HAL
open science

L'évaluation globale des technologies

Frédéric Jacquemart, Véronique Thomas-Vaslin

To cite this version:

Frédéric Jacquemart, Véronique Thomas-Vaslin. L'évaluation globale des technologies. Bertrand Bocquet. La Fièvre de l'évaluation , Presses Universitaires du Septentrion, 2016, 978-2-7574-1269-5. hal-01298219

HAL Id: hal-01298219

https://hal.science/hal-01298219

Submitted on 5 Apr 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Jacquemart, F. and V. Thomas-Vaslin (2016). L'évaluation globale des technologies.
La Fièvre de l'évaluation ed. Bertrand Bocquet, Presses Universitaires du Septentrion: 196.

L'évaluation globale des technologies

Frédéric Jacquemart[1] et Véronique Thomas-Vaslin[2]

L'évaluation des technologies prend un aspect particulier depuis qu'il est devenu patent que la nature n'a pas une résilience infinie. Comme l'espèce humaine, en tant que telle, dépend, comme toute autre espèce, de l'état de la nature pour pérenniser sa présence sur terre, les enjeux de l'évaluation prennent des dimensions nouvelles, dans un cadre nouveau.

L'évaluation classique, analytique, causaliste et essentiellement loco-régionale, vise surtout le niveau de l'individu ou de la collectivité. Elle ne peut répondre à la question de savoir quelle sera la réponse de la biosphère aux perturbations que nous lui faisons subir. C'est pourtant ce type de question qui nous importe aujourd'hui.

1. Contexte

Les systèmes comme la biosphère ou la biogée[3] sont beaucoup trop complexes pour permettre une prédiction à moyen et long terme de leurs réactions aux perturbations liées aux activités humaines. Comme il n'est pas raisonnable d'envisager l'arrêt des techniques ni même celui de l'innovation, du fait de l'extrême dépendance de nos sociétés aux produits technoscientifiques et qu'il est nécessaire de nous adapter aux changements générés, il est impératif de développer de nouvelles méthodes pour aborder globalement (et non plus seulement analytiquement) la question de l'évaluation de nos actes et des technologies. Schématiquement, alors que l'évaluation classique demande « *si je fais cela, que va-t-il se produire ?* », l'évaluation globale, se situant à un niveau systémique, oublie ce type de question, qui dépasse nos capacités, pour demander « *si je fais cela, est-ce que je touche à quelque chose d'important pour l'organisation du système considéré ?* ». On vise, en somme, non à prédire ce qui va se passer, mais à évaluer la gravité potentielle d'une interaction avec le système qui nous contient.

Ce questionnement nouveau correspond à l'appel à projets lancé en 2011 par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) dans le cadre du programme « RiskOGM », qui a été attribué au GIET en collaboration avec l'UMR-5600-INSA de Lyon, de l'équipe d'Immunologie Intégrative FRE3632 CNRS UPMC[4], et avec la participation, lors du colloque de restitution « EvaGo », de chercheurs de l'Institut des Systèmes Complexes Paris-Île de France (ISC-PIF), dont l'intérêt est souligné dans la revue du CNRS[5], et ces travaux faisant suite à et intégrant ceux effectués dans le cadre du Haut Conseil des Biotechnologies et intitulés « *Éthique générale et évaluation des technologies nouvelles* »[6].

Il apparaît d'emblée que cette réflexion ne peut se situer dans le contexte culturel dominant actuel, même si des travaux qui sont issus de ce contexte peuvent néanmoins être utilisés, au moins à titre provisoire.

Le terme « culture » est assez polysémique. Il peut désigner, par exemple, l'étendue des connaissances d'un individu. Ici, ce terme désigne l'ensemble de ce qui permet à un groupe d'humains donné de vivre ensemble et de communiquer. Notamment, cette culture fournit des jugements a priori, des conditions de jugement a priori[7], des attitudes a priori etc. Tous ces a priori sont « déjà-là », avant même que nous ne jugions, communiquions, décidions... L'essentiel d'une culture est dans ces a priori implicites, c'est à dire non exprimés, communs ou majoritaires, évidents, hors de toute discussion. Certains de ces a priori peuvent être mis au jour et alors éventuellement discutés, d'autres non, et nécessitent pour les prendre en compte une approche artistique.

