

L'ÉCHEC : POURQUOI LA SCIENCE RÉUSSIT-ELLE SI BIEN ?¹

Par **Stuart Firestein**. (Traduit de l'anglais par **Pierre-Marie Lledo** et **Patrick Brunel**).



La science moderne est fondée sur des preuves expérimentales. Ce point peut sembler futile, mais il s'agit en fait d'une idée relativement récente et révolutionnaire. Les prédécesseurs de la science moderne sont nombreux : babyloniens, chinois, grecs, arabes, bien d'autres encore. Ce qui différencie notre conception actuelle de la science des leurs, c'est le fait que la nôtre repose sur l'expérimentation (la vérification et la validation de l'hypothèse par l'expérience).

Aristote, la principale autorité de la science grecque, n'a jamais conduit d'expérience. L'idée lui en aurait été totalement étrangère. Certes, les hommes ont tâtonné pendant des années, des millénaires, améliorant ça et là, petit à petit, leurs connaissances grâce à leurs essais, leurs erreurs et en sachant tirer parti de diverses pratiques, mais ils ont fait tout cela sans jamais véritablement conduire d'expériences.

1 Titre original : « Failure : why science is so successful ? »

L'idée de réaliser une expérience et d'en tirer des conclusions a été formulée pour la première fois par Francis Bacon, vers 1600. Ce scientifique a soutenu que la meilleure façon d'amener la nature à livrer ses secrets serait de la démonter, morceau par morceau, en choisissant un objet particulier et en le décortiquant – littéralement en le « torturant », c'est le mot qu'il utilise – pour qu'il livre ses secrets. L'idée était en quelque sorte contenue dans l'expression latine *caeteris paribus*, qui signifie « toutes choses égales par ailleurs ». En d'autres termes, il serait possible d'isoler un fragment de nature, de maintenir par ailleurs toutes les conditions stables, et d'observer comment ce fragment réagit, toutes choses étant égales par ailleurs. Ensuite, il s'agit de maintenir à l'état stable ce

fragment et d'examiner une autre variable. Bien qu'il s'agisse d'un idéal qui ne sera peut-être jamais complètement atteint, cette stratégie² s'est avérée très efficace, comme le montre le taux de progrès de ces dernières centaines d'années par rapport aux quelque 50 000 années précédentes, depuis que l'homme a inventé l'agriculture et l'écriture.

“ Ce sont les échecs qui donnent de la crédibilité à la science et qui garantissent son intégrité. ”

Pourquoi une telle démarche a-t-elle un lien avec la notion d'échec ? Parce que la plupart des expériences échouent ! La méthode la plus puissante et la plus révolutionnaire de la science échoue avec une régularité déconcertante. Et cela fait partie de son pouvoir : en effet, il est essentiel pour la réussite de la science qu'elle connaisse un niveau élevé d'échec. En cela, la science s'oppose fermement à toute forme d'autorité : l'Église, l'État, Aristote. Aucune autorité ne saurait être jugée suffisamment digne de confiance pour fournir des connaissances fiables sur le monde. Toutes revendiquent une

2 Que l'on nomme aujourd'hui approche réductionniste. (NdT)

sorte d'inaffabilité et refusent d'être remises en question. Si la science veut revendiquer une connaissance non fondée sur l'autorité, elle doit parallèlement renoncer à l'inaffabilité et, à l'inverse, intégrer l'échec dans sa méthode. Ce sont les échecs qui donnent de la crédibilité à la science et qui garantissent son intégrité.


Science, pseudoscience, échec

Cette crédibilité est aujourd'hui plus que jamais essentielle compte tenu du développement de la pseudoscience dans le monde, et hélas jusque dans certains milieux scientifiques. Croyances dans l'astrologie, dans l'homéopathie, adhésion au créationnisme, ce ne sont là que quelques exemples qui peuvent sembler d'inoffensives bêtises émanant de quelques marginaux, mais cela se transforme rapidement en une flopée de théories conspirationnistes qui ont toutes pour point commun la méfiance à l'égard de la science. Les « platistes », aussi stupide que leur croyance puisse être, revendiquent une démarche scientifique et affirment que la preuve de la sphéricité de la terre est le fait d'une cabale qui entend dominer le monde.

