L'environnement providence

Nicolas Bouleau
Février 2013
nbouleau@club-internet.fr

Résumé. Nous discutons, par une méthode philosophique inspirée de Quine, la nature du risque que représentent les OGM. Notre analyse conclut à la nature religieuse de la croyance des chercheurs à une résilience globale de la nature aux perturbations de la combinatoire génétique moléculaire.

Introduction

L'importance du thème de réflexion abordé ici m'est apparue lors de mon enseignement de philosophie des sciences à l'université Paris-Est. S'adressant à des doctorants de plusieurs Ecoles Doctorales, de mathématiques et informatique, de sciences de la matière et de l'environnement, et également de sciences humaines et sociales, ce cours abordait, comme il se doit aujourd'hui, les questions de sociologie des sciences : le fait que la connaissance est socialement produite, que le monde ne parle pas sans qu'on l'interroge, que les programmes de recherche et les moyens qui y sont consacrés définissent une orientation qui n'est pas sans influence sur le développement historique des disciplines. D'où un problème de décision politique, voire de démocratie scientifique, compte tenu des forces effectives de l'économie libérale.

Dans ce contexte, comme j'avais abordé l'épistémologie des mathématiques et les crises des fondements et montré que le point de vue formaliste dans le sillage du logicisme de Bertrand Russell n'avait pas tenu ses promesses (échec du programme de Hilbert), qu'il se devait de respecter des limitations intrinsèques (résultats d'indécidabilité de Gödel, Church et Turing) et ne rendait pas compte de l'historicité des mathématiques, la question naturelle qui me fut posée fut celle de savoir si pour les mathématiques également on pouvait penser que les contenus de connaissance fussent socialement construits. Ainsi, pour aller plus loin que ce constat abstrait qui risque de s'évaporer dans la métaphysique dans la mesure où *tout* peut apparaître socialement construit[1], un groupe de doctorants défendaient l'idée concrète et opératoire qu'il convenait de façonner les mathématiques au mieux de nos intérêts sociaux en procédant de la façon suivante : une commission internationale issue de la communauté des mathématiciens et de leurs utilisateurs définirait parmi les conjectures non démontrées celles qui sont intéressantes pour le développement de l'activité mathématique et ses liens avec la physique et les applications. Il y a en effet dans toutes les branches des mathématiques des conjectures très vraisemblables qui simplifieraient la vie aux praticiens si on savait qu'elles étaient vraies. Ces conjectures seraient prises comme axiomes et ajoutées aux axiomes usuels des mathématiques (ceux de Zermelo-Fraenkel[2]). Tous les programmes scolaires, puis universitaires, seraient construits avec ces nouvelles hypothèses, qui conditionneraient

[1] Travers dans lequel tomba à mon sens David Bloor dans sa *Socio-logie de la logique ou les limites de l'épistémologie*, trad D. Ebnöther, Paris, Pandore, 1983.

[2] Ainsi il serait commode que tout ensemble soit mesurable-Lebesgue, il faut alors partir de Zermelo-Fraenkel sans axiome du choix ou avec une forme faible de cet axiome. On rencontre des conjectures vraisemblables et utiles dans chaque branche spécialisée des mathématiques, pour citer des exemples que je connais en calcul stochastique le fait que les fonctions qui opèrent sur les semi-martingales soient les différences de fonctions convexes, en théorie des formes de Dirichlet la propriété de densité de l'énergie image, en géométrie algébrique la conjecture de la jacobienne, etc.

également les aides financières à la recherche, de sorte que la plus grande énergie et activité mondiale serait orientée par ces choix.

Que se passerait-il dès lors ? Si d'aventure on arrivait à une contradiction la commission remettrait l'ouvrage sur le métier et redéfinirait les nouvelles conjectures à prendre en compte par un travail d'analyse des causes du problème. A la longue, cependant, beaucoup de conjectures ne feraient pas de difficultés, sans que l'on sache pourtant si elles sont vraies ou fausses, ni même si elles sont ou non indécidables.

Est-ce qu'une telle politique scientifique mettrait en danger le calcul des ponts suspendus ? Est-ce que des expériences de physique élaborée avec cette mathématique pourraient réfuter telle ou telle conjecture ? Quelle est la nature du risque qui est pris de cette façon ? N'est-ce pas — dans une certaine mesure — ce qui se passe actuellement compte tenu de ce que les procédures d'évaluation de la recherche ont tendance à uniformiser les pratiques pour faciliter la comparabilité des équipes, et qu'on délaisse certaines directions hétérodoxes ?

Pour quelle raison pourtant les mathématiciens préfèrent-ils ne pas mettre tous leurs œufs dans le même panier et poursuivre une activité pluraliste où les uns utilisent l'hypothèse du continu d'autres non, l'axiome du choix sous des formes plus ou moins fortes[3], etc. ? Pourquoi certains pratiquent-ils l'analyse non-standard ? [4] C'est la nature du risque afférent à ce type de situation et le rôle qu'y joue le social que je souhaite analyser ici dans le domaine plus concret des organismes artificiellement génétiquement modifiés.

