

UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE COMPIÈGNE

UTC

Costech

#Technologie

#SystèmeTechnique

#EvolutionTechnique

#ObjetTechnique

#Technoscience(s)

Séminaire PHITECO

UV SC01 du mineur PHITECO (4 ECTS)

Les concepts de la technique

Une boîte à outils des concepts de la technique
à l'usage des élèves-ingénieur.e.s

du **18 au 22 janvier** 2016
UTC • Centre Pierre Guillaumat • Amphi L200

PHILOSOPHIE • TECHNOLOGIE • COGNITION

Inscriptions : chimene.fontaine@utc.fr
Informations : cleo.collomb@utc.fr

En partenariat avec le projet HOMTECH
(Sciences de l'homme en univers technologique)



donnons un sens à l'innovation

Séminaire PHITECO, 18-22 Janvier 2016 – Université de Technologie de Compiègne
Centre Pierre Guillaumat, rue du Docteur Schweitzer, 60200 Compiègne – Amphi L200

LES CONCEPTS DE LA TECHNIQUE

Contact : cleo.collomb@utc.fr

Inscription : chimene.fontaine@utc.fr

Argumentaire

Dans toute leur diversité, les techniques ne peuvent être considérées sur le modèle de l'ustensile, c'est-à-dire comme de simples moyens d'action qui seraient asservis à la réalisation de fins humaines. Elles doivent au contraire être reconnues dans leur valeur « anthropologiquement constitutive et constituante », dans la mesure où elles médiatisent d'emblée les relations que l'humain entretient au monde naturel et social. Telle est la thèse que nous défendons et approfondissons – dans la pluralité de ses enjeux perceptivo-cognitifs, éthiques, socio-économiques, organisationnels, politiques – depuis de nombreuses années, et notamment à l'occasion de notre séminaire annuel PHITECO (Philosophie, Technologie, Cognition).

Tout en s'inscrivant dans le prolongement de cette approche générale et en partenariat avec le projet de recherche HOMTECH (Sciences de l'homme en univers technologique) financé par la Région Picardie, le séminaire PHITECO 2016 entend porter une attention particulière aux *concepts de la technique*, c'est-à-dire aux concepts qui ont permis, permettent ou pourraient permettre de penser le fait et le faire technique, de les problématiser. L'objectif est de constituer une

boîte à outils des concepts de la technique à l'usage des élèves-ingénieur.e.s et de la mettre à l'épreuve.

On pourra ainsi par exemple interroger l'usage ou le mésusage de concepts comme celui de « technoscience » ou comme celui de « technologie ». L'UTC étant d'ailleurs une « Université de Technologie », y'a-t-il prétention au développement d'un savoir universel sur la technique ? On pourra encore mettre en évidence les prises sur le phénomène technique que sont susceptibles de nous fournir des concepts comme ceux d'« hyper objets » ou d'« actants non-humains », de « complémentation ». Quelle a été leur réception, leur postérité ? Quelle est leur généalogie ? Comment peuvent être appliqués des concepts comme ceux de « concrétisation », de « dépendance du sentier » ?

L'approche du séminaire étant résolument pluridisciplinaire, nous sollicitons des chercheur.e.s et praticien.ne.s de différents horizons. Les concepts de la technique, loin de ne mobiliser que les philosophes, font aussi appel à celles et ceux qui fréquentent et observent la technique « au travail ». Où sont les objets techniques, comment les suivre, qu'est-ce qu'ils demandent à l'ergonome ou au designer ? A-t-on des histoires à raconter qui les concernent ?



Chaque intervenant.e a 45 minutes de temps de parole. Puis il/elle est invité.e à sortir pour 15 minutes durant lesquelles la salle (élèves-ingénieur.e.s) prépare ses questions. Il/elle revient ensuite pour une discussion de 15 minutes.

Heures	LUNDI 18 JANVIER	MARDI 19 JANVIER 2015	MERCREDI 20 JANVIER	JEUDI 21 JANVIER	VENDREDI 22 JANVIER
9h30-10h45	Introduction au séminaire pour les étudiant.e.s Pierre Steiner, Cléo Collomb	Liliane Hilaire Perez (Paris VII) L'analogie dans l'atelier. Les savoirs opératoires des artisans aux XVIIIe siècle.	Eric Boëda (Paris X) <i>Around de Simondon et Leroi-Gourhan</i>	Charles Lenay (UTC) Leroi-Gourhan : tendances techniques et cognition humaine.	Bernadette Bensaude Vincent (Paris I) Penser la temporalité des objets techniques
10h45-11h00	<i>Pause</i>	<i>Pause - Les concepts de système technique</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>	<i>Pause</i>
11h00-12h15	Guillaume Carnino (UTC) De la technique à la technologie : dynamiques transductives de la production contemporaine.	Daniel Cérézuelle (dir. scientifique PADES) Jacques Ellul et l'autonomie de la technique.	Vincent Bontems (CEA) Conceptualiser les lignées techniques. Avant, pendant et après Simondon.	Nicolas Salzmann (UTC) Comment (o)utiliser les concepts de la technique ?	Peter Paul Verbeek (U. Twente) Thinking Trough Technological Things: Instrumentality, Dialectics, Hybridity
12h15-14h00	<i>Déjeuner libre</i>	<i>Déjeuner libre</i>	<i>Déjeuner libre</i>	<i>Buffet offert à tous les participants, organisé par SU</i>	<i>Déjeuner libre</i>
	<i>Les concepts de technique et technologie</i>				
14h00-15h15	Pierre Steiner (UTC) L'usage : quelques modes d'emploi.	Alain Gras (Paris I) <i>Around de macro systèmes techniques</i>	Sophie Houdart (Paris X) De quelques techniques de commensurabilité en sciences : une approche ethnographique.	Xavier Guchet (UTC) Objet <i>versus</i> artefact. Deux concepts de la technique.	Séance de conclusion à destination des étudiant.e.s Cléo Collomb
15h15-15h30	<i>Pause café</i>	<i>Pause café</i>	<i>Pause café – Les concepts de l'objet technique</i>	<i>Pause café</i>	<i>Fin du séminaire</i>
15h30-16h45	Bernard Stiegler (IRI) Penser la technique dans la disruption. Éléments pour une néganthropologie.	(Si Eric Boëda arrive à être à Compiègne à 15h30, l'atelier taille de pierres pourrait être avancé d'1h30.)	Victor Petit (Université de Technologie de Troyes) Milieu technique et culture technique. A partir de Georges Friedmann.	Sacha Loeve (UTC) Concepts d'objet : objet technique, objet scientifique, objet technoscientifique.	

17h – Hall de PG1
Atelier pratique d'initiation à la taille de silex avec Eric Boëda

De la technique à la technologie : dynamiques transductives de la production contemporaine.

Guillaume CARNINO (UTC)

Histoire, épistémologie et philosophie des techniques.

Cette intervention présentera l'architecture d'un travail de définition en cours, visant une cohérence conceptuelle et historique, des notions de technique et de technologie. On cherchera ainsi à montrer, à partir de l'un des acquis du séminaire Phiteco (*i.e.* la technique comme anthropologiquement constitutive), combien la technologie est à la fois prolongement et dépassement de la technicité originelle de l'être humain. Les deux définitions discutées seront les suivantes :

- La *technique* est à la fois savoir-faire et outils, c'est-à-dire un ensemble de procédés informels et leur sédimentation instrumentale dans les objets produits par l'être humain.
- La *technologie* est un ensemble de processus macrotechniques (c'est-à-dire dont la taille dépasse l'être humain et la communauté rurale) rendus possibles par l'alliance de la science et de l'industrie.

On espère ainsi montrer comment certains phénomènes contemporains, à l'instar du déploiement numérique et de ses apparents paradoxes, peuvent être éclairés à la lueur de ces définitions issues d'un travail plus large sur l'histoire de l'industrialisation.

Voir à la fin du présent dossier, l'article suivant : « Les transformations de la technologie : du discours sur la technique à la « techno-science » », *Romantisme*, n°150, 2010, p. 75-84.

L'usage : quelques modes d'emploi.

Pierre STEINER (UTC)

Philosophie, épistémologie.

Si la technique est anthropologiquement constitutive, elle n'est pas pour autant inconstituée. Parmi les nombreuses tentatives de penser le fait technique de manière non-substantialiste et non-essentialiste, l'approche par les usages semble s'imposer par son évidence : la technique ne serait rien *bors des usages que nous en faisons*. Cette approche résonne de surcroît avec l'importance croissante de la notion d'usage en philosophie au XXème siècle pour penser la signification (Wittgenstein), l'art (Goodman) voire notre être-au-monde quotidien (Heidegger). Cela sera discuté dans la première partie. Je rappellerai et examinerai alors, dans la deuxième partie, les impensés de trois emplois répandus du concept d'usage en philosophie de la technique : l'*instrumentalisme anthropocentré*, la (thèse de la) *neutralité de la technique*, et le *constructivisme sociotechnique* (qu'il postule une relation de détermination ou une relation de co-détermination entre société et technique, à chaque fois pour échapper au spectre du déterminisme technique). Cet examen nous révélera à quel point le concept d'usage a pu être mobilisé pour thématiser et souvent survaloriser des dimensions du fait et du faire technique qui possèdent des valences différentes : utilisations (parfois stéréotypée), fonctions, façons et arts de faire, innovations, détournements, émancipations, « flexibilité interprétative » des artefacts... Pour autant, ces emplois du concept d'usage ont souvent eu pour effet de rabattre la technique et ce qu'elle (nous) fait sur des opérations ou des facteurs anthropologiques *déjà* institués, sur un plan individuel, collectif ou sociétal (pratiques, valeurs, normes, préférences, compétences). Questionner et s'émanciper de *ces usages de l'usage* ne peut être confondu avec une volonté d'autonomiser la technique par rapport au monde humain : ce

serait là présupposer que le monde humain se définit avant tout par ce que ces emplois du concept d'usage désignent, ou encore que la réalité humaine de la technique doit nécessairement consister dans ce que ces mêmes emplois désignent. En conclusion, je dégagerai de cet examen critique des emplois du concept d'usage en philosophie des techniques quelques enjeux pour repenser ce concept dans le contexte philosophique présenté dans la première partie.

Références principales :

- Bijker, W., Hughes T.P. et Pinch, T.J. (éds.), *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, MIT Press, 1987.
- Goodman, N., « L'art en action », *Les Cahiers du Musée National d'Art Moderne*, 41, 1992, pp. 7-13.
- Heidegger, M., *Être et temps*, tr.fr. E.Martineau, Paris, Authentica, 1985.
- Oudschoorn, N. et Pinch, T.J. (éds.), *How Users Matter. The Co-Construction of Users and Technology*, MIT Press, 2003.
- Simondon, G., *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, 1958.
- Simondon, G., « Culture et technique » (1965), in G.Simondon, *Sur la technique*, Paris, PUF, 2014.
- Steiner, P., « Philosophie, technologie, cognition : enjeux et perspectives », *Intellectica*, 53, 2010/1, pp. 7-40. Texte joint à la fin du dossier.
- Winner, L., « Upon opening the black box and finding it empty: social constructivism and the philosophy of technology », *Science, Technology & Human Values*, 18/3, pp. 362-378.
- Wittgenstein, L., *Recherches philosophiques*, tr.fr. Dastur et alii, Paris, Gallimard, 2005.

Penser la technique dans la disruption. Eléments pour une néganthropologie.

Bernard STIEGLER (IRI)

Directeur de l'Institut de recherche et d'innovation.

La disruption installe une situation chronique de désajustement (au sens de Bertrand Gille) entre système technique (devenu mondial) et systèmes sociaux qui arrivent toujours trop tard, le désajustement chronique conduisant à une vide juridique et politique abyssal. Cette intervention tentera de montrer pourquoi un tel état de fait n'est pas soutenable : il induit une tendance entropique mortifère. Une nouvelle approche de l'anthropologie est requise, qui, à partir de la question de l'exosomatization, ouvre la question d'une "néganthropologie".

L'analogie dans l'atelier. Les savoirs opératoires des artisans au XVIIIe siècle.

Liliane HILAIRE-PEREZ (Paris VII)

Professeur (histoire moderne).

Au début du XIX^e siècle, dans le sillage des sciences camérales, de l'économie politique, de la montée des ingénieurs et des refondations savantes qui accompagnent la Révolution française, se forme une nouvelle discipline, la technologie. Aux descriptions des arts et métiers, fondées sur l'état des matières travaillées et sur les produits réalisés, elle substitue un classement des activités par opérations et entend réduire – par analogie – la diversité des pratiques en principes d'action. Cette nouvelle science se donne

pour but d'éclairer les artisans et de favoriser leur inventivité par le transfert de techniques entre métiers.

La pensée de synthèse, analogique et substitutive était-elle si étrangère au monde artisanal ? On montrera dans cette présentation que l'historiographie de la technologie a postulé l'incapacité des artisans à abstraire leurs gestes en opérations mais que les enquêtes à partir des actes de la pratique au XVIII^e siècle révèlent chez eux, une compréhension opératoire du travail, comme le prouve la montée d'un langage verbal dans les archives comptables.

Voir joints à la fin du présent dossier, deux articles :

- « 'Techno-esthétique' de l'économie smithienne. Valeur et fonctionnalité des objets dans l'Angleterre des Lumières », *Revue de synthèse*, t. 135, n°4, 2012, p. 495-524.
- « Quels commencements pour la technologie ? Théories ordinaires de la technique et économie artisanale au xviii^e siècle », dans Emmanuel Pedler et Jacques Cheyronnaud éd., *Théories ordinaires*, Paris, Ed. de l'EHESS, 2013, p. 65-84.

Jacques Ellul et l'autonomie de la technique.

Daniel CEREZUELLE

Directeur scientifique PADES (philosophie).

Jacques Ellul a laissé une œuvre qui a profondément marqué le débat sur le rôle social de la technique. De même que Marx pensait qu'à partir du 18^e siècle le Capital était devenu une force de transformation sociale qui impose sa loi à la société industrielle, Ellul soutient qu'à partir du 20^e siècle, la Technique est devenue une force dominante qui échappe largement aux diverses tentatives de contrôle moral et politique. Dans *La technique ou l'enjeu du Siècle*. (1954), il cherche à montrer que dans la société contemporaine qui est désormais devenue « technicienne » elle tend à se développer de manière autonome. Dans *Le système technicien* (1977) il considère que cette autonomie est renforcée par la tendance à l'intégration systémique des diverses techniques qui finissent par constituer un milieu englobant sur lequel nous n'avons qu'une faible prise. Toutefois seule une lecture superficielle de ses ouvrages conduit à ranger Ellul parmi les tenants d'un déterminisme technologique aveugle sur lequel l'homme ne pourrait rien. Pour Ellul l'autonomie de la technique est relative et le passage à une civilisation nouvelle dans laquelle la technique serait non plus déterminante mais dominée et réencastrée dans le social reste possible, mais difficile.

