

Projet PPF « Structure et Évolution des écosystèmes »

Coordinateur :

**Philippe GRANDCOLAS, CR1 CNRS
FRE 2695 CNRS, Dépt. de Systématique et Évolution
Muséum national d'Histoire naturelle
45, rue Buffon, F-75005 PARIS
Tél.: 01 40 79 38 48 - Fax: 01 40 79 56 79
E-Mail: pg@mnhn.fr**

Contexte

L'évolution de la structure des écosystèmes est étudiée à différentes échelles de temps et souvent de manière différente par les écologistes, les systématiciens, les paléontologistes, les préhistoriens et les archéozoologues.

C'est malgré tout un sujet qui unit toutes les disciplines qui traitent du vivant et de son environnement. Les écologistes mettent l'accent sur les structures et les processus actuels et subactuels dans les écosystèmes, les systématiciens infèrent l'histoire phylogénétique des taxons et de leur fonction dans les écosystèmes, les paléontologues, les préhistoriens et les archéozoologues s'attachent d'avantage à documenter directement l'évolution des écosystèmes par les documents diachroniques mis à jour.

Ces différents types d'analyses, bien que poursuivant le même but, sont restés relativement distants en raison du cloisonnement structurel des disciplines scientifiques. Ce projet a donc pour but de rapprocher les communautés scientifiques traitant de l'évolution des écosystèmes et de les amener à répondre ensemble à des questions scientifiques sur l'origine, le maintien et la conservation de la biodiversité.

Les études historiques sur les écosystèmes se justifient d'emblée par le fait que les écosystèmes actuels résultent d'une évolution longue de 3,8 milliards d'années. L'origine de la biodiversité et les caractéristiques qu'elle a héritées du passé conditionnent bien souvent son maintien. En d'autres termes, aucune étude sur les systèmes actuels ne peut aboutir ou amener à une meilleure compréhension, même sur un unique plan fonctionnel, sans que l'on ait connaissance de l'origine des taxa, des fonctions ou des milieux concernés.

Objectifs

L'objectif principal est l'étude de la variation des caractéristiques des écosystèmes à diverses échelles de temps, par la comparaison entre écosystèmes présents et passés.

La structure des écosystèmes sera décrite et analysée en termes des caractéristiques suivantes : richesse spécifique, endémisme, diversité écologique, groupes fonctionnels, et relations entre organismes. Ces caractéristiques permettent de comparer les écosystèmes dans différentes régions du globe dont les paramètres climatiques ou physiques divergent et dont les histoires sont contrastées.

Trois questions principales sont posées :

Quels sont les déterminants des variations historiques de la richesse spécifique et de la diversité écologique, ainsi que des groupes fonctionnels ou de l'endémisme. Des paramètres climatiques ou physiques sont-ils des facteurs explicatifs ?

Ces déterminants sont-ils restés les mêmes pendant les époques passées et présentes ?

Quelle est la cinétique historique de la mise en place de la biodiversité dans les écosystèmes ?

Méthodes

Les études de la structure des écosystèmes sont menées avec la même finalité de base, à savoir comprendre l'origine et le maintien de la biodiversité. Cette compréhension se place dans un contexte systémique où les organismes ne sont pas considérés comme des entités nécessairement indépendantes les unes des autres ou de l'environnement.

Les questions posées se résument donc à comprendre pourquoi la richesse (nombre d'espèces) ou la diversité (nombre de spécialisations ou de groupes fonctionnels) a-t-elle localement une certaine valeur, en fonction de quelles circonstances originelles et de quelle évolution ultérieure.

Ces questions sont donc toujours posées sur une large échelle de temps, qui prend en compte la période séparant l'origine des taxons de l'état étudié de l'écosystème.

Selon les terrains d'étude ou les organismes étudiés, ces questions revêtent différents aspects dans les détails. Par exemple, une étude portant sur un hot spot actuel (« point sensible ») de biodiversité mettra l'accent sur l'endémisme tandis qu'une étude portant sur un site fossilifère traitera directement du problème des extinctions.