---

1 Président du Groupe International d'Études Transdisciplinaires (GIET) (http://www.giet-info.org)
2 CNRS, FRE3632, Immunologie-Immunopathologie-Immunothérapeutique (I3); Paris, France
UPMC Univ Paris 06, UMRS959, Immunologie-Immunopathologie-Immunothérapeutique (I3); Paris, France
[3]INSERM, UMRS959, Immunologie-Immunopathologie-Immunothérapeutique (I3); Paris, France
Porteur du réseau ImmunoComplexiT (RNSC) (http://www.immunocomplexit.net/), Comité de Direction ISC-PIF http://www.iscpif.fr/

3 En s'inspirant de Michel Serres, le GIET utilise le terme « biogée » pour désigner le système dynamique formé par la biosphère et le monde abiotique.

4 Ont participé au texte final et/ou au colloque sur l'évaluation globale du 14 octobre 2014 : Philippe Bihouix, Nicolas Bouleau, Léo Coutellec, Roland Gori, Frédéric Jacquemart, Giuseppe Longo, Maël Montévil et Véronique Thoma-Vaslin (cf. http://evaglo.net).

5 Thomas-Vaslin, V. (2014). Evaluation de la résilience et des perturbations des systèmes complexes. La lettre de l'inSHS du CNRS. Paris, CNRS.

6 Ce groupe de travail était constitué de : Jacques Blondel, Nicolas Bouleau, Léo Coutellec, Patrick Gaudray, Frédéric Jacquemart, Catherine Larrère, Martin Rémondet et Anne-Françoise Schmid.

7 Voir à ce sujet « *Pour une évaluation globale des OGM – Des perspectives épistémologiques renouvelées pour l'analyse des risques* » programme « EvaGlo » du programme « RiskOGM » piloté par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) (http://www.evaglo.net).

La plupart du temps, le contexte culturel est validé de facto, c'est à dire sans que la question de sa validité soit posée. L'évaluation globale ne saurait se satisfaire d'une telle validation et se situer dans le contexte culturel dominant (dans tous les sens du terme !). L'objectif de l'évaluation globale est bien de chercher les moyens de vivre en société sans mettre en péril l'espèce humaine par l'altération du système complexe qui lui sert de milieu de vie (la biogée), or, cette altération est bien le résultat des actes issus de ce contexte culturel dominant. La métamorphose culturelle est bien co-substantielle avec l'évaluation globale. C'est pourquoi la synthèse des travaux préliminaires sur l'évaluation globale du programme RiskOGM insiste sur la nécessité de repenser le statut de l'objet, celui du sujet, celui de la source de sens, notamment, qui sont fondamentaux pour construire notre rapport au monde et donc nos modes de jugement et de décision. Il s'en suit, bien sûr, une nécessité impérieuse de revisiter la science et la philosophie.

L'évaluation globale ne se situe plus dans une recherche de vérité, mais dans une recherche d'opérationnalité partielle et provisoire au cœur de l'évolution culturelle rapide en cours. De par son type de questionnement et la précarité essentielle de ses conclusions, l'évaluation globale est une évaluation non-standard. S'appuyant sur le contexte culturel actuel et cherchant à se projeter dans un contexte futur qui n'est qu'en formation, elle utilise des résultats classiques, issus notamment des théories des systèmes complexes, mais en laissant en suspens la question de leur pertinence. Il est nécessaire, dans une période de transition, de rupture ou mieux, de métamorphose culturelle, d'accepter des contradictions et des incertitudes. Il suit de cette inconfortable, mais passionnante situation une incitation forte à la prudence en matière de décisions, prudence qui n'est pas dans les habitudes actuelles de la civilisation occidentale (mondialisée!). Nous proposons, à titre préliminaire, trois voies d'abord pour cette évaluation globale.

2. Première voie : bilan de l'état actuel

La première voie empruntée consiste à tenter d'apprécier le degré de gravité et l'étendue des altérations déjà infligées à la biogée. Il s'agit surtout là d'une compilation et synthèse des travaux existants sur l'évolution de la biodiversité[8], des ressources[9], du climat[10]. À cela, il faut ajouter les travaux récents qui recherchent, au niveau des éco-systèmes et de la biogée, les signes avant-coureurs de l'effondrement de ces systèmes[11]. Savoir où nous en sommes au sujet des points de non-retour que comportent les systèmes complexes naturels est une question évidemment cruciale, qui devrait mobiliser davantage l'attention et les efforts des politiques publiques.

3. Deuxième voie : approche fondamentale

La seconde voie consiste à se demander ce qui est essentiel pour qu'existe une organisation, l'idée étant que si des technologies interfèrent avec ces fondamentaux, ce qui est alors en jeu est bien le devenir de l'espèce humaine, sans, encore une fois, qu'il soit nécessaire de prévoir les effets de cette interférence. Nous répondons alors bien à la question du niveau de gravité, constituant le fondement d'un principe de précaution clairement reformulé.

