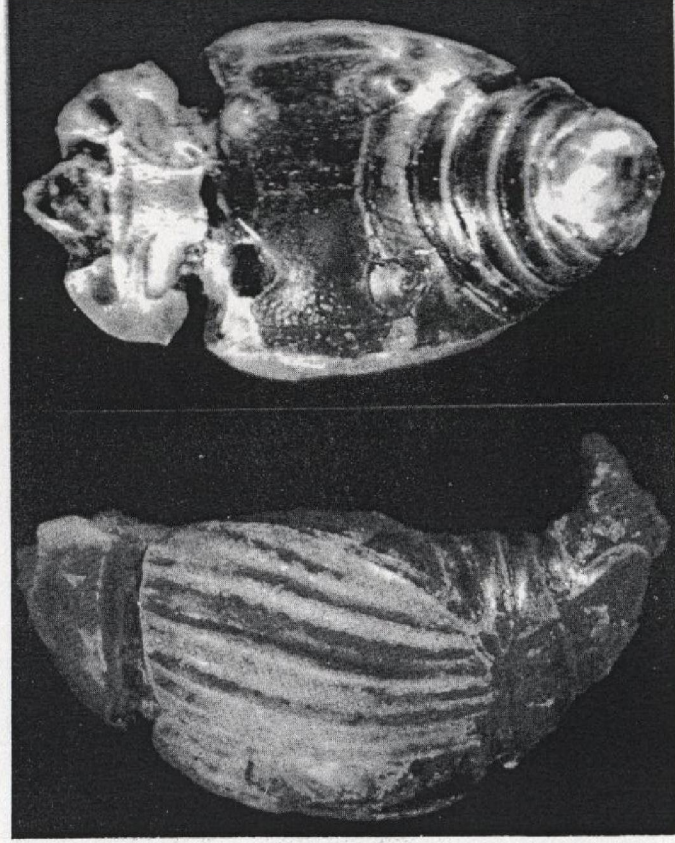


la paléontologie du quercy : les phosphorites

La célébrité internationale du Quercy dans le monde de la paléontologie tient essentiellement à la richesse et à la qualité du matériel fossile extrait des poches à phosphorite du Bas Quercy. Ces gisements couvrent une période s'étendant de - 45 millions d'années à - 25 millions d'années environ. La documentation paléontologique antérieure à 45 millions d'années, pour l'ensemble de la région du Quercy, bien que moins spectaculaire, permet, avec l'étude des sédiments qui la renferment, de reconstituer l'histoire du Quercy.



Les plus anciens vestiges, des débris de plantes du Carbonifère (- 295 millions d'années), localisés à l'extrême Sud-Est de la région, montrent qu'à cette époque le Quercy était émergé. Au cours de l'ère secondaire, la mer a recouvert ce continent et plusieurs cycles sédimentaires se sont succédés, d'abord au cours du Lias, ensuite durant le Jurassique. Pendant cette dernière période, la plateforme quercynoise, recouverte d'une mer peu profonde, et sur laquelle s'était installée une mangrove (*), a été peu à peu envahie par des sédiments carbonatés ; la montée épisodique des eaux est attestée par la présence de sédiments plus profonds, riches en Ammonites. La mer s'est retirée à la fin du Jurassique (- 140 millions d'années). Ensuite, l'on ne trouve aucun dépôt antérieur à - 95 millions d'années, mais par contre tous les sédiments précédant cette date sont plissés. Sur cette région légèrement tectonisée, la mer s'étale à nouveau : au Crétacé supérieur, une succession d'avancées et de reculs précède la grande émerision Tertiaire du Quercy. Alors, sur cette zone émergée, l'érosion va agir. Les formations sidérolithiques argileuses rouges, riches en limonite, issues de la décalcification des roches, ou résultant d'expansions fluviales, vont se répandre sur les Causses. A partir de l'Eocène supérieur et jusqu'à la fin de l'Oligocène, des phénomènes karstiques se manifestent, essentiellement dans la zone Sud occidentale du pla-

(*) Formation végétale caractéristique des régions littorales en régime tropical (vasières, nombreuses racines...).

teau calcaire. Au fur et à mesure de leur creusement, les cavités sont comblées par des sédiments argileux riches en phosphates, entraînant avec eux de nombreux restes de vertébrés. Le dernier « événement » sédimentaire que le Quercy va connaître, toujours sur sa bordure Sud-Occidentale, est le remplissage molassique du lac de Cieurac, subsident par rapport au plateau quercynois, au cours de l'Aquitanien. Ensuite, pendant vingt millions d'années, une érosion modérée va créer le modèle du relief actuel du Quercy.

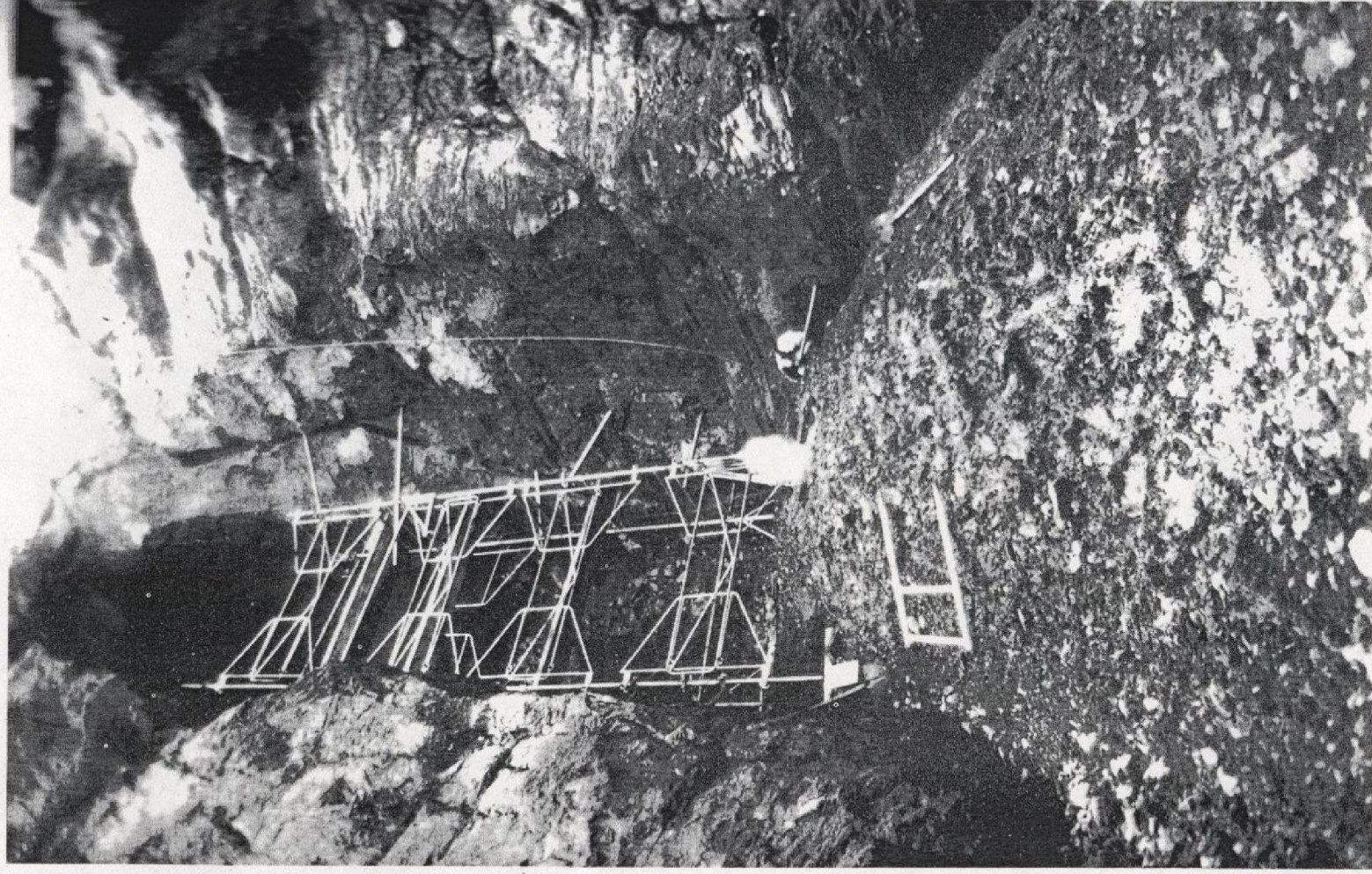
Ce bref rappel de l'histoire géologique du Quercy (1) montre comment les vestiges fossiles ont été utilisés pour les interprétations stratigraphiques, sédimentologiques, paléocologiques. L'intérêt des remarquables faunes de vertébrés extraites des poches à phosphorite du Bas Quercy se situe sur un autre plan. Cet ensemble fossilifère est l'un des plus riches connus au monde. La quantité et la qualité des vertébrés fossiles sont telles que les phosphorites ont pu être qualifiées de « laboratoire naturel de l'évolution des Vertébrés ». C'est sur cet aspect de la paléontologie du Quercy que nous allons nous attarder.

A – HISTORIQUE

1) L'exploitation industrielle.

Les premiers gisements de phosphorite furent découverts en 1865, près de Caylus (Tarn et Garonne). L'intérêt économique que présentait ce phosphate, excellent engrais, explique la transformation rapide de tout le Bas Quercy en pays minier dès le début des années 1870. Plusieurs centaines de poches sont ainsi décelées, exploitées, vidées, et un réseau karstique jusque là obturé par les remplissages est alors mis au jour. Un complexe de gouffres, avens, fissures et galeries, insoupçonné jusqu'alors, parcourt l'ensemble du Causse de Limogne, entre la vallée de l'Aveyron et celle du Lot. Cette intense exploitation minière, source de richesse pour le Quercy, ne va malheureusement pas durer : d'une part les gisements s'épuisent et d'autre part la concurrence des phosphates d'Afrique du Nord commence à se faire sentir. Un ralentissement des travaux s'amorce vers 1890 et, peu après 1900, les phosphorites du Quercy sont abandonnées. Une courte reprise a lieu au moment de la première guerre mondiale, vers 1920. C'est d'ailleurs le seul profit que la vie économique du

Quercy tire de cette sombre période, le chapitre des pertes étant beaucoup plus conséquent comme eh témoignent les impressionnantes listes sur les monuments aux morts des villages. Ainsi, le calme s'étend sur tout le Causse de Limogne, avec le regain de la forêt de chênes dans les anciens champs miniers, à peine troublé par les quelques exploitations agricoles et, depuis la dernière guerre, par les exercices militaires sur le camp de Caylus.



1. - Insecte fossile (*Ontophilus intermedius*) de Sindou D.

2. - Installation d'un échaffaudage au fond du puits de Pech Crabit (- 25 m) afin d'atteindre le haut du remplissage.

(1) Pour plus de précision, voir « Géologie du Quercy » supplément de Quercy-Recherche, séries Etudes et Travaux vol. 4, 1978.

2) Les Vertébrés fossiles.

La présence de très nombreux vertébrés fossiles avait été signalée dans les phosphorites. Ces fossiles constituaient souvent, pour une bonne part, le minéral lui-même. Broyés dans les usines de traitement au même titre que les nodules de phosphate, ces vestiges précieux, qui avaient attendu leur mise à jour jusqu'à quarante millions d'années, ne livreront jamais leurs secrets...

Cependant, les paléontologistes avaient été avertis et Paul Gervais, en 1872, publiait les premières observations sur ces faunes : il estimait que les gisements s'échelonnaient de l'Eocène supérieur au Miocène. A la même date, Henri Filhol commençait l'édification d'une longue série de travaux sur les vertébrés fossiles exhumés par l'exploitation des phosphates.

Tous ces fossiles, dans un état de conservation remarquable (figure 1), vont remplir les collections des divers musées d'Europe (Montauban, Marseille, Lyon, Paris, Bâle, Londres...). On ne peut cependant, en se fondant sur ces seuls matériaux, avoir une idée complète de la faune fossile des poches à phosphate. En général, seules les pièces les plus spectaculaires ont été recueillies : l'exploitation industrielle n'était pas compatible avec une récolte paléontologique menée scientifiquement. De plus, les fossiles étaient remis par les carriers aux collecteurs, et ces derniers n'avaient pas la possibilité de suivre de près les travaux d'extraction. De ce fait, les récoltes ont été regroupées sans indication précise de provenance : les collections ainsi constituées ne correspondent souvent pas à des assemblages fauniques réels, et leur âge ne peut être déterminé. Par la suite, faute de chercheurs, après la fin de l'exploitation industrielle, les fouilles qui s'imposaient ne furent pas entreprises. De nombreuses études de laboratoire ont pourtant été réalisées sur le magnifique matériel recueilli entre 1870 et 1900, notamment par Filhol, Gaillard, Stehlin, Teilhard de Chardin, Piveteau et Hürzeler. Mais il faut attendre 1937 pour qu'une première prospection systématique soit effectuée par B. Gèze dans un but géologique : là encore, aucun paléontologiste ne put se lancer dans cet immense chantier. Il y a seulement une quinzaine d'années que les paléontologistes français ont entrepris une reconnaissance des divers gisements des phosphorites : contrairement à une opinion qui s'était répandue, le matériel paléontologique des phosphorites du Quercy n'était pas épuisé. La phase scientifique de l'exploitation des vertébrés fossiles du Quercy pouvait commencer.

