

L'AMBIGUÏTÉ DE LA NOTION D'HYBRIDE ET L'OBSTACLE DE L'UTILITÉ

Peny Papadogeorgi

La possibilité de créer des êtres vivants hybrides n'a pas la simplicité évidente de l'empirisme. Initialement la notion d'hybride signifie union contre nature et a un caractère artificiel. Elle ne peut produire des vivants avantageux et justifie plutôt le caractère monstrueux ou stérile des hybrides. Il faut attendre le milieu du XVIIIème siècle pour que les agriculteurs hybrident empiriquement pour améliorer. La génétique décomposera l'hybride en une mosaïque de caractères hétérozygotes. La pratique empirique est expliquée par la science, mais ne constitue que très tardivement une science appliquée. C'est pourtant de cette façon que l'hybridation est présentée dans les manuels scolaires grecs. Les représentations utilitaristes des élèves les induisent à admettre trop facilement la possibilité d'améliorer les animaux et les végétaux.

Le concept d'hybride présente l'intérêt de se situer à l'intersection entre le **savoir pratique** de l'agriculteur et le **savoir théorique** de la biologie. D'un côté, il s'agit d'une notion liée aux pratiques de production de variétés nouvelles chez les animaux domestiques et les végétaux cultivés. Cette notion correspond plus à un "savoir en acte" qu'à l'application d'un savoir théorique. D'ailleurs les pratiques d'hybridation précèdent historiquement leur explication génétique. De l'autre, ce concept s'inscrit dans le cadre de la théorie génétique et il prend le sens par exemple d'un "test-cross" destiné à contrôler si un individu est homozygote ou hétérozygote pour un couple d'allèles donné.

Dans la perspective d'un savoir pratique, la **notion d'amélioration** a un sens. On attache nécessairement une valeur positive ou négative à la variété nouvelle obtenue par hybridation et on apprécie donc son **utilité**. Or Gaston Bachelard dénonce dès 1938 "*l'obstacle de l'utilité*", dans la perspective d'un savoir théorique. "*Toute trace de valorisation est un mauvais signe pour une connaissance qui vise l'objectivité. Une valeur, dans ce domaine, est la marque d'une préférence inconsciente*", et elle risque de faire **obstacle**. Pour un écologiste par exemple, il n'y a pas d'animaux nuisibles ou utiles, mais pour un agriculteur, il y en a, et cela empêche de concevoir le concept de niche écologique. La production d'hybrides à rendement plus élevé ne conduit pas au transformisme et à la théorie de l'évolution.

Pour préciser ces notions nous avons donc réalisé une enquête en histoire des sciences et des techniques agricoles, et analysé leur présentation dans les manuels scolaires grecs de l'enseignement agricole. Mais une enquête auprès

l'obstacle
de l'utilité

une union
contre nature

des élèves est également nécessaire. En effet, parmi les réponses d'élèves grecs à la question "qu'est-ce qu'un hybride ?", on peut obtenir la phrase suivante : "l'hybride est une insulte". Cette réponse pourrait être simplement le fruit du hasard ou d'une incompréhension. C'est oublier que l'étymologie initiale du mot hybride provient du mot grec "hubris", et a le sens d'**union contre nature**, et même le sens fort de viol. Cette image reste donc présente parmi certains élèves au moins. Il faut noter que cette étymologie est presque totalement ignorée en France, mais elle est également très peu connue en Grèce où l'on pense parfois que le mot hybride provient du français ! Il existe donc des représentations à mettre au jour.

Ces trois types d'enquête doivent permettre de préciser le paradoxe de l'enseignement agricole : peut-on étudier dans ce type d'enseignement un concept en dehors de son contexte de valorisation ou de dévalorisation ? L'appréciation du caractère utile ou rentable est-elle nécessairement un obstacle à surmonter ?

1. ÉVOLUTION HISTORIQUE DES PRATIQUES ET DES SAVOIRS

1.1. La maîtrise du vivant

améliorer les
êtres vivants, et
les expliquer

Le mot hybride est actuellement lié au progrès de l'agriculture dans la mesure où il signifie "un bon produit de croisement contrôlé". Pourtant cet "honneur" attribué à l'hybride est plutôt dû au phénomène de **hétérosis** qui est très particulier et souvent mal expliqué. Dans certains cas l'hybride de première génération est d'une plus grande vigueur que chacun des parents. Cette particularité nommée hétérosis nécessite une étude historique qui doit nous conduire loin dans le temps.

Selon François Dagognet, dans l'histoire de la "maîtrise du vivant", deux objectifs sont présents :

- maîtriser le vivant pour le rendre plus utile, et c'est le travail des cultivateurs et des éleveurs,
- maîtriser le vivant pour expliquer la vie, et c'est le travail des naturalistes et plus particulièrement des hybrideurs.

Les documents historiques nous permettent de remonter jusqu'au VI^{ème} siècle, époque à laquelle les Chinois sélectionnaient les graines et obtenaient de nombreuses variétés de plantes de couleurs différentes en partant de plantes sauvages. Jusqu'au milieu du XIX^{ème} siècle, la pratique des croisements est l'apanage des éleveurs et des cultivateurs, dans l'intention d'augmenter la productivité, d'accroître la résistance aux maladies et au gel dans le cas des plantes, de produire des variétés nouvelles. Cette pratique dessine un itinéraire historique qui reste en grande partie indépendant

de la réflexion scientifique et philosophique sur l'hérédité et sur l'évolution des espèces.

