

l'édition française : étudiants et enseignants de tous pays sont unanimes pour vanter ce cours complet et récemment actualisé, plus particulièrement sur le plan de la biologie moléculaire. Depuis 1995, aux États-Unis, et, depuis cette rentrée universitaire, en France, le livre de ce maître incontesté de la biochimie est accompagné d'un autre ouvrage réalisé par un collectif d'universitaires américains. Cet autre ouvrage de 800 pages, le *Livre compagnon*, veut aider l'étudiant à s'évaluer par rapport au cours. Il pourra alors saisir inéluctablement et machinalement une somme de connaissances que ses prédécesseurs avaient péniblement ingurgitée, des effets de puits à électrons du phosphate de pyridoxal aux propriétés topologiques de l'ADN, des pompes à protons au chaperonnage des protéines, du bilan thermodynamique d'un chaînon métabolique au flottement des appariements codon-anticodon lors de la traduction. Il différenciera les mondes eucaryotes des mondes bactériens et comprendra aisément ce qu'un inhibiteur peut apporter à la compréhension d'un mécanisme réactionnel complexe, etc.

Il bénéficiera alors d'un texte remarquablement traduit, sans faiblesse. À ce propos, il pourra tout de même s'étonner que l'ADN et l'ARN aient gardé la terminologie anglaise ; il pourra aussi s'amuser du choix de certains termes tels que le mot tassage, qui évoque la compaction de la chromatine, ainsi que l'empilement des paires de bases dans la double hélice. En fin de compte, il réussira là où ses aînés ont généralement échoué : acquérir à la fois un solide fonds de culture en biochimie et en biologie moléculaire, et une vivacité d'esprit qui lui permettra de s'adapter à n'importe quel sujet d'examen de n'importe quel professeur.

Son travail sera récompensé par la réussite aux examens (l'indulgence des examinateurs ne sera plus nécessaire) et par une exigence supplémentaire vis-à-vis des enseignants, qui devront être particulièrement vigilants au cours de l'année pour éviter les bourdes. Pour ceux-ci, une lecture attentive des cours et des tests de notre duo *Stryer et Compagnon* évitera toute bévue et alimentera le débat au moment de la confrontation avec les étudiants.

Mais... évidemment, ces perspectives sont irréalistes. L'étudiant ne serait l'idéal précédemment décrit que s'il préparait ses cours, ce qui n'est pas le plus courant, et s'il cassait sa tirelire, ce qui n'est pas le plus facile... À moins que les bibliothèques n'achètent en masse ? Ne rêvons pas. L'étudiant devrait en outre faire preuve d'une ténacité et d'une

disponibilité implacables : à raison d'un chapitre par semaine (soit environ 50 pages pour l'ensemble des deux livres), il devrait consacrer à la biochimie une bonne dizaine d'heures en solitaire, auxquelles s'ajouterait une charge de travail équivalente s'il voulait rester au niveau dans les autres matières.

Là est la difficulté : il y a les autres matières. En pratique, l'étudiant sera alors contraint de limiter ses ambitions, soit à n'être qu'un perroquet, soit à réduire son champ de curiosité. En revanche, l'étudiant ne devra pas redouter d'incompatibilité entre le livre (américain) et le programme universitaire français : les enseignants du monde entier ont tous choisi les mêmes modèles.

Ainsi l'arrivée dans nos librairies du *Compagnon* de l'étudiant, seul livre d'exercices aussi complet en biochimie, accompagnant de surcroît un traité majeur, est une bénédiction. Aux enseignants de profiter de cette aubaine pour affûter l'esprit de l'étudiant et sa réflexion spontanée, véritable clé pour que celui-ci se transforme petit à petit en un biochimiste éclairé. Et s'il est prouvé que la lecture de ce type d'ouvrage est une garantie de réussite, les maisons d'édition et les biochimistes francophones pourront collaborer davantage pour aller plus loin que la publication de cours, et les prix baisseront. Simultanément l'école française de biochimie disposera de jeunes talents suffisamment armés pour faire face aux enjeux de la recherche et de la bio-industrie de demain. Il ne restera plus qu'à reconnaître la qualité de la formation par la recherche et à régler le problème des offres d'emplois. Mais je m'égare...

Gilles MIRAMBEAU

Sciences de la Terre

Histoires d'une mer au Sahara. Utopies et politiques.

René Letolle et Hocine Bendjoudi.
Éditions L'Harmattan, 1997.

