

LES PHOSPHATIÈRES DU QUERCY : D'UNE HISTOIRE HUMAINE À L'HISTOIRE DE LA VIE

Thierry PELISSIÉ ¹

Au sud du Quercy, entre les vallées du Célé et de l'Aveyron, les causses de Limogne et de Saint Chels renferment un trésor caché. Au cœur d'excavations et de gouffres apparemment bien anodins gisent les discrets témoignages de la ruée vers le phosphate qui a agité cette région à la fin du XIX^e siècle. On y trouve aussi d'abondants restes fossiles, preuves tangibles d'une évolution parallèle des organismes, de l'environnement et du climat sur plus de 30 millions d'années.

UN PALÉOKARST COMPLEXE

La plupart de ces anciennes exploitations ressemblent à s'y méprendre à des gouffres ou à des grottes, voire à des canyons creusés au sein des calcaires jurassiques. Néanmoins l'observation souligne la complexité de ce karst. Les remplissages argileux généralement rouges, souvent riches en pisolites de fer, nodules et encroûtements phosphatés, restes osseux s'avèrent très différents de ceux des cavités actuelles. L'abondance de la kaolinite témoigne notamment d'un climat tropical fort éloigné des conditions périglaciaires quaternaires. On ne peut également qu'être frappé par la juxtaposition de morphologies endokarstiques (comme les chenaux et pendants de voûte, les anastomoses) et exokarstiques (comme les dents de dragon, forme de cryptolapiaz caractéristique d'environnements chauds et humides).

Confrontés aux données fournies par la géologie régionale, ces éléments permettent de proposer le scénario suivant (figure 1) pour la genèse de ces gisements :

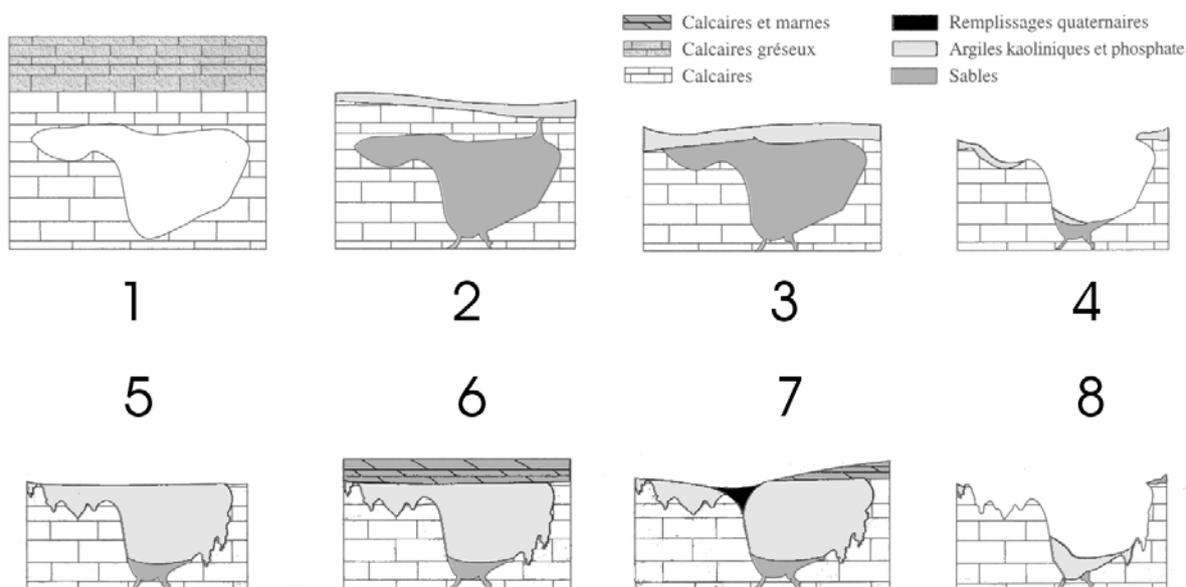


Figure 1 : La longue histoire des phosphatières (d'après T. Pélissié *et al.* 1999)

¹Docteur en Géologie - 85 Mas de Couderc, 46260 Limogne en Quercy

La mer épicontinentale dans laquelle se sont déposés les calcaires du Jurassique et du Crétacé supérieur se retire définitivement il y a 70 à 65 millions d'années. L'eau circule à travers les discontinuités de la roche et creuse en profondeur un vaste réseau de grottes

