

Michel-Elie Martin

Technoscience et phénoménotechnique : Vers un nouveau concept de technoscience

Le terme ‘technoscience’ veut, tout d’abord, désigner le lien moderne entre technique et science. Mais ce terme est équivoque et problématique. Retenons deux significations, exclusives l’une de l’autre, qui ouvrent une problématique épistémologique, socioéconomique, politique, socioculturelle et philosophique.

Si, par ‘technoscience’ on désigne le cœur même de la science moderne – à savoir sa dimension opératoire constitutive –, alors la science est fondamentalement technique ; mais la concevoir ainsi ce n’est pas la subordonner à la technique, à l’impératif technique d’utilité ainsi qu’aux demandes de technologies innovantes, c’est décrire son essence et sa valeur de connaissance du monde.

Si, en revanche, on entend par ‘technoscience’ une préséance de la technique sur la science et, plus précisément, une préséance des projets techniques, des demandes d’innovations techniques et des investissements économiques et politiques pour ces innovations, alors on ne voit plus qu’une science inhibée et « étouffée », selon l’expression de J.-M. Levy-Leblond¹, que l’on risque de prendre illusoirement pour l’essence même de la science, jusque dans sa recherche fondamentale.

Selon le premier sens, de type épistémologique, la « technoscience » est, selon le mot de Bachelard, une « phénoménotechnique » qui répond à l’intérêt cognitif d’information ontologique sur le monde et sur l’homme. Selon le deuxième sens, – qui se pluralise selon le contexte dans lequel on inscrit la science (social, économique, politique, culturel), – la science est, principalement, subordonnée aux intérêts pragmatiques de transformation du monde et de l’homme par les innovations techniques qui trouvent leur ancrage dans l’économie, la politique ou encore dans la culture, l’idéologie d’une société ou d’une civilisation.

Dans le propos qui va suivre, nous voudrions montrer que si l’on ne retient que le sens épistémologique du terme de ‘technoscience’, alors on court le risque de ne pas contextualiser socialement, économiquement, politiquement et culturellement la science. Conséquemment, on risque de ne pas prendre en compte sa dépendance relative à l’égard des demandes d’innovations techniques qui « étouffent » la science ; mais nous voudrions également montrer que, si inversement on ne retient que le sens « méta-épistémologique » qui contextualise la science et se pluralise selon les contextes considérés, alors on risque de ne pas reconnaître ce qui est, sur le plan épistémologique, constitutif de la science moderne : la production techniques des phénomènes pour connaître la nature, c’est-à-dire, plus précisément dans les termes de G. Bachelard, une « phénoménotechnique » articulée à une « nouménologie » ou encore un « matérialisme technique » intriqué à un « rationalisme appliqué » dans un but de connaissance objective de la nature.

1 - Cf. *La Science va-t-elle étouffer la science ?*, Agrobiosciences ;org/article.php3 ?_article=0903.

Chemin faisant, pour réduire la polysémie du terme ‘technoscience’ et les ambiguïtés problématiques attachées à cette notion, nous proposerons de redéfinir le terme ‘technoscience’ pour le faire passer du statut de notion équivoque au statut de concept univoque. Le résultat attendu est celui d’une distinction claire entre l’essence de la recherche fondamentale de la nature et l’essence des technosciences, ainsi qu’une identification des causes qui président au développement des technosciences au détriment des projets et des réalisations de la recherche fondamentale.

*

* *

I. Le « sens épistémologique » de la notion de technoscience : la phénoménotechnique

L’élaboration conceptuelle du sens épistémologique du terme ‘technoscience’² est due à G. Hottois. Il revendique la paternité du terme dans ses *Leçons au collège de France* de 2003³. Celui-ci aurait été utilisé dès sa thèse de doctorat *L’Inflation du langage dans la Philosophie contemporaine*, en 1977 ; et ce, bien avant que Bruno Latour use de ce terme dans son livre *Science in Action*, en 1987, pour souligner le rapport d’intrication de la science et des techniques ou ce qu’il nommera, plus tard, un « tissu sans couture »⁴ ; tissu qui précède la dichotomie entre science et technique, entre opérations scientifiques et contexte social⁵.

Dès sa thèse, G. Hottois voulut réagir, d’une part, contre les philosophies dominantes des années 1970 qui, toutes placées sous le signe du langage, procédaient à une « inflation du langage » en le décrochant de la réalité, d’autre part, contre les philosophies des sciences qui, frappées de cécité à la dimension d’opérativité technique de la science sur la réalité, enfermaient la science dans la seule dimension théorique, discursive ou logothéorique. Dès 1984, il écrivait que la technoscience peut caractériser la science moderne de deux façons « l’indissolubilité des deux pôles théorique et technique-opératoire ; le primat ultime de la technique sur la theoria ».⁶

Mais, selon G. Hottois, ces deux caractéristiques ne sont pas récentes. Dans les leçons données au Collège de France, il en voit la préhistoire. Avant même l’apparition du terme « technoscience » dans les débats épistémologiques et ontologiques de la physique quantique, dont Heisenberg fait état dans la *Nature de la physique contemporaine* (1955)⁷ : le scientifique n’est plus le simple spectateur d’un réel indépendant, il ne peut mettre entre parenthèses les instruments de mesure qu’il emploie et qui font partie des résultats objectifs de la science. Ainsi la relation d’incertitude ou, mieux dit, d’*indétermination* qui lie la

2- Cf. Dominique Raynaud, dans *Qu’est-ce que la technologie ?*, Matériologiques, 2016, p. 276 et sq., souligne que le mot ‘technoscience’ a été formé par une substantivation de l’adjectif ‘technoscientific’, en 1946, par Harold. D. Lasswell, puis par Edgar N. Schieldrop en 1956 à l’occasion du 70^e anniversaire de Niels Bohr. Il en poursuit les occurrences, jusque dans les années 1980. Années dans lesquelles, les philosophes et les sociologues se sont inspirés de G. Hottois, et de B. Latour.

3- Cf. *Philosophies des sciences, philosophies des techniques*, Odile Jacob, 2004, p. 144.

4- Cf. Bruno Latour, *Changer la société. Refaire de la sociologie*, La découverte, 2006, p. 32.

5- Cf. *La Science en action*, La découverte, 1989, p. 488.

6- Cf. *Le Signe et la technique. La philosophie à l’épreuve de la technique*, Paris, Montaigne, 1984, p. 60.

7- Cf. *La Nature dans la physique contemporaine*, Gallimard, idées, 1962.

quantité de mouvement et la position d'un corpuscule est-elle une relation d'*indétermination objective* qui inclut les instruments techniques de mesure d'un corpuscule.

Au sein de ces débats épistémologiques, G. Hottos voit dans le concept de « phénoménotéchnique » avancé par Bachelard les prémices de ce que lui-même entendra par la notion de « technoscience » prise au sens épistémologique.

Mais, alors que l'on pourrait s'attendre dans son œuvre à une analyse serrée du concept de « phénoménotéchnique », il préfère s'appuyer sur l'œuvre épistémologique de Ian Hacking pour soutenir l'*opérativité technique* au cœur même de l'activité scientifique contemporaine.

On peut le comprendre. Les thèses épistémologiques de G. Bachelard portant sur la physique contemporaine n'étaient pas encore suffisamment analysées dans le détail à la fin des années 1970. De plus, l'ouvrage de Ian Hacking *Representing and Intervening* comprend deux parties dont la première – *Representing* – reproche aux philosophies des sciences dominantes dans le monde anglo-saxon de défendre une conception « représentationnelle » ou « logothéorique » de la science qui forçât les techniques d'expérimentation par lesquelles la science sort de la seule dimension symbolique pour agir, intervenir sur le réel ; ce qui rejoignait les préoccupations de G. Hottos. La deuxième partie du livre – *Intervening* –, souligne combien des entités inobservables, telles que des électrons, sont cependant manipulées comme des outils, des instruments en vue de produire, de faire apparaître de nouveaux phénomènes mesurables et mesurés. Et si différents instruments, différentes techniques convergent vers les mêmes résultats, alors on a pour ces entités un coefficient d'existence qui augmente, car nous savons exactement comment, sur le plan théorique, fonctionnent les instruments techniques.

La science provoque donc la nature pour qu'elle fasse apparaître des phénomènes qui, autrement, n'apparaîtraient pas ; en ce sens, elle est selon Hacking : « une création de phénomènes »⁸. Or, loin d'éloigner du réel, du fait de la création d'artefacts, l'expérimentation créatrice de phénomènes fonde un ferme « réalisme scientifique »⁹ : non pas un « réalisme des théories », sur la vérité desquelles Hacking ne se prononce pas, mais un « réalisme » des « entités » qui prennent place dans le cadre de théories au motif qu'elles sont manipulables comme des « outils »¹⁰ pour produire de nouveaux phénomènes.