La première constatation est tellement évidente qu'elle ne retient généralement pas l'attention, alors qu'elle est loin d'être aussi triviale qu'il n'y paraît : une organisation est d'abord quelque chose qui est différent d'une composition aléatoire. Une organisation n'est pas n'importe quoi et c'est bien en cela qu'elle constitue une entité reconnaissable dans le cadre d'une source de sens (humaine). Nous montrons que la condition première à la constitution d'une organisation est la restriction majeure, restriction à presque rien (proportionnellement), de ce qui est exprimé, dans le possible réalisable correspondant. Evidemment, ce presque rien reste immense par rapport à nos capacités cognitives et c'est peut-être ce qui fait que ce fait majeur est largement négligé. On voit tout de suite que ce qui représente la justification première des biotechnologies modernes, à savoir la transgression des restrictions naturelles aux échanges de séquences d'ADN ne saurait être validé sans justification préalable. L'évaluation globale, dans ses premiers pas, permet déjà de poser les questions de justification et de décision en des termes totalement neufs. Il en est de même pour une seconde caractéristique de l'organisation. Se distinguant de l'aléatoire, l'organisation peut néanmoins être considérée comme en étant issue. Elle a, de toute façon, la même nature qu'une production aléatoire, qui peut tout réaliser de manière équivalente. La sortie du paradoxe apparent se fait par l'introduction de la nécessité, tout aussi basique que la restriction majeure, de l'historicité, qui devient un caractère fondamental de tout objet et événement. Là encore, pour prendre l'exemple des biotechnologies modernes (dont la biologie de synthèse!), transférer une séquence d'ADN d'un organisme à un autre ou implémenter une séquence synthétique, anhistorique, signifie implicitement que l'on décide que l'historicité de cette séquence est non pertinente (ce qu'il aurait fallu montrer, là aussi, préalablement et on aurait du mal à le faire!). De ces deux manières, on voit que potentiellement, les biotechnologies modernes interfèrent avec ce qu'il y a de plus fondamental en matière d'organisation des systèmes, ici, le système constituant la biosphère. On voit aussi du

---

8 Une littérature considérable existe sur ce sujet, voir notamment les travaux de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature). Un article présente une élégante synthèse : Jacques Blondel (2005) « *La biodiversité sur la flèche du temps* ». Natures, Science, Sociétés 13, 296-301.

9 Sur la question de l'épuisement des ressources minérales accessibles, l'ouvrage de Philippe Bihouix (2014) « *L'âge des Low Tech. Vers une civilisation techniquement soutenable* » coll. Anthropocène – Le Seuil, apporte un éclairage particulièrement instructif.

10 On pourra se référer aux publications du GIEC (www.ipcc.ch) et de la Banque Mondiale (World Bank (2014) « *Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal* ». Washington, DC: World Bank).

11 Une excellente revue sur ce thème : Anthony D. Barnosky et al. (2012) « *Approaching a state shift in Earth's biosphere* » Nature 486:52-58. doi:10.1038/nature11018.

même coup que l'évaluation analytique au cas par cas est inopérante pour ce qui est de l'essentiel, puisque ce n'est pas tel ou tel organisme génétiquement modifié qui va interférer avec l'organisation de la biosphère, mais bien l'habitude que l'on peut prendre de modifier tout et n'importe quoi, habitude qui a de fortes chances de devenir sociétalement irréversible avant que les effets systémiques ne puissent être attribués à ces pratiques. Il y a en effet une co-évolution des sociétés et des techniques qui fait que dans les cas des technologies structurantes, se crée une dépendance sociétale. L'abandon de ces technologies si on les reconnaît comme nocives est alors soit impossible, soit tellement coûteuses que la décision d'abandon ne peut être prise ou que les conséquences pour la société sont très lourdes. Pensons à ce que produirait l'abandon de l'automobile, de l'électricité ou de l'informatique ! Ce ne serait certainement pas un retour à l'état antérieur à ces inventions, du fait de la dépendance engendrée par la co-évolution de la société avec ces techniques. Cet établissement d'une telle dépendance succédant à l'absence d'évaluation globale est, selon nous, un facteur majeur de l'effondrement des civilisations dans le passé comme l'ancienne Égypte, l'empire Romain ou les Basses-Terres Mayas[12]. L'évaluation analytique classique est en effet incapable de prévoir les effets systémiques en jeu et autorise ainsi le développent de technologies de manière largement aveugle par rapport au devenir de l'espèce humaine[13].

