi proposé un modèle d'évolution qui rend compte de l'effet de l'apparition des Andes sur les climats et sur la biosphère de l'ouest amazonien.

- Ils ont découvert une soixantaine de gisements de vertébrés terrestres et aquatiques (reptiles, poissons, mammifères), d'invertébrés (mollusques, arthropodes) et de végétaux (pollen, spores, ambre, macrorestes) au Pérou et en Équateur. L'un des gisements contient des fragments d'ambre exceptionnellement riches en inclusions (insectes, araignées, acariens, microorganismes). C'est le premier d'Amazonie occidentale (voir l'article du Journal du CNRS ci-joint).

Les plantes de l'Arctique (de 400 000 ans avant notre ère à nos jours)

Les chercheurs ont analysé de l'ADN de plantes à fleurs contenues dans des carottes de pergélisols, en zone arctique. Cette approche extrêmement novatrice semble très prometteuse pour reconstituer les changements climatiques des 400 000 dernières années, avec une précision inégalée par les méthodes traditionnelles (pollen, macro-restes etc.). Les données revuées dans des échantillons de permafrost ont permis d'identifier environ 900 espèces de plantes de l'Arctique et de reconstituer les communautés végétales anciennes. Cette méthode d'identification vient d'être utilisée pour reconstituer le paléoenvironnement du Groenland avant la mise en glace.

La diversité des cèdres du Maroc (de 10 000 ans avant notre ère à nos jours)

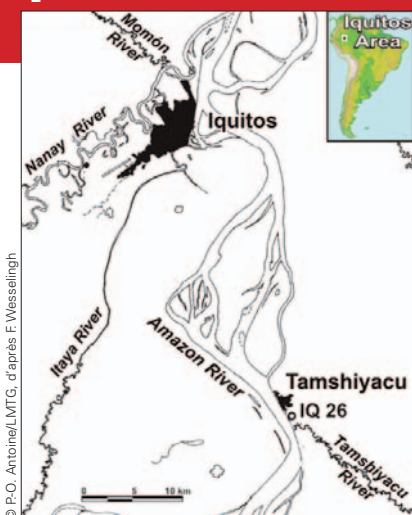
Les changements climatiques durant l'Holocène ont eu un impact majeur sur la diversité végétale. Les chercheurs ont étudié les cèdres de l'Atlas au Maroc : ils ont montré que leur diversité génétique n'est pas homogène dans l'ensemble de l'aire de distribution et que l'identification d'un ancêtre commun était difficile. Ils l'expliquent par le fait que les forêts de cèdres ont régressé géographiquement durant la dernière période glaciaire mais n'ont pas disparu totalement. Certaines populations ont survécu dans des zones refuges. Une étude parallèle d'enregistrements palynologiques dans le moyen Atlas confirme, à l'aide de plusieurs datations au carbone 14, que des refuges de cèdres ont effectivement existé durant la dernière période glaciaire. L'expansion à partir de ces refuges isolés pourrait expliquer la diversité génétique observée aujourd'hui.

PALÉONTOLOGIE Il était une fois
l'Amazonie



1

2



© P.-O. Antoine/LMTG, d'après F. Wesselingh

Au pied des Andes, des chercheurs ont découvert insectes, algues et autres micro-organismes fossilisés dans des morceaux d'ambre, véritables petits bijoux incrustés dans les berges de l'Amazonie. Cette découverte prouve que la région a abrité une biodiversité luxuriante il y a 12 à 15 millions d'années et clôt ainsi un vieux débat sur le passé de l'Amazonie. Récit.



© P.-O. Antoine/LMTG



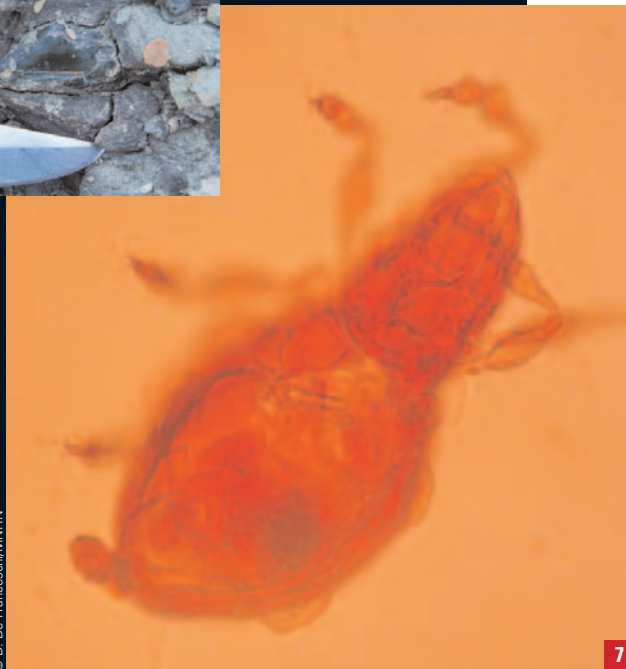
© N. Espur/LMTG



© P.-O. Antoine/LMTG



© N. Espur/LMTG



© D. De Franceschi/MNHN

L'ambre a piégé des organismes qui en temps normal ne sont jamais fossilisés », explique Pierre-Olivier Antoine, chercheur au Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie (LMTG)¹. C'est un véritable trésor qu'il tient précieusement au creux de sa main et qu'il a découvert en compagnie de collègues sur les berges de l'Amazone : un petit bloc de résine qui contient un des secrets les mieux gardés de la région... Tout simplement les plus anciens témoins, à ce jour, de la grande biodiversité amazonienne : des insectes, algues et autres acariens, tapis dans l'ambre, en réalité de la sève d'arbre fossilisée, depuis 12 à 15 millions d'années ! Preuve de son importance, cette découverte a permis de trancher le débat sur les origines du Bassin amazonien qui agitaient jusqu'ici la communauté scientifique : les uns pensaient que l'écosystème actuel était le vestige d'une biodiversité

ancienne (15 à 20 millions d'années) ; les autres supposaient qu'il était apparu plus récemment, au cours du dernier million d'années.

La question restait ouverte... « Allons y faire un tour, s'est donc dit Pierre-Olivier Antoine. Il doit bien y avoir des fossiles. » Pour l'occasion, ce jeune paléontologue s'est entouré de sept spécialistes internationaux. Destination : Iquitos, la capitale du Pérou amazonien, au nord-est de la chaîne andine. Pour retracer l'évolution de la faune et de la flore, du climat et de l'environnement dans ce bassin.

Le voyage a lieu en 2004, lors de la saison sèche. À cette époque de l'année, le niveau de l'eau est au plus bas, donnant accès à une belle hauteur de sédiments sur les berges. Armés de leurs pelles, marteaux et pinceaux, les scientifiques les rejoignent en pirogue. « Une fois accostée, toute l'équipe s'est répartie sur le site. Et a prospecté tous azimuts », raconte Pierre-Olivier. Au final, nos scientifiques ont vite trouvé leur bonheur : dès le deuxième jour, un matin d'août, bingo ! Pierre-Olivier tombe sur un bloc léger, terne, sans éclat, à fleur d'eau dans une >

1 Ambre dégagé de sa coquille de sédiments.

2 Le Bassin amazonien est le siège de la plus grande biodiversité terrestre. Les chercheurs de la mission Iquitos se sont concentrés sur cette région nord-péruvienne au pied des Andes.

3 Les 25 fragments d'ambre ont été découverts sur les berges de l'Amazone. La surrection – naissance d'une montagne par le mouvement des plaques tectoniques – des Andes couplée à l'érosion a permis de mettre au jour l'affleurement, ici visible en noir à fleur d'eau.

4 Une fois les scientifiques sur place, tout le site est passé au peigne fin. Chaque jour, les chercheurs prospectent du lever au coucher du soleil.

5 Bloc de résine encore prisonnier des sédiments dans lesquels il a été fossilisé il y a 15 millions d'années.

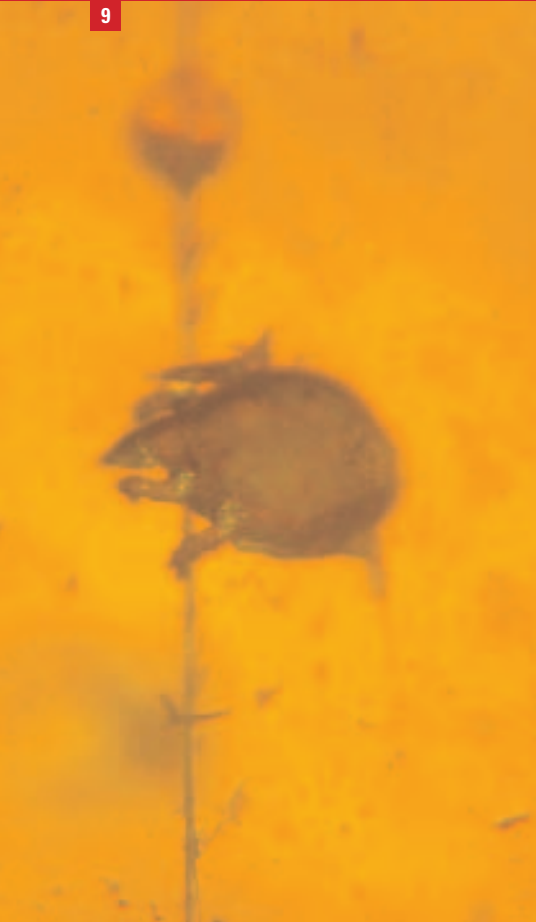
6 Pierre-Olivier Antoine, paléontologue, passe au crible ses trouvailles, à la recherche d'ambre. Un peu d'eau, un tamis et le tour est joué.

7 Un acarien dont les organes internes sont parfaitement intacts, préservé dans l'ambre. Les chercheurs prévoient de séquencer son ADN pour étudier l'évolution des espèces.