Hacking est très proche de l'épistémologie de G. Bachelard lorsqu'il souligne que la science physique au XX^e siècle est devenue une « science d'effets » qui permet de résoudre le statut réaliste de la science dans l'opération technique de la science sur le réel et non plus dans les arguties qui enferment la science dans la seule dimension de la représentation symbolique, du logos théorique et lui dénie ce statut.

Mais Hacking ne présente que quelques rares exemples du couplage entre les constructions théoriques et les effets expérimentaux, démontrés par cette construction et produits sur le plan expérimental (« l'effet Josephson »¹¹). De plus, il n'analyse pas le concept de « phénoménotéchnique » de G. Bachelard, qu'il ignore complètement, et il ne décrit pas

8 - Cf. *Representing and Intervening*, Cambridge University Press, 1983, p. 220. Il donne comme exemple le phénomène appelé 'effet Josephson'. Il s'agit de l'apparition d'un courant électrique à travers un *isolant* (ou bien un matériau métallique non supraconducteur) placé entre deux *matériaux supraconducteurs* ; c'est-à-dire des matériaux qui, portés à une très basse température, n'offrent plus de résistance au courant électrique.

9 - Cf. *Ibid*, p. 220.

10 - Cf. *Ibid*, p. 262.

11 - Cf. *Op.cit*, p. 228, voir la précédente note 8.

épistémologiquement – à l'aide d'un réseau de « concepts » dans lequel pourrait s'insérer celui de « création de phénomènes » – la fine pointe de l'activité scientifique contemporaine dans laquelle se lie, selon Bachelard, un « rationalisme appliqué » et un « matérialisme technique »¹².

Pour bien comprendre ce point, et donc éclairer le « matérialisme technique » tout comme la « phénoménotechnique » qu'il recouvre, le mieux est encore de prendre des exemples rencontrés par Bachelard¹³ et qui sont à l'origine même de son concept de « phénoménotechnique »¹⁴ ; notamment, l'effet Zeeman normal.

De l'hydrogène gazeux traversé par un courant électrique émet des rayonnements de certaines fréquences. Le spectre de l'hydrogène atomique est constitué de séries de raies discrètes : série de Balmer (4 raies visibles) ; série de Lyman (3 raies invisibles : ultraviolet) ; reste aussi un rayonnement dans l'infrarouge.

De manière empirique, Balmer a établi une formule rendant compte des rayonnements de l'atome d'hydrogène, de même que Rydberg ; ce que Bohr comprit comme étant l'émission d'un photon due à la transition d'un électron d'un niveau d'énergie à un niveau d'énergie plus bas, soit : le passage d'un électron d'une orbitale autour du noyau atomique vers une autre orbitale plus proche du noyau. Mais c'est avec l'équation de Schrödinger que la formule de Rydberg, de même que tout le spectre du rayonnement de l'hydrogène, — ainsi que le spectre du rayonnement d'autres atomes, — peut être vraiment compris, c'est-à-dire déduits à partir d'un calcul.

Pour une particule non libre, comme l'électron dans un atome, les solutions de l'équation de Schrödinger n'existent que pour certaines énergies. L'énergie ne prend que certaines valeurs discrètes, donc quantifiées, qui indiquent les niveaux d'énergie, les orbitales possibles de l'électron autour du noyau atomique. Mieux : pour spécifier la fonction d'onde, trois nombres quantiques interviennent : n , le nombre quantique principal qui détermine la couche quantique à laquelle appartient l'électron ; l , le nombre quantique secondaire ou azimutal qui détermine la sous-couche à laquelle appartient l'électron et qui fut intégré dans la fonction d'onde de Schrödinger pour rendre compte d'une « structure fine » des raies spectrales de l'hydrogène (ce nombre correspond, dans l'équation de Schrödinger à un « degré de liberté » de l'électron pour dessiner une « forme » autour du noyau) ; m_l , le nombre quantique magnétique qui, également, ne peut prendre que certaines valeurs, et qui fut suggéré à Zeeman (1896) par le postulat que le magnétisme devait influencer l'électron parce que l'électron est un circuit électrique qui a un moment magnétique et un moment cinétique orbital qui sont alignés et de sens opposés. Dès lors, le vecteur du moment magnétique et le vecteur du moment cinétique tournent comme une toupie sous l'influence du champ magnétique, puisque le vecteur du moment magnétique tend à s'aligner sur la direction du champ magnétique. Du coup, deux raies hyperfines supplémentaires apparaissent : c'est l'effet Zeeman. Cet effet trouve son explication dans un nouveau degré de liberté de déplacement de l'électron. Ce nouveau degré de liberté est symbolisé par le nombre quantique

12 - Cf. *Le Rationalisme appliqué*, [1949], PUF, 1975, p. 5.

13 - Pour une analyse complète de l'épistémologie de Bachelard, je me permets de renvoyer à mon livre : *Les Réalismes épistémologiques de Gaston Bachelard*, EUD, 2012.

14 - Cf. « Noumène et microphysique », [1931], *Études*, Vrin, 1970.

magnétique (m_l). Ce nombre détermine l'orientation ou, plus exactement, certaines orientations quantifiées des orbitales.

Enfin, comme certaines raies se séparent dans un champ magnétique (effet Zeeman anormal) sans pouvoir être explicables par la théorie antérieure, il fallut concevoir que l'électron lui-même se comportait comme un petit aimant qui tourne sur lui-même et qui a un moment magnétique et un moment cinétique intrinsèque (le spin) ; un nouveau nombre quantique apparut : le nombre quantique de spin m_s , qui peut prendre deux valeurs.

L'équation de Schrödinger d'une particule liée devait donc, pour être complète, adjoindre ce dont l'effet Zeeman anormal attestait, de même d'ailleurs que l'attestait l'expérience de Stern et Gerlach sur les atomes d'argent qui, soumis à un puissant électro-aimant, se répartissent en deux directions. Il fallait donc adjoindre le nombre quantique de spin. Ainsi Dirac (1928), modifiant l'équation de Schrödinger, y introduisit ce nombre quantique de spin. La fonction d'onde totale de l'électron devenait le produit de la fonction d'onde d'espace par la fonction d'onde de spin ; soit : la fonction « spin-orbitale ».

Ces exemples, que nous sommes allés chercher dans la physique contemporaine de Bachelard, sont propres à montrer ce dialogue « serré », cette « dialectique de la raison et de la technique » qui est constitutive de la science actuelle et même du fondement de son objectivité.

Ainsi, on y voit la puissance du rationalisme mathématique ; car l'équation de Schrödinger n'est pas simplement une loi empirique ou phénoménale comme celle de Rydberg ou de Balmer, qui résume une expérience et ses variables en une combinaison qui décrit valablement les phénomènes. L'équation de Schrödinger a une puissance déductive. Ses solutions définissent les niveaux d'énergie assignés aux électrons liés dans les atomes. Elles en dessinent a priori les trajectoires autour du noyau atomique. Trajectoires que l'on ne peut voir puisqu'elles sont microphysiques et que les « images » que l'on s'en donne sont insuffisantes pour les traduire, mais trajectoires intelligibles dont on peut suivre les effets (effet Zeeman normal, anormal, raies de Balmer, de Lyman) en les préparant, en les produisant sur le plan des techniques expérimentales à partir d'appareillages qui sont eux-mêmes des théories rationnelles, des théories physicomathématiques matérialisées¹⁵.

Bachelard, en 1931, dans « Noumène et microphysique » parlait déjà de ce couplage de « rationalité mathématique » et de « facticité technique » dans les termes mêmes de « noumènes » et de « phénoménotechnique ». Terme de « noumène » qu'il reprendra dans *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine* [1951], quand le terme de « phénoménotechnique », lui, sera remplacé par celui de « facticité instrumentale » et de « réalisme technique ».

De quoi s'agit-il ? Chez Kant le concept de « noumène » désignait la « chose-en-soi » que l'on ne peut atteindre par l'esprit humain. Au sens négatif, il désignait ce qu'une intuition sensible ne peut atteindre en ce qu'elle est limitée aux seuls phénomènes. Au sens positif, il désignait ce qu'une « intuition intellectuelle », non sensible donc, peut atteindre et qui dépasse tous les phénomènes.

Pour Bachelard, le « noumène » désigne, au sens négatif, la réalité profonde et cachée des phénomènes, notamment lorsque l'activité scientifique porte sur le niveau microphysique qui est invisible. Au sens positif, le « noumène » désigne cette même réalité cachée, mais en

15 - Cf. G. Bachelard, *Le Nouvel esprit scientifique*, [1934], PUF, 1978, p. 16.

tant qu'elle est rendue intelligible dans un réseau de concepts mathématiques, dans un formalisme mathématique qui, précisément, comme on l'a vu, dépasse les « lois empiriques » ou « lois phénoménologiques » qui décrivent les phénomènes en liant les variables des phénomènes sans aller au-delà pour rendre raison des phénomènes eux-mêmes.

Dans la physique contemporaine (l'équation de Schrödinger en témoigne) nous assistons à une véritable « nouménologie », nous assistons à l'émergence d'un « formalisme mathématique » qui dessine, dans l'ordre du possible, ce que doit-être la réalité.