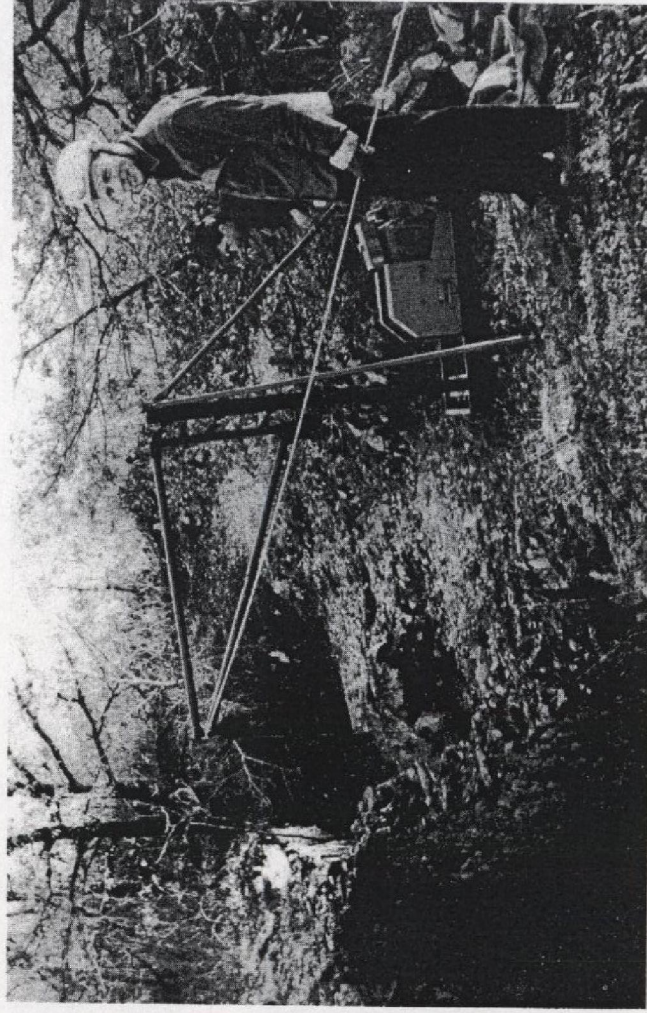
⚠ Amateurs non éclairés !

Les amateurs de fossiles « travaillant » sans lien étroit ou sans lien aucun avec des équipes scientifiques professionnelles posent quelques problèmes. D'une part, l'accès de quelques poches est devenu difficile parce que certain amateur a voulu monnayer l'obtention de fossiles auprès des propriétaires agricoles.

D'autre part, des chantiers de fouilles mis en attente ont été détériorés, les fonds publics engagés pour leur mise en place ainsi dévoyés pour des intérêts privés. Enfin, les collections réalisées par beaucoup de fouilleurs amateurs présentent des confusions ou des imprécisions quant à leur provenance. En effet, l'équipe de recherche qui conduit actuellement les travaux paléontologiques a répertorié tous les gisements dans un fichier à la disposition de la communauté scientifique : chacun est nommé, localisé et la liste faunique correspondante établie. Donc, pour la communauté scientifique, chaque gisement est bien localisé géographiquement et biochronologiquement. Ce n'est pas le cas pour les fouilleurs amateurs. Par exemple, à proximité du hameau de Sindou, non loin de Vaylats, nous avons exploité jusqu'à présent cinq localités fossilifères principales : Sindou D, Pech Crabit, La Bouffie, Les sorcières, Mas de Paufré. Les faunes récoltées permettent de constater qu'elles sont toutes d'âge différent et s'échelonnent sur une durée de quinze millions d'années envi-

ron, correspondant à quatre niveaux biochronologiques. D'où proviennent les collections de « référence » réalisées par quelques amateurs et répertoriées comme étant originaires de Sindou ? Et quelle valeur scientifique ont dès lors ces collections erronées ? Par ailleurs, nous nous sommes toujours attachés à récolter le matériel fossilifère dans les remplissages en place, au fond ou sur les parois des cavités. Que dire de collections de « référence » constituées à partir de déblais de fouilles et de terrassement, qui peuvent représenter des mélanges issus de poches différentes (cas des Sorcières). Mais peut-être avons nous de la chance de n'avoir point encore (à notre connaissance) eu à faire à ces amateurs « à but lucratif », qui fleurissent actuellement et utilisent le fossile comme marchandise, détruisant le patrimoine national et universel en saccageant les gisements et dispersant les fossiles à leur profit personnel.

Cette petite parenthèse n'est pas déplacée dans cet article sur la paléontologie du Quercy, dans la mesure où nous avons atteint la phase de routine dans l'exploitation des gisements des Phosphorites. Plus de longues phases de prospection, les chantiers de fouilles sont presque tous ouverts : nous les exploitons maintenant progressivement. Il ne faudrait pas que l'investissement scientifique d'une quinzaine d'années soit saccagé par des exploitations pirates intempestives.

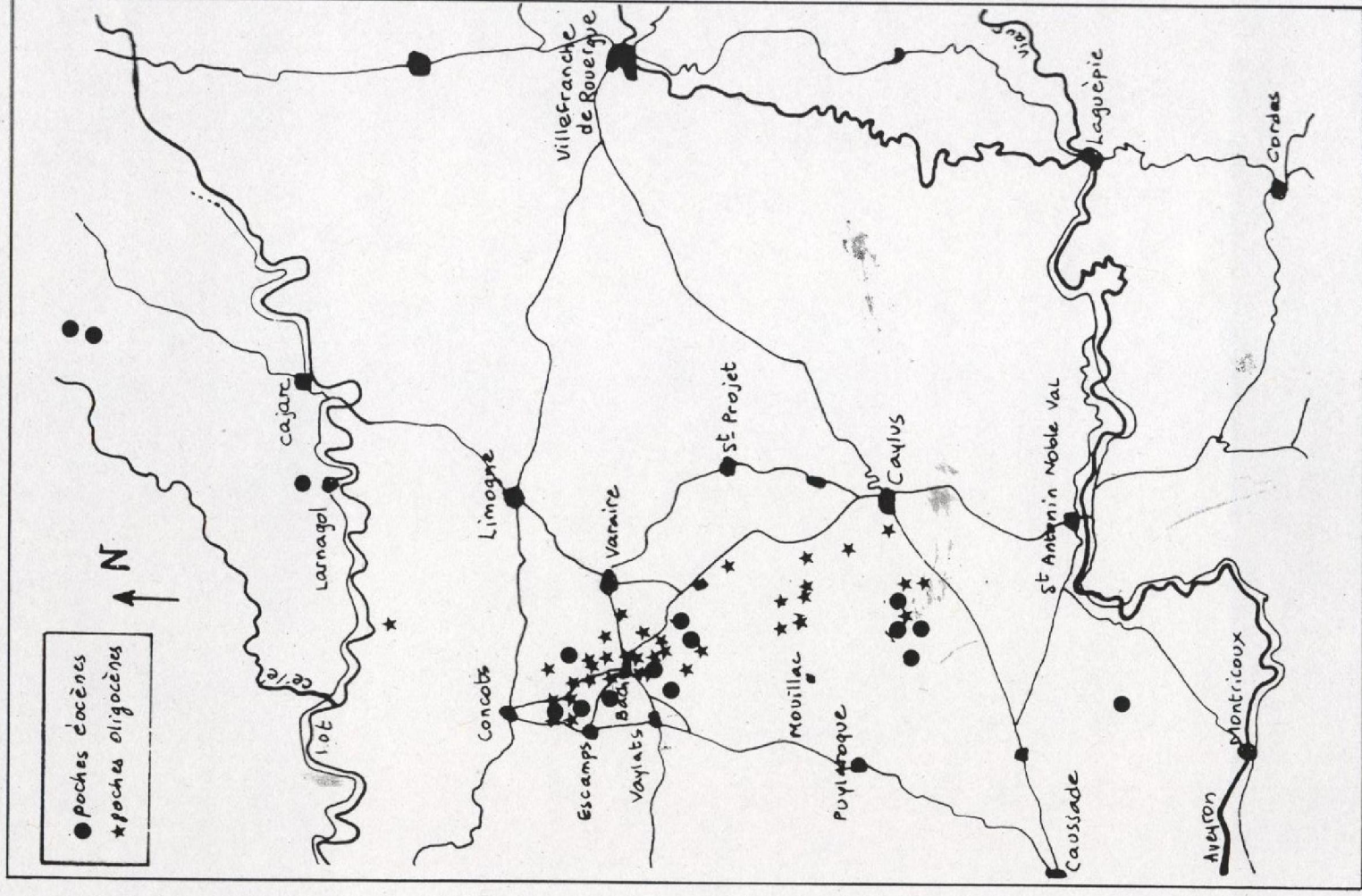


B - L'EXPLOITATION PALEONTOLOGIQUE DES POCHES A PHOSPHORITE DU QUERCY

La prospection paléontologique fut d'abord entreprise en ordre dispersé, par plusieurs chercheurs montpelliérains et parisiens. Mais bientôt, devant l'ampleur et l'intérêt de la tâche, la nécessité de coordonner ces recherches et d'effectuer un travail d'équipe parut évidente à beaucoup. Ainsi, à partir de 1972, avec le soutien financier du Centre National de la Recherche Scientifique, une solide équipe, regroupant plusieurs laboratoires français (2) entreprit l'exploitation intensive du Bas Quercy.

Il s'agissait, d'une part, de répertorier toutes les anciennes poches à phosphate, d'autre part de repérer parmi celles-ci tous les remplissages fossilifères. Plusieurs campagnes de longue durée ont été organisées chaque année depuis 1972. Grâce à la coopération amicale des habitants de la région de Caylus, Bach, Escamps, Vaylats, Varaire et Limogne (3), à la compréhension des autorités du camp de Caylus, l'installation et l'accès aux différentes poches ont été grandement facilités.

Si plusieurs cavités étaient d'accès commun, parce que peu profondes, telle celle du Mas de Got, près de Bach, la prospection de nombreuses poches nécessitait l'usage de matériel et de techniques spéléologiques. C'était notamment le cas des anciens camps d'exploitation des bois Malpérié ou de Mouillac, perforés de très nombreux puits et galeries. Afin d'accéder au remplissage en place des travaux de terrassement conséquents ont été effectués, comme à Pech Desse, ou bien un échafaudage a été installé au fond du puits de Pech Crabit (figure 2). Pour ne pas envoyer les affleurements, les déblais de dégagement ou de fouilles ont été retirés à l'aide d'une benne tirée par un treuil (figure 3). Les



(2) Liste des chercheurs de l'équipe paléontologique :
« Phosphorites du Quercy ».

— Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés, U.S.T.L., Montpellier II : J.-Y. Crochet (Insectivores oligocènes et Marsupiaux) ; M. Godinot (Primates) ; J.-L. Hartenberger (Rongeurs éocènes) ; J.-A. Rémy (Perissodactyles) ; J. Sudre (Artiodactyles, Primates) ; B. Sigé (Insectivores éocènes et Chiroptères) ; M. Vianey-Liaud (Rongeurs oligocènes).

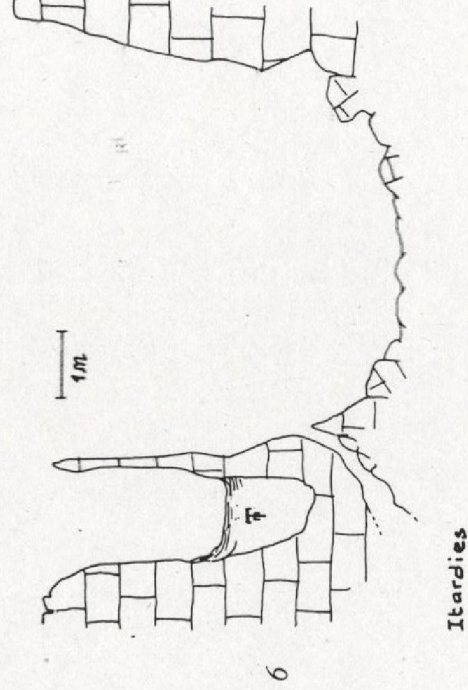
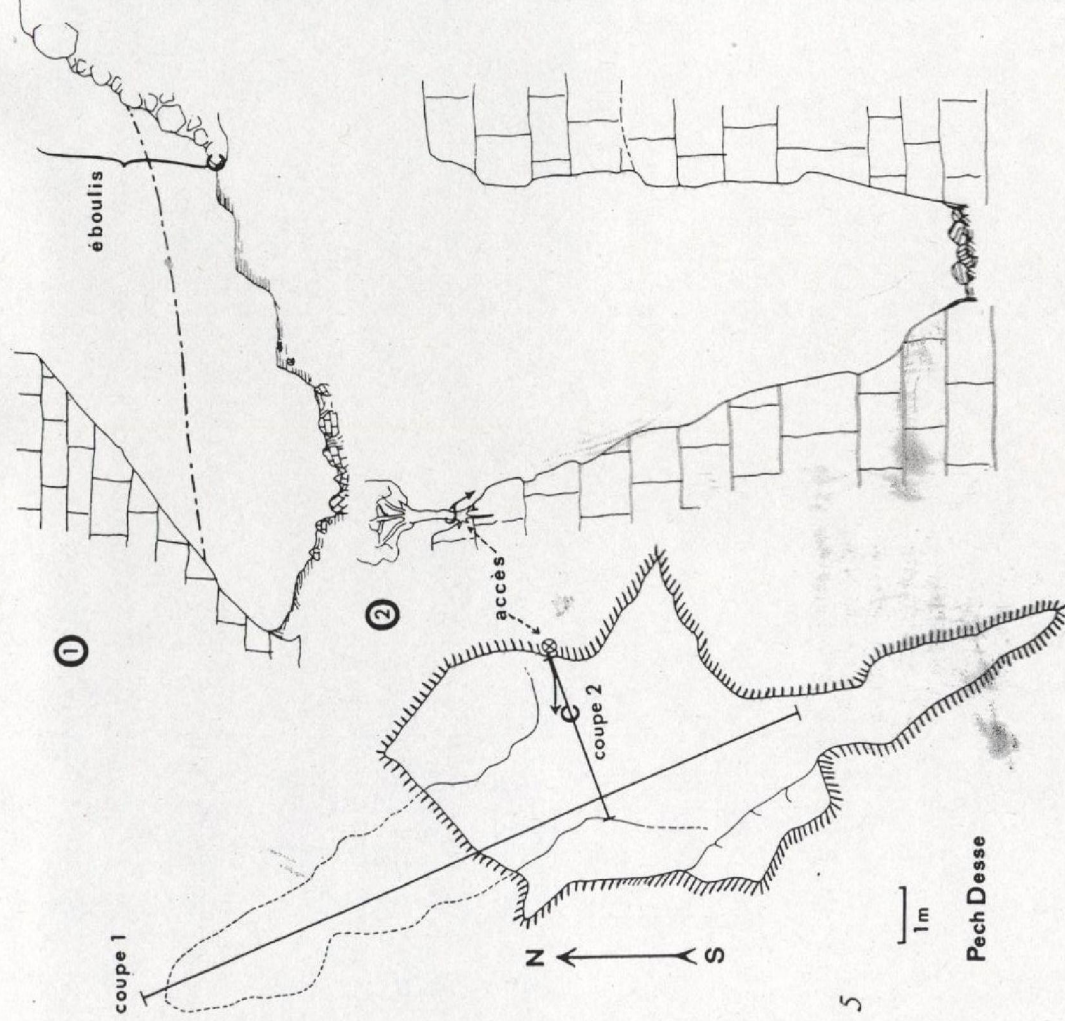
— Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés et Paléontologie Humaine, Paris VI : L. de Bonis (Carnivores) ; B. Lange-Badré (Créodontes) ; E. Buffetaut (Crocodiliens) ; J.-C. Rage (Squammates, Amphibiens).