8 Pas une seconde n'est perdue ! Chaque fin de journée, sur le bateau du retour au campement, les chercheurs inventorient minutieusement toutes leurs découvertes.



© P.-O. Antoine/LMTG



9 Acarien englué sur un fil de toile d'araignée et piégé dans l'ambre. On peut même voir une goutte de colle le long du fil au-dessus de lui.

10 Observation de l'ambre au microscope avant de le découper en fines lamelles pour identifier ses « habitants ».

11 Ces spores de champignons confirment le climat humide et moite du Bassin amazonien au Miocène moyen.

12 Petite mouche d'environ 1,2mm piégée dans un bloc d'ambre; l'auréole aux extrémités de ses ailes témoigne de ses derniers mouvements pour essayer de s'échapper.



10



11



12

> berge de l'Amazone. « J'ai d'abord pensé à une pollution humaine comme du plastique. Je l'ai alors fait résonner sur mes dents – un petit truc de paléontologue – pour voir si c'était organique ou minéral. C'était organique. Et là, j'ai eu un réflexe heureux, je l'ai regardé au soleil. C'était translucide, mielleux, ambré! Je me suis mis à hurler "C'est de l'ambre!" en trois langues », raconte notre scientifique, qui sait à cet instant que ce morceau de résine contient peut-être les fossiles tant recherchés.

Les fouilles s'accroissent. Rapidement, ils se rendent compte que le gisement d'ambre est restreint à un seul niveau, de 15 centimètres d'épaisseur, sur une bande de 200 mètres. Un seul gisement donc, mais pas des moindres. En quelques heures, 25 fragments d'ambre sont ramassés. Au total : 150 grammes. En parallèle, le reste du terrain est passé au peigne fin. Ils récoltent des vestiges de plantes, de nombreux fossiles de vertébrés et, en prime, des grains de pollen fossilisés qui leur permettront de dater le gisement. Après deux semaines d'expédition, épuisés mais comblés, nos explorateurs retournent dans leurs laboratoires.

Dario de Franceschi et André Nel, spécialistes de l'ambre au Muséum national d'histoire naturelle à Paris, prennent le relais. Ils découpent des lames minces pour les analyser sous leur microscope. Sur les 25 fragments, seuls deux contiennent des informations. Mais c'est suffisant. Un véritable bestiaire jusqu'alors inconnu est englué dans cette résine ! 14 insectes appartenant à 13 familles différentes. Au moins trois espèces d'acariens, dont un

prisonnier sur un fil d'araignée. Et plus de 30 espèces de micro-organismes végétaux ou animaux. En parallèle, les grains de pollen livrent leur verdict : le gisement date du Miocène moyen (12 à 15 millions d'années).

Ces résultats² mettent fin au débat : l'apparition d'une telle biodiversité en Amazonie ne serait donc pas un phénomène récent ! « Une cinquantaine d'espèces différentes dans quelques dizaines de grammes d'ambre suppose une diversité luxuriante à cette époque. Les conditions devaient déjà être très favorables à la vie, explique Pierre-Olivier Antoine. Conclusion : il y a 15 millions d'années, cette région était sûrement composée de forêts denses, dans un climat déjà chaud et très humide, qui bordaient un delta près d'une étendue marine. » En outre, si la datation est exacte, les insectes et acariens piégés seraient les plus anciens arthropodes terrestres connus en Amazonie. « C'est tout un pan de la paléodiversité ancienne qu'on ne connaissait pas », conclut notre chercheur.

Tout ça dans un petit bout d'ambre. Précieux trésor, même si on ne pourra jamais le sortir sur une bague.

Céline Bousquet

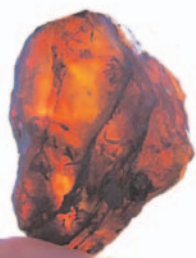
1. Laboratoire CNRS / Université Toulouse-III / IRD. Il est coordinateur de la mission Iquitos, financée par l'Insu dans le cadre du programme Eclipse II.

2. Travaux publiés dans *PNAS*, 12 septembre 2006, vol. 103, n° 37, pp. 13595-13600.

CONTACT

→ **Pierre-Olivier Antoine**

Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie (LMTG), Toulouse
poa@lmtg.obs-mip.fr



Hommes et Hominidés

Des anthropoïdes aux hominidés

Ce thème de recherche est centré sur l'origine et l'évolution des Anthropoïdes¹, point de départ de l'aventure humaine. Les chercheurs ont montré que le berceau des Anthropoïdes était situé en Asie du Sud-Est et non en Afrique et que les plus anciens pré-humains sont connus à l'ouest de la vallée du Rift et non à l'est en Afrique orientale.

Ces résultats conduisent à de nouvelles problématiques sur :

- la nature et la date d'arrivée en Afrique des premiers représentants des Anthropoïdes, migrant d'Asie vers l'Afrique plus tardivement que prévu (il y a 37 et non 60 millions d'années);
- les modalités, lieu et âge de l'émergence de la famille humaine ;
- l'apparition des premières industries humaines ;
- l'impact climatique et environnemental sur l'évolution des Anthropoïdes et des hominidés.

Au sein d'Eclipse, les chercheurs ont poursuivi leurs travaux sur l'histoire et l'évolution des Anthropoïdes et des Hominidés en s'intéressant particulièrement à cette dernière problématique du cadre climatique et environnemental. Ils entendent ainsi conserver l'avance et la primauté de la recherche française dans ce domaine, dans un contexte international de très forte compétition, dans des conditions de terrain souvent difficiles, voire dangereuses. Ils travaillent en collaboration avec des chercheurs de pays africains, asiatiques et de la communauté scientifique internationale.

Les premiers primates anthropoïdes.



Comme pour les Hominidés, l'Afrique a longtemps été considérée comme le berceau des primates anthropoïdes, nos lointains ancêtres. Cette interprétation a brutalement changé suite à la découverte d'une grande diversité d'Anthropoïdes en Asie : d'abord en Chine (de 45 millions d'années), puis par les équipes françaises en Birmanie (de 38 millions d'années, voir la figure ci-contre), en Thaïlande (de 35 millions d'années.) et au Pakistan (de 33 millions d'années). En même temps, la nature anthropoïde des plus anciens primates africains est en train d'être

reconsidérée. Restait à comprendre quelles conditions environnementales ont contraint ces différenciations initiales et l'apparition des caractères morpho-anatomiques qui définissent notre groupe. Il fallait également comprendre quand et à quelle occasion ces premiers Anthropoïdes asiatiques sont arrivés en Afrique, par quelle voie de dispersion et à quelle

¹ Dont les représentants actuels rassemblent les grandes singes, tels les gorilles, chimpanzés et orangs-outans, et l'homme.

occasion. C'est à la connaissance de ces premiers stades de notre histoire, en Asie du Sud et en Afrique qu'a été consacré l'essentiel des moyens du programme Eclipse. Ces recherches ont révélé une étroite relation biogéographique entre l'Asie du Sud-Est et l'Afrique, depuis environ 40 millions d'années, avec des migrations dans les deux sens. Cette histoire semble s'être répétée au cours de la différenciation des grands singes hominoïdes au cours du Miocène (il y a 23 à 5 millions d'années). Aujourd'hui en effet deux grands clades existent, le clade africain et le clade asiatique, qui ont partagé un ancêtre commun il y a 12 à 14 millions d'années. Cette recherche de leur ancêtre commun a conduit les scientifiques à découvrir deux représentants, documentant de manière unique l'origine des orangs-outans en Asie du Sud-Est. Ils ont également mis en évidence d'importantes fluctuations climatiques au cours de la différenciation de ces clades au Miocène moyen, en Asie du Sud-Est. Citons les résultats les plus saillants.

- La découverte en Birmanie de l'ancêtre commun de tous les primates Anthropoïdes modernes (Jaeger et al., *Science* 1999 ; Jaeger & Marivaux, *Science* 2005).
- La radiation asiatique des Amphipithecidés, des anthropoïdes évolutivement en avance par rapport aux formes africaines de la même période et adaptés à une forte saisonnalité des climats (Chaimanee et al., *PNAS* 2000 ; Jaeger et al., *Palevol* 2005).
- La découverte des ancêtres des orangs-outans en Thaïlande, leur flore associée et la mise en évidence de provinces biogéographiques distinctes en Asie du Sud entre la Chine du Sud, la Thaïlande plus le Myanmar et l'Indo-Pakistan dont les climats se distinguent essentiellement par leur saisonnalité plus ou moins marquée (Chaimanee et al., *Nature* 2003 & 2004 ; Merceron et al., *Naturwissenschaften* 2006).
- La découverte de Lémuriens et d'Anthropoïdes anciens au Pakistan, géographiquement les plus proches du continent Africain (Marivaux et al., 2001 & 2005, *PNAS*).

Des Premiers Hominidés aux Premières

L'Afrique, continent-clé pour l'origine et l'évolution des Hominidés, offre en plusieurs régions de longues séquences sédimentaires (mio-plio-pléistocènes, de -23 millions d'années à -10 000 ans) où sont enregistrés les événements géologiques et climatiques qui contraignent l'évolution des paysages et des systèmes biologiques.



Parmi ces régions, deux grands bassins sont actuellement étudiés par des équipes françaises : le bassin du paléolac Tchad (Afrique centrale) et le bassin du Turkana (Afrique de l'Est). Ils occupent une place privilégiée en raison de leur richesse en données géologiques, paléontologiques et archéologiques. Ces bassins ont notamment livré les plus anciens restes d'Hominidés connus à ce jour (Miocène supérieur du Tchad), certains des plus anciens ensembles lithiques humains (Pliocène du Kenya), ainsi que le registre paléontologique le plus complet du Plio-Pléistocène d'Afrique (Formation de Shungura, vallée de l'Omo, Éthiopie).