Une telle « nouménologie » trouve les garanties de son objectivité dans une « phénoménotechnique » qui, certes, ne peut faire apparaître la réalité microphysique cachée, mais qui peut nous la présenter *indirectement* à partir de phénomènes déductibles du formalisme mathématique et qui peuvent être produits sur le plan instrumental. En d'autres termes, les « données » sont des « résultats » produits par les instruments qui provoquent la nature, et qui sont prévus, déduits, *démontrés* par la théorie. Ainsi la « phénoménotechnique » est elle-même fortement mathématisée ; elle est imprégnée de rationalisme mathématique. Et l'instrument même du « rationalisme appliqué » n'est pas dans le prolongement des outils de l'homme du commun, des outils macroscopiques. L'instrument du rationalisme appliqué n'a de sens qu'à partir des connaissances scientifiques qu'il « matérialise ».

Avec les analyses épistémologiques de Gaston Bachelard, on peut définir la « technoscience » selon son « sens épistémologique ». Et sans doute de manière plus ajustée et plus riche sur le plan conceptuel que ne l'a fait Ian Hacking.

L'intrication entre « l'opérativité technique » et la « théorie » est pensée comme un « diphilosophisme » en acte : du côté théorique, la « nouménologie » du « rationalisme appliqué » ; du côté expérimental, la « phénoménotechnique » du « matérialisme technique ». L'intrication de ces deux « philosophèmes » est telle que Bachelard, pour en rendre compte, prend la métaphore de l'intrication du champ électrique et du champ magnétique pour former le champ électromagnétique¹⁶ : les champs s'induisent réciproquement. Et l'on comprend conséquemment les garanties d'objectivité de la science physique, mais également de la chimie : d'une part, la rationalité scientifique est constitutive, par son engagement, son application, de l'expérimentation ; d'autre part, le réel expérimenté ne trouve pas son coefficient d'être dans une résistance irrationnelle à la raison (Meyerson), mais dans sa cohérence rationnelle ; ce pourquoi l'épistémologie lui donne le nom de « réel scientifique ». Ainsi se trouve fondé un « réalisme scientifique »¹⁷. La « technoscience », prise au sens épistémologique, a donc une portée ontologique.

II. Le « sens contextualiste » de la notion de technoscience

Le sens épistémologique du terme « technoscience », qui place la science sur un axe de conquête de l'objectivité, c'est-à-dire comme répondant, avant tout, à un intérêt cognitif d'information ontologique sur le monde, est certainement pertinent pour caractériser la science contemporaine. Et c'est ce sens que voulait retenir G. Hottois lorsqu'il utilisa ce terme à la fin des années 1970. Mais ce n'est pas ce sens épistémologique du terme « technoscience » qui est, à l'heure actuelle, dominant. Et, s'il en est ainsi, c'est que le sens

16 - Cf. *Le Rationalisme appliqué*, PUF, 1975, p. 139.

17 - Cf. *Ibid*, p. 8.

épistémologique du terme ne prend pas acte du fait que la science n'est pas une production de savoir indépendante et totalement autonome par rapport au contexte technique, social, économique et politique dans lequel elle s'inscrit.

En effet, on pourra soutenir, comme le fait J.-M. Levy-Leblond, que la construction de la bombe nucléaire, entre 1942 et 1943, dans le cadre du projet Manhattan à Los Alamos aux États-Unis, a fait basculer la science : « c'est le moment où la demande technique entre directement dans le système de production du savoir »¹⁸ en subordonnant le savoir scientifique à un projet politique, militaire et technique. À quoi on ajoutera, selon Levy-Leblond, que l'abandon du grand accélérateur américain (SSC ou *Superconductor Super Collider*), en 1993, témoigne encore de la subordination des projets scientifiques sur la physique des particules à l'économie et à la politique : il est jugé trop cher pour l'économie d'un pays en attente de résultats et d'applications rentables à court terme¹⁹.

Le « sens contextualiste » du terme « technoscience » domine donc le sens épistémologique. Mais que recouvre exactement ce « sens contextualiste » ?

Peu ou prou le « sens contextualiste » du terme « technoscience » consiste à admettre, sans référence à une analyse épistémologique précise, que les sciences, devenues techniquement opératoires, sont subordonnées à la technique, aux projets techniques de transformations de la nature ainsi qu'aux investissements économiques et politiques, voire, plus amplement, aux représentations civilisationnelles ; autant d'ordres qui constituent les contextes dans lesquels se déploient les sciences.

Ce « sens contextualiste » a été fixé par Bruno Latour²⁰, dans les années 1980, et repris par des sociologues des sciences et des techniques qui, précisément, reconnaissent à B. Latour le mérite d'avoir reconnu « l'intrication » de la science, de la technique et de la société avant même leur distinction seconde et illusoire en tant que telle.

Pris en ce sens le terme « technoscience » se veut à la fois *descriptif* et *polémique*. Descriptif de « l'intrication » de la science et de la technique dans les sciences contemporaines, de même que des liens entre les sciences et les industries, ainsi que la mise en place de vastes organismes de recherche et de développement d'innovations financés par les capitaux privés ou les fonds publics et orientés par la quête du profit ou bien par la conquête de la puissance, lorsque l'État ou un groupe d'États interviennent dans la gestion de ces organismes de recherche. Polémique, car le terme de « technoscience » ainsi défini est, comme le dit Dominique Raynaud, « le moyen de déconstruire le “ mythe ” de la pureté et de l'autonomie de la science »²¹. Déconstruction par « *contextualisation* » de la science qui, niant l'indépendance de la science dans l'orientation de ses recherches fondamentales, en vient à relativiser l'objectivité des contenus scientifiques.

Cette déconstruction par « contextualisation » de la science peut prendre plusieurs formes selon l'identification du contexte ou du réseau de contextes multiples dans lequel évolue la science. Par où l'on voit, en passant, que cette *déconstruction* est une *reconstruction*

18 - Cf. *Le Grand écart. La science entre technique et culture*, Manucius, 2013, p. 42.

19 - Cf. *Ibid*, p. 43.

20 - Cf. *Science in Action, How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Harvard University Press, 1987.

21 - Cf. « Post-scriptum sur la technoscience », dans *Qu'est-ce que la Technologie ?*, Matériologiques, 2016, p. 274 et sq.

par le contexte ou les contextes dans lesquels la science s'inscrit. Ce pourquoi je parle d'un « *sens contextualiste* » du terme 'technoscience' et non d'un simple « *sens contextuel* ».

Le « sens contextualiste » du terme « technoscience » est un genre qui se spécifie selon les contextes censés « construire » ou « reconstruire » la science. Et, avant même que le terme de « technoscience » apparaisse avec son « sens contextualiste », bien des penseurs se sont livrés à cette contextualisation (dé)constructrice ou (re)constructrice de la science.

Ainsi Jean-François Lyotard s'oppose à la conception des valeurs objectives de la science, de même qu'à la préséance de son projet de connaissance via l'opérativité technique. Dans la *Condition postmoderne* [1979], il souligne que si, pour se développer, la science a besoin de techniques et que la technique a besoin de richesse, tout comme la richesse a besoin de techniques et de science pour se développer, alors « les jeux de langage scientifique vont devenir des jeux de riches »²² et le projet de connaissance désintéressée de la science, s'il a jamais existé, disparaît au profit du projet de performance dans la transformation de la nature ainsi qu'au profit du projet de multiplication des produits innovants qu'instille la circulation du Capital dans son procès d'accumulation, sans autre finalité que cette même accumulation.

La « technoscience », qui subordonne la science à la technique, et qui est instituée par le capitalisme comme une « force de production », non seulement détruit la finalité émancipatrice de l'humanité, le développement des richesses, l'augmentation de la raison et la liberté par la conquête de la nécessité naturelle que la science était censée porter, – ce que Lyotard appelle un « processus de délégitimation »²³, – mais également elle affecte les valeurs objectives de la science ou, mieux dit, elle n'a plus le souci du « vrai » ou du « faux » concernant les énoncés scientifiques, mais uniquement celui de l'efficacité, de la performance de l'opérativité technique. À la limite, le « vrai », s'il a encore une signification en science, se réduit au succès pragmatique : « ce que je dis est plus vrai que ce que tu dis puisque avec ce que je dis, je peux “ faire plus ” (gagner plus de temps, aller plus loin) que toi avec ce que tu dis »²⁴.

En prétendant dévoiler l'essence de notre époque, comme « procès de délégitimation » du projet moderne d'émancipation des hommes par la maîtrise scientifique et technique de la nature, sous les termes de « postmoderne » et de « technoscience capitaliste », J.-F Lyotard n'évite pas deux difficultés qui valent comme objections à sa conception.