Il faudrait encore citer la méfiance envers les vaccins, le scepticisme envers le changement climatique, la crainte disproportionnée envers les OGM, les traitements de charlatans qui empêchent les gens d'être correctement soignés, la liste n'est pas exhaustive. Bien que chacune de ces pseudosciences n'ait qu'un nombre relativement limité de partisans que l'on peut rejeter comme égarés, le résultat n'en aboutit pas moins à l'idée selon laquelle la science n'est rien d'autre que ce que l'on décide qu'elle est. Et l'ironie est que ce petit nombre de personnes reconnaît la valeur de la science, sous prétexte que c'est précisément ce qu'ils font ! La moindre publicité à propos de n'importe quel produit prétend que ce qu'elle affirme est « scientifiquement prouvé » ! Ainsi, la valeur de la science est reconnue, sans qu'il soit possible d'établir la différence entre science véritable et pseudoscience.

Or, cette distinction, qui a longtemps intrigué les philosophes, peut être établie si l'on utilise l'échec comme critère. La science connaît des échecs prévisibles, raison pour laquelle elle ne cesse de se remettre en question. Même les plus grandes découvertes seront un jour dépassées par quelque chose de nouveau et de plus grand encore. La science n'échoue jamais complètement, ou d'une ma-

nière catastrophique ; elle échoue tantôt ici, tantôt là, et elle nécessite d'être révisée. Newton n'a pas réussi à expliquer la gravité, Einstein a donc révisé notre compréhension de cette force mystérieuse. Mais Newton n'avait pas tout à fait tort et ses formules restent essentielles pour lancer des satellites, construire des ponts, faire voler des avions, etc. La pseudoscience, en revanche, ne se trompe jamais et n'a jamais besoin d'être révisée.



“ Il n'existe aucune preuve que vous pourriez présenter à un créationniste qui l'amènerait à reconsidérer sa théorie et à réévaluer ses arguments. ”

Il n'existe aucune preuve que vous pourriez présenter à un créationniste qui l'amènerait à reconsidérer sa théorie et à réévaluer ses arguments. La distinction est donc claire : vous pouvez identifier la pseudoscience en demandant simplement à un de ses adeptes quel type de preuve il pourrait imaginer qui pourrait l'amener à reconsidérer sa théorie et à la réviser, voire à l'abandonner complètement³. Le fait que l'échec puisse permettre de faire clairement la distinction entre la science et la pseudoscience, est un outil précieux et indispensable à l'esprit critique. Richard Feynman a défini la science comme « une méthode pour ne pas se tromper soi-même, alors que vous êtes la personne la plus facile à tromper ».

³ Le critère de falsification est une notion importante dans la philosophie de la science, il est notamment associé au philosophe Karl Popper. Pour ce dernier, le critère de falsification signifie qu'une théorie doit être formulée de manière à pouvoir être réfutée ou invalidée par des tests empiriques. (NdT)

L'échec conduit au progrès

Une fonction encore plus importante de l'échec en science est le progrès qu'il engendre. L'échec comme source de progrès, cela peut sembler contre-intuitif. Bien sûr, on apprend de ses erreurs et ce peut être considéré comme une sorte de progrès, mais je pense qu'il s'agit là d'un sens plutôt trivial de l'échec : être utile rétrospectivement, *corriger* une erreur. En fait, l'échec devrait réellement être considéré comme une source de nouvelles connaissances. L'échec n'est pas le revers de la médaille de la réussite, l'échec et la réussite sont plutôt comme deux chevaux qui tirent un chariot dans la même direction.

Permettez-moi de développer un peu plus cette conception moins familière de l'échec. Gertrude Stein, cette écrivaine et poétesse toujours énigmatique, caractérise un véritable échec « comme n'ayant pas besoin d'excuse ; c'est une fin en soi ». Il vaut la peine de s'arrêter un instant sur cette idée et d'essayer de la comprendre.

