

Retour sur des sujets déjà traités dans nos colonnes

→ VIRUS DE L'ANCIEN MONDE

Au XVI^e siècle, les virus européens ont eu un énorme impact en Amérique. C'est ce que viennent de montrer Brendan O'Fallon et Lars Fehren-Schmitz, des Universités de Washington et de Göttingen, en étudiant à l'échelle des deux Amériques la diversité génétique mitochondriale avant et après ce que les Amérindiens nomment « la catastrophe » (1492). Ils font en effet apparaître qu'il y a environ 500 ans, l'arrivée de ces virus, avant les premiers contacts avec les Européens, a divisé la population féminine des deux Amériques par deux en quelques années (PNAS, novembre 2011)...

Cette constatation explique la disparition des immenses cités-jardins, que l'archéologue Michael Heckenberger a découvertes au milieu de l'Amazonie (voir *Les citées perdues d'Amazonie*, Pour la Science, février 2010, http://bit.ly/388_Heckenberger). Créées par les ancêtres des Kuikuros actuels, ces cités de paysans n'étaient pas rares au XVI^e siècle. En 1542, Gaspar de Carjaval, le missionnaire qui chroniqua la première expédition espagnole à descendre l'Amazone, écrivait en effet : *Nous nous dirigeons vers des îles que nous pensions inhabitées, mais lorsque nous les avons atteintes, les habitats qui s'offrirent à notre vue étaient si nombreux [...] que nous en avions les larmes aux yeux*. Peu après, d'autres explorateurs ont mentionné des cités amazoniennes, puis... plus rien.

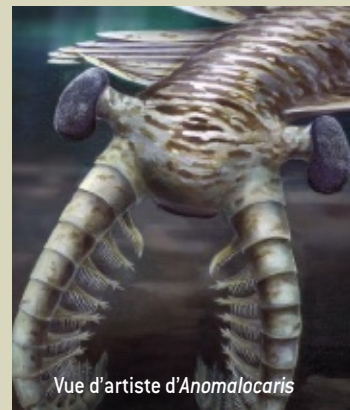
→ MÉDICAMENTS ANTISIDA EN AFRIQUE : PAS SI SIMPLE !

Dans le point fait sur le sida, il y a deux ans (voir *25 ans de sida : où en sont les recherches ?* Pour la Science, mars 2009, http://bit.ly/377_sida), Jean-François Mouscadet, de l'École normale supérieure de Cachan, décrivait la pharmacopée actuelle. Il évoquait les six classes existantes d'antirétroviraux puissants, dont les combinaisons sont à la base des traitements d'aujourd'hui. Si tous échouent à éradiquer le virus, ils peuvent le rendre indé-

→ UN ŒIL À FACETTES ÉVOLUÉ

Avoir bon pied, bon œil aide à survivre. Au Cambrien, il y a 542 à 488 millions d'années, il a d'abord fallu avoir bon œil, révèle une équipe australo-anglo-espagnole, qui a étudié l'organe de vision du pire prédateur de l'époque, un proto-arthropode marin pouvant atteindre un mètre de long et nommé *Anomalocaris* (Nature, 9 décembre 2011). John Patterson, de l'Université de Nouvelle-Angleterre en Australie, et ses collègues ont découvert un œil fossile exceptionnellement bien conservé du super-prédateur. Cet organe était composé d'au moins 16 000 ommatidies – en d'autres termes, au moins 16 000 petites lentilles hexagonales produisant autant d'images traitées par le cerveau, ce qui devait conférer à l'animal une acuité visuelle supérieure à celle d'une mouche (800 ommatidies) ou d'une libellule (plusieurs milliers).