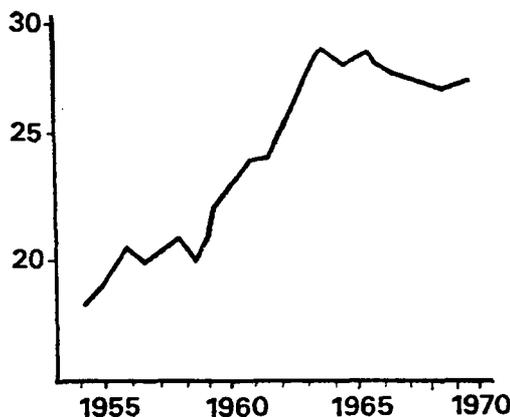
1.2. Hybridation et sélection systématiques

sélectionner
les chevaux

Il faut attendre le XVIIIème siècle pour voir apparaître en Angleterre les premiers efforts méthodiques et systématiques d'amélioration du bétail. On peut citer les éleveurs Gresley et Bakewell qui s'intéressent d'ailleurs aux chevaux de course. Bakewell (1725-1795) fait aussi se reproduire des ovins, et, en sélectionnant dans la descendance les individus ayant des performances améliorées, il donne naissance à des "races pures" pour le caractère considéré. Ce genre de sélection se fait à partir des espèces existantes jusqu'à l'obtention d'un **caractère stable**. (fig.1) Dans la terminologie actuelle, nous dirions qu'un hybride est **hétérozygote** pour certains de ses gènes au moins, c'est-à-dire que les deux allèles qui déterminent un caractère sont différents. Bien évidemment un caractère donné peut dépendre de plusieurs gènes qui ne sont pas tous homozygotes (allèles identiques). Cette explication n'est pas celle du XVIIIème siècle qui reste empirique dans ce domaine.

rendre
homozygotes
certains allèles

Figure 1. Plateau de sélection



Apparition d'un plateau de sélection pour le poids chez la dinde. Au bout d'un certain nombre de cycles de sélection, on observe une tendance à la diminution de la réponse et l'on aboutit à une stabilisation du ou des caractères considérés.

Mais avec le développement de l'agriculture et de l'élevage du bétail, l'Homme adopte de nouvelles relations qualitatives avec la nature. Il produit et crée des êtres vivants qui n'existent pas dans la nature. Il "théorise" son expérience pratique et passe d'une conception empirico-mythologique de la nature à une conception rationnelle. Au XIXème siècle

améliorer
les betteraves
sucrières

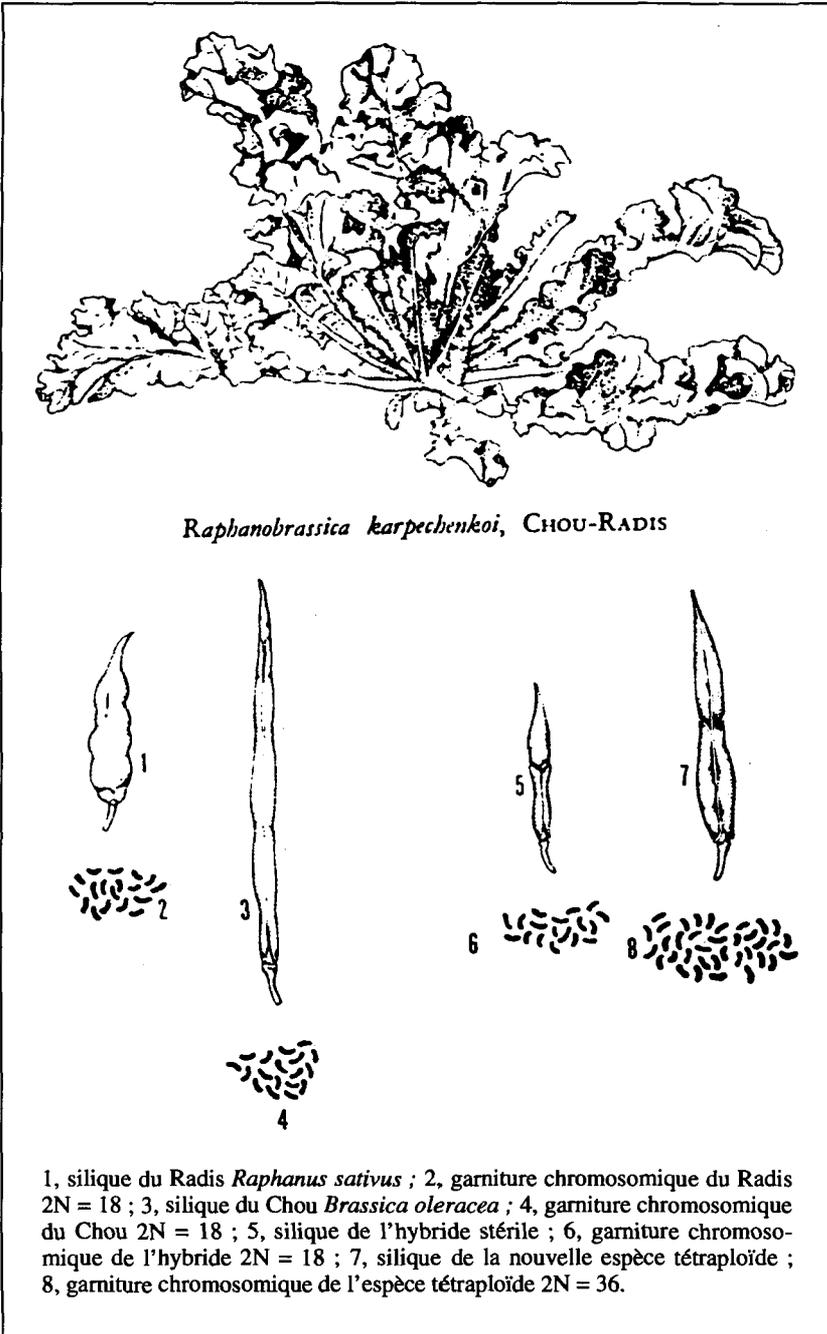
les initiatives pour améliorer, mais également pour expliquer la nature des améliorations deviennent plus nombreuses. En France, Delessert (1812) pratique une amélioration de la betterave à sucre introduite en 1786 par Vilmorin. L'exemple de Delessert est typique d'un genre d'amélioration sans aucun support théorique. Les raisons historiques qui ont conduit à ces recherches sont les suivantes : la petite quantité de sucre qu'on transportait de l'Inde vers l'Europe était employée comme médicament. Apportée en Europe par les Arabes qui inventèrent l'art de cristalliser, la culture de la canne à sucre fut d'abord introduite en Sicile d'où elle fut transportée dans les colonies et les possessions américaines. La France, privée de canne à sucre au temps de Napoléon par le blocus anglais a dû développer réellement la production de sucre de betterave vers le milieu du XIX^{ème} siècle, la sélection ayant fait passer de 8% à 15% la teneur en sucre des racines. Pendant la même période (1822) l'anglais John Goss expérimente des croisements entre variétés de pois à graines vertes et graines jaunes. Serait-ce une coïncidence, Mendel fait les mêmes expériences quelques années plus tard de 1858 à 1865.

