

Charles LENAY

Préhistoire de la génétique : Hugo de Vries et l'idée d'indépendance des caractères

La découverte des « lois de Mendel » soulève un ensemble de difficultés particulièrement représentatives du travail de l'histoire des sciences. Un des problèmes les plus caractéristiques nous semble être celui de la relecture, en 1900, de l'article que Mendel avait publié en 1866. En effet, ce même texte reçut deux lectures tout à fait différentes suivant les contextes de ces époques. Nous présenterons quelques-unes des conditions théoriques qui expliquent comment il put être lu, 35 ans après son écriture, comme un texte donnant une théorie de l'hérédité.

Rappelons brièvement le cadre général de ce problème.

En 1900, Hugo de Vries (1848-1935) en Hollande, Carl Correns (1864-1933) en Allemagne, et Erich von Tschermak (1871-1962) en Autriche publièrent presque simultanément leur découverte des « lois de l'hérédité » : les fameux rapports statistiques de trois à un dans la ségrégation indépendante des caractères lors de la reproduction sexuelle. Ils reconnurent en même temps avoir tous été précédés par un religieux Tchèque. En effet, un article écrit en 1865 par Grégor Johann Mendel (1822-1884) semblait donner la description d'une série d'expériences admirablement claires mettant en évidence ces « lois de l'hérédité ». Pour expliquer ce décalage historique surprenant, on ne peut se contenter de poser que cet article resta inconnu entre sa publication dans les *Comptes rendus de la Société d'Histoire Naturelle de Brno*¹ et sa redécouverte en 1900. Mendel fut entendu par un public peut-être restreint mais certainement averti. Par exemple, il était en correspondance avec le célèbre botaniste Karl von Naegeli. Nous admettons donc ici la thèse que dans ce premier contexte de la fin des années 1860, Mendel fut lu et suffisamment bien compris². Mais compris pour un travail qui s'inscrivait dans une vieille tradition de recherche du XVIII^e siècle sur la stabilité des hybrides (qui aurait permis une

¹ G. Mendel, « Recherches sur des hybrides végétaux » ; « Versuche über Pflanzen-Hybriden », Mémoire imprimé dans les *Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn*, t. IV, 1866, pp. 3-47, reprint in *Fundamenta Genetica*, Prague, Brno, 1965. Traduit en français par A. Chappellier en 1907, réimprimé in *La découverte des lois de l'hérédité : Une anthologie*, Presses Pocket, 1990, pp. 51-101.

² Pour cette question voir les articles de : M.H. MacRoberts, « Was Mendel's Paper on *Pisum* Neglected or Unknown ? », *Annals of Science*, 42, 1985, pp. 339-345 ; R. Olby and P. Gautrey, « Eleven References to Mendel Before 1900 », *Annals of Science*, 24, 1968, pp. 7-20; A. Weinstein, « The Reception of Mendel's Paper by His Contemporaries », *Proceedings of the Tenth International Congress of the History of Science*, Ithaca, 1962; Paris, 1964, pp. 997-1001.

explication de l'origine de la diversité des espèces actuelles par hybridation de quelques types primordiaux). Mendel montrait par ses expériences que les caractères différentiels des parents ne pouvaient se mélanger de façon stable mais se maintenaient pour réapparaître inchangés et se distribuer dans la descendance. Bien qu'il connût l'*Origine des espèces* de Darwin, Mendel ne se plaçait pas dans ce cadre de recherche, il était fort probablement fixiste et ses lois de la variabilité dans la descendance des hybrides étaient construites à partir de la notion de caractère constant. On comprend qu'en s'excluant du paradigme darwinien qui devait rapidement structurer l'ensemble des recherches en biologie, le travail de Mendel n'eut pratiquement aucun écho parmi ses contemporains, et surtout aucun effet sur les recherches de son temps.

C'est pourtant cet article, redécouvert en 1899 ou en 1900 et rapidement traduit en anglais par William Bateson (1861-1926), qui allait servir d'article princeps pour fonder la génétique. On doit donc chercher à comprendre comment ce texte était devenu une explication de la transmission indépendante des caractères dans la reproduction sexuelle.

Nous ne discuterons pas ici la question du rôle de cette lecture dans la découverte elle-même. Par exemple, Hugo de Vries redécouvrit-il seul les lois mendéliennes comme il le prétendait, ou avait-il lu l'article de Mendel au seuil de l'interprétation de ses résultats ?³ Si l'on accepte de se désintéresser des questions de priorité, il nous semble pratiquement équivalent de montrer l'un ou l'autre. Les conditions théoriques préalables pour *comprendre* l'article de Mendel comme il fut compris, sont pratiquement les mêmes que pour *faire* la découverte sans lui.

