

L'origine des insectes

Les insectes seraient des crustacés adaptés à la vie terrestre.

Les découvertes récentes de la biologie moléculaire, débattues au Muséum de Paris, remettent en cause les classifications des insectes et des autres arthropodes. Au milieu du ^{xx}e siècle, les anatomistes pensaient que les insectes devaient être réunis aux myriapodes, les «mille-pattes», dans un groupe d'arthropodes terrestres nommé «atélocérates». Ils étaient apparus il y a environ 400 millions d'années. Les crustacés formaient un groupe encore plus ancien, apparu il y a environ 550 millions d'années et essentiellement aquatique, à l'exception des cloportes.

De nombreux caractères anatomiques séparaient les atélocérates des crustacés : les premiers avaient une seule paire d'antennes, des pattes simples, une «lèvre» sous la bouche, un système de trachées respiratoires qui irriguaient tous les tissus de l'organisme, des glandes digestives particulières. Les crustacés étaient bien différents avec leurs deux paires d'antennes, des pattes bifurquées munies d'une branchie, jamais de «lèvre», pas de trachées ni de glandes intestinales. Les biologistes faisaient remonter la séparation de ces deux lignées au tout début de l'ère primaire ou même juste avant.

À partir de 1990, des séquençages d'acides nucléiques (ADN et ARN) et des reconstitutions de l'histoire évolutive de ces molécules ont précisé la phylogénie du règne animal. Or, certains résultats montraient une nette parenté des insectes non pas avec les myriapodes, mais avec les crustacés. Il fallait revoir toute la question d'après les caractères anatomiques, d'autant que l'étude de l'ordre d'agencement de certains gènes sur l'ADN mitochondrial tendait aussi à réunir crustacés et insectes.

Et si les insectes n'étaient rien d'autre que des crustacés..., mais des crustacés adaptés à la vie terrestre ? Déjà évoquée au début du siècle, l'hypothèse resurgissait. Les caractères anatomiques communs aux myriapodes et aux insectes seraient désormais des convergences adaptatives qui seraient apparues à la sortie du milieu aquatique, et il devenait intéressant de dégager les caractères communs aux insectes et aux crustacés, en particulier certaines structures des yeux, du système nerveux, des mâchoires (mandibules), ou d'hypothétiques correspondances entre les lobes branchiaux des uns et les ailes des autres.

Une différence fondamentale distingue les myriapodes d'une part, les insectes et les crustacés de l'autre (à l'exception cependant des répipèdes, extraordinaires petits crustacés des fonds marins découverts seulement en 1981). Les premiers ont un corps uniforme, un «tronc» dont les segments sont tous à peu près semblables ; les seconds ont en commun un corps qui peut se décomposer en «régions» spé-

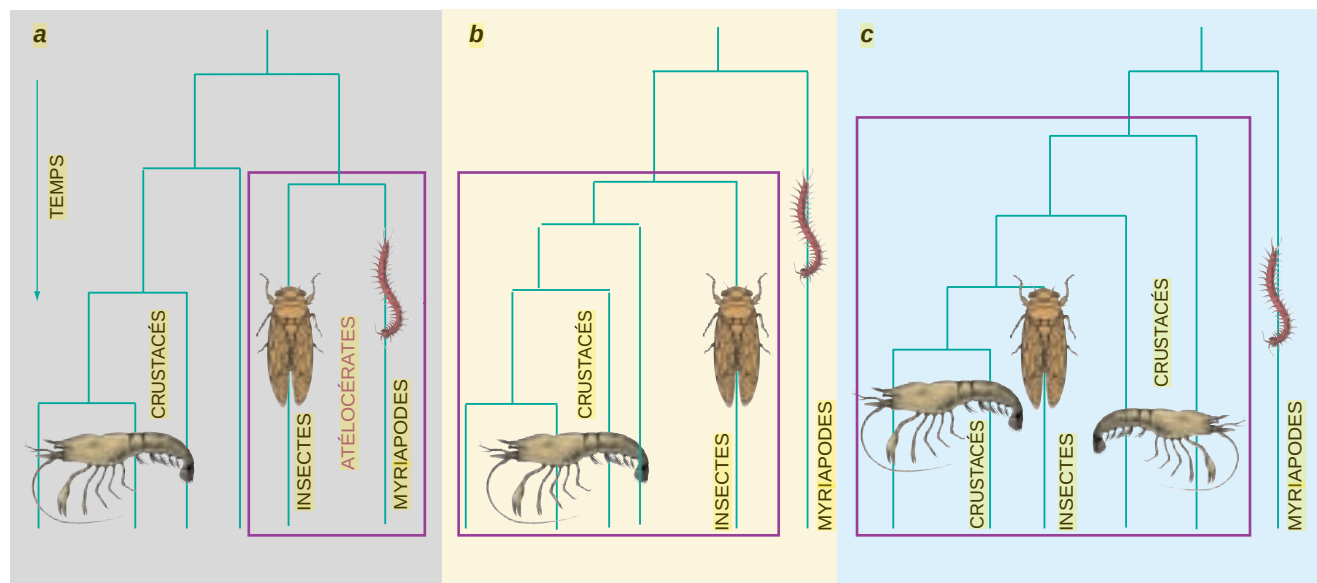
cialisées, tels le thorax ou l'abdomen. Les récentes découvertes de la génétique du développement indiquent que des «gènes à homéoboîte» du système *Hox* (des gènes fondamentaux dans l'organisation de tous les animaux pluricellulaires) seraient responsables de ces spécialisations des différentes parties du corps.