En recouvrant les réalités scientifiques, techniques et économiques de notre époque, le terme de « technoscience » perd une compréhension précise. À la limite, dans notre époque postmoderne, tout pourrait relever de la « technoscience » y compris la politique en tant que visant au seul fonctionnement homéostatique du système formé par la technoscience capitaliste. Happée par l'essence de la postmodernité, la politique ne serait plus qu'une gestion performante, donc optimisée rationnellement par les sciences sociales, d'un système garantissant le procès du Capital dans son accumulation.

À cette objection s'en ajoute une autre, qui est au centre de notre préoccupation et dont nous ne cesserons de faire état. Le sens du terme « technoscience » proposé par J.-F Lyotard spécifie le « sens contextualiste » du terme, mais, ce faisant, d'emblée il perd de vue la compréhension précise de l'essence même de la science contemporaine ; à savoir : le

22 - Cf. *La Condition postmoderne*, Minituit, 1979, p. 74.

23 - Cf. *Ibid*, p. 33.

24 - Cf. *Le Postmoderne expliqué aux enfants*, Le Livre de Poche, biblio essais, [Galilée, 1988], p. 90.

couplage entre « *l'opérativité technique* » et les « *symboles nouménologiques* », entre le « *rationalisme appliqué* » et le « *matérialisme technique* ». Et la perte de cette compréhension précise le conduit à croire qu'à notre époque les valeurs objectives de la science s'effacent au profit du succès pragmatique des opérations techniques.

Il en va de même avec Jacques Ellul ou bien Martin Heidegger qui subordonnent la science à la technique et qui contextualisent la science en l'ancrant dans une forme de type culturel ou civilisationnel qui est englobante et transcendentale et donc structurante et donc conditionnante de tous les domaines de réalité, sans cependant être aperçue comme telle.

L'un et l'autre n'ont pas utilisé le terme de « technoscience », mais leurs analyses conceptuelles de la science et de la technique, de leurs rapports et de leur place au sein de la société contemporaine relèvent du « sens contextualiste » du terme « technoscience ».

Selon J. Ellul la « société technicienne » du XVIII^e siècle aurait laissé place au « système technicien » à la faveur de l'apparition du « phénomène technique » comme *a priori de perception* du monde. Le « phénomène technique » apparaît dès lors que l'homme à l'intention consciente, réfléchit d'adopter les moyens les plus efficaces, les plus rentables pour obtenir une fin quelle qu'elle soit ; et ce, de manière exclusive de tout autre rapport à la réalité. Ainsi, peu à peu, le nombre de moyens techniques, de réseaux techniques s'accroissent, forment un « système » qui devient le moteur du développement économique, social et qui, bientôt, se subordonne la politique et la morale. L'homme perd son statut de « sujet » autonome et souverain pour devenir un instrument biophysique et symbolique (culture, langage, affectivité) du processus technique qui le dépasse et l'intègre²⁵.

En effet, le « système technicien » est conçu comme étant une totalité dont le développement est un auto-accroissement autonome, sans contrôle extérieur et même sans contrôle intérieur comme pourrait en avoir un organisme vivant ; et, dans la mesure où ce système ne peut arrêter son propre auto-accroissement, il tend à s'universaliser à l'ensemble des activités humaines sur le globe terrestre et il résout ses propres problèmes par un surcroît de technique, d'objectivation de la seule « rationalité instrumentale », selon l'expression de Max Weber, c'est-à-dire finalement par un accroissement de puissance pour la puissance.

Selon Martin Heidegger, le monde moderne est le monde de la technique dans lequel la conquête de la nature et de l'homme lui-même est devenue une fin en soi ; d'où le caractère inhumain du monde : dévastation de la terre, course à la production, manipulation des consciences, technocratie.

Mais derrière les manifestations du monde technique, M. Heidegger conçoit un « fond » de la technique et de la science moderne. Il s'agit d'une structure transcendantale de la civilisation occidentale qui organise un certain rapport aux choses et au monde en leur conférant un sens. Ainsi derrière la technique, dans « l'essence » même de la technique, il convient de voir un « mode de dévoilement » de toutes les choses, de tous les étants, qui « n'est lui-même rien de technique »²⁶. La technique a pour essence « l'arraisonement » (*Gestell*) de toute chose, de tout étant. Elle exige de toute chose qu'elle « rende raison, qu'elle

25 - Cf. *Le Système technicien*, Le Cherche midi, 2004, p. 23

26 - Cf. « La question de la technique », dans *Essais et conférences*, trad. A. Préau, Gallimard, Tel, p. 27.

donne sa raison »²⁷ ; bref : qu'elle soit explicable par des causes, qu'elles soient calculables, mesurables scientifiquement²⁸ et, par là-même, opérables²⁹, manipulables, exploitables.

Or ce « mode de dévoilement », le fond même de la technique, provient de la métaphysique moderne poussée à son terme ou bien encore « achevée »³⁰, selon l'expression de M. Heidegger.

Cette métaphysique moderne s'inaugure avec Descartes, c'est-à-dire avec la découverte du cogito ou la découverte d'une subjectivité universelle placée comme « centre de référence de l'étant en tant que tel »³¹ qui peut rendre raison de tous les phénomènes de la nature grâce à un langage mathématique et qui instaure le sujet potentiellement « comme maître et possesseur de la nature »³² par le calcul et la technique.

Dans un second moment, la subjectivité se place comme volonté autonome et s'ouvre sur la rationalisation tout à la fois technique et morale du droit et de la politique, avec pour finalité le bonheur humain et l'autonomie morale.

Dans le troisième et dernier moment, la subjectivité comme volonté n'a plus de fins, de buts : la question même des fins n'est plus posée et la volonté finit par se vouloir elle-même : « volonté de volonté »³³ qui vise la puissance pour la puissance. Ce en quoi on reconnaîtra la « raison instrumentale » et technicienne qui, exclusive de toute autre forme de raison, occulte la question même des fins pour s'interroger sur la seule efficacité des moyens. Le règne technoscientifique de la « maîtrise pour la maîtrise », de la « puissance pour la puissance » peut alors se déployer de manière inéluctable comme un destin, dont M. Heidegger peut estimer qu'il nous faudrait une « pensée méditante » pour la déjouer et retrouver, par-delà la métaphysique, la présence de l'Être³⁴.

Que ce soit J. Ellul ou bien M. Heidegger, on voit que la subordination de la science à la technique, assortie d'une contextualisation de la science à partir d'un « a priori perceptif » de type technique ou bien d'un « mode de dévoilement » des étants selon « l'arrondissement » comme « essence » de la technique, ne saisit pas l'essence véritable de « l'opérativité technique » au cœur même de la science en acte.

Certes, leurs perspectives respectives pourraient conférer une intelligibilité aux ingénieries empiriques, aux sciences appliquées dont les hypertechnologies, c'est-à-dire toutes les technologies ou les ingénieries empiriques inventives, innovantes, mais leurs perspectives ne rendent pas compte du *couplage* de la *nouménologie* et de la *phénoménotechnique* de la *science en acte* qui répond à une *visée cognitive de découverte* de la nature et non pas d'*invention d'artefacts* pour augmenter notre puissance et exploiter les énergies de la nature³⁵. En termes heideggériens, et contre Heidegger, nous dirions que pour la recherche fondamentale, il s'agit moins « d'opérer » avec succès pour être « exact » que, bien plutôt, d'être « exact » rationnellement dans l' « opérer » lui-même. En termes bachelardiens, et avec

27 - Cf. *Ibid*, p. 26.

28 - Cf. « Science et méditation », dans *Essais et conférences*, *op. cit*, p. 64.

29 - Cf. *Ibid*, p. 62.

30 - Cf. « Le dépassement de la métaphysique », *Essais et conférences*, *op.cit*, pp. 92-93.

31 - Cf. *Chemins qui ne mènent nulle part*, trad. W. Brokmeier, Gallimard, Tel, 1986, p. 115 ; « Le Dépassement de la métaphysique », *Essais et conférences*, *op.cit*, p. 97 et sq.

32 - Cf. Descartes, Discours de la méthode, 6^e partie.

33 - Cf. « Le dépassement de la métaphysique », *op. cit*, p. 103.

34 - Cf. « Sérénité », *Question III*, traduction A. Préau, Gallimard.

35 - Cf. « La question de la technique », *op. cit*, p. 20.

Bachelard, nous dirions que les garanties de l'objectivité visée par la science sont dans la fabrique des phénomènes comme réalisation de « noumènes ».

Mais toutes les perspectives contextualistes de la science qui procèdent à sa *déconstruction par contextualisation* en l'inscrivant dans la « technoscience » sont-elles vouées à oblitérer le « sens épistémologique » de la « technoscience », c'est-à-dire le couplage entre « nouménologie » et « phénoménotechnique » ou entre « rationalisme appliqué » et « matérialisme instruit » qui fonde un nouveau « réalisme scientifique » ?

B. Latour, qui avance et fixe le terme de « technoscience » dans son « sens contextualiste »³⁶, ne le croit pas, puisqu'il s'agit pour lui de partir non pas de la science une fois faite, mais de la science « en train de se faire »³⁷ ; et que celle-ci est d'emblée reconnue comme une « phénoménotechnique »³⁸.