La bonne vision d'*Anomalocaris* pourrait expliquer pourquoi l'évolution de l'œil caméculaire (l'œil à chambre, comme le nôtre) a été rapide. Comme l'écrivait récemment le neurobiologiste australien Trevor Lamb (voir *L'évolution de l'œil*, Pour la Science, octobre 2011, http://bit.ly/408_Lamb), l'essentiel du système de vision des chordés s'est formé en seulement 100 millions d'années, il y a environ 600 millions d'années. Une fois apparu, l'œil à chambre aurait facilité la survie des chordés, dont nous sommes issus, dans les milieux où ils étaient confrontés à *Anomalocaris*. Pour se cacher vite à la vue de prédateurs tels qu'*Anomalocaris*, nos ancêtres cambriens ont eu besoin d'avoir bon œil bien avant d'avoir bon pied !



Vue d'artiste d'*Anomalocaris*

tectable dans le sang et les patients traités deviennent non contaminants, ce qui est essentiel. Malheureusement, des résistances à ces antirétroviraux émergent. Une étude menée par l'équipe germano-tanzanienne de Carsten Scheller, de l'Université de Wurzburg en Allemagne, révèle à quel point (PLoS One, 19 août 2011).

Depuis 2004, environ 200 centres de soins dispensent aux Tanzaniens porteurs du VIH les médicaments financés par plusieurs programmes internationaux. Cependant, au contraire de ce qui est le cas dans les pays industrialisés, les médecins africains ne disposant que de quelques antirétroviraux prescrivent les mêmes traitements à tous leurs patients séropositifs. Dans le même temps, l'Organisation mondiale de la santé a estimé que pour suivre l'apparition de souches virales résistantes aux antirétroviraux, il suffisait d'examiner les souches virales des séropositifs nouvellement infectés, c'est-à-dire en pratique des jeunes de moins de 25 ans. Les

chercheurs ont voulu explorer les limites de cette stratégie en Tanzanie, où 19 pour cent des adultes sont porteurs du virus, et où dans certaines régions un tiers des séropositifs ne reçoivent aucun traitement.

Ils ont examiné les virus portés par 88 patients n'ayant jamais été traités, dont 68 avaient plus de 25 ans. Ils n'ont trouvé aucun cas de résistance chez les moins de 25 ans, mais 19 pour cent des patients plus âgés étaient porteurs de virus résistants aux médicaments ! Cela représente environ 15 pour cent de l'échantillon total. Ne suivre que les jeunes séropositifs serait donc insuffisant...

Les raisons de cette situation sont énigmatiques. L'augmentation de la probabilité de contamination du conjoint en cas d'échec du traitement est l'un des facteurs possibles. Prochainement, les chercheurs vont examiner dans quelle mesure ces résultats inquiétants peuvent être étendus à l'Afrique entière.

→ François Savatier

POINT DE VUE

Conférence de Durban : un non-événement ?

Le sommet sur les questions climatiques tenu à la fin de 2011 a été décevant. Il laisse toutefois espérer la conclusion d'ici 2015 d'un accord international ambitieux.

Christian de PERTHUIS

Hazard du calendrier, la conférence de Durban sur le climat, en décembre dernier, s'est tenue en même temps qu'un autre marathon : celui des chefs d'État à Bruxelles pour sauver le AAA des agences de notation et l'euro. Sauver la planète ou sauver une monnaie commune ? Les médias ont bien compris où était la préoccupation du citoyen. Le sommet climatique a été relégué très loin derrière les premiers titres. Le ballet d'Angela Merkel, Nicolas Sarkozy et David Cameron a envahi tous nos écrans : de leurs décisions dépendent le niveau d'activité des prochains mois et donc nos emplois. La crise climatique ? On attendra que l'économie se porte mieux avant de s'y attaquer plus sérieusement !

Depuis la faillite de la banque *Lehman Brothers* à l'automne 2008, les nuages n'ont cessé de s'accumuler sur l'économie internationale : récession historique en 2009, fragilisation des banques, montée des endettements publics, retombée de l'Europe dans la récession à la suite de la crise des dettes souveraines. Cette toile de fond économique est probablement le paramètre le plus important pour comprendre les méandres des négociations internationales sur le climat.

En décembre 2007, le sommet climatique de Bali a dressé une feuille de route aux négociateurs représentant les gouvernements : trouver un nouvel arrangement international qui puisse prendre le relais du protocole de Kyoto dont la première période d'engagement expire en décembre 2012. Le délai pour y parvenir était de deux ans.