- 1) L'érosion attaque les roches superficielles. Les carbonates dissous sont exportés. Les résidus sableux sont entraînés en profondeur et colmatent les cavités. Les résidus argileux plus difficiles à transporter demeurent en surface. Sous climat tropical, ils subissent des phénomènes de latéritisation avec concentrations de fer, d'alumine mais aussi de phosphate.
- 2) L'érosion finit par décapiter l'ancienne grotte
- 3) Le sable est soutiré dans les fissures du calcaire.
- 4) Les eaux de ruissellement entraînent dans la cavité béante les argiles et tous les restes organiques présents à la surface et qui, en se décomposant, constituent une seconde source de phosphate. Ce phénomène bref, de l'ordre de la dizaine de milliers d'années, est bien plus rapide que l'évolution biologique. De ce fait, en l'absence de remaniements ultérieurs, chaque phosphatière livrera une faune homogène. Ceci est d'autant plus intéressant que le soutirage du sable n'est pas synchrone : il s'est produit selon les gisements entre 52 et 18 millions d'années avant notre ère. L'érosion se poursuit et la surface topographique descend toujours. Les dents de dragon se développent à l'interface calcaires/argiles
- 5) A partir d'environ 20 millions d'années, en lien avec la surrection des Pyrénées et l'accumulation des produits de l'érosion dans le Bassin Aquitain, un ensemble de lacs et de marécages recouvre le Quercy. Des calcaires marneux blancs scellent les phosphatières et les préservent de l'érosion.
- 6) A la fin du Tertiaire et au Quaternaire, l'érosion est relancée par l'installation puis l'enfoncement des vallées actuelles. La couverture marneuse est décapée, remettant à jour les phosphatières. Ces dernières seront ponctuellement réactivées ce qui explique la présence de rares remplissages de cet âge. Mais l'essentiel du creusement karstique ignorera le paléokarst et sera à l'origine des grottes actuelles.
- 7) A la fin du XIX^e siècle, l'exploitation industrielle de la phosphorite vide la plupart des cavités. Depuis 1965, les scientifiques étudient ce véritable laboratoire naturel de l'évolution.

UNE AVENTURE HUMAINE

Vers le milieu du XIX^e siècle, les vertus agronomiques du phosphate étaient déjà connues mais peu de gisements inventoriés. C'est donc dans un contexte de prospection que, en 1865, le chimiste Jean André Poumarède remarque la vigueur anormale du blé dans une parcelle proche de Caylus (Tarn-et-Garonne). Un rapide

examen du sol révèle la présence de nodules phosphatés et d'ossements : les phosphates du Quercy sont découverts.

Les prospecteurs sillonnent alors la région, pistant les indices de minerai à travers la vigueur de la végétation, les cailloux des murets en pierres sèches et les fragments remontés par les taupes. De nombreux gisements sont localisés depuis les environs de Bruniquel au sud jusqu'à celles de Marcilhac-sur-Célé au nord (figure 2).



Figure 2 Carte de localisation des phosphatières du Quercy. (d'après Y. Billaud, 1982)

Il faut attendre 1870 pour que des compagnies anglaises ou belges amorcent l'extraction minière. En règle générale, elles n'achètent pas les parcelles mais seulement le droit d'exploiter avec : un prix par quintal de phosphate fixé en fonction de

la qualité, un engagement à remettre le site en état à la fin de l'exploitation, un dédommagement pour les cultures non réalisées.

Les prix flambent et la perspective de réaliser de rapides profits attise les convoitises. Les arnaques fleurissent. Tel propriétaire "ensemence" sa parcelle avec des morceaux de minerai empruntés dans une carrière voisine.... Tel exploitant réhabilite l'ancienne excavation mais se contente de la remblayer sur quelques mètres au-dessus d'un plancher sommaire.... Tel mineur s'accommode avec le responsable de la bascule pour tricher sur les masses transportées.... C'est l'âge d'or des phosphatières. Plus de 2400 ouvriers répartis sur l'ensemble du territoire extraient chaque année 30.000 tonnes de minerai pour une valeur marchande de 1.000.000 de francs or ! Les activités induites sont également très importantes, notamment pour le transport du phosphate par charrois ou par train routier vers les vallées du Lot, de la Bonnette et de l'Aveyron. Le minerai y est broyé dans des moulins à blé reconvertis (voir figure 2) avant d'être expédié vers Bordeaux puis l'Angleterre soit par la voie fluviale et les gabarres navigant sur le Lot, soit par la voie ferrée à partir de Cahors, St Martin-Labouval, St Antonin Noble Val ou Caussade.

Hélas, plus les exploitations s'approfondissent et plus les coûts augmentent. Malgré leur qualité, les phosphorites du Quercy sont rapidement concurrencées par les gisements découverts dans le sud-est de la France, en baie de Somme et surtout en Floride et en Afrique du Nord. En 1887, soit après seulement 17 ans d'exploitation, la majeure partie des carrières ferme et la plupart des ouvriers se retrouvent au chômage. Tout le sud du Quercy est touché par la crise économique encore aggravée par le phylloxera qui détruit le vignoble, autre richesse du secteur. L'exode rural se développe notamment vers l'Amérique du Nord, plus précisément la Californie où de nombreux Quercynois vont travailler dans les tanneries.