Depuis ces découvertes, les zoologistes ont redoublé d'efforts pour revoir les données anatomiques, aidés par des interprétations nouvelles des caractères morphologiques et par des techniques modernes d'étude, telle la topographie des lieux d'expression de certains gènes du développement. L'examen minutieux des structures du squelette de ces arthropodes, du lieu d'insertion des pattes, de l'origine des ailes des insectes, de l'organisation du système nerveux, et des découvertes spectaculaires d'insectes fossiles vieux de plus de 300 millions d'années – avec non pas trois, mais treize paires de pattes ! –, ont renouvelé les discussions zoologiques.

Cependant le débat n'est pas clos, car de bons arguments demeurent pour réunir insectes et myriapodes. C'est un problème majeur : l'origine des insectes, c'est l'origine de plus de la moitié des espèces du monde vivant. Le premier insecte était-il un crustacé de l'ère primaire qui s'est adapté au milieu terrestre, puis a engendré les millions d'espèces passées et présentes qui ont envahi tous les continents avec le succès que l'on connaît ?

Thierry DEUVE

Laboratoire d'entomologie, Muséum national d'histoire naturelle



Trois hypothèses proposées pour la phylogénie des insectes, des crustacés et des myriapodes. Soit les insectes sont plus proches parents (ils ont un ancêtre commun) des myriapodes que des crustacés (a). Soit les insectes sont plus proches parents des crus-

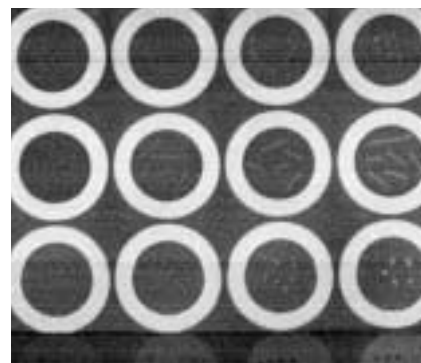
tacés que des myriapodes, mais ils n'appartiennent pas au groupe des crustacés actuels (b). Soit, enfin, les insectes sont une lignée parmi d'autres de crustacés, mais cette lignée est adaptée à la vie terrestre (c).

Mammographie numérique

Un nouveau dispositif pourrait déceler des microcalcifications, dans le sein, deux fois plus petites que les dispositifs classiques.

La lutte contre le cancer est souvent une question de temps : plus une tumeur est dépistée rapidement, plus les chances de guérison sont élevées. Une petite tumeur localisée est plus facile à éliminer, par exemple chirurgicalement, et présente peu de risques d'avoir déjà créé des métastases (des cellules cancéreuses ne se sont pas encore échappées de la tumeur primaire pour fonder de nouvelles colonies tumorales éloignées). Un nouveau dispositif de détection des petites tumeurs du sein devrait permettre aux radiologues de dépister des microcalcifications deux fois plus petites que celles que détectent les dispositifs disponibles aujourd'hui, et ceci avec une dose de rayonnement cinq fois plus faible que dans les mammographies classiques.

Lors d'une mammographie, un faisceau de rayons X traverse le sein. Certains photons sont arrêtés par le tissu mou et s'ils traversent une tumeur, ils sont davantage absorbés. Sur l'image, qui indique le nombre de photons arrivant sur l'émulsion photographique, on observe une zone dont la densité diffère. Cette méthode présente deux inconvénients : une proportion



2. Les plaques photographiques détectent moins de photons X (à gauche) que les détecteurs utilisés par l'équipe du LEPSI, de sorte que les contrastes sont meilleurs et que l'on détecte des détails bien plus petits avec la nouvelle méthode (à droite).

notable de photons traverse la plaque photographique sans interagir, donc sans laisser de traces, de sorte qu'on doit augmenter l'intensité du faisceau incident et exposer les femmes à des doses supérieures de rayons X. De surcroît, la numérisation de l'image est difficile de sorte que l'on ne peut utiliser les procédés de traitement de l'image qui permettraient d'améliorer la qualité, ni transférer les données vers des spécialistes éloignés.

