
L'amélioration variétale en question : de la biodiversité à la génodiversité

Adrian O'Boschett

aoboschett@yahoo.fr

RÉSUMÉ. Ces dernières années, le débat sociétal et technoscientifique sur les OGM semble avoir usurpé celui beaucoup plus fondamental et pertinent de l'amélioration végétale ou d'espèces à fins agronomiques. Quels sont les principaux critères de l'amélioration végétale ? Ces critères influencent-ils la recherche et de quelle manière ? Un bref aperçu d'une problématique transdisciplinaire.

ABSTRACT. In recent years, the techno-scientific and societal debate about GMOs seems to have usurped the most fundamental and relevant one concerning varietal or species improvement for agronomic purposes. What are the main criteria for improving plants ? Do these criteria influence research and in what way ? A brief overview of a transdisciplinary issue.

MOTS-CLÉS : génie génétique, biotechnologies, amélioration végétale, biodiversité, génodiversité, agronomie, structures d'échelles, organismes vivants.

KEYWORDS: genetic engineering, biotechnology, varietal improvement, biodiversity, genodiversity, agronomy, scales structures, living organisms.

1. Introduction

Le développement commercial des organismes génétiquement modifiés a suscité de part le monde de nombreuses contestations éthiques, économiques, et des inquiétudes concernant les aspects sanitaire et environnemental de leur dissémination. L'amélioration végétale traditionnelle repose sur la sélection et le croisement d'espèces possédant des caractères distincts, repérables, et dont la préservation et le maintien dans le processus de reproduction de la plante représentent des bénéfices pour les producteurs mais aussi pour les consommateurs finaux de produits végétaux, transformés ou non. Une productivité améliorée nécessitant des rendements élevés et sécurisés caractérise les performances attendues par de nombreuses coopératives agricoles aujourd'hui, tandis que les consommateurs sont de plus en plus vigilants concernant les questions de sécurité alimentaire, et commencent à se préoccuper des problématiques environnementales liées à leurs modes de consommation, ainsi qu'aux modes de production de l'agriculture.

2. L'amélioration variétale dite « génétique »

L'analyse génomique ou biogénétique des plantes a permis de localiser dans les gènes certains traits tels que la production de protéines spécifiques. C'est cette capacité d'interrelation entre une séquence génétique et la production d'une ou de plusieurs protéines par cette séquence qui constitue le point de départ des activités de manipulation de la matière vivante au sein des structures biomoléculaires complexes que sont les cellules et les êtres vivants en développement. En d'autres termes, certaines caractéristiques macroscopiques des organismes vivants sont isolées, puis réduites à des déterminismes mécaniques d'ordre biomoléculaire, qui correspondent à un tout autre niveau d'échelle, mais également de connaissance. En effet, les *structures d'échelles* de la matière, et notamment de la matière vivante, ne sont pas linéaires ou continues. Cette caractéristique résulte en biologie, de l'aspect fini et limité des organismes vivants, compris comme des entités autonomes dans un environnement donné. Pas plus que le tout n'est la somme des parties, un organisme vivant n'est pas la somme de ses composants biochimiques isolables.

De la sorte, les organismes vivants ne sont pas des constructions mécanicistes, et présentent des caractéristiques, des comportements, et des effets qui dépassent largement les considérations déterministe et causale qu'il est possible d'établir à l'échelle biomoléculaire, entre par exemple une séquence génétique déterminée et la production observée d'une protéine assimilée. La recherche fine caractérisant l'isolation des mécanismes de production de protéines spécifiques considère le gène informationnel comme une entité isolable et transposable à volonté, par la technique de la transgénése, et indépendamment des organismes. La prévision et

l'action associée de modification de leur génome est ce qui est appelé aujourd'hui chez les plantes, l'amélioration variétale dite génétique, terme aussi bien utilisé pour parler des méthodes fines de sélection et de croisements traditionnels, que pour une technique récente de génie génétique comme la transgénèse appliquée aux plantes, qui est qualitativement très différente par sa méthodologie même. Aussi, quelle est donc la nature des OGM, dont le patrimoine génétique naturel s'est vu modifié selon des caractéristiques hautement improbables sans l'intervention humaine et les récents développements techniques au niveau de la matière vivante ?