Au pays, seules les exploitations principales poursuivront une activité minière saisonnière, ce jusqu'à la première guerre mondiale qui y portera un coup d'arrêt définitif. Les carrières à phosphates vont se muer en « trous » à phosphate, réceptacles de divers déchets, depuis le cadavre de la brebis de la ferme voisine jusqu'à l'intégralité des ordures ménagères de la commune... Quelques tentatives sporadiques de reprise auront lieu dans le secteur de Caylus en 1920 ou à Bach en 1941.

Mais ce sont les paléontologues qui, à partir de 1965, vont relancer l'étude scientifique des phosphatières.

UNE MINE D'INFORMATIONS PALEONTOLOGIQUES

Dès 1865, dans la lettre déclarant sa découverte au Préfet du Tarn-et-Garonne, Jean André Poumarède en soulignait l'aspect paléontologique. Plus d'un siècle après l'arrêt de l'activité économique, c'est effectivement l'intérêt scientifique des fossiles qui justifie la renommée internationale des phosphatières.

Pour les mineurs, les ossements fossiles constituaient un minerai de premier choix et finissaient souvent au concassage ! Heureusement, même si cela tient essentiellement à des raisons mercantiles, les plus belles pièces, comme la célèbre grenouille visible au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, furent sauvées au hasard des échanges et des héritages. Elles ont même induit l'hypothèse erronée selon laquelle les poches karstiques contiendraient des faunes systématiquement mélangées étalées sur de longues périodes : en fait le mélange observé est le plus souvent d'origine anthropique.

Il faut attendre 1938 pour que Bernard Gèze, réalisant la première fouille paléontologique sérieuse dans les phosphatières, montre qu'un gisement donné renferme une faune homogène, d'âge précis.

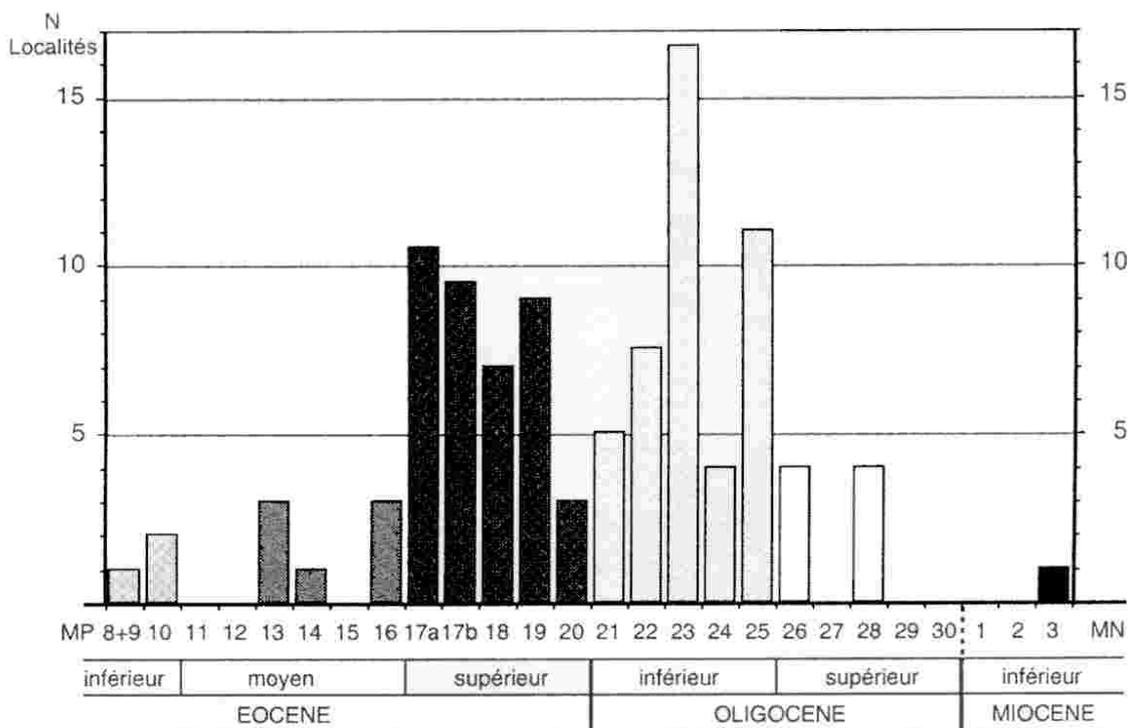


Figure 3 : Fréquences par MP et MN de 100 gisements datés du paléokarst du Quercy (d'après J.-G. Astruc et al., 2003)

C'est sur la base de ce constat que, depuis 1965, les paléontologues des universités de Lyon, Montpellier, Paris et Poitiers travaillent régulièrement dans le Quercy.