Ce projet avait pour objectif de collecter et d'analyser les informations disponibles pour reconstruire les composantes biotiques et abiotiques des paléo-milieus de ces régions depuis au moins le Miocène supérieur, puis de modéliser les facteurs environnementaux (climat, tectonique et volcanisme) qui s'y sont succédés, afin d'évaluer leur impact sur l'évolution des communautés végétales et animales, en particulier sur l'évolution biomorphologique et culturelle des premiers Hominidés. Citons les résultats les plus saillants. Dans le Mio-Pliocène d'Afrique Centrale, les chercheurs ont découvert au Tchad les premiers Australopithèques (*Australopithecus bahrelghazali* Brunet & al.1996, daté à 3,5 millions d'années) connus à l'ouest de la vallée du Rift (*Nature* 378, 1995), les plus anciens Hominidés (*Sahelanthropus tchadensis* Brunet & al. 2002, daté de sept millions d'années) du continent africain (*Nature* 2002 ; *Nature* 419, 2002 ; *Nature* 434, 2005 ; *Nature* 434, 2005; *PNAS* 102 (52), 2005) et de plus de 500 sites à vertébrés fossiles dans le Mio-Plio-Quaternaire du Tchad (*Nature* 418, 2002 ; *PNAS* 102, 2005 ; *PNAS* 23, 2006). Ils ont travaillé sur l'évolution (*Science* 311, 2006) et la modélisation (*Science*, 313, 2006) des paléoenvironnements successifs.

Parallèlement en Afrique orientale (West Turkana, Kenya) il faut souligner la découverte de très nombreux artefacts, dont ceux datés de 2,34 millions d'années qui proviennent du site de Lokalalei (*Nature* 399, 1999) et qui sont parmi les plus anciens. L'ensemble de ces découvertes conduit à revoir de manière drastique nos conceptions sur l'origine et les premières phases de l'histoire du rameau humain.

L'homme occupe la forêt des phases climatiques tempérées (il y a 400 000 à 125 000 ans)

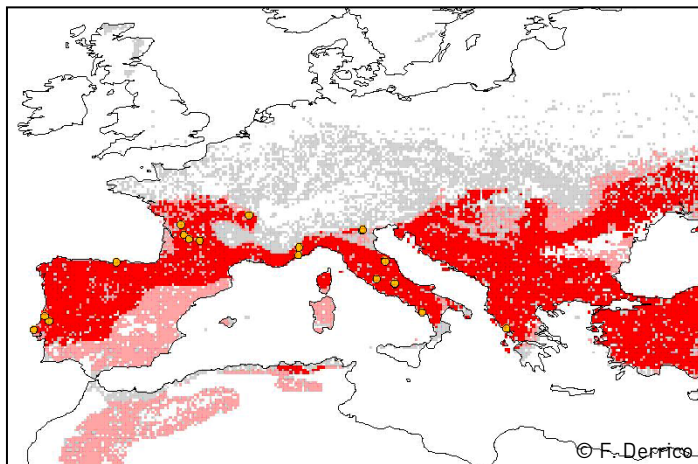
Pour les périodes plus récentes, soit au cours des 500 000 dernières années, les changements climatiques ont aussi influencé l'environnement et les populations d'hominidés. De nombreuses études ont porté sur les changements climatiques à long terme et leurs conséquences sur les espèces (émergence, adaptation, extinction), mais les changements climatiques de grande amplitude et de brève durée et leurs conséquences sur les populations humaines ont été beaucoup moins étudiées. Plusieurs projets d'Eclipse ont pallié ce manque.

Les chercheurs ont étudié les dépôts fluviatiles de la moitié nord de la France (Somme, Seine, Yonne) et notamment les tufs. Le tuf calcaire est une roche sédimentaire qui se forme sous climat tempéré (interglaciaire) à l'émergence de certaines sources ou parfois dans des cours d'eau peu profonds, par la précipitation des carbonates et favorisée par les algues microscopiques. De formation lente, ils fossilisent par encroûtement, saison après saison, les débris végétaux (brindilles, feuilles, graines,



algues...) et animaux (coquilles de mollusques, restes osseux, ostracodes...) se transformant ainsi en véritables livres d'histoire naturelle dont chaque page ou strate raconte l'évolution progressive du paysage au fil du temps. Les chercheurs ont ainsi ouvert une fenêtre sur les périodes interglaciaires des 500 000 dernières années. Ils ont notamment travaillé sur deux sites principaux, dans la vallée de la Seine (La Celle, datant de 400 000 ans) et dans la Somme (Caours, datant de 125 000 ans). Ils ont ainsi daté avec précision les formations interglaciaires, et caractérisé la flore et la faune de ces périodes (hippopotames, macaques, chevaux, cerfs etc. à La Celle et rhinocéros, éléphants, ours etc. à Caours). Ils ont découvert des signes d'activité humaine (silex et restes de mammifères exploités par *Homo heidelbergensis*, cousin européen d'*Homo erectus*, à La Celle et par l'homme de Neandertal à Caours). Leurs travaux montrent que l'homme a occupé les paysages forestiers durant les périodes tempérées. Ils contredisent certaines hypothèses selon lesquelles l'homme était mieux adapté à la steppe, notamment par ses techniques de chasse, et avait dû migrer vers le Nord pour y trouver une végétation plus clairsemée pendant les périodes tempérées.

Au dernier maximum glaciaire, l'homme occupe le Sud de l'Europe (il y a environ 20 000 ans)



Les chercheurs ont étudié les conséquences des changements climatiques rapides, il y a 60 000 à 10 000 ans avant notre ère, sur le continent européen et sur les populations humaines. Ils ont mis en relation les informations extraites des carottes de glace avec celles des sondages marins et des séquences continentales. L'analyse des microcharbons et les pollens a permis, pour la première fois, de reconstituer le régime des feux et à la réponse de la végétation en région

méditerranéenne aux nombreux changements climatiques de cette période. Dans les phases tempérées, la forêt et les feux naturels se sont développés, tandis qu'au cours des phases froides la végétation est devenue semi désertique et les feux naturels ont été beaucoup moins fréquents. Les hommes modernes qui colonisaient la péninsule ibérique entre 40 000 ans et 33 000 ans avant notre ère ne semblent pas avoir modifié significativement le niveau des feux, qui continuent à être en phase avec les changements climatiques. En combinant données archéologiques et modèles climatiques à haute résolution, les chercheurs ont reconstitué, grâce à l'utilisation d'algorithmes particuliers, les limites d'expansion des populations paléolithiques au cours du dernier maximum glaciaire, soit il y a 20 000 à 18 000 ans avant notre ère (en rouge, voir la figure). Ils ont montré que cette distribution était déterminée par des contraintes climatiques tels les limites du pergélisol profond et les températures du mois le plus froid.

Pour les périodes encore plus récentes (les 15 000 dernières années), les chercheurs ont comparé les données paléo-environnementales (sédimentologie, palynologie, micro-algues,



niveaux des lacs, charbons...) qu'ils ont collectées et les observations archéologiques issues de la fouille d'anciens habitats. Ils ont ainsi distingué les parts respectives du climat et de l'homme dans l'histoire de l'environnement et détecté les changements culturels synchrones d'importants changements du milieu. Les zones étudiées sont en priorité les régions sensibles aux impacts climatiques et anthropiques, telles la zone tropicale, la zone méditerranéenne, les hautes latitudes Nord ou les milieux montagnards.

La fréquence des incendies renforcée par l'homme (pendant les derniers milliers d'années)

En Tanzanie, les chercheurs ont décelé l'activité humaine au travers de l'augmentation drastique, au cours des deux derniers millénaires, de l'intensité et de la récurrence des feux. Ces derniers sont sans commune mesure avec ce qui s'est produit auparavant, tout au long de l'Holocène (les 11 500 dernières années), sous le seul jeu des facteurs naturels. Au Mali, les chercheurs sont arrivés aux mêmes conclusions, à partir de 1800 avant notre ère. Ils ont observé une régression de la savane, remplacée par un paysage plus sahélien à un moment où l'apparition de l'agriculture céréalière s'accompagne d'une fréquence quasi-annuelle des incendies.

Plusieurs études des sédiments lacustres ont eu lieu en Italie, dans l'Aubrac, dans les Alpes, ou encore au Maroc. Pour citer l'exemple de l'Italie, les résultats collectés sur les derniers 11500 ans montrent que la région de l'Italie centrale a connu le même genre d'oscillations climatiques (alternance de périodes chaudes et froides) que dans l'Atlantique Nord, oscillations qui obéissent pour partie à un forçage solaire. Déterminante pour les écosystèmes, la fréquence des incendies répond tout d'abord aux oscillations du climat, puis pendant les 4000 dernières années, c'est-à-dire à partir de l'âge du Bronze, elle est renforcée par les activités humaines.

Communiqué de Presse

Toumaï, l'ancêtre des humains : nouveaux fossiles et reconstruction 3D du crâne

Michel Brunet et ses collègues de la Mission paléanthropologique franco tchadienne (MPFT)¹ viennent d'attribuer de nouveaux fossiles à *Sahelanthropus tchadensis*, dit Toumaï. Ils ont également réalisé la reconstruction 3D de son crâne. Ces nouvelles données font l'objet de deux articles et de la couverture de la revue *Nature* du 7 avril 2005. Elles confirment que Toumaï, âgé de sept millions d'années, est proche du dernier ancêtre commun aux chimpanzés et aux humains et représente la plus ancienne espèce connue du rameau humain.