Nous allons voir qu'il en va autrement.

Les « *science studies* » ou « *l'anthropologie des sciences* » que fonde B. Latour part d'une mise en réseau non seulement de la « science » avec la « technique », mais d'un « réseau d'actants » où chaque « actant »³⁹, chaque acteur, est défini par ses relations avec les autres « actants » (humains, non-humains, discours, organisation, entreprise) ; et l'acteur ou actant est donc lui-même « réseau » en ce sens. « Science » et « technique » sont donc, en réalité, d'emblée associées, enchevêtrées l'une avec l'autre, ainsi qu'avec des institutions, des entreprises, des pouvoirs politiques ; ce par quoi se constituent ce que B. Latour appelle des « collectifs ».

Pour rendre compte de ce qu'il saisit comme *intrication en acte* au sein de toutes les sciences de la nature et de toutes les « technologies » il *transplante* et *étend* « l'intrication » entre « technique » et « faits scientifiques », telle qu'elle apparaît dans la science en train de se faire ; apparition qu'il conçoit comme suit : « en fait, les phénomènes ne *font pas que dépendre* du matériel, ils sont *entièrement constitués* par les instruments utilisés en laboratoire. Et l'on a bel et bien construit à l'aide des inscripteurs, une réalité artificielle, dont les acteurs parlent comme d'une entité objective ; cette réalité que Bachelard [1953] appelle « phénoménotechnique » prend l'apparence du phénomène dans le processus même de sa construction par des techniques matérielles »⁴⁰.

Ainsi la « phénoménotechnique » qui témoigne d'une « intrication » entre rationalité scientifique et technique sert de « *modèle épistémologique* » pour décrire, sous le terme de « technoscience », toutes les intrications, toutes les fusions non seulement au sein des sciences et des technologies, mais également des sciences et des entreprises, des organisations⁴¹.

À contrario, toute description des sciences, des technologies, des techniques, des entreprises, des organisations sociales ou politiques, qui partirait de leur séparation, de leur

36 - Cf. *Science in Action*, *op.cit.*

37 - Cf. *La Science en action, Introduction à la sociologie des sciences*, traduction M. Biezunski, La découverte/poche, 2005, p. 247.

38 - Cf. *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*, 1979; traduction française en 1988 : *La Vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*, La découverte, pp. 57-64.

39 - « puisque en français le mot “acteur” est souvent réservé aux humains, le mot “actant”, emprunté à la sémiotique, est parfois employé pour inclure les non-humains dans la définition. » Cf. B. Latour, *L'Espoir de Pandore*, la découverte, 2001, p. 323.

40 - Cf. *Ibid.*, p. 59. La date d'introduction du terme « phénoménotechnique » dans l'œuvre de Bachelard est 1931 et non 1953. Les termes soulignés le sont par B. Latour.

41 - Cf. B. Latour, *L'Espoir de Pandore*, La découverte, 2007, p. 215.

« pureté » pour ensuite reconstruire leur intrication, leur enchevêtrement ou bien pour préserver un noyau de « pureté » essentielle à l'un de ces « actants », serait de l'ordre d'une illusion.

Illusion de la « sociologie des sciences » dans sa (re)construction de la science en acte, car elle suit l'entreprise de « purification » illusoire qui, une fois la science faite, sépare ce qui lui serait « intérieur » de ce qui lui serait « extérieur » ; et il en va de même pour la technologie et d'autres « actants » qui portent en eux le réseau au sein duquel ils s'inscrivent. Illusion de la « sociologie des sciences » symétrique d'une autre illusion : celle de l'« épistémologie internaliste » qui conçoit un « intérieur » purifié de la science dont les résultats ne peuvent en aucune façon être conditionnés par « l'extériorité » sociale, économique ou politique.

La dichotomie dont procèdent ces deux illusions symétriques est une « création de notre imagination »⁴² ; c'est, selon B. Latour, « ce qui reste des technosciences une fois que les attributions de responsabilités ont été faites »⁴³ entre des « causes » dont on présuppose le caractère séparé et qui, comme tel, auraient un « intérieur » et un « extérieur », alors que les réalités scientifiques et techniques intriquées forment un « tissu sans couture »⁴⁴.

Par-delà la critique évidente qui consiste à dire que le terme « technoscience » a une telle extension qu'il en perd sa compréhension, j'aimerais formuler deux critiques qui indiquent que « l'anthropologie des sciences » de B. Latour manque la visée essentielle des sciences de la nature ainsi que leur statut gnoséologique⁴⁵ ; à savoir : la découverte objective de la nature par une ontogénie technique des phénomènes et des substances réalisant par la « cité scientifique » et « technicienne »⁴⁶, en droit universelle, des noumènes de type mathématique, ce qui confère aux sciences de la nature le statut gnoséologique d'un « réalisme scientifique ».

Tout d'abord, la transplantation du concept de « phénoménotechnique » dans « l'anthropologie des sciences » ou « science studies », pour rendre compte secondairement de l'intrication des « technosciences », à partir des termes séparés, purifiés tels que « science » et « technique », « raison scientifique » et « fabrication des phénomènes, – retient bien l'essentielle dimension instrumentale de la facticité des phénomènes de la science contemporaine du début du XX^e siècle, mais elle oblitère les valeurs objectives de la science et le « réalisme scientifique » que cette dimension instrumentale permet de fonder ; ce qui indique une analyse épistémologique et gnoséologique insuffisante de la « phénoménotechnique ».

Précisons ce point. Lorsque B. Latour introduit le terme « phénoménotechnique », il comprend bien qu'il s'agit d'un phénomène de laboratoire construit à partir d'instruments matériels, mais sur le plan épistémologique il souligne moins qu'il s'agit de la réalisation technique d'un « noumène » que, selon lui, d'une « trace » fabriquée et enregistrée par des « inscripteurs »⁴⁷ ; ce qui réduit le phénomène produit techniquement à un statut avant tout symbolique. Ce pourquoi si « les acteurs en parlent comme d'une entité objective », il ne peut

42 - Cf. *La Science en action, op. cit.*, p. 420.

43 - Cf. *Ibid.*, p. 422.

44 - Cf. *Changer la société, op.cit.*, p. 38 ; *La Science en action, op.cit.*, p. 488.

45 - Gnoséologie : j'entends par ce terme la conception du rapport de la connaissance scientifique à l'Être.

46 - Cf. G. Bachelard, *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, UGE, collection 10/18, p. 17.

47 - *La Vie de laboratoire, la production des faits scientifiques*, La découverte, p.59.

s'agir que d'une élaboration secondaire de l'imagination que l'anthropologue des sciences tient pour une illusion.

Cependant, jamais B. Latour n'affirme qu'il ne s'agit que d'une création secondaire de l'imagination des scientifiques, ce qui l'obligerait à prendre position sur la réalité primaire effective de la « phénoménotechnique » couplée à la « nouménologie », et donc l'obligerait à lui conférer un statut gnoséologique. Il esquivé donc le risque d'une thèse gnoséologique fondée sur le statut épistémologique de « traces » qu'il confère aux phénomènes fabriqués techniquement. Mais cette esquivé signifie, pour le moins, qu'il ne reconnaît pas le « réalisme scientifique » fondé sur le couplage du « rationalisme appliqué » et du « matérialisme technique ».

Ensuite, deuxième critique : faute d'analyser épistémologiquement les polémiques intrinsèques aux « travailleurs de la preuve »⁴⁸, et même de discuter de la dialectique du « rationalisme enseignant » et du « rationalisme enseigné », de la dialectique de psychologisme et du non psychologisme, de l'accord intersubjectif des scientifiques autour de la vérité, que l'on trouve chez Gaston Bachelard⁴⁹, B. Latour réduit ces polémiques à une « rhétorique »⁵⁰. Ce qui signifie une primauté de l'intersubjectivité dans la constitution des « faits scientifiques ».

La validité intersubjective des « faits scientifiques » procède moins de la vérité de ces faits que de la « controverse » intersubjective à propos de ces faits.

Pour bien comprendre ce point, B. Latour, dans la *Science en action*, utilise une métaphore. Si les preuves scientifiques d'un fait sont énoncées et communiquées, alors elles sont comme une balle de rugby dans un jeu de rugby. Plus la balle est reprise et acceptée, plus elle va acquérir le statut intersubjectif d'une « balle ». Autrement dit, la validation des preuves par la communauté scientifique donne une autorité, une légitimité aux « faits » de telle sorte qu'ils prennent un statut « objectif ». Ainsi l'intersubjectivité « fabrique les faits » scientifiques : « la fabrication des faits, comme le jeu de rugby, est un processus collectif »⁵¹. Expression métaphorique assez savoureuse, car dans cette affirmation ce qui est oublié c'est la « balle » elle-même proposée aux joueurs pour jouer et que le « jeu » même devait poser comme ayant le statut objectif d'une « balle ». En effet, contrairement à ce que dit B. Latour, il est essentiel pour jouer au rugby que la « balle » soit objectivement ovale. Son ovalité objective n'est pas posée par l'intersubjectivité des joueurs. L'intersubjectivité des « travailleurs de la preuve » ne peut donc être réduite à une « rhétorique ».