Ces recherches ont confirmé l'énorme richesse paléontologique des phosphatières. 167 gisements ont été repérés, depuis l'Eocène inférieur jusqu'à la base du Miocène (voir figure 3). Les fossiles peuvent y être particulièrement abondants (jusqu'à 12000 spécimens pour un seul gisement) et toujours bien conservés, sans écrasement important ce qui en permet une étude en 3D. A côté d'invertébrés comme les gastéropodes et les insectes, les vertébrés foisonnent avec de rares poissons, des amphibiens, des reptiles (10 espèces), des oiseaux (75 espèces) et surtout des mammifères avec plus de 500 espèces inventoriées à ce jour. Au-delà de cette diversité, l'intérêt majeur des gisements du Quercy est qu'ils constituent une séquence quasi continue sur plus de 35 millions d'années, fait exceptionnel surtout en milieu continental.

L'EVOLUTION ENREGISTREE

L'accès à des durées suffisamment longues permet, à travers la succession des générations, de suivre l'évolution biologique. Le groupe des rongeurs, bien connu pour sa prolificité, s'avère particulièrement favorable pour ce type d'analyse et

plusieurs lignées évolutives ont ainsi pu y être individualisées. Une des plus caractéristiques est celle des *Issiodoromys*, genre européen endémique dont l'évolution demeure indépendante d'échanges de populations entre continents. L'hypsodontie, c'est-à-dire la hauteur des couronnes dentaires, augmente de façon continue au cours du temps pendant que le dessin de la table dentaire se simplifie et que la longueur des molaires et prémolaires s'accroît (voir figure 4).

Ces tendances, partagées par d'autres taxons, tant chez les rongeurs que chez d'autres groupes de mammifères, ne se réalisent pas à vitesse constante, témoignant de l'impact des conditions environnementales sur l'évolution à travers les mécanismes de la sélection naturelle. Elles autorisent la définition de degrés évolutifs qui permettent de comparer les divers gisements et d'en établir la chronologie relative.

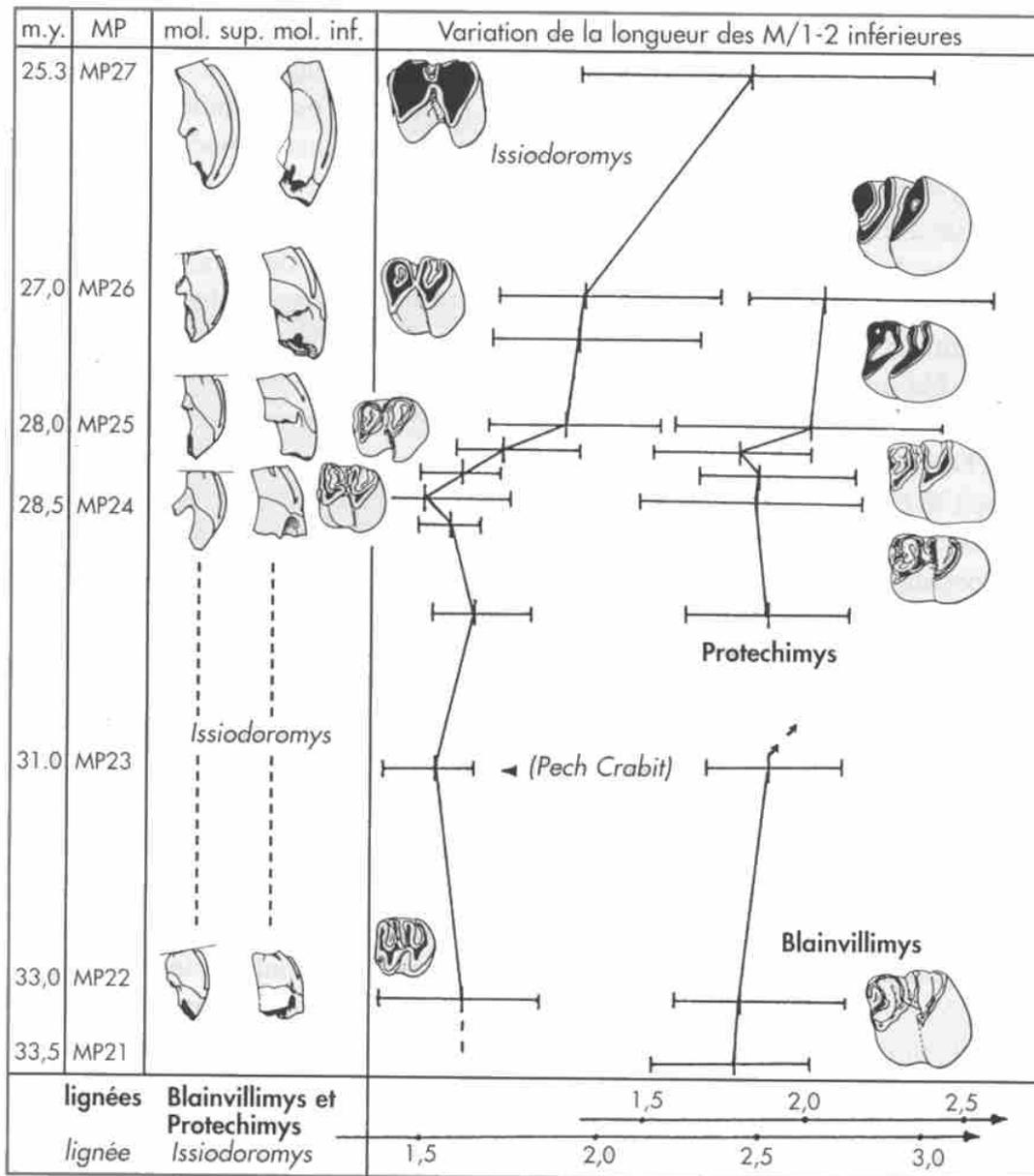


Figure 4 : Quelques lignées évolutives chez les rongeurs oligocènes (d'après M. Vianey-Liaud, 1999)

