



Le handicap de la diversité

JACQUES HOURDRY • CLAUDE CAUSSANEL

Préserveons les sciences naturelles, sciences de demain.

Zoologistes, botanistes, paléontologues se plaignent des restrictions de leurs crédits de recherche et du délabrement de leurs disciplines. Réclamations corporatistes ? Sans doute pas : c'est un fait que l'on ne trouve plus de successeurs pour remplacer les systématiciens ou les spécialistes des divers groupes animaux ou végétaux. Ainsi, pour le secteur de l'entomologie seulement, aucun spécialiste en activité ne connaît plus la systématique du groupe des drosophiles, qui sont pourtant l'animal de choix de la biologie moléculaire ; de même, il n'existe plus qu'un seul spécialiste au monde de certains groupes d'araignées et d'acariens.

Les sciences naturelles n'ont pas la faveur des bailleurs de crédits de recherche, qui considèrent que les activités de classification, prétendument antiques et poussiéreuses, devraient laisser la place à une biologie moléculaire brillante et universelle. Cependant la connaissance des organismes, de leur physiologie, de leurs relations avec les biotopes, ne pourrait-elle renforcer les apports déjà fascinants de cette biologie moléculaire ?

De surcroît, les films animaliers passant en salle (comme *Microcosmos*) ou programmés par la télévision font invariablement de superbes audiences, prouvant que le public est intéressé par la diversité de la vie qui nous entoure. Les crédits attribués à ces recherches ne sont pas à la mesure de leur succès !

Les services d'aménagement du territoire font de plus en plus appel à des naturalistes, afin d'harmoniser activités économiques et ressources naturelles. Les agronomes ont besoin de spécialistes des faunes et flores sauvages, afin de protéger ou d'améliorer les faunes et flores domestiques. Un rendement accru des plantes vivrières, par exemple, suppose une connaissance approfondie de la biologie des espèces «souches» et des paramètres physico-chimiques de leurs milieux de vie. Des étudiants

seront-ils encore formés à ces travaux dans les institutions universitaires ?

Apparemment pas. Pourtant notre pays peut-il sacrifier des compétences indispensables, mais devenues si rares ? Quand on devra parer rapidement aux attaques d'un groupe d'insectes ou lutter contre des algues envahissantes, pourra-t-on attendre d'avoir formé de nouveaux spécialistes de groupes hélas négligés ? Plus généralement, des activités de recherche peuvent-elles être sacrifiées sur l'autel des modes ? La biologie moléculaire doit-elle évincer les botanique et zoologie classiques pour se développer ? Les sciences naturelles ne doivent-elles pas vivre, pour assurer la poursuite des progrès de la biologie moléculaire ?

DIVERSITÉ ET UNITÉ

Les sciences naturelles sont des préoccupations de toujours. L'animal, par exemple, fut tour à tour source de nourriture, de décorations, motif de culte, objet de crainte, d'émerveillement... Sous l'impulsion des Réaumur, Buffon, Lamarck ou Linné, les premières classifications apparurent, et, bientôt, l'invention du microscope montra que la diversité macroscopique s'accompagnait d'une remarquable unité à l'échelle cellulaire. Les avancées méthodologiques amenèrent aussi l'avènement de la génétique, et prolongèrent l'unité dégagée jusqu'au niveau moléculaire. Comme Janus, la zoologie et la botanique sont bifaces : elles séduisent par leur diversité et par leur unité.

Aujourd'hui les aspects unitaires font oublier que le monde vivant est également varié ; la zoologie et la botanique risquent de s'affaiblir dangereusement, et de perdre leur âme. Malgré les avancées moléculaires, le patrimoine naturel est un trésor dont nous n'avons pas fini d'évaluer les structures et les composants, loin s'en faut. L'exploration de ce patrimoine a permis d'établir des classifications dites naturelles, de construire des arbres phylétiques, mais

que d'espèces nous échappent encore, pas seulement dans les contrées reculées d'Amazonie, mais aussi dans la litière de la forêt de Fontainebleau ! Les techniques actuelles, de plus en plus sensibles et spécifiques, devraient progressivement améliorer nos connaissances des organismes, pour ce qui concerne les plans d'organisation, les événements cellulaires, et conduire à une meilleure compréhension des mécanismes évolutifs. Il pourrait en résulter des retombées d'ordre médical et pharmacologique : les recherches sur les venins, par exemple, ont éclairé le fonctionnement des synapses interneuronales dans le cerveau ; les études des peptides et alcaloïdes cutanés de grenouilles vénéneuses d'Amérique ont fourni de nouveaux analgésiques et antibiotiques. On pourrait multiplier les exemples ; les espoirs sont immenses.

Signalons enfin que cette diversité biologique qui caractérise notre planète est actuellement en danger. Certes, l'extinction fait partie intégrante de l'évolution : toutes les espèces que la Terre a portées ou porte aujourd'hui se sont éteintes ou s'éteindront, mais nous accélérons le processus et menaçons les grands équilibres de la biosphère par manque de respect des mécanismes régulateurs.

Les naturalistes doivent intervenir : pouvons-nous demeurer silencieux face aux pollutions dues au plomb ou au mercure, sur les côtes, quand on sait que les moules consommées concentrent les métaux ? Ne devons-nous pas avertir le pays de la surexploitation des populations de poissons dans les océans, et des graves problèmes de renouvellement que cela posera ?

Jacques HOURDRY est professeur à l'Université Paris Sud. Claude CAUSSANEL est directeur du Laboratoire d'entomologie et professeur au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.



La machine des frères Carissan

FRANÇOIS MORAIN

À la recherche des machines qui décomposaient les grands nombres en facteurs premiers.