Cette comparaison entre écosystèmes présents et passés et les réponses aux questions posées sur l'origine de la biodiversité nécessitent et résultent de l'interaction entre études néontologiques et paléontologiques :

1. Les écosystèmes sur des sites écologiquement équivalents (même climat et/ou même région géographique) sont comparés à travers leur caractéristiques à différentes époques, actuelles, subactuelles ou passées. Le présent est alors un référentiel pour l'écosystème passé. Même si l'écosystème présent peut ne pas correspondre à un écosystème existant dans le passé, les grandes lignes de sa structure permettent au moins de se « référencer » à certains des facteurs que l'on cherche à interpréter dans l'écosystème passé. Dans ce premier cas, le présent « éclaire » le passé et permet des interprétations fonctionnelles par analogie. Il est également nécessaire de considérer la dimension taphonomique de l'assemblage fossile à travers la compréhension de l'histoire des dépôts sédimentaires et de leur évolution diagénétique.

2. Les inférences historiques sur l'origine des composantes des écosystèmes présents (phylogénétiques, fonctionnelles) sont testées par la comparaison avec les écosystèmes passés. Les taxa, leurs caractéristiques, les groupes fonctionnels

correspondants existent-ils bien, ainsi qu'il a été reconstitué avec des phylogénies ou des analyses fonctionnelles sur des taxa actuels, dans les écosystèmes passés ? Dans ce second cas, le passé « explique » le présent et permet de valider les hypothèses sur l'origine des composantes des écosystèmes actuels. Ou encore, l'examen de l'évolution à long terme d'écosystèmes passés permet de prédire ou informe sur le devenir des écosystèmes actuels dans certaines situations comparables.

Actions de recherche

Les actions sont menées dans deux types de sites d'études où le Muséum a une expérience et un investissement déjà important :

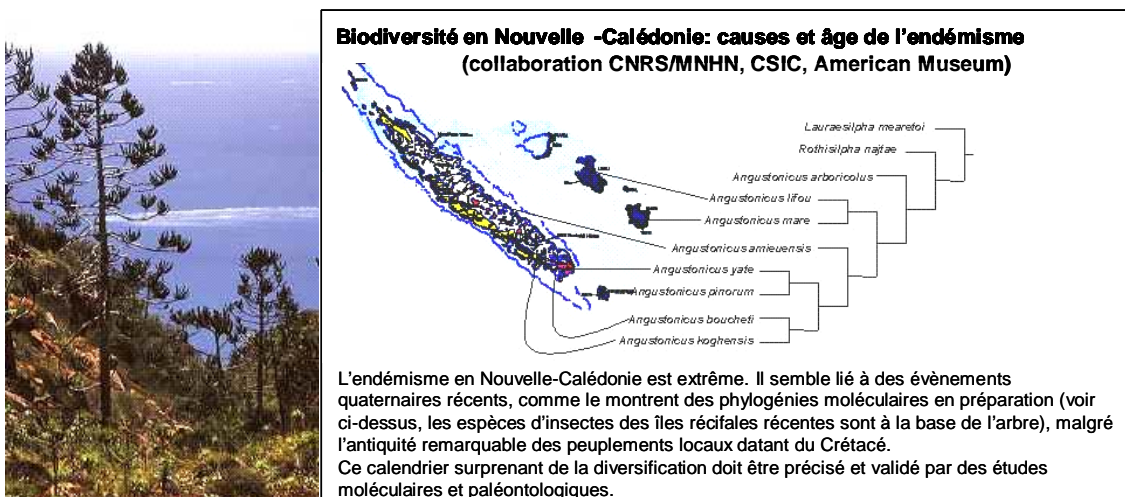
- points sensibles de la biodiversité (« hot spots ») et zones prioritaires d'étude en milieu tropical : écosystèmes actuels riches, divers, et aussi en grand besoin de conservation (Nouvelle-Calédonie, Guyane Française, Asie du Sud Est, notamment cordillère Annamitique, Afrique subsaharienne)

- zones géographiques-clés où l'opportunité d'étudier des écosystèmes est particulièrement intéressante pour des raisons fonctionnelles, évolutives ou de faisabilité (rift Africain et Europe, Géorgie, notamment vis-à-vis des Hominidés, en préhistoire), gisements fossiles accessibles (Ambre Eocène parisien, Miocène de Sansan, Miocène-Pliocène de Sacaco au Pérou, en paléontologie, en archéozoologie).