Le caractère aveugle du développement des techno-sciences par rapport aux enjeux prioritaires du monde moderne (à la limite, notre survie en tant qu'espèce, ou à un degré moindre, une poursuite de notre présence sur terre sans catastrophe majeure) fait aussi partie de l'évaluation globale. Un système complexe dynamique comme les systèmes naturels possède en principe une résilience très importante. C'est cette résilience qui donne l'impression fausse qu'on peut faire à peu près n'importe quoi sans grande conséquence pour la nature. Il existe, très généralement, pour de tels systèmes, des points critiques au-delà desquels cette résilience cesse et où le système considéré s'effondre (changement d'attracteur de la dynamique si on prend les termes des physiciens, irréversible ou très difficilement réversible). Au niveau de l'évolution des êtres vivants, de tels effondrements se sont déjà produits par le passé (on répertorie généralement cinq périodes d'extinction majeures des espèces, plus d'autres moins importantes). Dans ces cas, de très nombreuses espèces et genres disparaissent définitivement. L'évolution reprend sur de nouvelles bases et après de très longues périodes, qui se comptent en millions d'années, une autre biodiversité se recrée. Le problème spécifique à notre époque est que l'espèce humaine est présente et compatible avec l'organisation **actuelle** de la biogée. Ce n'est donc pas le devenir de la nature dans l'absolu (et en l'absence d'une source de sens!) qui est en jeu, mais bien notre propre devenir. C'est cela, encore une fois, qui justifie notre démarche consistant à mettre en place un mode d'évaluation de nos actes qui prenne en compte cette question, fondamentale s'il en est.

Il est difficile de trouver un paramètre quantifiable capable de qualifier l'évolution des techno-sciences dans leur ensemble. Par contre, on peut considérer que les courbes démographiques reflètent cette évolution puisqu'elles en dépendent étroitement. Le philosophe François Meyer, co-fondateur du GIET, avait déjà, dès les années 1950, souligné le caractère sur-exponentiel des évolutions démographiques et technoscientifiques[14] et en avait tiré des réflexions remarquablement visionnaires. Sur-exponentiel veut dire que le taux de croissance est lui-même croissant, alors qu'il est constant pour une exponentielle. A noter que, en regardant l'évolution de la démographie mondiale d'assez loin pour que les variations locales soient négligeables, on est frappé par sa régularité, signe, en autres, de la résilience du processus sous-jacent. La perte actuelle de cette régularité, si elle se confirme, constituerait pour nous un signe de la désorganisation du système qui génère cette croissance régulière.

Il est à noter que la validation des énoncés scientifiques et les décisions d'usage des techniques sont indépendantes de l'aptitude de l'espèce humaine à se maintenir dans la biogée. Autrement dit, l'usage des techno-sciences est indépendant de l'organisation de la biogée et ce faisant, ils sont aléatoires l'un par rapport à l'autre. Lorsqu'on utilise des techno-sciences qui agissent sur la biogée, on introduit donc de l'aléatoire dans un système organisé. On l'a vu, la résilience d'un tel système est forte, mais non infinie et la croissance des techno-sciences a un caractère sur-exponentiel. L'introduction d'aléatoire dans la biogée, qui a toujours eu lieu depuis que l'humanité existe (et même probablement avant), change de nature avec cette croissance sans précédent et constitue par elle-même un problème concernant notre objectif majeur de perdurer en tant qu'espèce. En effet, comme prendre un gramme sur la tête ou prendre une tonne sur la tête n'est pas la même chose en plus gros, mais est qualitativement différent en ce que cela mobilise des relations nouvelles, la quantité d'aléatoire injectée dans la biogée actuellement est qualitativement différente de ce qui s'est produit jusque-là dans la longue histoire de l'humanité (longue à notre échelle).

Là encore, l'évaluation globale pose le problème majeur de notre persistance dans des conditions acceptables, sous une forme adaptée (et bien globale) à ce type de questionnement et impose de repenser le processus et de décision et de l'évolution des techno-sciences sous un angle totalement nouveau. Notamment, l'innovation ne peut plus être considérée comme bonne a priori mais doit être réservée à ce qui est indispensable, dans le cadre culturel adéquat.

---

12 Joseph A. Tainter (1988) « *The collapse of complex societies* » Cambridge University Press, traduction française (2013) « *L'effondrement des sociétés complexes* » éditions Le Retour aux Sources.

