

■ POUR LA SCIENCE

VOTRE ABONNEMENT 100 % NUMÉRIQUE

1 an au prix de 48 €

soit **4 € seulement par numéro** au lieu de ~~5,20 €~~

Pour consulter et télécharger
en toute liberté sur www.pourlascience.fr
les 12 prochains numéros
dès leur parution.



Oui, je m'abonne
à *Pour la Science* 100 % numérique
1 an (12 numéros) pour 48 €

Je préfère découvrir toutes
les offres d'abonnement disponibles
en cliquant ici.



DS

Des lois de Mendel à la lecture du génome

MICHEL MORANGE

Les lois de l'hérédité que Mendel a établies sur des petits pois ont marqué le début de l'histoire de ce qui allait devenir la génétique, et de la grande aventure de la biologie du xx^e siècle.

Le 26 mars 1900, le botaniste néerlandais Hugo de Vries publie dans les comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris un texte intitulé *Sur la loi de disjonction des hybrides*, considéré comme l'acte de naissance de la génétique, même si ce nom ne fut donné à la nouvelle discipline que quelques années plus tard. Cent ans après, le décryptage complet du génome humain est entré dans sa phase finale et devrait être achevé d'ici deux à trois ans. Pendant ce siècle, la génétique est devenue le principal moteur des transformations de la biologie.

Pourtant, la publication de de Vries n'était que la «redécouverte» des lois établies, dès 1865, par Mendel : celui-ci avait travaillé sur des petits pois, et choisi sept caractères qui différaient entre variétés, par exemple la taille et la couleur des graines ou la longueur de la tige. En croisant ces différentes variétés, il avait pu

suivre la transmission, au cours des générations, de ces caractères, et établir les principales lois de l'hérédité : il existe des caractères dominants et d'autres récessifs ; les déterminants des caractères ne se mélangent pas et sont transmis inaltérés et de façon aléatoire à la descendance ; des caractères différents sont transmis de manière indépendante.

Les travaux de Mendel sont remarquables par le grand nombre de croisements réalisés, ce qui lui a permis d'établir des rapports exacts, que certains de ses prédécesseurs avaient entrevus, mais n'avaient pu démontrer ; ils le sont aussi par la rigueur de la démarche expérimentale, par le soin apporté au choix des caractères ou par les précautions prises pour éviter toute interférence avec la pollinisation naturelle.

Mendel présenta ses résultats en 1865 à la Société des sciences naturelles de Brno, et les publia un an plus tard dans

les comptes rendus de cette société. Pourtant, ces résultats furent ignorés.

Non pas, comme une légende tenace continue à l'affirmer, que Mendel ait été un pauvre moine isolé travaillant dans une province retirée de l'Empire austro-hongrois. Appartenant à un ordre religieux dynamique, ouvert sur le monde, enseignant dans une école technique située dans une région riche et commerçante de l'Europe, Mendel avait étudié à Vienne les derniers développements de la théorie cellulaire et il entretenait une correspondance avec plusieurs des grands biologistes de son temps. Si l'importance de son travail ne fut pas immédiatement reconnue, c'est que l'objectif de Mendel, la recherche des principes qui assurent la stabilité des plantes hybrides – un objectif de «jardinier» –, était bien différent de celui de la jeune génétique, qui recherchait les lois de transmission, au cours des générations, des variations héréditaires impliquées dans l'évolution des formes vivantes.

En outre, à l'époque de Mendel, les mécanismes intimes de la fécondation étaient encore mal connus. Grâce au travail des cytologistes et aux écrits de Charles Darwin, du biologiste allemand August Weismann (l'un des premiers à comprendre le rôle des chromosomes), et de de Vries, notamment, s'impose peu à peu, à la fin du xix^e siècle, l'idée qu'il existe un support matériel des phénomènes héréditaires, probablement localisé dans le noyau cellulaire.

En 1900, le terrain scientifique est prêt à accueillir une science de l'hérédité : presque simultanément, Carl Correns et Erich von Tschermak obtinrent les mêmes résultats que de Vries, et tous firent de Mendel le précurseur méconnu de leurs propres travaux. En réalité, les travaux de Mendel avaient été cités plusieurs fois dans des ouvrages publiés entre 1865 et 1900, et ses redécouvreurs les connaissaient



Collection Palais de la Découverte

Le jardin botanique où Mendel fit ses expériences.

probablement : en attribuant à Mendel la découverte fondamentale, ils réglaient ainsi un difficile problème de priorité.

La génétique se développe ensuite, simultanément, dans de nombreux pays. Elle se transforme, aussi, rapidement. En 1900, elle est une science d'observation et de prédiction de l'effet des croisements, elle n'est pas une science explicative. Elle n'apprend rien sur la nature du «matériel héréditaire», ni sur les mécanismes qui contrôlent la formation des caractères. Plusieurs des «pères de la génétique», et Thomas Morgan lui-même, qui est pourtant le premier à travailler sur la petite mouche drosophile et qui va fonder, aux États-Unis, dès 1910, l'école de génétique la plus dynamique, sont assez réticents à tenter d'identifier le support de l'hérédité.

