



1



2



3



4

1. Recherche de fossiles sur le site de Rancho La Brea, Los Angeles, Californie, vers le début du XX^e siècle. En arrière, derricks et puits de pétrole - Cliché *The American journal museum, 1913*. 2. Depuis 1977, le musée George C. Page expose les découvertes réalisées dans les puits de goudron de La Brea Tar Pits. Au premier plan, reconstitution d'un mammouth pris au piège dans un affleurement bitumineux. 3. Bulle de méthane dans un affleurement d'asphalte naturel de Rancho La Brea - Cliché *Daniel Schwen, licence CC-BY-SA-2.5*. 4. À l'intérieur du musée George C. Page, un puits de goudron en cours d'exploitation pour la recherche de fossiles - Cliché *Johndhackensacker3d, licence CC BY-SA 3.0*

Par Pierre-Olivier Maquart, Denis Richard et Bruno Didier

Les insectes fossiles de La Brea Tar Pits

Niché au cœur de la ville de Los Angeles (États-Unis, Californie), La Brea Tar Pits¹ est un ensemble d'affleurements bitumineux datant du Pléistocène supérieur qui constitue un très important gisement de fossiles. Réputé pour ses restes imposants de grands mammifères, le site a également restitué des milliers de fragments d'invertébrés qui seront peu à peu analysés et identifiés. Grâce à de nouvelles technologies de datation et d'investigation, ils renseignent les paléontologues sur ce qu'ont pu être les conditions environnementales et climatiques de la région lors des précédents millénaires.

Après le retrait de la mer de la région, il y a environ 100 000 ans, l'érosion a peu à peu creusé la plaine californienne, mettant au jour localement plusieurs gisements de bitume. Les

premiers habitants amérindiens les utilisaient pour calfater leurs canoës puis, à la fin du XVIII^e siècle, les Européens, fondateurs de ce qui deviendra plus tard la ville de Los Angeles faisaient de même

pour étanchéifier leurs toits. Au XIX^e siècle, le bitume de La Brea est exploité commercialement et les premiers fossiles commencent alors à apparaître. Un géologue anglais, William Denton, appelé pour évaluer le potentiel pétrolier du site, en décrit certains pour la première fois en 1875. En 1913, les propriétaires des gisements donnent au nouvellement établi Muséum de Los Angeles, le droit d'excaver les sources bitumeuses pour en extraire les fossiles. Durant deux ans, les ouvriers s'affairèrent à dégager les restes d'animaux fossilisés. Le site sera ensuite fermé. En 1961, la fosse n°91 est rouverte et tous les fossiles – pas uniquement les gros mammifères comme précédemment – sont récupérés. Le nombre d'espèces connues double ; on compte plus de 600 espèces de plantes et d'animaux identifiées à l'heure actuelle et plus de 3,5 millions de fossiles. Les « vedettes » sont bien entendu les grands mam-

1. Signifiant littéralement : le goudron (en espagnol) des puits de goudron (en anglais).



Deux grands mammifères carnivores (*Canis dirus* et *Smilodon californicus*) se disputent la carcasse d'un mammoth englué dans le bitume à La Brea Tar Pits - Dessin Robert Bruce Horsfall in : William Berryman Scott, A history of land mammals in the western hemisphere, New York, MacMillan Publishing Company, 1913.

mifères éteints : squelettes entiers de Mammouth américain (*Mamut americanum*), de Tigre à dents de sabre (*Smilodon fatalis*), ou encore de Paresseux géant (*Paramylodon harlani*). En 2006 le musée fait construire un parking à proximité du site et met à jour 16 nouvelles fosses bitumineuses, récupérées et stockées dans de vastes caisses en bois, en attendant d'être étudiées par des paléontologues. L'âge des quelque millions de fossiles découverts sur le site va de 12 000 à 48 000 ans pour les plus anciens. 158 espèces de plantes, 60 espèces de mammifères, 140 espèces d'oiseaux, 6 espèces d'amphibiens, 26 espèces de reptiles, 3 espèces de poissons, 56 espèces de mollusques et plus de 150 espèces d'insectes en sont actuellement connues. Les invertébrés, en raison de la chitine constituant majoritairement leur exosquelette, sont particulièrement bien représentés, le bitume ayant agi sur eux comme un excellent conservateur.