Voir le texte joint à la fin du présent dossier : « Ellul et l'enjeu du siècle ».

Autour de macro-systèmes techniques.

Alain GRAS (Paris I)

Professeur (sociologie).

Autour de Leroi-Gourhan & Simondon.

Eric BOEDA (Paris X)

Professeur (anthropologie)

Conceptualiser les lignées techniques. Avant, pendant et après Simondon.

Vincent BONTEMS (CEA)

Chercheur (philosophie des techniques, épistémologie).

Le concept de lignée technique a été introduit par Jacques Lafitte mais on peut en trouver déjà une première élaboration chez Pitt-Rivers à des fins de classification raisonnée des artefacts. Simondon s'est, lui, inspiré de la méthode de Leroi-Gourhan pour élaborer sa méthode d'analyse 'génétique' et propose des pistes pour modéliser l'évolution des lignées techniques. La TRIZ développée par Altshuller fournit à la même époque des indications convergentes. Peut-on extraire de ces approches un concept robuste et opératoire de lignée technique ? Nous montrerons comment les méthodologies de la conception ultérieure éclaire certains enjeux et permettent de formaliser encore davantage les lignées technique

De quelques techniques de commensurabilité en sciences : une approche ethnographique.

Sophie HOUDART (Paris X)

Laboratoire d'Ethnologie et de Sociologie Comparative

Sis au large de Genève, et au pied de la chaîne du Jura, le Grand collisionneur de particules (LHC, Large Hadron Collider) au CERN est une scène où s'éprouvent quotidiennement des échelles a priori incommensurables. En faisant se collisionner des particules entre elles, lancées à 99,9999991% de la vitesse de la lumière, les expériences qui y sont conduites ont pour objectif l'élucidation des « mystères » du Cosmos. Dans cette incommensurabilité manifeste, la rhétorique générale semble dessiner une ligne d'horizon particulièrement plate et lisse qui laisse peu de prise, d'abord, à l'observation ethnographique. Tout change, cependant, si l'on prend comme point d'entrée de l'analyse non les théories physiques ou la structure sociale du CERN, mais la machine elle-même : qu'observe-t-on à hauteur d'homme ? Je décrirai partie de l'enquête que j'ai menée au CERN auprès de ceux qui, physiciens, ingénieurs, opérateurs, ont pour tâche la maintenance et la surveillance du dispositif expérimental le plus grand du monde.

Voir joint à la fin du présent dossier, l'article suivant : « Petits récits destinés à joindre les deux bouts des particules au cosmos – en passant par la Suisse », *Grandhiva*, 2015, pp. 22-50.

Milieu technique et culture technique. A partir de Georges Friedmann.

Victor PETIT (UTT)

Post-doctorant (philosophie des techniques, épistémologie).

Georges Friedmann est présenté comme sociologue du travail, comme l'initiateur d'une sociologie humaniste du travail. On peut aussi le présenter comme *philosophe des techniques*, et comme le père du concept de milieu technique. Le parcours de Friedmann est tout entier celui d'une seule question, celle de la technique (la technique en tant que travail, la technique en tant que milieu, la technique en tant que culture, la technique en tant que loisir, etc). Si le « cas » Friedmann est intéressant, ce n'est pas seulement en raison de son influence dans l'histoire intellectuelle française, c'est qu'il a changé d'avis, au point de se renier. Ces changements sont en réalité des changements d'avis sur la technique. Avant la guerre il pensait à une culture technique émancipatrice, après guerre il pensera que seule la sagesse peut nous libérer de la puissance de la technique. Nous questionnerons ce revirement, et surtout nous développerons son sens aujourd'hui.

Leroi-Gourhan : tendances techniques et cognition humaine.

Charles LENAY (UTC)

Professeur (philosophie, sciences cognitives)

L'œuvre d'André Leroi-Gourhan a eu une influence considérable sur la pensée française de la fin du XXème siècle. Elle couvre un vaste spectre depuis l'histoire des techniques, l'art préhistorique, la préhistoire, l'ethnologie, jusque la paléontologie et l'anthropologie.¹ Ces différentes disciplines sont liées, enchâssées, travaillées les unes par les autres dans un projet général : tenter de comprendre le « phénomène humain » à toutes les échelles du temps et dans la continuité avec le monde biologique. Nous voulons ici faire sentir l'actualité de cette démarche qui pourrait être source d'hypothèses nouvelles pour les sciences cognitives contemporaines. En effet, dans son maître ouvrage *Le geste et la parole* (1964) Leroi-Gourhan propose une explication, du processus biologique d'homínisation et de libération de la mémoire sociale, qui rend compte de la spécificité de nos capacités cognitives d'anticipation et de langage. Le point d'appui qui sert à cette libération c'est l'outil. A la fois fait biologique et organe amovible, il permet le passage entre monde vivant et monde humain. Pour suivre sa démarche, il faut d'abord saisir l'originalité de son étude de la technique dans ses travaux d'ethnologie. On verra alors comment il aborde la paléontologie et l'on pourra donner quelques

¹ Leroi-Gourhan (1911-1986) après des études de russe et de chinois et une mission en Angleterre au British Museum (1933-4) a travaillé à organiser les collections du Musée de l'Homme (collections sur l'Extrême-Orient et les régions arctiques) pour son ouverture en 1937. Après une mission au Japon 1936-1938, il est pendant la guerre conservateur adjoint au Musée Guimet et rédige *L'homme et la matière*, vaste synthèse sur les techniques, en même temps qu'une première thèse d'ethnologie *L'Archéologie du Pacifique Nord* présenté en 1945 sous la direction de Marcel Mauss (1873-1950). Il conduit ensuite une série de fouilles (Arcy-sur Cure, puis Pincevent) et présente une seconde thèse, en paléontologie, *Les traces d'équilibre mécanique du crâne des Vertébrés terrestres*. Professeur à la Sorbonne en remplacement de Marcel Griaule en 1956, il publie un essai sur *Les religions de la préhistoire* (1964) puis son ouvrage de synthèse le plus important : *Le geste et la parole* (1964-1965). Il se consacre ensuite essentiellement aux fouilles et à une réflexion générale sur les arts de la préhistoire. Il sera nommé au Collège de France en 1969.

éléments sur sa conception de l'évolution anthropologique. Auparavant, quelques avertissements sont nécessaires.

Tout d'abord, il faut insister sur le fait que l'œuvre de Leroi-Gourhan se caractérise, par un travail empirique rigoureux très prudent vis-à-vis des généralisations philosophiques, et pourtant en même temps, proposant de vastes perspectives théoriques originales. Nous nous tiendrons ici sur ce seul versant théorique dont l'originalité n'a pas échappé aux philosophes (Georges Canguilhem, Gilbert Simondon, Michel Foucault, Gilles Deleuze, Jacques Derrida ou plus récemment Bernard Stiegler).(Guchet 2015)

Nous ne considérerons ici qu'une partie de l'œuvre de Leroi-Gourhan. Nous n'évoquerons ni les écoles d'ethnologie et d'histoire des techniques qui s'en ont inspirés, ni ses travaux sur les grottes ornées, ni ses méthodes qui ont largement contribué au renouvellement de la préhistoire (fouille par couche horizontales pour une analyse historique, statistique et topographique). Bien des découvertes ont été faites depuis les années 1960 lorsque Leroi-Gourhan a publié ses principaux travaux de paléontologie anthropologique (par exemple, la découverte de Lucy et la définition d'*Homo habilis*) mais rien qui ne semble remettre en cause l'ensemble d'intuitions théoriques que nous voulons présenter.

Enfin nous défendons une lecture naturaliste de Leroi-Gourhan contre certaines assimilations hâtives de son évolutionnisme à une téléologie des techniques teintée de spiritualisme, même si certains passages de ses textes semblent effectivement motiver ces interprétations. Ce qui fait la singularité et l'intérêt de l'approche de Leroi-Gourhan est que par la naturalisation assumée du phénomène technique il permet de saisir l'irréductible originalité du phénomène humain... et ceci sans rupture brusque avec le monde vivant !

Voir joint à la fin du présent dossier, l'article suivant : « Leroi-Gourhan : Tendances techniques et cognition humaine ».

Comment (o)utiliser les concepts de la technique ?

Nicolas SALZMANN (UTC)

Enseignant-chercheur, double parcours ingénierie et sciences humaines. Responsable et cofondateur du cursus Humanités & Technologie.

Voir à la fin du présent dossier pour son résumé.

Objet *versus* artefact. Deux concepts de la technique.

Xavier GUCHET (UTC)

Professeur (philosophie des techniques).

Voir à la fin du présent dossier pour son texte.

Concepts d'objet : objet technique, objet scientifique, objet technoscientifique.

Sacha LOEVE (UTC)

Postdoctorant (philosophie des techniques, épistémologie).

Loin d'être un exercice gratuit, poser la question des « concepts de la technique » est une manière de redécouvrir le lien secret qui unit technique et pensée humaines. Nous faisons en effet l'hypothèse qu'il n'existe pas d'objectivité des techniques (de constitution des techniques en domaine d'objet) sans concept (sans une technologie qui les pense) et réciproquement : qu'il n'existe peut-être pas de concepts sans techniques ; autrement dit, que les concepts ne viennent pas d'une réflexion purement intellectuelle sur les choses ou les mots, mais de notre rapport technique au monde.

On proposera ici une tentative – forcément limitée – de clarification des différents concepts d'« objet » qui intéressent la pensée contemporaine des techniques.

Notre itinéraire conceptuel partira du concept d'objet technique tel que le constitue Gilbert Simondon en ébauchant une technologie. Il s'attachera ensuite au couple objet scientifique / objet technoscientifique, en expliquant les divers usages qui ont été faits du concept de technoscience. On s'attardera notamment sur ceux proposés par Gilbert Hottois et Bruno Latour : si ces usages sont très différents, aucun d'eux n'accorde beaucoup d'importance au concept d'objet impliqué par la technoscience. Puis on commentera le travail d'Alfred Nordmann, qui propose encore un autre usage de technoscience en interrogeant cette fois-ci les objets, mais d'un point de vue encore très épistémologique, où c'est la distinction entre science et technoscience considérés comme deux modes de connaissance qui prime. On essaiera pour finir de boucler la boucle en s'attachant au couple objet technique / objet technoscientifique considéré du point de vue des objets.

Voir joint à la fin du présent dossier, l'article suivant : Bernadette Bensaude-Vincent, Sacha Loeve, Alfred Nordmann, Astrid Schwarz, « Matters of Interest: The Objects of Research in Science and Technoscience », *Journal for General Philosophy of Science*, n°42/2, 2011, pp. 365-383.

Penser la temporalité des objets techniques.

Bernadette BENSAUDE-VINCENT (Paris I)

Professeur (sociologie des techniques).

Pour parachever le 'thing turn' dans la réflexion sur les techniques il faut une véritable révolution copernicienne: décentrer la réflexion des humains vers les choses afin de considérer la temporalité propre à chaque objet. Non seulement prendre en compte le cycle de vie des objets mais considérer leur inscription dans plusieurs régimes de temporalité.

Thinking Trough Technological Things: Instrumentality, Dialectics, Hybridity

Peter-Paul VERBEEK (Universiteit Twente)

Professeur (philosophy of technology), co-directeur du DesignLab de L'Université de Twente.

In the history of philosophy of technology, technological artefacts have been conceptualised along various lines. In this paper, I will distinguish three basic interpretational frameworks: instrumentality, dialectics, and hybridity. In the instrumentalist approach, technological artefacts are seen as neutral carriers of human intentions, while the dialectical approach thematises a tension between the human and the technological - either in terms of a struggle between human autonomy and technological determinism or a relation between human beings and their technological externalisations. The hybrid approach thematises the blurring boundaries between the human and the technological, in order to understand how concepts that have been traditionally used to understand humans or things need to be expanded to understand how humans and technological artefacts have become interrelated. The paper will especially focus on technological mediation and the character of human-technology relations in epistemology, ethics, and metaphysics: how do technologies help human beings to understand the world and to make moral decisions, and how do technologies challenge existing ideas about religion and metaphysical approaches.

Guillaume CARNINO

Les transformations de la technologie : du discours sur les techniques à la « techno-science »

Nul ne peut étudier l'histoire de la technologie et ignorer l'article fondateur de Jacques Guillerme et Jan Sebestik : « Les Commencements de la technologie », qui retrace, de la Renaissance au XIX^e siècle, les aventures du « discours sur les techniques »¹. Cette conception de la technologie se concrétise historiquement dans une discipline universitaire éponyme traitant des « opérations techniques ». L'intérêt pour cette discipline décline au cours du siècle des révolutions, en raison des reconfigurations industrielles et scientifiques de la production technique ; le milieu du XIX^e siècle connaît une « évanescence » et une « dispersion » du discours technologique, qui « éclat[e] en savoirs techniques spécialisés et parcellaires ». « La technologie, c'est alors les aventures dans l'industrie, de la science appliquée »². Le présent travail entend tout à la fois prolonger et infirmer certains implicites de l'argument propre à Guillerme et Sebestik, principalement sur deux points qu'ils défendent explicitement : la technologie a toujours eu comme horizon d'être une science (précisément des techniques) ; l'histoire de la technologie perd de son intérêt quand la discipline voit sa prévalence décliner vers la seconde moitié du XIX^e siècle.

Ce sont donc deux thèses contraires et complémentaires, bien que profondément nourries des réflexions de Guillerme et Sebestik, que nous soutiendrons sur ces points précis. D'une part, la technologie n'advient comme science expérimentale qu'au moment précis où « la science » (au singulier) devient l'horizon savant par excellence, ce qui est précisément à l'origine de sa dispersion industrielle et scientifique (« les aventures dans l'industrie, de la science appliquée »). D'autre part, l'histoire de la

1. Publié dans *Thalès*, t. 12, PUF, 1968 puis dans *Documents pour l'histoire des techniques*, n° 14, CDHTE, 2007, que nous citons ici (p. 50). Le présent article doit beaucoup à de nombreuses personnes, notamment à Liliane Pérez et Joost Mertens.