DES FOSSILES AUX PALEOENVIRONNEMENTS

De façon très classique, les fossiles renseignent sur les paléoenvironnements par comparaison avec des formes voisines actuelles. Dans les gisements les plus anciens, les restes de Lémuriens, de Tarsiers ou de Crocodiliens évoquent ainsi une forêt tropicale. Dans les plus récents, Rhinocérotidés, Tigres à dents de sabre et Antilopes indiquent plutôt une savane arborée.

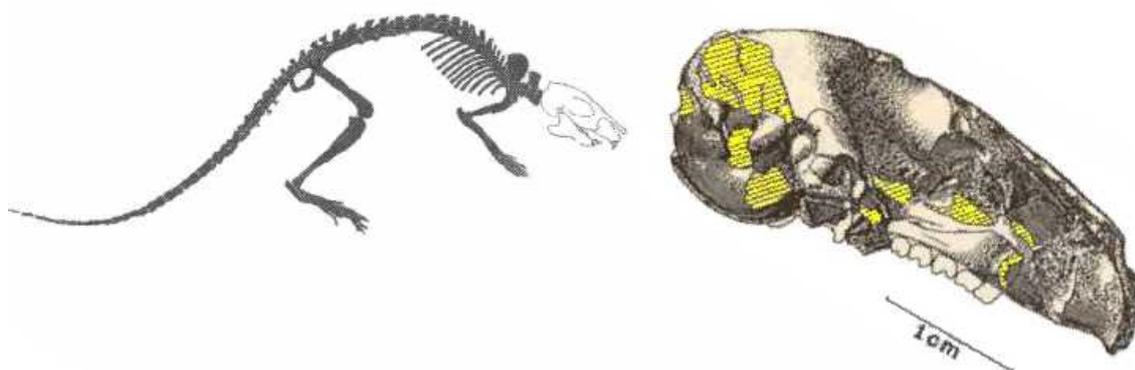
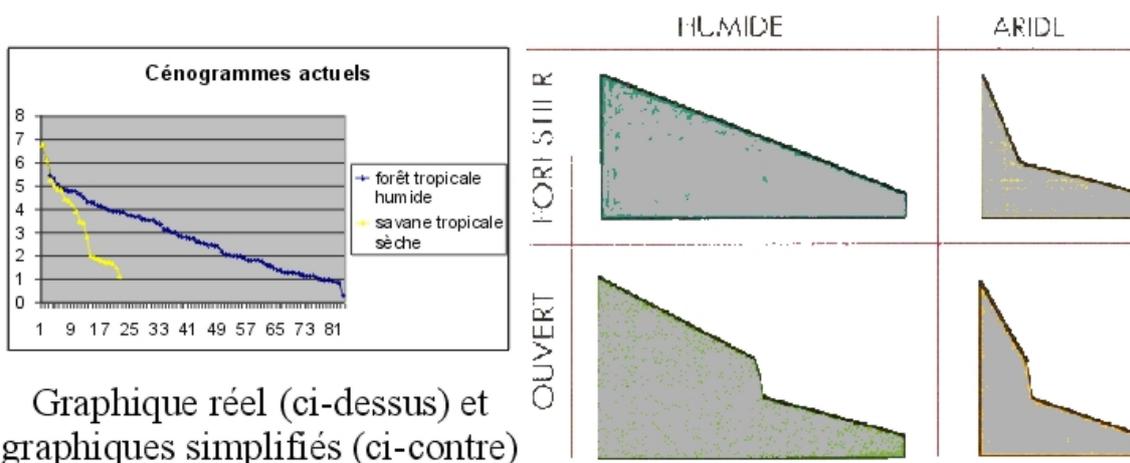


Figure 5 : Reconstitution du squelette d'Issiodoromys, rongeur sauteur de milieu très ouvert (d'après M. Vianey-Liaud, 1999)

Une approche complémentaire consiste en l'identification de convergences adaptatives. La posture générale des Issiodoromys de la fin de l'Oligocène (voir figure 5) rappelle ainsi fortement celle de la Gerboise, célèbre rongeur actuel des régions désertiques. Les bulles auditives hypertrophiées (zones hachurées), véritables caisses de résonance amplifiant les bruits, sont également caractéristiques d'animaux vivant dans ce type de milieu.