Quel que soit le texte, il est nécessairement retraduit dans les termes des pratiques et des théories du contexte de sa lecture. Pour être accepté et utilisé par la communauté scientifique, il faut que ses lecteurs puissent y reconnaître un contenu expérimental fonctionnel, c'est-à-dire qu'ils puissent attacher une sémantique précise aux termes qui y sont employés. L'apport d'un texte à un moment donné ne peut provenir que de la rencontre structurée de mots correspondants à des notions déjà présentes.

On se demande souvent pourquoi une découverte est faite à telle moment de l'histoire et non plus tard ou auparavant. Bien souvent on parle d'impossibilité technique, d'absence de maturation intellectuelle ou d'« obstacles épistémologique ». Mais ici, les fameuses expériences d'hybridation de petits pois étaient très simples, réalisables dès lors que les délicates techniques de l'hybridation artificielle avaient été mises au point à la fin du XVIII^e siècle. Quant aux obstacles épistémologiques, on pourrait simplement faire remarquer que Mendel avait bien su

³ Pour cette question voir : M. Campbell, « Did de Vries Discover the Law of Segregation Independently ? », *Annals of Science*, 37, 1980, pp. 639-655 ; M.J. Kottler, « Hugo de Vries and the rediscovery of Mendel's Laws », *Annals of Science*, London, vol. 36, n° 5, 1979 ; C. Stern & E.R. Sherwood, « A note on the « three rediscoverers » of Mendelism », *Folia Mendeliana*, 13, 1978, pp. 237-240 ; T.J. Stomps, « On the Rediscovery of Mendel's Work by Hugo de Vries », *The Journal of Heredity*, 45, 1954, pp. 293-294 ; Van der Pas, « Hugo de Vries and Gregor Mendel », *Folia Mendeliana*, 11, 1976, p. 4.

faire ces expériences. Ce ne sont pas simplement les faits expérimentaux qui font une découverte. Il faut aussi que ces résultats s'intègrent dans un discours général qui leur donne une signification et crée un consensus suffisant du milieu scientifique pour pouvoir servir de base à de nouvelles recherches.

Cette problématique proprement herméneutique de l'*interprétation* des expériences ou de la *signification* des textes qui les décrivent ou les expliquent se retrouve au cœur du travail de l'historien. A travers les mots conservés dans les bibliothèques et les archives, il tente de retrouver des gestes ou des perceptions expérimentales et cherche à reconnaître des idées qu'il essaiera de traduire dans les termes de son époque.

Le texte de Mendel a aussi créé une distorsion regrettable dans l'histoire de la biologie. On a ainsi souvent sauté directement de ce travail de Mendel jusqu'aux premiers développements de la génétique à partir de 1900. On court-circuite ainsi la véritable genèse de la découverte des lois de l'hérédité, une histoire qui s'étend de Darwin à Hugo de Vries en passant par de nombreuses recherches comme celles d'August Weismann (1834-1914). Pourtant, c'est au cours de cette période que furent mis en place certains des principes les plus fondamentaux qui structurent toujours la biologie contemporaine. Citons en particulier, la séparation entre l'étude du support matériel de l'hérédité et l'étude du développement des caractères organiques. Une séparation entre *germen* et *soma* qui, malgré quelques modifications, se retrouve dans la distinction moderne entre génotype et phénotype.

Je ne chercherais ici qu'à donner quelques éléments pour éclaircir un problème particulier de la lecture de l'article de Mendel en 1900. Parmi les notions préalables pour cette nouvelle interprétation, nous analyserons l'idée d'*indépendance* des caractères. En effet, il ne suffisait pas qu'une indépendance des caractères soit constatée (ce qui était acquis depuis longtemps), il fallait surtout que cette indépendance soit théoriquement fondée et qu'elle acquiert ainsi une valeur explicative.

Le cadre intellectuel de premiers lecteurs de Mendel s'inscrivait essentiellement dans un paradigme fondé sur la problématique darwinienne. La théorie de la sélection naturelle avait posé avec toute son acuité le problème des mécanismes de la transmission des caractères individuels héréditaires.

Les observations de variations ou de transmissions indépendantes des différents caractères des organismes étaient nombreuses et connues depuis longtemps, en particulier des botanistes (c'est bien dans ce cadre que se plaçaient les travaux de Mendel). Mais, le problème était de poser cette indépendance dans le paradigme mécaniciste et matérialiste de la biologie post-darwinienne. La façon dont Mendel avait pu traiter des caractères différentiels entre variétés de petits pois n'était plus admissible. Pour lui, les caractères marquaient des différences du même type que celles qui séparent les espèces (caractères différentiels constants entre « souches

pures ») et avaient un statut idéaliste qui dérivait des travaux de classification essentiellement descriptifs du XVIII^e. Au contraire, pour mener à bien un travail expérimental et théorique à prétention scientifique dans l'esprit réductionniste de la deuxième moitié du XIX^e siècle on ne devait tenir compte que de résultats pouvant prétendre à des explications suivant une causalité physique et déterministe. Aussi, construire à cette époque le système conceptuel d'une théorie permettant d'envisager des rencontres aléatoires entre caractères indépendants suscitait de profondes difficultés. C'était pourtant l'objectif de la théorie que Hugo de Vries publia en 1889 dans *Intracellulare Pangenesis*⁴. Cet ouvrage influença de nombreuses recherches dans les années 1890, et contribua ainsi, entre autre, à la relecture de Mendel et la découverte des « lois de l'hérédité ».