Quels sont les déterminants des variations historiques de la richesse spécifique et de la diversité écologique, en termes soit de variation des groupes fonctionnels ou de l'endémisme, soit de paramètres climatiques ou physiques ?

Des localités d'étude telles que les « points sensibles de biodiversité » sont des régions extrêmement riches, diverses et forte d'endémisme, où cette question prend un sens particulier (*cf.* encadré Nouvelle-Calédonie).

Pourquoi des valeurs si hautes de biodiversité en de tels lieux ? La raison est d'abord recherchée dans les déterminants actuels au niveau géographique local ou régional puis axée sur le temps passé, avec l'analyse phylogénétique et les gisements fossiles subactuels.



Quels sont les groupes fonctionnels particulièrement concernés ? Sont-ils particulièrement favorisés par les circonstances climatiques ou physiques locales ou régionales ? Cette biodiversité est-elle liée à la diversité des habitats et/ou un morcellement géographique du paysage ?

En Nouvelle-Calédonie, l'endémisme entre massifs montagneux est étudié par le biais d'analyses phylogénétiques moléculaires qui permettent de comprendre pourquoi certains écosystèmes sont si particuliers en termes d'espèces constituantes (FRE 2695 CNRS : P. Grandcolas, R. Pellens, J. Murienne, C. D'Haese ; CSIC : X. Bellés, M.D. Piulachs ; American Museum, New York : Ward Wheeler). Les datations issues de ces analyses seront confrontées aux données paléontologiques locales.

En Guyane Française, l'endémisme est étudié dans le cadre des inselbergs granitiques, où des communautés de plantes xérophiles survivent et témoignent de phases climatiques sèches durant le quaternaire récent (UMR 5176 CNRS : C. Sarthou, UMR 7138 CNRS : S. Samadi, M. C. Boisselier-Dubayle).

En Afrique, une autre cause de variation de la richesse spécifique concerne les limites entre formations différentes dans les écosystèmes. Ainsi, l'écotone forêt-savane (la zone de transition plus ou moins abrupte observée entre forêt primaire et milieux ouverts) génère de la biodiversité, notamment à travers des mécanismes de spéciation mal connus. Plusieurs zones d'écotones sont abordées en milieu tropical: forêt-savane en Guinée, forêt côtière et savane du Selous en Tanzanie et forêt Amazonienne et savane du Cerrado au Brésil (FRE 2695 CNRS : C. Denys, L. Granjon, E. Lecompte).

Au niveau historique, cette diversité ou ce morcellement du paysage font l'objet de reconstitutions paléoenvironnementales, afin de juger de leur permanence en tant que cause éventuelle de la biodiversité.

La richesse et l'endémisme élevés sont-ils indicateurs de diversifications locales importantes ou d'extinctions différentielles des espèces ? Cette question est posée de deux manières.

D'une part, des analyses phylogénétiques sont utilisées pour reconstituer l'histoire des groupes et de leur diversification, afin d'attester de l'origine de cette biodiversité, locale ou régionale. Si l'origine groupe d'espèces ou d'un groupe fonctionnel est régionale, l'hypothèse d'une diversification locale est réfutée. Ou encore, la richesse spécifique dans un groupe local peut s'avérer le résultat d'une radiation ou de multiples spéciations convergentes dans un groupe plus vaste.

D'autre part, des analyses paléontologiques (dans des gisements Miocène-Pliocène ou même subactuels) sont menées pour témoigner de la permanence de ces groupes ou d'extinctions différentielles.

