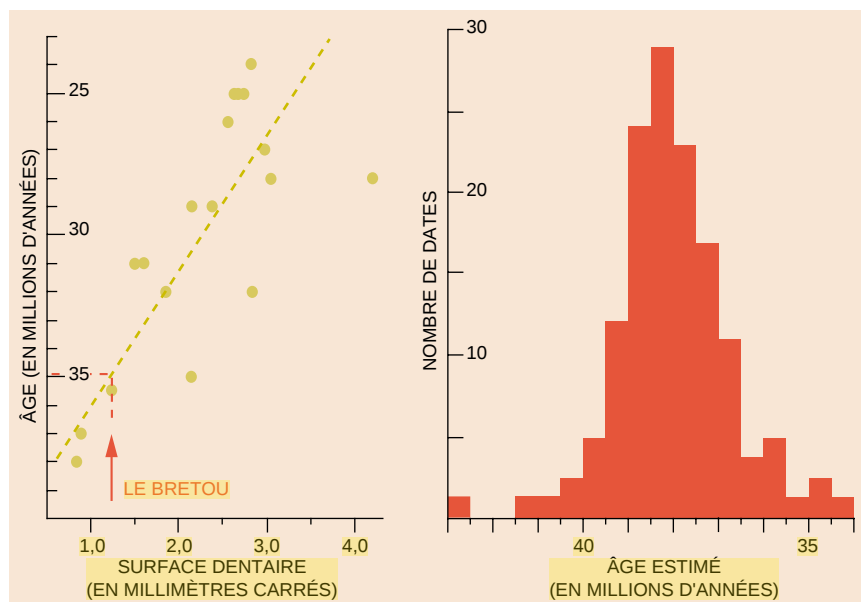




5. LA DATATION ABSOLUE DES SITES DU QUERCY est obtenue grâce à la variation de taille des dents des mammifères. Pour chaque lignée spécifique (à gauche, pour une lignée de petits rongeurs du genre éteint *Elfomys*) et chaque catégorie dentaire (ici les première et deuxième molaires inférieures, indistinguables lorsqu'elles sont isolées), on porte l'âge estimé du gisement dans l'échelle biochronologique relative (obtenu par répartition équidistante de niveaux repères dans l'intervalle de temps considéré) en fonction de la surface dentaire (produit de la longueur par la largeur). On trace ensuite la droite moyenne, qui correspond à une relation plus vraie : l'âge d'un gisement est celui qui correspond, sur cette droite, à la surface dentaire moyenne du gisement. On répète cette opération sur toutes les catégories dentaires de toutes les lignées disponibles et on obtient, pour chaque site, une distribution d'âges (à droite, pour le site du Bretou, 116 valeurs provenant de 28 lignées) qui permet le calcul d'un âge moyen et d'un intervalle d'incertitude : 38,05 millions d'années, plus ou moins 0,116 million d'années (la probabilité que la date soit dans cet intervalle est de 67 pour cent).

En revanche, les prospections purement paléontologiques, anticipées par le travail précurseur mais limité de Bernard Gèze en 1938, puis véritablement engagées par un travail collectif à partir de 1965, ont révélé que la faune de chaque cavité (ou parfois de chaque ensemble sédimentaire bien individualisé à l'intérieur d'une cavité) est très homogène : l'ensemble des espèces identifiées dans une même cavité sont contemporaines, à l'échelle des temps géologiques et de l'évolution. Chaque cavité a été comblée en quelques milliers d'années tout au plus. Les cavités sont petites par rapport aux zones lessivées par les écoulements : aussi une épaisseur donnée de sédiments se dépose-t-elle en un temps plus court que lors des sédimentations lacustres ou marines.

La datation des dépôts

Chaque population de la faune d'une cavité donnée représente un stade évolutif au sein d'une lignée. La comparaison de ces stades évolutifs indique la chronologie relative au sein de chaque lignée, et la confrontation des

chronologies des différentes lignées permet la définition d'une échelle «biochronologique» générale.

Cette démarche est classique en paléontologie. Ainsi, pour le Paléogène (il y a entre 65 et 24 millions d'années), une succession d'une trentaine de niveaux repères ont été définis à partir des faunes de mammifères : chaque niveau de référence correspond à une faune fossile de mammifères issue d'un gisement choisi pour sa richesse et sa valeur de représentation géographique la plus large possible. Plusieurs des faunes du Quercy, dégagées lors de fouilles récentes, ont été choisies comme niveaux repères.

En dehors de toute autre indication, on attribue habituellement un âge théorique, appelé bioâge, à chacun de ces niveaux repères, en les plaçant simplement à intervalles réguliers dans l'intervalle de temps considéré. Ces bioâges sont toutefois entachés d'une forte incertitude. Pourrait-on dater précisément les niveaux repères ?