Stein semble regretter la réponse habituelle apportée à un échec, à savoir la présentation d'excuses. L'échec est vu comme une erreur, involontaire ou inévitable, ou dû à un défaut dont vous êtes responsable et qui appelle des excuses. « Pourquoi avez-vous laissé cet échec se produire ? Ne pouviez-vous pas faire mieux que cela ? » Ou, conception peut-être moins antagoniste, mais non moins décevante, l'échec semble inévitable. « Eh bien, cela n'allait probablement pas marcher. Qu'espériez-vous ? Quelle bêtise que d'avoir même essayé ! » Et ainsi de suite. Stein, dans cette première phrase simple, identifie tout cela comme de mauvais échecs, des échecs inutiles, des échecs qui rabaissent l'échec.

Que diriez-vous plutôt d'un échec qui ne soit pas le fait de l'inaptitude, de l'inattention ou de l'incapacité ? (Même s'il est vrai que ces dernières révèlent des choses inattendues et parfois merveilleuses, mais je ne m'y fierais pas, car l'indifférence et la négligence ne peuvent pas mener bien loin). Que diriez-vous d'un véritable

échec, différent de tous les autres, de tous ceux qui appellent une excuse, alors que lui n'en a aucunement besoin ?

Quels sont donc les bons échecs ? Ceux qui n'ont pas besoin d'excuse et qui sont une fin en soi. Pas vraiment une fin au sens habituel du terme, c'est-à-dire une fin où l'on renonce à essayer autre chose. Il s'agit plutôt d'une fin qui fait surgir quelque chose de nouveau et de précieux. Quelque chose dont on puisse être fier et qui, par conséquent, ne nécessite pas de s'excuser, même si le résultat était « faux ».

De tels échecs existent-ils vraiment ? Bien sûr, il y a les erreurs dont on apprend et qui peuvent être corrigées, les échecs qui peuvent être transformés en succès. Mais j'aimerais penser que Stein voulait dire quelque chose de plus profond que cela. Qu'elle voulait vraiment parler d'un échec significatif et utile. À la limite, cela peut vouloir dire que vous pourriez ne produire que des échecs significatifs pendant toute votre vie et être quand même considéré comme ayant réussi. Ou au moins ne jamais avoir à vous excuser. Est-ce vraiment possible ? Quels sont ces échecs magiques ?

J'ai deux réponses. La première est que les échecs qui sont des fins en soi sont intéressants. Intéressant, voilà un mot à utiliser avec précaution. Facile d'emploi, mais vague et subjectif. Y-a-t-il quelque chose d'intéressant pour tout le monde ? J'en doute. Mais si nous considérons « intéressant » comme un descripteur plutôt qu'un identifiant – c'est-à-dire une qualité de quelque chose et pas nécessairement une chose particulière en soi – alors nous pouvons peut-être parvenir à mieux comprendre. Lorsqu'on a demandé à la même Gertrude Stein d'écrire un article sur la bombe atomique (peu de temps après son utilisation pendant la deuxième guerre mondiale et par là même peu de temps avant sa mort en 1946), elle a répondu que cela n'avait aucun intérêt pour elle : elle aimait les romans policiers et ce genre de littérature, mais pas les armes de destruction massive qui ne laissaient aucune trace après leur usage. On lance une bombe qui tue tout le monde et rase

tout, mais qu'est-ce qu'il peut y avoir d'intéressant à écrire sur un tel sujet ? Si rien ne subsiste et si vous restez avec ce rien, quelle importance cela a-t-il ? À l'inverse, c'est peut-être ce qui subsiste qui peut faire de quelque chose un échec intéressant. Les bons échecs, que l'on pourrait appeler les échecs « Stein », sont ceux qui laissent derrière eux un sillage de choses intéressantes : des idées, des questions, des paradoxes, des énigmes, des contradictions. Voilà donc, j'en suis à peu près sûr, un type d'échec réussi.