Hugo de Vries, botaniste hollandais, avait commencé ses recherches par de nombreux travaux de physiologie végétale. A partir de 1871, tout en enseignant l'histoire naturelle à Amsterdam, il participa aux cours d'été que donnait Julius von Sachs à Würzburg (1832-1897). Il s'intéressait surtout à des problèmes de physiologie cellulaire sur le rôle de la pression osmotique dans l'étirement des membranes lors de la croissance. Il en fit le sujet de sa thèse de doctorat qu'il acheva en 1876. Lors de ces recherches il développa toute une série d'expériences sur la « plasmolyse » des cellules mettant en évidence l'existence de nombreuses vacuoles intracellulaires. Il observait alors souvent la division d'une vacuole en deux nouvelles vacuoles et concluait qu'elles devaient être capables de se reproduire de façon autonome.⁵ Il généralisa cette idée en une *théorie de la reproduction panméristique* pour laquelle tous les organites intracellulaires proviendraient de la division d'organites de même espèce.⁶

Parallèlement à ces recherches, Hugo de Vries étudiait aussi les grandes questions de l'origine des espèces et de l'hérédité. En 1889 il proposait une théorie générale entièrement fondée sur l'idée d'indépendance des caractères.

Dans la première partie de son texte, il montrait l'efficacité des pratiques traditionnelles des botanistes qui employaient abondamment cette idée de caractères indépendants. Mais, il admettait que ce champ de recherches ne pouvait pas se définir de façon purement méthodologique par sa simple opérationnalité. Il fallait le fonder en respectant l'idéal réductionniste et matérialistes de l'époque.

⁴ Hugo de Vries, *Intracellulare Pangenesis*, Jena, Fischer, 1889, traduit en anglais par C. Stuart Gager, *Intracellular Pangenesis, including a paper on Fertilization and hybridization*, 1910, Chicago, Open Court Publishing co. La dernière partie de cette ouvrage a été traduite en français dans *La découverte des lois de l'hérédité: Une anthologie*, Presses Pocket, 1990, pp. 213-238. Dans la préface de l'édition anglaise E. Strasburger reconnaît la grande influence que ce livre eut sur lui dès sa parution.

⁵ Hugo de Vries, « Plasmolytische Studien über die Wand der Vacuolen », *Pringsheim's Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik*, 16, 1885, reprint in *Opera*, II, pp. 321-446. Trad. anglaise in Hugo de Vries 1910, *op. cit.*, p. 153.

⁶ Vries (H. de), « Plasmolytische Studien ... », 1885. *op. cit.*, p. 489, trad. anglaise in Hugo de Vries 1910, *op. cit.*, p. 128.

D'après notre conception présente de toute la nature, les merveilleux phénomènes de l'hérédité doivent avoir une base matérielle, ..."7

On voit bien la nature de la difficulté que les lecteurs de la deuxième moitié du XIX^e siècle auraient eu pour apprécier le travail de Mendel s'ils l'avaient connu. Il leur serait certainement apparu comme un simple compte rendu d'expérience et non comme une théorie explicative. On peut remarquer rétrospectivement que justement les résultats de Mendel, tels qu'il les avait mis en évidence, n'avaient eu besoin d'aucune hypothèse sur les mécanismes sous-jacents à la formation des caractères. C'est précisément parce qu'il avait raisonné dans les termes idéalistes de caractères abstraits, qu'il avait pu faire l'hypothèse de paires de caractères différentiels constants distribués au hasard. Au contraire, la théorie que Hugo de Vries élaborait pour justifier l'indépendance des caractères, devait le conduire dans diverses problématiques complexes qui ne produisirent que de façon indirecte et accessoire la découverte des fameuses proportions mendéliennes.

Au début de son ouvrage, Hugo de Vries raisonnait comme si, de l'observation de l'indépendance des caractères (lors de la reproduction ou de l'évolution) on pouvait directement conclure à l'existence de « facteurs » héréditaires indépendants.