Graphique réel (ci-dessus) et graphiques simplifiés (ci-contre)

Figure 6 : Cénogrammes actuels (d'après C. Mourer-Chauviré et al. 1999 et des données fournies par S. Legendre)

Néanmoins, ce type d'analyses reposant sur un nombre restreint d'organismes fossiles peut être sujet à caution.

L'étude plus globale des communautés biologiques va permettre la validation ou la précision de ces hypothèses. Serge Legendre (Université Claude Bernard, Lyon) a ainsi appliqué aux gisements fossilifères du Quercy une technique issue de l'écologie. Pour construire un cénogramme actuel il faut tout d'abord réaliser un inventaire de la faune du milieu considéré puis estimer la masse moyenne de chacune des espèces. On classe ensuite ces dernières de la plus lourde à la plus légère sur l'axe des abscisses alors que l'on porte en ordonnées le logarithme de leur masse moyenne. Les résultats obtenus sont révélateurs de l'humidité et de la végétation du milieu (voir figure 6)

En ce qui concerne les gisements fossilifères, il convient tout d'abord d'évaluer la représentativité de chaque inventaire faunique par rapport à l'ancienne biocénose : seuls seront retenus les sites où se rencontrent des espèces de toutes tailles. La masse des individus est quant à elle établie à partir de la relation de proportionnalité qui relie ce paramètre à la surface dentaire des prémolaires chez les mammifères. Les résultats obtenus sont particulièrement significatifs d'une importante modification climatique au passage Eocène/Oligocène (voir figure 7)

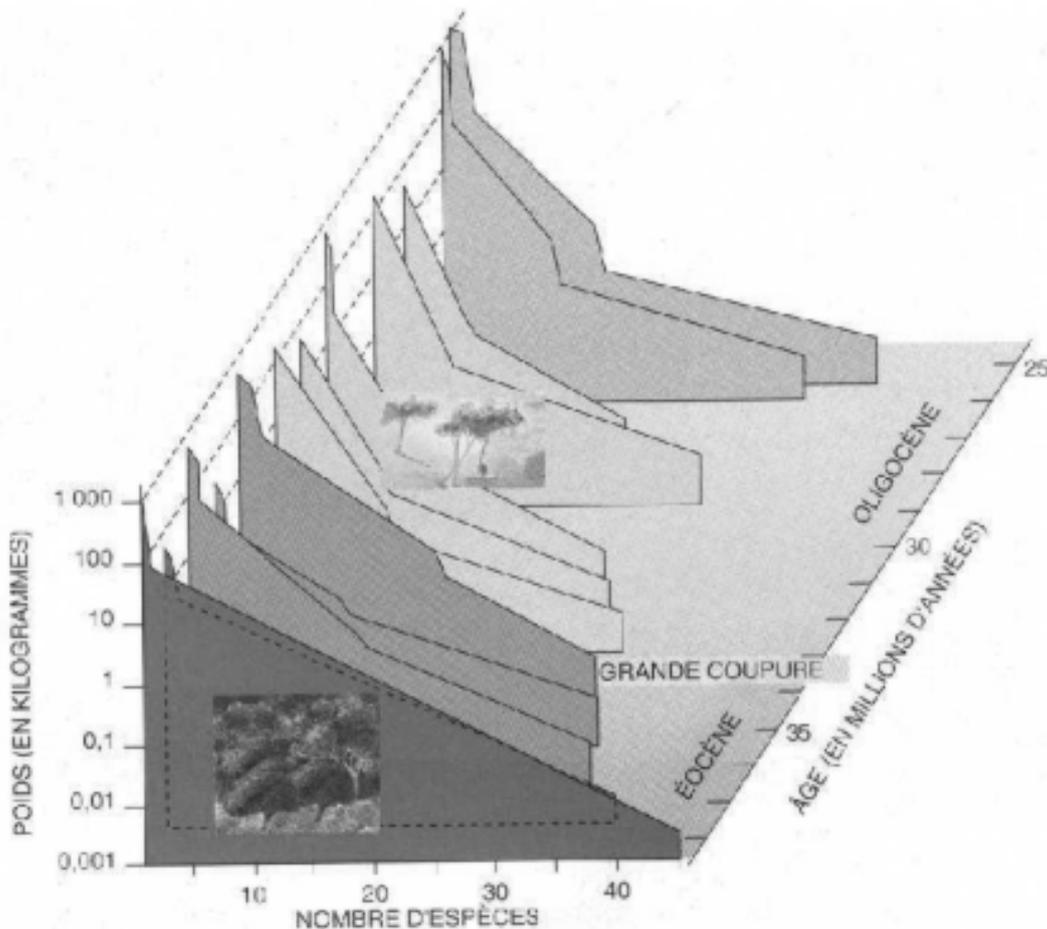


Figure 7 : Les cénogrammes des faunes de mammifères fossiles du Quercy (d'après C. Mourer-Chauviré et al., 1999)