3. Les structures autonomes du vivant face à la technique

Les OGM répondent à l'ingéniosité humaine, mais les principes de leur production reposent sur l'idée généralisée de l'universalité du langage génétique formé par les briques biochimiques composant les molécules engagées dans les processus de réplication et de maintien de l'information au niveau biomoléculaire chez les organismes vivants. Cette universalité du langage génétique est en fait fortement conditionnée par les structures vivantes, porteuses d'arrangements génétiques particuliers. C'est ce qui explique que certaines caractéristiques causalement liées à des séquences particulières ne se retrouvent que dans quelques espèces ou variétés, et que cet ensemble d'organismes bien distincts qu'est la vie peut être décrite par ce que l'on nomme effectivement, *bio-diversité*.

La notion de « biodiversité », initiée par Walter Rosen en 1986, appelle celle de multitude et fait écho évidemment à la profusion des formes de vie qui existent sur terre, profusion qui semble déterminante et inhérente à la notion même d'évolution. Considérant cette dernière notion, il apparaît qu'aux origines de la vie, les molécules d'ARN messagers (Woese, 1968, Gilbert, 1986) ont joué un rôle essentiel à la mise en place des structures et dispositifs organiques ayant abouti au développement d'un processus évolutif de type darwinien. D'autre part, les modalités d'échanges au sein de la matière vivante que l'on appelle « transferts horizontaux de gènes » auraient été primordiales à un stade prédarwinien (Hilaro *et al.*, 1993 ; Woese, 2000), avant les principaux moments théoriques de dispersion spéciste et variétale en domaines bien distincts (Woese *et al.*, 1990). Cependant, il est observé que ces transferts horizontaux de gènes apparaissent beaucoup plus rarement pour les gènes informationnels, comme ceux utilisés en transgénèse, que pour les gènes opérationnels (Jain *et al.*, 1998), donnant à ces modalités d'échanges un caractère évolutionniste marqué (Syvanen, 1998), notamment pour les procaryotes (Lake *et al.*, 2004), mais toutefois non clair concernant les eucaryotes (Richardson *et al.*, 2007), excepté les protistes (Baptiste *et al.*, 2005).

L'apparition récente de l'Homo Sapiens et de la culture dans le *processus* de la vie sur terre (Huxley *et al.*, 1958) donne inévitablement à la question des origines de la vie une part énorme d'inconnu, inhérente même à la manière dont nous nous représentons le réel, c'est-à-dire, avec l'outillage cognitif et les moyens dont nous disposons pour appréhender le monde. Les notions mêmes d'histoire et d'évolution nécessitent la conceptualisation, réfléchi ou non, d'un observateur, pour qui cette histoire et cette évolution prennent sens et deviennent par la même possible. Cette nécessité de l'observateur, d'un penseur, dans toute connaissance sur soi-même, sur la vie ou sur le monde est la pierre d'achoppement du problème de l'objectivité en biologie, l'observateur étant lui-même inscrit dans le cadre biologique sous-tendant son existence : c'est la logique du tiers-inclus (Lupasco, 1987) appliquée à la biologie, ou encore, un raisonnement sur le vivant recoupant les théorisations sur les systèmes logiques (Nicolescu, 1998), qui préfigurent ici la portée de cette problématique.