Par exemple, le gisement Miocène de Sacaco au Pérou a livré les restes de communautés entières littorales comprenant même des Cétacés fossiles. Ces communautés étudiées sur plusieurs niveaux stratigraphiques permettent de visualiser directement la dynamique de la biodiversité et de comprendre quelle est son origine (UMR 5143 CNRS : C. de Muizon et al.).

Les gisements archéologiques recèlent aussi des informations uniques dans ce domaine. Une base de données est en cours de constitution concernant les régions

Bretagne, Pays de Loire, Haute et Basse Normandie, Centre, Ile de France, Bourgogne, Picardie, Nord Pas de Calais, Champagne Ardenne, Lorraine, Alsace (ESA 8045 CNRS, J.D. Vigne et al. & SPN, MNHN).

Les deux analyses historiques – phylogénétique et paléontologique – gagnent évidemment à être combinées.

Dans les zones géographiques-clés, le raisonnement est du même type mais s'applique cette fois-ci à certains composants des écosystèmes d'intérêt particulier, même dans des zones à biodiversité générale plus faible.

Il en va ainsi des hominidés fossiles en Europe, de mammifères présents dans les sites subactuels ou archéozoologiques, des gisements fossiles très riches et très accessibles (sortes de « points sensibles » du passé).

La présence et la diversification de ces espèces ou groupes fonctionnels d'intérêt particulier est étudiée de la même manière que dans les points sensibles par une combinaison d'études écologiques, phylogénétiques et paléontologiques.

Des Hominidés fossiles sont ainsi étudiés, entre autres études, dans plusieurs sites (FRE 2676 et 2677 CNRS : Dmanissi en Géorgie, 1.8 ma, Ceprano en Italie 0.8 ma, Atapuerca Gran Dolina en Espagne 0.8 ma). Les réponses du genre Homo à des stress (crises climatiques, bouleversements d'origine géologique ou cosmique) entraînent l'apparition de couloirs géographiques ou d'isolats où l'on peut étudier et comprendre des extinctions de populations. Ces recherches sont menées dans le cadre d'une action transversale entre géologues, préhistoriens et anthropologues, en relation avec les problématiques paléontologiques développées sur les faunes de mammifères néogènes.

Ces déterminants sont-ils restés les mêmes pendant les époques passées et présentes ? Quelle est la cinétique historique de la mise en place de la biodiversité dans les écosystèmes ?

Les études de ce projet se placent toutes dans une perspective diachronique et évolutive, phylogénétique et/ou paléontologique.

Cette perspective évolutive permet de documenter si les déterminants de la biodiversité sont restés constants au cours des âges.

En règle générale, les études portant sur les écosystèmes sont en la matière assez spéculatives, extrapolant par actualisme les causes du présent au passé ou réciproquement.

Il est important de tester ces extrapolations par des études historiques appropriées. Ainsi, on se pose la question de savoir si les extinctions supposées sur une base phylogénétique sont effectivement observées dans le registre fossile.

Ou, inversement, on se pose la question de mieux échantillonner des registres fossiles dans certaines régions pour rechercher d'éventuelles « lignées-fantômes »¹ mis en évidence par des analyses phylogénétiques.