■ ATTRACTION FATALE

Les étendues de bitume, même de quelques centimètres de profondeur, constituent de redoutables pièges, notamment pour des insectes. En dehors des périodes hivernales, durant lesquelles le froid et le gel solidifient le bitume, les animaux terrestres y sont pour la plupart piégés accidentellement lors de leurs déplacements (recherche de nourriture, migrations, etc.) ou attirés là par les malchanceux déjà immobilisés ou par les charognes.

Certains insectes volants peuvent être attirés par la pellicule d'eau recouvrant les affleurements hors saison sèche et se posent directement en surface ou aux abords de ces étendues traîtresses. Les insectes à larves aquatiques, attirés par la lumière polarisée horizontale réfléchiée par les étendues sombres de bitume sec, viennent y pondre, croyant avoir affaire à de l'eau. Ce phénomène peut facilement s'observer de nos jours sur des routes, même sèches, et piège notamment

de nombreux éphémères². Enfin, il faut considérer l'attraction pour l'asphalte lui-même³, pour la chaleur émise par des feux de pétrole⁴, ou pour des émanations de type chimique. L'importance relative de ces différents phénomènes n'est pas connue.

■ BAROMÈTRES PALÉONTOLOGIQUES

Les insectes piégés de La Brea Tar Pits s'avèrent de bons indicateurs paléoenvironnementaux car la plupart des espèces présentes à l'ère quaternaire et même tertiaire existent encore aujourd'hui et il est raisonnable de supposer qu'elles ont prospéré sous les mêmes conditions climatiques et environnementales que de nos jours.

Ainsi, tous les Coléoptères trouvés à La Brea appartiennent à des espèces actuelles, à l'exception de deux Scarabéidés qui étaient probablement spécialisés dans l'exploitation des bouses de grands mammifères aujourd'hui disparus. Les fossiles d'espèces connues dont les préférendums thermiques sont bien documentés peuvent donc fournir d'importantes informations sur les paléotempératures aussi bien estivales qu'hivernales. Cette technique, possède des avantages sur d'autres telles que les analyses polliniques. Grâce à elle, il est possible de détecter des changements climatiques rapides par l'analyse des fossiles de prédateurs ou de



Fossile d'*Hydrophilus deperditus* - Collection Denis Richard

2. À relire : Épingle « Elles tombent dans le panneau », 2010, en ligne à www7.inra.fr/opie-insectes/epingle10.htm#pan
3. À relire : La mouche du pétrole, par Remi Coutin, *Insectes* n°146, 2007(3), en ligne à pdf/i146coutin2.pdf
4. À relire : Pyrophiles : ces insectes qui aiment le feu, par Bruno Didier, *Insectes* n°156, 2010(1), en ligne à pdf/i156didier.pdf



Restes d'insectes extraits de La Brea Tar Pits. De gauche à droite : élytre de Coléoptère non identifié; élytre de *Disonycha* sp. (Col. Chrysomélidé) ; tête d'Hémiptère - Clichés Carrie M. Howard, La Brea Tar Pits Museum, Los Angeles, CA 90036

charognards ailés, capables de migrer rapidement vers des territoires appropriés en réponse à des variations environnementales abruptes.

■ ICHNOLOGIE ET SCÈNE DE CRIME

Grâce à des méthodes dignes de la police scientifique, les études paléontologiques effectuées à la Bréa ont pu contribuer à notre compréhension de ces phénomènes en identifiant des insectes qui y ont participé. En effet, l'examen des restes fossilisés a permis de découvrir des traces d'insectes – des ichnofossiles – dans les os des pieds de jeunes individus de grands herbivores, principalement bisons, chameaux et chevaux. Ces os spongieux et vascularisés sont exploités par les larves d'insectes nécrophages. Pour les identifier par leurs traces – partant du principe que toutes les espèces existent encore de nos jours – on les a comparées avec celles laissées par des insectes contemporains élevés sur des os de porc ou de poulet. L'étude a révélé leurs responsables : des Coléoptères Dermestidés et Ténébrionidés. Ils ont également découvert des Ténébrionidés capables de se nourrir sur des ossements.

