

Bloc-notes

DIDIER NORDON

Trop vite en besogne!

Notre enseignement est sinistré, entendons-nous souvent. Avant de répéter cette antienne, n'oublions pas que notre perspective est déformée, donc notre jugement faussé. Voici en quoi.

Depuis un siècle, sinon deux, l'accélération caractérise notre société. Les trains et les avions vont de plus en plus vite ; les techniques, la médecine, sont sans cesse plus efficaces ; notre espérance de vie ne fait qu'augmenter... Nous sommes si habitués à voir toutes les durées d'exécution être compressibles, toutes les puissances être extensibles, que nous en venons à penser que telle est la norme.

Mais, au milieu de nos paysages renouvelés à chaque instant, le rythme de l'enseignement demeure, immuable. Aujourd'hui comme jadis, l'élève doit, avant de parler une langue étrangère, apprendre, oublier, réapprendre dix fois, vingt fois, le vocabulaire nécessaire. Aujourd'hui comme jadis, l'élève ne comprend une théorie difficile qu'après l'avoir dix fois, vingt fois, appliquée à contresens. L'homme est ainsi fait : il apprend lentement, très lentement ; il comprend lentement, très lentement. Le progrès n'y change rien. Le moindre ordinateur héberge plus de savoir que la Bibliothèque d'Alexandrie, mais l'utilisateur de cette Bibliothèque avait une mémoire ni plus ni moins vaste, une intelligence ni plus ni moins sûre, que l'utilisateur d'ordinateur.



Dans un monde de supersoniques et de TGV, l'enseignement progresse au même pas que dans un monde de bateaux à voiles et de chars à bœufs. Dans un monde où tout va plus vite, rien ne lui permet d'aller plus vite. Voilà ce dont nous devons tenir compte avant de «porter un regard critique sur les performances de notre système éducatif».

Le train des syllogismes

Affichés sur les trains en Île-de-France, les sigles RONI, VICK, CAPU, OLAF, RIPI, DAPI, MONA... (je n'ai pas vu LISA) indiquent la destination et le type du train. Dans VICK, par exemple, V signifie Versailles et I, partiellement direct. Dans MONA, M signifie Massy et O, omnibus. Et CK? Et NA? CK ne signifie rien, pas plus que NA ; ils ont été ajoutés pour obtenir un mot sonore. À la SNCF comme dans l'ADN, certaines séquences sont codantes, d'autres non.

Le Moyen Âge aussi a inventé des mots. L'un est encore connu de nos jours, le mot BARBARA, qui désigne un syllogisme du type de celui-ci : «les hommes sont mortels, or les logiciens sont des hommes, donc les logiciens sont mortels». D'autres, attachés à d'autres syllogismes, sont oubliés : FERIO, FELAPTON, BAMALIP, DATISI, DIMATIS... Fait remarquable, le Moyen Âge, plus performant que la SNCF sur ce point, savait donner un sens à toutes les lettres de ces mots, utilisés comme procédés mnémotechniques pour mémoriser les divers syllogismes. Les voyelles A, E, I et O codaient quatre types de propositions de base et les consonnes indiquaient quelles opérations étaient à effectuer entre elles.

Une synthèse entre chemin de fer et scolastique s'impose. À un syllogisme facile, comme celui en BARBARA, associons un trajet facile : Bourg-Arcueil-Robinson-Bourg-Arcueil-Robinson-Arcueil. À un trajet exigeant des correspondances difficiles – Bougival-Aubervilliers-Montigny-Arpajon-Liancourt-Ivry-Palaiseau – associons un syllogisme également difficile, celui en BAMALIP.

Le Moyen Âge connaissait 19 formes de syllogismes seulement. Ridicule! Le nombre d'itinéraires possibles en Île-de-France est bien plus élevé. Plutôt que rester à nous ennuyer pendant nos trajets en banlieue, inspirons-nous d'eux pour inventer de nouveaux syllogismes. Grâce au train, nous découvrirons des lois de la logique inconnues jusqu'à présent.

Homo laverait-il plus blanc?

Les manipulations génétiques, appliquées à l'homme, révoltent. La perspective de changer l'homme scandalise : c'est de la folie.