En décembre 2009, le sommet de Copenhague a bénéficié d'une couverture médiatique exceptionnelle. Les principaux chefs d'État ou de gouvernement ont fait le déplacement. Mais les plus grands de ce monde ont été bien incapables de régler en quelques jours des différends que des milliers d'heures de négociation n'avaient pas permis de réduire avant le sommet. Ils ont accouché d'un accord politique, rédigé à la hâte, où chacun promettait d'indiquer les réductions d'émission de gaz à effet de serre auxquelles il est prêt de souscrire.

Rien de tout cela ne ressemblait à un « après-Kyoto ». La crise économique est passée par là et nul ne voulait prendre le moindre engagement qui risquerait de lui coûter quoi

LA CRISE CLIMATIQUE ?
On attendra que l'économie se porte mieux avant de s'y attaquer plus sérieusement !

que ce soit. Une avancée était cependant que, pour la première fois, des pays tels que la Chine, l'Inde ou le Brésil acceptaient d'évoquer des objectifs de réduction d'émission qui pourraient s'appliquer à eux.

Décembre 2011 : le sommet tenu en Afrique du Sud s'est conclu sur ce qu'on a appelé la « plateforme de Durban ». Elle comprend deux décisions principales et un certain nombre d'avancées plus techniques ou procédurales.

D'abord, le prolongement du protocole de Kyoto et de ses mécanismes de flexibilité a été acté, sous forme d'une seconde période d'engagement démarrant en 2013.

En pratique, cela signifie que les pays développés devront formuler des cibles d'émissions pour 2017 ou 2020, la durée de la période devant être fixée plus tard. L'absence des pays émergents a induit, comme l'avaient annoncé leurs diplomates, la non-participation de certains pays développés : États-Unis, Canada, Russie et Japon. Parmi ceux-ci, seul le Japon affiche encore la volonté de réduire ses émissions d'ici 2020.

La deuxième décision importante est la fixation d'un nouveau mandat aux négociateurs. Plus précis que celui fixé à Bali, il vise à conclure d'ici 2015 un nouvel accord climatique, impliquant tous les pays, avec un jeu d'engagements débutant en 2020. La principale avancée de Durban est que des pays tels que l'Inde, les États-Unis, la Chine ont accepté de participer au processus. Mais tout reste à faire pour construire le détail de l'accord.

Parmi les avancées techniques, on peut citer l'installation du Fonds vert pour le climat, dont la gouvernance a fait l'objet d'un accord après deux ans de discussion. Mais Durban n'a pas permis le moindre progrès dans son abondement par les pays développés. On a dessiné le contour de la tirelire sans savoir qui y mettra l'argent, ni pour quels montants. Des décisions complémentaires ont porté sur l'amélioration du financement des projets de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les pays en développement (déforestation évitée, capture et stockage du dioxyde de carbone, ...).

La plateforme de Durban a également été accueillie comme un non-événement par les marchés du carbone dans le monde,

sur lesquels toute perspective d'un accord climatique ambitieux repose habituellement le prix du dioxyde de carbone.

À court terme, le sauvetage *in extremis* du protocole de Kyoto est purement formel. Il permet de préserver ses outils, mais pas son esprit initial. Comme seule l'Union européenne et quelques petits pays comme l'Australie ou la Nouvelle-Zélande ont prévu de déposer des engagements, c'est un protocole croupion, couvrant moins de 15 pour cent des émissions mondiales, qui sera en vigueur à partir de 2013.

Si elle doit assumer tout le passif, la plateforme de Durban introduit néanmoins la perspective de parvenir à un accord international plus ambitieux que le protocole de Kyoto d'ici 2015. On a beaucoup discuté la question du statut juridique de ce futur accord. Les vrais enjeux ne sont pourtant

pas là. En l'absence d'une police mondiale, le caractère « juridiquement contraignant » du protocole de Kyoto est purement symbolique. De plus, comme le montre l'exemple du Canada qui a annoncé son retrait du protocole juste après la conférence, on en sort plus facilement que d'un bail à long terme en droit français !