I. Le modèle comme méthode philosophique

Quoique les facilités de l'informatique aient donné une grande importance à *la modélisation* en tant qu'outil de représentation pour les acteurs sociaux dans l'élaboration des choix économiques et des décisions collectives, hors de toute volonté d'objectivation et d'universalisation proprement scientifique, c'est une acception plus philosophique du modèle, très utilisée dans la science sur laquelle nous nous appuierons ici.

Le terme de modèle, arrivé dans notre langue à la Renaissance en provenance d'Italie quand celle-ci régnait sur les arts, désignait à cette époque la personne qui pose dans l'atelier du peintre ou la maquette d'un élément architectural à réaliser. Originellement le modèle est ce à quoi il faut se référer pendant la réalisation de l'œuvre. Dans les textes scientifiques, l'évolution sémantique s'est orientée progressivement vers l'acception de "schéma simple qui fait comprendre" — les satellites de Jupiter étaient pour Galilée un modèle copernicien du système solaire — et s'est répandue en physique et de la physique aux autres sciences avec des nuances suivant les disciplines.

Par exemple la mécanique statistique ayant interprété la pression des gaz, la température et les autres grandeurs thermodynamiques par des propriétés liées au mouvement des particules de matière, leurs chocs, leur énergie, etc., il y avait une contradiction apparente entre le caractère réversible des lois de la mécanique et les faits macroscopiques observés. Si on place des gaz différents dans deux compartiments d'un récipient qui communiquent, au bout d'un certain temps les deux gaz se mélangent. Ils ne se séparent plus spontanément pour revenir chacun dans leur compartiment. Le *modèle d'Ehrenfest* est une représentation simple, grossière, d'une situation analogue qui fait apparaître pourquoi il n'y a là aucun paradoxe. Il omet les mouvements et les chocs et se borne à tirer au hasard une particule à chaque unité de temps et à la changer de compartiment. Les calculs sont aisés à mener et montrent que l'irréversibilité macroscopique n'est qu'apparente, le système revient à son état initial, mais après une durée si vertigineusement longue que cela ne se produit pas en pratique. Le modèle montre un monde

[3] Par exemple Bourbaki utilise une forme très forte de principe du choix qui peut être gênant dans certains domaines.

[4] Cf. *Des Nombres et des Mondes* ss la dir de E. Benoit et J.-Ph. Furter, Hermann 2013.

simplifié, analogue à la situation étudiée, qui donc fait sens par cette ressemblance et éclaire le praticien par l'aisance qu'il a à l'appréhender.

Eventuellement, le modèle permettra l'élaboration d'une structure, entité plus générale et déjà élément sémantique d'une théorie, dont le rôle central a été souligné en physique par Jean Ullmo ainsi que par Thomas Kuhn, le modèle jouant alors le rôle de paradigme, élément de sens partagé par la communauté des physiciens[5].

Pour mieux qualifier le type de connaissance que fournit un modèle ainsi entendu, rappelons que *le principe d'induction* est fondé sur notre talent à reconnaître une régularité dans des données ou des situations variées nous mettant ainsi en mesure d'avancer des hypothèses sur les lois éventuelles régissant les phénomènes. Il fut mis en avant par bien des philosophes et savants pour rendre compte des avancées de la connaissance — et approfondi simultanément (1843) par John Stuart Mill et Augustin Cournot qui l'analyse très finement[6]. D'ailleurs Popper — quoiqu'il s'en défende — l'utilise sous une forme renforcée puisqu'il exige simplement que l'on passe des faits observés à une représentation ayant l'habit d'une théorie c'est-à-dire fondée sur une syntaxe mathématique comme la mécanique de Lagrange ou de Hamilton.

Mais la connaissance que nous fournit un modèle tel que celui de Ehrenfest est d'une autre nature. Il établit que la réalité n'a pas de raison d'être aussi simple que l'on pourrait *a priori* le penser. Ainsi lorsque les travaux de Prigogine ont montré l'importance de la notion de *système ouvert* pour comprendre les êtres vivants et que de tels systèmes, tout en respectant les lois de la thermodynamique, pouvaient avoir des comportements curieux, créatifs et auto-structurants, les modèles explicites de Hénon ou de Lorenz faisant apparaître des attracteurs et de la sensibilité aux conditions initiales, la convection de Bénard, etc., ont contribué à ouvrir les possibles de la phénoménologie des systèmes recevant et rejetant de l'énergie et de la matière[7]. Connaître des exemples de situations semblables mais ne suivant pas les lois qu'on attend est un élément de connaissance véritable, tout à fait essentiel, en particulier pour penser l'environnement. Il s'agit d'un *principe d'abduction* — ici dans une acception différente et moins analytique que celle adoptée par Charles Peirce — au sens précis de prise en compte d'un exemple simple mais similaire pour écarter certaines intuitions *a priori* sur le cas réel. Autrement dit le principe d'abduction vient ici corriger l'induction qui nous ferait accepter des hypothèses provisoires "naturelles" trop élémentaires, trop naïvement extrapolées des cas familiers.