Le « sens contextualiste » du terme « technoscience » conduit donc à une occultation de l'essence du couplage épistémologique entre « matérialisme technique » et « rationalisme appliqué », entre « phénoménotechnique » et « nouménologie » au sein de l'acte même de la recherche fondamentale dans les sciences de la nature ; de même, ce sens conduit à une négation de l'objectivité de ces sciences ; et ce, même dans « l'anthropologie des sciences » de B. Latour qui reconnaît la fonction et le statut épistémologique de la

48 - Cf. G. Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, PUF, p. 56.

49 - Pour tous ces points, je me permets de renvoyer à : Michel-Elie Martin, *Les Réalismes épistémologiques de Gaston Bachelard*, EUD, 2012, chap. IV.

50 - Cf. *La Science en action*, op. cit, p.248.

51 - Cf. *Ibid*, p. 250.

« phénoménotechnique », mais en occultant le « réalisme scientifique » que celle-ci fonde dans son couplage à la nouménologie⁵².

Cependant, et symétriquement à cette critique du « sens contextualiste » du terme de « technoscience », nous rappellerons que le seul « sens épistémologique » de ce terme, tout en prenant acte de la dimension « matérialiste technique » au cœur de la recherche, et donc potentiellement du contexte technique du développement de cette recherche, ne permet pas de rendre compte des contextes qui conditionnent le développement de la recherche scientifique, ce qui peut entretenir l'image illusoire d'un développement indépendant de la recherche vis-à-vis des contextes techniques, économiques, sociaux, politiques et éthiques dans lesquels elle s'inscrit.

III. De la notion de technoscience au concept de technoscience

L'articulation de ces deux sens du terme est donc impossible. Cependant, pour clarifier l'usage de ce terme et en faire un concept, nous proposons deux choses.

D'une part, sacrifiant le terme 'technoscience' avec sa signification épistémologique, on peut réduire la polysémie ambiguë du terme tout en préservant la signification épistémologique sous les expressions « rationalisme appliqué / matérialisme technique » ou encore « nouménologie / phénoménotechnique » : expressions qui recouvrent la science en acte comme étant un couplage de deux « philosophèmes » qui permet de penser *l'ontogénie technique inventive des sciences de la nature* comme étant en même temps une *découverte du réel en-soi*, puisque *l'ontogénie technique réalise des noumènes*, c'est-à-dire la rationalité intrinsèque de la nature.

D'autre part, en préservant l'usage du terme « technoscience », on peut désigner par-là des réalités *dans lesquelles sciences et techniques se lient ensemble, sans qu'il s'agisse de la recherche fondamentale dont la finalité est la découverte du réel, mais sans qu'il s'agisse non plus d'aller au-delà de ces réalités dans lesquelles sciences et techniques se lient* pour y inclure des réalités économiques, sociales, politiques ou encore éthiques et philosophiques qui constituent les contextes des technosciences.

Précisons ces réalités désignées par le concept de « technoscience ».

En allant des « technosciences » les plus abstraites, vers les plus concrètes, on trouvera, tout d'abord, les « sciences appliquées » qui sont enseignées aux ingénieurs, c'est-à-dire toutes les connaissances rationnelles tournées vers la réalisation d'objets techniques, de procédures techniques, de modèles dans des domaines de réalités dont s'occupent les ingénieurs.

Ainsi, les *mathématiques appliquées* sont constituées de statistiques, de probabilité, de théorie des jeux, de langage et de programmation informatique, de cryptographie. La *physique appliquée* a pour objet l'étude des applications de la physique, on y trouve l'acoustique, la dynamique des fluides, l'électronique, la géophysique, la biophysique, la physique médicale, par exemple, qui constituent des domaines de recherches appliquées

52 - Ce pourquoi la gnoséologie des sciences de la nature de « l'anthropologie des sciences » n'est pas un « réalisme », bien que B. Latour affirme le contraire (cf. *L'Espoir de Pandore*, La découverte, p. 22). Nous nous accordons sur ce point, sur d'autres bases critiques, avec J.-H. Barthélémy qui y voit un « relativisme résiduel et dénié » (cf. *La société de l'invention*, Matériologiques, 2018, p. 77 et p. 109).

visant des connaissances nouvelles, mais avec un objectif technique défini. On y trouve également, des recherches sur les moteurs, les machines d'usinage, sur les machines électriques. La *chimie appliquée*, distincte de la chimie théorique et plus récemment de la chimie quantique, inclut de multiples spécialités expérimentales dont le but reste éminemment théorique (chimie organique, inorganique, chimie des matériaux, biochimie, par exemple).

À proprement parler, la chimie a toujours un caractère appliqué, ce pourquoi on ne trouve pas le terme de « chimie appliquée », mais les domaines d'application plus concrets de la chimie sont d'une très grande diversité et les interfaces avec d'autres sciences sont fréquentes. Ainsi, sans être exhaustif, on peut repérer l'agrochimie, la pétrochimie, la nanotechnologie, la chimie médicinale, la chimie environnementale, la chimie de l'atmosphère, l'astrochimie, l'électrochimie.

De même que pour la chimie, les objets de la biologie sont étalés sur une grande étendue d'échelle, depuis le moléculaire jusqu'au genre et aux familles d'espèces ; et les interfaces avec la physique et la chimie sont également nombreuses. La biologie est légitimement tenue pour une *biologie appliquée* lorsque la finalité est moins de *découverte* que d'*invention*, de *contrôle* et de *maîtrise performante*, ainsi qu'on peut le constater dans toutes les ingénieries (biotechnologies, biochimie pharmaceutique, insémination artificielle, culture sélective) et la médecine qui s'appuient sur les connaissances biologiques ainsi que sur les autres connaissances scientifiques qui viennent en interfaces, selon les objets dont la recherche s'occupe avant même que l'ingénierie spécialisée n'intervienne. Mais il est difficile de marquer une limite claire entre ce qui est biologie fondamentale et biologie appliquée : pensons à la microbiologie, la physiologie cellulaire, la biologie moléculaire, l'écologie.

Sur l'axe qui va maintenant des « *sciences appliquées* » aux « *ingénieries* » et aux « *technologies* » les plus inventives, nous trouvons, par exemple, les spécialités enseignées aux ingénieurs telles que le « génie chimique », le « génie civil », le « génie industriel », l'ingénierie cognitive, le génie écologique, mais également les « nanotechnologies », les « biotechnologies », les « technologies de l'information » et ce qu'on a appelé les « sciences cognitives ».

Toutes ces « ingénieries », ces « technologies » produisent de nouveaux objets ou « *artefacts technologiques* »⁵³ aux propriétés connues et jugées utiles, mais également des artefacts technologiques dont les propriétés sont inconnues, étonnantes en ce qu'elles recèlent, décèlent des potentialités opérantes de la nature qui pourraient servir. Par exemple : la forte réactivité de surface des nanoparticules, la spécificité de leur agrégation, dissolution ou évaporation ; ou encore le constat fait par Hubert Juillet, en 2001, que dans des nanofils le courant électrique et la chaleur sont quantifiés.

De plus, avec toutes ces technologies et ingénieries, des connaissances sont produites, mais le *logos technologique* est un ajustement des « sciences appliquées » au réel empirique et la nouveauté de ces connaissances se déploie dans l'espace de cet ajustement. Cependant, dans le cas de production d'artefacts aux propriétés étonnantes et inconnues, des connaissances manquent pour leur conférer une intelligibilité théorique au-delà de leur identification empirico-technique. Des potentialités de la nature sont révélées par des opérations techniques qui manquent de logos théorique ; et, parfois, leur finalité utilitaire est simplement présumée ou imaginée.

53- Cf. D. Raynaud, *Qu'est-ce que la technologie ?*, op.cit, p. 30.

Certains auteurs voient dans ces technologies productrices d'artefacts nouveaux, dévoilant par leurs propriétés et leurs opérations des potentialités opérantes de la nature, inconnues des sciences et non prévues par celles-ci, ce qui mérite vraiment d'être appelé des « technosciences » qui, par leur convergence, conduisent à construire un « tout » en développement que l'on pourrait légitimement nommer « technoscience » au singulier.

C'est ce que proposent, entre autres, B. Bensaude-Vincent⁵⁴ ainsi que Sacha Loeve, Alfred Nordmann et Astrid Schwarz⁵⁵, en reprenant comme base, de manière critique, le travail de 80 penseurs réunis par Mihail Roco et William Bainbridge qui, dans un rapport NBIC⁵⁶, annoncent et, tout à la fois, appellent de leurs vœux, la convergence transdisciplinaire des nanotechnologies, des biotechnologies, de l'informatique et des sciences cognitives vers une finalité imaginaire, que discerne valablement B. Bensaude-Vincent comme étant celle de la transfiguration indéfinie de la nature saisie dans ses processus opératoires : « le but vers lequel convergent les technosciences, le pôle attracteur de la convergence est un rêve : la pure plasticité, horizon indéfini des possibles »⁵⁷.