Age (en millions d'années)	38					34							
	24												
Niveaux repères MP	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
INSECTIVORES													
Pseudorhyncocyon cayluxi													
<i>Saturninia gracilis</i>													
<i>Saturninia beata</i>													
<i>Saturninia tobieni</i>													
Amphidozotherium cayluxi													
Darbonetus aubrelongensis													
Tetracus nanus													
CARNIVORES													
Quercygone angustidens													
<i>Cynodictis lacustris</i>													
<i>Cynodictis compressidens</i>													
Amphicyonodon gracilis													
Cephalogale minor													
Stenogale gracilis													
Stenogale intermedia													
Mustelictis pygmaeus													
Stenoplesictis minor													
Stenoplesictis cayluxi													
Palaeogale sectoria													
Nimravus intermedius													
PERISSODACTYLES (mammifères au nombre de doigts impair)													
Propalaeotherium parvulum													
<i>Palaeotherium</i>													
Plagiolophus minor													
Plagiolophus fraasi													
Ronzotherium romani													
Schizotherium modicum													

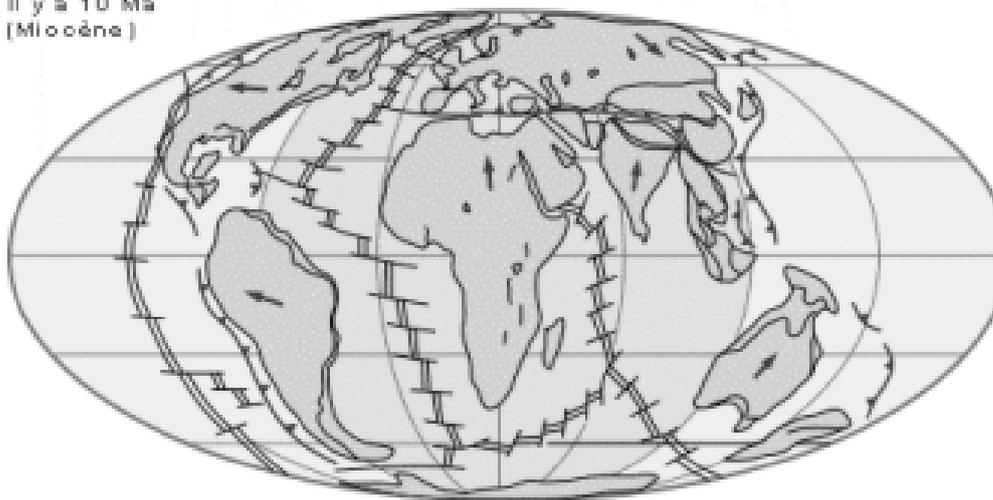
Les listes d'espèces présentées ici ne sont pas complètes : il ne s'agit que d'échantillons destinés à montrer comment les espèces se succèdent au cours du temps.
Les conclusions que l'on peut en tirer sont néanmoins généralisables à l'ensemble des mammifères fossiles du Quercy pour la période considérée.

Figure 8 : Exemples de répartition dans le temps de quelques espèces de mammifères des phosphatières du Quercy (d'après des informations extraites de J.A. Rémy et al. 1987)

LA CARACTERISATION D'UNE CRISE BIOLOGIQUE : LA GRANDE COUPURE

On retrouve là un évènement biologique majeur, identifié en Europe dès le début du XXème siècle par le paléontologue suisse Stehlin, baptisé la " Grande Coupure ". En Quercy un important renouvellement faunique souligne cette période avec une baisse sensible des espèces de grande et de moyenne dimensions, la disparition des primates, la diversification des rongeurs, l'apparition de groupes antérieurement identifiées en Asie comme les rhinocéros ou les écureuils, etc. Il s'agit là des effets conjugués des changements climatiques précédemment illustrés par les cénogrammes et de modifications paléogéographiques liées à la position des plaques lithosphériques et à leurs relations (voir figure 9). A cette période en effet le détroit de Turgai, qui séparait l'Europe alors insulaire de l'Asie, disparaît, ouvrant la voie à un remplacement des faunes européennes mises en péril du fait des évolutions environnementales par des faunes asiatiques.

Il y a 10 Ma
(Miocène)



Il y a 50 Ma
(Eocène)