Aussi bien peut-on considérer que l'action de "comprendre", si difficile à définir, revient souvent, y compris dans des contextes qui ne relèvent pas de la physique, à disposer de modèles-paradigmes au sens de Kuhn pensés tantôt comme des cas standard (induction) tantôt comme des curiosités (abduction). On peut aussi inclure dans ce schéma la notion d'idéal-type de Weber dans la mesure où cet auteur insiste sur le fait qu'il s'agit d'une interprétation simplifiée, d'une lecture parmi d'autres possibles, donc d'un modèle, qui tend à démontrer que la réalité est certainement plus complexe et enchevêtrée que ce récit aisé et déjà logiquement articulé.

II. La déduction dans les systèmes formels

Afin de réfléchir sur la modification génétique des organismes, nous allons nous servir d'un modèle, très différent, *a priori* dans un domaine très éloigné, la logique mathématique, que

---

[5] Jean Ullmo *La pensée scientifique moderne* Flammarion 1969 ; Thomas Kuhn *La structure des révolutions scientifiques* Flammarion 1983, *The Essential Tension* Univ. of Chicago Press 1977.

[6] Cf. N. Bouleau *Risk and Meaning* Springer 2011, chap. II. Cournot's "philosophical probabilities".

[7] Cf. Ilya Prigogine, *Les lois du Chaos*, Flammarion 1994 ; I. Prigogine et I. Stengers *La Nouvelle Alliance, Métamorphose de la science*, Gallimard 1979.

nous allons expliciter maintenant, puis nous éclaircirons les analogies entre les deux situations dans un second temps.

Ce que les grandes découvertes des années 1930, dues à Gödel, Church et Turing selon trois approches convergentes, ont établi fondamentalement est que — pour des systèmes d'une complexité égale ou supérieure à l'arithmétique formelle décrite par les neuf axiomes de Peano — la production de conséquences est un processus parfaitement automatisable et mécanisable, mais qu'en revanche la question de savoir si tel énoncé donné est ou non l'aboutissement d'une chaîne déductive, c'est-à-dire d'une démonstration, cette question ainsi posée n'est pas soluble par un algorithme. En mathématiques formalisées, les machines peuvent produire des théorèmes, mais la question de savoir si tel énoncé est un théorème ou non n'est pas soluble par des procédés mécaniques. C'est une des raisons pour lesquelles les mathématiciens ne travaillent pas sur la combinatoire logique des signes mais grâce à du sens attribué aux symboles par le passé mathématique ou par la physique ou d'autres sciences[8].

L'énoncé candidat à être un théorème est une certaine chaîne finie de signes. Mais la longueur des démonstrations à investiguer pour tenter de l'atteindre comme conclusion à partir des axiomes ne peut être bornée au moyen d'un calcul algorithmique mené à partir de ce nombre fini de signes. Les mathématiques procèdent par *des excursions* : le simple ne s'obtient parfois que par des détours extrêmement longs et complexes[9].

De tels phénomènes ne se produisent pas pour certains systèmes plus simples que l'arithmétique comme l'arithmétique de Presburger qui ne possède pas de multiplication et constitue un système complet et décidable. Mais en revanche ils existent aussi dans des systèmes formels apparemment assez éloignés de l'arithmétique comme les systèmes de Thue ou le problème des mots pour les semi-groupes (cf. encadré).

Problème des mots pour un semi-groupe

On considère le semi-groupe libre à deux générateurs, c'est à dire les mots formés avec deux lettres *a* et *b*

$$a, b, aa, ab, aba, \ldots, abbabab, \ldots$$

muni de la loi de composition par juxtaposition sans parenthèses donc associative. Nous désignons les mots par des lettres majuscules. On définit alors une relation d'équivalence sur l'ensemble des mots de la façon suivante :

On prend deux mots $A=abbabab$ et $B= aaba$ par exemple et on pose

$$A \equiv B \text{ (c'est l'axiome)}$$

et on impose les règles suivantes entre mots

$$C \equiv C' \Rightarrow CD \equiv C'D$$

$$C \equiv C' \Rightarrow EC \equiv EC'$$

$$FGH \equiv FG'H \Rightarrow G \equiv G'.$$

Alors on peut montrer que

Il existe des axiomes en nombre fini

$$A_1 \equiv B_1$$

$$\ldots$$

$$A_n \equiv B_n$$

(que l'on peut écrire effectivement) tels qu'il n'existe aucun algorithme permettant de résoudre la question

$$E \equiv F \ ?$$

entre deux mots quelconques.

Quel enseignement peut-on tirer de ces systèmes ? Fondamentalement que les processus combinatoires fondés sur le principe de *l'accrochage et de la scission* — comme deux molécules en chimie peuvent se combiner et la grosse molécule ainsi formée se scinder différemment — ces processus peuvent être extrêmement complexes au point de ne pas être manipulables par des procédés algorithmique, c'est-à-dire réalisables sur ordinateur [10].