Six fossiles étaient jusqu'à ce jour attribués à Toumaï : un crâne, deux fragments de mâchoire inférieure et trois dents. Deux mandibules et une prémolaire supérieure viennent d'être décrites. Ces éléments de la tête osseuse et des dents permettent d'envisager une taille de 105-120 cm c'est à dire proche de celle du chimpanzé commun (*Pan troglodytes*). Mais Toumaï ne ressemble ni à un chimpanzé, ni à un gorille...Par sa denture (incisives, canines, prémolaires et molaires) il se distingue des deux autres hominidés plus récents connus dans le Miocène terminal : *Orrorin tugenensis* au Kenya et *Ardipithecus kadabba* en Ethiopie. Par sa morphologie crânienne (face, capsule cérébrale et base du crâne) et sa denture plus primitive (canines moins dérivées et émail des dents jugales moins épais) il se différencie également de tous les Australopithèques décrits à ce jour. Il partage en revanche des caractères dérivés avec les hominidés bipèdes plus récents : similitudes de la face (prognathisme faible), du basicrâne (raccourcissement du basioccipital entraînant le début de la migration vers l'avant du trou occipital) et une forte inclinaison vers l'arrière de la face nucale.

Le crâne de *Sahelanthropus tchadensis* est sub-complet mais a été déformé et fracturé durant la fossilisation. Il est important de pouvoir rétablir la forme d'origine et ainsi observer et préciser les détails de différents caractères anatomiques, comme ceux liés à la locomotion. La reconstruction virtuelle est une méthode non invasive : le crâne fossile déformé est numérisé puis transformé en un crâne virtuel qui peut être détruit et reconstruit sans aucun risque pour l'original. Les morceaux sont isolés et ré-assemblés électroniquement, et les déformations sont corrigées. Pour s'assurer de la cohérence de la reconstruction, deux protocoles indépendants sont utilisés. Le premier est uniquement géométrique, le second utilise les contraintes anatomiques existantes chez les crânes de primates : singes, grands singes et hominidés. Les deux protocoles de la procédure ont été réalisés à deux reprises par deux membres de l'équipe.

L'analyse morphométrique de la reconstruction finale montre que Toumaï se range dans le groupe des hominidés et non dans celui des grands singes. **Un dernier test montre même qu'il est**

¹ Michel Brunet, est Professeur à l'Université de Poitiers (actuellement mis à disposition du Collège de France : Chaire de paléanthropologie et de préhistoire) et directeur du Laboratoire de géobiologie, biochronologie et paléontologie humaine (CNRS – Université de Poitiers).

La Mission paléanthropologique franco tchadienne (MPFT) est une collaboration scientifique entre l'Université de Poitiers, le CNRS, l'Université de N'Djaména et le Centre national d'appui à la recherche (CNAR, N'Djaména). Elle conduit au Tchad un programme international de recherches sur l'origine et les environnements des premiers hominidés. Elle est dirigée par Michel Brunet.

anatomiquement impossible de reconstruire le crâne de Toumaï en gorille ou en chimpanzé car alors il éclate et perd son intégrité anatomique.

Le nouveau matériel décrit et l'étude morphométrique de la reconstruction 3D confirment que Toumaï présente une mosaïque originale de caractères primitifs et dérivés qui le distingue à la fois des grands singes africains actuels, gorilles et chimpanzés, mais aussi de tous les autres genres d'hominidés fossiles décrits jusqu'à ce jour : Homo, Australopithecus, Kenyanthropus, Ardipithecus et Orrorin. Ses caractères anatomiques permettent de le considérer comme proche du dernier ancêtre commun aux chimpanzés et aux humains mais aussi comme le plus ancien représentant des hominidés. Sa position géographique, 2500 km à l'ouest de la Vallée du Rift, et son âge très ancien, 7 millions d'années, suggèrent une distribution africaine plus large et plus précoce des hominidés (au moins dès 6 Ma) et une divergence chimpanzé-humain plus ancienne que ne le proposaient la plupart des auteurs.

Les fossiles de *Sahelanthropus tchadensis* ont été décrits en 2002² au nord du Tchad, dans la partie occidentale de l'erg dunaire du Djourab, plus précisément dans la région de Toros-Menalla. Ce secteur fossilifère est situé à 2500 km à l'ouest de la Vallée du Rift et à 150 km à l'ouest des sites de Koro-Toro qui ont livré Abel.

Le nom de Toumaï signifie en langue Goran « espoir de vie ». Dans le désert du Djourab, il est donné aux jeunes enfants nés avant la saison sèche.

Depuis 1994, 400 sites à vertébrés fossiles ont été répertoriés et trois d'entre eux ont livré des restes du Sahelanthrope. Tous ces fossiles proviennent de grès périlacustres. La région de Toros-Menalla était située entre lac et désert et Toumaï côtoyait une faune riche et diversifiée composée d'une cinquantaine d'espèces dont plus de la moitié sont des mammifères : faunes aquatiques (poissons, crocodiles, serpents, tortues), amphibiens (anthracothères, hippopotames), avec en bordure de l'eau des îlots de forêt (singes), mais aussi une savane arborée parsemée de prairies à graminées (rongeurs, lagomorphes proboscidiens, équidés, bovidés). Le degré évolutif des différentes espèces de mammifères de cette faune a permis d'indiquer que Toumaï était âgé de 7 millions d'années.

Références :

« New material of the earliest hominid from the Upper Miocene of Chad ». Michel Brunet, Franck Guy, David Pilbeam, Daniel E. Lieberman, Andossa Likius, Hassane T. Mackaye, Marcia S. Ponce de Leon, Christoph P. E. Zollikofer & Patrick Vignaud. Nature, 7 avril 2005

« Virtual cranial reconstruction of *Sahelanthropus tchadensis* ». Christoph P. E. Zollikofer, Marcia S. Ponce de Leon, Daniel E. Lieberman, Franck Guy, David Pilbeam, Andossa Likius, Hassane T. Mackaye, Patrick Vignaud & Michel Brunet. Nature, 7 avril 2005

Contact chercheur :

Michel Brunet,

E-mail : michel.brunet@univ-poitiers.fr

Secrétariat : Ghislaine Florent, Tél : 05 49 45 37 53, E-mail : ghislaine.florent@univ-poitiers.fr

Contact presse :

Muriel Ilous,

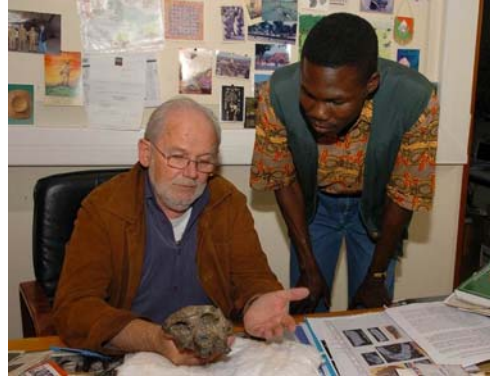
Tél : 01 44 96 43 09, E-mail : muriel.ilous@cnr-dir.fr

² Michel Brunet & al, « A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa ». Nature 418, 11 juillet 2002.

Photos : © MPFT



Fouilles dans l'erg du Djourab (Nord Tchad)
par l'équipe de la MPFT



Michel Brunet, Ahounta Djimdoumbaye et Toumaï
au Laboratoire de géobiologie, biochronologie et
paléontologie humaine de Poitiers



Djourab : Patrick Vignaud
plâtre un crâne de crocodile



Sculpture (E. Daynes) et photo (Ph. Plailly) de
Toumaï sur paysage du delta
de l'Okavango (Botswana).
Photo-montage A. Geraudel/MPFT



Le crâne de Toumaï (original)
Holotype de *S. tchadensis*



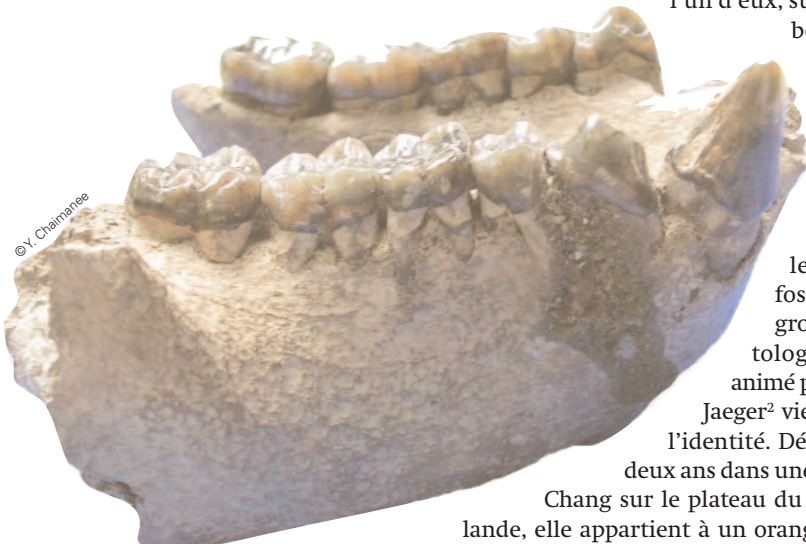
Moulage stéréolithographique de la
reconstitution virtuelle 3D du crâne de Toumaï

ÉVOLUTION

De l'origine de l'homme et des autres espèces

Lucy et Toumaï auraient un ancêtre asiatique... Hypothèse confortée par la découverte, en Thaïlande, d'une mâchoire d'orang-outan vieille de 8 millions d'années. Les chercheurs de l'Isem, paléontologues et biologistes, se penchent sur l'origine et l'évolution des espèces...

Dans le grand bâtiment rectangulaire de l'Institut des sciences de l'évolution (Isem) situé au beau milieu du campus de l'université de Montpellier¹, on arpente de longs couloirs. À gauche comme à droite, les bureaux se succèdent. Dans l'un d'eux, sur une table en

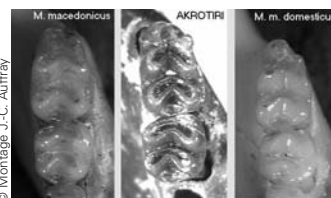


Cette mâchoire fossile retrouvée en Thaïlande a été identifiée par une équipe de paléontologues de l'Isem. Elle appartient à un ancêtre orang-outan mâle âgé de 8 millions d'années.

