



L'avenir est dans le «post»

CATHERINE VIDAL

Les biologistes se sont entichés des gènes. Il est urgent de revenir à la physiologie.

Les experts en sciences – durs et molles – l'affirment : le futur est dans le «post», le post-génomique et la post-humanité. Serions-nous tous des post-modernes ?

Les progrès de la génomique, mariage de la biotechnologie et de la génétique, laissent prévoir que la composition de notre patrimoine héréditaire sera décryptée aux alentours de 2003. D'énormes intérêts sont en jeu : rien de moins que déterminer les gènes impliqués dans les maladies, les étudier et déposer des brevets pour que l'industrie pharmaceutique les exploite. Dans la course au séquençage du génome humain, les chercheurs français, malgré un bon départ (en 1992, Daniel Cohen et Jean Weissenbach publiaient la première cartographie), affichent un sérieux retard par rapport aux pays anglo-saxons.

Pour tenter de redresser la barre, la France réagit en lançant une action de grande envergure, dite «post-génomique», dans le domaine de la santé humaine. Cette action incitatrice mise sur l'après-génome, à savoir, selon François Gros, «l'exploration fonctionnelle des gènes axée sur la physiologie et l'embryologie». Heureuse surprise ! S'agirait-il enfin d'une redécouverte des disciplines fondatrices de la biologie expérimentale ? Depuis 20 ans et plus, la physiologie est une discipline de connotation «ringarde» face à l'explosion de la biologie moléculaire, des biotechnologies et autres génomique et protéomique, sans oublier la petite dernière, la cognitique !

Un objectif majeur du séquençage est la découverte de gènes médicalement intéressants dans le cancer, les maladies cardio-vasculaires, les troubles du métabolisme, les maladies psychiatriques et le vieillissement. En conséquence, les biologistes seront bien obligés de se pencher sérieusement sur la physiologie des animaux génétiquement modifiés (essentiellement des souris), fabriqués pour servir de modèles aux pathologies humaines. La réalisation de cet ambitieux programme nécessite des compétences... qui disparaissent : qui, dans nos laboratoires,

sait encore faire une trachéotomie, mesurer la pression artérielle, enregistrer des neurones *in vivo*, analyser le comportement ? Acquérir une formation solide dans les domaines de la physiologie et du comportement prend des années.

Faudra-t-il, en attendant la relève, passer par des sociétés de service – il en existe déjà – qui proposent de réaliser le screening morphologique, physiologique et comportemental des animaux transgéniques qui leur sont confiés ? Passe encore pour les analyses classiques comme la biochimie du sang ou le diagnostic des tumeurs. Mais comment leur confier les tests comportementaux quand on sait l'importance de l'environnement dans l'évaluation des tests ? Un exemple flagrant vient d'être publié : la même étude comportementale réalisée en parallèle dans trois laboratoires américains sur une même lignée de souris génétiquement modifiées a donné des résultats qui se contredisent complètement. Pourtant les tests étaient réalisés avec les mêmes critères et les souris étaient génétiquement identiques. Seuls les chercheurs et les lieux différaient. Dans cette étude, ce n'est pas la pertinence des tests qui est en cause, mais bien la nécessité de prendre en compte l'environnement, de reproduire les expériences, d'y consacrer du temps et de la réflexion, tâches difficilement compatibles avec les critères de rentabilité d'une société privée...

Un des développements très attendus de la génomique est celui de la pharmacogénétique. La question est de comprendre pourquoi un médicament donné est actif sur seulement une partie des malades. La réponse passe «bien sûr» par l'identification des gènes responsables. Ainsi, à terme, nous serons en mesure de personnaliser un traitement en fonction de la carte génétique de chacun. La cause semble entendue : les recherches menées sur le patrimoine héréditaire serviront au bien-être de l'humanité.