La logique qui gouverne les mathématiques, c'est-à-dire le langage des prédicats du premier ordre, ressemble à la chimie. Par déduction, les formules qu'on obtient sont tantôt plus grosses tantôt plus courtes que celles de départ. Et un énoncé étant donné, il est possible que pour le démontrer, il faille faire appel

[8] Cf. N. Bouleau *Philosophies des mathématiques et de la modélisation*, L'Harmattan 1999; et N. Bouleau, J.-Y. Girard, A. Louveau *Cinq conférences sur l'indécidabilité*, Presses des Ponts 1983, arXiv:0711.4717.

[9] On a glosé à l'infini sur le fait que la démonstration d'incomplétude de Gödel utilisait un argument de point fixe. C'est un moyen courant en mathématiques. Mais le point capital épistémologiquement de ce résultat n'est pas là, il concerne la calculabilité effective.

[10] Insistons sur le point qu'algorithme signifie ici calculable par une machine de Turing autrement dit par un ordinateur dont la mémoire est infinie quoique pour chaque calcul une partie finie seulement en soit utilisée.

à des détours très lointains. Heureusement les mathématiques sont imbibées de sens par l'histoire, par la physique, par toutes les sciences formalisées de sorte que ce sont sur ces significations que travaillent les mathématiciens.

Paul Valéry, sans en connaître la raison logique profonde, avait vu juste dans son coup d'œil sur le talent du géomètre lorsqu'il écrit dans *Eupalinos ou l'architecte* le dialogue suivant :

"Phèdre: Et les géomètres ? Crois-tu qu'il n'y ait pas chez eux une recherche singulière, et des exemples merveilleux de cette espèce rigoureuse de beauté ?

Socrate : Mais elle est ce qu'ils ont de plus précieux! Chaque but particulier qu'ils fournissent, ils y tendent par le rapprochement des vérités les plus générales; lesquelles, ils semblent d'abord réunir et composer sans arrière pensée. Ils dissimulent leur dessein, ils cachent leur visée réelle. On ne voit pas d'abord où ils veulent en venir... Pourquoi tirer cette ligne ?... Pourquoi faire ceci et non cela? Il n'est plus question du problème qui était en jeu. On dirait qu'ils l'ont oublié, et qu'ils se perdent dans l'éloignement dialectique... Mais , tout à coup, ils font une simple remarque. L'oiseau tombe des nues, la proie est à leurs pieds; et nous nous demandons encore ce qu'ils prétendent faire que déjà ils nous regardent en souriant!".

Les détours sont féconds, et *a contrario*, les résultats-candidats pris comme points de départ d'une investigation pour savoir s'ils sont ou non déductibles des axiomes, échappent en général à tout procédé systématique.

La démonstration de théorèmes mathématiques est le "modèle" que nous avons en tête pour nous aider à penser certaines questions relatives au génie génétique. Les règles de la déduction logique sur les énoncés sont des processus d'agrégation et de scission particuliers. Notons que le parallèle entre la combinatoire logique et la combinatoire chimique des molécules est très ancien puisque déjà les logiciens du début du vingtième siècle appelaient formules "atomiques" celles formées d'un seul prédicat dont les arguments sont des termes. Les formules générales s'en déduisant par combinaison logique et quantification sont alors appelées moléculaires.[11]

III. Le principe méthodologique de Quine.

Si nous considérons la séquence des bases qui constitue l'ADN dans le système chromosomique comme les axiomes gouvernant la combinatoire qui produira les protéines et les acides aminés situés dans les organes spécialisés de l'individu adulte, la correspondance entre donc le génotype et le phénotype est la réalité que nous tentons d'éclairer par notre modèle.

Immédiatement se pose la question de savoir si l'extrapolation à partir de nos systèmes formels est vraiment valide. La croyance que les processus réels qui concernent la combinatoire chimique dans le cadre de la thermodynamique des systèmes ouverts seraient plus directs ou plus faciles est cependant extrêmement réductrice *a priori*. On peut raisonnablement considérer, au contraire, que bien des difficultés *supplémentaires* se présentent. En particulier ce qui joue le rôle de contexte dans les systèmes mathématiques axiomatisés est tout simplement qu'ils baignent dans la logique des prédicats du premier ordre alors que l'épigénèse et l'influence des conditions contextuelles en biologie font intervenir le noyau, le cytoplasme, la cellule, et pour les humains le placenta, la famille, le social.