Les facteurs héréditaires [Anlagen] dont les caractères héréditaires sont les signes visibles [sichtbaren Merkmale], sont des unités autonomes [selbständige] qui peuvent être apparues indépendamment dans le temps et peuvent être perdues indépendamment les unes des autres."8

L'indépendance des caractères visibles "sichtbaren Merkmale", tant morphologiques que physiologiques serait le signe de l'indépendance, à un niveau plus profond, des prédispositions (ou aptitudes) des facteurs héréditaires (« Anlagen »). Mais ce passage de la séparabilité abstraite des caractères observés à la séparabilité matérielle de leurs supports, n'avait pas l'évidence que Hugo de Vries semblait lui accorder. Pour nous en convaincre, il faut nous placer d'un point de vue alternatif et contemporain. Les critiques que Yves Delage lui adressait en 1896 nous serviront de référence. Il remarquait :

⁷ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, *op. cit.*, p. 34.

⁸ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, traduction de 1910, pp. 33-34. Voilà l'original allemand du début de cette traduction anglaise : « Die erblichen Anlagen, von denen die erblichen Eigenschaften die für unser Auge sichtbaren Merkmale sind selbständige Einheiten,... ».

Il se peut parfaitement qu'ils [les caractères] soient liés entre eux et à une même particule matérielle et que leur dissociation soit opérée par notre intelligence à la manière d'une abstraction.⁹

Si, comme le faisait Yves Delage, on abordait les questions de l'hérédité et de la vie sous un angle purement physico- chimique et réductionniste, on devrait poser que, dans le monde, et *a fortiori* dans l'organisme, toutes les séries causales physico-chimiques se côtoient et sont en interaction. Les caractères sont interdépendants aussi bien dans l'ontogenèse que dans l'adulte, ils forment un tout et ne peuvent jamais être séparés, sauf par abstraction. Voici comment il décrivait avec humour le raisonnement de Hugo de Vries :

De Vries raisonne comme quelqu'un qui dirait : le cuivre a une certaine densité, il est malléable, susceptible d'être poli, il est d'un rouge jaunâtre, il répand une odeur particulière quand on le frotte, il s'oxyde dans certaines conditions, etc., etc. Toutes ces propriétés sont indépendantes, car nous les voyons varier indépendamment les unes des autres. Ainsi, la couleur est indépendante de la densité, car l'or est plus jaune et moins rouge que le cuivre, il est aussi plus dense, et le plomb est plus dense aussi quoiqu'il ne soit ni jaune ni rouge. La densité, de son côté, est indépendante de la dureté, car le plomb, quoiqu'il soit plus dense, est cependant plus mou et l'étain, quoiqu'il soit moins dense, est plus mou aussi, tandis que le fer et le platine, quoiqu'ils soient l'un moins dense, l'autre plus, sont l'un et l'autre plus durs que lui, etc., etc. D'où nous pouvons conclure que toutes ces propriétés : densité, couleur, dureté, odeur, etc., sont indépendantes et doivent être supportées par des facteurs matériels indépendants. Les métaux ne sont donc pas des corps simples, ils sont formés de particules dont les unes apportent la couleur, d'autres la densité, d'autres la malléabilité, etc., etc., et les différents métaux résultent de mélanges divers de ces particules élémentaires.¹⁰

Pour Yves Delage, à tout moment, dans chaque point de l'espace, tous les phénomènes physiques sont en interaction. Tout doit pouvoir s'expliquer dans le déterminisme des « causes

⁹ Y. Delage, *L'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*, 1896, seconde ed. revue et corrigée, 1903, *op. cit.*, p. 692.

¹⁰ Y. Delage, *L'Hérédité et les grands problèmes de la biologie générale*, *op. cit.* p. 692.

actuelles ». Dans la continuité physique du monde il ne peut y avoir de séparation entre des « caractères ». Ce ne sont que des aspects différents de notre observation d'une même réalité.

Or, Hugo de Vries ne pouvait se permettre d'ignorer les impératifs réductionnistes de son époque. Il lui fallait donc proposer une explication qui réserve, au moins à titre de possibilité, une telle réduction. Entre une séparabilité des caractères pour les observateurs, et une séparabilité posée comme réelle, il n'y a pas de déduction directe, mais une construction théorique supplémentaire. Une hypothèse sur l'organisation des êtres vivants qui devait être bien particulière puisque différente à la fois du préformationnisme classique et de l'épigénétisme causal (mécaniste). En effet, dans ces deux modes traditionnels d'explication de la génération, les caractères devaient être liés entre eux.

Dans l'hypothèse où la formation de l'organisme ne serait que le « développement » (le « dépliement ») de caractères préformés, les facteurs héréditaires ressembleraient exactement aux caractères, ils devraient interagir entre eux dans l'œuf comme les caractères dans l'organisme développé. Il n'y aurait pas plus de séparabilité des caractères au niveau de l'œuf qu'au niveau de l'organisme.¹¹

Si, au contraire, la formation de l'organisme était le résultat d'une épigénèse causale, on devrait encore, avec Delage, se demander comment ces causes pourraient être indépendantes entre elles. Dans cette hypothèse, la première cellule de l'œuf devrait être, par sa structure physico-chimique, une cause telle que par un enchaînement d'effets, elle puisse donner tout le développement individuel. Les caractères de l'organisme seraient donc liés entre eux aussi bien au cours de ce développement qu'à son début.