— Centre de Paléontologie Stratigraphique, Fac. des Sciences Villaurbanne : C. Mourer-Chauviré (Oiseaux).

(3) Il ne m'est pas possible de citer ici tous ceux qui nous ont aimablement accueillis, hébergés, acceptés sur leurs propriétés, guidés vers de précieuses fissures... Je profite de l'occasion qui m'est donnée pour les remercier publiquement au nom de toute l'équipe de paléontologues du Quercy.

3. - Utilisation d'un treuil pour remonter le sédiment de la poche de Malpérié.

4. - Répartition géographique des remplissages fossilifères du Bas-Quercy.



5. - Plan et coupes du réseau de fissures d'Escamps (d'après Vianey-Liaud, Palaeovertebrata, vol. 6, fasc. 2-3, 1974).

6. - Coupe de la cheminée fossilifère d'Itardies.

7. - Plan et coupes de la fissure de Pech Desse.

débais étaient ensuite étalés à quelque distance de là. Le temps et la pluie font alors office de techniciens pour trier les fossiles remontés dans le déblai de terrassement ou passés inaperçus dans les débais de fouilles. Cependant, leur récupération lors de campagnes de fouilles ultérieures devient de plus en plus problématique car de nombreux amateurs ont été attirés par le regain de publicité paléontologique autour des phosphorites de Quercy (cf. encadré).

Nous avons donc répertorié, visité, plus de deux cents cavités : une bonne cinquantaine renfermait encore des remplissages fossilifères (figure 4). Il s'agit souvent de réseaux de fissures peu étendues comme à Pech Desse (figure 5) ou plus développés comme à Escamps, avec puits et galeries (figure 6). Alors le remplissage est souvent limité dans quelques diverticules. A Itardies, le remplissage fossilifère subsistait essentiellement dans une petite cheminée latérale au réseau de fissures-galeries principal (figure 7).

Les remplissages sont quelquefois indurés, calcifiés, mais le plus souvent ils sont meubles, argileux. Leur couleur, très variable en fonction de leur teneur en oxydes de fer, va du blanc au rouge, passant par des gris et des jaunes. Les oxydes sont parfois concentrés en pisolithes de limonite qui peuvent s'accumuler dans certaines couches. On ne trouve jamais de restes de stalactites ou stalagmites, la calcite est présente quelquefois sous forme d'encroûtements de parois, sous forme de planchers ou de cristaux épars. Il ne reste plus beaucoup de phosphate, les gisements les plus riches ayant été épuisés par l'exploitation minière ; cependant, certaines poches comme celle d'Escamps, renferment encore des galets de phosphate noyés dans l'argile. La stratigraphie et la sédimentologie d'un même gisement peuvent être très variables : alternance d'apports grossiers — avec galets de calcaire encore anguleux ou très altérés —, d'apports très fins à niveaux d'argile presque pure, de passées détritiques fines riches en os et pisolithes, de niveaux argileux à concrétions de phosphate et ossements bien conservés, etc. Ces couches sont obliques sur les parois, presque horizontales en milieu de salle, se recoupent, ravinent les couches précédentes ou s'y superposent ; l'ensemble du remplissage a pu glisser après dépôt et des stries sont visibles entre les différentes strates, comme à Sainte-Néboûle.

Bref, l'histoire sédimentaire des remplissages semble complexe et très variée et tout le temps de l'exploitation paléontologique nous avons souhaité obtenir le concours de sédimentologues : c'est chose faite. L'étude des remplissages d'Aubrelong 1 et Ste Néboûle par B. Gèze montre déjà une

histoire bien différente du comblement de ces deux poches. Si la première présente une sédimentation variée — avec niveaux fins et grossiers, des ossements bien conservés, les sédiments étant riches en phosphate (40 % dans le niveau bréchique), en divers oxydes (notamment TiO₂) et en calcaire — ce n'est pas le cas pour Ste Néboule qui montre une sédimentation de milieu karstique profond avec un triage très poussé des constituants, sans éléments grossiers et surtout avec très peu de phosphate et de calcaire. Il reste bien encore une cinquantaine (au moins) de remplissages à étudier : un vaste champ d'exploration est ouvert aux sédimentologues.

Après le repérage des dizaines de remplissages fossilifères, leur exploitation paléontologique proprement dite comporte trois phases. Une phase préliminaire consiste à prélever quelques dizaines de kilogrammes de sédiment, tamiser et trier le résidu au laboratoire. Si le sédiment s'avère riche, on peut passer à la phase suivante : celle de la fouille proprement dite, niveau par niveau. Ensuite, les déblais de fouilles sont prélevés en grande quantité et à leur tour lavés, tamisés, puis triés. Si les gisements ne sont pas assez riches pour être fouillés on saute la deuxième phase.

TRAITEMENT DU SÉDIMENT FOSSILIFÈRE

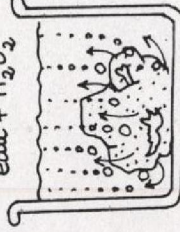
1) Avant tout traitement ; séchage du sédiment

2) Lavage-tamissage des sédiments meubles :

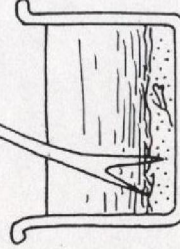
1 — désagrégation à l'eau pure ou additionnée d'1/10 d'eau oxygénée à 110 vol.

2 — lavage-tamissage du sédiment désagrégé sur une batterie de tamis de maille décroissante (en général 5 mm, 1 mm, 0,5 mm

eau + H₂O₂



1

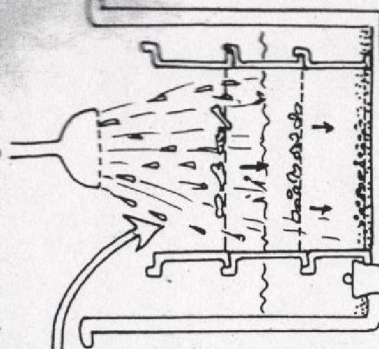


2

3 — séchage du résidu sur tamis

4 — tri sous la loupe binoculaire des grains de diamètre compris entre 1 et 0,5 mm.

3) Attaque-acide des sédiments calcaires compacts (calcaire, grès, brèches).

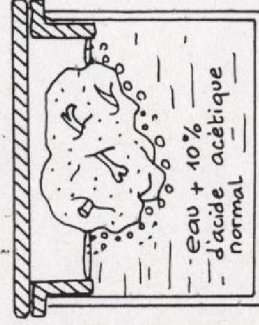


3

tenu suspendu par de la paraffine coulée dans un cadre de bois.

De nombreuses fois au cours du dégagement, le bloc est longuement rincé à l'eau courante, pour éviter les efflorescences d'acétate. Il est ensuite séché et les os mis en évidence sont imprégnés d'une résine plastique.

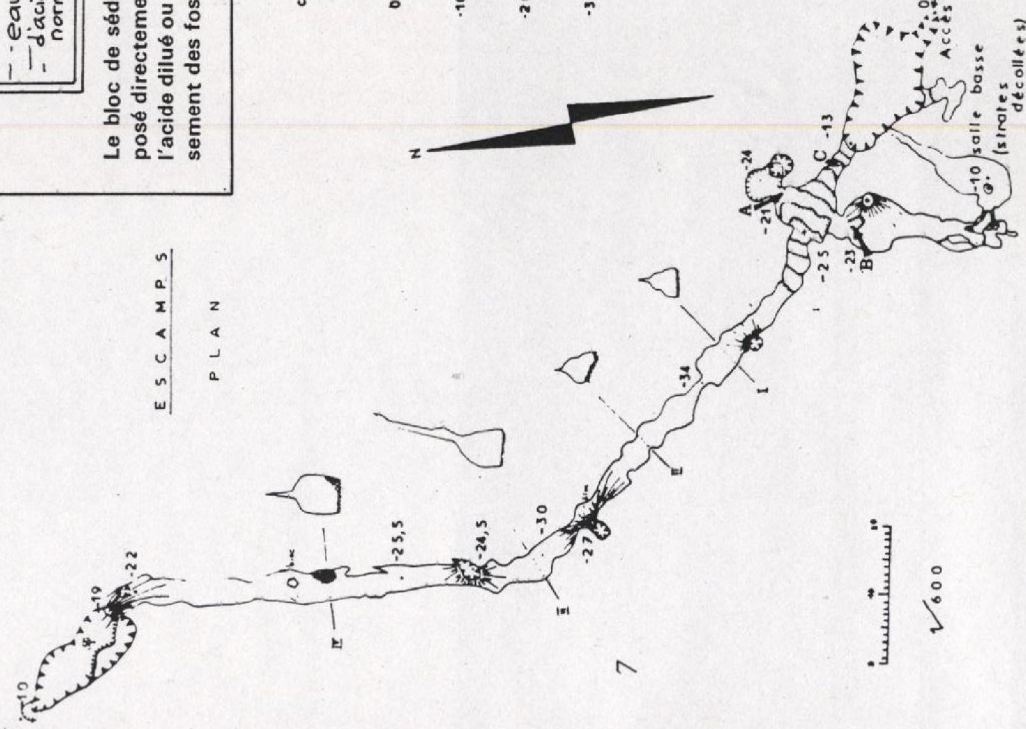
Le nombre de cycles attaque-acide-rincage, séchage-consolidation varie avec la nature et la dureté du sédiment, la taille des os à dégager. Le résidu d'attaque acide est tamisé, rincé, séché et trié.



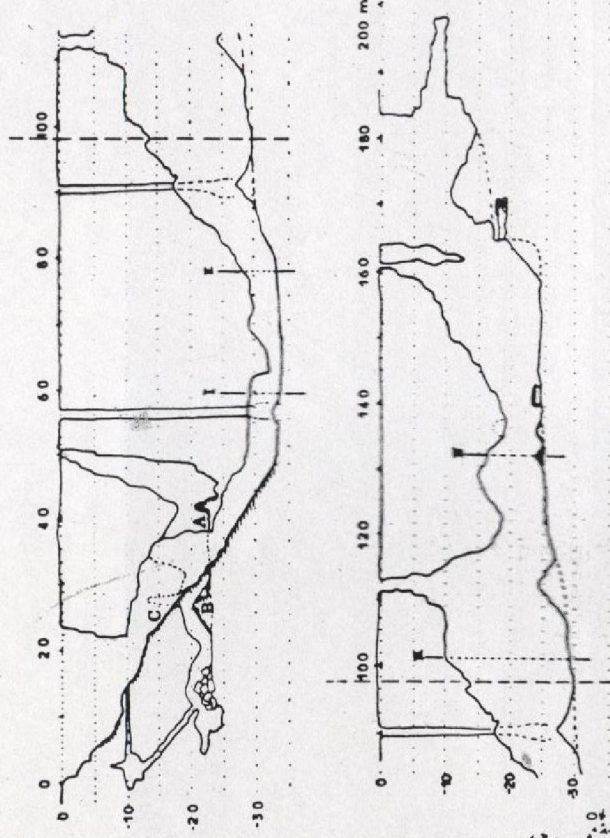
Le bloc de sédiment à traiter peut être posé directement dans le bac contenant l'acide dilué ou bien — pour éviter l'écrasement des fossiles sur le fond — main-

E S C A M P S

P L A N



coupe longitudinale



échelle commune longueurs et hauteurs 1/600

1) Méthodologie

Les fossiles sont répartis d'après leur groupe entre les différents spécialistes. Les mammifères nous ont laissé des vestiges extrêmement précieux parce que très riches d'informations : les dents (cf. encadré). Bien entendu, les autres parties du squelette sont étudiées avec profit, mais plus rarement aussi bien fossilisées. L'observation morphologique classique, l'anatomie comparée, sont à la base de toute étude paléontologique. Celle-ci ne se limite plus à l'étude typologique de quelques beaux spécimens mais nécessite de plus en plus l'observation de populations fossiles aussi abondantes que possible. De cette façon, on peut cerner les caractéristiques de l'ensemble d'une espèce, notamment sa variabilité morphologique et dimensionnelle. A ce niveau intervient une étude biométrique du matériel faisant appel à des méthodes statistiques plus ou moins élaborées.