“ Les bons échecs, sont ceux qui laissent derrière eux un sillage de choses intéressantes : des idées, des questions, des paradoxes, des énigmes, des contradictions. ”

Voici maintenant la seconde idée. Est-ce l'échec réel qui est la fin en soi ? Ou est-ce la volonté d'échouer, l'attente de l'échec, l'acceptation de l'échec, la désirabilité de l'échec ? Pouvez-vous imaginer rendre l'échec désirable ? Pouvez-vous imaginer viser l'échec ? Pouvez-vous apprécier le fait de faire de l'échec votre objectif ? Vous le pouvez si vous prenez le mot « échec » dans son acception scientifique. Pour la science, l'échec est beaucoup plus qu'une erreur

stupide, qu'une lacune, qu'une erreur de calcul, plus même qu'une occasion de s'améliorer. L'échec n'est pas vu comme une leçon de vie. Je sais que nous pensons tous qu'un échec peut être précieux si l'on en tire des enseignements, c'est d'ailleurs ce que nous appelons « faire une expérience ». Mais qu'en est-il d'un échec qui ne vise pas à s'améliorer, d'un échec qui est vraiment *un but en soi* ?

Pris en ce sens, la quasi-totalité de la science est un échec qui représente une fin en soi. En effet, les découvertes et les faits scientifiques sont provisoires. La science est constamment en instance de révision. Elle peut être couronnée de succès pendant un certain temps ; elle peut rester couronnée de succès même après qu'il a été démontré qu'elle était erronée sur un point essentiel. Cela peut sembler étrange, mais une bonne science est rarement complètement fautive, tout comme elle n'est jamais complètement

juste. Le processus est itératif. Nous, scientifiques, allons d'échec en échec, satisfaits des résultats intermédiaires parce qu'ils fonctionnent bien et sont souvent assez proches de la réalité.

Pour être un peu moins philosophique et plus pratique (sans qu'il y ait nécessairement une différence entre ces approches), nous pouvons considérer l'échec comme un portail vers l'inconnu. Pas seulement l'inconnu, qui est le lieu des découvertes, mais l'inconnu le plus profond, *l'inconnu que nous ne connaissons pas*. C'est-à-dire ce que nous ignorons ignorer, ne savons pas que nous ne savons pas. Si la science consiste à explorer l'inconnu, alors les questions les plus pressantes concernent les choses que nous ne savons même pas que nous ne les savons pas. Comment allons-nous les atteindre, comment allons-nous découvrir ce que nous ne savons pas que nous ne savons pas ? Eh bien, il semble que l'échec soit le moyen le plus sûr d'y parvenir.

Prenons un exemple classique d'un grand échec de cette veine. Au 19^e siècle, la physique avait fait des progrès considérables en dynamique, en thermodynamique et en électrodynamique. La notion d'un éther omniprésent qui remplit l'espace et à travers lequel les ondes – électriques, gravitationnelles ou autres – se déplacent, était sous-jacente à la plupart des travaux de l'époque. En 1887, Albert Michaelson et Edward Morley ont mis sur pied une expérience visant à mesurer ce champ d'éther. Ils ont conçu un appareil permettant de mesurer la vitesse de la lumière avec une grande précision et ont ensuite émis l'hypothèse que, puisque la Terre se déplaçait dans l'éther, la lumière traversant cet éther subissait une force dans cette direction et était donc ralentie. Ils ont calculé que la différence devait être suffisamment importante pour que leur équipement puisse la détecter. Or, essai après essai, les vitesses mesurées étaient exactement les mêmes.

Il semblait que la vitesse de la lumière fût constante et qu'il n'y eût pas d'éther. Cela peut nous sembler évident aujourd'hui, mais à l'époque, on considérait que la nature avait horreur du vide et que l'espace devait être rempli d'une substance quelconque à travers laquelle les ondes

d'énergie (lumineuse, électromagnétique, gravitationnelle) pouvaient se propager. L'idée d'un vaste espace vide dépassait tout simplement l'entendement – pour ne pas dire qu'elle était un peu effrayante. Néanmoins, cet « échec » a été une découverte cruciale qui a incité Einstein à poursuivre ses idées alors non conventionnelles sur le temps et

l'espace, qui allaient devenir sa première théorie de la relativité restreinte. L'échec de Michaelson-Morely (et la constance de la vitesse de la lumière pour tous les observateurs, indépendamment de leur position ou de leur vitesse) est toujours considéré comme l'une des preuves les plus solides de la relativité restreinte. Michaelson a reçu le prix Nobel en 1907 pour ce travail – peut-être le premier prix Nobel décerné pour un échec.

