

**Réunion Biotechnologie- Marseille, 25 novembre 2009**  
**Introduction: Biologie et Biotechnologie**  
Michel Delaage

Fondamentalement la biotechnologie consiste à mettre en oeuvre, dans des procédés ou des produits, des éléments de systèmes biologiques en dehors de leur contexte naturel. Il en résulte un changement radical dans les règles de fonctionnement: la stabilité ne va plus de soi et le lien de causalité entre action et effet escompté, doit être complètement ré-étudié. "*Dépasser la nature serait diabolique*" a dit Léonard de Vinci; c'est pourtant ce à quoi prétend la biotechnologie.

Contrairement à une idée reçue, la biologie n'est pas le monde de l'approximatif et de l'irreproductible: le monde biologique, poli par trois milliards d'années d'évolution, concilie complexité et robustesse. Il suffit pour s'en convaincre de mettre ensemble une souris mâle et une souris femelle. En dépit de la complexité de la fécondation et du développement embryonnaire on est sûr d'avoir une portée trois semaines plus tard. La germination des graines est très stable vis-à-vis de l'environnement et des conditions climatiques. La biologie est riche de situations où des phénomènes extrêmement compliqués ne dépendent que d'un très petit nombre de degrés de liberté. Cette robustesse vis-à-vis des conditions initiales ne se rencontre nulle part ailleurs: un défaut d'usinage de quelques centièmes de mm est fatal au vilebrequin d'un moteur, une trace d'humidité réduit à zéro le rendement d'un organomagnésien, et la stabilité de la trajectoire d'une fusée ne va pas de soi!

En sortant les éléments biologiques de leur contexte, en rompant les liaisons naturelles, la biotechnologie recrée des degrés de liberté. La causalité très simple des phénomènes naturels laisse la place à un éventail de possibilités qui rend très difficile la construction d'une chaîne de causalité vers un effet recherché. Ainsi, pour reprendre l'exemple de la souris, créer une souris par clonage est une opération pleine d'aléas, que la moindre déviation au protocole peut faire échouer.

Si le chaos n'est pas absent des phénomènes biologiques, il y est extraordinairement maîtrisé et confiné. Il est contre-sélectionné par l'évolution darwinienne, mais réapparaît dans les situations de stress: stress accidentel en pathologie, stress artificiel en biotechnologie. Les systèmes biologiques ne sont pas des systèmes en équilibre, stables au sens de Le Châtelier, mais des systèmes dissipatifs, stables au sens de Prigogine. La permanence des structures biologiques est le fruit de la rapidité des échanges de matière, d'énergie et d'entropie. Modifier un système en équilibre c'est lutter contre des forces de rappel facilement identifiables, mais dès lors qu'on veut modifier un système stationnaire les réactions sont difficiles à prévoir et à contrôler: le gyroscope se dérobe, si l'on touche un jet d'eau on ne le repousse pas, il est au contraire attiré par le contact. Ainsi vont les systèmes biologiques, d'où l'extrême difficulté à prévoir les effets immunologiques et pharmacologiques.

C'est le problème de la recherche de médicaments. Concevoir de nouvelles molécules par un algorithme est un vieux rêve, qui s'est nourri d'une double illusion: les biologistes croient les chimistes capables, par des calculs de structure, de créer des molécules nouvelles qui se fixent aux cibles qu'ils identifient. De leur côté les chimistes croient volontiers que les biologistes pourront, grâce à des

moteurs de recherche, prédire les propriétés pharmacologiques et la toxicité de n'importe quelle molécule.

Les résultats ont été décevants: le péché originel de ces méthodes est qu'elles mettent en relation des espaces (séquences - structures 3D - activités pharmacologiques)-disparates du point de vue topologique, entre lesquels n'existe aucun « homéomorphisme », comme aurait dit Laurent Schwartz. Ce qui veut dire qu'aucune extrapolation ou interpolation n'est possible: au voisinage d'une molécule active il y a surtout des molécules inactives. Moyennant quoi, le recours à l'expérimentation reste plus que jamais nécessaire.

L'opposition entre biologie et biotechnologie est particulièrement visible avec les végétaux génétiquement modifiés. Vus du côté de la biotechnologie, ces organismes ont été extrêmement difficiles à construire et à stabiliser; les échecs ont été plus nombreux que les succès et c'est un exploit technique extraordinaire que de les produire à grande échelle à un coût compétitif. Du point de vue biologique, si l'on pose la question de l'impact de ces cultures sur la biosphère la situation est complètement différente: la biosphère, en état stationnaire caractérisé par l'intensité des échanges, est extraordinairement robuste à la perturbation que représente une culture d'OGM. Une catastrophe écologique, ou un simple impact, sont complètement improbables, non pas parce que le transfert de gènes n'existerait pas mais précisément parce qu'il a toujours existé.

Il est difficile de l'expliquer au grand public. Biologie et biotechnologie s'opposent par la façon dont elles s'insèrent dans l'éco-système qu'est le corps social. La biologie rassure, la biotechnologie inquiète. Des résistances corporatistes, des prédicateurs apocalyptiques, s'opposent à la diffusion des connaissances et à l'émergence des produits. Plus généralement la perception de la technologie par la société est aujourd'hui compromise, entraînant un reflux des étudiants des disciplines scientifiques et un retour de l'irrationnel dans les décisions politiques en matière de choix technologiques. Alors que chacun s'accorde à considérer que les juges doivent être indépendants, que les médecins sont souverains dans leurs choix, ingénieurs et chercheurs devraient au contraire adopter profil bas et se borner à donner des avis, que les politiques pourraient parfaitement ne pas suivre. Ils ont inventé le "principe de précaution" pour cela. C'est ainsi qu'on assiste au gouvernement par l'opinion publique, considérée comme une personne émotive et exigeante: "l'opinion publique est traumatisée" écrit Philippe Kourilsky dans son livre sur le principe de précaution. Georges Courteline faisait déjà parler l'opinion publique dans "Sigismond" :

"Tel, nous voyons émerveillés  
Crouler à torrents les lumières!..  
Il pleut des Vérités Premières:  
Tendons nos rouges tabliers"

Mais comme le dit Gaston Bachelard:

" La science, dans son besoin d'achèvement comme dans son principe, s'oppose absolument à l'opinion."

On ne tend plus son "rouge tablier" devant les merveilles de la Science. Pour autant je ne crois pas qu'il faille flatter l'homme de la rue. Il est plus facile à

l'ingénieur d'intégrer les aspects sociaux d'une décision, qu'à l'homme de la rue d'en intégrer la dimension technologique. Le citoyen a d'abord besoin de pouvoir compter sur la compétence de l'expert, comme il a besoin d'avoir confiance en son médecin et en ses juges. C'est l'embarrasser et l'inquiéter que de lui demander de débattre sur les méthodes de production d'énergie, ou sur les techniques des semenciers. Le citoyen aura confiance dans l'expert si d'abord l'expert se respecte lui-même et ne se dessaisit pas des responsabilités que lui confère sa compétence.

---