Les chotts, ces immenses dépressions au fond couvert d'une croûte de sel et, parfois, d'un peu d'eau, sont aujourd'hui une des principales attractions touristiques du Sud tunisien (pour des raisons évidentes, les

chotts algériens, qui prolongent vers l'Ouest ceux de Tunisie, n'attirent guère les touristes, ces temps-ci). Depuis le siècle dernier, toutefois, on a voulu à plusieurs reprises leur trouver une tout autre utilité : le creusement d'un canal, à partir du golfe de Gabès, devait les inonder et les transformer en mer intérieure, source supposée de bienfaits climatiques et économiques. L'excellent livre de René Letolle et Hocine Bendjoudi raconte l'histoire aujourd'hui méconnue de projets qui, en leur temps, firent couler beaucoup d'encre ; il démonte, par la même occasion, les ressorts d'une utopie qui fut à la fois scientifique, technique, économique, politique et militaire.

Cette utopie de la mer saharienne prend ses sources dans une Antiquité presque mythologique, avec les récits d'Hérodote au sujet d'un mystérieux lac Triton, dont certains voyageurs européens, dès le XVIII^e siècle, voulurent trouver l'emplacement dans les chotts. Le motif de l'antique lac Triton, associé souvent à celui de l'Atlantide, revient périodiquement dans les nombreuses publications consacrées aux chotts depuis le début du XIX^e siècle.

C'est alors que commença l'exploration géographique et scientifique de ces régions arides, sous l'impulsion de la conquête de l'Algérie par la France. Rien de particulièrement aventureux, pourtant, dans les voyages de cette époque, sinon l'aventure intellectuelle suscitée par le mystère de ces dépressions situées en partie au-dessous du niveau de la mer. On sait aujourd'hui, comme l'expliquent les auteurs, que leur origine est liée à la formation de l'Atlas, elle-même conséquence de la dérive du continent africain vers le Nord. Le résultat actuel, dans ces bassins sursalés, est un écosystème particulier, auquel les populations locales se sont adaptées.

La grande question que se posèrent bientôt les explorateurs fut la suivante : dans le passé, les chotts n'ont-ils pas été occupés par la mer ? Leur topographie, leurs eaux salées l'indiquaient, ainsi que la découverte, sur leur pourtour, de couches contenant de nombreuses coquilles, fossiles ou non, réputées appartenir à des espèces marines. La controverse qui a longtemps fait rage s'est encore rallumée, naguère, même si les tenants de cette antique mer des chotts sont aujourd'hui très minoritaires. Cependant l'utopie technique et économique s'est nourrie de cette hypothèse hasardeuse ; au XIX^e siècle, les deux se trouvaient mêlées.

Deux hommes furent les principaux acteurs de la tragi-comédie de la mer saharienne. L'un était un assez obscur officier de l'armée française, et l'autre

un entrepreneur et financier de haut vol. Le premier se nommait François Élie Roudaire, et le second n'était autre que Ferdinand de Lesseps. Roudaire avait été chargé, en 1872, d'un relevé topographique dans la région des chotts ; il en revint en voulant convaincre la France de l'intérêt d'une mer saharienne. Il fut appuyé par de Lesseps, auquel le percement de l'isthme de Suez avait valu un fauteuil à l'Académie des sciences, où les débats sur la mer saharienne furent vifs.

Toute cette affaire est narrée ici en détail. On voit comment Roudaire s'obstina, malgré les difficultés (les missions ultérieures montrèrent notamment que les chotts Djerid et Fejej, les plus orientaux, se trouvent au-dessus du niveau de la mer). Toutefois le projet fut soutenu par l'armée et par la marine françaises, qui voyaient dans la mer intérieure une possibilité d'un beau port de mer au Sahara et d'une barrière aquatique contre les pillards.

En 1882, une commission parlementaire finit par conclure qu'il n'y avait pas lieu d'encourager cette entreprise. Roudaire mourut en 1885 de fièvres contractées sur le terrain, et Lesseps eut bientôt d'autres chats à fouetter avec le scandale du canal de Panama. Le projet tomba... à l'eau pour resurgir dans *L'invasion de la mer*, de Jules Verne, mais aussi avec une nouvelle étude à la fin de la guerre d'Algérie : l'idée de la mer intérieure fut envisagée comme débouché pour le pétrole saharien et, aussi, pour inquiéter le gouvernement provisoire de la République algérienne (GPRA), semble-t-il. Une étude par une firme suédoise, en 1980, conclut à l'inutilité et au coût excessif d'un ultime projet algéro-tunisien.

Non contents de relater l'histoire de ces projets avortés, les deux auteurs ont examiné comment l'inondation des chotts situés au-dessous du niveau de la mer pourrait être réalisée et quelles seraient ses conséquences : ils concluent que le projet est réalisable, bien que coûteux, mais que ses effets sur l'environnement seraient désastreux, sans bénéfice aucun pour l'économie locale.

Les auteurs sont bien documentés, et leur livre comporte de nombreuses annexes et une belle bibliographie ; sa rigueur scientifique et historique ne lui nuit bien sûr en rien. Au-delà du récit passionnant d'une curieuse affaire à la fois scientifique, économique et politique, c'est une analyse pénétrante de la façon dont naît une utopie et de la manière dont elle peut résister à toutes les désillusions.