2. *Ibid.*, p. 50-51.

technologie ne peut se cantonner à celle d'un moment historique qui la matérialise disciplinairement, et doit au contraire rendre compte de ses évolutions sémantiques : c'est précisément le moment de la prétendue dispersion du terme qu'il conviendra d'interroger malgré la mise en garde des auteurs³. Il s'agira donc d'abord d'introduire le contexte « technologique » français⁴ propre au siècle des révolutions, afin d'étudier ses spécificités. Après avoir présenté les principaux jalons de la transformation sémantique du terme au cours des années 1840-1860, on tentera alors de montrer en quoi le nouveau sens du terme « technologie » – qui rappelle déjà celui qui nous est contemporain (les « nouvelles technologies ») – est historiquement consistant. En bref, le propos du présent travail est de mettre au jour l'intérêt historiographique du basculement d'un monde où la technologie est *discours sur les techniques* à l'univers contemporain fondé sur la technologie entendue comme *science industrielle* ou *science des machines*, voire *techno-science*.

« LES COMMENCEMENTS DE LA TECHNOLOGIE »

La définition étymologique de la technologie comme discours sur la technique (*logos* de la *tekhne*) prévaut jusqu'au XIX^e siècle : elle désigne initialement les tentatives pour mettre en forme les savoir-faire artisanaux, et prend ses racines dans la réduction en art⁵. La réduction en art, activité chère à la Renaissance, consiste à prendre parti des savoir-faire existants et à ordonner leur réalisation à l'aide des mathématiques et de la mécanique. Les modèles réduits en bois (navires à construire ou tours de siège⁶) sont d'ailleurs les témoins matériels de cette ancienne pratique consistant à ramener les problèmes complexes à des formes simples. La technologie, selon le sens qu'elle recouvre jusqu'aux débuts du XIX^e siècle, est donc héritière de la réduction en art du mécanicien tout autant que de l'art militaire de l'ingénieur⁷.

Mais la technologie des premières décennies du siècle des révolutions est aussi popularisation d'une tradition savante héritée de l'encyclopédisme

3. « Il serait téméraire de vouloir fonder l'histoire d'une notion en démarquant pas à pas les vicissitudes d'un terme » (*ibid.*, p. 98).

4. Pour une approche comparatiste, voir Joost Mertens, « The mere handicrafts : Ure's *Dictionary* (1839-1853) compared with the *Dictionnaire technologique* (1822-1835) », dans Irina Gouzévitch et Liliane Pérez (dir.), *Les Échanges techniques entre la France et l'Angleterre (XVII^e-XIX^e siècles). Réseaux, comparaisons, représentations*, à paraître.

5. Voir Hélène Vérin et Pascal Dubourg Glatigny (dir.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*, Maison des Sciences de l'homme, 2008.

6. Voir Hélène Vérin et Jean-Jacques Briost, « Pour une histoire de la méthode de Renau d'Élissagaray », *Documents pour l'histoire des techniques*, n° 16, CNAM, 2008 ; Hélène Vérin, *La Gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e au XVIII^e siècle*, Albin Michel, 1993.

7. Voir Bertrand Gille, *Les Ingénieurs de la Renaissance*, Hermann, 1964 et Hélène Vérin, « De l'ingénieur à l'ingénieur », dans *La Gloire des ingénieurs*, ouvr. cité.

des Lumières⁸. Elle se matérialise principalement sous la forme de descriptions des arts, des métiers et des manufactures⁹. Le projet technologique tel qu'envisagé aux débuts du XIX^e siècle se mêle en même temps à l'héritage de la technologie allemande¹⁰, véritable discipline camérale revendiquant le statut de science autonome, et non seulement celui d'intermédiaire entre la science abstraite et la pratique¹¹. C'est dans cette filiation que se situe la technologie narrative de Louis-Sébastien Lenormand¹². Pour cet abbé devenu professeur de technologie, c'est en formalisant par le discours la pratique artisanale que la routine se trouve mise à distance et que la rationalisation de l'activité en vue de son amélioration devient possible : l'enjeu est d'élaborer une *science d'application* à part entière, qui ne soit pas pour autant application des sciences à la production, par le mécanisme de l'analogie¹³. Chez Lenormand, les connaissances techniques ne sont déjà plus classées selon les matériaux et les produits finis, mais bien par « verbeaction », c'est-à-dire par analogie (gestuelle, productive, etc.) entre activités. La description, toujours opératoire fine et rationalisée, n'est pas encore formulée dans des termes relatifs à la physique, à la chimie, etc.

Avant l'industrialisation massive du Second Empire, la théorie savante reste en effet bien souvent éloignée de ses applications concrètes. En 1829,

8. *Encyclopédie* de Diderot et d'Alembert, *Description des arts et métiers, faites ou approuvées par MM. de l'Académie royale des sciences* (1761-1789), *Encyclopédie méthodique* de Charles-Joseph Panckoucke (1782-1832), *Almanach sous verre pour l'année...*, etc.

9. Voir R. O'Reilly et Joseph-Nicolas Barbier-Vémars, *Annales des Arts et manufactures*, Blaise jeune, 1800-1818 ; Louis-Sébastien Lenormand et Jean-Gabriel-Victor de Moléon, *Annales de l'industrie nationale et étrangère, ou Mercure technologique*, Bachelier, 1820-1826 ; Gérard-Joseph Christian, *Vues sur le système général des opérations industrielles, ou Plan de technonomie*, Huzard & Courcier, 1819 ; Louis-Sébastien Lenormand et Louis-Benjamin Francœur, *Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers et de l'économie industrielle et commerciale*, Thomine, 1822-1835 ; les « Manuels Roret » publiés par Nicolas Roret-Edme à partir de 1822.

10. Son représentant le plus célèbre est Johann Beckmann (*Anleitung zur Technologie, oder zur Kenntniß der Handwerke, Fabriken und Manufacturen, vornehmlich derer, welche mit der Landwirtschaft, Polizey und Cameralwissenschaft in nächster Verbindung stehn*, Göttingen, Wittve Vandenhoeck, 1777). Voir aussi Sigismund F. Hermbstädt, *Allgemeine Grundsätze der Bleichkunst... nach den neusten Erfahrungen der Physik, Chemie und... Technologie*, Berlin, Realschulbuchhandlung, 1804 et Johann H. M. Poppe, *Technologisches Lexicon... in alphabetischer Ordnung*, Stuttgart, Cotta, 1816-1820.

11. Voir Hélène Vérin, « La Technologie : science autonome ou science intermédiaire ? », *Documents pour l'histoire des techniques* n° 14, 2007.

12. Voir Joost Mertens, « Technology as a science of the industrial arts : Louis-Sébastien Lenormand (1757-1837) and the popularization of technology », *History and technology*, vol. 18, n° 3, 2002.

13. Liliane Pérez (« La rationalité technologique, entre économie industrielle et économie du produit », dans *Invention, culture technique et entreprise en France et en Angleterre au XVIII^e siècle*, CNAM, 2008, p. 34-35) insiste sur la spécificité de ce moment historique au regard des pratiques artisanales passées et de la technologie à venir. Sur l'articulation de cette « proto-technologie » à la technologie comme « science humaine », voir François Sigaut, *La Technologie, science humaine. Recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*, Fondation de la Maison des sciences de l'homme, 1987 ; *Les Machines, objets de connaissance, Revue de synthèse*, t. 130, n° 1, 2009.

le polytechnicien Jean-Victor Poncelet déplore encore, dans son *Introduction à la mécanique industrielle*, qu'« un espace immense sépare la Mécanique enseignée dans nos écoles, de ses applications, même les plus usuelles et les plus simples »¹⁴. C'est que le réel ne se laisse pas facilement prendre dans les rets d'abstractions, aussi savantes soient-elles. La technologie est donc, jusqu'au milieu du XIX^e siècle, à la fois « discours sur » et « science de » la technique, dans la mesure où la science désignait précisément jusqu'à cette même époque un savoir relatif à n'importe quel domaine – fût-il moral, philosophique ou politique. Avant le XIX^e siècle, la science n'est qu'une forme générale du discours informé, elle ne renvoie pas encore à l'image d'Épinal du scientifique penché sur sa paillasse. Le savant des années 1800 pratique avant toute chose la *philosophie naturelle*, et l'idée de science est plurielle (astronomie, droit, métaphysique voire équitation ou sens de la répartie). La science ne désigne pas encore un corpus méthodique et unifié de pratiques de savoir à visée universelle, mais simplement la marque d'une connaissance informée et qualifiée, qui prend sa source autant dans l'expérience des années que dans celle du laboratoire.

Si Guillaume et Sebestik notent donc à raison le renvoi de la technologie pré-industrielle à l'idée d'une science des techniques, ils ne prennent pas la peine de contextualiser cet appel terminologique. Nous faisons ici l'hypothèse que cette économie brouille en partie l'image donnée au terme « technologie » avant sa dispersion post-1850. Jusqu'au milieu du XIX^e siècle, la technologie est aussi bien souvent un synonyme de la *terminologie*, ou d'une forme abâtardie d'une taxinomie particulière employée hors de tout discours sur une technique en particulier¹⁵. Y compris pour la majorité des nombreux dictionnaires de technologie publiés avant 1850 et étudiés par Guillaume et Sebestik, la technologie pré-industrielle a souvent tout autant à voir avec la classification qu'avec l'élaboration de discours sur les techniques¹⁶. C'est même précisément ce *double* effort qui caractérise la plupart des manuels et mémentos publiés depuis le début du siècle¹⁷ : la classification, la segmentation et la description des arts et métiers y

14. Cité par Jacques Guillaume et Jan Sebestik, art. cité, p. 66.

15. Voir S. P. Authenac, *Essai sur l'idéologie, la technologie, la nosographie et la médico-graphie des fièvres gastriques simples* (thèse, 1901) ; Édouard Moride et Adolphe Bobierre, *Technologie des engrais de l'Ouest de la France* (Langlois et Leclercq, 1848) ; Jean-Baptiste Plinguet, *Manuel de l'ingénieur forestier ou technologie spéciale et sui generis expositive d'un corps de doctrines et d'un plan de régénération forestière tout à fait neuf* (Le Mans, Monnoyer, 1831) : l'auteur défend (p. XVI) l'idée que la science forestière devrait devenir une science positive, preuve de sa situation actuelle (une science « non-positive ») et du statut de la « science ».

16. Voir Jean-Édouard Morère, « Les Vicissitudes du sens de "Technologie" au début du XIX^e siècle », *Thalès*, t. 12, PUF, 1968.

17. Voir Louis-Benjamin Francœur, Pierre-Jean Robiquet, Anselme Payen et Théophile-Jules Pelouze, *Abrégé du grand dictionnaire de technologie ou nouveau dictionnaire des arts et métiers, de l'économie industrielle et commerciale*, Thomine, 1833 ; Louis-Benjamin Francœur,

sont inséparables. En considérant anachroniquement la « science » comme discours informé sur des pratiques techniques bien souvent artisanales, on peut y déceler l'établissement progressif d'une science des techniques opératoires, mais il faut plutôt questionner la spécificité historique de ce moment technologique, qui voit dans les catalogues d'arts et métiers la forme aboutie du discours savant sur l'activité productive. Savoir vraiment, ce n'est pas encore nécessairement connaître les causes scientifiques des phénomènes naturels et productifs, mais c'est cataloguer les différentes manières de faire, matériellement sédimentées dans les objets et incorporées (et souvent *théorisées*) par les artisans.

L'avènement de la science positive, expérimentale et appliquée sonnera le glas de ces tentatives : « À quoi bon désormais ces milliers de volumes de descriptions de techniques obsolètes ou vouées à le devenir bientôt ? Le progrès des sciences offre à la créativité des inventeurs des voies neuves, imprévisibles, et infiniment plus riches de potentialités. C'est désormais des sciences, et des sciences seules, que l'époque [le second XIX^e siècle] attend les progrès de son industrie. Les techniques retournent à l'arrière-plan qu'elles avaient un moment quitté, l'idéologie triomphante de la science appliquée va s'installer »¹⁸.

DE LA « TECHNOLOGIE DES MÉTIERS » À LA « TECHNOLOGIE DES MACHINES »

Le *Dictionnaire de technologie* d'Adolphe de Chesnel, publié en 1857, marque précisément la transformation sémantique, idéologique et industrielle en cours :

Mais souvent la technologie, confondue avec la terminologie [...], s'est emparée, sans discernement, de la majeure partie de la nomenclature encyclopédique. Mieux définie à notre époque, on en a constitué une sorte de science à part, et l'on a restreint sa sphère [...] au seul vocabulaire des usines, des manufactures et des métiers. [...] La technologie est donc la science des professions industrielles, l'étude des procédés employés dans tous les métiers¹⁹.

Éléments de technologie, Colas, 1833 ; *Mémento de technologie* (Anonyme), Mathias, 1849 ; Eugène Brouard, *Le Livre des classes laborieuses, ou Manuel d'orthographe, de comptabilité, de correspondance et d'hygiène, avec un dictionnaire ou technologie pour quarante professions*, Périsse frères, 1856.

18. François Sigaut, ouvr. cité., p. 24.

19. Adolphe de Chesnel, *Dictionnaire de technologie*, Petit-Montrouge, Abbé Migne, 1857-1858, p. 9-10.

L'auteur défend ici l'idée d'une technologie qui, comme le prouve le sous-titre de l'ouvrage²⁰, reste encore porteuse de cette tradition lexicographique rattachée aux descriptions des arts et métiers, mais qui se tourne déjà vers les connaissances positives propres aux sciences mathématisées appliquées en vue de l'industrie. Cette mutation sémantique est d'ailleurs particulièrement saillante chez Léon Lalanne (1811-1892). Polytechnicien, ingénieur puis directeur de l'École des Ponts-et-Chaussées, il s'intéresse aux mathématiques appliquées au génie civil (il invente l'arithmoplanimètre), et plus particulièrement à la construction de routes et chemins de fer. Son *Essai philosophique sur la technologie* est mieux connu que son *Aide-mémoire universel des sciences, des arts et des lettres*²¹ mais pour Joost Mertens, le second « révèle [...] comment Lalanne bascule de la technologie classique à la science des machines ». Les préoccupations du polytechnicien se recentrent de la classification à la mécanique appliquée, qui se trouve désormais être « l'introduction à la mécanique industrielle », discipline qui devient la nouvelle définition de la technologie. Celle-ci ne fait plus référence aux actions humaines. Les objets de la mécanique industrielle sont les machines, leur composition et leur fonctionnement ». Les objets qu'étudie la technologie sont désormais mus par des forces devenues anonymes et quantifiables, indépendantes de leur origine (animale, humaine, mécanique) – bien que leur moteur canonique soit précisément la machine : « le cœur de la technologie moderne est la science des machines, y compris la cinématique, appliquée surtout à la machine à vapeur. C'est le reflet exact de la transformation de la société artisanale en société industrielle "à vapeur", invoquée comme raison principale du déclin de la technologie classique »²². Mertens qualifie donc les recompositions lexicographiques du terme « technologie » comme le passage d'une *technologie générale* fondée sur un art descriptif et classificatoire à une *science des machines* prenant sa source dans le développement de la mécanique industrielle et des sciences appliquées en général. À cette analyse du remplacement progressif d'une « technologie des métiers » par une « technologie des machines », il faut toutefois adjoindre une analyse historique et sémantique de l'idée de

20. Le titre intégral révèle combien sont alors intriquées les deux connotations du terme « technologie » : *Dictionnaire de technologie. Étymologie et définition des termes employés dans les arts et métiers ; Synonymie scientifique et vulgaire ; Origine des inventions et revue chronologique de leurs perfectionnements ; Description des outils, instruments et machines usités dans les diverses professions, et des matières qui concourent à la production industrielle ; Exposition des procédés les plus utiles ou les plus curieux mis en pratique pour subvenir soit aux besoins matériels de l'homme soit aux récréations de son intelligence ; Nomenclature complète et analyses de physique et de chimie, de l'application des sciences à l'industrie ; Terminologie commerciale et agricole ; Faits historiques ; etc., etc.*

21. Respectivement publiés par Bourgogne & Martinet en 1840 et, à Bruxelles, par la Société typographique belge en 1846.

22. Joost Mertens, « Le Déclin de la technologie générale : Léon Lalanne et l'ascendance de la science des machines », *Documents pour l'histoire des techniques*, à paraître (2010).

science, dont les évolutions, contemporaines des mutations technologiques, ont partie liée avec le sens induit par la « – logie » inhérente à la technologie.