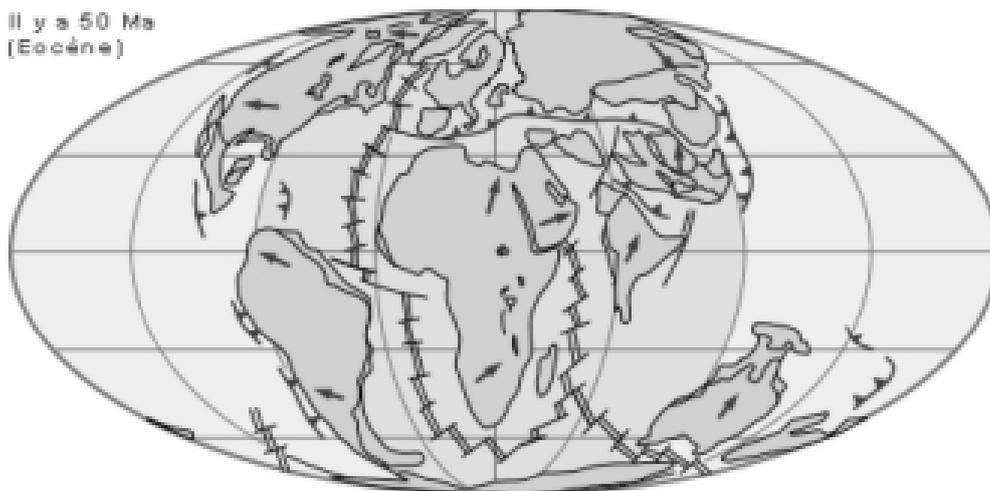


Figure 9 Cartes paléogéographiques à l'Eocène et à l'Oligocène
(d'après Paleomap project, scotese.com)

Il convient en outre de souligner que, hormis en Afrique, la Grande Coupure est aujourd'hui identifiée dans le monde entier. Elle marque le début du refroidissement qui, faisant suite aux périodes globalement chaudes du Secondaire et du début du Tertiaire, va conduire aux alternances glaciaires/interglaciaires du Quaternaire.

LES RECHERCHES CONTINUENT

Depuis près de 40 ans les paléontologues du CNRS travaillent sur les phosphatières du Quercy à qui ils ont décerné le titre de « laboratoire naturel de l'évolution » dès 1977. Malgré ce travail considérable, bien des pistes ne sont encore que très partiellement explorées. Pour les années à venir plusieurs axes d'investigation apporteront leur lot d'informations scientifiques :

- ⇒ élargissement de la répartition stratigraphique des gisements en recherchant des remplissages d'une part se rapprochant de la limite Crétacé/Tertiaire, d'autre part compris entre le début du décapage des terrains miocènes et le Quaternaire récent ;
- ⇒ analyses sédimentologiques et taphonomiques afin de mieux cerner la dynamique karstique de ces périodes et les modalités de constitution des gisements fossilifères associés ;
- ⇒ analyses géochimiques afin de mieux caractériser les environnements anciens : $\delta^{18}\text{O}$ sur l'émail dentaire pour les paléotempératures, $\delta^{13}\text{C}$ pour le caractère ouvert ou fermé des milieux, $\delta^{15}\text{N}$ pour reconstituer les réseaux trophiques
- ⇒ tentatives de datations absolues à partir des traces fission dans les encroûtements phosphatés

Ainsi, grâce à l'implication des chercheurs et des passionnés de terrain, l'histoire humaine continuera d'enrichir la connaissance de l'histoire de la vie.

Bibliographie

- Astruc J.-G., Huguency M., Escarguel G., Legendre S., Rage J.C., Simon-Coincon R., Sudre J., Sige B. 2003 - Puycelsi, nouveau site à vertébrés de la série molassique d'Aquitaine. Densité et continuité biochronologique dans la zone Quercy et bassins périphériques au Paléogène *Géobios*, 36 (2003), 629-648
- Billaud Y. 1982 *Les paragénèses phosphatées du paléokarst des phosphorites du Quercy* Thèse de doctorat 3^{ème} cycle, Université de Lyon.
- Crochet J.-Y., Antoine P.O., Duffaud S., Laudet F. 2000 *Pièges à fossiles* BT n° 1116, 48 p.
- Legendre S., Sige B., Astruc J.-G., De Bonis L., Crochet J.-Y., Denys C., Godinot M., Hartenberger J.-L., Lévêque F., Marandat B., Mourer-Chauvire C., Rage J.C., Remy J.A., Sudre J., Vianey-Liaud M. 1997 Les phosphorites du Quercy : 30 ans de recherche. Bilan et perspectives In : Racheboeuf P.R., Gayet M. (Eds), *Actualités paléontologiques en l'honneur de Claude Babin*, *Géobios*, M.S. 20, 331-345

- Mourer-Chauvire C., Legendre S., Marandat B., Sige B. 1999 - Le Quercy tropical *Pour la Science* n°262, 60-69
- Pelissié T., Vianey-Liaud M. Marandat B., Aymard K., Ceres G., Gaffard K., Soulier M., Valette P. 1999 Les phosphatières du Quercy. *Spelunca* n°73, 23-38
- Remy J.A., Crochet J.-Y., Sige B., Sudre J., De Bonis L., Vianey-Liaud M., Godinot M., Hartenberger J.-L., Lange-Badre B., Comte B. 1987 - Biochronologie des phosphorites du Quercy : mise à jour des listes fauniques et nouveaux gisements de mammifères fossiles *Münchner geowissenschaftliche Abhandlungen (A)* 10, 169-188