La situation est tout à fait similaire à celle rencontrée par W. V. O. Quine lorsque, après ses travaux de logique, il aborda les questions relatives au langage ordinaire. Il adopta alors le

---

[11] Cf. J. R. Schoenfield *Mathematical Logic* Addison-Wesley 1967 p15 et N. Bouleau, J.-Y. Girard, A. Louveau *Cinq conférences sur l'indécidabilité* 1983 arXiv:0711.4717 p10. Certains auteurs dans cette veine appellent *ion* une formule incomplète où certains arguments manquent cf. S. C. Kleene *Logique mathématique* Armand Colin 1971 p84.

principe méthodologique que si les langages mathématiques sont entachés de limitations — à savoir ici leur polysémie, le fait que contrairement à ce que pensait Husserl, ils ne définissent pas sans ambiguïté ce dont ils parlent — la situation ne pouvait certainement pas être meilleure pour les langues vernaculaires[12]. D'où il déduisit ses fameuses thèses sur la relativité de l'ontologie, l'indétermination de la traduction, et la sous-détermination des théories par l'expérience, qui restent une des analyses les plus profondes sur lesquelles on peut fonder une épistémologie de la modélisation aujourd'hui.

Nous placer dans cet état d'esprit revient à considérer que les questions posées *à partir de* résultats souhaités sur le phénotype sont *a priori* insolubles par des procédés mécaniques ou déductifs qui ne prendraient en compte que la description en elle-même de cette propriété phénotypique. La restriction exprimée par le vocable "*a priori*" vient de ce que nous n'excluons pas que dans des situations particulières des simplifications inhabituelles facilitent les choses.

A ce stade nous pouvons donc dire que la considération d'une protéine en elle-même ne permet pas en général de savoir de quelle configuration génétique elle provient [13]. Seulement nous sommes souvent aujourd'hui en présence de scientifiques réductionnistes de seconde génération peut-on dire. Il y a tant de fantasmes et d'espoirs qui ont été diffusés dans la direction de la biologie moléculaire que beaucoup de théoriciens et d'expérimentateurs sont volontairement et consciemment réductionnistes, selon l'idée qu'on peut toujours *essayer pour voir*. Aussi nous faut-il réfléchir davantage à la nature du risque qui est ainsi mis à l'épreuve.

IV. L'environnement providence

Comme les doctorants que j'ai évoqués au début l'avaient compris, lorsqu'on ne sait pas si un énoncé est un théorème, on peut le rajouter aux axiomes et continuer comme avant "pour voir". C'est *la méthode additive*.

Ce qui est pratiqué avec la génétique moléculaire est tout à fait similaire. S'agissant disons d'une protéine, on observe qu'elle est présente dans tel organisme, et qu'elle est liée à un segment particulier de son ADN pour la raison que lorsque ce segment est absent cette protéine n'est plus synthétisée par le dit organisme.

La technique la plus courante des modifications génétiques consiste dans cette situation à ajouter le segment d'ADN concerné à un autre organisme, plante, poisson, etc., dans le but de lui permettre ainsi de synthétiser cette protéine que l'on trouvera éventuellement ici ou là dans ses organes.

Cette *méthode additive*, pouvons-nous maintenant penser sur quels présupposés elle repose d'un point de vue épistémologique ?

En mathématiques, la consistance relative d'un énoncé par rapport à des axiomes — c'est-à-dire le fait que son ajout n'apporte pas de contradiction nouvelle — est une propriété le plus souvent difficile à démontrer. Pour l'hypothèse du continu et pour l'axiome du choix elle fut établie par Gödel en 1938 grâce à l'idée des ensembles constructibles[14]. Mais une particularité des mathématiques est que le contexte dans lequel elles baignent, à savoir la

---

[12] "les réussites obtenues dans les fondements des mathématiques demeurent exemplaires, prises pour normes de comparaison, et nous sommes à même de jeter des lueurs sur le reste de l'épistémologie en faisant des parallèles avec ce département" W.V.O. Quine *Relativité de l'ontologie*, trad. D. Largeault, Aubier 1977.

[13] Plusieurs travaux suivent le même principe méthodologique que nous attribuons à Quine et que adoptons ici. Ils montrent par exemple que la comparaison de deux protéines présente des difficultés de même nature que ceux exemplifiés par les systèmes de Thue, cf. V. J. Leung "The indecidability of the unrestricted modified edit distance" *Theoretical Computer science* 180 (1997) 203-215, et ses références. De même le problème d'atteindre un génome désiré par un processus d'insertion, de suppression et de substitution de bases sans passer par un gène létal est aussi indécidable, cf. R. Backhofen P. Clote "Evolution as a computational engine" Ludwig-Maximilians-Universität München 1996.

[14] Cf. J.-L. Krivine *Théorie axiomatique des ensembles*, chapitre VIII, Presses Universitaires de France 1972.

logique des prédicats, *est un système cohérent qu'elles ne perturbent pas*. Pouvons-nous étendre notre "modèle philosophique" pour penser le contexte ?