LA TECHNOLOGIE : DU DISCOURS SUR LES TECHNIQUES À LA TECHNO-SCIENCE

Du XIX^e siècle émerge l'empire de la science²³ – la *science* (désormais dite « de la nature ») étant le nouveau nom de ce que l'on nommait jusqu'alors *philosophie naturelle* : elle désigne la production de savoirs expérimentaux, formalisés et mathématisés, que l'on oppose dès lors à la connaissance morale et métaphysique. Alors que la philosophie naturelle était jadis souvent pratiquée par quelques aristocrates ou religieux férus d'astronomie, de botanique ou d'alchimie, la science devient production massive de faits à partir de machines²⁴. Fille des progrès de l'instrumentation et du calibrage industriel et militaire, elle met au jour et formalise les lois du fonctionnement du réel. Ces découvertes sont cependant très loin d'être spéculatives – à la différence de la connaissance contemplative fondée au Moyen Âge sur la parole des Anciens. Ce savoir nouveau est ancré, réticulé et rattaché à un gigantesque dispositif matériel, dont la pointe la plus extrême est le laboratoire, industriel ou d'État. Cette mise en science de phénomènes jusque-là non questionnés concerne autant les lois de la physique que celles de la chimie, et donc des processus aussi divers que le mouvement des astres ou la fermentation de la bière. Le déploiement de l'empire de la science se fait en lien étroit avec l'industrie²⁵.

L'intégration technologique des savoir-faire artisanaux dans les chaînes de production industrielles²⁶ était initialement le fait des artisans-entrepreneurs, qui avaient rendu possible la segmentation opératoire et l'adaptation ouverte de la production au marché²⁷. Mais l'avènement de la science au singulier – désormais instrumentale et opératoire – est l'indice de la réorientation technologique propre au nouveau sens que le terme acquiert dans la seconde moitié du siècle,

23. Voir Harry W. Paul, *From Knowledge to Power. The rise of the science empire in France, 1860-1939*, Cambridge University Press, 1985.

24. Voir Dominique Pestre, *Science, argent et politique. Un essai d'interprétation*, INRA, 2003.

25. Voir Clifford Conner, *A People's History of Science. Miners, Midwives and « Low Mechanics »*, Nation Books, 2005, notamment le chap. 7.

26. Voir François Jarrige, *Au temps des « tueuses de bras ». Les bris de machines à l'aube de l'ère industrielle (1780-1860)*, Presses universitaires de Rennes, 2009 et Cédric Biagini et Guillaume Carnino, « On arrête parfois le progrès », dans *Les Luddites en France. Résistances à l'industrialisation et à l'informatisation*, L'échappée, à paraître.

27. Voir Maxine Berg et Pat Hudson, « Rehabilitating the industrial revolution », *Economic history review*, n° 45, 1992 ; Patrick Verley, *L'échelle du monde. Essai sur l'industrialisation de l'Occident*, Gallimard, 1997, chap. 3.

rattaché à l'idée de machinerie et de procédures produites par le savoir scientifique de l'ingénieur. L'industrialisation n'est massivement possible que grâce au concours d'une science profondément ancrée dans le réel : elle est un *faire*, elle produit faits et procédés à partir des instruments du laboratoire dont les préoccupations recourent d'emblée celles de l'industrie²⁸, et transfère ces procédés au sein d'unités de production. Même les scientifiques habituellement considérés comme « purement spéculatifs » sont bien souvent indispensables au procès de production : Maxwell²⁹ ou Kelvin³⁰ sont concrètement impliqués dans le déploiement économique de l'électricité et de la télégraphie ; le chimiste et industrialiste Jean-Baptiste Dumas est au cœur des réformes économiques et pédagogiques du Second Empire, alors qu'il cumule son poste de président de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale avec son fauteuil de secrétaire perpétuel à l'Académie pour les sciences physiques³¹ ; l'ichtyologiste Victor Coste est mandaté par Napoléon III pour mettre en place l'industrie piscicole française³², etc. Pasteur, médiatiquement commémoré en 1995 comme scientifique désintéressé, travaille d'abord auprès des industries de la betterave sur la fermentation lactique³³. Il se voit ensuite mandaté par Napoléon III pour expliquer le désastre financier qu'avait constitué la livraison à l'Angleterre d'hectolitres de vin français avarié à l'issue de son transport – il en tirera son grand ouvrage sur le vin³⁴. Pasteur continue ses travaux sur la fermentation à la brasserie Tourtel³⁵ et les mobilisera lors de sa confrontation avec Pouchet au sujet de la génération spontanée³⁶. Sur la fin

28. Inaugurant la Société zoologique d'acclimatation en 1854, son président Geoffroy Saint-Hilaire déclare qu'elle ne réunit pas seulement « quelques amis du bien public » mais aussi des « ressources scientifiques, pratiques, matérielles » (*Bulletin de la Société zoologique d'acclimatation*, t. I, Goin, 1854, p. XIV).

29. Voir Christine Blondel, « Electrical Instruments in 19th Century France, between makers and users », *History and Technology*, n° 13.

30. Voir Smith Crosbie et Norton Wise, *Energy and Empire. A Biographical Study of Lord Kelvin, 1824-1907*, Cambridge University Press, 1989.

31. Voir notamment Bruno Belhoste, « Jean-Baptiste Dumas et la promotion des sciences appliquées au XIX^e siècle » et Patrice Bret, « La Société d'encouragement pour l'industrie nationale et l'Académie des sciences au XIX^e siècle : le fonctionnement parallèle de deux institutions » dans Serge Benoît, Gérard Emptoz, Denis Woronoff (dir.), *Encourager l'innovation en France et en Europe*, CTHS, 2006.

32. Voir Guillaume Carnino, « L'académicien et le pêcheur. Entre science, État et industrie : l'invention de la pisciculture en France, 1840-1880 », à paraître aux éditions du CTHS.

33. Voir Denise Wrotnowska, *Pasteur. Professeur et doyen de la faculté des sciences de Lille (1854-1857)*, Bibliothèque nationale, 1975.

34. Louis Pasteur, *Études sur le vin*, Marseille, Laffitte Reprints, 1866.

35. Louis Pasteur, *Études sur la bière*, Gauthier-Villars, 1876.

36. Recensée dans John Farley et Gerald Geison, « Science, Politics, and Spontaneous Generation in Nineteenth-Century France : The Pasteur – Pouchet Debate », *Bulletin of the History of Medicine*, t. 48, 1974.

de sa vie, il travaille sur ordre de Jean-Baptiste Dumas à des questions de sériciculture³⁷ puis à la vaccination pour l'élevage³⁸, préoccupations d'où il tirera finalement le vaccin antirabique³⁹. La science qui s'invente et se déploie alors de façon inédite, d'un point de vue tant social que lexicographique⁴⁰, prend ses racines dans un milieu savant et académique en constitution, mais aussi dans les préoccupations industrielles⁴¹.

Or le terme « technologie » prend son sens contemporain précisément aux alentours de 1850. Le passage d'un terme désignant un discours sur les techniques à un mot-valise englobant les procédés industriels autant que leurs produits est l'indice de la recomposition matérielle et sociale qui s'opère au cœur du siècle : là où les techniques subsumaient savoir-faire et outils, la technologie rassemble désormais procédures industrielles et produits matériels, principalement sous l'égide du corps des ingénieurs, en pleine expansion⁴² ; chefs d'orchestre et maîtres d'œuvre de la production industrielle rationalisée grâce aux savoirs scientifiques, les ingénieurs sont la clef de voûte de la nouvelle organisation sociale des savoir-faire et des métiers : « Leur tâche consiste à utiliser constamment les derniers progrès des sciences pour les traduire en progrès industriels »⁴³. C'est ainsi que chez With, la technologie est définie dès 1858 comme la « science des applications industrielles »⁴⁴ ; Salvétat publie un *Cours de technologie chimique* chez Dejeu en 1874 ; en 1886, pour Fallot, répétiteur de technologie à l'École d'agriculture de Montpellier, elle « embrasse l'ensemble des industries qui transforment les matières premières »⁴⁵. La signification disciplinaire du terme se perd peu à peu, et son emploi dans les titres d'ouvrages à portée industrielle ou savante se

37. Voir Janine Trotereau, *Pasteur*, Gallimard, 2008, p. 180-198.

38. Voir Louis Pasteur, *Œuvres*, t. VI, *Maladies virulentes, virus-vaccins et prophylaxie de la rage*, Masson et C^{ie}, 1933.

39. Voir Jean Théodoridès, *Histoire de la rage*, Masson, 1986.

40. Voir Andrew Cunningham et Perry Williams, « De-centring the “big picture” : *The Origins of Modern Science and the modern origins of science* », *Journal for the History of Science*, décembre 1993, Cambridge University Press, 1994.

41. Voir notamment Jean-Pierre Daviet, *La Société industrielle en France. 1814-1914*, Le Seuil, 1997.

42. Voir Terry Shinn, « Des Corps de l'État au secteur industriel : genèse de la profession d'ingénieur, 1750-1920 », *Revue française de sociologie*, vol. XIX, 1978.

43. Charles Laboulaye, *Dictionnaire de Technologie ou Dictionnaire des arts et manufactures*, introduction à la 3^e édition, 1873.

44. *Manuel aide-mémoire du constructeur de travaux publics et de machines comprenant le formulaire et les données de l'expérience de la construction, accompagné de recherches et d'entretiens sur les progrès constatés, ainsi que sur ceux à faire dans le domaine de la technologie*, Dupont, 1858, p. 248.

45. *Le Laboratoire de technologie et d'aéologie à l'École d'agriculture de Montpellier*, Montpellier, Hamelin frères, 1886.

Jacques Ellul et l'enjeu du siècle

Jacques Ellul a laissé une œuvre qui a profondément marqué le débat sur le rôle social de la technique.

Nous évoquerons ici quelques idées-forces de cet auteur pour situer le problème du risque technique dans la perspective plus globale de l'émergence de ce qu'Ellul appelait la société technicienne. Ses principales idées sur la technique sont formulées dès son premier livre intitulé *La technique ou l'enjeu du Siècle*. (1) Contrairement aux affirmations de tous les philosophes qui de Platon à Jaspers pensent résoudre le problème de la technique par la morale et la politique, la technique moderne n'est pas neutre. En tant que réalité sociale, elle échappe largement aux diverses tentatives de contrôle moral et elle se développe de manière autonome.

L'enjeu du siècle.

Pour Ellul, la technique ne se réduit pas à une simple accumulation de machines ou d'outils. Elle tend à se constituer en une réalité bien plus globale et autonome qui plie à ses exigences tous les domaines de la vie sociale et individuelle. Qu'il s'agisse de propagande, de l'organisation des loisirs, de la division du travail ou de la croissance de l'Etat, la technique a depuis longtemps dépassé le stade de la machine. Il s'agit donc désormais de l'organisation de tous les domaines de l'action à partir d'une recherche systématique du maximum d'efficacité : « *Le phénomène technique est donc la préoccupation de l'immense majorité de notre temps de rechercher en toute chose la méthode la plus efficace.* » (2)

S'inscrivant en faux contre les illusions des optimistes de gauche ou de droite, Ellul s'est attaché à montrer *l'ambiguïté fondamentale* du développement technique. En effet, la technique, en même temps qu'elle libère l'homme de la nature, le soumet à un système de contraintes abstraites et cohérentes qu'il a du mal à contrôler.

Aujourd'hui, le progrès technique s'opère selon une logique qui lui est propre et qui est bien souvent indifférente aux aspects moraux, qualitatifs ou esthétiques de l'existence. Chaque progrès technique, qu'il s'agisse des chemins de fer, de l'organisation de la santé publique ou de la télévision, resserre le tissu des contraintes qui conditionnent la vie sociale. Chaque progrès de l'organisation dans un domaine appelle une croissance de l'organisation dans les autres secteurs. Libérant donc l'homme des contraintes naturelles, le progrès technique tend à déboucher sur une organisation totale de la société dont l'individu moderne devient de plus en plus dépendant.

Selon Jacques Ellul, le progrès technique tend fatalement à engendrer *une société plus organisée et intégrée*, contrôlant tous les secteurs de l'existence individuelle et collective. Ce qui fait problème ici, ce n'est pas tant l'utilisation spectaculaire de certaines techniques comme l'atome ou le laser, que la prolifération et la banalisation de la technique dans la vie quotidienne. Il s'agit tout autant du poste à transistor que du dernier en date des ordinateurs. Ainsi dans la société technicienne contemporain, l'individu a de moins en moins de pouvoir : celle-ci évolue en fonction des critères qui tendent à devenir exclusivement techniques. Bref, la technique se développe de manière autonome et elle devient la fatalité de l'époque moderne à laquelle l'homme doit désormais s'adapter.

Le système technicien

Jacques Ellul a repris et développé ces idées dans un second ouvrage, *Le système technicien*. (3) Le premier point, c'est que la technique est désormais devenue le milieu dans lequel vit l'homme *moderne*. Ellul souligne en effet qu'en tant que modernes, nous ne sommes plus

appelés à utiliser des techniques mais à *vivre avec des techniques* et au milieu d'elles : « *Le milieu technicien est non plus un ensemble de moyens que nous utilisons parfois (pour travailler ou nous distraire) mais un ensemble cohérent qui nous « corsète » de toutes part et s'introduit en nous-mêmes, dont nous nous ne pouvons plus nous défaire : il est exactement maintenant notre unique milieu de vie.* » (4) Ce qui caractérise en ce sens notre société, ce n'est pas simplement la prolifération des objets, machines ou gadgets techniques, qui sont tous éphémères, c'est surtout la multiplication à l'infini de tous les moyens qui médiatisent tous les domaines de la vie.