Il faut noter que les recherches sur les Légumineuses n'ont pas uniquement un intérêt "théorique" pour les chercheurs. Il s'agit de la nourriture principale du bétail et de l'Homme aussi. À part la facilité de "manipulation", les Légumineuses présentent donc un intérêt économique dans les pratiques quotidiennes d'alimentation. Selon E. Mayr, John Goss (1820) et Alexandre Seton (1824) *"confirmèrent les notions de dominance et de ségrégation et établirent la nature "pure" de ce que nous appellerions aujourd'hui les récessifs"*.

les choux, les
radis, les melons

La différence cruciale entre les hybrideurs d'espèces et les cultivateurs de plantes porte sur le fait que ces derniers étudiaient souvent des caractères individuels, et les suivaient à travers une succession de générations. Ainsi l'agronome français Augustin Sageret (1760-1851) réalise des expériences sur les croisements entre les plantes. En application de cette nouvelle technique, il crée la variété hybride Chou X Radis raifort, *Raphanobrassica* (fig. 2) Il fait également des études sur les Cucurbitacées et surtout sur le melon. Il a constaté que les hybrides sont plus vigoureux que leurs ascendants et a essayé d'expliquer les "forces" existant chez les végétaux en fonction desquelles les plantes manifestent soit une "tendance primitive" qui les conduit vers la variété initiale, soit une tendance à "multiplier les variétés". On remarque ici les premiers efforts explicatifs concernant la diversité qui se présente dans la deuxième génération des plantes hybrides. Or, puisque l'hypothèse des "particules" portant des caractères héréditaires n'est pas encore émise (il faut attendre Mendel), l'interprétation reste toujours métaphysique, faisant appel à des "forces" inexplicables. *"La plupart de mes expériences, écrit Sageret en 1826, ont été faites avant la lecture des ouvrages de Koelreuther ; [Mendel avait aussi étudié ces travaux] mais le hasard nous avait fait nous*

Figure 2. Création d'une plante tétraploïde
 (d'après *Biologie. Coll. Encyclopédie de la Pléiade. Gallimard. p. 1007*).



hétérosis =
vigueur hybride

rencontrer quelquefois sur le même objet, et j'ai été charmé de voir que nous nous accordions... J'ai remarqué cette même tendance à se mêler sur nos melons hybrides ; tous d'ailleurs présentent une végétation vigoureuse, fructifient plus aisément que nos melons ordinaires et produisent des graines nombreuses et fécondes... Accoutumé dès longtemps à voir se former sous mes yeux des hybrides ou variétés, soit que ces mutations fussent dues à mes efforts, soit qu'elles fussent... l'effet du hasard, hasard cependant amené par la réunion de plusieurs espèces et variétés d'une même famille ; j'ai appris, pour ainsi dire, à les deviner."

Sageret constate le phénomène de l'hétérosis (végétation vigoureuse) et attribue cet effet au hasard. Le plus important est qu'il remarque que ces phénomènes se répètent ou reviennent régulièrement et ceci lui permet de pouvoir prévoir les résultats. Aussi peut-il les analyser et les reconnaître. Ceci nous permet de supposer que l'agronome avait établi certaines "lois" ou caractéristiques lui permettant de travailler ainsi.

"M. Vilmorin que j'ai consulté à ce sujet, continue Sageret, se fondant sur plusieurs observations qui lui sont propres et sur celles de plusieurs jardiniers dont il a connaissance, m'a certifié qu'il avait observé de grandes influences sur la production des fleurs doubles et la précocité des plantes selon l'époque du semis et les différents procédés de culture."

Selon J. Piquemal (1965), Sageret publie un article où il pressent l'indépendance des caractères au cours de leur transmission, et entrevoit la notion de "dominance". *"De tels hybrideurs [Sageret, Goss], écrit-il, sont attentifs aux variétés beaucoup plus qu'aux espèces, à la fois parce que les croisements sont alors beaucoup plus faciles, et parce qu'ils s'intéressent généralement à des améliorations de détail."*

l'hybridation, un
levier puissant
pour créer

Un autre expérimentateur, nommé Lecocq, qui a commencé ses travaux vers 1827, constate que pour pratiquer l'hybridation chez les plantes, il faut suivre une méthodologie : stabiliser les caractères, sélectionner, croiser et ensuite greffer pour les reproduire. *"L'hybridation, dit-il, est donc un levier d'une puissance infinie, dont le créateur a permis à l'homme de disposer pour son plaisir."*

Vers 1829, l'expérimentateur Edwards publie une étude sur les caractères physiologiques des races humaines et propose quelques exemples d'expériences réalisées avec des animaux, son but étant de montrer que *"les races différentes d'animaux se croisent suivant la volonté de l'homme... Il forme ainsi un type nouveau, mais intermédiaire... il ne représente ni l'un, ni l'autre."*

Il est évident que, jusqu'à la fin du XIX^{ème} siècle, la structure de l'hérédité et surtout son principe explicatif ont échappé aux éleveurs et aux cultivateurs.

Mais, selon O'Neil (1972), ils la comprirent suffisamment pour être capables par sélection artificielle d'éliminer ou de réduire certains caractères qui leur paraissaient indési-

rables, ou au contraire d'en augmenter d'autres qui leur paraissaient souhaitables.

une pratique
sans théorie

Voici un point très important de la recherche historique : les hybrideurs ont été capables de produire les hybrides qu'ils désiraient sans avoir expliqué le phénomène. Ils disposent d'une pratique opératoire sans support théorique et dont ils se font une **représentation fausse**. À la fin du XIX^{ème} siècle et au début du XX^{ème} Jean-Marc Drouin (1990) peut dire que l'hybridation n'est toujours pas l'application d'un savoir théorique, mais seulement une technique expliquée. Il faudra attendre la génétique mathématique des populations pour que les procédures expérimentales changent et deviennent l'application d'un savoir, et non plus seulement un "savoir en acte".

D'une certaine façon, on peut dire que ce sont des savants tels que Naudin (1863) ou Mendel (1865) qui sont proches des horticulteurs, et non l'inverse.