C'est en effet possible si nous réfléchissons à la notion de sous-théorie. Si nous avons une théorie axiomatisée et si nous y distinguons une partie des axiomes, les conséquences tirées de cette partie des axiomes est une sous-théorie de notre théorie. Introduisons des notations : $\mathcal{A}$ pour l'ensemble des axiomes de la théorie initiale notée $T_{\mathcal{A}}$ et $\mathcal{B}$ pour la partie axiomatisant la sous-théorie notée $T_{\mathcal{B}}$. Dans ces conditions $T_{\mathcal{A}}$ apparaît comme un contexte vis à vis de la théorie $T_{\mathcal{B}}$: si on ajoute un énoncé nouveau E à $\mathcal{B}$, la théorie $T_{\mathcal{B}}$ se trouve modifiée, mais aussi la théorie $T_{\mathcal{A}}$ qui la contient. Il se peut évidemment que la sous-théorie étendue déduite de l'ensemble $\mathcal{B}$UE soit non contradictoire, mais qu'en revanche la théorie de contexte tirée de $\mathcal{A}$UE soit, elle, contradictoire.

Il est encore plus clair, pour penser l'action du contexte, de considérer trois théories T_C représentant le système étudié en laboratoire, incluse dans $T_{\mathcal{B}}$ représentant l'action de l'environnement sur le système dans la nature, incluse elle-même dans $T_{\mathcal{A}}$ représentant tout l'environnement.

En biologie il convient de considérer *la consistance interne* — qui est le fait de voir si dans le laboratoire l'être modifié est létal ou non, ou s'il est pourvu d'altérations "acceptables" ou non. Et *la consistance externe* — qui concerne les perturbations que l'ontogenèse de l'organisme va produire sur son environnement et celles qui, en retour, viendront de cet environnement sur l'organisme lui-même, sur d'autres organismes perturbés par cette modification.

On voit que le fait d'être en condition de confinement ou non a des répercussions essentielles dans cette problématique. La *recherche confinée* pour reprendre le terme introduit par Michel Callon en d'autres circonstances[15], ne peut appréhender que certains risques, les risques combinatoires internes ou avec un environnement strictement circonscrit, (représenté dans notre "modèle" à trois théories par la théorie T_C). Ce qui se passe en revanche *en plein air*, est une prise de risque d'une audace tout à fait nouvelle dans la mesure où elle passe par l'extérieur, par la réactivité d'un milieu dont les limites sont incertaines (dans notre "modèle" la théorie $T_{\mathcal{B}}$), voire la totalité de la biosphère (dans notre "modèle" la théorie $T_{\mathcal{A}}$). Elle est de même nature que l'apparition d'un nouveau microbe ou d'un nouveau virus mais provient de laboratoires et non des changements des êtres existants dans leur contexte : la résilience de la nature à ce type d'affect est totalement inconnue. Et, je reviendrai sur ce point fondamental plus loin, les conditions sociales de la prise de risque ne sont pas pensées et les choix politiques afférents ne sont pas explicités.

En ce qui concerne la *consistance interne* déjà, ce serait une erreur de penser que l'ajout d'un segment à l'ADN d'un organisme n'aura comme conséquence que de faire apparaître chez lui les molécules dont la présence dans une autre espèce étaient conditionnées par la présence de ce segment. Précisément en raison du fait que durant l'ontogenèse se produit une myriade de processus "d'accrochage et de scission", les substances élaborées ne peuvent être connues qu'en suivant le déroulement lui-même de la croissance de l'organisme, c'est à dire son histoire propre. Ce que va faire cet être durant son développement, la nourriture dont il disposera, les conditions auxquelles il sera soumis, la faune bactérienne dans laquelle il évoluera, seront des facteurs qui conditionneront le résultat physiologique qu'il est susceptible d'atteindre.

La *consistance externe* quant à elle, ne concerne pas uniquement l'effet des conditions contextuelles sur le développement de l'organisme lui-même, mais la perturbation induite dans l'écosystème où l'organisme a été placé, du fait de la nouvelle axiomatique chimique qu'il

---

[15] M. Callon, P. Lascoumes, Y. Barthe, *Agir dans un monde incertain, Essai sur la démocratie technique*, Seuil 2001.

apporte. Il est évident que l'environnement ne peut influencer l'organisme sans être lui-même perturbé en retour. A cet égard le darwinisme peut facilement nous faire comprendre la fragilité des écosystèmes, car les espèces s'étant développées par un processus conjoint d'essais et d'erreurs, il se peut que les trajets chimiques suivis, d'agrégation et de scission, n'aient *jamais* rencontré certaines molécules qui peuvent alors être des poisons dont l'effet destructif peut effacer des milliers d'années d'évolution.

V. Essayer pour voir

De ce qui précède — grâce à notre modèle simplifié — nous voyons que le biologiste peut difficilement partir de propriétés souhaitées pour remonter vers le code génétique. Cela veut donc dire qu'il procède principalement dans l'autre sens en essayant des modifications pour voir ce qu'elles donnent, selon une démarche apparentée à la méthode additive.