Aussi, dès que l'on quitte l'échelle physico-chimique pour entrer dans le domaine du biomoléculaire, la problématique physico-cognitive de l'observateur, prédominante par exemple dans l'interprétation du formalisme quantique, se transforme en une problématique *bio-écologique* de l'objectivité, du fait même de la différence qualitative existant entre la matière inerte et la matière vivante. De nombreuses expériences ont été menées pour lier ces deux substances, regroupées sous le terme d'*abiogénèse*, et dont les plus connues concernent la production d'acides aminés et de composés organiques dans des conditions semblables à celles de la terre primitive (Miller *et al.*, 1953), mais sans toutefois réussir à synthétiser d'acides nucléiques. Mais, la discontinuité existant entre ces deux matières, s'explique tout simplement en terme de *structure d'échelles*, qui sont également des structures de connaissance, des structures spatiale et temporelle, et donc, nécessitant un observateur. La matière vivante se rapporte effectivement à des structures autonomes ou « objets vivants » en interaction permanente les unes avec les autres, au sein d'un espace vital ou d'un environnement donné. Ces structures autonomes du vivant répondent à des caractéristiques évolutionnistes strictes, décrivant leurs processus développementaux au sein de l'espace vital, ou du « milieu ». Si l'on peut concevoir une origine de la matière inerte, assimilée au Big-Bang, la réflexion sur l'origine de la vie se heurte en fait à la difficulté de conceptualiser une structure autonome non duelle, c'est-à-dire indépendante de tout observateur. De cette difficulté voire impossibilité cognitive à conceptualiser l'unicité d'une structure autonome unique, semblent découler les conflits stériles entre d'un côté les tenants de l'évolution, essayant d'imaginer ce que pouvait être le dernier ancêtre commun universel (Forterre *et al.*, 1992) ou LUCA et de l'autre les promoteurs de théories non scientifiques concernant les origines de la vie, donnant une intention intelligente à celle-ci et supposant donc une observation, non humaine.

4. Le principe de réduction des structures autonomes à la matière vivante est-il correct ?

La prise en compte agronomique ou environnementale et écologique des structures autonomes du vivant nécessite une réduction supplémentaire des structures de connaissance en introduisant des composantes anthropocentriques dans la définition de ce que l'on appelle : *amélioration variétale*. Cette réduction n'est pas une continuité dans le processus biologique de l'évolution lui-même, mais bien une limitation et une approximation du champ biologique dans le cadre des activités agronomiques. Jusqu'à maintenant, les principes de sélection et de croisement traditionnels des variétés avaient fait en sorte d'imiter et de transposer les lois biologiques observables et caractéristiques de l'évolution : choix des variétés les plus adaptées ou les plus aptes à survivre, dans le contexte agronomique, et reproduction sexuée entre ces variétés. Dorénavant, les techniques récentes du génie génétique s'affranchissent des limitations de la reproduction sexuée pour introduire dans les organismes des constructions de séquence génétique de manière intervariétale et interspéciste. Cette réduction de principe sur laquelle se base la technique de transgénèse est en fait la réduction des structures autonomes du vivant en la matière vivante elle-même.

Cependant, la biologie développementale nous apprend que les structures autonomes du vivant sont elles-mêmes conditionnées et basées sur des mécanismes génétiques et biomoléculaires, tels les processus protéiques des gènes de développement et des gènes homéotiques, découverts par Lewis, Nüsslein-Volhard et Wieschaus, prix Nobel de médecine 1995 (Raju, 2000) ou les morphogènes (Turing, 1952). La génomique fonctionnelle nous apprend également que les gènes fonctionnent en réseaux complexes (EPC, 2007). Les processus d'isolation de gènes, de construction de transgènes et leur transfert dans de nouvelles cellules opèrent donc de manière inhérente une réduction dont les effets biologiques sont inconnus en terme de réseaux biogénétiques, et ce à chacune des étapes de la transgénèse, du développement de ces organismes, et de leur relation avec l'environnement en termes évolutionnistes. L'efficacité apparente des méthodes d'obtention d'organismes génétiquement modifiés ainsi que le perfectionnement de leurs techniques, ne doit pas évacuer la grande ignorance des mécanismes secondaires biomoléculaires associés, ou même ceux d'acceptation de ces modifications par les organismes hôtes, pouvant éventuellement se résoudre dans des préoccupations environnementales, sanitaires, théoriques ou techniques nouvelles.