1.3. Le mot hybride : une notion ambiguë

L'agriculture n'est pas le seul domaine d'expérimentation et de réflexion dans lequel on peut analyser la problématique de l'hybridation. Si le mot hybride semble naître au XVI^{ème} siècle, la problématique de l'hybridation est bien antérieure et les tentatives d'explication également. Démocrite écrit que le mulet n'est pas un produit de la nature. L'opposition de l'artificiel et du naturel rejoint ce que Gaston Bachelard nomme la pensée préscientifique. Or, selon lui, "*le lien de la connaissance préscientifique et de la connaissance vulgaire est court et fort. Dans tous les phénomènes on cherche l'utilité toute humaine, non seulement pour l'avantage positif qu'elle peut procurer, mais comme principe d'explication*". Dans la vie et l'activité pratique l'Homme utilise des ruses et des artifices quand il ne peut simplement **imiter la nature**, suivant le principe aristotélicien. La construction même du mot hybride conserve cet aspect négatif. En 1596 Hulsius construit le mot "hibride" à partir de deux mots : *ibrida* ou *hibrida* (en latin) qui signifie sang mêlé et *hubris* (*ybris* en grec) qui signifie violence, pour désigner le produit de deux sujets appartenant à des espèces différentes. Cette réunion est "*contre nature*". Et Georges Canguilhem note que "*de l'hybridation à la monstruosité le passage est aisé*". L'inverse de la vie ce n'est pas la mort, mais le monstrueux. La **monstruosité** est l'**anti-nature**, le danger permanent de la reproduction.

l'utilité comme
principe
d'explication

Deux représentations viennent donc se heurter dans le mot hybride. L'une **négative** qui correspond au sens originel, et qui demeure puisque l'hybride est mélangé, métis, bâtard, impur. L'autre, **positive** qui recouvre progressivement la première chaque fois que l'hybride est utile, vigoureux, rentable, mais qui ne l'élimine jamais totalement. Ambivalence fondamentale d'une dévalorisation-valorisation.

En France, Valmont de Bomare (1776) donne au mot hybride son écriture actuelle et insiste sur le fait que le mulet ainsi que tous les hybrides à l'état sauvage sont des monstres. C'est ce qui justifie que ces animaux hybrides sont stériles.

créer de
nouvelles
espèces

Au début du XIX^{ème} siècle certains hybridateurs commencent à supposer que l'hybridation permet de **créer de nouvelles espèces**, mais il ne s'agit pas d'évolution au sens où nous l'entendons actuellement. Le fond théorique est proche du lamarckisme. On pourrait parler d'un évolutionnisme sans transformisme (le terme de transformisme désignant initialement la théorie darwinienne). Marcel de Serres (1835) suppose que l'accouplement est possible non seulement entre variétés mais également entre espèces, mais ceci ne se réalise jamais à l'état sauvage. Charles Naudin (1852) admet la possibilité de *"créer dans les espèces telles que la nature nous les fournit, des variétés, des races ou pour mieux dire, de nouvelles espèces artificielles plus directement appropriées à nos besoins"*. Il n'y a qu'une différence de degré entre les variétés créées par l'Homme et les espèces naturelles.

Vers 1821 Guillemin dit *"qu'il est probable que beaucoup de plantes dites hybrides sont, ou de véritables espèces, ou des variétés produites par le sol et le climat"*. Il faut donc distinguer toutes ces variations et réserver le terme d'hybrides aux seules formes intermédiaires entre deux espèces-mères. Et Landais, en 1836, donne précisément le nom d'hybridation au croisement artificiel et fécond entre deux espèces ou variétés différentes.

le mot hybride
est hybride

Il faut cependant noter que, en littérature, on parle dès 1647 de "mots hybrides" formés de deux ou plusieurs éléments empruntés à des langues différentes. Et d'une certaine façon le mot *"hybride"* lui-même est un hybride de latin et de grec. Cette connotation négative reste ancrée comme le souligne cette phrase de Victor Hugo citée dans l'*Encyclopædia Universalis* : *"L'aspect de cette église, si important qu'il soit, est hybride et discordant"*.

1.4. L'apport de Mendel

D'un certain côté, Mendel est proche des horticulteurs, et il intitule ses travaux *Recherches sur les hybrides végétaux*. D'un autre côté, Mendel n'a pas pour but de produire des hybrides, mais d'utiliser les hybrides comme moyen pour comprendre la transmission de certains caractères. D'ailleurs il ne s'intéresse pas à la première génération d'hybrides. On peut trouver *a posteriori* dans son travail les fondements de la génétique et la définition "ouverte" d'un programme de recherche que d'autres réaliseront.

l'hybride est
une mosaïque

L'hybride n'est plus considéré comme un être *"global"* mais comme une *"mosaïque"* de caractères individualisables, qui peuvent se séparer et se recombiner. Du concept global au

concept d'entités individuelles, il y a une révolution bien souvent inaperçue. On retrouve cette confusion sous forme d'un obstacle dans les manuels scolaires et dans la pensée des élèves. Le concept d'hybride change ici totalement de sens et le vocabulaire devra changer également. On désigne **séparément chaque gène** en précisant si les allèles sont hétérozygotes ou homozygotes.

Mendel recherche des régularités, et le grand intérêt historique de sa démarche scientifique consiste dans l'utilisation des mathématiques et de la loi des grands nombres. Il introduit également une symbolique, et réalise des expériences non plus de manière occasionnelle, mais de manière méthodique et systématique. Selon François Jacob cette symbolique a permis un dialogue entre les résultats expérimentaux et la théorie qui dirige les expériences, et prévoit par avance les résultats.

Selon François Dagognet, l'agriculture a traversé deux périodes : celle de l'horticulture, le **temps des jardiniers**, qui usent surtout des capacités de la plante afin de favoriser son essor, sa multiplication par bouturage entre autre ; celle des **interventions productivistes** à grande échelle, de l'industrialisation qui attaque le capital vivant et le transforme pour augmenter la productivité. Même si, en apparence, Mendel reste "*côté jardin*", selon la belle expression de Jean-Marc Drouin, en fait les hybridations intra et interspécifiques s'inscrivent dans le second courant mais comme **un détour**. Le retour aura lieu au début du XXème siècle.

Mendel
côté jardin

1.5. Les pratiques agricoles jusqu'à la découverte de l'ADN en 1953

L'année 1900, les travaux de Mendel sont redécouverts séparément par De Vries, Correns et Tschermak. Mais en fait ils n'ont pas d'application directe immédiate. C'est un autre concept apporté par les travaux de Hugo De Vries qui joue un rôle : celui de mutation. Il travaille sur la plante nommée *Oenothera lamarckiana*, De Vries ne s'est pas assuré qu'il s'agissait d'une lignée pure. Il a, en réalité, utilisé des hybrides. Ainsi ce qu'il croyait être des mutations n'était en réalité que des ségrégations mendéliennes classiques succédant à une génération uniforme d'hybrides.