“ Michaelson a reçu le prix Nobel en 1907 – peut-être le premier prix Nobel décerné pour un échec. ”

La sérendipité par l'échec

La science est parsemée de ces échecs réussis. Ils sont souvent désignés par le terme « sérendipité ». Il s'agit d'un terme couramment utilisé pour désigner une découverte accidentelle et il existe une certaine mythologie populaire selon laquelle de nombreuses avancées scientifiques sont en fait le résultat de la sérendipité, ou de découvertes accidentelles à partir d'expériences ratées.

Un grand nombre de lauréats du prix Nobel affirment, avec une modestie feinte ou sincère, que leurs découvertes sont presque entièrement dues à la sérendipité. Selon moi, c'est essentiellement faux. Concept charmant, le terme « sérendipité » a été inventé par Horace Walpole, un « homme de lettres », vers 1754. Il s'est inspiré d'un conte de fées intitulé « Les trois princes de Serendip », dans lequel trois princes de ce qui est aujourd'hui probablement le Sri Lanka ou Ceylan, voyageaient plus ou moins sans but, mais connaissaient beaucoup de surprises et vivaient de merveilleuses rencontres.

Walpole a qualifié lui-même cette légende « d'idiote », mais la sérendipité, qui décrit la chance imprévue, a acquis récemment une popularité considérable. La lecture des articles scientifiques des journaux donnerait à penser que la moitié des découvertes rapportées sont le fruit d'un heureux hasard. Parfois, il s'agit simplement d'humilité et de politesse, mais souvent je pense qu'un scientifique croit sincèrement que c'est grâce à un coup de chance décisif, voire magique, qu'il ou elle a fait une découverte, plutôt que quelqu'un d'autre tout aussi talentueux.

C'est possible, mais il est essentiel de se rappeler que, contrairement à la version de Walpole et de ses trois princes chanceux et frivoles, en science, il faut travailler pour que ces bienfaits tombent sur vous. Les avocats et les financiers ne font pas de découvertes scientifiques fortuites ; ce sont les scientifiques qui travaillent dur qui les font. Et même dans ce cas, il est rare qu'un scientifique fasse une découverte fortuite dans un domaine autre que le sien. En fait, la plupart des découvertes dites fortuites sont le fruit d'un échec. Quelque chose ne fonctionne pas comme on le pensait et le fait d'en explorer les raisons conduit à un résultat initialement inattendu et aujourd'hui surprenant. C'est l'intensité même de la recherche des raisons d'un échec qui vous oblige à reconsidérer ce que vous faites au niveau le plus élémentaire. Et plus vous échouez, plus vous devez revenir à l'essentiel, parfois en abandonnant des idées qui vous étaient chères et des concepts dont vous étiez sûrs qu'ils étaient établis au-delà de tout doute raisonnable.

Et puis, *Eureka* ! La nouvelle réponse se cache derrière tous les échecs. Cela peut ressembler à de la sérendipité, et vous pouvez vous sentir comme un prince (ou une princesse) charmé(e), mais c'est parce que vous n'avez eu de cesse d'explorer un domaine où l'inattendu remplace l'attendu. Et après tout, il y a peut-être là quelque chose de charmant !

L'un des exemples classiques de ce type de sérendipité – c'est-à-dire de sérendipité à partir d'un échec – a été la découverte du rayonnement de fond cosmologique (CMBR). Je dis « classique »

parce que c'est l'histoire d'un échec d'un an qui a abouti à l'obtention du prix Nobel. Pour résumer, Arno Penzias et Robert Wilson, deux astronomes travaillant dans les célèbres laboratoires Bell du New Jersey dans les années 1960, ont construit un nouveau radiotélescope ultrasensible pour enregistrer de faibles signaux provenant de régions éloignées de la galaxie. Mais l'instrument

était en proie à des bruits statiques, du type de ceux que l'on obtient lorsque la radio n'est pas parfaitement réglée. Ils ont envisagé toutes sortes de sources « artéfactuelles » – la ville de New York toute proche, les bombes nucléaires, les conditions météorologiques, les déjections de pigeons sur les parties extérieures de l'appareil – mais rien de tout cela ne pouvait expliquer ce bruit persistant, bien que faible. Au bout d'un an environ, ils ont été fortuitement mis en contact avec un théoricien de Princeton, Robert Dicke, qui avait prédit que ce type de bruit serait le vestige

énergétique du Big Bang à l'origine de l'univers. En fait, la découverte de ce rayonnement de fond, à bas seuil, a essentiellement démontré la véracité de la théorie du Big Bang.