Il m'a été fait remarquer que le principe des essais "pour voir" était la base même de la biologie expérimentale : dans les discussions déontologiques, la pratique en laboratoire qui fait progresser la compréhension théorique est à considérer à part de la technologie appliquée à ciel ouvert, les questions et les enjeux étant différents, et, même pour cette dernière situation, il convient de tenir compte du degré de connaissance dont on dispose et de la fiabilité des prédictions au cas par cas. Deux arguments sont habituellement avancés à ce sujet. Premièrement la méthode d'essayer pour voir a été historiquement, depuis la découverte du feu jusqu'à l'énergie nucléaire, la principale voie pour faire avancer la connaissance. L'homme a toujours procédé ainsi. Et, second volet, avec les organismes dont nous modifions artificiellement le génome, nous ne faisons que faire ce que la nature fait tout le temps. Les bactéries mutent en permanence sans contrôle dans l'environnement, les virus également, etc.

Cette argumentation est très forte. Trop expéditive justement ! C'est là que le philosophe doit faire appel à la raison et non plus seulement à l'entendement, pour reprendre la distinction majeure soulignée par Karl Jaspers[16]. Cette argumentation est si forte que la plus grande part des biologistes y croient aveuglément. Comme le fait remarquer Francis Fukuyama dans les discussions publiques ou spécialisées ce sont toujours les bio-éthiciens professionnels qui sont partisans de prendre des positions les plus permissives[17]. Que cette argumentation ait un effet excessif dans le milieu des chercheurs est particulièrement visible sur les positions triomphantes qu'elle induit chez les universitaires les plus brillants. L'ouvrage collectif dirigé par John Brockman *The New Humanists*[18] est révélateur à cet égard. On y trouve une vingtaine de scientifiques ayant des carrières prestigieuses dans les universités américaines et quelques britanniques, proclamer des anticipations mirobolantes sur la future société scientifique et technique et sa conquête de l'univers : la croissance exponentielle de l'intelligence des futurs hommes-machines, le fait que les soucis éthiques ne sont pas conformes au darwinisme bien compris : "The ethical debates are like stones in a stream. The water runs around them. You haven't seen any biological technology held up for one week by any of these debates", "the very concept of technological advance is so deeply ingrained in our society, that it's an enormous imperative". La phrase clef qui résume la philosophie de ces chercheurs de haut niveau est la suivante : "science is the only game in the city".

C'est dire l'absence de recul de ces savants sur leur activité qui est *le seul plaisir au monde* et l'ignorance de tout ce qui les entourent. Evidemment toutes les manipulations génétiques sont bonnes à tenter, l'espèce humaine doit se transformer pour conquérir l'univers... Il faut prendre ce livre en main, pour se rendre compte du mélange étonnant de philosophie de café du commerce et de *fantasmes d'adolescents* en mal d'être réconfortés par des espoirs

[16] K. Jaspers *La bombe atomique et l'avenir de l'homme*, Buchet-Chastel 1963, introduction p27.
[17] F. Fukuyama *Our Posthuman Futur*, Profile Books 2003.
[18] *The New Humanists* ss la dir. de John Brockman, Barnes et Noble 2003

insensés que peuvent produire des professeurs d'université, et pas des moindres UCLA, MIT, Harvard, etc.

La faiblesse de cette argumentation — que l'homme a toujours procédé par essais et qu'il fait ainsi ce que fait la nature — est qu'elle est abstraite et scotomise la plus grande partie de la réalité. Le problème est-il seulement de savoir si le comportement des scientifiques est dans le prolongement de ce que les naturalistes et les biologistes ont observé dans le fonctionnement de l'évolution ? Cette seule similarité ne saurait être une base éthique. Car par ce raisonnement on justifierait aussi bien que les humains dévorent toute la nourriture et les ressources disponibles engageant l'humanité dans des cycles proies-prédateurs. De plus cette "similarité" est en soi problématique puisque les processus naturels se sont produits dans des contextes spécifiques, que nous sommes incapables de décrire exhaustivement. Le problème est à la fois beaucoup plus large et beaucoup plus concret : *Il est de savoir qui prend les risques, quels risques, et qui reçoit les risques pris par d'autres*. Ulrich Beck a tourné la page de l'aventurisme scientiste, la connaissance scientifique est socialement construite, elle n'est pas le soulèvement du grand voile de l'ignorance qui cachait la vérité, comme le croyaient les positivistes. Soulever telle ou telle partie de ce voile n'est pas équivalent. Croire que toutes les expérimentations sont épistémologiquement légitimes par une sorte de liberté du chercheur — qui fait "comme la nature" — c'est mal comprendre que la science et la technique fabriquent le monde et qu'il est parfaitement légitime au citoyen de ne pas laisser l'avenir social dépendre du fortuit des "essais pour voir" de chercheurs qui naïvement croient qu'ils trouvent par hasard et ne perçoivent pas le conditionnement social qui oriente leurs travaux. C'est de la part des scientifiques croire qu'une certaine *providence* fera que l'environnement naturel *et humain* assimilera ces modifications et par une sorte de régulation naturelle ou de système immunitaire généralisé qui permettrait aux écosystèmes de pourvoir aux outils de leur préservation.