Le deuxième point essentiel, c'est que la technique moderne est un réseau d'ensembles techniques en interrelation : système industriel, système ferroviaire, système éducatif, urbain, de télécommunication, etc. Tous ces ensembles techniques sont organisés de manière cohérente sans que ceux qui les ont conçus aient fait des plans à long terme. Mais tous réagissent l'un sur l'autre et sur l'ensemble au point que chaque ensemble est maintenant conditionné par les autres. Le système technicien n'est ni abstrait ni théorique, il est seulement la résultante de la relation entre ces multiples sous-systèmes, et il ne fonctionne que dans la mesure où à la fois chacun de ces sous-systèmes fonctionne, et que leur relation est correcte. Lorsqu'il se produit un court-circuit entre eux, ou lorsqu'il se produit un dérèglement dans un des sous-systèmes c'est tout qui est bloqué. (5) D'autre part, les éléments de ce système technicien ont tendance à se combiner entre eux plutôt qu'avec des facteurs externes non techniques, ce qui entraîne à la fois une tendance au changement pour des motifs internes, d'ordre technique, et une résistance aux influences externes – d'ordre intellectuel par exemple. Enfin, ce système technicien n'est pas figé : l'interaction des différents sous-systèmes produit une évolution qui obéit à une logique interne propre. Ellul écrit : « *C'est la technique qui produit son propre changement (...) La technique comporte comme donnée spécifique qu'elle se nécessite pour elle-même sa transformation.* » (6) Il est important de noter que pour Ellul, la technique n'a pu se transformer en système qu'avec l'émergence des techniques d'information et de communication dont l'efficacité et l'utilisation ont crû très rapidement depuis 25 ans. Le cœur de la démonstration d'Ellul repose sur l'analyse du *rôle unificateur et inter-technologique de l'informatique*, qui fait l'objet d'une très brillante synthèse de quinze pages (7). Il en ressort que le système technicien ne doit pas être conçu comme une méga-machine classique : les différents ensembles techniques structurant notre société n'entretiennent pas des rapports mécaniques mais un ensemble de plus en plus dense de rapports d'information.

Comme l'écrit Ellul dans un passage décisif : « *Il y a 25 ans [écrit en 1977], on ne pouvait pas parler de système technicien parce que tout ce que l'on constatait, c'était une croissance anarchique, ces domaines étaient encore spécifiés par la division traditionnelle des opérations conduites par l'homme, et il n'y avait pas de relations entre eux. On cherchait bien des moyens techniques pour les mettre en relation, mais on ne pouvait jamais penser à autre chose qu'à une organisation de type institutionnel, puisqu'on ne connaissait aucun moyen autre qu'institutionnel pour créer des procédures ou des connections entre des services divers ou des secteurs séparés d'activité (...) C'est ce qui empêchait précisément les sous-systèmes techniques de se développer les uns par rapport aux autres. Le processus informatique résout le problème : il y a eu grâce à l'ordinateur apparition d'une sorte de systématisme interne de l'ensemble technicien, s'exprimant par et jouant au niveau de l'information. C'est par l'information totale et intégrée que les sous-systèmes techniciens peuvent se constituer comme tels et peuvent se coordonner. Cela, aucun homme, aucun groupement humain, aucune institution ne pouvait le faire. Plus la technicisation avançait, plus les secteurs techniques tendaient à devenir indépendants et incohérents. Seul l'ordinateur peut y répondre* » (8)

L'auto-accroissement

Nous touchons ici un troisième point sur lequel Ellul insiste souvent : le système technicien se développe par auto-accroissement, indépendamment de toute finalité. Ce processus d'ailleurs ne s'effectue pas du tout contre l'homme pour le posséder ou le dominer, le système n'a aucune intention ni aucun objectif, de même que l'homme n'intervient pas de manière déterminante dans sa constitution et ne cherche pas à faire un système technicien ni à engendrer une technique autonome. Notre société se présente désormais comme un tout organisé à partir d'une structure technique homogène de sorte que *l'on ne peut pas remettre un question une technique sans mettre un question tout le système*, sans vouloir déstructurer le tout : « *Les réponses doivent être globales comme la société elle-même.* » (9) Ceci est essentiel car le système technicien est animé par une dynamique propre de totalisation (10) qui s'exprime par la liquidation de tout ce qui est non-technique dans le monde moderne (11) dynamique qui tend vers une organisation technicienne totale.

Toutefois, ce processus de totalisation qui définit l'horizon du système technicien se heurte à des limites. La croissance de la technique ne peut que multiplier les irrationalités et des dysfonctions (risques, nuisances, pollutions, etc.) à un niveau sans cesse plus global. C'est pourquoi Ellul s'accorde avec Bernard Charbonneau (12) pour montrer que le développement de la société technicienne engendre une véritable dialectique du système et du chaos qui ne laisse à l'homme moderne que le choix entre la montée du désordre social et écologique ou l'organisation totalitaire, si ce n'est les deux à la fois

Au terme de ce bref rappel des positions d'Ellul, il convient de préciser un point essentiel : contrairement à ce qu'on lit souvent, Ellul n'est pas un fataliste, et il ne considère pas la constitution d'une société technicienne totalisante comme inéluctable. Il a toujours pensé que d'autres modèles d'organisation sociale restent envisageables dans lesquels la technique serait non plus déterminante mais dominée, et il s'est plusieurs fois engagé pour agir dans ce sens. En effet, il a toujours été convaincu qu'une action reste possible parce que la dynamique aveugle de la société contemporaine, si elle s'appuie sur la logique interne de la technique, a aussi pour base fondamentale l'adhésion de l'homme. Et cette adhésion aux puissances, il est toujours en son pouvoir de la refuser, comme l'y incite la révélation chrétienne. Ceux qui dénoncent en Ellul un « calviniste pessimiste » qui diaboliserait une technique toute-puissante et absolument autonome ne l'ont donc pas lu bien attentivement. Dès son premier livre sur la technique il répète à plusieurs reprises que pour lui l'autonomie de la technique n'est pas totale. Et ce protestant (qui dit ne pas être calviniste mais barthien) de citer le catholique Péguy qui « *nous apprend que l'homme entier est encore possible* » et d'ajouter quelques lignes plus loin : « *Il n'y a pas de technique en soi, mais dans sa marche implacable, elle se fait accompagner par l'homme, sans quoi elle n'est rien.* (13)» On peut difficilement être plus optimiste !

Notes

(1) *La technique ou l'enjeu du siècle*, Armand Colin, 1954. Réédité chez Economica, Paris, 1990

(2) Op. cit.

(3) *Le système technicien*. Paru en 1977, chez Calman Levy.

(4) Op. cit. p. 53-54

(5) Op. cit. p. 121

(6) Op. cit. p. 92

(7) Op. cit. p. 103-118

(8) Op. cit.

- (9) Op. cit. p. 182
- (10) Op. cit. p. 219
- (11) Op. cit. p. 274
- (12) Bernard Charbonneau, *Le système et le chaos*, Economica, Paris, 1991.
- (13) *La technique ou l'enjeu du siècle* p 202-203 (édition de 1954).

Objet *versus* artefact. Pour une philosophie des techniques orientée-objet

X. Guchet, UTC, COSTECH

Dans son rapport sur la biologie synthétique rendu public en 2010, la Commission fédérale d'éthique pour la biotechnologie dans le domaine non humain (Suisse) s'attache à préciser le statut moral des microorganismes manipulés au laboratoire. Le rapport fait état d'une pluralité de positions au sein de la Commission : la majorité des membres défend une posture biocentriste, qui confère aux microorganismes une valeur morale du seul fait qu'ils sont des êtres vivants. Il s'agit toutefois d'un biocentrisme dit « hiérarchique », au sens où la valeur morale des microorganismes est considérée comme très inférieure à celle d'organismes plus évolués, comme les mammifères (le rapport dit qu'ils ont « un poids négligeable lors d'une pesée des intérêts »). Une minorité des membres de la Commission défend même une approche pathocentriste, faisant dépendre la valeur morale de la capacité des êtres vivants à percevoir un dommage qui leur est infligé. Aucun indice ne permettant de supposer l'existence de cette capacité chez les microorganismes, ceux-ci se trouvent dépourvus de toute valeur morale. La Commission est donc partagée sur le statut moral des microorganismes, toutefois deux points d'accord apparaissent : premièrement, il est possible de traiter l'ensemble des microorganismes manipulés et/ou artificiellement produits au laboratoire de façon homogène, selon des critères qui valent pour *tous* les êtres considérés ; deuxièmement, « la façon dont les êtres vivants voient le jour, que ce soit dans le cadre d'un processus naturel ou d'une autre façon, n'a aucune influence sur leur statut moral » – une position défendue également par le philosophe Bernard Baertschi, qui soutient que le statut moral d'un être vivant artificiel ne dépend pas de la manière dont il a été produit. Les processus de production des êtres n'affectent pas leur statut moral.

Ces deux points d'accord ne vont pourtant pas de soi. Il n'est pas évident que tous les microorganismes manipulés et/ou fabriqués et étudiés au laboratoire soulèvent indistinctement les mêmes questions morales ; il n'est pas évident non plus que les processus mis en œuvre soient neutres du point de vue moral. Une comparaison entre trois projets de recherche impliquant des bactéries peut en effet conduire à questionner ce double consensus.

-Au printemps 2010, Craig Venter et son équipe ont annoncé à grand renfort de publicité la fabrication d'un génome synthétique, inséré avec succès dans une bactérie préalablement vidée de son ADN. Ce génome synthétique, fabriqué à la paillasse à partir d'un programme informatique, est en réalité la quasi-copie du chromosome de la bactérie *Mycoplasma*

mycoides, inséré dans une autre bactérie, du type *Mycoplasma capricolum*, privée de son chromosome. Il ne s'agit donc pas de fabrication *ex nihilo* d'un être vivant, puisqu'il faut au départ une bactérie bien vivante dans laquelle le génome synthétique puisse être injecté. Le plus surprenant est que ce nouvel être vivant, baptisé *Mycoplasma mycoides* JCVI-syn 1.0, doit ses caractéristiques phénotypiques à des processus constructifs qui ne sont pas ceux de la vie – en tout cas, qui ne sont pas ceux des processus de l'évolution naturelle. C'est ce qui a fait dire à Venter que sa bactérie au génome synthétique est le premier être vivant dont les parents sont un ordinateur, et non un autre vivant.

-Une équipe japonaise a conçu un dispositif permettant d'utiliser des bactéries pour actionner une micromachine. Celle-ci est en réalité un micromoteur constitué d'un stator en forme de roue dentée à base de dioxyde de silicium, fixée par une sorte de rotule à un rail de silicium. Des bactéries du type *Mycoplasma mobile* doivent « glisser » le long du rail et ainsi pousser la roue dentée, entraînant la rotation du micromoteur. Le défi technologique majeur de cette recherche a été de modifier la surface des bactéries pour qu'elles adhèrent à la surface du rail, et de faire le design du rail de telle sorte que les bactéries puissent effectivement glisser. Les bactéries sont « attirées » vers la roue dentée par un gradient de glucose, lequel apparaît ainsi comme le véritable carburant de ce micromoteur.

-Une équipe de nanorobotique canadienne travaille depuis plusieurs années à la mise au point d'un nanovecteur de médicament faisant intervenir des bactéries dites magnétotactiques, c'est-à-dire capables de se diriger vers le Nord magnétique. Le principe d'une version initiale du projet de recherche consistait à fixer sur cette bactérie le principe actif devant être délivré en un endroit précis de l'organisme, par exemple une tumeur. Une plateforme instrumentale spéciale devait alors générer un champ magnétique en situant délibérément le Nord sur la tumeur, les bactéries magnétotactiques injectées dans les vaisseaux sanguins étaient supposées se diriger spontanément vers elle et y délivrer le principe actif.

Une bactérie au génome synthétique, ouvrant la voie à une ingénierie capable de fabriquer des êtres vivants entièrement fonctionnalisés pour des buts prédéfinis ; une bactérie génétiquement modifiée pour qu'elle puisse devenir l'un des constituants d'un dispositif microélectromécanique ; une bactérie non modifiée, cultivée au laboratoire en vue d'être utilisée comme vecteur de médicaments. Ces trois projets impliquant des microorganismes soulèvent-ils les mêmes questions éthiques ? Ces trois êtres vivants sont-ils ontologiquement équivalents ? Les processus selon lesquels ces êtres vivants sont produits pour servir les buts du designer sont-ils inessentiels, sans intérêt pour la réflexion philosophique ? Les membres de la Commission fédérale suisse répondraient positivement à ces trois questions. Ne peut-on

néanmoins chercher à introduire des distinctions fines entre ces trois *bioobjets* ? Encore faudrait-il disposer d'un concept analytique de l'*objet* technique. De quel concept d'objet peut-il s'agir ?

Dans un entretien avec Yves Deforge, en 1966, Gilbert Simondon est précisément amené à s'expliquer sur son concept d'objet technique. Deforge pose en effet à Simondon la question suivante : « Vous avez, dans ce livre [il s'agit de MEOT], également lancé une expression qui, depuis, a pris une grande extension : c'est celle d'objet technique. Pourriez-vous nous donner le sens de cette expression et ses limites surtout ? ». La question est en elle-même intéressante, puisqu'elle laisse entendre que parler d'objet technique, et faire porter l'analyse philosophique sur les objets, ne va pas de soi à l'époque, et que le choix de ce terme relève d'une décision philosophique. Simondon confirme cela en répondant : « au point de départ, j'ai été sensible à une espèce d'injustice dont notre civilisation s'est rendue coupable envers les réalités techniques. On parle d'objets esthétiques, on parle d'objets sacrés, mais n'y a-t-il pas des objets techniques ? Je voulais employer la même expression parce qu'il m'a semblé que cette symétrie pourrait attirer l'attention sur une lacune ». Parler d'objet technique relève donc d'une intention philosophique forte, l'expression a un caractère militant : dire qu'il y a des objets techniques, c'est revendiquer pour la technique la même dignité que celle qui est accordée à l'art ou au sacré.