L'important est que, pour la première fois depuis le lancement de la négociation climatique en 1992, les grands pays émetteurs de gaz à effet de serre sont dans la même barque, qu'il s'agisse de pays développés ou des grands pays émergents tels que la Chine, l'Inde, le Brésil. On aura alors une chance historique de passer à une coopération internationale ambitieuse sur le climat. D'autant que le cinquième rapport d'évaluation du GIEC, attendu avant la fin du mandat de négociation (2015), four-

nira une information scientifique complète sur le rythme des changements climatiques et les risques associés. Mais le critère de réussite ne sera pas le statut juridiquement contraignant ou non du futur accord. Ce sera la nature des incitations économiques associées (prix du carbone, financement de la recherche et développement, diffusion de technologies à bas carbone, etc.), incitations qui devront lui permettre de s'intégrer dans un paysage économique en pleine mutation. ■

Christian DE PERTHUIS est professeur d'économie associé à l'Université Paris-Dauphine, où il préside le Conseil scientifique de la Chaire Économie du climat.

 Réagissez en direct à cet article sur www.pourlascience.fr

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le défi de la réintroduction de végétaux disparus

Les îles océaniques sont les espaces naturels où la biodiversité est la plus menacée.

L'un des moyens de la préserver est de réintroduire des espèces quasi éteintes, mais le succès d'une telle entreprise exige notamment un savoir-faire et un suivi rigoureux.

Stéphane BUORD

De l'avis de la plupart des biologistes, une sixième vague d'extinctions de masse, due pour la première fois aux activités humaines, a débuté : le taux d'extinction d'espèces serait aujourd'hui entre 100 et 1 000 fois supérieur au taux moyen qu'a connu la vie sur Terre au cours de son histoire. Cette réduction drastique de la biodiversité planétaire nuit gravement aux grands équilibres de la nature et à la qualité de notre environnement.

La prise de conscience de cette situation a suscité de nombreuses initiatives pour la conservation de la nature. En fait partie la

réintroduction, dans leurs milieux d'origine, d'espèces animales ou végétales disparues ou sur le point de l'être. Et certains territoires concernés retiennent particulièrement l'attention : les îles océaniques. C'est dans ce cadre que le Conservatoire botanique national de Brest vient d'entreprendre la réintroduction à l'île Maurice de 30 plantes endémiques menacées d'extinction – la plus vaste opération de ce type jamais tentée.

Éloignées des continents et soumises à une forte concurrence entre espèces, la faune et la flore des îles océaniques ne sont pas capables de répondre rapidement à des changements radicaux de l'environnement. Ces

espèces insulaires et leurs milieux sont les plus vulnérables au monde et subissent de plein fouet les effets des incendies, des défrichements et autres aménagements du territoire, de la pollution, d'espèces introduites par l'homme, etc.

Les îles Mascareignes, dans l'océan Indien, l'illustrent parfaitement. Longtemps restées isolées et inhabitées, elles abritent des espèces animales et végétales endémiques particulièrement nombreuses. Ainsi, jusqu'au XVI^e siècle, des forêts luxuriantes recouvraient l'île Maurice. Avec l'arrivée des hommes, les écosystèmes naturels se sont altérés, ce qui a entraîné l'extinction de nombreuses espèces



→ pourscience.naturejobs.com

Nouveau service d'offres d'emplois scientifiques sur

POUR LA SCIENCE

en partenariat avec **naturejobs**



- Chaque semaine, plus de **8000 offres d'emploi** dans le secteur des sciences.
- En un clic la **sélection des postes à pourvoir** en France et dans les pays francophones ou voisins.
- Une équipe Naturejobs spécialisée, **au service des recruteurs francophones**.
Contact : Muriel Lestringuez
E-mail : m.lestringuez@nature.com
Tél. : +44 20 7843 4994

POUR LA SCIENCE.fr

Le site de référence de l'actualité scientifique

indigènes. La plus célèbre est le dodo, un étrange pigeon géant incapable de voler. Les forêts de l'île Maurice ont été détruites pour laisser place aux cultures de canne à sucre. Aujourd'hui, seules les montagnes abritent encore, sur trois pour cent de leur superficie, des forêts primaires.