L'attitude des premiers généticiens vis-à-vis des gènes ressemble à celle de beaucoup de chimistes vis-à-vis de l'atome quelques décennies plus tôt : certains chimistes acceptèrent le concept d'atome, car il permettait de prédire de nombreux phénomènes, mais ils refusèrent de transformer ce concept en un objet. Les raisons de cette attitude étaient multiples : prudence, influence de la philosophie empiriste, très répandue parmi les scientifiques à la fin du XIX^e siècle, qui recommandait de se méfier des concepts superflus, ou peur de la part de certains biologistes de revenir aux errements des préformationnistes qui, quelques siècles plus tôt, supposaient que les êtres vivants étaient entièrement préformés dans les organes reproducteurs de leurs parents, qu'ils existaient déjà terminés sous forme d'un homonculus minuscule, et qu'ils ne faisaient que se développer durant la grossesse. Toutes ces raisons se conjuguèrent sans doute pour donner à la jeune génétique un caractère formel, quelque peu désincarné, contrastant fortement avec les autres branches de la biologie.

L'histoire de la génétique pendant la première moitié du XX^e siècle est un lent processus d'objectivation du gène : localisation sur le chromosome, identification à une molécule d'acide nucléique et, enfin, démonstration de sa capacité à coder une protéine qui participe à l'une des multiples fonctions inhérentes à la vie cellulaire.

Cette difficulté à comprendre la structure et la fonction des gènes explique en partie l'isolement de la génétique pendant ses premières années d'existence. Le rapprochement avec les autres disciplines biologiques fut lent et progressif. À la fin des années 1930, les modèles des généticiens se combinèrent à la théo-

rie darwinienne de l'évolution pour engendrer le néo-darwinisme, ou théorie synthétique de l'évolution. Celle-ci propose que l'évolution des formes vivantes résulte de mutations de petite amplitude, apparaissant spontanément chez les êtres vivants et transmises selon les lois de Mendel, et de la sélection naturelle de ces mutations au cours des générations. Le rapprochement avec l'embryologie fut encore plus difficile, et ce n'est qu'au début des années 1980 que s'est pleinement épanouie la génétique du développement.

UNE DISCIPLINE ISOLÉE, MAIS AUTONOME

Cet isolement de la génétique n'a pas eu que des effets négatifs : en Grande-Bretagne ou aux États-Unis, notamment, il a favorisé l'autonomisation de cette discipline et son développement rapide. La petite mouche drosophile choisie par Morgan était un matériel expérimental exceptionnel : peu consommatrice de nourriture, se reproduisant rapidement, elle permettait, avec un investissement matériel et financier limité, d'observer en peu de temps l'effet de centaines de croisements différents. Les résultats ainsi établis furent transposés à d'autres espèces animales et végétales.

Ce schéma de développement, c'est-à-dire une autonomisation et une croissance rapide, suivies de l'établissement difficile de relations avec les autres branches de la biologie, n'a pas été général. En Russie, par exemple, les approches de la génétique furent très tôt appliquées à l'étude des populations animales en milieu naturel, ouvrant ainsi la

voie au rapprochement entre génétique et théories de l'évolution. De même, plusieurs mutations perturbant la formation de la drosophile ont été décrites précisément par les généticiens russes, qui tentèrent de les expliquer par le schéma de développement de cet organisme. Ces travaux furent brusquement arrêtés lorsque la génétique fut critiquée comme science bourgeoise et réactionnaire, à laquelle on substitua la théorie lyssenkiste, forme caricaturale du néo-lamarckisme. La génétique semblait figer le devenir des formes vivantes et, en particulier, de l'homme ou, du moins, rendre ce devenir aléatoire et incontrôlable. À l'opposé, le lamarckisme, en proposant que le milieu puisse transformer, de manière stable et transmissible, les formes vivantes, laissait à l'homme un large champ d'action sur les espèces vivantes, animales ou végétales, et sur lui-même : la transformation de l'homme par l'homme restait possible. Toutefois, les premiers travaux russes ne furent pas entièrement oubliés : grâce à plusieurs savants qui émigrèrent aux États-Unis, comme Theodosius Dobzhansky, ces spécificités de la génétique russe furent importées dans la génétique américaine.

En Allemagne, les études de génétique n'ont pas été séparées des travaux de physiologie ou d'embryologie : la modicité des moyens attribués à la recherche allemande, du fait de la crise économique, et la rigidité du système universitaire germanique ont rendu impossible l'autonomisation de la discipline. De surcroît, la biologie allemande fut décapitée en 1933, lors de l'arrivée au pouvoir des nazis, ce qui assura le succès sans partage de la génétique «morganienne».



Le botaniste de Vries, ici procédant à des fécondations et à des croisements de fleurs, a activement participé à la redécouverte des lois de Mendel.