Aux États-Unis, le déterminisme génétique imprègne les esprits depuis des lustres. Rien d'étonnant dans ce contexte que le politologue américain Francis Fukuyama, qui, en 1989, nous prédisait la «fin de l'histoire», ait révisé sa théorie pour l'inscrire dans ce qu'il appelle la «post-humanité». Pour F. Fukuyama, le fait que la démocratie libérale capitaliste (à savoir le système des États-Unis) n'ait plus de concurrent idéologique marque la fin de l'évolution des institutions humaines, politiques et économiques. Cependant «l'histoire ne peut s'achever aussi longtemps que les sciences de la nature contemporaines ne sont pas à leur terme. [...] La biotechnologie nous donnera les outils qui nous permettront d'accomplir ce que les spécialistes d'ingénierie sociale (en l'occurrence le système marxiste) n'ont pas réussi à faire. À ce stade, nous en aurons définitivement terminé avec les êtres humains en tant que tels.»

La post-humanité nous attend, grâce au clonage ! Que F. Fukuyama soit un penseur génial ou un mystificateur, sa nouvelle thèse a suscité les réactions d'éminents sociologues et historiens. Pour André Pichot, épistémologue, «Fukuyama répète bêtement ce que les généticiens d'aujourd'hui prétendent. S'il avait la moindre compétence en ce domaine, il saurait que, loin d'être une manifestation de la puissance d'une science parfaitement maîtrisée, ces biotechnologies sont d'assez misérables bricolages empiriques. Loin d'ouvrir une nouvelle "histoire au-delà de l'humain", elles traduisent la dérive d'une discipline» (*Le Monde*, juin 1999).

La polémique est de taille. Or les généticiens sont restés curieusement absents des débats sur la post-humanité... Attitude délibérée ou non ? Mais alors qui va se charger d'expliquer que le clonage est un outil limité, que l'être humain n'est pas réductible à ses gènes et que la pensée n'est pas programmable ? Pourquoi pas les physiologistes ?

Catherine VIDAL est chercheur en neurobiologie.

La réforme des programmes

JACQUES TREINER

Pourquoi réformer le programme de physique, en Seconde, alors que les précédents changements ne dataient que de 1992?

Le nouveau programme de physique de Seconde, applicable à la rentrée 2000, modifie profondément le programme actuel. Fallait-il tout changer une fois de plus ?

Au cours des 50 dernières années, l'enseignement de la physique au lycée a été réformé en profondeur deux fois. La première réforme a cherché à moderniser l'enseignement de la discipline en intégrant les grandes idées du xx^e siècle. La seconde a voulu répercuter le développement technique qui structure notre environnement quotidien.

Dans les années 1970, un travail de fond identifia notamment l'importance des symétries et des lois de conservation. Malgré la qualité de la réflexion sous-jacente, les programmes ont finalement imposé un enseignement trop abstrait et relativement formel... jusque dans les travaux pratiques ! Ainsi, la célèbre table à coussin d'air permet de se placer dans une situation qui n'existe jamais dans le monde réel, à savoir un monde sans frottement. Un élève de Seconde relie mal les expériences réalisées avec ce dispositif aux phénomènes de la vie courante. Utiles en Terminale, ces tables étaient inadéquates pour une initiation à la physique.

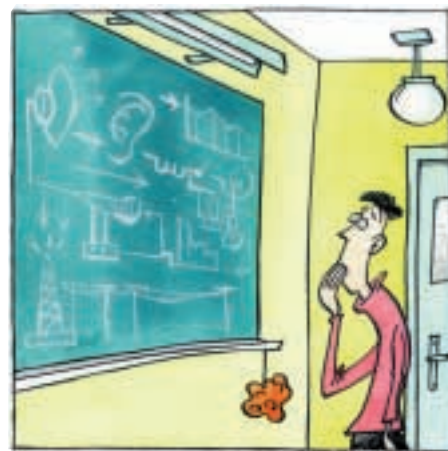
Vers la fin des années 1980, une réaction plaça alors l'objet technique au centre des préoccupations : pour séduire et rendre la discipline attrayante, pourquoi ne pas partir des objets familiers ? Et quoi de plus familier que la production et la réception du son ? La mise en pratique de cette idée se heurta vite à divers obstacles, dont le plus important est le suivant : une chaîne hi-fi, comme tout objet moderne, est un concentré de trois siècles de science. Toute la physique y est à l'œuvre : électricité, magnétisme, mécanique, ondes... Les objets techniques modernes sont d'une telle complexité que l'objectif pédagogique ne peut être tenu. Il suffit d'ouvrir un livre de Seconde actuel pour mesurer l'ampleur de la difficulté. Au hasard, dans l'un des ouvrages disponibles : le chapitre «réception sonore» commence par une