De la folie? Admettons. Songeons bien, toutefois, que porter *a priori* un tel jugement revient à manifester une étonnante indulgence à l'égard de l'homme. Depuis les voies romaines bordées d'esclaves crucifiés jusqu'à Hiroshima, depuis les pyramides de crânes élevées par Gengis Khan jusqu'à Auschwitz, sans oublier

ce qui se passe de nos jours, l'homme écrit une histoire horrible. Je doute que la création d'un être pire que lui soit une performance à la portée de la science. Qui sait si le mutant obtenu par les savants fous ne se comportera pas de manière... humaine. Si bien que, comme souvent, les fous auront été sages.



Thésiez-vous et lisez!

C'est par antiphrase qu'un administratif haut placé est dénommé un «responsable». L'individu a, en effet, trop de décisions à prendre pour s'informer en détail sur chaque dossier. Il fait donc confiance à ses collaborateurs et signe sans lire. Quelle responsabilité!

Cette conception toute administrative de la notion de responsabilité a, hélas, envahi la recherche scientifique. Celle-ci fourmille de gens qui participent à tellement de jurys de thèse et sont priés de donner leur avis sur tellement de projets d'articles, que le temps leur manque pour lire ce qu'ont écrit les impétrants. Alors, ils font confiance. Confiance à l'auteur de l'article, qui a l'air sérieux ; ou confiance à un collègue, qui dit que la thèse est valable. En outre, refuser exige plus de travail qu'accepter, car il faut justifier le refus : argument puissant en faveur du feu vert! Ainsi s'accroît la littérature des thèses et des articles – aussi grise, aussi peu lue, aussi énorme, aussi conformiste que celle des rapports administratifs. Mais feu vert ne veut pas dire caution. Si naît la moindre polémique – ce qui est une malchance rarissime, il faut au moins que ce soient les frères Bogdanov qui aient soutenu la thèse pour que cela se produise! – ils réagissent comme les administratifs surpris par un dossier brûlant : ils se renvoient la balle. Le professeur «responsable» du thésard dit qu'il pensait que la thèse était bonne, puisqu'une bonne revue avait accepté d'en publier des extraits ; le «responsable» de la revue tient le «raisonnement» inverse. Personne n'avait pris le temps de se faire un avis étayé.

Que nul ne participe à un jury de thèse s'il n'a lu, compris et apprécié toute la thèse! Que nul ne donne son aval à la publication d'un article s'il n'a lu, compris et apprécié tout l'article! Voilà deux revendications de bon sens, qui n'ont l'air de rien. De nos jours, pourtant, les mettre en œuvre créerait un bouleversement majeur au sein de la cité scientifique.



L'ADN a 50 ans, et après ?

JAMES WATSON

L'un des découvreurs de la double hélice fait le bilan d'un demi-siècle de génétique.

Le 2 avril 1953, la revue britannique *Nature* publiait un article où James Watson, Francis Crick et Frederick Wilkins proposaient le modèle en double hélice de l'ADN. À l'occasion du 50^e anniversaire de cette fameuse structure, John Rennie, rédacteur en chef de *Scientific American*, a rencontré l'un de ses pères, J. Watson, qui retrace l'histoire de sa découverte, et nous livre ses réflexions sur l'état actuel de la génétique et les controverses dont elle est l'objet.

John Rennie : *L'ADN s'est échappé de la sphère scientifique et est devenu un phénomène culturel, voire le symbole de la vie. Il fait partie de notre quotidien et inspire jusqu'aux artistes. Il y a 50 ans, dans les Laboratoires Cavendish de l'Université de Cambridge, pouviez-vous prévoir un tel engouement ?*

James Watson : Non, bien sûr, car personne ne savait séquencer ni même amplifier l'ADN (l'amplification consiste à produire de nombreuses copies d'un même ADN afin de l'étudier). En 1961 ou 1962, l'immunologiste australien Franck MacFarlane affirmait que l'ADN et la biologie moléculaire n'auraient jamais aucun effet sur la médecine. L'avenir lui a donné tort ! Cependant, ces applications ne sont devenues possibles qu'avec la mise au point de méthodes pour déchiffrer l'ADN. C'est pourquoi le *Projet Génome Humain* est si important.

En 1953, seuls nous importaient comment l'ADN code l'information et quels mécanismes cellulaires produisent les protéines, c'est tout. L'idée de thérapie génique n'est apparue que 15 ans plus tard, à la fin des années 1960, quand les enzymes de restriction (ces enzymes coupent l'ADN en des endroits donnés et connus) ont été découvertes, ainsi que, peu après, les méthodes de séquençage.