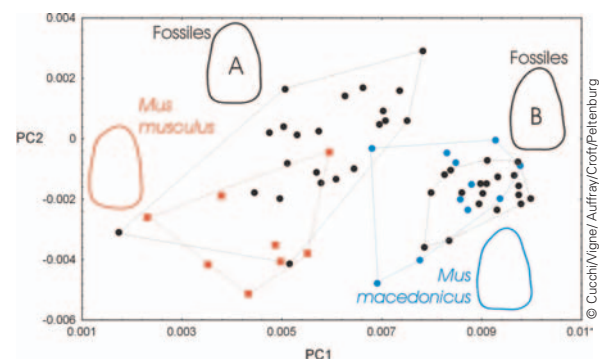
bois est posée une mâchoire longue de 10 centimètres environ qui porte onze dents en parfait état. C'est le tout dernier fossile dont un groupe de paléontologues de l'Isem animé par Jean-Jacques Jaeger² vient de dévoiler l'identité. Découverte il y a deux ans dans une sablière à Thaïlande, elle appartient à un orang-outan âgé de 7 à 9 millions d'années ! Depuis plus de quinze ans, Jean-Jacques Jaeger a fait de l'Asie du Sud-Est son chantier de fouille. Lucy, Orrorin ou Toumaï semblent appuyer la thèse d'une origine africaine des hominidés et de nombreux paléo-anthropologues considèrent donc l'Afrique comme le berceau de l'humanité. Mais Jean-Jacques Jaeger et ses collaborateurs, eux, sont persuadés que le continent asiatique a pu aussi être foulé par certains de nos ancêtres. Des ancêtres communs aux hominoïdes dont les hominidés font partie. Et cette récente découverte semble leur donner raison. L'orang-outan baptisé *Koratpithecus piriyai* est contemporain de la période où s'est

produite la séparation entre la lignée de l'être humain (le genre homo) et celle de nos cousins, les grands singes (gorilles, chimpanzés et orangs outans). Il est ainsi le second témoin de la lignée des orangs-outans : un ancêtre encore plus ancien datant de 12 millions d'années a été découvert il y a quelques années en Thaïlande du Nord. Il s'agit là des seuls spécimens de la lignée des grands singes puisqu'on ne connaît encore aucun ancêtre de gorilles ou de chimpanzés en Asie comme en Afrique. Et c'est la raison pour laquelle Jean-Jacques Jaeger s'obstine à fouiller le sol de l'Asie. Depuis

cinquante millions d'années, de nombreux échanges entre l'Afrique, donnée comme terre de naissance des gorilles, des chimpanzés et des hominidés, et l'Asie se sont produits. Jean-Jacques Jaeger imagine donc que les grands singes ont pu avoir un ancêtre commun asiatique qui aurait migré vers l'Afrique. Si l'orang-outan de Thaï Chang a pu être identifié, c'est grâce aux compétences qui sont réunies à l'Isem. Sa spécificité justement est d'associer toutes les disciplines capables d'apporter des éléments complémentaires pour l'étude de l'évolution des espèces. Et c'est, depuis le début, la raison d'être de l'Institut. « En créant l'Isem en 1980, explique Nicole Pasteur, directrice de l'Institut, Louis Thaler a déjà pour ambition de rapprocher la biologie des populations et la paléontologie pour comprendre les mécanismes de l'évolution ». Ce n'est que dans les années 90 que ce rapprochement se réalise grâce au développement de la génétique moléculaire – et notamment du séquençage de l'ADN –, et à la mise au point de la morphométrie qui permet d'analyser des différences très minimes de formes. Dès lors, biologistes et paléontologues planchent sur la phylogénie des espèces (leurs liens de parenté) : les biologistes à partir de l'ADN, et les paléontologues à partir des changements de formes sur les fossiles. Et ils reconstituent ainsi la succession des événements qui jalonnent l'apparition d'une espèce. Actuellement, les scientifiques de l'Isem cherchent à savoir quand se sont produites les séparations entre les espèces d'hominoïdes. À partir des ADN des formes actuelles, les généticiens moléculaires estiment par



Trois mâchoires de souris (dont une fossile au centre). Sur le diagramme, on observe les différences de forme de leurs molaires (en couleur les souris actuelles, en noir les fossiles). On peut ainsi déterminer par comparaison à quelle espèce appartient la souris fossile.



© T. Da Cunha/Epics



exemple que la divergence entre les branches asiatique et africaine aurait eu lieu il y a treize millions d'années. Un résultat qui concorde avec celui que les paléontologues ont obtenu en étudiant la faune associée, leur seul outil de datation. « *Ce qui nous intéresse également, poursuit Jean-Jacques Jaeger, c'est de savoir pourquoi ces divergences se sont produites. Nous cherchons notamment à comprendre ce qui a pu provoquer la séparation entre l'homme et son plus proche parent, le chimpanzé. Il s'agit bien sûr de causes environnementales: la compétition entre espèces ou encore les événements climatiques.* » Et pour y répondre, les paléontologues collaborent aussi avec l'équipe « Paléoenvironnements »³ de l'Isem. À partir de coquilles de mollusques ou encore de grains de pollen fossiles, ces chercheurs tentent de reconstituer les environnements dans lesquels ces changements ont eu lieu. En modélisant la végétation du passé, ils déterminent l'histoire climatique de la région concernée et son influence sur l'évolution des espèces. Une approche qui a également un aspect prédictif et qui est développée par d'autres chercheurs⁴ de l'Isem pour l'étude de la conservation des espèces. Déterminer comment naît une nouvelle espèce, comment elle évolue ou encore comment elle s'adapte aux conditions extérieures, c'est donc là l'objectif commun aux cent cinquante membres de l'Institut. Et ces mécanismes sont aussi étudiés à partir d'organismes actuels. Un avantage: ils sont plus directement observables. Le groupe de Janice Britton-Davidian⁴, par exemple, travaille sur la formation de nouvelles espèces de souris. Les chercheurs ont d'abord constaté que les quarante chromosomes du rongeur ont la particularité de fusionner en se collant les uns aux autres. Ce phénomène est parfois si important que les individus ont de grandes difficultés à se reproduire avec ceux d'une autre population. Comme une espèce est définie par l'impossibilité de se reproduire avec une autre, les chercheurs se demandent si ces fusions chromosomiques ne pourraient pas être à l'origine de la formation de nouvelles espèces de souris. Lorsqu'on continue à arpenter les couloirs de l'Institut, on découvre une pièce un peu particulière



© M. Marquie/CNRS/Univ. Montpellier 2

remplie d'étagères sur lesquelles sont disposés des centaines de petits bacs et bocaux recouverts d'un tissu. Ils renferment des milliers de moustiques à différents stades de vie: œufs, larves et adultes. Grâce à cet élevage, les chercheurs de l'Isem peuvent notamment comprendre comment le moustique commun acquiert sa résistance aux insecticides... Et appréhender les phénomènes d'adaptation d'une espèce à des modifications environnementales. « *Nous travaillons sur ce modèle car nous bénéficions d'une base de données très importante, explique ainsi Nicole Pasteur. Outre notre élevage, nous avons une collection de moustiques conservés dans de l'azote liquide depuis 20 ans. Et d'autres données qui remontent au début des années 70.* » Des études qui ont démarré à la suite de la démoustication imposée par un plan de développement du littoral méditerranéen au début des années 60. Depuis, chaque nouvel insecticide utilisé a provoqué l'apparition de gènes de résistance différents: stratégies évolutives que le moustique met en place pour survivre. Pour Nicole Pasteur qui a découvert le premier gène de résistance, « *si les espèces ne mettent pas en place des processus pour résister, elles disparaissent. Et sans cette capacité à s'adapter, il n'y aurait plus de vie.* »

Stéphanie Belaud

1. Université des sciences et techniques du Languedoc (Montpellier II).

2. Équipe « Paléontologie, phylogénie et paléobiologie », dirigée par Monique Vianey-Liaud.

3. Équipe « Paléoenvironnements », dirigée par Denis-Didier Rousseau.

4. Équipe « Génétique et environnement », dirigée par Janice Britton-Davidian.

CONTACT

Nicole Pasteur

Institut des sciences de l'évolution de Montpellier

pasteur@isem.univ-montp2.fr

www.isem.univ-montp2.fr

À gauche : à l'Isem, le moustique commun (*Culex pipiens*) est utilisé comme modèle pour comprendre comment une espèce s'adapte à un changement de son environnement. Dans le cas de cette espèce, c'est l'acquisition de la résistance aux insecticides que les chercheurs étudient.