Les généticiens cherchent cependant à produire artificiellement des **mutations**, et les premières mutations expérimentales sont obtenues par Muller, élève de Morgan, en 1927. Il agit avec des rayons X dans de bonnes conditions de contrôle expérimental et montre une relation de proportionnalité entre la dose de rayons et l'accroissement de mutations obtenues chez les Drosophiles. D'autres travaux confirmeront ces résultats chez les végétaux (maïs, etc.). Ces mutations sont ponctuelles et portent sur un seul gène (couleur des yeux, couleur des graines, etc.), mais elles affectent également des chromosomes entiers. On obtient

les mutants
polyploïdes

des **polyploïdies** (multiplications du nombre des chromosomes par trois, quatre) avec les rayons mais également avec certains produits chimiques (fig. 3). Le mutant peut être hétérozygote, et, d'une certaine façon, l'hybride est cette fois obtenu artificiellement. Mais la définition acquise au niveau des allèles d'un gène n'est pas remise en cause.

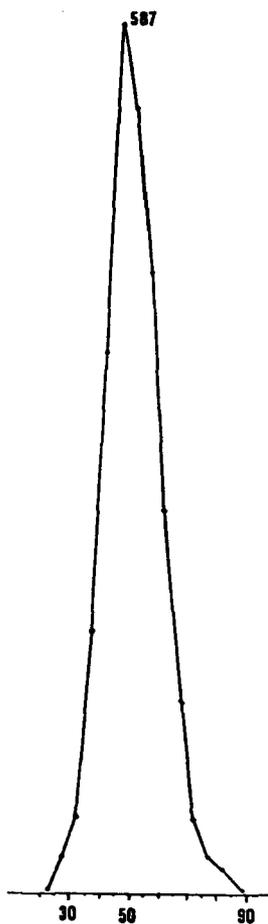
Figure 3. Plantes polyploïdes

Nombre basal b	Progéniteurs	Hybrides allopolyploïdes
12	<i>Nicotiana sylvestris</i> (N = 12) x <i>N. tabacum</i> (N = 24)	2N = 36 allotrip.
8	<i>Prunus domestica</i> (N = 24) x <i>P. cerasifera</i> (N = 8)	2N = 32 allotétrap.
7	<i>Digitalis lutea</i> (N = 28) x <i>D. micrantha</i> (N = 14)	2N = 42 allohexap.
7	<i>Triticum durum</i> (N = 14) x <i>T. vulgare</i> (N = 21)	2N = 35 allopentap.

Les recherches empiriques sur le terrain se poursuivent, mais la sélection de **caractères quantitatifs** (taille, poids) conduit à adopter des méthodes statistiques sur de grands nombres. La variabilité est décrite par les courbes dites de "Gauss-Laplace" (= courbe en cloche) et ces courbes guident les procédés de sélection dans des champs expérimentaux. C'est le statisticien Quetelet qui inaugure ce type de méthode au milieu du XIXème siècle, mais ce sont surtout les travaux du danois Johannsen réalisés sur les variations de poids dans des populations de haricots (fig. 4) qui populariseront ce type de travail. Il faut cependant noter que ce type de génétique reste partiellement indépendant de la génétique mendélienne. Cette dernière n'explique pas la "vigueur hybride" et ne dit pas comment obtenir d'autres sortes d'hybrides. Par ailleurs, l'autofécondation fréquente chez le Pois ou le Haricot s'accompagne d'un effet d'*inbreeding* (= dépression consanguine). Par contre si l'on croise deux lignées "inbred", les descendants ont une vigueur brusquement rétablie. Enfin l'hypothèse mendélienne de la séparation des gènes portés par la même paire de chromosomes ne se vérifie pas toujours aussi favorablement.

la dépression
consanguine

Figure 4. Polygone de fréquence pour le poids de 2 646 graines de Haricot



*En abscisses, le poids des graines ; en ordonnées, leur fréquence ;
587 est le mode de cette population.*

les plantes
allogames

Selon Roupakias (1979), la recherche de caractères qualitatifs se poursuit actuellement essentiellement à partir de **plantes allogames** (fig. 5) chez lesquelles la fécondation est nécessairement croisée (maïs, seigle, tournesol). Mais les hybrides ont des qualités essentiellement dues à la "vigueur hybride", et l'agriculteur doit, chaque année, se procurer les graines produites de manière expérimentale. Les hybrides ne peuvent se conserver tout seuls d'une génération à l'autre.

Figure 5. Types de fécondation chez les plantes cultivées

Principales plantes autogames	
Céréales.....	Blé, orge, avoine, riz, sorgho.
Plantes fourragères.....	Féтуque, vesce.
Plantes de culture industrielle.....	Coton, lin, tabac.
Plantes maraichères et horticoles.....	Pois, arachide, de nombreuses espèces de haricots, soja, laitue, tomate, endive.
Productions fruitières.....	Abricotier, pêcher, oranger, citronnier.
Principales plantes allogames	
Céréales.....	Maïs, seigle.
Plantes fourragères.....	Luzerne, dactyle, trèfle blanc, trèfle violet, ray-grass.
Plantes de culture industrielle.....	Betterave, chanvre, tournesol.
Plantes maraichères et horticoles.....	Artichaut, chou, carotte, céleri, oignon, radis, épinard, fraise, framboise, mûre, asperge, concombre, persil, citrouille.
Productions fruitières.....	Pomme, cerise, vigne, olive, poire, prune, amandier, noisetier, noyer.