Il est donc possible qu'en dépit des études le vieux mythe du lac Triton renaisse un jour.

Eric BUFFETAUT

Biologie

Plantes transgéniques : les graines de la discorde

Sous la direction de P. Philippon et C. Tastemain. Éditions Elsevier, 1998.

Un avertissement précise clairement que ce livre de 157 pages rassemble des textes d'origines et d'intentions diverses, dont le sujet, les plantes transgéniques, défraie la chronique depuis la fin de l'année 1996, avec l'arrivée, dans les ports européens, de fèves de soja et de grains de maïs issus de plantes transgéniques. Ce livre conçu par des journalistes regroupe des articles parus dans la revue *Biofutur* et des résultats d'enquêtes récentes. Il ne se limite pas à une description des avancées scientifiques apportées par cet outil que représente la transgénèse végétale, mais élargit le débat aux choix socio-économiques suscités par le développement des plantes transgéniques.

Tout commence, naturellement, par une évaluation des potentialités scientifiques de la transgénèse végétale, suivie d'une première analyse et de leurs conséquences. Marc van Montagu, l'un des pionniers dans ce domaine, nous rappelle comment une bactérie naturelle du sol, *Agrobacterium tumefaciens*, à l'origine de l'induction de tumeur végétale, a été modifiée en outil efficace avec lequel les biologistes savent aujourd'hui transformer génétiquement des plantes d'intérêt agronomique.

Puis Philippe Bournat présente les deux grands types de méthodes pour introduire des transgènes dans le génome d'une cellule végétale : le transfert indirect, qui utilise des vecteurs biologiques comme les bactéries telluriques du genre *Agrobacterium*, et le transfert direct, qui met en œuvre des méthodes physiques et chimiques. Toutes ces méthodes sont fondées sur une propriété remarquable de la cellule végétale : la totipotence (une cellule végétale peut, dans des conditions de culture particulières, se différencier dans tous les types cellulaires qui composent une plante entière).

Plusieurs applications sont ensuite expliquées. Harry Smith décrit comment des tabacs transgéniques surproduisent le phytochrome A et augmentent la biomasse de leurs feuilles par rapport à celle de leurs tiges, lorsque ces plantes sont cultivées en densité serrée. L'ob-

jectif visé est d'augmenter la croissance des organes de stockage (semences, racines, tubercules) chez la plupart des plantes européennes de grande culture. À terme, certaines plantes transformées pourraient survivre dans des conditions de stress abiotiques comme la sécheresse, le froid, l'oxydation et la présence de métaux lourds. Julio Salinas et Friedrich Shoeffl expliquent comment l'activation d'un facteur de transcription et l'induction de gènes codant des protéines chaperonnes devraient protéger les cellules végétales de ces stress abiotiques.

La transgénèse permet également de protéger les plantes contre des pathogènes qui les agressent. Ainsi Michel Ravelonandro décrit comment des pruniers transformés qui deviennent résistants à un virus véhiculé par des pucerons présentent des symptômes qui rendent les fruits inconsommables. Dans cet exemple, les plantes ont acquis leur résistance à la maladie par insertion et expression d'un gène codant une protéine de la capsid virale.

Dans son *Plaidoyer pour la transgénèse*, Jeff Schell montre les promesses du génie génétique : compréhension des mécanismes qui gouvernent la croissance et le rendement des plantes aux stress environnementaux, amélioration des qualités nutritives ou gustatives des végétaux. On sait déjà produire des protéines riches en acides aminés indispensables en cultivant des tubercules de pomme de terre modifiés, et la tomate *Flavr Savr* mûrit plus lentement, ce qui allonge et sa longévité en rayon (ce résultat est dû au blocage d'une des étapes de la biosynthèse de la polygalacturonase, une enzyme qui dégrade les parois cellulaires au cours du mûrissement). Plus récemment, le mûrissement du melon a été contrôlé par blocage de la synthèse d'éthylène, une hormone végétale qui joue un rôle essentiel dans ce phénomène : un gène antisens de l'enzyme ACC-oxydase a été introduit dans ces melons transgéniques. Ces fruits transformés peuvent rester plus longtemps sur la plante, où ils se changent en sucres solubles, en vitamines et en molécules aromatiques volatiles.

L'obtention d'espèces transgéniques produisant des molécules sucrées « à basses calories » comme les fructosanes intéresse aujourd'hui les agronomes. De même, on doit au génie génétique des aubergines dépourvues de graines amères et qui, de plus, restent d'excellente qualité en conditions hivernales. Cette fois, le résultat résulte de l'introduction dans les plantes du gène *iaaM* d'une souche bactérienne de *Pseudomonas syringae* pv *savastanoi*, qui