A regarder l'abondante littérature en philosophie des techniques du siècle passé, force est de constater qu'en effet, le concept d'objet technique y est rarement le fil conducteur des analyses. Bien au contraire, nombreux sont les penseurs à soutenir que pour saisir le phénomène technique dans son essence, il faut s'intéresser à autre chose que les objets techniques. Ceux-ci sont inessentiels, s'arrêter à leur prolifération empêche de comprendre la nature propre du phénomène technique contemporain. Dans sa célèbre conférence sur « La question de la technique », Heidegger explique ainsi qu'il est toujours possible de considérer l'avion sur sa piste d'envol comme un objet, mais qu'alors on manque complètement l'essence de la technique moderne. Jacques Ellul explique quant à lui que les objets qui nous entourent ne sont pas l'essentiel et que le système technique n'est justement pas un système des objets : ce qui caractérise la société technicienne, écrit-il, « ce n'est pas l'objet c'est le moyen... Nous arrivons à cette conclusion décisive que notre univers n'est pas un univers d'objets, qu'il n'y a pas un système des objets, mais un univers des moyens et un système technique » (c'est bien sûr une réponse critique au *Système des objets* de Baudrillard). Dans le même ordre d'idée, Dominique Janicaud soutient dans les années 1980 qu'une philosophie centrée sur le concept d'objet technique manque la caractéristique propre du contemporain, à

savoir l'événement techno-scientifique : « s'il est vrai que la technique au XXe siècle est le lieu d'une mutation sans précédent et manifeste un événement fondamentalement nouveau, la prise en compte de cet événement par la philosophie oblige celle-ci à raviver son questionnement. La techno-science comme événement à situer et à méditer devient aussi, par l'ampleur des questions qu'elle suscite, le choc en retour philosophique qu'une trop sage historiographie ou conceptualisation de "l'objet technique" occultait » (citation extraite de l'article « Des techniques à la techno-science : l'enjeu philosophique »). Plus récemment encore, dans son enquête sur les modes d'existence, Bruno Latour garde tout des analyses de Simondon, sauf le concept d'objet technique justement : « contrairement au titre du livre de Simondon, ce n'est pas au mode d'existence de l'objet technique qu'il faut s'adresser, mais au mode d'existence de la technique, des êtres techniques eux-mêmes ». L'objet technique n'a finalement pas traditionnellement bonne presse en philosophie des techniques, on lui a préféré d'autres concepts comme dispositif, milieu, système. Cette disqualification du concept d'objet pour penser le phénomène technicien peut s'expliquer par le fait que l'objet n'est pas compris comme un concept justement, mais uniquement comme un terme de sens commun, ne pouvant délivrer qu'un simple décompte du donné immédiat, incapable de dépasser le point de vue de ce que Canguilhem appelait un « empirisme brouillon ». L'objet technique n'est pas de l'ordre d'un concept construit pour dégager les structures essentielles du réel, comme le dispositif par exemple : l'objet, c'est ce que nous avons sous les yeux, c'est ce qui est donné dans l'expérience préreflexive. Nous sommes entourés d'objets techniques. S'agissant de cette accumulation d'objets, que faire de plus sinon les énumérer et les décrire ? Si la vocation du philosophe est de montrer ce qui sous-tend notre expérience, et qui n'est justement pas une donnée immédiate de cette expérience mais une organisation ou une signification inapparente, on comprend que l'objet ne puisse pas être élevé au statut d'un concept et recevoir une dignité philosophique. La démarche de Simondon a précisément été de construire un concept d'objet technique en rupture avec le sens commun, mais ce type de démarche a été très minoritaire dans l'histoire contemporaine de la philosophie des techniques.

La situation est très différente ailleurs, en littérature par exemple avec des auteurs comme Georges Perec et Francis Ponge qui ont accordé une grande valeur aux objets (mais le poète Ponge s'attache précisément aux choses qui nous entourent, sans volonté de chercher des significations d'ensemble ; plus précisément, pour le poète, la valeur et la signification résident justement dans la dispersion des choses, chacune d'entre elles est porteuse d'une valeur universelle). C'est aussi le cas dans d'autres disciplines des sciences humaines, en anthropologie et en ethnologie notamment, où l'objet technique est un concept majeur. Si

Mauss est connu principalement pour son célèbre texte sur les techniques du corps, il ne faut pas oublier son *Manuel d'ethnographie* de 1947 qui comprend un chapitre sur la technologie, et qui distingue les techniques du corps des techniques « proprement dites », impliquant des outils, des instruments ou des machines – c'est-à-dire des objets. André Leroi-Gourhan, qui a été élève de Mauss, s'attache quant à lui à élaborer un concept d'objet technique à partir des notions de fait et de tendance techniques, ce qui est indispensable selon lui pour parvenir à des constructions ethnographiques robustes (le texte de Leroi-Gourhan peut-être le plus emblématique de cela est son *Archéologie du Pacifique Nord*, dans lequel il commence par se doter d'un concept d'objet extrêmement rigoureux et contrôlé, pour pouvoir restituer fidèlement les activités matérielles des hommes et retracer la circulation des techniques, et découper ainsi des grandes plages de cohérence dans la masse humaine, en suivant les articulations naturelles selon lesquelles cette masse s'est distribuée dans l'espace et le temps). Dans le champ anthropologique toujours, les années 1980 sont marquées par un fort intérêt pour le concept d'objet technique. Igor Kopytoff introduit la notion d'une « biographie » des choses, au sens où comme les êtres humains en société, les choses ont des trajectoires singulières qui les font changer de statut (Kopytoff s'intéresse plus particulièrement à la marchandise, en soutenant qu'une chose, comme un esclave, *devient* une marchandise et peut cesser de l'être, selon des trajectoires qu'il faut suivre). Cette notion d'une biographie des objets a été reprise plus récemment par Thierry Bonnot. Leroi-Gourhan a quant à lui impulsé la création d'un courant de technologie culturelle, autour de personnalités comme Pierre Lemonnier ou Robert Cresswell et de la revue *Techniques & culture*, qui accordent une grande importance aux objets techniques (Lemonnier soutient notamment que les objets techniques font dans la société ce que les mots ne suffiraient pas à faire, faisant par la même occasion du concept « d'agentivité » des objets techniques un concept ancien, déjà présent chez Mauss même si le mot lui-même n'y est pas, et non un concept récent comme on le croit souvent). Plus récemment, l'anthropologue Ludovic Coupaye s'est attaché à reprendre et à modifier le concept leroi-gourhanien de chaîne opératoire pour étudier des objets techniques particuliers, les grandes ignames décorées des Abelam, un peuple de Papouasie. En dehors de l'anthropologie de la culture matérielle et de la technologie culturelle, l'intérêt renouvelé pour le concept d'objet technique est aussi venu du courant STS, avec notamment les travaux de Madeleine Akrich et de Bruno Latour (ce dernier explique notamment comment, dans les sociétés humaines, l'intersubjectivité est adossée à une interobjectivité, ce qui n'est pas le cas dans les sociétés chimpanzères par exemple, au sens où les interactions sociales n'y sont pas médiatisées par les techniques, et où l'activité technique n'y est pas socialisée), ou encore

avec le travail de Karin Knorr-Cetina qui montre que l'individualisation qui caractérise l'évolution des sociétés contemporaines ne signifie pas purement et simplement la perte de toute attache collective, mais la substitution aux anciennes solidarités de nouvelles manières de faire lien, de faire société, par le truchement des objets.

La situation a aussi évolué en philosophie, notamment dans le contexte du « tournant empirique » en philosophie des techniques, qui a été l'occasion d'un intérêt plus marqué porté aux objets techniques dans leur matérialité et leur fonctionnement, du moins chez une nouvelle génération de philosophes qui ont voulu se démarquer des philosophes des techniques dits « classiques » (bien qu'ils en assument les héritages). C'est à partir du début des années 2000 que cet intérêt se manifeste le plus clairement, en se structurant dans des programmes de recherche centrés sur le concept « d'artefact technique ». Comment comprendre cela ? Cet intérêt est-il caractéristique du tournant empirique en philosophie des techniques à proprement parler ? Il ne le semble pas puisque ce tournant se situe à la fin des années 1970/au début des années 1980, aux Etats-Unis pour l'essentiel, alors que les *philosophies of technical artefacts* actuelles sont plutôt développées depuis une quinzaine d'années, et aux Pays-Bas pour l'essentiel. Le concept d'artefact n'est pas au centre des analyses philosophiques de la technique chez les représentants américains du tournant empirique, dans les années 1980 – qu'il s'agisse de Don Ihde (dont la proposition théorique relève plutôt d'une phénoménologie des médiations techniques), d'Albert Borgmann (dont les analyses du monde contemporain, fortement inspirées par Heidegger, reposent plutôt sur le concept de dispositif), d'Andrew Feenberg (dont l'effort pour articuler une théorie critique de la technique et l'apport des STS s'appuie sur les concepts d'instrumentalisation, de code technique, de symétrisation et de médiation axiologique, de contextualisation et de décontextualisation, mais non d'artefact) ou même de Carl Mitcham pour qui l'artefact est certes un mode de manifestation de la technique, mais l'un d'entre eux seulement (et pas le plus important) puisque la technique en compte trois autres : la technique comme connaissance, la technique comme activité, la technique comme vouloir. Le concept d'artefact n'a pas chez Mitcham le statut qu'il a acquis ultérieurement, en particulier chez les philosophes néerlandais. La situation actuelle se caractérise par un nouveau tournant, un « thingly turn » comme l'appelle Verbeek, un tournant chosique c'est-à-dire une sorte de retour aux choses techniques elles-mêmes, qui ne rompt certes pas avec le tournant empirique des années 1980, mais qui lui confère néanmoins une nouvelle allure. Cela s'explique peut-être par l'infléchissement interventionniste de la philosophie des techniques depuis une quinzaine d'année, au sens où les philosophes entendent désormais être impliqués dans le

design des artefacts techniques. Verbeek, l'un des représentants majeur de la *philosophy of technical artefacts*, parle ainsi de faire du *technology accompaniment*, d'aider au design de « bonnes » médiations techniques. La question du design technologique suscite un fort intérêt et a fait l'objet de nombreuses publications ces quinze dernières années, à l'initiative des mêmes auteurs qui développent une philosophie des artefacts. Puisqu'il ne s'agit plus seulement de produire du discours mais d'intervenir dans les processus du design technologique, il faut commencer par poser une question qui n'est jamais posée : qu'est-ce qu'un artefact, d'un point de vue ontologique ? Le concept d'artefact est ainsi devenu le concept-clé d'une philosophie interventionniste de la technique, ce que n'étaient pas les philosophies de la technique du tournant empirique dans les années 1980.

Il convient par conséquent d'examiner la *philosophy of technical artefacts* dans une perspective pragmatiste, c'est-à-dire en évaluant le concept d'artefact du point de vue de sa capacité à guider l'analyse et l'intervention en milieu de recherche et de conception technologique. La philosophie des artefacts a pris deux voies majeures, la voie postphénoménologique représentée aujourd'hui par Verbeek, qui se réclame à la fois de Don Ihde et des STS, et une voie plus métaphysique s'attachant à élucider la double nature des artefacts, développée dans le cadre du programme de recherche *The Dual Nature of Technical Artefacts* et dialoguant avec la métaphysique analytique nord-américaine. Il est au demeurant curieux que les philosophes des techniques impliqués dans ce programme ne se réfèrent pas beaucoup, à ce qu'il semble du moins, à un autre courant de la métaphysique contemporaine, l'Ontologie Orientée Objet – OOO –, avec lequel pourtant le dialogue pourrait être fructueux. Graham Harman par exemple, néo-métaphysicien représentant majeur de l'OOO, a élaboré un concept d'objet qui pourrait très utilement contribuer à enrichir le programme *The Dual Nature*. Fondée sur une critique des philosophies de l'Accès humain, c'est-à-dire de l'idée selon laquelle toute réalité ne tient son sens d'être que des modalités de notre accès à elle, l'OOO ne peut sans doute pas faire bon ménage avec la postphénoménologie, qui reste précisément une philosophie de l'Accès humain ; toutefois, en proposant un concept relationnel de l'objet (l'objet est constitué à la fois par les relations entre ses parties et par les relations qu'il a aux autres entités du monde), l'OOO pourrait fructueusement compléter le programme *The Dual Nature* dont le concept d'artefact peut apparaître encore trop substantialiste, occultant à certains égards la dimension relationnelle des objets techniques. On y reviendra.

Les contributeurs au programme *The Dual Nature* mettent en avant que tout artefact a deux natures : une nature physico-chimique, matérielle, c'est-à-dire un *fonctionnement*, et une

nature intentionnelle, une *fonction* attribuée par un designer. C'est donc par le biais d'une théorie des fonctions que l'ontologie des artefacts doit être élucidée, la question étant : comment une intention peut-elle survenir à une structure matérielle ? Certains commentateurs critiques (voir Vaccari par exemple) ont cependant fait remarquer que dans les faits, la nature intentionnelle de l'artefact est privilégiée par les contributeurs du programme, qui n'analysent pas avec la même acuité sa nature matérielle. En particulier, selon Vaccari toujours, le fait que la matière ait une « agentivité » par elle-même, autrement dit que sa structuration à l'échelle nanométrique ne la rende pas propre à recevoir n'importe quelle fonction, est rarement pris en compte dans le cadre du programme. En somme, Vaccari veut dire que le programme *The Dual Nature* reste à certains égards tributaire du schème hylémorphique, stipulant que toute réalité (y compris technique) est la rencontre entre une forme qui apporte toutes les déterminations, ici l'intention, et une matière sans détermination propre qui reçoit passivement la forme. A ce schème métaphysique insuffisant pour rendre compte des processus de prise de forme technique, Simondon a justement opposé une théorie des processus d'individuation pour laquelle la matière contient toujours déjà des « formes implicites » – ce que les contributeurs du programme *The Dual Nature* négligent. En conséquence de leur attachement au schème hylémorphique, ceux-ci risquent alors de ne pas pouvoir rendre compte du mode d'existence d'objets techniques contemporains, qui ne satisfont précisément pas la définition de l'artefact par l'attribution intentionnelle d'une fonction à une structure matérielle. Nombreux en effet sont les objets qui sortent des laboratoires de bio- et/ou de nanotechnologies, et qui ne souscrivent pas à cette définition dans la mesure où ils ne relèvent pas d'une conception utilitaire de la technique. Considérer l'artefact comme l'attribution intentionnelle, par le designer, d'une fonction à une matière, revient en effet à définir la technique par l'utilité, par le but recherché. Or, nombreux sont les travaux qui démontrent qu'en nanotechnologies par exemple, la recherche ne relève pas de cette conception-là de la technique : il ne s'agit pas prioritairement de fabriquer des dispositifs utiles, répondant à des applications prédéfinies, mais plutôt d'explorer des possibles à la nanoéchelle, de tirer parti de processus opérant à cette échelle pour prouver de nouveaux concepts opératoires, susceptibles par la suite, mais par la suite seulement, de déboucher sur des dispositifs utiles. Une molécule de biphényle adsorbée sur une surface de silicium et à laquelle une tension électrique est appliquée, par le moyen d'un STM, n'est pas conçue au départ, intentionnellement, pour être bistable et suggérer un emploi comme interrupteur dans l'industrie de la microélectronique : la bistabilité de la molécule, constatée par les chercheurs engagés dans cette expérimentation au début des années 2000, n'est pas une fonction