Nous sommes arrivés à un temps où l'amusement des chercheurs n'amuse plus le profane, et où les dégradations apportées au monde par les risques techniques sont telles que la libido de la recherche est à resituer elle-même dans son contexte. *L'homme de demain est pure abstraction, la seule priorité tangible est la société de demain*. Aussi bien la façon dont procède la recherche actuellement, fondamentalement par faits accomplis, apparaît archaïque en empêchant le travail démocratique de se constituer qui ferait le lien entre le citoyen et le scientifique par des institutions appropriées, ce qui se relie à la légitimité d'un pluralisme explicite dans les perspectives envisagées par les chercheurs ainsi que d'instances de concertation[19].

***

Les arguments qui motivent les mouvements associatifs et politiques qui s'opposent aux OGM sont multiples. Celui qui justifie le mieux le recours à l'action politique sous toutes ses formes est le monopole économique que s'attribuent les firmes sur les semences et les organismes modifiés par le système des brevets et la disproportion de moyens dans leurs conflits juridiques avec les tenants de méthodes plus ordinaires. Nous voyons cependant que les réticences devant les prises de risque en génétique sont aussi fondées du point de vue de la philosophie de la connaissance. Il y a comme pour la providence divine, derrière ces audaces expérimentales, la croyance à un extérieur bienveillant qui fera que tout s'arrangera finalement.

Entre les associations qui luttent contre les expérimentations en plein champ et les expérimentateurs de modifications génétiques qui viennent introduire leurs nouveautés dans la nature, sont-ce les associations qui sont attachées à des croyances surannées et qui n'ont pas compris la démarche scientifique ? Ou bien sont-ce les "chercheurs" qui ont véritablement

[19] Voir à ce sujet l'ouvrage de Léo Coutellec *De la démocratie dans les sciences, épistémologie, éthique et pluralisme*, Editions matériologiques 2013, et ma contribution "Du pluralisme dans la science" à l'ouvrage *L'économie de la connaissance et ses territoires*, Colloque de Cerisy, Th. Paris et P. Veltz eds, Hermann 2010.

transporté leur croyance en dieu en une providence qui est là et qui fera que tout ira bien quelles que soient les germes génétiques qu'on introduit pourvu qu'ils soient utiles à l'homme ou plus exactement à l'homme économique ?

Le sentiment religieux est explicite bien sûr lorsque Teilhard de Chardin déclare "Zoologiquement et psychologiquement parlant, l'Homme, enfin aperçu dans l'intégrité cosmique de sa trajectoire, n'en est encore qu'à un stade embryonnaire, au delà du quel se profile déjà une large frange d'ultra-humain"[20] ou encore lorsqu'il évoque l'humanité en train de "se nouer sur soi (racialement, économiquement, et mentalement) avec une vitesse et sous une pression constamment accélérée… Irrésistiblement…le monde humain est entraîné à faire bloc. Sur soi-même *il converge*"[21]. Cet "homme" est d'une généralité qui n'a d'égale que cette vision simpliste de "l'humanité". L'enthousiasme de Teilhard, autoproclamé, a terriblement vieilli. Mais le même sentiment religieux est implicite chez des auteurs plus laïques : lorsque Luc Ferry, par exemple, écrit "Et c'est dans l'idée même de cette infinité [du progrès] que l'être humain, désormais défini par sa perfectibilité, réaménage la question du sens"[22] on ne peut manquer de voir dans cette mise en perspective le transfert d'un sentiment de grâce divine vers le chercheur en biogénétique et sa réussite auto-justificatrice, et corrélativement une scotomisation de la dimension sociale de l'être humain. Cela ne revient-il pas à dire : les pauvres, le surnombre, la corruption, etc., on ne peut rien y faire, il vaut mieux s'en remettre aux perturbations que les résultats des laboratoires induiront ? Voilà la nouvelle forme de providence.

Cependant *cette providence évidemment n'existe pas*, elle une projection rassurante induite par l'énigme de notre pauvre condition humaine. Il y a là sans aucun doute une *blessure narcissique* dont bien des biologistes n'ont pas encore pris conscience. Les raisonnements qui tendent à fonder l'éthique scientifique sur des analogies avec l'évolution ou avec le comportement des hommes dans le passé sont terriblement affaiblis par la réalité à laquelle on se cogne aujourd'hui qui est celle de l'exponentielle des processus économiques et démographiques et de la finitude du jardin. Aussi la société de demain est-elle la priorité, et l'environnement aussi.

Nicolas Bouleau
Mai 2013

Je remercie Peter Rogowsky pour une lecture critique d'une version antérieure de ce travail.

[20] P. Teilhard de Chardin *Le cœur de la matière* (écrit en 1950).
[21] P. Teilhard de Chardin "La réflexion de l'énergie" Revue des Questions scientifiques, oct. 1952, p481.
[22] Ferry L., *Le nouvel ordre écologique, L'arbre, l'animal, l'homme*, Grasset 1992.