À droite : vue générale de l'insectarium (cage à adultes et bacs d'élevage de larves)

Projets financés par ECLIPSE II

PROJETS 2006 -2007

Stabilité de la signature d¹⁸O des silicates biogéniques (phylolithes et diatomées) au cours du temps: impact des feux et de la diagenèse
ALEXANDRE Anne, SYLVESTRE Florence

Enregistrements des Événements Eoliens dans les séquences Loessiques du dernier cycle climatique en Europe et en Amérique du Nord (EoLE 2) ,
ANTOINE Pierre, ROUSSEAU Denis-Didier

Évolution néogène du Bassin amazonien occidental et biodiversité : relations avec la géodynamique andine,
ANTOINE Pierre-Olivier

APHRODYTE 2 : variabilité climatique holocène et peuplements humains dans le bassin versant du Haut Rhône français,
ARNAUD Fabien, CHAPRON Emmanuel

Contraintes climatiques et développement de l'élevage néolithique en Europe occidentale à la transition Atlantique/Sub-Boréal (4e millénaire av. J.-C),
BALASSE Marie, TRESSET Anne

Variations climatiques et processus anthropiques dans les dynamiques paysagères holocènes en Afrique soudano-sahélienne (Exemple du Plateau dogon, Mali)
BALLOUCHE Aziz

HOM-FAM: Hominidés, Origines, Migrations: France, Afrique du sud, Mozambique
BALTER Vincent

Existe-t-il une relation entre le climat et le champ magnétique terrestre à l'échelle des variations orbitales?
BASSINOT Franck

Etude de la variabilité pluriséculaire du budget hydrique au Cameroun pour les 6 derniers millénaires (REGAB)
BENTALEB Ithem

Processus diagénétiques liés aux hydrates de gaz d'un prisme d'accrétion : la marge des Cascades (Expédition IODP 311)
BLANC-VALLERON Marie-Madeleine

Réponse des systèmes sédimentaires continentaux aux forçages paléogéographiques et climatiques pendant la reconquête floristique et faunistique post-crise au Trias inférieur et moyen
BOURQUIN Sylvie, BROUTIN Jean

Impact anthropique sur l'érosion des sols et la sédimentation dans les zones humides associées durant l'Holocène
BRÉHÉRET Jean-Gabriel

Evolution des environnements et climats continentaux en Asie du Sud Est du Jurassique supérieur au milieu du Crétacé d'après les données paléontologiques et isotopiques
BUFFETAUT Eric

Variations du niveau marin et changements environnementaux au cours de la Dernière Déglaciation ; enregistrement par les récifs coralliens et impact sur leur développement, Tahiti (Polynésie Française)
CAMOIN Gilbert

Environnements quaternaires du Petit Caucase : forçage du volcanisme, des glaciations et de l'Homme
CHATAIGNER Christine, ROIRON Paul

Volcanisme des traps et grandes crises biologiques : signatures géophysiques et géochimiques, réponses biologiques, modélisations climatiques et environnementales
COURTILLOT Vincent, FLUTEAU Frédéric, GARDIN Silvia

Evolution de la paléo-biodiversité du Permien moyen au Trias inférieur sur la bordure est de la Paléo-Téthys: extinctions et reconquête des biotopes marins
CRASQUIN-SOLEAU Sylvie

Adaptations culturelle et biologique aux latitudes Nord : datations ¹⁴C et analyse géochimique des sépultures yakoutes « néolithiques, proto-historiques et médiévales
CRUBÉZY Eric

Cernes d'Arbres, Climat et Isotopes Stables (CACIS)
DAUX Valérie

Climat du Pacifique pendant l'Holocène (PACTHOL)
DE GARIDEL-THORON Thibault

Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité Messinienne et de ses facteurs de contrôle
DEVERCHÈRE Jacques, GORINI Christian

Les climats Crétacés
DONNADIEU Yannick, GUILLOCHEAU François

Variations climatiques et Dynamique des écosystèmes au Sud des Balkans au cours du dernier cycle climatique
FOUACHE Eric, LÉZINE Anne-Marie

Influence du champ magnétique terrestre sur les variations climatiques pluri-décennales durant les derniers millénaires et impact sur l'histoire des civilisations : apport de l'archéomagnétisme au Moyen Orient
GALLET Yves

La séquence lacustre de Yamouneh (Liban): un nouvel enregistrement des paléoenvironnements glaciaires-interglaciaires au Proche-Orient
GASSE Françoise, VAN CAMPO Elise

Glaciations et crises biologiques : exemple de l'épisode fini-ordovicien (archives sédimentaires, paléo-environnements et biodiversité, cycle du carbone)
GHENNE Jean-François

Evolution du Climat et du CO₂ Atmosphérique de la dislocation de la Pangée à nos jours (ECLAT-Pangée)
GODDÉRIIS Yves

PASSUMA (Paléo Aridité Sahara-Sahel sur Un Million d'Années)
GROUSSET Francis

Interactions inter-décennale à millénaire du Climat, de l'Environnement et des populations Humaines en Afrique de l'Est au cours du dernier cycle climatique (CLEHA)
GUTHERZ Xavier, JOLLY Dominique, WILLIAMSON David

Importance des contraintes paléoenvironnementales et paléogéographiques pour l'origine et l'évolution des primates anthropoïdes en Asie du Sud et Afrique du Nord
JAEGER Jean-Jacques

ANOVAN - Variations de l'environnement, événements volcaniques et sociétés humaines dans le bassin du lac de Van (Anatolie orientale) depuis le Pléistocène Moyen et pendant l'Holocène
KUZUCUOGLU Catherine, MOURALIS Damase

Reconstitution quantitative du cadre climatique en domaine continental : analyse isotopique de l'oxygène des phosphates dentaires de mammifères du Cénozoïque d'Europe occidentale.
LEGENDRE Serge

Signature climatique des Interglaciaires dans les Tufs Européens, réponse des Environnements et impact sur le Peuplement paléolithique (SITEP)
LIMONDIN-LOZOUET Nicole

Dynamiques paléoenvironnementales et phases de peuplement mio-quaternaire de l'Arabie méridionale: la perspective Tihama
MACCHIARELLI Roberto

Variations du niveau des lacs, oscillations du climat et histoire des sociétés humaines en Italie au cours de l'Holocène
MAGNY Michel

Cadre chronologique du peuplement humain aux portes de l'Europe durant le stade isotopique 3 et influence des paléoenvironnements
MERCIER Norbert, VALLADAS Hélène

Colmatage des rias et mobilité des ports antiques en Méditerranée Etude comparative Méditerranée Orientale-Mer Noire
MORHANGE Christophe

Evolution des grands cycles biogéochimiques durant le Protérozoïque : d'un environnement archaïque à un environnement moderne
NÉDÉLEC Anne

Fractionnement des isotopes du Zn par les coraux profonds
PICHAT Sylvain

Crises sédimentaires des systèmes carbonatés et crises biotiques : rôle des paléoclimats
PITTET Bernard

Paléoenvironnements des hominidés Mio-Plio-Pléistocènes en Afrique Centrale et Orientale
ROCHE Hélène, VIGNAUD Patrick

Titre du Projet en français: Le processus de terrestrialisation: modélisation des interactions complexes à l'interface biosphère - géosphère
VECOLI Marco

Réponse des environnements continentaux aux changements climatiques globaux au Maghreb Occidental
WENGLER Luc

Projets 2005

Enregistrements des Événements Eoliens dans les séquences Loessiques du dernier cycle climatique en Europe et en Amérique du Nord (EoLE 2)
ANTOINE Pierre, ROUSSEAU Denis-Didier

Évolution néogène du Bassin amazonien occidental et biodiversité : relations avec la géodynamique andine
ANTOINE Pierre-Olivier

Contraintes climatiques et développement de l'élevage néolithique en Europe occidentale à la transition Atlantique/Sub-Boréal (4e millénaire av. J.-C)
BALASSE Marie TRESSET Anne

Variations climatiques et processus anthropiques dans les dynamiques paysagères holocènes en Afrique soudano-sahélienne (Exemple du Plateau dogon, Mali) BALLOUCHE Aziz

Volcanisme de traps : signature géochimique, impact environnemental et réponses biologiques
BARTOLINI Annachiara GARDIN Silvia, HUMLER Eric

Impact des variations rapides du climat sur la biodiversité marine et continentale dans le Pacifique Tropical
BEAUFORT Luc

Etude de la variabilité pluriséculaire du budget hydrique au Cameroun pour les 6 derniers millénaires (REGAB)
BENTALEB Ilhem

L'ours des cavernes, un modèle animal pour les modalités de la transition Paléolithique Moyen - Paléolithique supérieur (Isotopes stables, ADN ancien, datations)
BOCHERENS Hervé

Réponse des systèmes sédimentaires continentaux aux forçages paléogéographiques et climatiques pendant la reconquête floristique et faunistique post-crise au Trias inférieur et moyen
BOURQUIN Sylvie, BROUTIN Jean

Impact anthropique sur l'érosion des sols et la sédimentation dans les zones humides associées durant l'Holocène
BRÉHÉRET Jean-Gabriel

Evolution des environnements et climats continentaux en Asie du Sud Est du Jurassique supérieur au milieu du Crétacé d'après les données paléontologiques et isotopiques
BUFFETAUT Eric

Incendies, Modèles et PALéo-ClimaT HOlocène en Europe du Sud (IMPACTHOS)
CARCAILLET Christopher

Interactions interdécennales à millénaire du CLimat, de l'Environnement et des populations Humaines en Afrique de l'Est au cours du dernier cycle climatique (CLEHA), CHALIÉ Françoise
JOLLY Dominique, WILLIAMSON David

APHRODYTE Archives intégrées de la Paléohydrologie Rhodanienne holocène : Dynamique sédimentaire dans le lac du bourget et la tourbière de chaugagne
CHAPRON Emmanuel, DESMET Marc, REVEL Marie

Environnements quaternaires du Petit Caucase : forçage du volcanisme, des glaciations et de l'Homme
CHATAIGNER Christine, ROIRON Paul

Changements paléoclimatiques et impact sur la variabilité génétique. Etude d'un cas: Cedrus atlantica. (acronyme: CEDRUS)
CHEDDADI Rachid

Volcanisme massif et grandes crises biologiques Modélisation des conséquences climatiques et environnementales de l'éruption des traps du Deccan
COURTILLOT Vincent, FLUTEAU Frédéric

Evolution de la paléo-biodiversité du Permien moyen au Trias inférieur sur la bordure est de la Paléo-Téthys: extinctions et reconquête des biotopes marins
CRASQUIN-SOLEAU Sylvie

Changements climatiques et dynamique de la biosphère au Paléogène (Thanétien - Bartonien)
DANELIAN Taniel

Cernes d'Arbres, Climat et Isotopes Stables (CACIS)
DAUX Valérie, MASSON-DELMOTTE Valérie

Variations tardi- et post-glaciaires de niveaux lacustres en Aubrac (Massif Central, France) en relation avec les changements climatiques et l'action de l'homme
DE BEAULIEU Jacques-Louis

Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité Messinienne et de ses facteurs de contrôle
DEVERCHÈRE Jacques, GORINI Christian

Influence du champ magnétique terrestre sur les variations climatiques pluri-décennales durant les derniers millénaires et impact sur l'histoire des civilisations : apport de l'archéomagnétisme au Moyen Orient
GALLET Yves

Recherche de marqueurs écologiques marins en Méditerranée Occidentale à l'échelle séculaire, le cas du corail rouge (Corallium rubrum) : identification multi-méthodes et caractérisation chimique des stries de croissance à l'échelle du micromètre
GARRABOU Joaquim

Evolution à long terme de la banquise arctique révélée par les variations du flux de matière extraterrestre dans les sédiments profonds du Leg IODP 302 (Ride de Lomonosov)
GATTACECA Jérôme

Mise en évidence et caractérisation d'événements climatiques millénaires des derniers cycles climatiques (glaciaires et interglaciaires) dans le sud-ouest de la France par l'étude géochimique et isotopique (d18O, d13C et d14C) des dépôts stalagmitiques de la grotte de Villars (Dordogne). Comparaison avec les spéléothèmes de sites de la même région (La Chaise (Charente) ; Cussac (Dordogne)), plus septentrionaux (Belgique : grottes de La Vilaine Source, Hotton), et plus méridionaux (grottes Chauvet (Ardèche) ; Clamouse (Hérault)).
GENTY Dominique

Glaciations et crises biologiques : exemple de l'épisode fini-ordovicien (archives sédimentaires, paléo-environnements et biodiversité, cycle du carbone)
GHENNE Jean-François

Evolution du Climat et du CO2 Atmosphérique de la dislocation de la Pangée à nos jours (ECLAT-Pangée)
GODDÉRIS Yves

Les climats Crétacés
GUILLOCHEAU François

Changements du climat et extinctions d'espèces à la fin du Pleistocène
HÄNNI Catherine

Importance des contraintes paléoenvironnementales et paléogéographiques pour l'origine et l'évolution des primates anthropoïdes en Asie du Sud et Afrique du Nord
JAÉGER Jean-Jacques

Statigraphie magnétique haute résolution au Quaternaire dans l'Atlantique Nord : étude des sédiments prélevés lors des campagnes IODP 303 et 306
KISSEL Catherine, MAZAUD Alain

Evolution de l'environnement en Anatolie Méditerranéenne et Centrale pendant le Pléistocène Supérieur et l'Holocène. Les sites de Kirkgöz et Çora.

KUZUCUOGLU Catherine

Signature climatique des Interglaciaires dans les Tufs Européens, réponse des Environnements et impact sur le Peuplement paléolithique (SITEP)

LIMONDIN-LOZOUET Nicole

Impact des changements tectonique, climatique et océanographique sur la productivité océanique et les gaz à effet de serre au cours des derniers 6 millions d'années dans le Pacifique du sud-est

MARTINEZ Philippe

Cadre chronologique du peuplement humain aux portes de l'Europe durant le stade isotopique 3 et influence des paléoenvironnements

MERCIER Norbert, VALLADAS Hélène

Evolution des grands cycles biogéochimiques durant le Protérozoïque : d'un environnement archaïque à un environnement moderne

NÉDÉLEC Anne

Fractionnement des isotopes du Zn par les coraux profonds

PICHAT Sylvain

Crises sédimentaires des systèmes carbonatés et crises biotiques : rôle des paléoclimats

PITTET Bernard

Paléoenvironnements des hominidés Mio-Plio-Pléistocènes en Afrique Centrale et Orientale

ROCHE Hélène, VIGNAUD Patrick

Variations paléoclimatiques en milieu continental à des latitudes moyennes déduites d'un concrétionnement stalagmitique formé depuis 780 000 ans jusqu'à nos jours (grotte de la Basura en Ligurie Italienne)

ROUSSEAU Louis

Conséquence des changements climatiques sur la diversité génétique de la population irlandaise de *Megaloceros giganteus*

SAY Ludovic

Diagramme ADN du permafrost et reconstitutions paléo-écologiques et paléo-climatiques

TABERLET Pierre

Etude comparée de l'évolution à haute résolution des événements climatiques et des activités anthropiques dans les Alpes méridionales françaises au cours des deux derniers millénaires

VERON Alain

Réponse des environnements continentaux aux changements climatiques globaux au Maghreb Occidental

WENGLER Luc

Projets 2004

Enregistrements des Événements Eoliens dans les séquences Loessiques du dernier cycle climatique en Europe et en Amérique du Nord (EoLE 2)

ANTOINE Pierre, ROUSSEAU Denis-Didier

Évolution néogène du Bassin amazonien occidental et biodiversité : relations avec la géodynamique andine

ANTOINE Pierre-Olivier

Volcanisme de traps : signature géochimique, impact environnemental et réponses biologiques

BARTOLINI Annachiara, GARDIN Silvia, HUMLER Eric

Programme DYLLIT: Dynamiques littorales, climat et sociétés entre Aude et Petit-Rhône (Languedoc) depuis 8000 ans, d'après des sources biophysiques et textuelles

BLANCHEMANCHE Philippe, CHABAL Lucie

L'ours des cavernes, un modèle animal pour les modalités de la transition Paléolithique Moyen - Paléolithique supérieur (Isotopes stables, ADN ancien, datations)

BOCHERENS Hervé

Réponse des systèmes sédimentaires continentaux aux forçages paléogéographiques et climatiques pendant la reconquête floristique et faunistique post-crise au Trias inférieur et moyen

BOURQUIN Sylvie, BROUTIN Jean

Evolution des environnements et climats continentaux en Asie du Sud Est du Jurassique supérieur au milieu du Crétacé d'après les données paléontologiques et isotopiques

BUFFETAUT Eric

Incendies, Modèles et PALéo-ClimaT HOlocène en Europe du Sud (IMPACTHOS)

CARCAILLET Christopher

Interactions interdécennale à millénaire du CLimat, de l'Environnement et des populations Humaines en Afrique de l'Est au cours du dernier cycle climatique (CLEHA)

CHALIÉ Françoise, JOLLY Dominique, WILLIAMSON David

APHRODYTE Archives intégrées de la Paléohydrologie Rhodanienne holocène : Dynamique sédimentaire dans le lac du bourget et la tourbière de chautagne

CHAPRON Emmanuel, DESMET Marc, REVEL Marie

Variation des compositions isotopiques du Plomb, du Néodyme et de l'Hafnium des sédiments océaniques depuis 150 Ma

CHAUVEL Catherine

Changements paléoclimatiques et impact sur la variabilité génétique.

Etude d'un cas: *Cedrus atlantica*. (acronyme: CEDRUS)

CHEDDADI Rachid

Interaction Orogénèse - Climat - Erosion en Asie centrale durant le Cénozoïque : l'impact de la surrection de la chaîne du Tian Shan sur le climat dans les bassins de la Junggarie et du Tarim

CHEN Yan, DI-GIOVANNI Christian

Tests et mécanisme de la 'Boule de Neige' et du supercontinent Rodinia au Néoprotérozoïque en Asie centrale

CHEN Yan

Volcanisme massif et grandes crises biologiques Modélisation des conséquences climatiques et environnementales de l'éruption des traps du Deccan

COURTILLOT Vincent, FLUTEAU Frédéric

Cernes d'Arbres, Climat et Isotopes Stables (CACIS)

DAUX Valérie, MASSON-DELMOTTE Valérie

Vers une évaluation spatio-temporelle détaillée de l'impact de la Crise de Salinité Messinienne et de ses facteurs de contrôle

DEVERCHERE Jacques, GORINI Christian

Terre Jurassique

DROMART Gilles

Néotaphonomie comparée des grands prédateurs d'Afrique et d'Europe: implications sur les interprétations des gisements archéologiques du Pléistocène supérieur

FOSSE Philippe

Variations climatiques et Dynamique des écosystèmes au Sud des Balkans au cours du dernier cycle climatique

FOUACHE Eric, LÉZINE Anne-Marie

Variabilité, adaptations et réactions des sociétés pré-colombiennes face aux changements climatiques en Amérique centrale et dans les Caraïbes, entre 5000 BP et la conquête. (Petén guatémaltèque, Yucatan central et petites Antilles)

GALOP Didier

Mise en évidence et caractérisation d'événements climatiques millénaires des derniers cycles climatiques (glaciaires et interglaciaires) dans le sud-ouest de la France par l'étude géochimique et isotopique (d18O, d13C et d14C) des dépôts stalagmitiques de la grotte de Villars (Dordogne).

Comparaison avec les spéléothèmes de sites de la même région (La Chaise (Charente) ; Cussac (Dordogne)), plus septentrionaux (Belgique :grottes de La Vilaine Source, Hotton), et plus méridionaux (grottes Chauvet (Ardèche) ; Clamouse (Hérault)).