13 Des entreprises d'évaluation comme celle du GIEC représentent un intermédiaire très intéressant entre l'évaluation analytique classique et l'évaluation globale. Ceci doit faire l'objet d'une réflexion dédiée. Là aussi, on ne cherche pas à prédire des faits, mais des probabilités globales d'évolution avec les risques correspondants. L'évaluation globale telle que nous la proposons est un pas de plus dans cette direction.

14 François Meyer (1954) « *Problématique de l'évolution* » PUF.

4. Troisième voie : expérimentation à petite échelle

La troisième voie est relative aux précédentes. Il s'agit de trouver quelques modèles biologiques ou écologiques permettant de tester des hypothèses portant sur des propriétés indépendantes de l'échelle des systèmes. Il n'est en effet pas possible d'expérimenter sur la biosphère ou la biogée... Par contre, certaines propriétés des systèmes, comme celles que nous avons citées (restriction majeure, historicité, effet d'injection d'aléatoire dans un système) et d'autres, ne dépendent pas, en principe, de la taille du système, au moins dans une certaine marge. Il est donc important de disposer de systèmes naturels testables pour mieux approfondir les notions que nous mettons au jour et aussi pour tenter de quantifier certaines d'entre elles.

Deux types de modèles nous semblent être adaptés, qui sont d'échelles différentes, les éco-systèmes lacustres, sur lesquels beaucoup de travaux sont disponibles dans une optique systémique, qui sont assez bien localisables et isolables et pour lesquels l'expérimentation est possible dans une certaine mesure[15] et l'analyse de la dynamique des lymphocytes T du système immunitaire (de souris notamment), sorte d'écosystème microscopique. Pour ce dernier cas, il existe des travaux replaçant le système immunitaire au cœur de l'évolution des espèces, qui ont l'avantage de comporter à la fois des données biologiques concernant l'évolution de la dynamique et des répertoires des lymphocytes lors de perturbations ou du vieillissement du système immunitaire[16] et des modélisations[17]. Ainsi, il est envisagé de commencer par faire des essais de modélisation, pour réduire la part des expérimentations sur l'animal.

5. Conclusion

L'évaluation globale ainsi conçue nécessite, pour être développée, et développée suffisamment rapidement pour répondre aux besoins, le concours synergique du monde académique, de la « société civile », notamment à travers le monde associatif qui en est une émanation et du monde politique. Beaucoup de choses utiles sont en principe disponibles mais en pratique inaccessibles, surtout du fait de la spécialisation des langages qui rend très difficile la mise en commun et la refonte des connaissances.

Nous vivons une période particulièrement difficile et périlleuse, car un changement culturel de l'envergure de ce qui est nécessaire ne va pas sans risque, risque de violence réactionnelle à une perte de repères, notamment. Mais c'est aussi la plus grande et enthousiasmante aventure de toute l'histoire de l'humanité. L'évaluation globale n'est qu'une toute petite partie de cette aventure, mais son développement peut être, outre son utilité propre, un catalyseur, un ferment, pour que l'effondrement annoncé de la culture occidentale[18] ne soit pas un désastre, mais la plus belle histoire jamais vécue, transformant cet effondrement en métamorphose.

---

15 Voir, par exemple : Stephen R. Carpenter et al. (2011) « *Early warnings of regime shifts : a whole-ecosystem experiment* » Science 332:1079-1082. doi:10.1126/science.1203672.

16 Si cette étude montre la résilience et l'homéostasie du système immunitaire elle ne prend ici pas en compte le vieillissement et épuisement du système (Thomas-Vaslin, V., H. K. Altes, R. J. de Boer and D. Klatzmann (2008). "Comprehensive assessment and mathematical modeling of T cell population dynamics and homeostasis." J Immunol 180(4): 2240-2250 (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgicmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18250431)

décrite dans l'étude suivante (Thomas-Vaslin, V., A. Six, H. P. Pham, C. Dansokho, W. Chaara, B. Gouritin, B. Bellier and D. Klatzmann (2012). Immunodepression & Immunosuppression during aging. Immunosuppression. M. B. Portela. Brazil, InTech open acces publisher: 125-146.)

17 Thomas-Vaslin, V. (à paraître). Complexité multi-échelle du système immunitaire: Evolution, du chaos aux fractales *in* Le vivant critique et chaotique. Ed. materiologiques.

18 Erik M. Conway & Naomi Oreskes (2014) « *L'effondrement de la civilisation occidentale* » Les Liens qui Libèrent.