

## Répliquable, reproductible

**A** une époque où beaucoup de publications sont suspectées de plagiat ou de fraude avec des mises au pilori compréhensibles, avec certains chercheurs (même de haut niveau) qui inventent ou qui simplement arrangent des résultats expérimentaux, la communication par les chercheurs des incertitudes dans les résultats scientifiques reste indispensable parce que son affichage validé devient un élément incontournable du processus scientifique. Il devrait en effet incomber aux milieux scientifiques, dans un monde pressé et payant (à nombre de niveaux), de faire connaître les fondements scientifiques et d'universalité des méthodes (et des modes de traitement mathématiques et statistiques associés) et de la qualité des produits qui ont conduit à des résultats en principe originaux (vaste débat). Dans la compétition internationale, d'une part, avec la nécessité d'être le premier sur un sujet, avec des promotions et des financements « au poids » des publications, d'autre part, il est bien difficile de respecter les engagements d'une bonne qualité en recherche. Et puis, qui est le plus méritant, celui qui a eu l'idée heureuse et ouvre des voies prometteuses ou celui qui a fait de manière minutieuse, voire laborieuse, les expériences nécessaires à sa validation ? Vieux débat qu'il est difficile de trancher, en tout cas pas dans ce mot à mot !

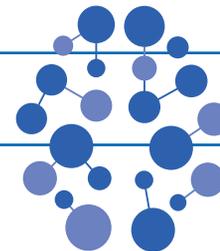
En raison de la variabilité intrinsèque de la nature et des limites des appareils de mesure, des sources de produits/matières, les résultats sont évalués par les pairs du domaine, souvent de façon probabiliste (parfois aussi avec une certaine légèreté), le processus de découverte scientifique n'étant pas toujours en mesure de produire les résultats escomptés avec une crédibilité totale. Il n'y a pas de vérité ou de certitude absolue, ce qui impose en général que plusieurs équipes indépendantes fassent le même exercice dans des conditions de compatibilité satisfaisantes (perte d'originalité ?). Mais les allégations scientifiques ont plus ou moins de chances d'être considérées comme raisonnablement vraies, à partir de résultats de recherche confirmant ou non le paradigme du moment... Il faut réellement argumenter si l'on veut sortir avec succès des rails de la discipline et du conservatisme du paradigme (qui garde cependant tout son intérêt parce que validé sur un ensemble important de travaux)... Il en est de même, voire de manière plus prégnante, quand les résultats ont un lien direct avec la société... De nouvelles recherches peuvent mener à des estimations révisées, la science est normalement en marche.

Diverses disciplines scientifiques définissent et utilisent les termes « répliquabilité » et « reproductibilité » de manière différente

et parfois contradictoire. En français courant, la traduction de « *replicability* » et de « *reproductibility* » est l'unique mot « reproductibilité »... L'Académie des sciences américaine [1] définit la reproductibilité comme étant liée à l'obtention d'une cohérence des résultats de calcul utilisant les mêmes données d'entrée, les mêmes étapes de calcul, les mêmes méthodes et les mêmes codes et conditions d'analyse ; et la répliquabilité, l'obtention de résultats cohérents dans l'ensemble des études visant à répondre à la même question scientifique, chacune ayant obtenu ses propres données. En bref, la reproductibilité implique les données et le code d'origine ; la répliquabilité implique la collecte de nouvelles données et également l'utilisation d'un nouveau code des méthodes similaires à celles utilisées lors d'études antérieures.

Dans ce dernier domaine, l'analyse inquiétante, parce que fondée, de Monya Becker [2] sur une population de plus de 1 500 chercheurs de disciplines différentes montre que : « *Plus de 70 % des chercheurs ont essayé et échoué à reproduire les expériences d'un autre scientifique, et plus de la moitié n'ont pas réussi à reproduire leurs propres expériences* ». Toutes les disciplines sont concernées, de la physique à la biologie. Dans ce décor devenant anxiogène sur la qualité de l'avis scientifique vu par un public profane (mais faiblement informé, car lisant rarement la revue *Nature*), sensible à des opinions tranchées, c'est bien la répliquabilité qui est mise en cause, avant la reproductibilité. En effet, si des scientifiques du même domaine ne sont pas capables de refaire une expérience effectuée par des collègues de la même discipline, il faut s'interroger sur les origines de cette situation qui sort des interprétations.

Il est vrai qu'une tendance naturelle des hiérarchies consiste à se défausser sur le chercheur de base coupable de fraude et de plagiat (ce qui de manière évidente n'est pas acceptable [3]). Mais la question centrale de la répliquabilité est plus profonde parce qu'elle interroge la crédibilité d'un avis scientifique. Dans le réductionnisme allusif ambiant, on se rapproche toujours plus de cette phrase de Bossuet : « *J'appelle un chat un chat, et Rolet un fripon* »... [4], pourtant bien éloignée de la position scientifique en multiples niveaux de gris. Tant qu'il se cantonne dans le domaine relativement « autonome » et libre du journalisme et de la politique politicienne, le public inscrit dans le soutien d'une opinion se sent en zone protégée et peut revendiquer le droit de nommer et de médire impunément, surtout avec des scientifiques, personnels qui ne s'expriment que très rarement car vivants dans leurs silos protégés de la société. On comprend



dès lors la stratégie auto-immunisante par laquelle ce public cherche parfois à créer l'impression que la qualité des travaux scientifiques est l'unique objet de ses railleries et de ses rejets, permettant la promotion de leurs opinions.