“ Quelque chose ne fonctionne pas comme on le pensait et le fait d'en explorer les raisons conduit à un résultat initialement inattendu et aujourd'hui surprenant. ”

Il est important de noter que d'autres avaient fait des prédictions similaires dès la fin des années 1940, et qu'un groupe de cosmologistes russes avait obtenu un résultat semblable à peu près au même moment que Penzias et Wilson. Tout était donc prêt à se produire ; il suffisait d'un bon échec pour faire avancer les choses. Penzias et Wilson ont reçu le prix Nobel en 1978 pour avoir « découvert » le rayonnement de fond des micro-ondes. L'histoire est souvent racontée comme s'il s'agissait d'un coup de chance. Mais en réalité, de nombreux scientifiques ont travaillé intensément pendant plusieurs années pour trouver la solution, et un énorme travail de recherche avait été mené à bien, qui rendait la réponse compréhensible lorsqu'elle est finalement apparue.

Comme l'a fait remarquer Louis Pasteur (qui a lui-même bénéficié d'une « sérendipité » considérable), « le hasard favorise l'esprit préparé ». J'ajouterais un corollaire à cela : « L'échec favorise l'esprit préparé ! » Ainsi, si vous pensez que la sérendipité est un facteur important dans les découvertes scientifiques, vous devriez plutôt penser que c'est l'échec qui est l'ingrédient essentiel. La science progresse non pas grâce à une simple et charmante sérendipité, mais grâce à des accidents meurtriers et à des échecs cuisants, ainsi qu'à de nombreuses et difficiles réparations.

“ Si vous pensez que la sérendipité est un facteur important dans les découvertes scientifiques, vous devriez plutôt penser que c'est l'échec qui est l'ingrédient essentiel.”

Quel degré d'échec ?

Examinons pour finir le degré d'acceptabilité de l'échec, car je pense que nous le sous-estimons souvent. Prenons un exemple d'ordre biologique et examinons les antécédents des grands prédateurs – les grands félins, les faucons, les orques, les requins, etc. Vous pensez

peut-être qu'à chaque fois qu'ils ont faim, il leur suffit d'utiliser leurs puissants outils de prédation et d'aller chercher leur casse-croûte. Les relations entre prédateurs et proies font l'objet d'une abondante littérature et vous serez peut-être surpris d'apprendre que les grands prédateurs réussissent moins de 25 % de leurs attaques. Dans 75 % des cas, ils échouent ! Et pourtant, ce taux d'échec les place toujours au sommet de la chaîne alimentaire. Autre exemple tiré du monde biologique, le nôtre : plus de 99 % de toutes les espèces qui ont habité la terre se sont éteintes, ce qui, je pense, peut être considéré comme un échec. Elles ont peut-être réussi pendant un certain temps, mais les choses ont changé de manière imprévisible (par exemple, un astéroïde entre en collision avec la Terre) et elles se sont éteintes. Malgré ce car-

nage évolutif, une flore et une faune abondantes et très diverses peuplent la planète.

Enfin, dernier exemple, dans le domaine du sport, les meilleurs buteurs du football marquent moins d'une fois par match et, en moyenne, seulement 1 % de toutes les actions offensives et seulement environ 10 % de tous les tirs aboutissent à un but. En d'autres termes, c'est l'échec qui domine - et n'est-ce pas cela qui rend le jeu plus intéressant ?

Aller de l'avant avec l'échec

Comment pouvons-nous donner à l'échec la place qu'il mérite aujourd'hui ? Non pas comme le revers de la médaille du succès, mais aux côtés du succès, comme un second cheval tirant la charrette dans la même direction. Quand et comment reconnaître que la clé n'est pas seulement d'apprendre de nos erreurs, mais d'apprendre à *commettre* des erreurs. Des erreurs précieuses. Des échecs productifs. Comme le dit Samuel Beckett dans son avant-dernière nouvelle, *Worstword Ho (Cap au pire)* : « Jamais essayé. Jamais échoué. Essayer encore. Échouer encore. Échouer mieux ». Échouer mieux. Quelle idée ! Peut-on apprendre à mieux échouer ? Peut-on mieux enseigner l'échec pour préparer les esprits de demain ? Peut-on mieux pratiquer l'échec ? L'échec a-t-il un avenir ?