GENTY Dominique

Glaciations et crises biologiques : exemple de l'épisode fini-ordivicien (archives sédimentaires, paléo-environnements et biodiversité, cycle du carbone)

GHIENNE Jean-François

Evolution du Climat et du CO2 Atmosphérique de la dislocation de la Pangée à nos jours (ECLAT-Pangée)

GODDÉRIIS Yves

Origine des accidents climatiques depuis 50 ka en Atlantique: hautes latitudes? zones tropicales?
GROUSSET Francis

Les climats Crétacés
GUILLOCHEAU François

Contrôles des variations paléo-environnementales sur le versant Sud-Himalayen depuis 10 Ma
HUYGHE-MUGNIER Pascale

Importance des contraintes paléoenvironnementales et paléogéographiques pour l'origine et l'évolution des primates anthropoïdes en Asie du Sud et Afrique du Nord
JAEGER Jean-Jacques

Signature climatique des Interglaciaires dans les Tufs Européens, réponse des Environnements et impact sur le Peuplement paléolithique (SITEP)
LIMONDIN-LOZOUET Nicole

Impact des changements tectonique, climatique et océanographique sur la productivité océanique et les gaz à effet de serre au cours des derniers 6 millions d'années dans le Pacifique du sud-est
MARTINEZ Philippe

Érosion et Circulation océanique dans l'Océan Indien au Cénozoïque décryptées à l'aide des traceurs isotopiques à longue période et des reconstructions géodynamiques
MEYNADIER Laure

Dynamique spatio-temporelle des paléoenvironnements postglaciaires du bassin de la Durance (Alpes du Sud, France) : contribution systématique à partir de marqueurs sédimentologiques, paléocéanographiques et archéologiques
MULLER Serge

Modifications biotiques et accumulation de la matière organique en réponse aux changements climatiques : exemples jurassiques (Toarcien, Jurassique supérieur)
NEIGE Pascal

Evolution des grands cycles biogéochimiques durant le Protérozoïque : d'un environnement archaïque à un environnement moderne
NÉDÉLEC Anne

Les changements du cycle du carbone au cours du dernier cycle glaciaire
PAILLARD Didier

Les paléomilieux africains mio-pliocènes et la dichotomie grands singes - hommes
PICKFORD Martin

Crises sédimentaires des systèmes carbonatés et crises biotiques : rôle des paléoclimats
PITTET Bernard

Paléoenvironnements des hominidés Mio-Plio-Pléistocènes en Afrique Centrale et Orientale
ROCHE Hélène, VIGNAUD Patrick

Variations paléoclimatiques en milieu continental à des latitudes moyennes déduites d'un concrétionnement stalagmitique formé depuis 780 000 ans jusqu'à nos jours (grotte de la Basura en Ligurie Italienne)
ROUSSEAU Louis

Etude comparée de l'évolution à haute résolution des événements climatiques et des activités anthropiques dans les Alpes méridionales françaises au cours des deux derniers millénaires
VERON Alain

Quantification de l'impact des forçages climatiques/anthropiques passés et futurs sur les circulations dans le Bassin de Paris
VIOLETTE Sophie

Premiers peuplements humains au nord de la Thaïlande
ZEITOUN Valéry

INSU

Colloque Eclipse II

CNRS

Environnement et CLimat du Passé: hiStoire et Evolution



Programme

Renseignements : lydie.guillerot@cnrs-dir.fr

Lundi 15 octobre

08h30-9h00 : Accueil

9h00-9h30 : Anne-Marie Lézine, Bruno Goffé

Introduction du Colloque

9h30-10h00 : **Conférence introductive : Gilles Ramstein**

Les périodes glaciaires de l'Histoire de la Terre du Quaternaire au Protérozoïque

Discussion : 10 minutes

10h10-10h25 : **Dominique Genty**, D. Blamart, B. Ghaleb, J.-M. Geneste

Etude de la variabilité climatique à partir de l'analyse isotopique des spéléothèmes du Sud de la France : chronologie et amplitude d'événements climatiques abrupts pendant le dernier cycle climatique.

10h25-10h40 : D.-D. Rousseau, **Pierre Antoine**, S. Kunesch, C. Hatté, C. Gauthier, A. Sima, O. Moine, J. Rossignol, F. Lacroix., A. Lang, L. Zoeller, M. Fuchs, N. Gerasimenko, S. Markovic

Changements climatiques millénaires dans les dépôts loessiques US et européens: Corrélations entre enregistrements continentaux, océaniques et des glaces du Groenland.

10h40-11h10 : Café

11h10-11h25 : **Anne Alexandre**, F. Sylvestre, J. Crespin, C. Sonzogni, C. Paillès

Signification de la signature $\delta^{18}O$ des silicates biogéniques continentaux (phytolithes et diatomées)

11h25-11h40 : **Franck Bassinot**, J.-P. Valet, Y. Guyodo

Existe-t-il une relation entre le climat et le champ magnétique terrestre à l'échelle des variations orbitales?

11h40-11h55 : **Emmanuelle Pucéat**, J. Besse, J.F. Deconinck, Y. Donnadieu, F. Fluteau, F. Guillocheau, B. Huber, R. Jacob, C. Lécuyer, D. Neraudeau, R.T. Pierrehumbert, G. Ramstein, C. Robin, D. Roche

Les Climats du Crétacé

11h55-12h10 : **Yves Goddérès**, Y. Donnadieu, G. Dromart, R. Pierrehumbert, F. Fluteau, R. Jacob, G. Ramstein, C. Lézine, B. Andreu

Climate and atmospheric PCO_2 evolution from the Pangea dislocation to the present day

12h10-13h45 : Buffet

Les stalagmites de la grotte de Vilars – crédit photographique D.



Lundi 15 octobre

13h45-14h15 : **Conférence introductive : Jean Broutin**, M. Berthelin

Les paléoflores « mixtes » permienes de la marge sud téthysienne : signification paléogéographique et paléoclimatique.

Discussion : 10 minutes

14h25-14h40 : **Anne Nédélec**, G. Le Hir, E. Font, M. Macouin, L. Vieira, Y. Goddérès, G. Ramstein, M. Elie, J.-J. Alvaro, R.I.F. Trindade, A. Nogueira, G. Halverson, M. Ader, F. Poitrasson, B. Pokrovsky

Evolution des grands cycles biogéochimiques au Protérozoïque: la sortie de glaciation “Boule de Neige” et ses conséquences

14h40-14h55 : **Marco Vecoli**, G. Clément, P. Gerrienne, B. Meyer-Berthaud, A. Riboulleau, T. Servais, P. Steemans

The terrestrialization process: modelling complex interactions at the biosphere-geosphere interface – results and ongoing investigations

14h55-15h10 : **Bernard Pittet**, E. Mattioli, G. Suan, B. Gréselle, F. Giraud, P. Léonide, M. Floquet

Crises sédimentaires des systèmes carbonatés et crises biotiques : rôle des paléoclimats

15h10-15h40 : Café

15h40-15h55: **Vincent Fernandez**, P. Tafforeau, E. Buffetaut, V. Suteethorn

Evolution of continental environments and climates in Southeast Asia from the Late Jurassic to the mid-Cretaceous: 3D imaging of enigmatic tiny eggs with embryos from the Lower Cretaceous of Thailand using phase contrast X-ray synchrotron microtomography.

15h55-16h10 : **Pierre-Olivier Antoine**

Évolution néogène du Bassin amazonien occidental et biodiversité : relations avec la géodynamique andine

16h10-16h25: **Rachid Cheddadi**, L. François, M. Demarteau, A. Roujjati, A. Baali

Past climate changes in Morocco and potential impacts on some plant species



Ambre d'Amazonie – crédit photographique P.O. Antoine

16h30 : Posters

Mardi 16 octobre

9h00-9h30 : Conférence introductive : Patrick Vignaud

L'environnement des Hominidés miocènes en Afrique Centrale, comparaison avec l'Afrique Orientale

Discussion : 10 minutes

9h40-9h55 : Hélène Roche, J.-R. Boisserie

Recherches pluridisciplinaires dans la Formation de Nachukui (West Turkana, Nord Kenya)

9h55-10h10 : Yaowalak Chaimanee, J.-J. Jaeger et collaborateurs

Importance of paleoenvironmental and paleogeographic constraints for the origin and early stages of Anthropoid evolution in South Asia and Northwest Africa

10h10-10h25 : Boris Vanni re, D. Colombaroli, E. Chapron, W. Tinner, M. Magny

Climate versus human-driven fire regimes in Mediterranean landscapes: the Holocene record of Lago dell'Accesa (Tuscany, Italy).

10h25 : Posters et Café

12h30-14h00 : Buffet

14h00-14h15 : M. Balasse, Anne Tresset, E. Blaise, J.-D. Vigne, D. Helmer, S. Br hard, K. Dobney, M.-P. Horard-Herbin, M. Magny.

Contraintes climatiques et développement de l' levage néolithique en Europe occidentale   la transition Atlantique / Sub-Boréal (4e millénaire av. J.-C).

14h15-14h30 : Eric Crubezy, M. Gibert, V. Balter
Modalités de peuplement de la Yakoutie (Sibérie orientale); Adaptations biologiques et culturelles; Intérêt des analyses biochimiques.

14h30-14h45 : Christophe Morhange
Colmatage des rias et mobilité des ports antiques en Méditerranée et en Mer Noire.



Momie iakoute – crédit photographique E. Crub zy

Mardi 16 octobre

Discussion générale

14h45 : Discussion générale autour des trois thèmes du colloque avec présentation des synthèses (15 minutes) et discussions (30 minutes) :

Thème 1 « CLIMAT » présenté par Gilles Ramstein

Thème 2 « BIODIVERSITE » présenté par Jean Broutin

Thème 3 « HOMMES ET HOMINIDES » présenté par Michel Brunet

17h00 : Fin du colloque

ECLIPSE II

Programme Interdisciplinaire de l'INSU 2003-2007

Direction Scientifique : Dominique Le Queau

Coordination: Anne-Marie Lézine et Gilles Ramstein, LSCE Saclay

Membres du Comité Scientifique :

Jean Besse, IPG Paris

Luc Beaufort, CEREGE Aix-en-Provence

Henri Galinié, CITERES Tours

Christian France-Lanord, CRPG Nancy

Elisabeth Verges, ISTO Orleans

Jean Broutin, Paléobiodiversité et paléoenvironnements, Paris

Michel Brunet, Géobiologie, Biochronologie et Paléontologie Humaine, Poitiers

Michel Magny, Chrono-Écologie, Besançon

Joël Guiot, CEREGE Aix-en-Provence

Rachid Cheddadi, ISEM Montpellier

Francesco D'Errico, PACEA Talence

Yves Godderis, LMTG Toulouse

Christophe Lecuyer, PEPS Villeurbanne

Remerciements : Lydie Guillerot