Cette convergence provient, tout d'abord, de l'échelle nanométrique à laquelle opèrent ces technosciences. Toutes opèrent à ce niveau et ce sont de nouveaux phénomènes, de nouvelles propriétés de la nature qui émergent, pour être exploitées et connues ; notamment lorsque ces technosciences se lient entre elles. Ensuite, cette convergence est rendue possible par les instruments ou, mieux dit, les outils qui interviennent à ce niveau. Ainsi les plus connus sont-ils le microscope à effet tunnel (STM : Scanning Tunelling Microscope)⁵⁸ ou encore le microscope à force atomique (AFP : Atomic force Microscope).

Le premier permet de déterminer à l'échelle atomique la densité des états électroniques de surfaces conductrices ou semi-conductrices, de renseigner sur les propriétés électroniques locales de la surface du matériau ainsi que de déplacer un par un les atomes de cette surface. Le deuxième permet d'obtenir l'image de la surface d'un matériau non conducteur de courant électrique au niveau électronique.

De même, dans le domaine de la biotechnologie, les instruments opératoires que sont la PCR (Polymer Chain Reaction ; ACP en français : amplification en chaîne par polymérase) qui permet de répliquer, à volonté, une séquence d'ADN ou encore les enzymes de restriction qui permettent de couper un fragment d'ADN et de modifier cet ADN (transgénèse) ; ce que permet également le système CRISPR-Cas9 depuis 2010.

La convergence entre les différentes technosciences opérant au niveau nanométrique a procédé également de l'interdisciplinarité favorisée par l'idée que des atomes aux molécules et aux cellules, des *bits* numériques aux algorithmes, des neurones au réseau de leur connexion, il y va d'une démarche de construction ascendante (bottom-up)⁵⁹ des artefacts

54 - Cf. B. Bensaude-Vincent, *Les Vertiges de la technoscience*, La découverte, 2009.

55 - Cf. « Matters of interest: The Objects of Research in Science and Technoscience », *Journal for general of science*, nov 2011, vol 42n Issue 2, pp. 365-383, URL: <http://link.springer.com/article/10.1007%2F510838-011-9172-y>.

56 - Cf. Mihail Roco et William S. Bainbridge (dir), *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information technology, and cognitive Science*, NSF/Doc-Sponsored report, Arlington, 2002.

57 - *Les Vertiges de la technoscience*, op.cit, p. 148.

58 - Inventé en 1981 par des chercheurs d'IBM : Gerd Binnig et Heinrich Rohrer. Ils ont reçu le prix Nobel de physique en 1986.

59 - Cf. Eric K. Drexler, *Engins de création. L'avènement des nanotechnologies*, Vuibert, Paris, 2005.

macroscopiques et microscopiques à partir de leurs éléments constitutants à l'échelle nanométrique.

Mais cette convergence n'est pas de l'ordre d'un mouvement inéluctable et *sui generis*, elle s'ordonne à un projet politique et donc une politique, une finalité valorisée par une volonté.

Dès 2009, B. Bensaude-Vincent⁶⁰ mettait très bien en lumière le projet politique qui animait les auteurs du rapport sur les convergences technologiques pour améliorer les performances de l'homme ; et, notamment son incidence directe sur la recherche fondamentale.

Ainsi la politique américaine, pour des raisons militaires, a pu trouver un intérêt dans l'augmentation des performances humaines afin de favoriser la convergence NBIC et si la politique européenne de la recherche s'est écartée de cette finalité, elle a cependant favorisé la convergence de ces technologies afin de réaliser collectivement un développement durable, une justice sociale, une solidarité humaine plus grande.

Mais ces politiques scientifiques, qu'elles soient américaines ou européennes, subordonnent les recherches scientifiques à l'invention d'artefacts technologiques qui font émerger des possibilités inédites en termes d'opérations et de propriétés de la nature ; possibilités inédites qui sont considérées comme autant d'opportunités pour l'exploiter.

Dès lors, la recherche scientifique fondamentale et orientée vers la découverte objective des lois de la nature tout en fabriquant les phénomènes, les substances, sur le plan instrumental, se trouve entravée dans son orientation spécifique par un contexte idéologique, politique et également économique puisque les budgets de recherche alloués par les États ou bien encore par les entreprises privés favorisent les « technosciences », et donc les projets scientifiques orientés vers les inventions technologiques riches de possibilité exploitables.

Au terme de ce parcours portant le terme de « technoscience » du statut de *notion* ambiguë au statut de *concept*, nous voyons en quoi la recherche fondamentale, qui n'est plus définie comme étant une « technoscience », risque cependant d'en devenir une, et donc de disparaître.

Reprenons et précisons.

Le concept de « technoscience » que nous proposons désigne donc *l'ensemble des technologies relevant des sciences appliquées ainsi que l'ensemble des technologies dont l'ontogénie technique inventive répond à un projet d'invention pour exploiter des opérations et des propriétés inédites et inconnues de la nature*. De manière distincte, la recherche fondamentale des sciences de la nature réalise des « noumènes », un logos théorique de type mathématique, en prise avec la rationalité intrinsèque de la nature et dont le projet est de découvrir cette rationalité.

Ainsi, même si d'un côté et de l'autre nous trouvons l'ontogénie technique, l'une et l'autre n'ont pas la même finalité non plus que les mêmes caractéristique intrinsèques, puisque dans la recherche fondamentale c'est spécifiquement la cohérence mathématique d'un noumène qui se réalise. Ce dont je rends compte par le néologisme de « *nouménotechnie* »⁶¹.

60 - Cf. *Les Vertiges de la technoscience, op.cit.*

61 - Cf. Michel-Elie Martin, *Comment par la technique le rationnel se fait-il réel ?* M'éditer, 2012.

On comprend donc que si l'idéologie, la société, le pouvoir politique et économique favorisent les « technosciences », alors la recherche fondamentale risque bien, selon la thèse de J.-M. Levy-Leblond, « d'être étouffées »⁶² par « la demande technique »⁶³ ou bien encore d'être privée de ressources ; ce qui revient, finalement, au même.

IV. L'orientation problématique de la recherche fondamentale : la subordination aux projets des technosciences

En produisant ce concept de « technoscience » distincte de la recherche fondamentale, il ne s'agit pas pour nous de retourner à une conception de la science et, plus exactement, de la recherche fondamentale qui l'envisageait comme isolée et pure de tout contexte dans son propre développement.

Cette conception, qui émancipe la science des fonds privés émanant des entreprises industrielles pour qu'elle soit financée par l'État tout en maintenant son indépendance vis-à-vis de l'État en tant qu'activité créatrice, désintéressée, dont les progrès sont imprévus, mais dont les conséquences sont tout à la fois spirituelles et matérielles, est une conception dont le modèle a été élaboré par Jean Perrin au début du XX^e siècle. Bernadette Bensaude-Vincent, dont je suis ici l'exposé historique⁶⁴ de l'émergence et du développement de la technoscience, nous montre, dans les *Vertiges de la technoscience*, que ce modèle a été choisi par l'État français contre le modèle de Le Chatelier privilégiant le rapport étroit entre les sciences et l'industrie non seulement dans leur financement, mais dans leur mode de fonctionnement.

Ce modèle, qui semble avoir été hégémonique dans le monde, a montré d'emblée qu'il dépendrait des États, et donc d'une politique scientifique, et que, dans sa mise en œuvre, il n'a pas pu se soustraire à sa modification par son enrôlement dans l'effort de guerre et de recherche de puissance des États.

Ainsi le projet Manhattan mené en 1943 à Los Alamos aux États-Unis, et qui leur apporta l'arme nucléaire, montra que les scientifiques pouvaient d'eux-mêmes se mobiliser dans un effort de guerre, travailler ensemble et mettre les sciences de la nature au service d'un projet politique de puissance. Selon J.-M. Levy-Leblond, il s'agit d'une période clé : celle d'une recherche fondamentale qui sera financée pour autant qu'elle se soumette à des projets, des impératifs utilitaires. Et il en voit la preuve dans l'abandon, en 1993, de l'accélérateur de particules américain au motif qu'il ne donnait pas de résultats tangibles en termes de connaissance.

Suite au projet Manhattan, la question du modèle scientifique s'est posée pour que des chercheurs et des ingénieurs puissent obtenir des résultats d'une ampleur au moins égale à celle de la fabrication de l'arme nucléaire dans de tout autre domaine que celui de l'armement.

Le rapport *Science, the endless frontier* écrit en 1945 par Vannevar Bush, président de l'Office de la Recherche Scientifique et du Développement, et remis au président Truman, précise qu'il faut que l'État laisse la liberté aux chercheurs, tout en les finançant et en

62 - Cf. *La Technoscience étouffera-t-elle la science ?*, op.cit.