Pour résoudre ce problème Hugo de Vries s'appuyait sur une étude critique des théories précédentes, essentiellement l'« hypothèse de la pangenèse » de Darwin et la continuité du plasma germinatif de Weismann. On retrouve à nouveau tout un jeu de relecture et réinterprétation des textes.

Hugo de Vries pensait surtout reprendre le travail de Darwin qu'il résumait en deux propositions principales :

1. Dans toute cellule germinative (œuf, pollen, bourgeon, etc.), les qualités individuelles héréditaires de l'ensemble de l'organisme sont représentées par des particules matérielles définies. Celles-ci se multiplient par division et sont transmises durant la division cellulaire de la cellule mère aux cellules filles.

¹¹ A la suite de sa lecture de Hugo de Vries, Weismann remet en question ses idées sur l'ontogenèse. Il présenta son changement de conception comme une conversion d'un ancien point de vue plutôt épigénétiste en une nouvelle forme de préformationnisme.

2. De plus, toutes les cellules du corps, à différents moments de leur développement, rejettent de telles particules ; elles se déversent dans les cellules germinatives, et leurs transmettent les qualités de l'organisme qui peuvent leur manquer (Hypothèse du transport).¹²

Selon Hugo de Vries, seule la seconde proposition avait subi des critiques justifiées. L'hypothèse d'un transport de ces particules depuis les cellules corporelles (somatiques) jusqu'aux cellules sexuelles (germinatives), serait tout à fait artificielle et n'aurait été forgée par Darwin que pour rendre compte de l'hérédité de l'acquis. Or, Hugo de Vries, comme d'ailleurs beaucoup d'autres biologistes, suivait complètement August Weismann dans sa critique d'une telle hérédité.

Au contraire, Hugo de Vries pouvait réinterpréter la première proposition dans les termes de sa théorie panméristique. Les particules de Darwin correspondraient à ses organites intracellulaires capable de reproduction autonome. Pour marquer cette filiation, il appela ces particules des « pangènes ». Comme pour Darwin, ces pangènes seraient plus que de simples agrégats de molécules chimique mais posséderaient les propriétés essentielles de la vie. Comme pour Darwin, la reproduction par division des organismes unicellulaires servait de modèle au processus général de la transmission des caractères. Chaque pangène conserverait ses propriétés dans la mesure où il serait capable de se multiplier par division. Cependant, Darwin n'avait pas précisé exactement la nature de ses particules (les « gemmules ») qui pouvaient être d'après lui, soit des cellules ou des germes de cellules, soit des unités encore plus petites. C'est cette dernière hypothèse que reprenait Hugo de Vries. Chaque cellule serait formée d'une multitude de pangènes, ils seraient les éléments de base de toute matière vivante. « ... tout le protoplasme vivant est constitué de pangènes ; ceux-ci en sont les seuls éléments vivants. »¹³

Chaque type de pangène posséderait des qualités morphologiques et enzymatiques particulières qui lui permettraient d'imprimer un caractère particulier à la cellule qui le contient. Par exemple, la couleur d'une cellule résulterait de la production d'un pigment par les pangènes dans le cytoplasme. La ressemblance entre une cellule mère et ses deux cellules filles s'expliquerait donc en postulant que chaque type de pangène s'était aussi reproduit lors de la division. On comprend comment divers regroupements de pangènes pouvaient donner diverses combinaisons de caractères cellulaires. Si cette explication semblait fonctionner au niveau des caractères cellulaires, elle présentait de profondes difficultés dès que l'on passait au niveau des caractères morphologiques de l'organisme entier. Mais, Hugo de Vries n'hésitait pas à généraliser le raisonnement pour tous les caractères dont le botaniste pouvait observer les variations

¹² Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, op. cit., p. 5.

¹³ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, op. cit., p. 216.

indépendantes. Par exemple, il n'hésitait pas à considérer des pangènes pour des caractères purement morphologiques, comme les verticilles ou la torsion de la tige. Au niveau de leur expression physiologique ou morphologique, les caractères sont inévitablement en interaction, ce n'est donc qu'au niveau des pangènes que l'on pourrait parler de séparabilité. En tant qu'unités matérielles non solidaires entre elles, ils pourraient se rencontrer dans des combinaisons et des proportions diverses. La grande difficulté d'une telle réponse était la relation qu'elle présupposait entre pangène et caractères. Or Hugo de Vries croyait trouver dans l'hypothèse darwinienne, l'idée générale de particules indépendantes capables de *représenter* les caractères de l'organisme.