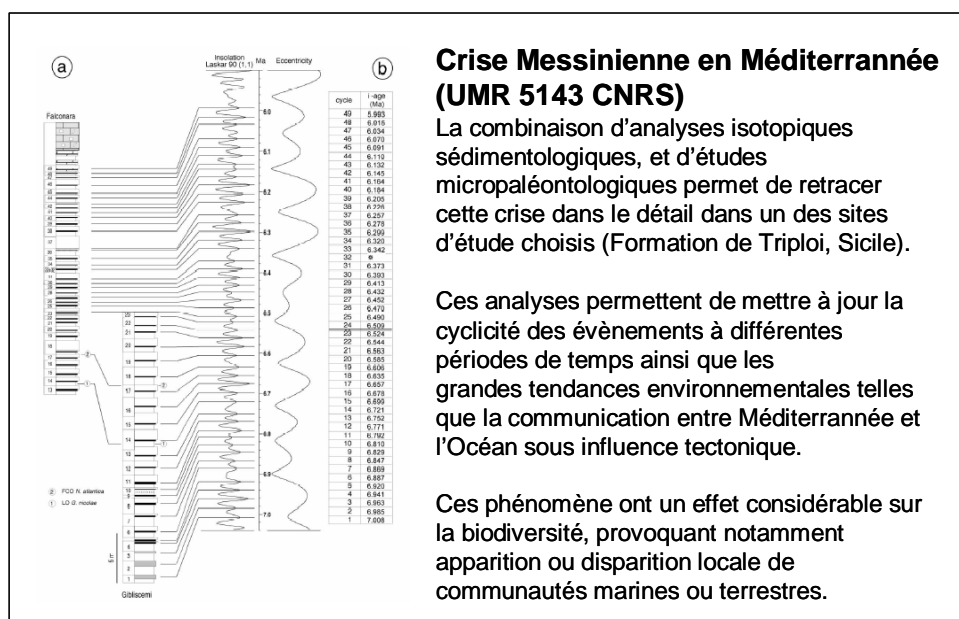
¹ Groupes inconnus stratigraphiquement d'une période où ils sont supposés exister d'après la phylogénie et l'âge de leurs proches parents.

Les variations de la biodiversité dans le présent ou le passé peuvent être très brutales, comportant des extinctions de masse, donnant lieu à ce que l'on a appelé des crises de la biodiversité et les phases de récupération post-crisis : brusque crise actuelle sous une forte influence humaine, ou longues crises passées lors des vicissitudes géologiques ou climatiques (entre autres, limite Permo-Trias ou fin du Crétacé), ou encore courtes crises quaternaires liées à l'évolution des Hominidés.

La comparaison de ces crises passées et présentes renseignent sur les causes et les modalités de changements de la biodiversité.

La transition Néoprotérozoïque-Cambrien inférieur est une période-clé de l'évolution du monde vivant tant en domaine marin que terrestre, marquée par une grande diversification des groupes fossiles. Ce sont les écosystèmes microbiens qui, malgré l'apparition des premiers eucaryotes, alimentaient massivement la biomasse antérieurement à cette phase de diversification. La colonisation du milieu terrestre et des milieux extrêmes par les communautés microbiennes et algales est étudiée dans les paléosols et les dépôts salifères de cet âge. La colonisation des environnements extrêmes se traduit également par le développement important des communautés coelobiontiques (microbes algues, spongiaires) colonisant cavités, fissures, etc., affectant différents substrats sous-aquatiques (UMR 5143 CNRS).

Beaucoup plus récemment, la crise de salinité Messinienne a affecté la Méditerranée en réponse aux effets conjugués de contraintes tectoniques et climatiques. L'instauration de conditions physico-chimiques extrêmes, notamment de salinité, a gravement perturbé les écosystèmes marins tandis que l'abaissement du niveau du plan d'eau, en augmentant la surface des terres émergées, a fortement influencé les écosystèmes terrestres qu'il s'agisse du couvert végétal ou des populations de mammifères. La crise Messinienne semble avoir également déclenché des effets rétroactifs sur le climat au delà du cadre périméditerranéen, notamment en Asie et en Afrique australe. Les opérations de recherche portent sur le bassin méditerranéen (Espagne, Sicile, Turquie) et en Afrique occidentale (désert du Namib) et australe, ainsi qu'au Kenya (UMR 5143 CNRS)