intentionnellement attribuée à la molécule de biphényle. Il s'agit plutôt d'une surprise que l'expérimentation, quand elle fait varier ses paramètres, peut transformer en schème opératoire pouvant être mis en œuvre, ultérieurement, pour telle ou telle visée applicative. Dans le même ordre d'idées, lorsqu'une équipe entreprend de re-fabriquer au laboratoire le moteur du flagelle des bactéries (l'organelle la plus complexe que l'on connaisse), il n'est pas question d'attribuer une fonction à une structure matérielle : le protocole de recherche prévoit plutôt quelque chose d'assez surprenant, une démarche consistant littéralement à « faire pousser » le moteur flagellaire sur une surface artificielle. Pour mener à bien cette recherche, il n'a justement pas été possible de procéder par attribution d'une fonction à une matière : le plan de fabrication ainsi que le fonctionnement de cette organelle ne sont pas complètement connus, la stratégie adoptée par l'équipe de recherche a consisté à contourner ce problème en faisant le design d'une surface imitant au mieux la membrane bactérienne, en isolant les protéines du moteur et en les faisant produire par des bactéries génétiquement modifiées, puis à vaporiser ces protéines sur la surface biomimétique en escomptant que les protéines, se « croyant » être dans la bactérie, commenceraient à s'auto-assembler comme elles le font sur le site naturel, jusqu'à la synthèse complète du moteur. L'artefact recherché a bien une fonction, mais elle n'est pas attribuée par le designer, c'est-à-dire par le chercheur dans son laboratoire (c'est la nature et non le chercheur qui a fait le moteur, si l'on peut dire) ; la recherche a bien recours à un design, et des plus sophistiqués – design de la surface biomimétique, par des technologies de chimie de surface et de nanolithographie ; design des bactéries modifiées génétiquement pour surexprimer les protéines qui conditionnent la rotation du moteur –, mais il ne consiste pas à imposer intentionnellement une forme à une matière : il consiste plutôt à confier à la matière elle-même, en l'occurrence à la surface préparée à la paillasse, le soin d'auto-fabriquer le moteur flagellaire. Ces deux exemples montrent ainsi que le schème hylémorphique qui sous-tend la représentation d'un designer attribuant une fonction à une matière, en vue de fabriquer intentionnellement un artefact à la finalité bien définie, ne permet pas de rendre compte de l'activité des laboratoires en nano-bio-technologies aujourd'hui.

Peter Vermaas, l'un des contributeurs majeurs au programme *The Dual Nature*, et par ailleurs l'un des principaux représentants actuels d'une philosophie du design technologique, a introduit une distinction importante entre les artefacts d'une part, qui ont donc deux natures, et les composants des artefacts d'autre part, qui eux peuvent légitimement être considérés uniquement du point de vue de leur fonctionnement, c'est-à-dire comme des structures matérielles vidées de toute référence à des intentions et aux systèmes de valeurs qui les sous-

tendent – en somme, les composants des artefacts peuvent valablement être réduits à une seule des deux natures, la nature physico-chimique, *value-free*. Or, là encore les nanotechnologies contrarient ce clivage puisque la plupart des nanoobjets ont bel et bien vocation à devenir des composants d'artefacts, et non des artefacts dont nous ferons usage pour eux-mêmes, et pourtant ces nanoobjets sont saturés de valeurs, et en particulier cette valeur en quoi consiste la recherche tous azimuts d'une expérimentation des possibles à la nanoéchelle – valeur de la conquête d'un nouveau monde (les analogies entre conquête du nanomonde et conquête spatiale ont été fréquemment soulignées) ; valeur accordée à la capacité d'étendre la maîtrise humaine des processus naturels en validant de nouveaux schèmes d'action, dans des ordres de grandeur inaccessibles jusqu'à tout récemment ; valeur affective des nanoobjets pour celles et ceux qui les conçoivent, les fabriquent et les étudient, sans oublier la valeur économique...

La structure hylémorphique de la conception des artefacts dans le programme *The Dual Nature* se traduit in fine par une approche statique des êtres techniques, laissant inanalysés les processus de leur genèse. En confrontant la philosophie des artefacts portée par le programme avec l'approche de Simondon, Marc J. de Vries souligne ainsi à juste titre l'opposition entre une conception statique (du côté de ses collègues néerlandais donc) et une conception processuelle des techniques, que l'on trouve en particulier chez Simondon. La critique simondonienne du schème hylémorphique consiste précisément à lui objecter que les métaphysiques qui s'en réclament prétendent rendre compte des processus de prise de forme, c'est-à-dire de la genèse des individus, mais qu'elles commettent une pétition de principe en postulant, comme principe explicatif de l'individuation des êtres, l'existence d'un individu déjà constitué (la forme). Or, cette attention accordée prioritairement aux « natures » des artefacts, qui sont des réalités déjà individuées, indépendamment des processus d'individuation qui conduisent à leur articulation, risque d'empêcher de saisir les différences ontologiques entre les êtres techniques qui sortent des laboratoires de bio- et/ou de nanotechnologies aujourd'hui. Prenons l'exemple de deux animaux, l'un est issu d'une reproduction sans autre intervention que la sélection artificielle, et l'autre est issu d'un processus biotechnologique – soit par exemple une chèvre standard, si l'on peut dire, et une chèvre génétiquement modifiée pour fabriquer du fil d'araignée dans son lait. Dans les deux cas, il s'agit d'artefacts au sens du programme *The Dual Nature*, puisqu'aucune des deux chèvres n'est issue de la spontanéité de la Nature : à chaque fois, une intervention humaine articule une intention à une structure matérielle qui fonctionne (un organisme). D'un point de vue statique par ailleurs, les deux chèvres sont indiscernables. Dans le cadre analytique du programme *The Dual Nature*, il n'y a pas de différence ontologique entre ces deux animaux.

En revanche, d'un point de vue processuel, ils ne sont pas ontologiquement équivalents. La sélection artificielle consiste à intervenir au niveau des phénotypes des animaux, pour intensifier des caractéristiques intéressantes, à l'échelle macroscopique. La transgénèse consiste à intervenir dans les mécanismes intracellulaires, dans un tout autre ordre de grandeur par conséquent. Il en résulte deux manières très différentes d'articuler les normes techniques et les normes biologiques. La sélection artificielle modifie les phénotypes des espèces, mais elle ne suppose pas a priori qu'une violence soit faite aux capacités inhérentes de celles-ci, c'est-à-dire à ce que Canguilhem appelait leur normativité vitale. On objectera sans doute que l'élevage industriel d'animaux sélectionnés, non nécessairement génétiquement modifiés, fait comme on le sait bien une violence inouïe aux animaux. Dans ce dernier cas cependant, l'intervention technique consiste à diminuer voire à détruire les capacités inhérentes des espèces, c'est-à-dire leurs normes vitales, et non à en créer de nouvelles. Les manipulations génétiques au contraire reconfigurent les vivants à l'échelle moléculaire, et les forcent à adopter des normes vitales nouvelles qui sont fonction de nos intérêts – comme fabriquer de la soie d'araignée dans son lait pour une chèvre. Sans conteste, cette aptitude ne fait pas partie des capacités inhérentes des espèces caprines... En résumé, le processus de genèse, d'individuation de chacun de ces deux êtres, introduit une différence ontologique importante entre eux, dont le programme *The Dual Nature* ne semble pas pouvoir rendre compte dans son cadre d'analyse.

La tentation est grande de considérer les techniques en les survolant, et de subsumer leur diversité sous des concepts généraux – comme par exemple « instrumentalisation du vivant », ou « domination de la nature ». N'importe quelle intervention biotechnologique, sur des bactéries, sur des mammifères, sur des cultures cellulaires etc., consisterait ainsi à « instrumentaliser le vivant » et à accentuer notre « maîtrise et notre possession de la nature », ce qui suffirait à poser les termes du débat philosophique. Or, « fabriquer » des bactéries au génome synthétique, programmables à volonté ; utiliser des bactéries aux propriétés remarquables pour vectoriser des médicaments ; modifier génétiquement des bactéries pour qu'elles fassent tourner une roue dentée ; modifier génétiquement des chèvres pour qu'elles produisent du fil d'araignée dans leur lait : autant d'exemples d'interventions biotechnologiques qui relèvent toutes, à la rigueur, d'une « instrumentalisation » du vivant, mais qui néanmoins, à scruter les détails, soulèvent des questions très différentes. Utiliser une bactérie pour ses propriétés et la modifier génétiquement ; la modifier génétiquement et en synthétiser le génome à partir d'un modèle informatique : voilà autant de démarches qui « instrumentalisent » les bactéries en les forçant à accomplir des buts humains, mais qui

débouchent sur des résultats fort différents. Peut-on distinguer ontologiquement ces différents êtres, et dépasser le constat faisant état de vivants « instrumentalisés » ? Si le programme *The Dual Nature* fournit un cadre analytique pour expliciter métaphysiquement le fait qu'une structure matérielle puisse être porteuse d'une intention, il ne permet pas, à ce qu'il semble, de repérer les différences dans les modalités mêmes de l'attribution d'une fonction à une matière.

Qu'en est-il de l'autre grande contribution à la philosophie actuelle des artefacts, à savoir la postphénoménologie ? Celle-ci met l'accent sur le concept de médiation. Les artefacts techniques sont des médiations, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas de simples instruments à notre disposition : ils contribuent activement à façonner le monde et nous-mêmes. En d'autres termes, ils ont une productivité ontologique, ils transforment le réel. Ils sont en outre dit Verbeek des « agents moraux », ils ont une « moralité intrinsèque », au sens où en enrichissant notre répertoire d'actions, ils font émerger des problèmes moraux inédits et contribuent à la transformation des cadres de la pensée morale. Verbeek propose ainsi ce qu'il appelle une éthique non humaniste, au sens d'une éthique pour laquelle les actions, les problèmes, les jugements moraux ne concernent pas l'homme ou les hommes isolément, mais le système de réalité que les hommes forment avec leurs artefacts. La postphénoménologie entend donc proposer un cadre pour la réflexion morale qui soit décentré par rapport à l'homme ; un cadre qui englobe les hommes et leurs techniques, indissociablement. Nous ne sommes pas moraux, ou immoraux, indépendamment du système que nous formons avec nos médiations techniques. Verbeek introduit par conséquent un concept relationnel de l'artefact : les techniques ont une réalité de médiation entre l'homme et le monde ; elles configurent cette médiation et lui confèrent ses structures fondamentales.

La limite de cette approche indéniablement très stimulante tient précisément à sa définition de la technique comme médiation homme-monde : la technique est une réalité relationnelle, mais l'homme est toujours partie prenante de cette relation. C'est en cela que la postphénoménologie reste une philosophie de l'Accès Humain au sens de l'OOO. Or, les êtres conçus et étudiés dans les laboratoires de bio- et/ou de nanotechnologies, pour conserver les mêmes exemples, souscrivent en effet très bien à une définition relationnelle de la technique, mais étendue au-delà de la relation homme-monde. Une molécule de biphényle bistable sur une surface de silicium, pour reprendre l'exemple déjà évoqué, ne devient une machine moléculaire, c'est-à-dire un artefact technique, que si un certain couplage énergétique est établi entre la molécule elle-même (constituée de deux noyaux benzéniques attachés), la surface métallique sur laquelle elle est adsorbée et la pointe du STM. La machine, c'est le

système molécule-surface-pointe, et non la molécule toute seule. Cet artefact dépend donc de relations qui ne réduisent pas à la relation entre l'homme et la molécule – il faut aussi, entre autre, prendre en considération la relation entre la molécule et la surface, puisque si la configuration de cette dernière est changée, le comportement de la molécule excitée change aussi (de bistable elle peut devenir quadristable).

La philosophie des artefacts techniques telle qu'elle est développée depuis quinze, dans sa double orientation postphénoménologique et métaphysique, a eu indéniablement le mérite de rehausser la dignité philosophique des « choses » techniques, des étants en eux-mêmes, alors même que la critique philosophique « classique » de la technique, toutes tendances confondues, avait plutôt massivement soutenu que pour dégager l'essence du fait technique contemporain, il fallait commencer par abandonner le point de vue des choses, des objets dans leur prolifération. La philosophie des artefacts, pour des raisons différentes suivant l'orientation examinée, a cependant un concept trop restrictif de la technique, ce qui risque de lui barrer la voie à l'analyse des nombreux êtres exotiques, et à bien des égards déroutants, qui sont à l'étude dans les laboratoires aujourd'hui. Les contributeurs au programme *The Dual Nature*, mais aussi le postphénoménologue Verbeek, prennent souvent leurs exemples dans les techniques de la vie quotidienne, des tables, des chaises, des voitures, l'échographie pour Verbeek (une technique devenue familière), alors que les défis auxquels les développements techniques contemporains nous confrontent relèvent désormais des bio-nanotechnologies, de la biologie de synthèse, des technologies de diagnostic et d'analyse moléculaires à finalité médicale notamment. Une bactérie au génome synthétique peut être considéré comme un artefact au sens du programme *The Dual Nature*, ou comme une médiation technique, mais s'agit-il d'un artefact *au même sens* où la chaise, la table, voire l'échographe, sont des artefacts ? Le concept d'objet technique de Simondon, fondé d'une part sur le primat ontologique des processus sur les substances et les « natures », et d'autre part sur une définition de l'être technique par les relations qui le constituent, mais sans que celles-ci se résument à la relation homme-monde, peut ainsi venir très utilement enrichir la philosophie des artefacts. Un objet technique véritable, pour Simondon, est en effet un être de relations, il est même une relation de relations : une relation à lui-même d'abord, entre ses parties, dans le sens d'une meilleure corrélation entre elles par le biais d'une interdépendance accrue, Simondon parle ici de « résonance interne » entre les parties de l'objet ; une relation à ce qui n'est pas lui ensuite, c'est-à-dire au milieu extérieur, ou plutôt à cette fraction du milieu environnant qui intervient dans le fonctionnement de l'objet. Simondon parle ici de « milieu associé » de l'objet. L'objet fonctionne ; en fonctionnant il a des effets sur certains éléments