Mais que signifie au juste ce terme de *représenter* ? On retrouve sur le plan théorique de l'explication des phénomènes naturels un problème analogue à celui que pose la représentation de la signification dans un texte. Il y a deux façons très différentes de « représenter » une chose. Soit la représentation est analogique et ce qui sert à représenter ressemble par certaines de ses formes à ce qui est représenté. Soit la représentation est symbolique et formelle. Il y a un écart irréductible entre ce qui représente et ce qui est représenté. La première solution ne résolvait pas le problème de l'indépendance puisque dans leurs représentations les caractères devraient être liés comme ils le sont dans l'organisme développé. Mais l'autre solution, la « représentation symbolique », était bien difficile à concevoir dans un contexte intellectuel où la notion d'information était tout à fait absente (il semble, au contraire, que c'est de là que procéda son emploi en biologie).¹⁴

Pour contourner cette difficulté, la stratégie de Hugo de Vries semblait simplement méthodologique. Il proposait d'accepter sans la discuter l'hypothèse d'une faculté des pangènes à conserver la mémoire des caractères historiques de l'espèce, c'est-à-dire une capacité à porter des caractères morphologiques, historiquement transmis au cours des générations. L'analyse dans les termes de la causalité physico-chimique d'une telle faculté dépasserait les possibilités de la science de son temps.

Les caractères historiques exigent une structure moléculaire d'une nature si complexe que la chimie de l'époque actuelle nous fait complètement défaut pour notre recherche d'une explication.¹⁵

Par cela, il instituait une coupure méthodologique. Le champ des phénomènes à étudier était divisé en une partie qu'il admettait devoir rester encore longtemps inconnue, et une partie dont sa théorie rendrait compte. Était connaissable tout ce qui appartenait aux diverses activités classiques des naturalistes (systématique, anatomie, croisement, hybridations, sélection), c'est-à-

¹⁴ C. Lenay, « Caractères adaptatifs et Représentations symboliques », *Intellectica*, 16, 1993, pp. 209-57

¹⁵ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, op. cit., p. 43.

dire la description des caractères des organismes, de leur transmission, et de leurs variations. Etaient aussi connaissables, les résultats de la cytologie, c'est-à-dire les caractéristiques morphologiques des unités auto-reproductrices comme les cellules, les noyaux, ou les autres organites intra-cellulaires. Les pangènes, en tant que petites particules observables, pouvaient appartenir à cette catégorie.

Mais n'étaient pas expliqué par sa théorie tous les mécanismes physico-chimiques de la vie comme la causalité intimes de l'action et de la reproduction des pangènes. La faculté essentielle des pangènes de déterminer les caractères apparents de l'organisme était, elle aussi, placée dans ce domaine de l'inconnaissable.

D'une façon tout aussi inexplicable, nous devons de plus admettre qu'ils sont le substratum pour les caractères héréditaires. Laissant cette partie inexplicée, nous pouvons éclairer de nombreuses autres choses.¹⁶

Mais, en réservant certains problèmes on fait plus qu'élaborer une bonne approche de son objet, on organise l'objet lui-même. En posant qu'il était possible de commencer par étudier les caractères héréditaires avant de s'inquiéter des mécanismes par lesquels ils sont conditionnés, Hugo de Vries faisait plus que proposer une méthode d'étude du problème de l'hérédité, il posait implicitement ce dont il avait besoin : des substratums matériels et séparables pour les différents caractères. Bien que le mécanisme de la relation entre pangène et caractère fût admis comme inconnu, un certain nombre d'affirmations étaient posées à son égard. En premier lieu, il y aurait un type de pangène différent pour chaque caractère. Et surtout, en second lieu, ce pangène serait d'une nature distincte du caractère qu'il « transporte » ou « représente ».

D'après Hugo de Vries c'était chez Darwin qu'il avait trouvé l'idée d'un support matériel pour chaque caractère. Les phénomènes de l'atavisme, et en général la réapparition de caractères ancestraux dans la descendance d'individus chez lesquels ils étaient invisibles, avait conduit Darwin à supposer que ces caractères avaient été conservés sous une forme « dormante » ou « latente », pour réapparaître plus tard dans des conditions devenues favorables. Le fait qu'un caractère puisse être transmis sans pourtant être visible permettait de poser que les phénomènes de l'hérédité d'une part, et ceux du développement des caractères d'autre part, pourraient correspondre à deux processus différents.

¹⁶ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, op. cit., p. 48.

Le retour repose sur le principe que la transmission et le développement, bien qu'agissant ordinairement de concert, n'en constituent pas moins deux facultés distinctes...¹⁷

Hugo de Vries insistait fortement sur l'importance de cette distinction.