Enfin, les variations climatiques des 5 derniers millions d'années ont eu un fort impact sur l'évolution des hominidés et sur leurs migrations. La reconstruction des paléoclimats en milieu continental permet l'élaboration de cadres régionaux dans lesquels les découvertes archéologiques, paléoanthropologiques et paléontologiques peuvent être replacées. Ces études permettant d'étudier la réponse des faunes (vertébrés, invertébrés, protistes) et des flores aux bouleversements climatiques et de mettre en évidence leur capacité d'adaptation, de récupération et de reconquête. Les recherches sont focalisées sur quelques périodes géologiques qui ont marqué l'évolution de la biodiversité et préparé les écosystèmes actuels. Le volet marin de ces recherches permet en outre de préciser les rôles respectifs de l'intensification de l'effet de serre et des événements de refroidissement dans le contrôle de la disponibilité des nutriments, de la productivité primaire et de l'enfouissement de la matière organique, dont les effets rétroactifs sur le climat ne sont que rarement pris en compte dans les modèles actuels.

Conclusion

A terme, de multiples comparaisons entre écosystèmes présents et passés à diverses périodes et échelles de temps demande un effort d'intégration. Les changements fonctionnels détaillés et leurs significations dans les écosystèmes sont étudiés à des échelles fines et pour des périodes souvent plus récentes, tandis que les grands patrons de l'évolution des faunes et des flores dans les écosystèmes majeurs (par exemple, forêt tropicale) seront appréhendés sur des échelles de temps plus importantes. C'est l'intégration de ces différentes échelles d'étude des écosystèmes qui permet de comprendre à la fois l'origine et le maintien de la biodiversité.

Publications

Cette liste est non exhaustive et représente une petite fraction représentative des sujets abordés ou traités comme exemples dans le projet (les noms des participants sont en caractères gras).

- Álvaro J.J., **Rouchy J.M.**, Bechstädt, Boucot A., Boyer F., Debrenne F., Moreno-Eiris E., Perejon A. & **Vennin E.**, 2000. Evaporitic constraints on the southward drifting of the western Gondwana margin during Early Cambrian times. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **160**, 105-122.
- Barome, P.**, **Volobouev, V.**, Monnerot, M; Mfuné, J; Chitaukali, W; Gautun, J; **Denys, C.** 2001. Phylogeny of *Acomys spinosissimus* (Rodentia, Muridae) from north Malawi and Tanzania: evidence from morphological and molecular analysis. *Biological Journal of the Linnean Society*, **73**, 321-340.
- Bellanca A., Caruso A., Ferruzza G., Neri R., **Rouchy J.M.**, Sprovieri M. & **Blanc-Valleron M.-M.** 2001. - Sedimentary record of the transition from marine to hypersaline conditions in the Messinian Tripoli Formation in the marginal areas of the Sicilian Basin. *Sedimentary Geology*, **139**, 87-106.
- Blanc-Valleron M.M.**, Pierre C, Caulet J.P., Caruso A., **Rouchy J.-M.**, Cespuglio G., Sprovieri R., Pestrea S. & Stefano E. Di. 2002. Sedimentary, stable isotopes and micropaleontological record of paleoceanographic changes during the deposition of the lower Messinian Tripoli formation of the Gbliscemi-Falconara section (Sicily). *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **185**, 255-286.