1.6. Le génie génétique

Depuis vingt ans, le génie génétique permet d'incorporer directement dans certaines plantes des gènes avantageux pour l'agriculteur. Cette fois la nouvelle plante devrait se nommer non plus un hybride, mais une **chimère**. Les gènes n'appartiennent plus nécessairement à des variétés ou des espèces voisines. Si on reste au niveau de la plante entière le mot hybride n'a plus le même sens, à moins d'admettre une grande polysémie. Disons plutôt qu'il s'agit de "niveaux de formulation" d'un même concept. L'idée commune, le fil directeur étant l'attitude productiviste : créer des plantes artificielles, qui éventuellement n'ont jamais existé dans la nature. La **représentation** de la plante étant celle d'une **mosaïque** dans laquelle les pièces sont interchangeable, dans laquelle on peut ajouter ou retrancher des pièces. Mais cette représentation "mécanique" reste durablement remise en question par la "viguer hybride" qui implique une interaction des gènes, et que seule la recherche empirique permet de découvrir.

la représentation
en mosaïque est
remise en cause

2. DU CÔTÉ DE L'ENSEIGNEMENT

2.1. Le savoir enseigné

Dans l'enseignement grec, le manuel joue un très grand rôle, tant par son utilisation en classe que par le fait qu'il est unique. En outre les manuels ne sont pas souvent renouvelés et, dans une discipline comme la biologie, les connaissances sont assez vite dépassées.

Un examen rapide des textes fait apparaître une présentation théorique du savoir. On explique d'abord les travaux de Mendel et de l'école américaine du début du siècle (Morgan), et l'hybridation est enseignée à la suite. On peut penser, sans que cela soit dit explicitement, que l'un dérive de l'autre. Le savoir théorique "doit précéder" ses applications, telle est la thèse positiviste. Mais ici le lien n'est pas réellement fait, et pour cause, compte tenu des explications précédentes. Par ailleurs les connaissances pratiques ne sont pas développées et le phénomène de l'hétérosis n'est pas évoqué. L'élève peut supposer que la science théorique est au service de l'agriculteur et a amélioré son travail. En fait il s'agit d'une autre science !

le savoir
théorique
précède ses
applications

2.2. Les représentations des élèves

• *Présentation de l'échantillon*

Nous avons réalisé une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon d'élèves des lycées techniques grecs (filière agricole).

L'échantillon choisi pour le questionnaire a les qualités suivantes :

- il représente 11,4 % des lycées (11 sur 94) ;
- il est réparti dans le pays : nord de la Grèce (Macédoine), centre (Thessalie), région d'Athènes (où il y a plusieurs TEL), sud (Péloponèse), grandes îles (Crète) ;
- les régions choisies (à part la région d'Athènes) ont des exploitations agricoles végétales ou animales qui présentent une gamme de production représentative de celle du pays entier ;
- l'échantillon a été choisi au hasard.

un échantillon
des élèves grecs

Nombres d'élèves interrogés	450
Classe de Seconde (Première en France)	235
Classe de Troisième (Terminale en France)	214
Garçons	277
Filles	233
Parents agriculteurs	144

• *Questionnaire*

1. Pourquoi avez-vous choisi la filière agricole ?
 - a. Pour vous occuper de l'agriculture.
 - b. Pour continuer vos études dans ce domaine.

- c. Car vous avez un intérêt général pour l'agriculture.
 - d. Car vous n'aviez pas d'autres choix dans votre école.
 - e. Autre raison : laquelle ? _____
2. Qu'est-ce que vous attendez de l'enseignement agricole ?
- a. Avoir une formation pratique utile en agriculture.
 - b. Avoir des connaissances scientifiques et agricoles indispensables pour continuer vos études.
 - c. Vous expérimenter aux nouvelles techniques agricoles.
 - d. Vous renseigner sur les nouvelles technologies agricoles.
 - e. Avoir une formation générale, comme au lycée, et une formation agricole pratique.
 - f. Obtenir un diplôme qui vous donnera la possibilité de travailler comme technicien dans le domaine de l'agriculture.
 - g. Vous n'attendez rien : pourquoi ? _____
 - h. Vous attendez autre chose : quoi ? _____
3. Que pensez-vous du métier de l'agriculteur ?
- a. C'est un métier traditionnel dans lequel l'expérience empirique joue le plus grand rôle.
 - b. C'est un métier où on a besoin de connaissances scientifiques (ex. physiologie de la plante) ainsi que de connaissances pratiques pour que l'agriculteur puisse prévoir un problème ou s'adapter à une situation imprévue.
 - c. C'est un métier dans lequel on n'a pas besoin de connaissances scientifiques, l'expérience suffit.
 - d. C'est un métier qui doit se moderniser, le futur agriculteur a donc besoin de suivre une formation agricole au lycée ou dans les centres de formation KEGE.
 - e. C'est un métier qui doit se moderniser mais l'agriculteur peut se former tout seul.
 - f. C'est un métier qui donne la possibilité à l'agriculteur d'appliquer de nouvelles idées.
 - g. Vous n'avez pas d'opinion.
 - h. Vous avez une autre opinion. Laquelle ? _____

HYBRIDATION

Répondez à la question 5 ou à la question 6.

- 5. Si vous connaissez déjà, le mot HYBRIDE : Qu'est-ce que c'est, selon vous, un hybride ?
Quelle est l'utilisation des hybrides en agriculture ?
- 6. Si vous ne connaissez pas le mot HYBRIDE : Lisez la feuille publicitaire (fig. 6) et essayez d'expliquer ce qu'est un hybride.

Figure 6. Fragments de publicités grecques pour les hybrides

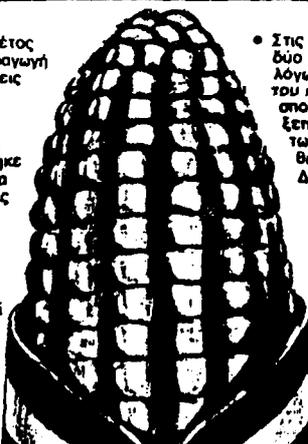
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΥΒΡΙΔΙΟ Και φέτος η παραγωγή καλαμποκιού σε όσες εκτάσεις σπάρθηκαν με το Ελληνικό υβρίδιο ήταν μεγαλύτερη από των άλλων ομοειδών ξένων υβριδίων, κι αυτό γιατί μελετήθηκε και δημιουργήθηκε ειδικά για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες και συγκεκριμένα:

Η παραγωγή του συγκομιδήθηκε με πολύ χαμηλή υγρασία με αποτέλεσμα να μην περάσει ξηρατήριο και οι παραγωγοί να επωφεληθούν τις δαπάνες ξήρασης.

• Στις συνθήκες καύωνα των δύο τελευταίων χρόνων, λόγω του βιολογικού του κύκλου και της μεσοπρώιμης σποράς του ξεπέρασε την καταπόνηση των υπερβολικά μεγάλων θερμοκρασιών. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο έχει πλέον καθιερωθεί στη συνείδηση των Ελλήνων καλλιεργητών καλαμποκιού.