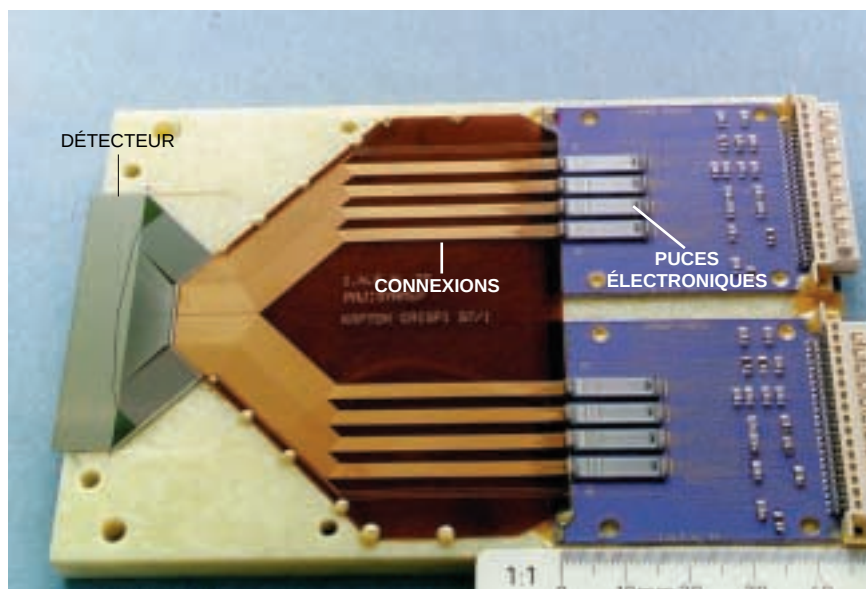
Pour pallier ces inconvénients l'équipe de Renato Turchetta, au Laboratoire d'électronique et de physique des systèmes instrumentaux (le LEPSI), à Strasbourg, a mis au point un dispositif fondé sur les détecteurs au silicium utilisés en physique des particules et sur une nouvelle électronique intégrée. Dans les détecteurs classiques, les photons traversent des sillons tracés dans une plaque de silicium. Dès qu'un photon est absorbé par cette dernière, il engendre une charge électrique

et un circuit électronique reconstruit une image à partir de ces signaux.

Dans le nouveau détecteur, les photons sont absorbés le long de pistes parallèles (voir la figure 1), et chaque piste définit un pixel sur l'image finale. Les pistes mesurent un centimètre de longueur, ce qui est suffisamment long pour que 90 pour cent des photons qui ont traversé les tissus analysés engendrent un signal. Pendant la formation de l'image, de nombreux photons sont absorbés par chaque piste, et il s'agit alors de compter les photons tout en éliminant les signaux parasites dus au bruit de fond. Les détecteurs comptent en parallèle les impulsions, c'est-à-dire le nombre de photons, et le dispositif électronique, adapté à ce flux de photons (beaucoup plus intense que lors de la détection de particules dans les expériences de physique) reconstruit l'image en niveaux de gris.

Les premiers résultats ont été obtenus avec la source de photons X monochromatiques produite par le synchrotron italien de Trieste. Des objets de référence ont été analysés et les résultats obtenus par cette méthode ont été comparés avec ceux d'une radiographie classique (voir la figure 2). Les contrastes sont améliorés, de sorte que des détails très fins apparaissent. On déduit des résultats obtenus que l'on pourrait réduire d'un facteur cinq l'intensité des rayons X nécessaire à une mammographie, et que l'on ferait apparaître des détails deux fois plus petits que ceux mis en évidence par la mammographie classique : on verrait des microcalcifications de 0,05 millimètre de diamètre (avec les mammographies actuelles on ne distingue pas de détails inférieurs à 0,1 millimètre).

Reste à valider la méthode non plus sur des objets, mais sur des patientes, et à trouver un industriel pour passer du prototype à un dispositif commercialisé qui s'adapterait sur les appareils utilisés aujourd'hui.



1. Le détecteur comporte des pistes (les sillons horizontaux) qui sont traversés par les photons incidents détectés par les puces électroniques qui suivent.