- Brunet, M ; & MPFT (A ; Beauvilain, D. Billiou, H. Bocherens, J.R. Boisserie, L. De Bonis P. Branger, A. Brunet, **Y. Coppens**, R. Daams, J. Dejax, **C. Denys**, P. Düringer, V. Eisenmann, F. Fanon, P. Fronty, M. Gayet, D. Geraads, F. Guy, M. Kasser, G. Koufos, A. Likus, N. Lopez-Martinez, A. Louchart, L. Maclatch, H. T. Makaye, B. Marandat, G. Mouchelin, C. Mourer-Chauvir, O. Otero, S. Peign, P. Pelaez Campo-Manes, D. Pilbeam, **J. C. Rage**, D. De Ruyter, M. Schuster, J. Sudre, **P. Tassy**, P. Vignaud, L. Viriot, & A. Zazzo. 2000. Chad : discovery of vertebrate fauna close to the Mio-Pliocene boundary. *Journal of Vertebrate Paleontology* **20**, 205-209.
- Brunet, M., F. Guy, D. Pilbeam, H. Taisso Mackaye, A. Likus, D. Ahounta, A. Beauvilain, C. Blondel, H. Bocherens, J.-R. Boisserie, L. De Bonis, **Y. Coppens**, J. Dejax, **C. Denys**, P. Düringer, V. Eisenmann, G. Fanone, P. Fronty, D. Geraads, T. Lehmann, F. Lihoreau, A. Louchart, A. Mahamat, G. Merceron, G. Mouchelin, O. Otero, P. Pelaez Campomanes, M. Ponce De Leon, **J.-C. Rage**, M. Sapanet, M. Schuster, J. Sudre, **P. Tassy**, X. Valentin, P. Vignaud, L. Viriot, A. Zazzo, C. Zollikofer. 2002. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. *Nature*, **418**, 145-151.
- Cibois, A., Slikas, B., Schulenberg, T.S. & **Pasquet, E.** 2001. An endemic radiation of Malagasy songbirds is revealed by mitochondrial DNA sequence data. *Evolution* **55**, 1198-1206.
- de Muizon, C.** 2001. Walking with whales. *Nature* **413**, 259-260.
- de Muizon, C.** & Domning, D.P. 2002. The anatomy of *Odobenocetops* (Delphinoidea, Mammalia), the walrus-like dolphin from the Pliocene of Peru and its palaeobiological implications. *Zoological Journal of the Linnean Society* **134**, 423-452
- D'Haese, C.** 2000. Is psammophily an evolutionary dead end? A phylogenetic test in the genus *Willemia* (Collembola: Hypogastruridae). *Cladistics* **16**, 255-273.
- Dizon, E., Detroit, F., **Semah, F.**, Falgueres, C., Hameau, S., Ronquillo, W. & Cabanis, E., 2002. Notes on the morphology and age of the Tabon Cave fossil *Homo sapiens*. *Current Anthropology* **43**, 660-666.
- Falguères, C.** 2003. ESR dating and the human evolution : contribution to the chronology of the earliest humans in Europe. *Quaternary Geochronology (Quaternary Science Reviews)*, **22**, 1345-1351.
- Fernandez-Jalvo, Y. Scott, L. **Denys, C.** 1999. Taphonomy of pollen associated with predation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **149**, 271-282.
- Gabounia L, Vekua A., Lordkipanidze D., Swisher C.C., Ferring R., Justus A., Nioradze M., Tvalcherelidze M., Anton S.C., Bosinski G., Jöris O., **Lumley M.A. de**, Majsuradze G. & Mouskhelishvili A. (2000) - Earliest Pleistocene hominid cranial remains from Dmanisi, Republic of Georgia : Taxonomy, geological setting, and age. *Science*, **288**, 1019-1025.
- Goubert E., Neraudeau D., **Rouchy J.M.** & Lacour D., 2001. Foraminiferal record of environmental changes: Messinian of the Los Yesos area (Sorbas basin, SE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **175**, 61-78.
- Grandcolas, P.** 1998. Phylogenetic analysis and the study of community structure. *Oikos* **82**, 397-400.
- Grandcolas, P.** 1998. The evolutionary interplay of social behavior, resource use and anti-predator behavior in Zetoborinae + Blaberinae + Gyninae + Diplopterinae cockroaches: a phylogenetic analysis. *Cladistics* **14**, 117-127.
- Grandcolas, P.** 2003. Exploring biodiversity. *Cladistics* **19**, 176-179.
- Hassanin, A.**, Douzery, E.J.P. 2003. Molecular and Morphological Phylogenies of Ruminantia and the Alternative Position of the Moschidae. *Systematic Biology*, **52**, 206-228.
- Krijgsman W., **Blanc-Valleron M.M.**, Flecker R., Hilgen F.J., Kouwenhoven T.J., Orszag-Sperber F. & **Rouchy J.M.** 2001. The onset of the Messinian salinity crisis in the eastern Mediterranean (Pissouri basin, Cyprus). *Earth Planetary Sciences Letters*, **194**, 299-310.