Les espèces étant ainsi délimitées avec précision, une association faunique est établie pour chaque gisement. A l'intérieur de ces associations on tente de reconnaître des lignées-guides. Une lignée spécifique est constituée par une succession de populations issues l'une de l'autre, dont on suit les transformations au cours du temps. Ainsi des stades évolutifs sont définis et chaque stade est caractéristique d'un niveau donné. Cette méthode de chronologie est d'autant plus fiable que le nombre de lignées-guides est plus grand.

2) Résultats.

L'étude des riches faunes de vertébrés du Quercy amène des éléments de réponse à toute une série de questions :

- Comment se sont formés les gisements (= taphonomie) ?
- Quels étaient les environnements des faunes fossilisées dans les poches (Paléo-écologie) ?
- Comment se sont transformés les êtres vivants au cours du temps (Evolution) ?
- Quel est l'apport des faunes du Quercy à la stratigraphie du Paléogène continental (Biochronologie) ?
- Peut-on relier l'évolution de ces faunes (et de ces flores) au cours du temps aux changements climatiques (Paléoclimatologie) ?

a) Taphonomie et Paléoécologie.

Le premier résultat d'un examen global des faunes des gisements du Quercy est l'infir-
mation d'une hypothèse ancienne qui sup-



LES DENTS DE MAMMIFERES

Les dents de mammifères constituent un matériel paléontologique de choix du fait de leur nature et de leur morphologie.

1 — Leur nature :

Elles sont constituées de près de 97 % de substances minérales, essentiellement de phosphate et de carbonate de calcium (à titre de comparaison; le tissu osseux ne renferme que 71 % environ de substances minérales).

De ce fait, elles sont extrêmement résistantes et subissent la fossilisation avec moins de dommages que le reste du squelette.

2 — Leur morphologie :

Les molaires de mammifères sont bâties sur le même plan de base. Les molaires supérieures sont fondamentalement triangulaires, avec trois cônes principaux, des conules intermédiaires, des

glo. A ce « trigonide » s'adjoint un talon tuberculé dont le bassin central vient s'opposer au gros cône interne supérieur au moment de l'occlusion. Ceci permet à la dent d'écraser la nourriture.

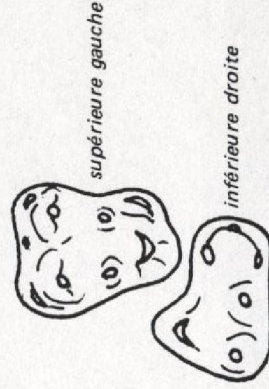
A partir de ce plan de base, différents types sont réalisés, propres à chacune des espèces. Ces types se regroupent au sein de grands schémas caractéristiques des familles, des ordres.

Cette morphologie, liée à la phylogénie, est bien sûr fonctionnellement en rapport avec le régime alimentaire.

— si le régime alimentaire comporte des aliments peu abrasifs la couronne des dents est basse (brachyodonte). L'organisation des dents est alors variable : c'est une lame tranchante s'il s'agit de la carnassière des carnivores ; c'est une surface mammelonnée avec des tubercules arrondis ou allongés en crêtes basses et robustes si le régime est omnivore, granivore ; les tubercules sont acérés chez les insectivores.

— si le régime alimentaire est très abrasif, notamment du fait des graminées, qui renferment de la silice, pour compenser l'usure, la croissance se prolonge chez l'individu adulte et la couronne devient haute, hypsodonte. Cette croissance peut être continue, comme pour les incisives des rongeurs.

La surface d'abrasion s'organise différemment suivant les groupes : généralement les tubercules s'effacent, des crêtes se développent courant sur la surface d'usure plane. Ces crêtes sont en forme de croissant (sélénodonte) chez beaucoup d'Artiodactyles (chameau, chèvre...) ou bien transversales (lophodontes) plus ou moins obliques comme chez le lapin ou le cobaye, ou bien longitudinales, ou bien constituent un réseau comme chez le cheval.



Représentation schématique de la face occlusale de deux molaires

bourrelets (= styles) sur leur bord labial et un rebord pouvant donner naissance à un tubercule sur leur bord postéro-lingual.

Les tubercules principaux des molaires inférieures sont aussi disposés en trian-

posait que les poches s'étaient formées suivant un gradient géographique d'Ouest en Est, en liaison avec le sens de l'avancée du lac de Cieurac sur le plateau Quercynois. En fait, il s'agit d'une mosaïque de remplissages d'âge différent : les faunes Eocène supérieur voisinent avec les faunes Oligocène moyen ou supérieur sans ordre apparent. La majorité des remplissages riches en os est localisée suivant une bande grossièrement Nord-Sud, de Concots à Caylus, parallèle à l'ancien rivage du lac de Cieurac. On ne rencontre que fort peu de poches au Nord du Lot (Prajoux, Mémerlin, Ste Néboule, Lostange, Salèrne).

Plus récemment, A. Cavaillé, supposait que le fond des poches les plus récentes devrait être situé moins bas que celui des poches les plus anciennes, l'édification du karst se faisant en fonction d'un niveau de base que les gouffres rejoignent par des cheminées verticales et ce niveau de base s'étant élevé au fur et à mesure du comblement du lac de Cieurac.

L'exemple des gisements de Sindou ne

semble pas confirmer cette hypothèse.

L'ouverture de la poche de La Bouffie

(d'âge Eocène supérieur) est topographi-

quement à une altitude supérieure à celle

du réseau de Pech Crabit (Oligocène

moyen). De plus ce dernier est plus pro-

fond (30 m environ) que La Bouffie (12 m

environ). Bien sûr, un examen topographi-

que sérieux de l'ensemble des poches reste

à faire pour résoudre cette question.

Un autre résultat important a été acquis

très rapidement, dès 1969, après l'examen

des vertébrés fossiles : la faune de chaque

poche est « chronologiquement » homo-

gène. A l'échelle géologique, le remplis-

sage d'une cavité s'est effectué en un

temps très court. Donc, pour chaque gise-

ment, la faune recueillie doit donner une

image relativement précise, sinon complète

du cortège d'animaux qui vivait dans les

environs de cette nécropole, à une époque

donnée. C'est probablement le cas pour le

gisement de Ste Néboule (dont la composi-

tion faunique est voisine de celle du gise-

ment d'Escamps figuré ci-après, fig. 8) ;

ainsi, nous avons pu proposer une recons-

titution de l'environnement faunique de Ste

Néboule, il y a trente cinq millions d'années

(figure 9). C'est aussi le cas du gisement

plus récent d'Irardies (Oligocène moyen,

vingt-neuf millions d'années environ) où la

faune est d'ailleurs mieux conservée

puisqu'on y rencontre des squelettes en

connexion ou des crânes en abondance

(figures 10, 11, 12). Certains remplissages,

comme celui de Crégols, renferment pres-

que exclusivement des restes de chauve-

souris (figure 13). Il s'agit donc d'une accu-

mulation sur place des seuls animaux qui

vivaient à l'intérieur de la grotte. D'autres

PETIT LEXIQUE PALÉONTOLOGIQUE

CHRONOLOGIE : « succession des événements dans le temps » (petit Robert)

• **Biochronologie** : chronologie établie à partir des êtres vivants (ou des restes d'êtres vivants).

• **Localité-repère** : gisement fossilifère renfermant une faune caractéristique, bien définie, utilisé comme repère d'une époque donnée.

• **Niveau-repère** : niveau chronologique de référence, défini par une localité-repère.

• **Zone biochronologique** : intervalle de temps caractérisé par une association faunique.

• **Association faunique** : ensemble des animaux d'un gisement donné ou d'un groupe de gisement de même âge.

ÉCOLOGIE : « Science qui étudie les interactions entre les organismes et leur milieu ».

• **Paléécologie** : étude des êtres vivants du passé dans leur milieu.

• **Taphonomie** : étude des conditions de formation des gisements.

• **Aire géographique** : surface de répartition géographique d'une population, d'une espèce...

• **Endémique** : se dit d'une espèce dont l'aire géographique est limitée.

ESPECE :

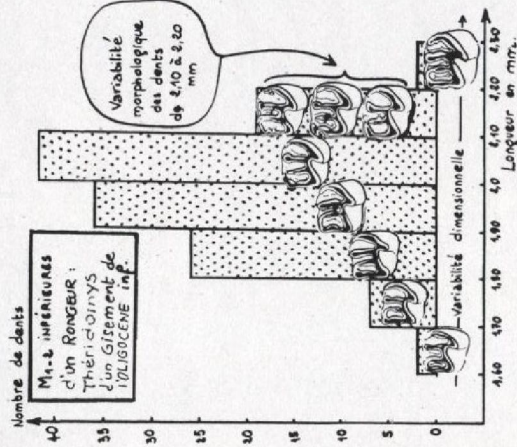
• **Espèce biologique** : « une espèce est un ensemble de populations qui sont effectivement ou potentiellement interfécondes et qui, dans les conditions actuelles sont incapables de se croiser avec d'autres ensembles comparables » (Mayr) (interfécondité → communauté de caractères génétiques → ressemblances morphologiques).

• **Population** : ensemble d'individus pratiquant la fécondation croisée, et se croisant préférentiellement au sein de cet ensemble ; chaque population présente une variabilité phénotypique traduisant l'hétérogénéité génotypique.

• **Génotype** : ensemble des caractères génétiques d'une cellule, des cellules de la lignée germinale d'un individu.

• **Phénotype** : ensemble des caractères d'un individu (morphologie, physiologie, comportement).

• **Espèce paléontologique** : ensemble de populations fossiles qui montrent une communauté de caractères morphologiques, correspondant à un même stade évolutif. (la notion de population implique nécessairement la notion de variabilité des caractères).



• **Espèce typologique** : espèce définie d'après un type fixe ; cette définition ignorant la variation dans l'espace comme dans le temps est maintenant périmée.

ÉVOLUTION : transformation des caractères (et du nombre) des espèces.

• **Lignée évolutive** : succession de formes dérivant l'une de l'autre.

• **Stade évolutif** : grade évolutif : étape dans une lignée évolutive (souvent considéré comme « une espèce »).

• **Spéciation** : formation de nouvelles espèces.

• **Cladogenèse ou radiation** : modalité de multiplications des lignées évolutives à partir d'une lignée souche.

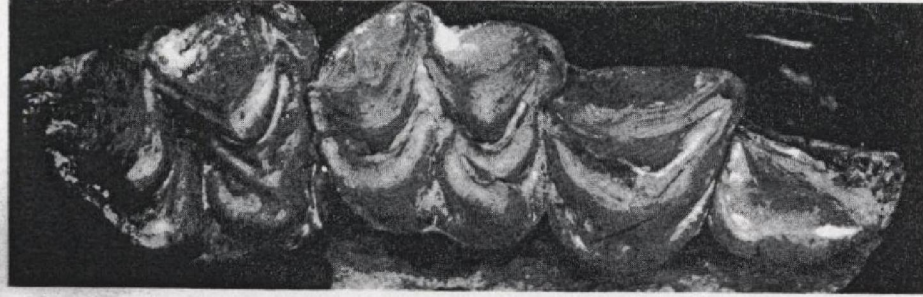
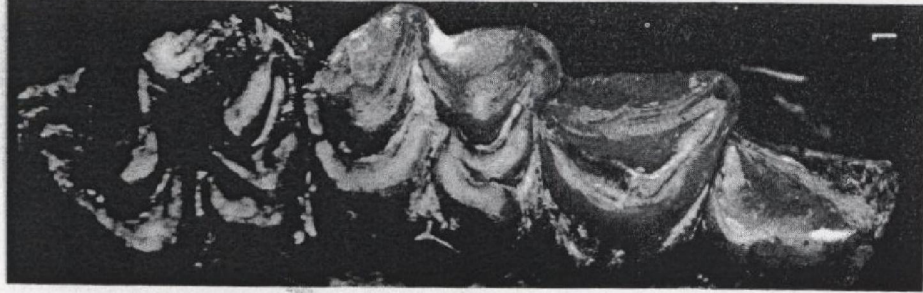
• **Anagenèse** : gradualisme phylétique : processus d'évolution progressive des lignées évolutives (passage graduel d'une espèce à l'espèce dérivée).

• **Phylogénie** = généalogie. Autres définitions (cf. Mayr., Simpson).

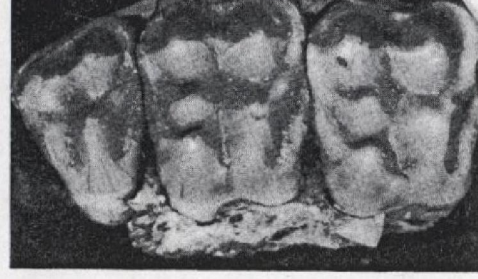
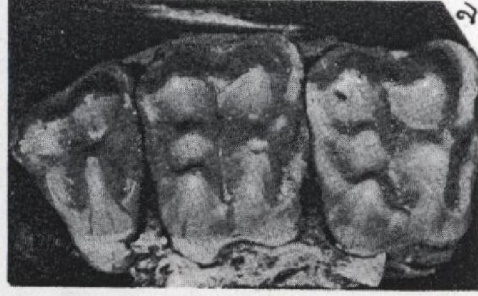
SYSTEMATIQUE : « art de ranger les êtres en catégories hiérarchisées ».