Non seulement nous pouvons faire toutes ces choses, mais il est essentiel de les faire. Sans une connaissance approfondie de l'échec en tant qu'action précieuse, productive et non catastrophique, nous confondrons régulièrement ces types d'échecs avec de simples erreurs dues à la paresse ou à l'insouciance. La science est souvent enseignée comme un arc de découvertes sans heurts – allant d'une découverte étonnante à une autre, faite par des génies qui ont eu des fulgurances de perspicacité, tous acteurs d'un récit historique mettant en scène des héros. Rien n'est plus éloigné de la vérité, que ce soit dans l'histoire ou aujourd'hui.

Le progrès et la compréhension scientifiques sont jalonnés d'échecs. La plupart d'entre eux sont non seulement nécessaires, mais d'une importance cruciale dans le processus de création. Si nous ne reconnaissons pas ces échecs, ces difficultés, ces obstacles, nous aurons demain une vision dangereuse de la science.

“ La science est souvent enseignée comme un arc de découvertes sans heurts.[...] Rien n'est plus éloigné de la vérité, que ce soit dans l'histoire ou aujourd'hui. ”

Un tel positionnement est dangereux pour deux raisons : premièrement, les jeunes étudiants qui lisent les récits de la vie des génies penseront probablement qu'il n'y a pas de place pour eux dans la Science, faute d'être des génies eux-mêmes, comme l'ont été Newton ou Einstein. Ensuite, le grand public sera beaucoup moins patient face au progrès scientifique qui n'est pas une simple histoire de réussite continue. Le

coût réel du progrès scientifique sera caché au public, c'est-à-dire à ceux-là mêmes qui le financent, et des attentes irréalistes seront encouragées, d'où l'inévitable défiance vis-à-vis de la Science.

Il est clair qu'un objectif essentiel pour l'avenir devrait être d'inclure l'échec dans les programmes d'études scientifiques. Les histoires d'échecs sont tout aussi captivantes que celles des réussites et impliquent généralement beaucoup plus de courage, d'esprit et de résilience que celles-ci. Sonder les raisons pour lesquelles les gens pensent que la chaleur est un fluide et comment, après de nombreux échecs, il a finalement été reconnu qu'elle est un mouvement - idée tout sauf intuitive - est une histoire bien plus passionnante que la simple mémorisation des trois lois de la thermodynamique. Comment savons-nous que la terre tourne et que le soleil reste immobile, tandis que le jour se transforme en nuit, puis à nouveau en jour ? Après tout, cela n'en a pas l'air. La première preuve terrestre n'a été apportée qu'en 1831 par un

jeune homme de 32 ans, Léon Foucault, qui avait abandonné ses études de médecine (c'est-à-dire qu'il avait échoué), à l'aide d'un pendule d'abord suspendu à la salle méridienne de l'Observatoire de Paris, puis au dôme du Panthéon. Beaucoup d'autres avaient échoué dans leurs tentatives de prouver que c'était l'horizon qui se levait et s'enfonçait qui créait les « levers de soleil » et les « couchers de soleil ».

La pratique scientifique elle-même doit également subir une reconfiguration fondamentale. Au niveau le plus superficiel, nous devons trouver un moyen de communiquer les résultats négatifs. Les résultats négatifs sont aussi importants que les résultats positifs, mais ils ne sont jamais ou rarement inclus dans une publication officielle. Les résultats négatifs sont le plus souvent diffusés lors de conférences ou d'autres réunions informelles. Ils ne sont ni codifiés, ni reproduits, ni soumis à l'examen critique auquel est soumis un manuscrit de résultats positifs. Pourtant, ils constituent des preuves tout aussi cruciales que les résultats positifs.