Partout nous sommes confrontés à l'affirmation de Darwin citée plus haut, que la transmission et le développement des caractères héréditaires sont des pouvoirs différents.¹⁸

On trouve là la différence entre les pangènes supports héréditaire des caractères, et ces caractères eux-mêmes. Dans sa théorie Hugo de Vries traduisait la notion darwinienne de « gemmules dormants » par l'« inactivité des pangènes ». Les pangènes contenus dans le noyau de la cellule sont inactifs. C'est seulement quand ils passent dans le cytoplasme qu'ils deviennent actifs et se multiplient massivement pour exprimer les caractères qui leur correspondent. Mais, même à l'état inactif, les pangènes peuvent se multiplier, ce qui explique leur transmission lors des divisions cellulaires. Les divers pangènes nécessaires pour spécifier tous les caractères de l'organisme seraient contenu à l'état inactif dans le noyau des cellules sexuelles. Seuls certains d'entre eux ne passeraient à l'état actif après la fécondation. Les pangènes conservés inactifs jusqu'à la génération suivante expliqueraient donc les phénomènes de réapparition des caractères ancestraux.

La capacité des pangènes de se présenter suivant deux états possibles marquait bien leur différence de nature avec les caractères qu'ils produisent. Le caractère est ce qu'il est, seul le pangène pourrait être, soit actif, soit inactif. Mais cette distinction était-elle équivalente à celle qu'avait faite Darwin entre transmission héréditaire et développement ? La notion de latence (ou de dormance) chez Darwin n'était pas équivalentes à celle d'inactivité. La latence exprime simplement qu'un gemmule ne s'est pas développé.

Chaque animal ou plante peut être comparé à un terrain rempli de graines, dont la plupart germent promptement, une portion demeure quelque temps à un état dormant, tandis que d'autres périssent.¹⁹

¹⁷ C. Darwin, *The Variation of Plants and Animals under Domestication*, 1868, op. cit., t.2, p. 418. Voir aussi p. 391.

¹⁸ Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, op. cit., p. 109. Voir aussi p. 199.

¹⁹ Darwin (Ch.), *The Variation of Plants and Animals under Domestication*, 1868, op. cit., t. 2, p. 431.

La transformation que Hugo de Vries avait opérée sur la théorie de Darwin était beaucoup plus importante qu'il ne le croyait. Chez Darwin, les cellules donnent naissance à des gemmules. Cela est essentiel, non seulement pour l'hérédité de l'acquis, mais surtout pour la formation même des cellules sexuelles. Le transport des gemmules dans l'organisme n'est pas simplement un moyen pour les cellules de rajouter quelques modifications à un support de l'hérédité déjà présent. C'est le procédé par lequel l'organisme *constitue* la matière de ses cellules sexuelles. Rappelons que Darwin ne précisait pas si ces unités physiologiques n'étaient pas simplement des cellules, ou plutôt des « germes » de cellules. C'était en se transformant elles-mêmes que, d'après leur nature, elles déterminaient les différences cellulaires. Chez Darwin, les gemmules « représentent » les cellules parce qu'ils leur *ressemblent*.

Mais Hugo de Vries comprenait cette notion de « représentation » de façon toute différente. Il lui attribuait un sens qui venait certainement de son étude des travaux de August Weismann.²⁰

Bien que Hugo de Vries considérât que sa théorie était en opposition avec celle de Weismann, il adhérait pleinement à une des thèses essentielles de ce dernier : l'impossibilité de l'hérédité des caractères acquis. Or, c'est en approfondissant les conséquences de cette impossibilité que Weismann avait construit sa théorie de l'hérédité. Une substance matérielle particulière, le « plasma germinatif », se maintiendrait inchangée de génération en génération et pourrait, simultanément, déterminer les caractères de l'organisme. L'impossibilité absolue d'hérédité de l'acquis s'expliquerait alors par une orientation stricte de la causalité d'un plasma germinatif inaltérable vers le corps. On retrouvait essentiellement le même schéma dans la théorie de Hugo de Vries. Là aussi, il y a impossibilité des caractères acquis, et ceci à cause d'une orientation stricte de la migration intracellulaire des pangènes qui ne peuvent se déplacer que du noyau vers le cytoplasme. Ainsi les pangènes qui participeront à la formation de l'organisme de la génération suivante restent inchangés dans le noyau.

En modifiant l'extension et la localisation de la migration des gemmules de Darwin, Hugo de Vries en avait changé profondément la nature. Chez Darwin, l'hérédité ne se fonde pas sur la conservation des gemmules, mais sur un cycle de transformation de gemmules en cellules qui, à leur tour, produisent de nouvelles gemmules. Au contraire, chez Hugo de Vries, à la façon de la continuité du plasma germinatif, c'est le maintien du stock de pangènes dans le noyau d'une génération à l'autre qui expliquait l'hérédité.