Outre les transformations morphologiques, l'évolution des espèces se traduit par des changements de taille, le plus souvent des augmentations. Cet

accroissement de la taille, connu sous le nom de loi de Cope, est en particulier mesurable sur les dents, éléments du squelette généralement les mieux conservés (cette augmentation n'est toutefois pas une règle absolue : l'évolution conduit parfois à la réduction, puis à la disparition de certaines dents).

Lorsque l'on porte, sur un graphique, la taille moyenne des dents des populations successives d'une lignée spécifique, en fonction des bioâges des gisements d'où proviennent ces populations, les points se répartissent de part et d'autre d'une droite moyenne, dont on calcule les caractéristiques par régression linéaire (voir la figure 5). Cette droite représente la relation linéaire qui relie la taille des dents et le temps écoulé.

Si l'on considère que la droite représente une relation vraie, et que les écarts des points ne sont dus qu'à l'incertitude sur les bioâges, alors on peut replacer chaque point sur la droite, par translation en suivant l'axe temporel, et l'on obtient pour chaque gisement un nouvel âge, plus proche de l'âge véritable. On calcule ensuite la moyenne des âges obtenus pour toutes les dents de la lignée spécifique, et pour toutes les lignées spécifiques présentes. On calcule bien entendu simultanément l'intervalle d'incertitude associé à l'âge, qui est d'autant plus étroit que le nombre de lignées et le nombre de dents pour chaque lignée sont grands.

Nous avons vérifié que les âges numériques ainsi obtenus sont compatibles avec les dates fournies indépendamment par une méthode physique, la magnétostratigraphie. Le champ magnétique terrestre s'est inversé à de nombreuses reprises au cours de l'histoire de la Terre : son enregistrement dans les sédiments, lorsqu'ils se déposent dans des conditions calmes, définit une échelle de temps magnétostratigraphique valable sur tout le Globe. La datation de diverses roches a permis l'attribution d'un âge à chaque inversion du champ magnétique.

En 1993, François Lévêque, aujourd'hui au CEREGE, a montré que les sédiments des remplissages du Quercy ont enregistré le paléochamp magnétique terrestre. Les dates obtenues de cette façon pour les cavités étudiées concordent avec celles que nous avons calculées à partir des tailles des dents. Par exemple, la faune de la cavité du Bretou place celle-ci près du seizième niveau repère de l'échelle biochronologique, à la fin de l'Éocène moyen.

Dans l'échelle magnétostratigraphique, Le Bretou est daté de 38,426 à 38,113 millions d'années, tandis que le calcul fondé sur la taille des dents indique 38,05 millions d'années, plus ou moins 0,116 million d'années (moyenne de 116 valeurs données par 28 espèces de mammifères marsupiaux, insectivores, rongeurs, primates, créodontes (groupe de carnassiers primitifs) et ongulés).

De même, le remplissage de la cavité du Garouillas, qui a été choisie comme vingt-cinquième niveau repère (transition entre l'Oligocène inférieur et supérieur, il y a 28 millions d'années), est de 28,365 à 28,066 millions d'années sur l'échelle magnétostratigraphique et de 28,25 millions d'années plus ou moins 0,171 par le calcul de régression linéaire (moyenne de 141 valeurs pour 33 espèces de mammifères marsupiaux, insectivores, rongeurs, créodontes et ongulés).

De la faune au climat

La connaissance de la faune et sa comparaison avec les groupes actuels, par exemple pour les oiseaux (voir l'encadré page 65) donnent une idée de l'environnement et de ses changements pendant le Tertiaire : à l'Éocène, le Quercy est couvert de forêts, ouvertes par des espaces de savane. On y trouve des échassiers, dont les équivalents actuels vivent soit dans les pampas, soit dans les forêts clairsemées d'Amérique du Sud, ainsi que des formes forestières. Ce paysage s'ouvre progressivement, surtout à l'Oligocène supérieur, où il se transforme en savane arborée : les échassiers et les oiseaux forestiers sont toujours présents, mais ces derniers sont moins abondants à partir de l'Oligocène inférieur. Cette ouverture du paysage s'accompagne d'un assèchement : les formes qui préfèrent les milieux aquatiques, toujours rares, ne sont présentes qu'à l'Éocène, tandis que les formes qui vivent dans les steppes ou les savanes, ou dans les milieux semi-désertiques, apparaissent seulement à l'Oligocène supérieur.

Ce type de reconstitution du climat et de l'environnement végétal, à partir des caractéristiques morphologiques des espèces présentes, reste qualitatif. Pourrions-nous obtenir des informations plus précises ? Dans ce but, et en nous fondant sur la représentativité des restes de mammifères retrouvés dans les cavités du Quercy, nous avons mis au point une méthode

quantitative d'analyse des faunes, fondée sur la taille des animaux, nous inspirant d'une idée émise en 1964 par l'écologiste espagnol J. A. Valverde.