63 - Cf. *Le Grand écart. La science entre technique et culture*, op. cit, p. 42.

64 - Cf. *Les Vertiges de la technoscience*, op.cit.

favorisant l'interdisciplinarité et la compétition entre chercheurs afin d'obtenir des retombées technologiques de portée économique, militaire et sociale. Ce qui rejoint, par-delà J. Perrin, le souci de Le Chatelier.

Ce modèle a pu devenir hégémonique, au milieu de XX^e siècle, dans la mesure où l'Europe s'est reconstruite avec l'aide des États-Unis pour faire face à l'URSS.

La subordination de la recherche fondamentale aux politiques scientifiques des États a permis la construction d'instruments gigantesques pour découvrir les particules élémentaires à l'échelle subatomique ; ce pourquoi elle fut appelée *Big Science*. Mais l'enrôlement des scientifiques par les États à des fins de puissance militaire, dans un contexte de guerre froide entre les États-Unis, l'Europe et l'URSS, a suscité des oppositions dans les années 1950 et 1970 ; notamment contre le développement des armes nucléaires : ce qui appela une orientation de la politique scientifique vers des objectifs économiques et sociaux et non plus des objectifs ultimement militaires.

À la fin de la guerre froide, au début des années 1980, succéda une « guerre » commerciale entre puissances nationales. Un modèle favorisant les développements technologiques des industries privées devenait nécessaire.

En 1980, le *Bay-dole University and Small Business Act*, voté par le Congrès américain faisait des chercheurs universitaires les propriétaires de leur découverte, alors même que leurs financements restaient une affaire d'État. Le but, largement atteint, fut de développer de nouvelles technologies et de créer de nouvelles industries. La recherche fondamentale orientée vers la connaissance, la découverte des lois de la nature, de ses éléments, de leurs propriétés et des processus qui les constituent, répondant en cela à un intérêt de pure connaissance théorique, ne pouvait que subir la concurrence de recherches finalisées par l'invention technologique exploitant les processus naturels et répondant à l'intérêt pragmatique de puissance sur la nature ainsi qu'à l'intérêt des capitaux privés investis dans le développement des inventions ou des innovations technologiques que l'État, lui-même finançant la recherche, cherchait à défendre et à promouvoir.

Le chercheur, devenant de droit entrepreneur, était invité ou contraint par le financement de son laboratoire, à développer des connaissances rentables, c'est-à-dire orientées vers les inventions d'artefacts technologiques dont les propriétés opératoires ne sont pas bien comprises sur le plan de la rationalité scientifique, mais qui offrent des possibilités d'exploitation.

Au modèle de Vannevar Bush se substituait un modèle détruisant la liberté créatrice du chercheur et son développement imprévisible en termes de connaissances et d'applications technologiques pour lui assigner des objectifs finalisés par l'innovation et l'invention technologiques dont le pouvoir politique, l'économie et la société attendent qu'elles soient rentables et utiles.

Le témoin de ce changement de modèle se trouve, en 1997 et 1998, dans le rapport officiel de la communauté européenne⁶⁵ fixant les orientations de la politique scientifique de l'union européenne pour le XXI^e siècle et dont le titre reprend celui du rapport de Vannevar

65 - Cf. Parashevas Caracostas et Ugur Muldur, *La société, ultime frontière*, Office des Publications Officielles des communautés Européennes, 1997.

Bush « society, the endless frontier », – traduit avec ambiguïté en français par « La société, ultime frontière », – mais sans que ce titre implique la même signification⁶⁶.

Il s'agit, en effet, de fixer « l'innovation » comme finalité de la Recherche et du Développement, ce qui implique tout autant l'amélioration et l'invention technologique que l'amélioration par l'innovation des conditions de production des entreprises ainsi que des conditions sociales, économiques et écologiques d'existence des hommes.

Dit autrement : la recherche fondamentale ou appliquée doit être, via le développement des artefacts technologiques, au service de la société et régler avant tout les problèmes économiques, sociaux et environnementaux. Ce qui signifie que la recherche fondamentale, dont l'ontogénie technique est finalisée par le vrai, doit céder la place aux développements des « technosciences » finalisées par l'utile et l'exploitable pour répondre aux demandes sociétales qui méritent elles-mêmes d'être étudiées et éclairées pour que les hommes acceptent et réclament ces nouvelles technologies.

Ce modèle qui se veut à la fois *descriptif*, par sa reconstruction contextuelle des sciences⁶⁷, et *prescriptif* par les impératifs sociétaux auxquels doit répondre la recherche scientifique, a donc favorisé idéologiquement, politiquement et économiquement le développement des « technosciences » au détriment de la recherche fondamentale et de ses valeurs fondamentales d'objectivité, d'universalité et d'autonomie que l'on dira relative eu égard au contexte technologique et économique contraignant le développement de cette recherche.

C'est dans le cadre de ce modèle hégémonique que les nanotechnologies, les biotechnologies, les technologies de l'information et les « sciences cognitives » se sont développées de manière « transdisciplinaire » et convergentes avec pour finalité, aux États-Unis, l'amélioration des performances humaines et, en Europe, une finalité plus sociale et plus écologique ; quoi qu'il en soit il reste que les recherches scientifiques privilégiées par les politiques scientifiques de notre époque sont celles qui sont subordonnées à ces « technosciences » dont l'ontogénie d'artefacts technologiques fait émerger des opérations et des propriétés de la nature inédites, inconnues qui offrent des opportunités pour que celle-ci soit exploitée, transfigurée ; que cette nature soit extérieure ou intérieure à l'homme.

Le privilège idéologique et politique accordé aux « technosciences » met donc en danger la recherche fondamentale : non seulement celle-ci est subordonnée au projet des technosciences, à leur finalité inventive pour ressaisir dans des artefacts les potentialités opératoires de la nature, mais encore l'essence même de la recherche fondamentale n'est plus comprise et saisie comme telle, si le sens épistémologique du terme « technoscience » qui relie la « nouménologie » à la « phénoménotechnique » est occulté par le « sens contextualiste » : celui-ci ne comprenant que la seule « phénoménotechnique », ne retient pas

66 - En effet, comme l'indique G. Hottois : « “ ultime ” signifie à peu près le contraire de “ endless ” qui veut dire qu'il n'y a pas d' “ ultime ” limite. Nous sommes bien d'ailleurs dans une perspective opposée à celle de Bush qui valorisait la recherche scientifique fondamentale comme illimitée et comme moteur des transformations et progrès sociaux. » Cf. *Technoscience et sagesse*, Pleins Feux, 2000, p. 26. Dans le rapport de la communauté européenne, la recherche fondamentale et les sciences en général devront se subordonner à cette « ultime frontière » qu'est censée être la société avec ses demandes « impératives ».

67 - G. Hottois, dans une conférence prononcée en 2004 à l'occasion d'un Colloque « Science et Conscience européenne » au Collège de France, interroge avec pertinence le modèle épistémologique « socio-constructiviste » sur lequel repose cette description. Cf. *La Science entre valeurs modernes et postmodernité*, Vrin, 2005, pp. 43-49.

le vecteur épistémologique du « rationalisme appliqué » dans son lien avec le « matérialisme technique » qui fonde un « réalisme scientifique » témoignant de la finalité essentiellement cognitive de la recherche fondamentale. Dès lors, le terme de « technoscience » prend la valeur d'une simple notion ambiguë qui peut recouvrir et occulter l'essence même de la recherche fondamentale ; ce qui est un *effacement sémantique* de l'essence de la recherche fondamentale préfigurant ici sa *dissolution ontique*.

*

* *

Pour éviter l'usage problématique, équivoque et homologique du terme « technoscience », dont le « sens contextualiste » et le « sens épistémologique » ne cessent de s'opposer, nous proposons donc *le concept de « technoscience » comme signifiant exclusivement les ontogénies techniques relevant des sciences appliquées ainsi que les ontogénies techniques inventives débordant l'application des sciences pour exploiter des opérations et des propriétés de la nature qui peuvent être inédites et inconnues*.

Le « sens contextualiste » du terme « technoscience » est donc sacrifié ; et, pour rendre compte du développement même des « technosciences », il convient d'analyser leur contexte idéologique, politique, militaire, économique, social et écologique ; car les « technosciences » sont inscrites dans ces domaines et elles sont donc parties prenantes du réseau des multiples interactions entre ces domaines.

Quant au « sens épistémologique » du terme « technoscience » il est préservé *sous l'expression diphilosophique de « nouménologie / phénoménoteknique »* ; expression un peu lourde qui peut être évitée par le néologisme « *nouménotechnie* », qui me paraît plus léger par son caractère synthétique des deux philosophèmes précédents, tout en restant ajusté conceptuellement à l'essence et à la finalité de la science en acte à la pointe de la recherche d'informations ontologiques de la nature.

Michel-Elie Martin, 3 avril 2020.