²⁰ Ici, nous nous séparons de la thèse de Lindley Darden dans « Reasoning in Scientific Change: Charles Darwin, Hugo de Vries, and the Discovery of Segregation », *Studies in History and Philosophy of Science*, 7, 1976, pp. 127-169. Il nous semble qu'elle accorde trop d'importance à l'influence de Darwin dans la genèse de la pensée de Hugo de Vries. Elle avoue pourtant : « ...although de Vries derived his unit-character concept from Darwin, he changed it. », p.152. Ce changement de concept est essentiel, et doit être expliqué pour comprendre la spécificité de la théorie de Hugo de Vries.

Pour Weismann, le plasma germinatif devait pouvoir donner simultanément par une division spéciale un même plasma germinatif et un plasma somatique qui servirait à diriger la formation de l'individu. Cette faculté d'être à la fois cause de la formation des organismes et cause de sa propre reproduction créait une profonde différence entre le plasma germinatif et ses effets somatiques. On comprend alors mieux ce que signifiait pour Weismann un plasma germinatif « porteur » des caractères.

De même, chez Hugo de Vries, chaque pangène pouvait, par division à l'état inactif dans le noyau, donner à la fois un pangène identique et un pangène qui rejoindrait le cytoplasme et passerait à l'état actif pour y déterminer un caractère particulier. Là aussi, on comprend mieux que les pangènes « représentent » des caractères puisqu'ils pourraient se conserver tout en « portant » les caractères dont ils dirigeaient la formation.

Comme le reconnaissait Hugo de Vries, sa théorie consistait essentiellement à diviser le plasma germinatif en une multitude de déterminants indépendants.²¹

La seule question est de savoir si les unités sont les porteuses de tous les attributs spécifiques, ou seulement des caractères individuels héréditaires.²²

Rappelons que ce qui faisait difficulté, était le rapport entre les pangènes et les caractères dont ils étaient la cause. S'il était direct et constitutif, alors la séparabilité des causes serait tout aussi inadmissible que celle des effets. Mais si l'on admet une distinction essentielle entre support héréditaire et caractère, une combinatoire de ces supports devenait aisément concevable. Si l'on admet qu'une cause peut déterminer un effet morphologique tout en restant inaltérée, plus rien n'empêche de penser que diverses causes seront séparables, bien que leurs effets soient mêlés dans l'organisme résultant.

Dès lors que Hugo de Vries avait proposé une explication théorique possible de l'indépendance des caractères, on comprend comment put être lu l'article de Mendel. Les termes qu'il employait pour expliquer le transfert et la conservation indépendantes des caractères pouvaient maintenant être compris comme exprimant un jeu de transport de pangènes indépendants redistribués au hasard dans les cellules sexuelles.

Mais en 1889, Hugo de Vries était très loin de développer un travail qui ressemblerait à celui de Mendel. Pour cela, de nombreuses conditions supplémentaires devaient être réunies. Par exemple, une notion essentielle pour accepter les proportions mendéliennes était de poser qu'*un seul* facteur par cellule sexuelle déterminerait le caractère correspondant dans l'enfant. Au contraire, dans ses premières recherches sur les pangènes Hugo de Vries posait que l'expression

²¹ C'est d'ailleurs ce que Weismann fit lui-même après sa lecture du livre de Hugo de Vries.

²² Hugo de Vries, *Intracellular Pangenesis*, 1889, *op. cit.*, p. 50.

d'un caractère dépendait directement de très nombreux pangènes qui resteraient dans le noyau ou passeraient dans le cytoplasme. C'est certainement un autre ensemble de recherches sur les mutations d'*Oenothera Lamarckiana* qu'il avait découvert en 1886 qui l'amena progressivement à l'idée d'un petit nombre de facteurs déterminants antagonistes.

Jacques Roger enseignait que la principale règle pour l'historien était de toujours chercher à éviter les anachronismes. Je ne suis pas sûr d'avoir réussi, mais j'espère avoir pu montrer comment, sur ce point, le scientifique procède de façon toute opposée. En cherchant à fonder un savoir objectif la science nie son passé et pratique systématiquement l'anachronisme. Chaque chercheur retraduit les termes employés par ses prédécesseurs dans les théories et les pratiques de ses contemporains. Pour l'historien des sciences qui cherche à comprendre la genèse de nouveaux savoirs tout mot est un piège qui pour être déjoué conduit vers de nouveaux pièges. Pour s'en affranchir, seul reste la recherche de la cohérence interne du système de pensée, la patiente étude qui permet d'atteindre une familiarité suffisante avec l'époque et ses auteurs, ce dont Jacques Roger nous avait montré l'exemple dans ses travaux.