L'aspect le plus important de l'échec est qu'il peut conduire à une position plus pluraliste dans la pratique de la Science. Comme l'a fait remarquer Benjamin Franklin, sans doute le premier scientifique Nord-Américain, « l'histoire des erreurs de l'humanité, tout bien considéré, est peut-être plus précieuse et plus intéressante que celle de ses découvertes. La vérité est uniforme et étroite, mais l'erreur est infiniment diversifiée ». En d'autres termes, il y a plus de façons de « se planter » que de réussir, ce qui rend les choses beaucoup plus intéressantes. Si nous ne poursuivons que ce dont nous sommes à peu près sûrs, d'où viendront les surprises ?

Comment accepter l'échec au sein de l'*establishment* scientifique? Le *pluralisme* est une voie philosophique prometteuse. Le pluralisme était un élément important, bien que souvent négligé, de l'école américaine de philosophie connue sous le nom de Pragmatisme, développée par John Dewey, William James et Charles Peirce à la fin du 19^e siècle. Ces quelques lignes du polymathe Charles Peirce en sont peut-être la meilleure incarnation : « La

science n'est pas une chaîne de faits, aussi solide que le proverbial maillon le plus faible. Elle est plutôt comme un câble composé de nombreux fils délicats : chacun d'eux est fragile mais l'ensemble est d'une force immense. Et la perte (c'est-à-dire la défaillance) de quelques brins ici et là n'affaiblit pas la solidité totale du câble ». En d'autres termes, le pluralisme reste le moyen d'obtenir des défaillances non catastrophiques.

Cette idée de pluralisme, qui constitue un volet important et bien développé de la philosophie des Sciences, ne s'est pas vraiment infiltrée dans la pensée des scientifiques qui travaillent dans les laboratoires, les observatoires ou autres sites de terrain. Parmi les scientifiques qui ont entendu le mot, il est souvent rejeté comme une sorte de relativisme ou de subjectivisme. Il s'agit là d'un grave malentendu. Le pluralisme signifie simplement qu'il faut rechercher plusieurs voies plutôt qu'une seule idée ou stratégie. Il signifie qu'il existe de nombreuses façons de connaître le monde, même au sein de la Science. Il suffit de penser à la différence de conception de l'atome entre le chimiste de synthèse et le physicien quantique. Pour le chimiste, la seule chose qui compte est l'anneau extérieur d'électrons, considérés comme des particules chargées qui peuvent interagir avec d'autres particules chargées pour créer des liens entre elles. Pour un physicien quantique, un électron n'existe pas, c'est un nuage de probabilités.

De même, les physiciens ont renoncé à déterminer si la lumière est une particule ou une onde, et ont adopté, sans s'en rendre compte, la position pluraliste selon laquelle elle est les deux à la fois, même si cela semble contre-intuitif. Dans ces cas, le pluralisme a très bien fonctionné. Néanmoins, il reste rare en Science. En Biologie, nous pouvions jusqu'à récemment nous reposer sur le dogme central du vivant : ADN > ARN > protéine – bien que l'on ne sache pas très bien pourquoi la Science se doit de s'inscrire dans un « dogme ». L'épisode malheureux des maladies à Prions qu'ont connu nos sociétés au tournant du 21^{ème} siècle, montre qu'il n'est nul besoin d'ADN pour détenir et transmettre

de l'information, et que les protéines peuvent assurer ces mêmes fonctions sans avoir recours à l'ADN ou l'ARN.

Le pluralisme est important parce qu'il accueille l'échec comme faisant partie intrinsèquement du processus de poursuite de multiples voies qui peuvent chacune sembler, ou être en réalité, incommensurables. Cela ne doit pas être considéré comme un problème, mais plutôt comme une sorte d'épanouissement. Si nous souhaitons le pluralisme qui semble être la stratégie la plus adaptée pour continuer à améliorer le corpus de nos connaissances scientifiques (voire de toute connaissance), alors l'échec doit faire partie intégrante de la méthode. Un échec qui « n'a pas besoin d'excuse mais qui est une fin en soi ». Voilà peut-être une différence singulière et importante entre l'intelligence artificielle et l'intelligence humaine, cette dernière sachant tirer des vertus de l'échec !

Note de lecture