• **Taxinomie** : elle définit des catégories et les ordonne en systèmes hiérarchisés.

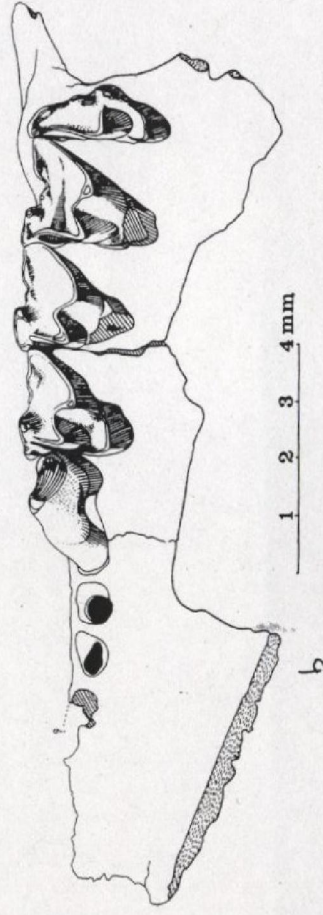
• **Catégorie** : « cadre conceptuel dans lequel nous rangeons les êtres » (l'espèce, genre, famille...) ; le contenu de la catégorie constitue le « taxon ».



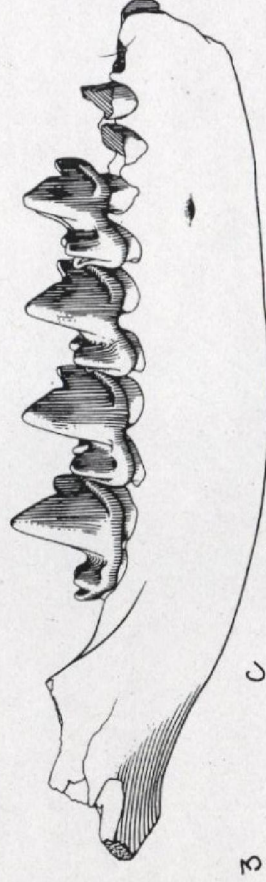
8



8. - Quelques éléments de la faune de l'Oligocène inférieur d'Escamps. Stéréophotographie d'un fragment de maxillaire droit avec P3-P4-M1-M2, de *Xiphodon gracile* (x 3) ; stéréophotographie d'un fragment de maxillaire droit avec M1-M2-M3 de *Dichobune leporina* (x 3) ; dessin de deux fragments de *Peratherium cuvieri* : a) vue latérale d'un fragment de maxillaire gauche, b) vue occlusale de ce fossile, c) vue latéro-externe d'un fragment de mandibule avec les quatre molaires.



1 2 3 4 mm



Le Quercy est aujourd'hui un vaste plateau karstique, parcouru par un réseau karstique actif, profondément entaillé par des vallées aux falaises abruptes, comme celles du Lot ou du Célé. Sur un sol peu épais domine la forêt de chênes, accompagnés de cornouillers, érables, genévriers. La faune est pauvre, peu diverse, et les nombreux chasseurs se satisfont de gibier d'élevage...

Il y a trente cinq millions d'années environ, le paysage était bien différent. La période de l'Éocène supérieur, qui s'achevait, avait été chaude et humide, si l'on se réfère à la fois aux paléotempératures (calculées à partir de sédiments marins extra-européens) et aux restes fossilisés de végétaux typiquement tropicaux.

Le Causse du Quercy devait être un plateau très disséqué par la karstification, à surface lapiazée creusée de gouffres en rapide évolution interne, et couvert d'un sol assez épais. Une forêt tropicale humide, avec notamment des Myricacées et des gymnospermes, recouvrait l'ensemble du pays, à peine interrompue au niveau des rares points d'eaux situés dans les bas-fonds. Dans ce cadre vivait une faune considérablement différente de la mai-gra faune actuelle. Si nous pouvons l'imaginer, c'est grâce aux cadavres des animaux entraînés dans les cavités par les eaux courantes ou les prédateurs, ou bien logeant et mourant dans les milieux souterrains. Nombre de ces restes, fossilisés, sont parvenus jusqu'à nous et sont aujourd'hui l'objet d'étude.

A l'aide de ces données, et du talent de C. PONDEVILLE, a pu être tentée une reconstitution de l'environnement géologique, végétal, et animal dans un paysage du Quercy évoquant celui de Ste-Néboule aux tout-débuts de l'Oligocène inférieur (ou à l'extrême fin de l'Éocène supérieur suivant l'usage que l'on préfère). Sur ce dessin, quelques animaux caractéristiques de cette période sont représentés (à des échelles différentes). Tous les animaux attestés dans la faune de Ste-Néboule n'y figurent pas. Certains qui y figurent, au contraire, sont absents de Ste-Néboule mais font partie de la faune forestière de l'époque considérée.

La faune arboricole était compo-

sée de petits insectivores (nyctithéridés), de prosimiens, tels *Microchoerus erinaceus* (numéro 7), absent de la faune de Ste-Néboule, mais attesté dans les gisements de La Débruge et San Cugat, de petits marsupiaux semblables aux sarigues actuelles d'Amérique, tels *Peratherium cuvieri* (numéro 6), et encore d'oiseaux, comme certains martins arboricoles, tels *Cypselavus gallicus* (numéro 5).

Dans le sol épais, des rongeurs de petite taille, tels *Elfomys parvulus* (numéro 8), pouvaient creuser des galeries. Sur le sol, riche fournisseur de nourriture végétale, se déplaçaient des bandes d'herbivores artiodactyles, de petite ou moyenne taille, et de plus rares herbivores périsso-dactyles, généralement plus grands, tels *Palaeotherium medium* (numéro 1).

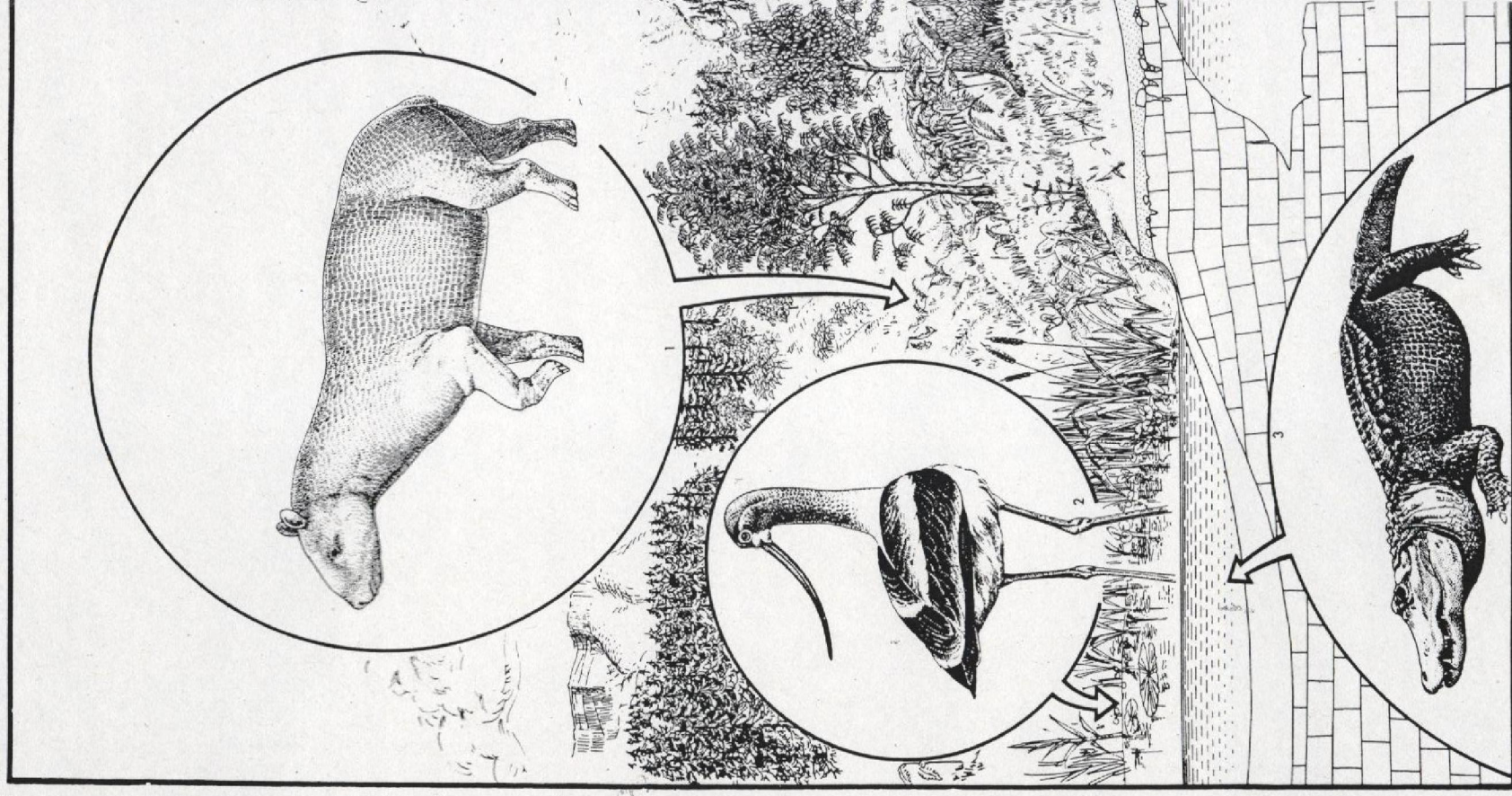
Les petits vertébrés, petits mammifères, et les herbivores servaient de proies aux carnassiers, fessipèdes comme *Cynodictis lacustris*, ou créodontes plus robustes comme *Hyaeonodon brachyrhynchus* (numéro 9). La proximité d'un bas-fond marécageux est suggérée par la présence de crocodiliens, tels *Diplocynodon* sp. (numéro 3), de certains oiseaux comme des avettes, tels *Recurvirostra sanctaeboulae* (numéro 2), et éventuellement par le curieux mammifère longirostre *Pseudorhynchocyon cayluxi*.

Enfin, les cavités karstiques ouvertes constituaient le gîte diurne d'abondantes colonies de microchiroptères, où dominait très largement la famille des hipposidériés. *Hipposideros schlosseri* (numéro 4), forme relativement petite, est à Ste-Néboule le mammifère le plus commun. Pendant la nuit, cette chauve-souris bien adaptée au vol « accidenté » devait pulluler dans l'espace aérien forestier, certainement très riche en insectes.

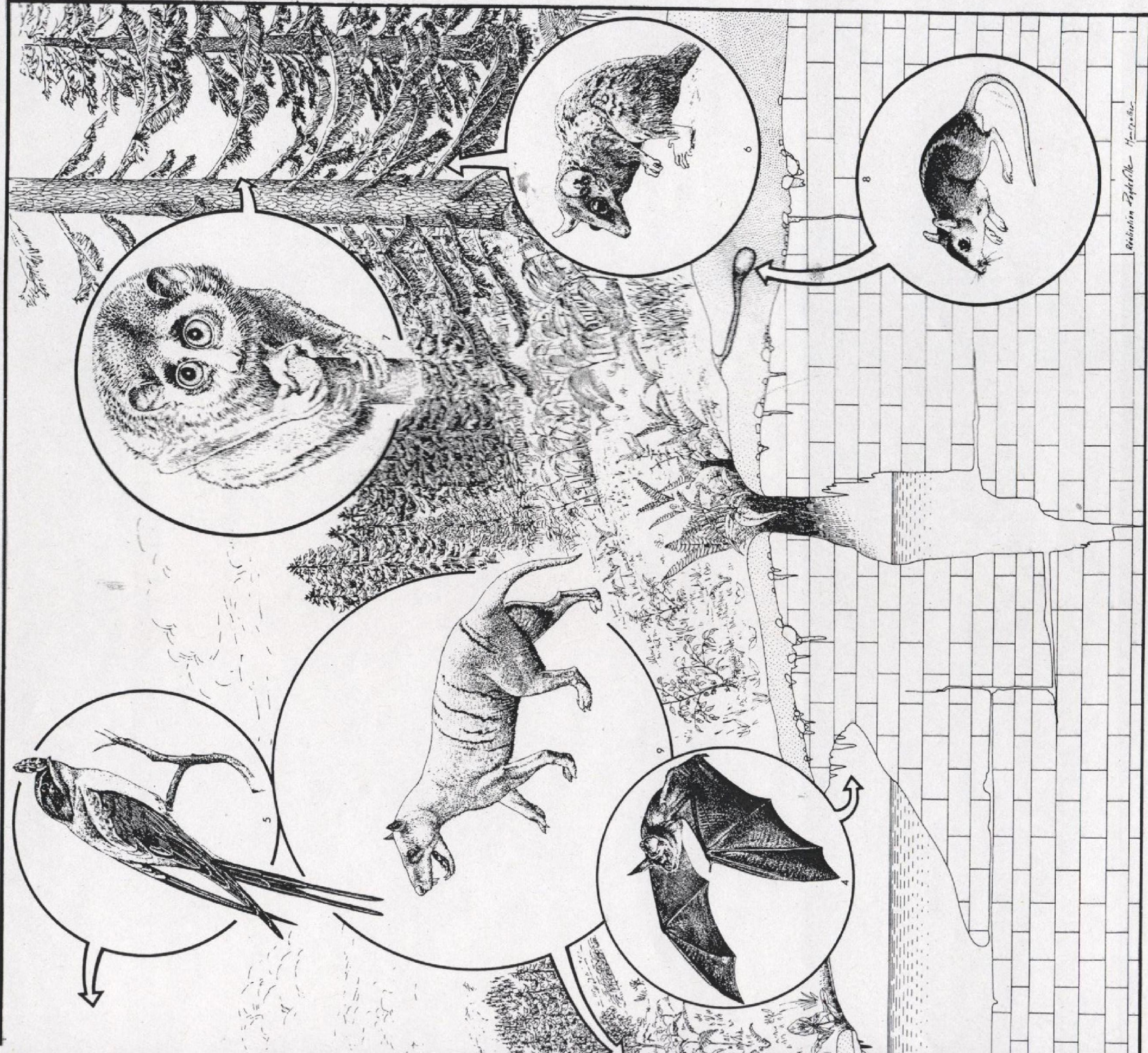
Rappelons, pour finir, que la conservation des documents fossiles, rendue très partielle et sélective par l'intervention de différents facteurs, altère considérablement — et principalement par défaut — toute tentative de reconstitution d'un environnement disparu.