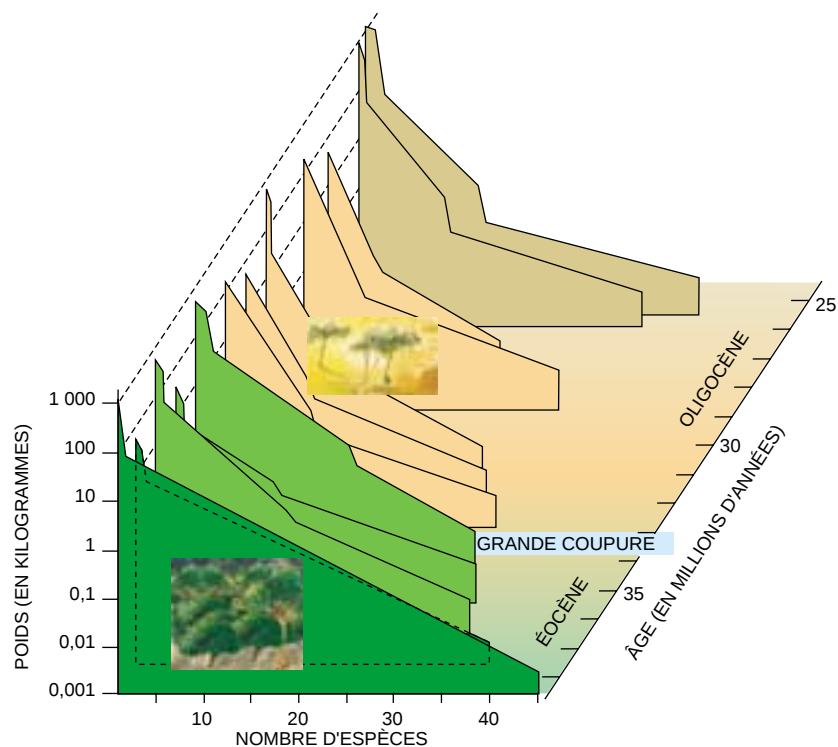
Notre analyse détaillée de nombreuses communautés actuelles de mammifères, sur différents continents et dans différents environnements tropicaux et subtropicaux, a démontré que, dans un ensemble biologique homogène, la distribution du poids moyen des espèces de mammifères est indépendante de la nature de ces espèces : elle est liée à des paramètres de l'environnement, tels les régimes de températures ou de précipitations, et le type de paysage. La taille détermine de nombreuses caractéristiques biologiques et écologiques des mammifères : les durées de vie et de gestation, les dimensions des territoires et les densités des peuplements, les relations de compétition et de prédation.

Les espèces de 0,5 à 10 kilogrammes sont rares lorsque le milieu est ouvert, de type savane ou désert, mais elles sont abondantes lorsque le milieu est fermé, de type forestier dense. Les espèces de

plus de dix kilogrammes sont abondantes lorsque le milieu est humide, alors qu'elles sont rares en milieu aride. Une baisse de température s'accompagne d'une diminution du nombre des espèces, en particulier pour celle de poids inférieur à 0,5 kilogramme.

On quantifie la structure pondérale d'une faune en construisant un diagramme nommé *cénogramme* (« graphique d'une communauté », en grec) (voir la figure 6) : on porte en ordonnée le logarithme du poids moyen des espèces, que l'on classe en abscisse par ordre de poids décroissant. Le profil ainsi défini, schématisé par des droites, est caractéristique de la communauté de mammifères étudiée : sur un intervalle pondéral donné, plus la pente est faible, plus il y a d'espèces ; la longueur de l'abscisse correspond au nombre total d'espèces dans la communauté.

Nous avons construit des *cénogrammes* pour les cavités les plus riches, qui couvrent près de 15 millions d'années entre la fin de l'Éocène et l'Oligocène supérieur (il y a 40 à 25 millions d'années). Chacune est représentative



6. LES CÉNOGRAMMES de plusieurs faunes de mammifères fossiles du Quercy représentent le poids moyen des espèces en fonction de leur nombre. Ils révèlent les variations climatiques et environnementales. Les faunes de l'Éocène, les plus anciennes (en vert) correspondent à des milieux forestiers et humides : il y a beaucoup d'espèces différentes, et dans toutes les catégories de taille. Après la Grande Coupure, qui marque la transition entre l'Éocène et l'Oligocène il y a environ 34 millions d'années et qui correspond au rattachement de l'Europe à l'Asie, le milieu ressemble plutôt à une savane aride (en jaune) : en particulier, les grosses espèces sont moins nombreuses. Il y a 26 millions d'années (en beige), le milieu, toujours ouvert, redevient plus humide et plus chaud : le nombre total d'espèces réaugmente.