L'île Maurice est, après Hawaï et la Nouvelle-Zélande, le troisième pays au monde comptant le plus grand nombre d'espèces disparues. Malgré ce constat alarmant, cette petite île fait partie des 34 points chauds dont la conservation est jugée prioritaire, en raison de son exceptionnelle biodiversité. Le taux d'endémisme y est ainsi parmi les plus élevés au monde (43 pour cent des plantes vasculaires !).

Le Conservatoire botanique national de Brest, premier conservatoire botanique créé au monde (en 1975) et voué à la conservation de la flore menacée, s'est dès son origine intéressé au sort de ces îles océaniques. Sa collection dynamique est aujourd'hui la plus importante au monde pour les espèces insulaires au bord de l'extinction. La mise en culture, souvent réalisée dans l'urgence, y a permis de sauvegarder de nombreuses espèces.

Cependant, cette conservation *ex situ* est un pis-aller. Elle n'a de sens que si elle laisse entrevoir les perspectives d'un retour dans un environnement originel restauré. C'est pourquoi le Conservatoire botanique a entrepris un ambitieux programme de réhabilitation d'une trentaine d'espèces mauriciennes ayant disparu ou presque de l'île, programme qui inclut rapatriements, puis retours dans les milieux naturels.

Près de 30 ans après le sauvetage *in extremis* de ces végétaux, l'opération vient de débuter et s'étalera sur plusieurs années. Elle est l'aboutissement de nombreux efforts. Car une telle entreprise est confrontée à de multiples difficultés. Le cas de l'arbre *Dombeya mauritiana* l'illustre : sa mise en culture, en 1977, s'est faite à partir du seul arbre restant à l'époque, qui était un mâle. Sa sauvegarde a nécessité un traitement hormonal pour transformer des fleurs mâles en fleurs femelles et ainsi, après fécondation, obtenir des graines et des arbres de sexes différents.

Un autre cas, celui de *Cylindrocline lorencei*, a nécessité des biotechnologies de pointe. On ne disposait plus que de graines, que personne n'était parvenu à faire germer. En isolant et en cultivant *in vitro* des groupes de cellules viables découvertes dans les embryons, les scientifiques du Conservatoire, en collaboration avec l'INRA de Ploudaniel, ont réussi dans les années 1990 à régénérer des plantes entières.

LE DÉFI CONSISTE à reconstituer les conditions environnementales favorables.

Les difficultés portent aussi sur la réintroduction elle-même. On ne réimpose pas facilement une espèce à la nature. De fait, statistiquement, seuls 50 pour cent environ des plants réintroduits survivent, et seulement 15 pour cent parviennent à produire des fruits.

Le défi consiste à reconstituer les conditions environnementales favorables. Une récente étude d'une équipe internationale réunie autour de Sandrine Godefroid, du Jardin botanique national de Belgique, liste les points cruciaux qui conditionnent la réussite. Citons la connaissance des habitats originels, la maîtrise des méthodes et techniques de génie écologique, la qualité des coopérations entre acteurs de l'environnement. Inversement, un suivi insuffisant, une mauvaise compréhension des causes de l'extinction, des critères de succès mal définis figurent parmi les facteurs conduisant à un échec.

De plus, ce type d'opérations suppose la restauration d'écosystèmes et des relations écologiques et socio-économiques vitales qui lient les hommes à la biodiversité. Le contexte sociopolitique local a son rôle. À l'île Maurice, où l'environnement et l'écotourisme font aujourd'hui partie intégrante du développement de l'île, ce contexte est favorable et inspirera sans doute de nouvelles initiatives.

Stéphane BUORD est directeur scientifique des actions internationales au Conservatoire botanique national de Brest (www.cbnbrest.fr). S. Godefroid et al., How successful are plant species reintroductions?, *Biological Conservation*, vol. 144(2), pp. 672-682, 2011.