L'exemple récent d'un herbicide mondialement utilisé et fortement controversé met en lumière non pas les scientifiques eux-mêmes, mais des organismes spécialisés d'expertise qui, compte tenu de ce qui a été écrit, sont amenés à effectuer une synthèse critique des travaux publiés (tenant compte en principe des imperfections sur leur répliquabilité). Ces avis, malgré certaines pressions étatiques [5], sont normalement fondés grâce à des experts reconnus par leurs pairs. De surcroît, quand un ensemble d'agences d'expertise produit des avis cohérents (mais s'appuyant généralement sur les mêmes publications scientifiques), ne peut-on pas penser qu'elles donnent un avis libéré, au moins d'une grande partie de ces oppressions ?

Or, le plus souvent, leurs adversaires se contentent d'affirmer en termes généraux des avis « socialement corrects » avec une verve insolente. La tendance de la critique consiste à minimiser l'importance des avis (possiblement biaisés par des travaux financés par des industriels, mais validés par des pairs scientifiques extérieurs, ce que l'on oublie généralement) et par des allusions personnelles et de soumission à d'autres lobbies (que les leurs) pour privilégier des perspectives en apparence plus grandes, plus humanistes et donc plus nobles et moins mercantiles. On se pare de l'importance du cœur au détriment de la raison.

Que faire alors ? N'y a-t-il pas nécessité de la part des scientifiques et des agences de mieux expliquer la situation normale de la recherche qui, par essence, ne peut pas être stabilisée ? N'y a-t-il pas moyen de sortir de cette spirale infernale qui force, dans l'exemple de cet herbicide (comme pour d'autres polluants réels ou suspectés), à travailler sur la répliquabilité en réalisant des expériences sur des produits dont la qualité chimique ne peut être mise en cause, laissant (peut-être à juste titre) aux opposants le soin de s'exprimer sur des effets « cocktails »... Mais pour que chaque équipe fasse la même expérience, il convient qu'elle travaille sur le même produit... Et puis, c'est ce que demande la réglementation... Ainsi, dans les domaines qui concernent ERS, l'aspect répliquabilité est un élément qui devrait être fortement approfondi et mieux expliqué par le monde « savant » pour que le public, en principe plus profane, puisse comprendre les difficultés qu'à ce monde pour arriver à des conclusions compréhensibles et acceptables

parce que fondées sur des résultats scientifiques crédibles. Pour autant, l'aspect reproductibilité ne doit pas être oublié. Combien d'études épidémiologiques ne disposent pas d'une population suffisante pour conduire à des avis pertinents (puissance statistique insuffisante connue dès le départ)... Ces publications, dont la légitimité peut être questionnée, n'ont sans doute d'intérêt que pour ceux qui les publient, mais ne participent pas à l'amélioration de la confiance qu'a (et que doit avoir) le public dans des avis issus de publications scientifiques parfois peu significatives et peut-être finalement nuisibles.

Il y a donc du nettoyage et de la remise en cause à faire au royaume de la science, avant de vouer *a priori* au pilori ceux, parmi les chercheurs, qui tentent de survivre le moins mal possible dans un monde où la recherche devient trop un élément de pouvoir et de moins en moins un refuge serein et responsable pour apporter des éléments stabilisés dans une société en doute.

« C'est me conseiller là, sous couleur de vouloir remédier à la folie des autres, de délirer en leur compagnie. Car si je veux faire prévaloir la vérité, je ne peux pas dire ce qui en est le contraire. Est-ce l'affaire d'un [scientifique] de débiter des mensonges ? » [6].

Jean-Claude André  
INSIS-CNRS  
jean-claude.andre1@sfr.fr

## Références

1. National Academies Press. *Reproducibility and replicability in science*. 2019. <http://nap.edu/25303>
2. Becker M. Is there a reproducibility crisis? *Nature* 2016 ; 533 : 452-4.
3. Alnot J. *Colloque « Intégrité scientifique et science ouverte ». Une synthèse du colloque organisé par l'OFIS le 4 avril 2019*. 2019. <https://www.universite-paris-saclay.fr/fr/actualite/colloque-integrite-scientifique-et-science-ouverte-une-synthese-du-colloque-organise-par>
4. Bossuet. Discours au Roy. In : *Œuvres complètes*. Paris : Gallimard Ed., 1996.
5. Duneton C, Hirsch M. *L'affolante histoire de la vache folle*. Paris : Balland Ed., 1996.
6. More T. *L'utopie*. Paris : Flammarion Ed., 1987.