ΣΗΜΑΙΝΕΙ:

- Μεγάλη στρεμματική απόδοση
- Δέσιμο της ρόκας μέχρι επάνω
- Αντοχή στο πλάγισμα
- Γρήγορο χόσιμο υγρασίας
- Αντοχή στον καύωνα

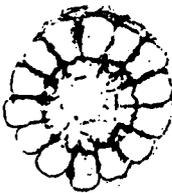



Αγγούρι Ντομάτα

- Μέσο βάρος καρπού 200-250 gr.
- Καρποί με ωραίο, ομοιόμορφο σχήμα και κόκκινο χρώμα, χωρίς πράσινες αποχρώσεις.
- Καρποί γεμάτοι, σφιχτοί, ανθεκτικοί στις μεταφορές.
- Ομοιόμορφο μέγεθος καρπών από σταυρό σε σταυρό και μεταξύ των καρπών του κάθε σταυρού.
- Ανθεκτικότητα σε ίωση (μωσαϊκό), κλαδοσπόριο, φουζάριο
- Φυτό παραγωγικό συνεχούς ανάπτυξης, αραιόφυλλο.

ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΜΕΝΑ ΥΒΡΙΔΙΑ ΚΑΛΑΜΠΟΚΙΟΥ

- ΠΟΛΥ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΣΤΟ ΠΛΑΓΙΣΜΑ
- ΑΝΘΕΚΤΙΚΟ ΣΤΗΝ ΞΗΡΑΣΙΑ
- ΡΟΚΕΣ ΜΕ ΠΛΗΡΗ ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΓΕΜΑΤΕΣ



• **Interprétation des réponses des élèves -
Seconde classe de lycée**

Il est intéressant de noter que la plupart des élèves lient le mot hybride à un résultat (meilleur, amélioré, etc.) ou à un individu descendant (plante, animal).

Ceci montre que les élèves cherchent et retiennent du savoir enseigné ce qui est plutôt lié à une utilité pratique et n'articulent pas les notions de génétique au phénomène de l'hybridation.

Nous devons rappeler ici que les élèves de Seconde classe du lycée connaissent l'hybridation par les cours de biologie du collège et par quelques références en Première classe du lycée. Bien que dans les manuels, le contexte soit plutôt théorique, les élèves lient l'hybridation à un résultat pratique.

La publicité, le milieu agricole, ainsi que quelques discussions avec les experts, influencent leurs représentations de l'hybridation mais ils cherchent à utiliser des termes rencontrés dans l'enseignement, par exemple *"hybride est une variété qui se produit par l'union des parents pour avoir un résultat amélioré"*.

En outre, il est intéressant de noter que les mots-clés repérés nous permettent de supposer que la notion d'hybride est très vague dans la pensée des élèves et elle représente en général *"quelque chose de meilleur"*.

Nous pouvons donc confirmer notre idée et dire que l'hybride est conçu comme un produit amélioré qui est "fabriqué" par l'Homme pour ses qualités de résistance, d'adaptation et de productivité. C'est un produit **utile**. Les connaissances les plus développées sont liées à l'agriculture et surtout à la production végétale, car en Grèce la production animale est moins fréquente.

Dans toutes les interprétations qui ont été faites, nous devons prendre en compte que les élèves ont des difficultés d'expression et la réponse "**graine**" ou "**croisement**" ne correspond pas forcément à leur représentation.

Ajoutons quelques remarques concernant la réponse entière.

- La plupart des élèves lient la notion d'hybride à une plante ou une graine. Finalement le résultat est plutôt une plante.

- Ce produit (hybride) est utile, meilleur et sélectionné. Il n'y a qu'un élève qui considère que l'hybride est une erreur.

- L'idée utilitariste ressort toujours de leur réponse.

- Aucun élève n'a fait allusion à la génétique pendant la description de l'hybride.

- La notion d'hybride est liée à l'action de l'Homme et elle n'est pas liée à un phénomène naturel qui existe sans l'intervention de l'Homme.

- L'utilité du produit ressort de chaque réponse.

Les difficultés que nous avons repérées pour la Seconde classe sont liées à des connaissances qui proviennent plutôt

l'hybride a
une utilité

il est le résultat
de l'action
de l'Homme

du milieu et des médias et très peu de l'enseignement. L'enseignement n'a pas agi sur ces difficultés, au contraire il révèle des problèmes secondaires du moment où les élèves essaient tout seuls d'articuler leurs connaissances préalables (fausses ou correctes) avec le savoir fragmenté qui est présenté en classe.

- **Fausse représentation** : l'hybride est un médicament, l'hybride est une espèce, l'hybride est une espèce évoluée, deux graines donnent une troisième, celle de l'hybride, l'hybride est un fait du hasard.

- **Pensée magique** : l'hybride est une insulte, l'hybride est un produit qui résout tous les problèmes, l'hybride est connu en politique.

- **Obstacles liés à l'utilité** : l'hybride sert à l'amélioration.

- **Problèmes d'expression - langage** : hybride (Hybridio) confondu avec aquatique (Hydrovio).

• **Interprétation des réponses des élèves -
Troisième classe de lycée**

Les réponses sont plus complètes qu'en Seconde, c'est-à-dire que les élèves parlent plus explicitement de toute la démarche suivie pour avoir un hybride ainsi que des qualités de ce dernier. Nous remarquons une tendance à lier l'hybride avec le monde végétal.

Nous constatons, pourtant, que bien que les élèves introduisent la génétique dans leur texte, ils introduisent aussi l'utilité pratique du croisement dont le produit est un hybride. Or les connaissances "théoriques" ne facilitent pas cette démarche et cette articulation, et nous arrivons ainsi à avoir des réponses où une partie est bien théorique et explicative, et ensuite nous avons un exemple qui paraît "enfantin" à force de lier tout ceci avec la pratique.

Si nous revenons de nouveau aux textes étudiés dans les manuels scolaires, nous constatons qu'un problème semblable se produit. La pratique n'est pas articulée avec la théorie.

Il est intéressant de noter que quelques élèves arrivent à bien exprimer leur problématique et à articuler les connaissances "théoriques" avec une pratique à exercer. La plupart de ces élèves (60 %) ont des parents agriculteurs ou proviennent d'un milieu où la production agricole est l'occupation principale des habitants, par exemple : TEL de Trikala (Thessalie).