- Lecompte, E. Granjon, L. Peterhans, J.K. & Denys, C.** 2002. Cytochrome b-based phylogeny of the Praomys group (Rodentia, Murinae): a new African radiation? *Comptes Rendus Biologies* **325**, 827-840.
- Mcdonald, H.G. & **de Muizon, C.** 2002. The cranial anatomy of *Thalassocnus* (Xenarthra, Mammalia), a derived nothrothere from the Neogene of the Pisco Formation (Peru). *Journal of Vertebrate Paleontology* **22**, 349-365.
- Najt, J. & P. Grandcolas**, (Eds.) 2002. Zoologia Neocaledonica 5. Systématique et endémisme en Nouvelle-Calédonie. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 187: 1-283.
- Pickford, M. & Senut, B.** 2001. The geological and faunal context of Late Miocene hominid remains from Lukeino, Kenya. *C. R. Acad. Sci. Paris, sér Ila*, **332**, 145-152.
- Rouchy J.M.**, Orszag-Sperber F., **Blanc-Valleron M.M.**, Pierre C., Riviere M., Combourieu-Nebout N. & Panayides I. 2001. Paleoenvironmental changes at the Messinian-Pliocene boundary in the eastern Mediterranean: southern Cyprus basins. *Sedimentary Geology*, **145**, 93-117.
- Sarthou, C.** & J. F. Villiers. 1998. Epilithic plant communities on French Guiana inselbergs. *Journal of Vegetation Science* **9**, 847-859.
- Sarthou, C., Samadi, S. & M. C. Boisselier-Dubayle.** 2001. Genetic structure of the saxicole *Pitcairnia geyskesii* (Bromeliaceae) on inselbergs in French Guiana. *American Journal of Botany* **88**, 861-868.
- Sarthou C.** 2001. Plant communities on a granitic outcrop. In: *Nouragues: Dynamics and Plant-Animal interactions in a neotropical rainforest*. F. Bongers, P. Charles-Dominique, **P.M. Forget** & M. Théry (eds), pp. 65-78, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Semah, F., Saleki, H., Falgueres, C., Feraud, G. & Djubiantono, T.,** 2000. Did early man reach Java during the Late Pliocene ? *Journal of Archaeological Science*, **27**, 763-769.
- Vennin, E., Álvaro, J.J., Moreno-Eiris, E. & Perejón, A.,** 2003. Lower Cambrian coelobiontic communities in tectonically unstable crevices developed in Neoproterozoic volcanics, Ossa-Morena, southern Spain. *Lethaia* **36**, 53-65.
- Voinchet P., **Falguères C.**, Laurent M., Toyoda S., Bahain J.J. & Dolo J.M. 2003. Artificial optical bleaching of the aluminium center in quartz. Implications to ESR dating of sediments. *Quaternary Geochronology (Quaternary Science Reviews)*, **22**, 1335-1338.
- Yoder, A.D., Burns, M.M., Zehr, S., Delefosse, T., **Véron, G.**, Goodman, S.M., Flynn, J.J. 2003. Single origin of Malagasy Carnivora from an African ancestor. *Nature* 421, 734-737.

Liste des unités participantes :

Département Systématique et Evolution

FRE 2695 CNRS, Origine, structure et évolution de la biodiversité

UMR 7138 CNRS, Systématique, adaptation, évolution

UMS 2700 CNRS, Taxonomie - Collections

Département Histoire de la Terre

UMR 5143 CNRS, Paléobiodiversité : histoire et dynamique

Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité

UMR 5176 CNRS, Fonctionnement, évolution et mécanismes régulateurs des écosystèmes forestiers tropicaux (ECOTROP)

ESA 8045 CNRS, Archéozoologie et histoire des sociétés

Département de Préhistoire

FRE 2677 CNRS, Les hominidés au quaternaire : milieux et comportements

FRE 2676 CNRS Préhistoire et Paléoanthropologie : Peuplements, Environnements et Comportements