Pourquoi est-il facile de multiplier deux nombres entiers et si ardu de trouver deux entiers dont le produit est donné ? Le problème de la factorisation occupe les mathématiciens depuis longtemps ; dès le XIX^e siècle, ils ont cherché à construire des machines facilitant les calculs répétitifs et fastidieux de la factorisation.

Dans certaines branches de la théorie des nombres, les calculs peuvent être assez aisément automatisés. C'est le cas des cribles. Le plus connu d'entre eux est le crible d'Ératosthène, qui permet de trouver tous les nombres premiers dans un intervalle donné (on écrit tous les nombres de 0 à 100, par exemple ; on élimine ensuite tous les multiples de 2, puis tous les multiples de 3, puis de 5, etc ; après avoir passé tous les nombres «au crible», on ne conserve ainsi que 2, 3, 5, 7, 11, 13, etc. qui sont premiers). Une extension de cette notion de crible permet de résoudre les équations en nombres entiers du type $N = x^2 - y^2$: c'est le cas de la méthode de Fermat (voir l'encadré). La méthode est efficace quand

les diviseurs ont des valeurs voisines et elle est adaptable à des dispositifs mécaniques.

Le mathématicien anglais Frederick Lawrence semble avoir été le premier à préconiser la construction d'un crible pour factoriser des entiers, en 1896. Bien qu'il ait écrit comment fabriquer une telle machine, elle ne vit pas le jour. L'idée de Lawrence fut oubliée jusqu'en 1910, quand André Gérardin publia une traduction française de son article dans sa revue de «mathématiques amusantes», *Sphinx-Ceïpe*. Cet article semble avoir inspiré à l'ingénieur Maurice Kraitchik, l'idée de construire un prototype d'une telle machine, en 1912.

Pierre Carissan, professeur de mathématiques est aussi rédacteur à la revue *Sphinx-Ceïpe*, et il s'intéresse à la fabrication d'une telle machine. Après avoir occupé différents postes de professeur de mathématiques, il est nommé, en 1914, au Collège Dumont-d'Urville, près de Caen. Certains de ses proches le considèrent comme un «original fini».

Son frère, Eugène Olivier, entre à l'École spéciale militaire, en 1900. En

1912, les deux frères construisent une machine à factoriser les grands nombres, mais ni leur prototype, ni celui de Kraitchik ne donne de résultats intéressants. Eugène entreprend la fabrication d'un nouveau prototype en 1913, mais le projet est interrompu par la guerre.

Héroïque, il est blessé trois fois durant la guerre (en juillet 1915, il refuse même d'être évacué et continue à se battre). Après la guerre, il est nommé professeur à l'École militaire de Saint-Maixent, et reprend la construction de la machine, dite machine à congruences. Elle sera achevée en 1919 par la maison *Château Frères*, spécialisée dans la fabrication d'instruments scientifiques. Elle permettra la résolution de plusieurs problèmes de la théorie des nombres.

Eugène Carissan meurt en 1925 sans avoir eu le temps de faire exécuter les modifications qu'il jugeait nécessaires. Il voulait notamment entraîner la machine par un petit moteur électrique et non plus à la main. Aucune modification n'est entreprise, et la machine disparaît.

À LA RECHERCHE DE LA MACHINE DE CARISSAN

Avec mes collègues Jeffrey Shallit, à l'Université canadienne de Waterloo et Hugh Williams, à l'Université du Manitoba, nous apprenons l'existence de la machine des frères Carissan à l'automne 1989. Sherlock Holmes des mathématiques, nous cherchons la machine dans toute la France : nous enquêtons pour retrouver la maison *Château Frères*, et visitons les musées techniques français. La première piste aboutit rapidement à une impasse : la maison *Château Frères* n'existe plus. Les pistes du Conservatoire national des arts et métiers, de l'École normale supérieure, de l'Institut Henri Poincaré ou encore de la Bibliothèque nationale échouent.

Après une année de recherches infructueuses, J. Shallit décide d'employer les grands moyens : avec l'aide de Jean-Paul Allouche, de l'unité CNRS URA 410, il écrit à tous les Carissan de

La factorisation de 611

Supposons que l'on veuille factoriser 611. S'il existe deux nombres x et y tels que $611 = x^2 - y^2$, on peut alors factoriser la différence :

$$611 = x^2 - y^2 = (x - y)(x + y)$$

Pour trouver x et y , on fait varier x et on cherche à quelles conditions $x^2 - 611$ est un carré parfait. Pour que cette expression soit un carré, il faut que $x^2 - 611$ soit positif, de sorte que l'on commence la recherche à partir du nombre immédiatement supérieur à la racine carrée de 611, soit 25.

On essaye alors les nombres 26, 27, 28, etc. jusqu'à trouver une valeur de x pour laquelle $x^2 - 611$ est le carré d'un entier. Pour $x = 30$, on obtient :

$$x^2 - 611 = 289 = 17^2 ; \text{ on en déduit que } 611 = 30^2 - 17^2 = (30 - 17)(30 + 17) = 13 \times 47.$$

On limite le nombre d'essais en rassemblant les conditions que doit remplir $x^2 - 611$ pour être un carré parfait. Ainsi, le carré d'un entier, en base 10, doit nécessairement se terminer par 0, 1, 4, 5, 6, ou 9.

Quand on essaye $x = 27$, on obtient $x^2 - 611 = 118$ qui, terminé par un 8, n'est pas un carré parfait : 27 n'est pas acceptable. Les frères Carissan ont généralisé la méthode : leur machine, permettait de trouver les carrés parfaits, égaux à $x^2 - N$, où N est le nombre à factoriser (voir la figure de la page suivante).