- **Fausse représentation** : l'hybride est le maïs, l'hybride est une variété.

- **Obstacles de l'utilité** : l'hybride est une meilleure plante, l'hybride est utile à l'amélioration des plantes.

- **Problèmes d'expression** : l'hybride est l'union de deux plantes.

Les difficultés qu'on constate chez les élèves de Troisième sont dues surtout à l'enseignement. Nous avons remarqué que les réponses étaient plus "correctes" et plus "globales"

les hybrides
connus sont
surtout des
plantes

en ce qui concerne le contenu. **L'influence de l'enseignement est évidente car le langage utilisé est plus spécialisé que celui des élèves de Seconde.**

CONCLUSION

Le concept d'hybride est au début un concept essentiellement empirique, lié à une pratique guidée par une intention humaine. La sélection-élection d'un produit ayant des qualités avantageuses obéit à une vision globale de l'organisme et marque une confiance dans la possibilité de transmettre ces qualités de manière stable, ou progressivement croissante.

Le savoir mendélien transforme ce concept en apportant une vision en mosaïque de l'organisme, et la nécessité de définir l'hybride au niveau de chaque gène : les allèles sont différents = hétérozygotes. Mais la génétique mendélienne au sens large n'explique pas la vigueur hybride et la dépression consanguine, ou du moins ne propose que des explications très partielles et insuffisantes. Par ailleurs, elle ne permet pas de guider de nouvelles pratiques d'hybridation pour les caractères qualitatifs, et encore moins pour les caractères quantitatifs. C'est pourtant le seul savoir qui est proposé dans les manuels scolaires en raison du fait que Mendel et Morgan pratiquent eux aussi des hybridations. Mais l'intention est très différente.

Cet enseignement théorique n'étant pas susceptible de proposer une véritable explication et encore moins des applications, les représentations initiales des élèves - et en particulier ceux vivant en milieu agricole - risquent de persister. D'autant que, du côté des agriculteurs, les résistances légitimes ou non sont de plusieurs ordres. Le détour théorique ne s'avère pas nécessaire si la production semble satisfaisante. La sélection empirique continue de porter ses fruits, et chacun connaît la prudence avec laquelle une amélioration doit être acceptée, tant les facteurs inconnus sont nombreux, imprévisibles, et la représentation mécanique des vivants inappropriée.

Les apports scientifiques qui concernent les mutations, les polyploïdies (multiplications du nombre de chromosomes), les sélections statistiques de caractères qualitatifs sont réservés aux laboratoires. Seuls les produits finaux peuvent être diffusés auprès des agriculteurs, mais pas les pratiques qui leur ont donné naissance. L'irruption de la génétique moléculaire augmente encore la distance entre la science et l'agriculteur. Peut-être faut-il trouver là une raison de plus à la nécessité de diffuser un savoir scientifique approprié au savoir pratique, et non pas simplement un savoir "plaqué" et inapproprié. Mais, réciproquement, l'amélioration des

plantes et des animaux est un domaine dans lequel l'agriculteur sait bien que la représentation mécaniste de l'organisme, renforcée par les plantes-chimères de la biologie moléculaire, est souvent insuffisante dans la pratique.

Peny PAPADOGEORGI
Lycée Agricole
Athènes (Grèce)

BIBLIOGRAPHIE

- BACHELARD G. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin, 1938.
- CANGUILHEM G. *Études d'histoire et de philosophie des sciences*. Paris, Vrin, 1968.
- COQUIDE E. *Amélioration des plantes cultivées et du bétail*. Paris, Baillière, 1920.
- DAGOGNET F. *Des révolutions vertes*. Paris, Hermann, 1973.
- DAGOGNET F. *La maîtrise du vivant*. Paris, Hachette, 1988.
- DE VRIES H. "Sur la relation entre les caractères des hybrides et ceux de leurs parents" in *Revue Générale de Botanique*, Tome 15. Paris, 1903.
- DROUIN J.-M. "Mendel : côté jardin", in *Éléments d'Histoire des Sciences*. Paris, Bordas, 1990.
- EDWARDS, W.F. *Des caractères physiologiques des races humaines considérés dans leur rapport avec l'histoire*. Paris, 1829.
- GALAIS A. *Théorie de la sélection en amélioration des plantes*. Paris, Masson, 1990.
- GUILLEMIN et DUMAS, *Observations sur l'hybridité des plantes en général*, lu dans la séance du 3 Août 1821, Comptes rendus de l'Académie des Sciences.
- JACOB F. *La logique du vivant*. Paris, Gallimard, 1970.
- LECOQ H. *De la fécondation naturelle et artificielle des végétaux et de l'hybridation*. Paris, Audot, 1845.
- MENDEL G. "Recherches sur les hybrides végétaux traduction" in Armogathe-Blanc et al., *Le cas de Mendel. La traduction des Mémoires sur l'Hybridation*. Centre Interdisciplinaire d'Études de l'Évolution des Idées, des Sciences et Techniques, Orsay, 1984.
- O'NEIL W.M., *Faits et Théories*. Paris, Colin, 1972.

PAPADOGEORGI P. *Problèmes posés par l'articulation entre savoir technique et savoir pratique dans l'enseignement agricole*. Thèse de didactique de la biologie, Université Paris 7, septembre 1993.

PIQUEMAL J. *Aspects de la pensée de Mendel*. Paris, Palais de la Découverte, 1965.

RIVES M. "L'amélioration des plantes" in *La Recherche sur la génétique et l'hérédité*. Paris, Editions du Seuil, La Recherche, 1985.

ROSSIGNOL J.-L. *Génétique*. Paris, Masson, 1985, 3ème édition.

ROUPAKIAS. Notes et interventions à l'Université de Salonique (Grèce), 1979-1980.

SAGERET M. *Mémoire sur les Cucurbitacées, principalement sur le melon, avec des considérations sur la production des hybrides, des variétés, etc.* Paris, 1826.

SAGERET M. *Des fécondations étrangères, spontanées et artificielles et de la production des hybrides, considérées dans leurs rapports avec l'amélioration des fruits*. Journées de Croissances Usuelles et Pratiques, 1840.

TATON R. (direction). *Histoire des Sciences*. Paris, PUF, 1961. 5 tomes.

VILMORIN L. *Notices sur l'amélioration des plantes par le semis et considérations sur l'hérédité des végétaux*. Paris, Librairie Agricole, 1859.