Monique VIANEY-LIAUD

Dessin et légende repris dans *Paleovertebrata*, 1978, vol. 8.



Dessin et légende repris de Palaeovertebrata, vol. 8, fasc. 2-4, 1978.
(Esquisse de Christian Pondeville, 1977).





10. - Squelette de *Brachiterium medium*, de l'Oligocène moyen d'Itardies. L'échelle représente 5 cm.

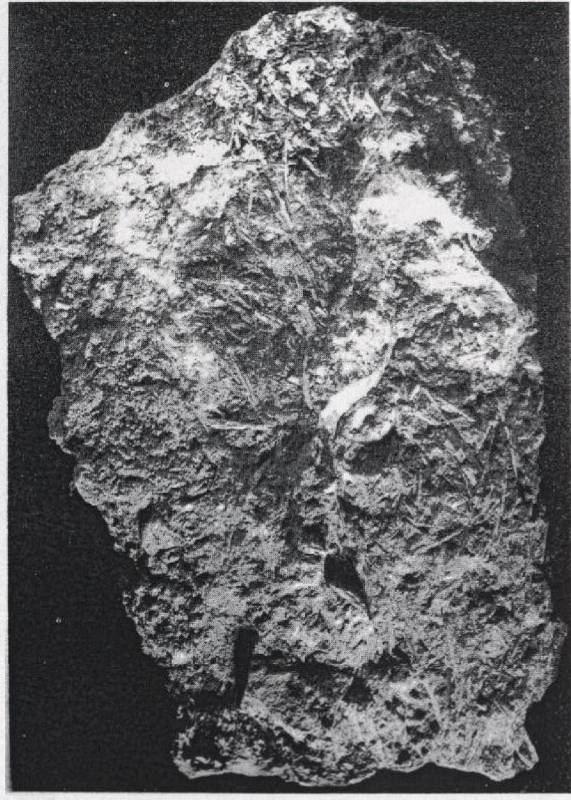
11. - Crâne et fragment de cou du carnivore *Amphicyonodon leptorhynchus* d'Itardies. L'échelle représente 1 cm.

12. - Fragment de crâne en vue palatine d'un « lérot » (*Gliravus*) d'Itardies. L'échelle représente 1 cm.

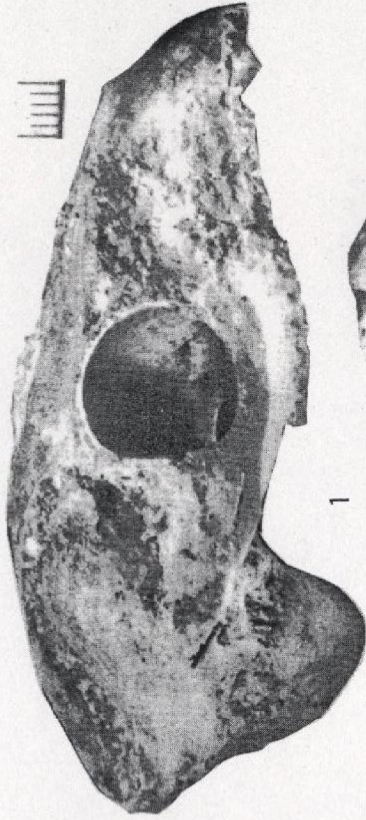
13. - Bloc fossilifère de Grégols, avec des ossements de chauve-souris.

14. - Quelques éléments de la faune de l'Oligocène supérieur de Pech de Frayss. Chaque échelle représente 1/2 cm.

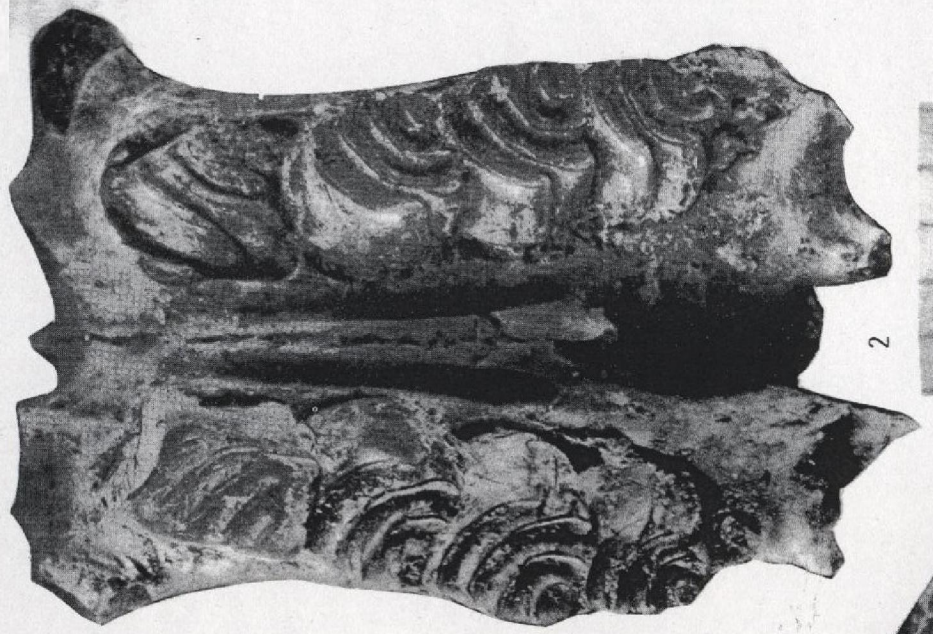
1 : Crâne de *Caenomeryx* en vue latérale ; 2 : Palais du rongeur *Archaeomys intermedius* ; 3 : Fragment d'avant crâne de *Peratherium antiquum* ; 4 : Mandibule gauche de *Peratherium antiquum*.



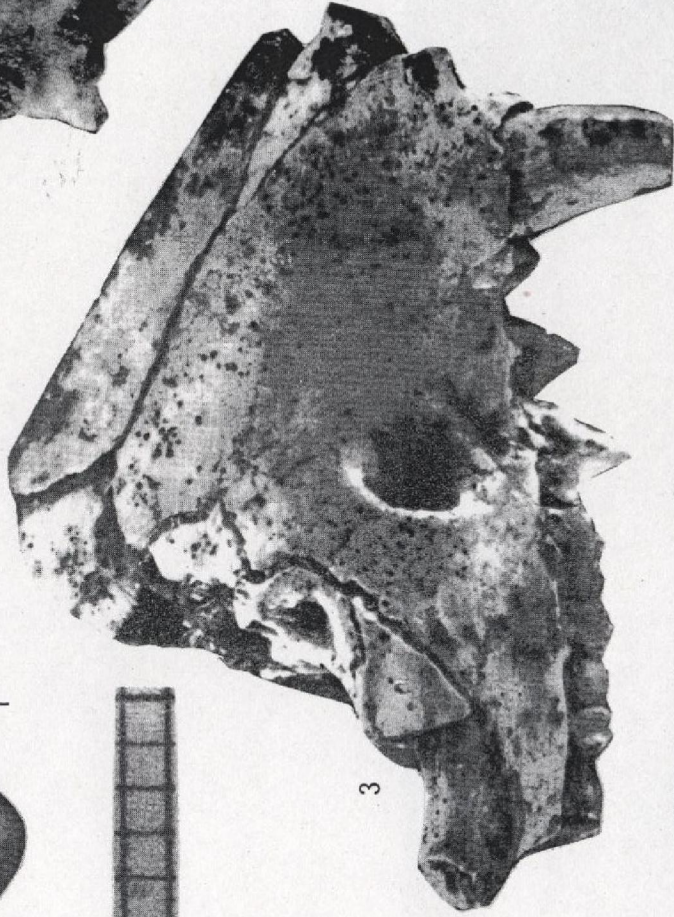
13



1



2



3

14



4

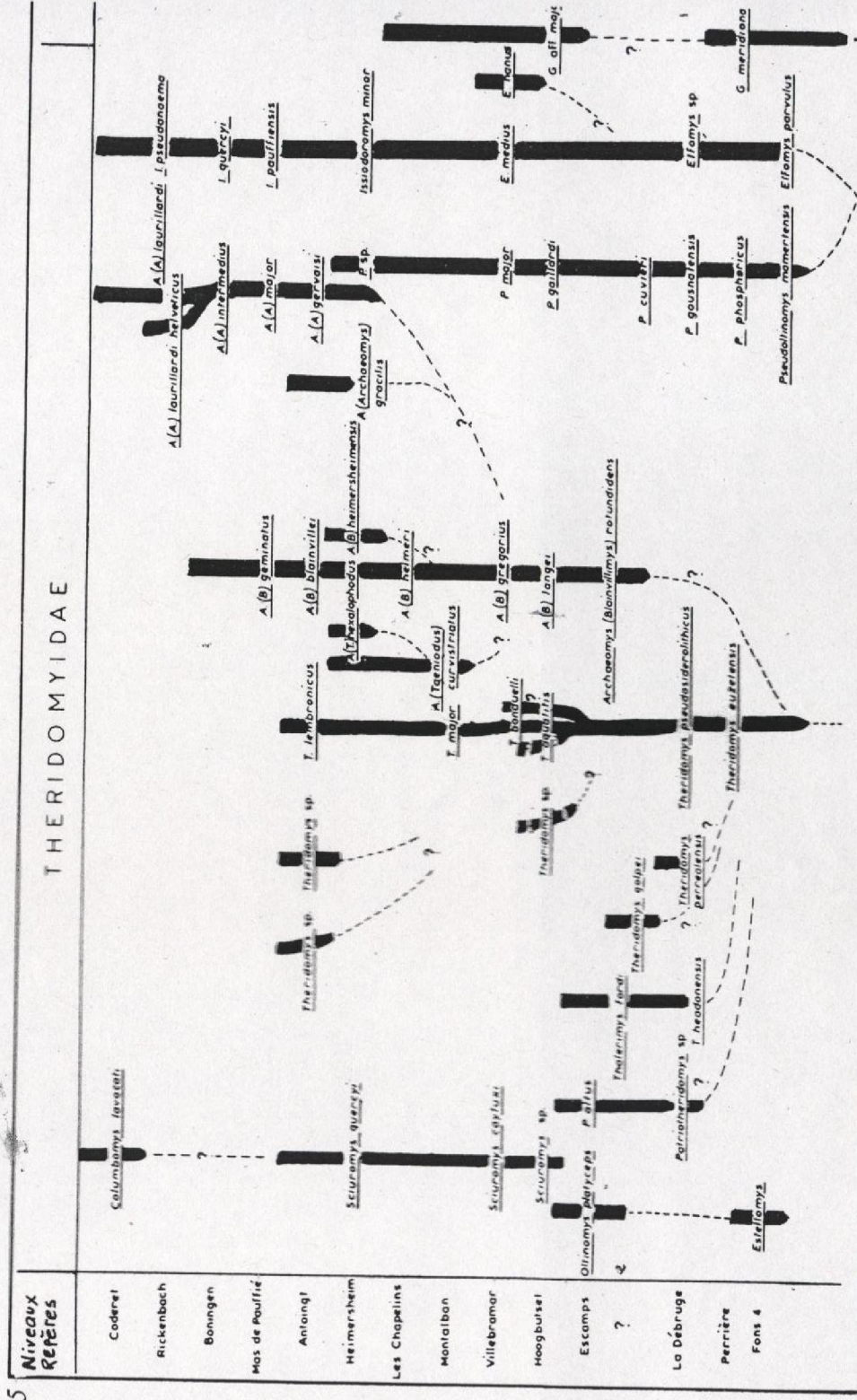


15. - *Phylogénie détaillée de deux familles de rongeurs de l'Eocène supérieur à l'Oligocène supérieur en Europe occidentale*

16. - Diagrammes circulaires montrant l'importance relative des différentes familles de rongeurs en fonction du nombre de genres (indiqué entre parenthèses) dans les gisements anté-