Enfin, en comparant les données phénologiques connues de ces espèces et leur cycle de vie, on a pu

estimer que les charognes restaient à l'air libre au moins 17 à 20 semaines avant d'être submergées et, par ailleurs, que ces accumulations de fossiles n'ont eu lieu que pendant les épisodes les plus chauds du Pléistocène.

■ INTERACTIONS INSECTES-PLANTES

••• Treize galles fossilisées d'Hyménoptères Cynipidés ont été trouvées, et datées d'entre - 30 000 et - 48 000 ans. Dans un gisement traditionnel, ces fossiles auraient été retrouvés à l'état de traces très compressées. Dans le bitume, ils ont conservé tout leur volume, ce qui permet un examen de leur structure interne, indispensable pour identifier la plante-hôte, le galligène ainsi que ses éventuels parasites et commensaux. Ce travail a permis d'identifier tous les galligènes ainsi que leurs plantes-hôtes. Tous appartiennent à des espèces encore existantes de nos jours, ce qui apporte de nouvelles précisions quant à l'environnement floristique et climatique passé de la région, qui a été sans doute très similaire à celui d'aujourd'hui.

••• Des nids parfaitement préservés d'une abeille coupeuse de feuilles, une mégachile (*Megachile gentilis*, Hym. Mégachilidé), ont également

été découverts et datés (- 23 000, - 40 000 ans). L'analyse de deux d'entre eux en microtomographie à rayons X à haute résolution a permis d'en révéler l'intérieur qui contient encore des larves et des nymphes. Leur incroyable état de conservation suggère qu'ils ont été fossilisés dans le sol même d'où ils ont été extraits. Par conséquent, les feuilles de 4 espèces différentes de plantes qui ont été utilisées par l'abeille pour leur construction ont sans aucun doute possible été prélevées dans leur environnement immédiat. Il a pu ainsi être établi qu'il s'agissait d'un espace boisé ou de la



Loge fossilisée de *Megachile* sp. (Hym. Mégachilidé) - Cliché Carrie M. Howard, La Brea Tar Pits Museum, Los Angeles, CA 90036



Necrobia violacea
Cliché Siga, licence CC BY-SA 3.0

Une origine revisitée

Necrobia violacea est un Coléoptère Cléridé cosmopolite dont des restes ont été identifiés sur le site de La Brea liés au squelette d'une espèce disparue de chameau. C'est un nécrophage du paléarctique, commun des derniers stades de décomposition des cadavres : il se nourrit sur les os, les fourrures et les peaux presque sèches, ainsi probablement qu'en prédateur de Dermestidés eux-mêmes exploitants de cadavres avancés. Il est également réputé pour s'attaquer aux denrées sèches telles que le cuir, les poissons séchés ou les viandes fumées. Pour cette raison, son expansion est souvent associée à l'Homme et à ses échanges. C'est ainsi que l'on pensait qu'il avait pris son chemin en Amérique du Nord au plus tôt avec la colonisation du continent par le détroit de Bering, communément datée d'autour de 15 000 ans avant notre ère. Or les datations au carbone 14 réalisées sur les ensembles de fossiles incluant des fragments de l'insecte les situent à - 44 000 ans, indiquant la présence de cette espèce bien avant l'arrivée de l'Homme...

rive d'un cours d'eau avec à proximité des ressources polliniques suffisantes pour alimenter les larves.