5. Génodiversité, biodiversité et pratique agricole

Toutefois, l'amélioration des pratiques agricoles n'est pas réductible à l'amélioration végétale, et la focalisation sur le produit ou la matière finale semble faire oublier le support qui en conditionne la possibilité : le sol et sa fertilité, reléguées comme secondaires dans beaucoup de développements techniques d'ordre agronomique. Des techniques axées sur la gestion des sols ont pourtant démontré leur efficacité expérimentale, comme le Bois Raméal Fragmenté (Lalande *et al.*, 1999), ou les modes de cultures incluant le non-labour (Philipps *et al.*, 1980), associé à la rotation des cultures (Felton *et al.*, 1998). D'autre part, le développement des biotechnologies végétales visant à produire des organismes performants laisse entrevoir l'uniformisation des semences, accentuant ainsi les processus de perte de biodiversité *in situ* en agriculture. Or, la *génodiversité* naturelle qui a permis le développement par croisements et sélections biologiques de variétés facilement cultivables, est à la base de la biodiversité environnementale, et notamment agricole. Aussi, promouvoir la génodiversité naturelle, et donc les pratiques de croisement et de reproduction sexuées, offre des garanties bien plus légitimes quant à la préservation d'une agriculture adaptée aux conditions locales, que la production massive de semences génétiquement manipulées et uniformisées dans les cultures à grande échelle, telle qu'elle se développe actuellement.

Introduire techniquement des éléments génétiques nouveaux dans des organismes cellulaires en développement représente des inconnues fonctionnelles bien plus aléatoires que la simple reproduction sexuée entre variétés apparentées. L'introduction de transgènes codant pour de nouvelles protéines dans des réseaux génétiques préformés pourraient possiblement amener des modifications structurelles de ces mêmes réseaux, dont l'étude est à ses balbutiements, et influencer de manière non conventionnelle sur les dispositions génétiques des organismes, notamment au niveau homéoprotéique – comme l'indiquent certains « monstres » génétiques végétaux issus des premiers essais de transgénèse -, mais également au niveau immunitaire. En effet, les techniques de transgénèse se rapprochent plus, en termes de processus biologiques, des interférences virales que des mutations spontanées, à l'image de l'utilisation de vecteurs de transferts viraux et de la bactérie *Agrobacterium Tumefaciens* (Hirt *et al.*, 2007) responsable de la « galle du collet », dans les techniques les plus courantes d'obtention de plantes génétiquement modifiées.

L'association de modifications génétiques des matières premières alimentaires et des semences, à leur irradiation systématisée dans certains pays, et au niveau du commerce international, est également porteuse de risques de mutagénèses spontanées dont les implications sanitaire et environnementale sont aujourd'hui difficilement évaluables. Des études comparatives et développementales sur la sensibilité aux irradiations des semences conventionnelles et génétiquement modifiées pourraient ainsi s'avérer intéressantes en terme d'induction de

mutagénèses ou encore de stabilité des transgènes au sein du génome de ces organismes.

6. Conclusion

Si l'amélioration variétale dite génétique révolutionne les techniques de sélection agronomique d'organismes ou d'obtention de semences utiles, sa mise en place soulève, lorsqu'elle est associée à la transgénèse des questions nouvelles et importantes au regard de la biologie moderne et de notre compréhension des processus du vivant dans une perspective évolutionniste. Les risques potentiels associés à ces techniques dans la dissémination industrielle d'OGM recouvre une grande part d'inconnu, et ce alors que notre compréhension du génome des organismes n'en est qu'à ses débuts, tout en laissant préfigurer d'importantes reconstructions théoriques issues de l'analyse des données biogénétiques récemment collectées par la communauté scientifique. Le développement industriel des PGM à grande échelle occasionne un risque de perte de biodiversité agricole utile important, doublé d'incertitudes sanitaires et environnementales au long terme concernant la présence de transgènes étrangers et répliquants dans ces organismes, auquel l'on ne peut répondre que par la promotion d'une génodiversité naturelle scientifiquement reconsidérée et non basée sur la transgénèse, et des méthodes de pratiques agricoles plus axées sur la fertilité biologique des sols, la prévention des maladies et une gestion efficace des matières premières.