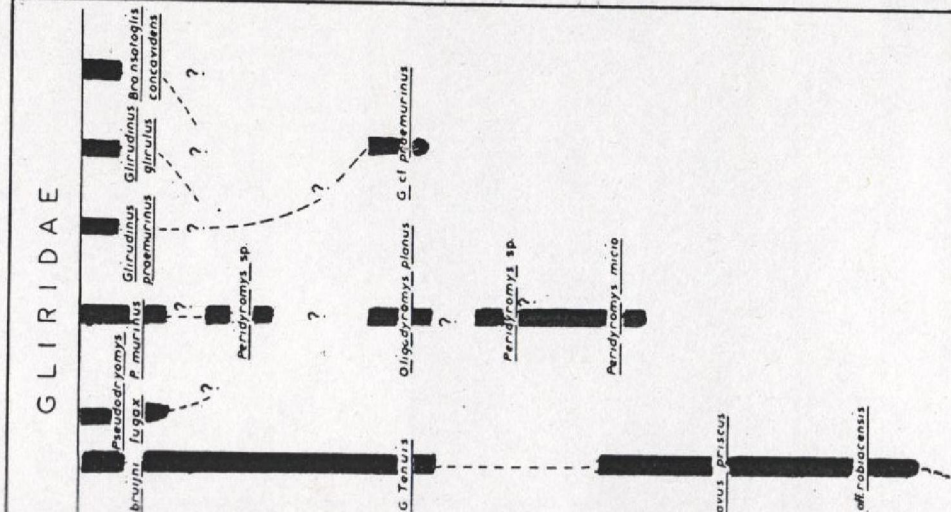
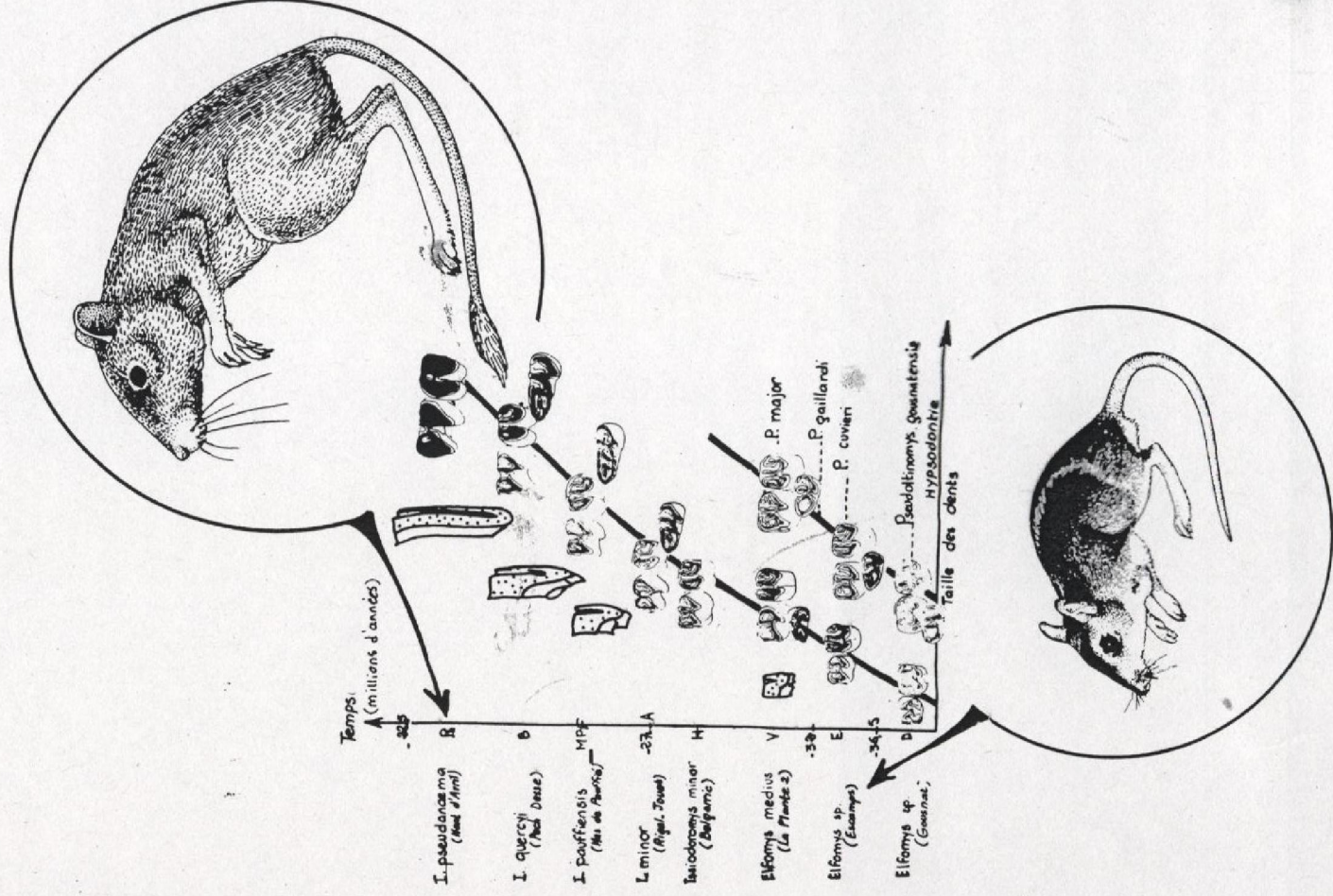
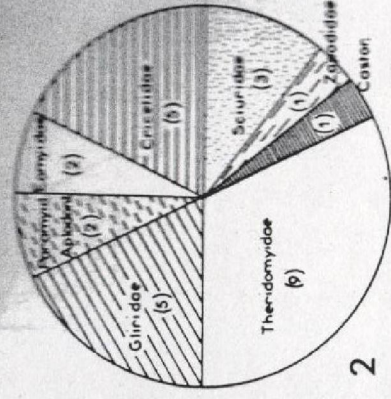
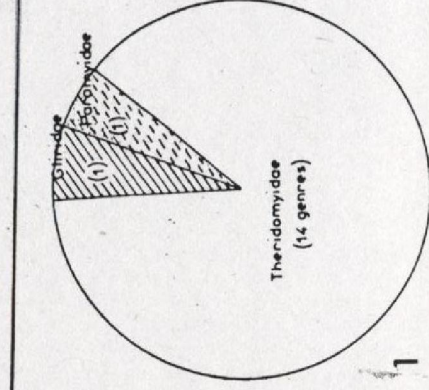
17. - Tableau évolutif des rongeurs Issidoromyinés montrant les transformations de la morphologie des molaires supérieures et inférieures, l'accroissement de leur taille et de la hauteur relative de leur couronne (hypsoodontie). Les deux dessins présentent la reconstitution, en bas d'Elfomys de l'Oligocène inférieur (légèrement réduit par rapport à sa taille), en haut d'Issidoromys pseudanaema de l'Oligocène supérieur (réduit de moitié).

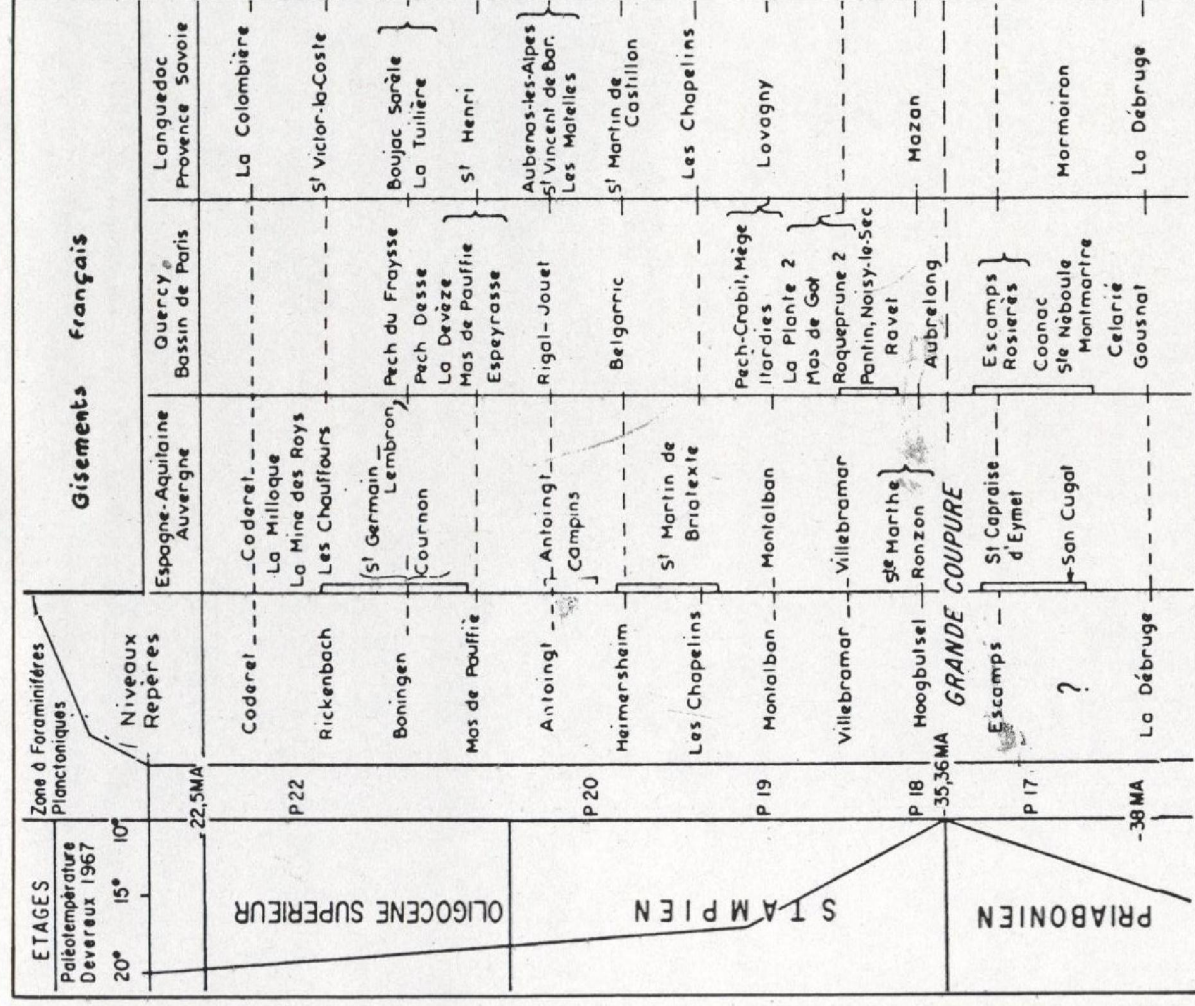
que. Au niveau le plus général, sur les neuf ordres de Mammifères énumérés, un seul ne se retrouve pas au sein des trois faunes : les Primates ne sont présents qu'à Escamps. Si l'on se place à un niveau systématique inférieur, au niveau familial par exemple, de nouveaux éléments viennent s'ajouter à la différence décelée entre Escamps et les deux autres gisements. Considérant les rongeurs, on peut compter deux familles seulement à Escamps, mais six à Itardies et sept à Pech du Frayse. Les deux familles d'Escamps se retrouvent aussi dans les deux autres localités. Parmi elles, celle des Theridomyidae présente une grande variété générique à Escamps, mais nettement moindre ensuite : des genres disparaissent tels *Oltinomys* ou *Patriotheriomys* (fig. 15). Ces phénomènes d'apparitions (au moins quatre familles nouvelles de rongeurs) et de disparitions (au moins deux genres de rongeurs ; tous les Primates) apparaissent moins nettement chez les autres mammifères. Cependant, au sein des Artiodactyles, aucun Xiphodontidae n'est connu après Escamps, au sein des Carnivores, les Felidae semblent apparaître à partir d'Itardies. Finalement une coupure faunique importante semble séparer le gisement d'Escamps des localités plus récentes. Et elle existe non seulement dans le



Quercy mais aussi dans l'ensemble des gisements d'Europe Occidentale. A tel point qu'un célèbre paléontologue suisse, H.G. Stehlin, l'a qualifiée de « Grande Coupure » Oligocène. Ainsi donc une datation grossière des gisements peut être faite d'emblée suivant que l'association faunique comprend des éléments anté ou post-Grande Coupure. Cette Grande Coupure, dans le contexte plus général de l'histoire des faunes européennes correspond à un renouvellement faunique dû à la fin de la période de fort endémisme de l'Europe Occidentale. Au début de l'Ere tertiaire, l'Europe et l'Amérique du Nord n'étaient pas encore séparées du fait que l'Atlantique Nord n'était pas ouvert. Ainsi, une faune Euraméricaine peuplait l'Europe Occidentale. Vers - 50 millions d'années, l'ouverture du Nord de l'Océan Atlantique est chose faite : par ailleurs, à l'Est, la mer de l'Oural sépare l'Europe Occidentale du reste de l'Eurasie ; et enfin, au Sud, la Tethys limite le territoire continental Européen. Ainsi, dans une Europe Occidentale insulaire, se développe une faune fortement endémique pendant tout l'Eocène moyen et supérieur.

L'arrivée de formes nouvelles, après le niveau d'Escamps, est la conséquence de l'émersion d'un détroit au Sud de la mer de





18. - Essai de corrélation biostratigraphique des gisements français de l'Oligocène.

19. - Tableaux évolutifs de quatre genres (ou sous-genres) de rongeurs *Theridomyidae* montrant les transformations morphologiques et dimensionnelles des molaires. Les niveaux repères sont indiqués par leur valeur sur l'ordonnée de chaque tableau.

subsiste seulement *Issiodoromys*. Si nous nous reportons à la figure 16, plus détaillée, au niveau spécifique, nous voyons que *Issiodoromys* a pu être considéré comme un descendant d'*Elfomys*. La figure 17 résume les observations qui ont conduit à ces conclusions. Ainsi, cinq espèces d'*Issiodoromyinae*, dérivant l'une de l'autre, s'échelonnent de l'Eocène supérieur à l'Oligocène supérieur et peuvent constituer des repères chronologiques à l'intérieur de cette période. On peut faire des observations analogues pour de nombreuses lignées de *Theridomyinae*. En confrontant ces différents résultats, on obtient des ensembles de stades évolutifs caractéristiques d'époques données. Lorsqu'un gisement renferme une faune variée, abondante, avec suffisamment de lignées caractéristiques, on l'utilise comme localité stratigraphique repère, définissant un niveau repère. Des corrélations locales sont effectuées en rapprochant un certain nombre de gisements de ces niveaux repères (figure 18).