J. R. : *La concurrence pour établir la structure de l'ADN a été féroce et les traits de personnalité ont eu leur importance. Par ailleurs, cette découverte semblait quasiment « inéluctable » à cette époque. Beaucoup d'entre vous en étaient proches ; on pense à Frederick Wilkins (co-lauréat du prix Nobel de médecine en 1962 avec vous-même et F. Crick), à Linus Pauling (1901-1994, prix Nobel de chimie en 1954, et prix Nobel de la paix en... 1962), et enfin, à Rosalind Franklin (1920-1958).*

J. W. : C'était inéluctable... avec les données de diffraction des rayons X, et sans doute un petit quelque chose en plus. Toutefois, même s'il n'avait pas les clichés du King's College, à Londres, Pauling aurait pu penser à l'hélice alpha, (une structure hélicoïdale qu'adoptent certaines séquences protéiques. Cette structure est à l'origine d'une théorie de la diffraction par les molécules hélicoïdales qui a joué un rôle dans l'élaboration du modèle de la double hélice).

J. R. : *Donc, si vous n'aviez pas élucidé cette structure...*

J. W. : ...Je ne crois pas qu'une année se serait passée sans qu'elle ne le soit. Nous ne savions pas que Franklin, dès

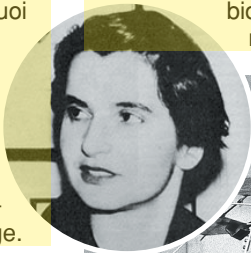
février, s'était intéressée à la forme B (la double hélice de l'ADN adopte trois formes : la forme B, la plus courante, et deux autres, plus denses, la forme A et la forme Z), car elle avait quitté le King's College ; découragée par la discrimination et la concurrence, elle aurait toutefois écrit un rapport où elle proposait le modèle de la double hélice, mais nous l'ignorions alors.

J. R. : *On a toujours soutenu que Wilkins vous avait montré les résultats cristallographiques de Franklin sans sa permission. Ces clichés auraient été décisifs.*

J. W. : Plusieurs personnes se sont demandées pourquoi nous n'avions pas parlé avec Rosalind plus tard, notamment pour la remercier de son aide. La difficulté est qu'elle ne voulait pas en discuter. Peu avant sa mort, elle a rencontré Francis, et cela aurait pu être l'occasion de régler ce différend, mais seul « l'avenir l'intéressait » disait-elle.

J. R. : *Aurait-il été plus approprié de partager le prix Nobel avec elle plutôt qu'avec Wilkins ?*

J. W. : Je ne crois pas. Wilkins nous a fourni les clichés de la forme A et elle, ceux de la forme B. Dans un monde idéal, ils auraient eu le prix Nobel de chimie, et nous celui de biologie. Cela aurait été une façon de nous honorer tous les quatre, mais personne n'y a pensé.



Ce samedi 28 février 1953, nous avons élaboré un modèle dont nous n'étions pas certains. Nous avons pensé que des données de diffraction des rayons X seraient une preuve supplémentaire. Toutefois le modèle reposait sur un mécanisme de copie auquel tous les biologistes voulaient croire, quelles que soient les données cristallographiques.

J. R. : En effet, de la complémentarité des nucléotides résulte un mécanisme simple de copie de l'ADN.

J. W. : Vous savez, nous ne pensions parcourir que la moitié du chemin ! Nous proposons une structure dont les cristallographes prouveraient la pertinence. Le problème de la copie se serait posé ensuite. Nous sommes célèbres parce que la molécule d'ADN est exceptionnelle. Si Rosalind avait parlé à Francis dès 1951 et partagé ses résultats, elle aurait découvert cette structure : elle serait célèbre à ma place !

J. R. : En un siècle, nous sommes passés de la redécouverte des lois de Mendel et de l'identification des chromosomes en tant qu'agents de l'hérédité au séquençage quasiment complet du génome humain. Selon vous, en génétique, reste-t-il des découvertes majeures à faire, ou bien n'est-ce plus qu'une affaire de détails ?

J. W. : Le problème majeur, à mon avis, est la chromatine, l'assemblage compact de l'ADN, dans les chromosomes, avec des protéines, nommées histones. Comment un fragment donné d'ADN enfoui dans un chromosome devient-il accessible ? Quels sont les mécanismes et les rôles de la méthylation et des phénomènes épigénétiques (qui modifient l'expression des gènes selon l'environnement) ? Vous héritez bien plus que d'un simple patrimoine génétique ! Ces questions sont les plus excitantes de la génétique d'aujourd'hui.