7. Références

- Baptiste, E., Susko, E., Leigh, J., MacLeod, D., Charlebois, R.L., and Doolittle, W.F., « Do orthologous gene phylogenies really support tree-thinking? », *BMC Evolutionary Biology*. 2005; 5: 33.
- ENCODE Project Consortium (EPC), « Identification and analysis of functional elements in 1% of the human genome by the ENCODE pilot project », *Nature* 447, 799-816 (14 June 2007)
- Felton, W.L. , Marcellos, H., and Herridge, D.F., « Crop rotations increase productivity in no-tillage systems in northern New South Wales », *Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference*, (1998)
- Forterre, P., Benachenhou-Lahfa, N., Confalonieri, F., Duguet, M., Elie, C., Labedan, B., « The nature of the last universal ancestor and the root of the tree of life, still open questions. », *Biosystems*. 1992;28(1-3):15-32.
- Gilbert, W., « Origin of life: the RNA world ». *Nature* 319: 618 (February 1986).

- Hirt, H., Rajh, I., Nakagami, H., Pitzschke, A., and Djamei, A., « Trojan Horse Strategy in Agrobacterium Transformation: Abusing MAPK Defense Signaling », *Science*, 19 October 2007: Vol. 318. no. 5849, pp. 453 - 456
- Huxley, J. et al. (Eds), *Evolution As a Process*, London, Allen & Unwin, (1958) 2nd ed
- Jain, R., Rivera, M.C., and Lake, J.A., « Horizontal gene transfer among genomes: The complexity hypothesis ». *PNAS (Proceedings of the National Academy of Science)* 96:7: pp. 3801-3806 (1999)
- Lake, J. A. and Rivera, M.C., « The Ring of Life Provides Evidence for a Genome Fusion Origin of Eukaryotes », *Nature* 431, 152-155 (9 September 2004)
- Lalande R., Furlan V., Angers D.A. and Lemieux G., « Soil Improvement Following Addition of Chipped Wood from Twigs » *Amer. Journ. Alt Agri.* 13: 3 pp 132-137 (1998)
- Lupasco S. (préface de Nicolescu B.) *Le principe d'antagonisme et la logique de l'énergie*, Paris, Le Rocher, 1987 (2ème édition).
- Nicolescu, B., Gödelian Aspects of Nature and Knowledge, Rencontres Transdisciplinaires n° 12, CIRET, Paris, Février 1998, pp. 19-34
- Philipps, R.E., Thomas, G.W., Blevins, R.L., Frye, W.W., and Philipps, S.H., « No-Tillage agriculture », *Science* 6 June 1980: Vol. 208. no. 4448, pp. 1108 - 1113
- Raju, T.N., « The Nobel chronicles. 1995: Edward B Lewis (b 1918), Christiane Nüsslein-Volhard (b 1942), and Eric Francis Wieschaus (b 1947). », *Lancet* 356(9223): 81, (Jul. 1, 2000)
- Richardson, A.O., and Palmer J.D., "Horizontal Gene Transfer in Plants". *Journal of Experimental Botany* 58: pp. 1-9 (January 2007)
- Syvanen, M. « Cross-species Gene Transfer; Implications for a New Theory of Evolution ». *J. Theor. Biol.* 112: 333. (1985)
- Turing, M. « The Chemical Basis of Morphogenesis », *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, Vol. 237, No. 641 (Aug. 14, 1952)
- Woese, C., *The Genetic Code*. Harper & Row. (Jan 1968).
- Woese C, Kandler O, and Wheelis M., « Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya », *Proc Natl Acad Sci U S A* 87 (12): 4576-9. (1990)
- Woese C, « Interpreting the universal phylogenetic tree », *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2000 Jul 18;97(15):8392-6.