■ L'ENQUÊTE CLIMATOLOGIQUE

Les fossiles d'espèces qui vivent encore aujourd'hui nous éclairent sur les évolutions climatiques qu'a subies la région de Los Angeles. Par exemple, bien que l'aire de répartition globale et la niche écologique de *Megachile gentilis* n'aient guère évolué, son profil altitudinal a bien changé. Durant le dernier pic de glaciation, il y a quelque 21 000 ans, elle colonisait des régions de basse altitude. Aujourd'hui, elle ne se trouve plus que dans les hauteurs des *mesa* xéritiques californiennes. L'étude des insectes fossiles offre aux climatologues une analyse beaucoup plus fine du climat californien que les approches palynologiques. Les dommages trouvés

sur les os fossiles de grands mammifères, attribués à des ténébrions et des dermestes (voir plus haut), indiquent qu'il devait exister une période de réchauffement d'au moins 4 à 5 mois consécutifs par an, durant laquelle le bitume se réchauffait suffisamment pour laisser apparaître les os dépassant de sa masse visqueuse. Cette « fonte » permettant alors leur attaque par les insectes charognards et le développement de leurs larves. Les relevés palynologiques effectués dans les couches sédimentaires indiquaient un environnement global plus frais en se basant notamment sur transition progressive entre des forêts de chênes, de conifères puis de genévriers durant la dernière période interglaciaire (entre 24 000 et 14 000 ans). Les données palynolo-

giques ne témoignent pas des changements de températures brefs, mais de tendances sur de longues périodes. Par conséquent, connaissant le préférendum thermique d'espèces d'insectes actuels, il est possible de mettre en évidence ces courts épisodes annuels d'élévation de température, et d'appréhender de façon plus fine les changements climatiques de la région.

Agissant comme un piège écologique durant les 48 000 dernières années, les couches bitumeuses de La Brea offrent des archives écologiques attestant indirectement de l'évolution faunistique et floristique qu'a subie la région sous l'influence d'une succession de climats différents. Mais les recherches ne font que commencer ! ■

PARTICIPEZ !

L'immense majorité des restes d'invertébrés qui ont été extraits des bitumes de La Brea n'ont pas encore été ni débarrassés de leurs impuretés, ni triés. La chercheuse américaine Anna R. Holden, attachée au Muséum américain d'histoire naturelle, est signataire de la plupart des études dont cet article s'est inspiré. Spécialisée dans l'étude des insectes comme indicateurs paléoenvironnementaux, elle sollicite l'aide de la communauté internationale afin d'identifier les nombreuses pièces découvertes à La Brea.

Les photographies sont en ligne à : www.flickr.com/photos/annarholden/albums

Lu pour vous



■ DANS LA FORÊT PROFONDE...

...le temps de l'arbre est aussi celui des insectes et des champignons. Au travers des portraits commentés – d'insectes essentiellement – réunis dans ce beau livre pas trop grand mais épais, c'est celui de la vénérable forêt qui est dressé. Des lisières au plus profond des futaies, des inflorescences lumineuses des clairières à la sombre nuit des cavités et des troncs creux, cette faune rarement mise en lumière constitue l'âme profonde des lieux, celle qui ne se révèle qu'à force de patience et d'observation et qui pourtant prend pleinement part au long « temps des arbres ». Pas d'insectes étalés ici, ni pris sous leur meilleur « angle académique ». Les portraits, un par page, sont pris sur le vif, en gros plan, dans leur milieu. À la fois sombre et lumineux, c'est un univers de bruns, de beiges, de fauves, de reflets métalliques et de stries, dans lequel les Coléoptères sont largement majoritaires. Les espèces à notoriété y côtoient les plus parfaites inconnues. Quelle que soit leur taille, leur apparence première, toutes paraissent avoir été choisies pour leur beauté. Sous chaque

portrait, réunis en quelques grands chapitres, l'auteur raconte un peu de biologie, d'écologie, le souvenir d'une rencontre... La satisfaction de l'esprit entomologique y rejoint donc le plaisir des yeux.

Les petits des forêts, par Arnaud Ville, 2018. – 287 p. – Éd. du Rouergue, 47, rue du Docteur-Fanton BP 90038 13633 Arles cedex. – Contact : info@lerouergue.com. – Sur Internet à www.lerouergue.com