description de l'oreille interne, définit ensuite l'intensité acoustique et le décibel (avec un encadré sur la fonction logarithme !), présente l'audiogramme, puis, sans transition, introduit le phénomène d'induction magnétique pour expliquer le fonctionnement d'un microphone, en signalant au passage que les alternateurs de l'EDF utilisent aussi ce phénomène... Comment un élève moyen peut-il se repérer dans un tel parcours ?

Il nous a semblé urgent de revenir à un contenu plus fondamental et plus maîtrisable par des élèves qui, en majorité, n'optent pas pour la filière scientifique : le programme doit faire sens par lui-même. Avec l'exploration de l'Univers pour fil conducteur, le programme est structuré autour des grandeurs physiques de base : espace, temps, mouvements et forces, température et pression.

Les thèmes «Espace et temps» mettent en place des ordres de grandeur. Déterminer la distance d'un objet par paralaxe, mesurer le rayon de la Terre (méthode d'Érathostène) et la taille d'une molécule (expérience de Benjamin Franklin) sont des activités qui couvrent 15 des 40 ordres de grandeur observables (de la taille du noyau à la distance parcourue par la lumière depuis l'époque estimée du Big-Bang).

Le thème «Mouvements et forces» a un but précis et limité, mais ambitieux : montrer la genèse du principe d'inertie à partir d'exemples courants et utiliser ce principe pour mettre en évidence des forces. Le support de cette partie est la gravitation (du projectile au satellite). La conception aristotélicienne du mouvement (où la vitesse était le signe d'une force appliquée) est mise en regard de la conception galiléenne-newtonienne (c'est le changement de la vitesse qui révèle une force appliquée). Enfin on propose, par l'interprétation des concepts de température et de pression en termes de mouvements de particules, de discuter le passage du monde microscopique au



monde macroscopique. L'objet d'étude support de cette partie est l'atmosphère.

Pour encourager la compréhension qualitative, l'accent est mis sur l'expérimentation. Toutefois, de même que la formalisation ne s'identifie pas avec la manipulation mathématique, l'expérimentation ne s'identifie pas avec la manipulation du matériel. L'utilisation des mathématiques et du «langage de la matière» ne doivent pas se substituer à l'utilisation de la langue naturelle, qui demeure celle de la question que l'on se pose et de la formulation des résultats. Toute mise en équations doit être précédée par une phase de modélisation du système étudié. Faute de quoi la physique devient prétexte à «faire des mathématiques». De même, une phase de questionnement doit précéder toute expérience : quel dispositif dois-je mettre en place pour tester telle hypothèse ? que va-t-il se passer si j'effectue telle perturbation du système ? L'oubli trop fréquent de cette phase de questionnement conduit à des travaux pratiques «presse-bouton» où l'on peut avoir tout fait et rien appris.

Le succès de la nouvelle réforme dépendra essentiellement de la bonne mise en œuvre pédagogique de ces questionnements. L'enseignement scientifique doit montrer comment les connaissances sont élaborées, quels sont les protocoles théoriques et expérimentaux mis en place par la science au cours de son développement historique, et en quoi ces protocoles sont spécifiques de la science. Peut-être sera-t-il ainsi possible de faire sentir la nature de la vérité à laquelle prétend la science.

Jacques TREINER est président de la commission des programmes de Physique / Chimie au ministère de l'Éducation nationale.

Envoyez-nous vos commentaires sur ce nouveau programme, nous ouvrons un forum sur le site de Pour la Science <http://www.pourlascience.com/>.