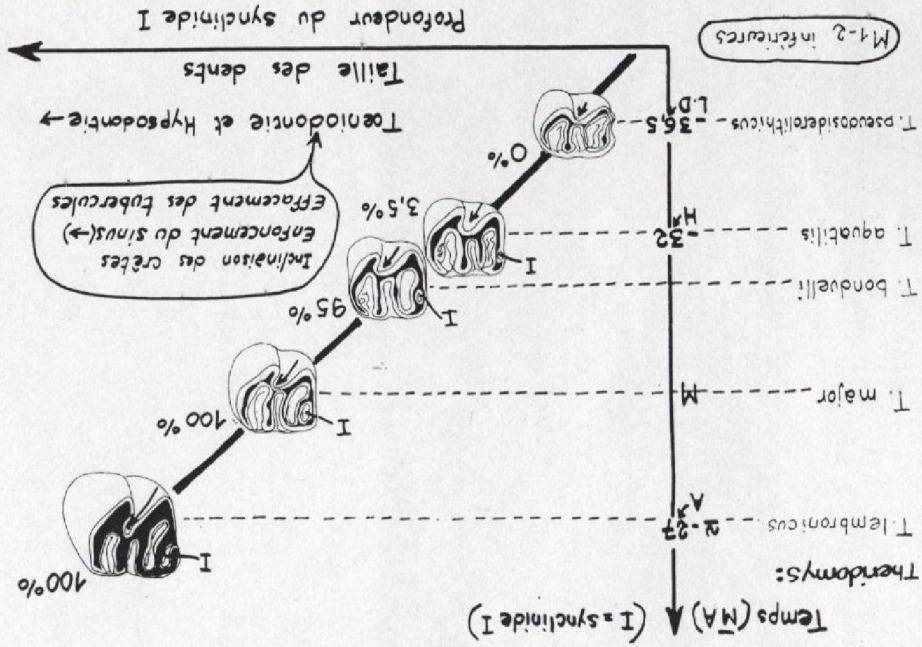
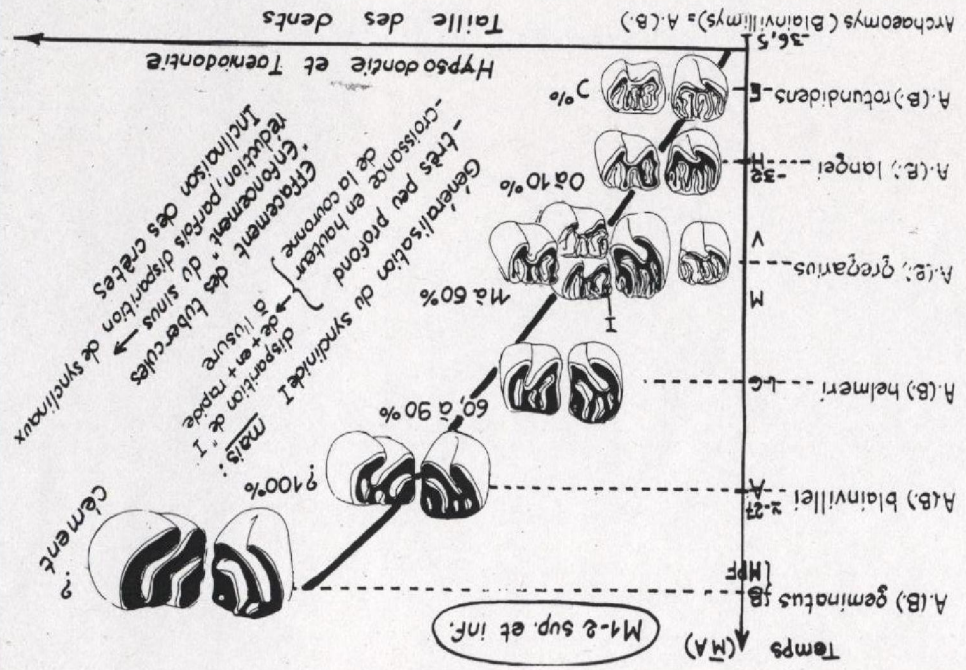
Ces corrélations locales peuvent être étendues à l'ensemble d'une zone géographique ou même d'un continent si les espèces qu'on y rencontre ont une vaste aire de répartition. Pour les corrélations intercontinentales, l'utilisation des fossiles continentiels est plus délicate. S'il n'y a pas de communication terrestre directe entre les continents, les mêmes lignées évolutives ne sont pas représentées partout ; de plus les coupures fauniques ne sont pas universelles. Par exemple, la Grande Coupure, dont nous avons longuement parlé, est un événement « sensationnel » pour le petit coin Occidental du Grand continent Eurasiatique, mais absolument pas enregistré dans les archives de l'époque en Afrique ou en Chine ! Il faut faire appel alors à la biostratigraphie marine, les océans faisant le lien entre les masses continentales, et tenter de faire coïncider, ici et là, les échelles chronologiques continentales locales avec l'échelle marine plus universelle. Mais, nous voilà bien éloignés du Quercy, avec ces considérations planétaires ! Cela montre bien l'intérêt paléontologique considérable de cette région. Et la suite de cet article va montrer que nous n'en avons pas encore exploité toutes les possibilités.

c) Evolution de la faune et Paléoclimatologie.

L'observation de la composition des faunes du Quercy a permis de déceler ce grand événement de l'histoire faunique paléogène d'Europe Occidentale qu'est la Grande Coupure. Si nous détaillons maintenant l'évolution des caractères morphologiques des différents groupes, d'autres événements du passé vont nous être révélés.

l'Oural. Malgré ce passage, l'arrivée des animaux à l'extrême Ouest de l'Europe Occidentale n'est cependant pas instantanée. Une première arrivée, massive, après le niveau d'Escamps, est suivie par des vagues successives, des barrières jouant le rôle de filtre sur tout le parcours notamment au niveau de la mer du Fossé Rhénan. Ainsi, si la Grande Coupure, en une zone donnée de l'Europe Occidentale, peut nous donner une indication chronologique, à l'échelle de l'Europe elle ne constitue pas un repère exactement synchrone.

Pour une subdivision plus poussée du temps, les lignées évolutives constituent un outil très précieux. Grâce à l'abondant matériel des gisements du Quercy, de nombreuses lignées évolutives ont pu être reconstituées (figure 16). Reprenons les listes fauniques, et examinons, parmi les rongeurs *Theridomyidae*, la sous-famille des *Issiodoromyinae*. Le genre *Pseudotomomys* est présent à Escamps et Itardies, le genre *Elfomys* également, et à Pech du Fraysse



La faune antérieure à la Grande Coupure, celle d'Escamps par exemple, renferme, entre autres animaux, des Singes prosimiens et de nombreux rongeurs à dents brachyodontes. Après le niveau d'Escamps, les singes disparaissent. Chez les rongeurs, plusieurs lignées évoluent vers des dents hypsodontes dont la table d'usure s'aplanit en même temps que les crêtes d'émail transversales se développent aux dépens des tubercules (figure 17, 19). Des tendances analogues se manifestent aussi chez les Artiodactyles avec par exemple l'expansion des préruminaux.

La morphologie des dents est en étroite relation avec le régime alimentaire, donc, chez les herbivores, avec la végétation environnante. Les variations dentaires observées nous renseignent donc sur l'évolution de la végétation, et par là, du climat. Deux faits sont à interpréter : la disparition des singes prosimiens, le passage de dents brachyodontes à des dents hypsodontes chez de nombreux mammifères. Les Prosimiens, comme les Lémuriens, vivent actuellement en milieu tropical plutôt humide. Leur disparition est probablement en rapport avec un abaissement des températures et, à un degré moindre, avec une aridification du climat. Des arguments attestant cette aridification progressive des paysages oligocènes d'Europe Occidentale peuvent être tirés de l'étude des Rongeurs. Dans la nature actuelle, quelques espèces de rongeurs, telles les Gerboises, les Gerbilles, les Gundi, présentent un ensemble de caractéristiques communes que l'on peut relier à un mode de vie. Ils habitent des terriers, la nuit, et le jour se déplacent en bondissant. Ils se nourrissent essentiellement des graminées qu'ils trouvent dans la steppe environnante, paysage aride à semi-aride. Toutes ces espèces possèdent une denture hypsodonte, des bulles auditives bien développées à très grosses ; chez la plupart, les pattes antérieures sont courtes alors que les postérieures sont allongées avec un nombre de doigts réduit ; quelques-unes ont la branche montante de la mandibule réduite.

Nous retrouvons l'ensemble de ces caractères chez les Issiodoromyinae de l'Oligocène supérieur. La tendance à l'évolution dans ce sens, vers des molaires hypsodontes, en particulier, s'est manifestée dès le début de l'oligocène et pas seulement chez Issiodoromyinae mais aussi chez de nombreux autres Theridomyidae. Ces renseignements sur l'environnement végétal et climatique fournis par les mammifères fossiles contemporains, et, si le refroidissement est généralisé, par les espèces marines (foraminifères, nannoplancton) sensibles aux variations de température. Les pollens des végétaux de l'époque à laquelle s'est formé le gisement

d'Escamps appartiennent à de nombreux Angiospermes tropicaux à subtropicaux ; les Gymnospermes y sont rares. Ceci atteste, pour la période, un climat chaud et humide. A partir de la Grande Coupure, les Gymnospermes se développent massivement (Epicéa, Sapins...) montrant une nette diminution de l'humidité et en même temps les Angiospermes « tropicales » diminuent en nombre au profit de formes plus « froides » comme les Aulnes, Ormes, Frênes.

Le refroidissement du début de l'Oligocène est attesté également dans les mers par la disparition d'espèces « chaudes » au profit de nannoplancton plus tempéré.

Ainsi, toutes les données triées de l'observation des fossiles marins et continentaux concourent à donner du climat de l'Oligocène l'image suivante :

au climat tropical humide du début succède un climat plus tempéré et plus aride.

Une telle conclusion peut être nuancée, enrichie, en tenant compte d'un plus grand nombre d'observations et de précisions. Les autres mammifères peuvent fournir le même type de renseignements que les quelques rongeurs analysés ci-dessus et même les données apportées par ceux-ci n'ont pas été exploitées exhaustivement ; il s'agissait seulement de donner une idée de la démarche paléontologique dans le domaine de la paléoclimatologie.

CONCLUSION

Cet exposé peut paraître long : il n'est cependant qu'un bref résumé de l'activité paléontologique relative aux poches à phosphorite du Quercy. Je n'ai pas parlé des études anatomiques que l'on peut faire sur les squelettes récoltés et des conclusions fonctionnelles et adaptatives que l'on peut en tirer, pas plus que des multiples péripéties de l'évolution de nombreux groupes de Mammifères, pas plus que des serpents, des lézards, des oiseaux... Je n'ai pas pu présenter tous les problèmes sédimentologiques, les multiples types de remblais, ni raconter toutes les descentes périlleuses ou agréables, les quelques accidents, toutes les installations de fortune ou de grande envergure... Les phosphorites du Quercy constituent un monde merveilleux et difficile pour le paléontologue. S'il a pu se révéler ainsi, c'est grâce au travail coordonné et assidu d'une équipe dynamique. Si l'enthousiasme s'est (un peu) calmé avec le temps, l'exploitation n'en demeure pas moins efficace, « rentable » et désormais relativement peu onéreuse. Les études paléontologiques sont nombreuses et l'on peut s'attendre encore à des résultats importants pour la connaissance des faunes, de leur évolution et de leur environnement.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

QUERCY :

- Nouvelles faunes de Vertébrés oligocènes des phosphorites du Quercy. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat. Paris*, 3, 74, sc. Terre, 28 : 105-113, par Lide Bonis, J.-Y. Crochet, J.-C. Rage, B. Sigé, J. Sudre, M. Vianey-Liaud, 1973.
- Table ronde sur les phosphorites du Quercy, *Paleovertebrata*, Montpellier, vol. 6, fasc. 1-2, 3-4, 1974.
- Mammifères du Quercy, *In Fossilium Catalogus I : Animalia*, n° 126, édit. Westphal., par B. Sigé, J.-Y. Crochet, J.-L. Hartenberger, J.-A. Rémy, J. Sudre et M. Vianey-Liaud 1973.
- La poche à phosphate de Ste Néboule (Lot) et sa faune de Vertébrés du Ludien supérieur par B. Gèze, J.-C. Rage, C. Vergnaud-Grazzini, F. de Broin, E. Bufetault, C. Mouet-Chauviré, J.-Y. Crochet, B. Sigé, J. Sudre, J.-A. Rémy, B. Lange-Badré, L. de Bonis, J.-L. Hartenberger, M. Vianey-Liaud. *Paleovertebrata*, Montpellier, vol. 8, fasc. 2-4, 1978.

RONGEURS :

- Les Issiodoromyinae (Rodentia, Theridomyidae) de l'Éocène supérieur à l'Oligocène supérieur en Europe Occidentale par M. Vianey-Liaud, *Paleovertebrata*, Montpellier
- Evolution des Rongeurs à l'Oligocène en Europe Occidentale par M. Vianey-Liaud. *Paleontographica*, Stuttgart, Bd. 166, L 4-6 136-236.

EVOLUTION :

- L'évolution et sa signification par G.G. Simpson, éd. Payot, Paris, 1951.
- Populations, espèces et évolution, par E. Mayer, éd. Hermann, Paris, 1974.

MONIQUE VIANEY-LIAUD.