Et les progrès semblent particulièrement rapides. Sans vouloir jouer au devin, je pense que dans les dix prochaines années, ce champ sera bien « débroussaillé ». De nombreux scientifiques compétents travaillent sur ce sujet, et ils ont les outils nécessaires. Les principes fondamentaux du fonctionnement des gènes seront alors connus et nous serons capables d'aborder des questions, tel le fonctionnement du cerveau.

J. R. : Les ARN (ces molécules sont, comme l'ADN, composées de nucléotides et porteuses d'information) sont sortis de l'ombre de l'ADN. Nous connaissons aujourd'hui des phénomènes d'interférences où des molécules d'ARN modifient l'expression des gènes. Saurons-nous percer les secrets de cet autre domaine ? Est-ce comparable aux problèmes des histones ?

J. W. : Oui, c'est plus complexe que nous le pensions en 1953. À cette époque, il n'y avait qu'une sorte d'ARN, l'ARN messager, une copie d'un gène d'ADN qui est ensuite traduite en protéine dans les cellules. Toutefois, pour fabriquer cet ARN, les histones doivent s'éclipser. C'est à nouveau le problème de la chromatine.

J. R. : Dans un numéro récent de la revue *Nature*, Walter Gilbert (prix Nobel en 1980) affirme que la « biologie moléculaire est morte », principalement car son objet, l'ADN, a envahi tous les autres domaines.

J. W. : Je partage son avis, dans le sens où l'ADN est devenu un outil. Il y a encore un problème fondamental à résoudre : comment l'information est stockée et utilisée dans le cerveau. C'est un problème plus important que l'ADN, et plus complexe.

J. R. : Si vous débutez aujourd'hui...

J. W. : Je travaillerais sur les relations entre les gènes et le comportement. Vous pouvez trouver des gènes qui participent au comportement, mais cela n'explique pas comment le cerveau fonctionne. Passionné par l'ornithologie depuis mon enfance, mes premiers centres d'intérêts scientifiques ont porté sur la migration des oiseaux. Sans savoir comment le cerveau d'un oiseau fonctionne, vous ne saurez pas comment les gènes « disent » où migrer, car les mères ne l'apprennent pas aux jeunes ! C'est donc hérité.

Il y a plusieurs comportements importants à élucider. Certains disent qu'ils ne comprennent pas que des hommes puissent aimer les hommes, mais je pense qu'il est aussi mystérieux que les hommes aiment les femmes ! Ces problèmes sont complexes. Francis affirme que les neurosciences ne sont pas fondées sur un équivalent de la molécule d'ADN.

J. R. : À propos de politique, plusieurs thèmes de débats publics sont liés à l'ADN : les organismes génétiquement modifiés, le clonage... Quelle confiance accordez-vous à la gestion politique de ces dossiers ?

J. W. : Je pense qu'ils sont si controversés que les États ne devraient pas intervenir. Les décisions sur la reproduction sont du ressort des femmes, pas des autorités. Aujourd'hui, le sujet est le clonage... en admettant qu'il soit possible. Cependant, le premier clone ne sera pas comme la première utilisation de la bombe atomique. Il n'y aura pas mort d'homme ! Si vous, votre femme et plusieurs membres de vos familles êtes porteurs d'une maladie, peut-être aimeriez-vous un enfant qui en soit dépourvu. Certains disent : « C'est la porte ouverte aux bébés sur mesure. » Toutefois, si vous pouvez vous assurer que votre enfant ne sera pas atteint par cette maladie, n'est-ce pas un progrès ? Qui serait lésé ?

J. R. : Pensez-vous que le public en sait assez en matière de génétique pour prendre des décisions raisonnées ?

J. W. : Si vous croyez qu'une plante n'existe que par la volonté de Dieu, vous pouvez dire qu'il ne faut pas y toucher. Cependant, l'Amérique n'est plus ce qu'elle était à l'arrivée des Pères pèlerins, ces puritains britanniques qui ont fui les persécutions religieuses en 1620 et ont débarqué en Amérique à bord du *Mayflower*. Ils sont les « fondateurs » des États-Unis. Nous avons tout changé. Nous n'avons pas respecté le passé, mais plutôt tenté de l'améliorer. Et je crois qu'interdire cette quête est contraire à l'esprit humain.