extérieurs (par exemple, il fait monter leur température en dégageant de la chaleur) ; si ces effets sont essentiels au fonctionnement de l'objet (pour continuer le même exemple, si l'objet a besoin, pour pouvoir fonctionner, de cette augmentation de chaleur dont il est par ailleurs la cause), alors l'objet a un milieu associé de fonctionnement. Simondon dit que l'objet se concrétise, il est auto-conditionné, il crée ses propres conditions de fonctionnement. Selon le même exemple toujours, il crée lui-même l'échauffement du milieu dont il a besoin pour fonctionner. L'objet technique véritable est donc défini par une relation entre deux répertoires de relations : des relations entre les parties, et des relations avec certains éléments du milieu extérieur formant un milieu associé. L'objet technique concrétisé, ou plutôt en voie de concrétisation, est la relation de dépendance mutuelle, de coordination, entre ces deux répertoires de relations : en se couplant à un milieu associé, l'objet augmente la résonance interne entre ses constituants, et réciproquement. L'objet technique véritable est par conséquent un objet relationnel, mais les relations dont il s'agit n'impliquent pas l'homme en tant que designer attribuant intentionnellement une fonction à une structure de matière, ou en tant qu'utilisateur des objets, ou en tant que porteur d'outils, ou en tant qu'homme au travail, ou en tant qu'homme affecté dans son équipement moral par ses techniques : les relations constitutives des objets techniques véritables sont des relations entre non-humains, pour parler comme Latour ; la philosophie des techniques centrée sur les objets repose chez Simondon sur une ontologie des relations dans l'être. A quoi il faut ajouter un aspect essentiel qui entre dans le concept de l'objet technique simondonien : les ordres de grandeur mis en jeu. Un objet technique rend en effet compatibles dans son schème opératoire des ordres du réel qui, avant l'invention de l'objet, étaient incommensurables, comme par exemple l'intérêt à produire industriellement un fil plus résistant que l'acier (intention) et les propriétés du fil d'araignée (la matière et sa structuration à l'échelle microscopique). Entre les deux, point de commensurabilité, avant qu'il soit possible de faire produire le fil à des chèvres transgéniques. Acquérant le statut de *bioobjets* techniques, celles-ci sont des moyens termes entre les intentions humaines et les propriétés du matériau d'intérêt. Cette mise en compatibilité a lieu par une intervention dans des ordres de grandeur qui peuvent être très variables, ainsi qu'on l'a dit sur l'exemple de la chèvre issue d'une sélection artificielle sur caractères phénotypiques (l'intervention technique opère ici dans un ordre de grandeur macroscopique, celui du monde observable) et de la chèvre transgénique (l'intervention technique a lieu dans un ordre de grandeur microscopique, celui des processus intracellulaires). Or, cette différence dans les ordres de grandeur de l'intervention n'est pas neutre sur les plans ontologique et éthique, eu égard à la normativité propre des êtres sur lesquels portent l'intervention

technique. Tandis que la bactérie magnétotactique de l'équipe canadienne est exploitée pour ses propriétés inhérentes, la bactérie au génome synthétique de Craig Venter ouvre justement la voie à un protocole technologique capable de vider un être vivant de ses propriétés inhérentes pour leur substituer d'autres propriétés. L'équipe canadienne s'intervient pas dans les processus évolutifs des microorganismes. La démarche de Venter et son équipe consiste au contraire à couper les êtres vivants de leur processus d'évolution, afin de s'assurer que les bactéries *by design* continueront de faire ce pour quoi elles ont été programmées (un vivant modifié en vue d'un but défini, mais qui évolue, à de fortes chances, au bout de quelques générations, de faire tout à fait autre chose que ce pour quoi il a été programmé). Les bactéries de l'équipe japonaise, exploitées pour faire tourner la roue dentée, rappellent ces animaux de trait utilisés pour faire tourner des norias ou des moulins. Les bœufs ont cependant dû être domestiqués avant d'être utilisés dans l'agriculture ou l'industrie, ce qui n'est pas le cas des bactéries qui sont utilisées sans domestication préalable. Les trois projets de recherche impliquant des bactéries présentent donc des différences notables, ne soulèvent pas exactement le même type de questionnement philosophique concernant le rapport entre l'homme et l'animal, or ces différences s'expliquent notamment par la diversité dans les modalités de l'intervention technique, c'est-à-dire par la diversité des processus de production des bioobjets. De cela, la philosophie des artefacts ne paraît pas pouvoir rendre suffisamment compte.

Les limites de la philosophie des artefacts techniques peuvent en définitive s'expliquer par le fait qu'il s'agit précisément d'une philosophie... des artefacts, de l'être technique comme artefact, c'est-à-dire comme réalité fabriquée, issue d'un design humain. Il n'y a bien sûr pas lieu de nier que les êtres techniques ont des designers humains (la question de la technicité animale est hors de propos ici). Les bio- et/ou nanoobjets déjà évoqués n'adviennent pas à l'existence sans design ! C'est un truisme. La philosophie des artefacts dit cependant autre chose : non seulement tout être technique est précédé par une intention, par une activité de conception, ce qui va de soi ; non seulement tout être technique dont nous faisons usage affecte en retour notre représentation du monde voire nos évaluations morales, ce qui aujourd'hui est également largement admis : la technique n'est pas neutre ; mais encore, toute la réalité de l'être technique peut être ressaisie dans le jeu de deux termes : l'*intention* d'attribuer une fonction à une matière, et l'*usage* qui configure nos représentations et nos valeurs. Intention fabricatrice + usage et ses effets = artefact technique. La décision théorique majeure de Simondon a justement été de construire un concept d'objet technique irréductible à l'artefact ainsi compris, selon ce double renvoi à une intention et à un usage. Il s'agit d'une

conception non artefactuelle de la technique, non pas au sens où, pour Simondon, il y aurait des objets techniques non conçus intentionnellement, et qui n'auraient aucunement vocation à être utilisés, ce qui serait absurde ! Le concept simondonien d'objet technique est non artefactuel au sens où les dimensions intentionnelle et d'usage ne suffisent pas, selon Simondon, à donner accès à la diversité des « modes d'existence » des êtres techniques, c'est-à-dire, pour résumer, à la diversité de leurs statuts ontologiques. Une chèvre standard et une chèvre transgénique sont bien issues toutes les deux d'une intention qui a présidé, soit à la démarche de sélection artificielle, soit à l'intervention biotechnologique. Les deux chèvres ont été portées à l'existence en vue d'un but, pour satisfaire un besoin. En outre, les manipulations biotechnologiques du vivant affectent indéniablement nos rapports à lui, elles peuvent faire surgir des problèmes moraux inédits (comme par exemple la perspective de fabriquer des monstres), bref elles contribuent puissamment à reconfigurer l'éthique de nos rapports à la Nature. Cela étant dit, ce couple de concept de l'intention et de l'usage instrumental ne permet pas toujours, on l'a vu, de distinguer au plan ontologique les êtres entre eux. Ainsi que le fait remarquer un autre commentateur critique du programme *The Dual Nature*, les artefacts peuvent avoir des conséquences inattendues et non voulues (un problème bien connu dans le domaine des nanotechnologies notamment), en outre ils peuvent affecter des entités du monde naturel avec lesquelles ils sont susceptibles d'interagir. Autrement dit, les techniques doivent être examinées du point de vue des processus qu'ils peuvent déclencher dans la Nature, bien au-delà des intentions qui ont présidé à leur design et des fonctions qui leur sont assignées. Des organismes génétiquement modifiés, ou encore des nanoparticules, doivent être considérés non seulement comme des artefacts faits de main d'homme, auxquels une fonction intentionnelle est attribuée : ils sont aussi destinés à prendre place dans le monde naturel, et à y produire des effets. Or, chez Simondon, le concept d'objet vise justement à thématiser les techniques indépendamment de leurs designers et de leurs fabricants, comme des êtres du monde à part entière, doués d'une certaine forme d'autonomie et d'un « mode d'existence » propre. Latour refuse le concept simondonien d'objet, au motif que ce concept est toujours suspecté de devoir inévitablement faire couple avec le sujet. Ce qui explique le rejet du concept d'objet, c'est en réalité la méfiance à l'égard du vieux clivage métaphysique du sujet et de l'objet. Toutefois, le geste théorique de Simondon est justement d'avoir construit un concept d'objet qui n'est pas le vis-à-vis d'un sujet.

Tandis que les contributeurs à la philosophie des artefacts tiennent pour équivalents les termes de chose, d'objet et d'artefact techniques, Simondon les distingue soigneusement. Tout être technique est sans doute un artefact, mais pas un objet. Dans la réponse qu'il fait à Deforge,

Simondon précise son concept d'objet technique précisément dans les termes d'une extériorité, d'une indépendance par rapport au designer et/ou de l'utilisateur : « je crois qu'on pourrait dire qu'objet technique doit s'entendre en deux sens : est objet ce qui relativement détachable, comme ce microphone... D'autre part, est objet aussi ce qui, dans l'histoire, peut être perdu, abandonné, retrouvé : en somme ce qui a une certaine autonomie, une destinée individuelle. Quand l'industrie produit des objets, qu'elle les lance sur le marché, après elle se désintéresse d'eux et ils ont leur existence toute personnelle. En somme, ce sont comme des organismes, bien qu'ils ne soient pas vivants. Voilà pourquoi on peut parler d'objets ». Il y a objet technique dès lors qu'il y a détachement par rapport à l'utilisateur ou au producteur, de telle façon que l'être technique s'objective en accédant à une certaine autonomie d'existence, qui le rend comparable aux êtres vivants. Comparaison suspecte, dira-t-on, mais Simondon veut dire par-là quelque chose de très précis et de très fort : comme les êtres vivants, les êtres techniques véritables doivent être considérés comme des *individus* à part entière, ils ont une organisation interne qui les rend cohérents avec eux-mêmes, et ils ont des relations de causalité récurrente avec un milieu associé nécessaire à leur fonctionnement. Ils sont auto-conditionnés. En résumé, les êtres techniques véritables, les individus techniques, ont leur propre système de normes. Il y a une normativité technique comme il y a une normativité vitale. Parler de normativité vitale, c'est soutenir que toute action entreprise sur le vivant, ou avec le vivant, doit être évaluée du point de vue de normes qui sont celles du vivant lui-même. Le vivant est créateur des normes selon lesquelles toute action qui l'implique doit être évaluée. Une chèvre élevée dans une ferme pour son lait, et une chèvre génétiquement trafiquée pour fabriquer du fil d'araignée dans son lait, sont issues de deux types d'intervention technique qui, on l'a dit, n'ont pas du tout la même signification du point de vue de la normativité vitale. Dans le cas des objets techniques, le raisonnement de Simondon est mutatis mutandis le même : une innovation technique, modifiant un objet existant, doit être évaluée eu égard aux normes d'individuation propre à cet objet. Le moteur Diesel concrétise le moteur à essence, dans la mesure où il réunit dans une même opération la carburation et l'inflammation du mélange air/gaz ; mais l'ajout d'un aileron à l'arrière d'une automobile, ou l'existence d'un circuit ad hoc de refroidissement du moteur, n'individuent pas l'automobile : ces choix techniques vont dans le sens de l'abstraction. Un objet technique véritable est par conséquent un objet qui est porteur de ses propres normes – normes qui régissent d'une part le type de relations qui existent entre les constituants de l'objet, mais aussi entre l'objet et son milieu de fonctionnement ; normes qui régissent d'autre part le devenir de l'objet, le sens de ce devenir (dans le sens de la concrétisation ou de l'abstraction).

L'objet technique auto-normatif est l'objet ressaisi du point de vue de ses relations constitutives, et du point de vue de son devenir. Il se définit comme un être à la fois relationnel et processuel.

La position simondonienne pourrait il est vrai choquer. Il y a une normativité propre des objets techniques : qu'est-ce à dire ? Doit-on comprendre que les objets techniques ne puissent être légitimement évalués à l'aune d'aucun système de normes différent du leur ? Conclusion qui serait à bien des égards inacceptable, on en conviendra. Ce n'est d'ailleurs pas du tout ce que veut dire Simondon, qui introduit précisément un point de vue normatif sur l'objet technique qui fait intervenir d'autres normes que les normes techniques. Cette nécessité est inscrite dans la définition même de l'objet technique comme être relationnel et en devenir. En effet, si l'objet technique est constitué par des relations, notamment par des relations à ce qui n'est pas lui (son milieu associé), alors son fonctionnement peut venir télescoper les normes propres d'autres êtres du monde, notamment des êtres vivants. Simondon élargit le concept normatif de l'objet technique au-delà de la normativité technique proprement dite, telle que définie dans la première partie de MEOT, de façon à inclure en lui des normativités non techniques. Ainsi, dans « Psychosociologie de la technicité », développe-t-il l'exemple d'un geste chirurgical qui, en tant que geste technique, est porteur de sa propre normativité (il peut tendre vers une forme de perfection), mais qui peut toujours se révéler monstrueux s'il fait violence à la normativité du vivant sur lequel il porte. Une opération chirurgicale d'énucléation pratiquée sur un homme, destinée à permettre à cet homme de vendre son œil dans le but de pouvoir financer, avec l'argent ainsi obtenu, une autre opération qui lui est nécessaire, est absolument monstrueuse dit Simondon – quand bien même elle relèverait d'un exploit technique. Elle est monstrueuse car elle méconnaît profondément les normes propres selon lesquelles l'organisme s'unifie intérieurement, elle le traite comme un assemblage de parties séparées, sans principe unificateur. Simondon appelle esthétique le regard qui préside aux interventions techniques soucieuses au contraire de respecter les normes d'organisation de ce sur quoi elles portent. L'objet technique véritable est un objet techno-esthétique, ce qui pour Simondon ne se réduit nullement à la recherche d'une forme de beauté dans la technique, mais fait signe vers l'ancrage de la technique dans la vie, dans le respect de la normativité vitale des êtres. Se profile ici une tradition de la philosophie des techniques particulièrement développée en Allemagne et en France, celle d'une « philosophie biologique de la technique » comme l'appelait Canguilhem, qui en France passe par Espinas, Bergson, Leroi-Gourhan, Canguilhem, Simondon en particulier. La technique n'est pas seulement ce qui vient prolonger la vie, la continuation du mouvement de

la vie par d'autres moyens que les moyens biologiques ; la technique est une activité créatrice de valeurs, or ces valeurs créées par l'activité technique peuvent toujours entrer en conflit avec les valeurs vitales, celles que le vivant humain crée en tant que vivant, et non en tant que technicien. Comme disait Simondon, une incompatibilité peut toujours surgir entre les conditions techniques et les conditions organiques de l'existence. Les valeurs de la technique peuvent être destructrices des valeurs de la vie : tel est l'enseignement que Canguilhem ou encore Simondon ont retenu de Bergson, en particulier dans *Les Deux sources de la morale et de la religion*. La philosophie des techniques orientée-objet retrouve alors la référence à un être sujet, mais ce sujet n'est pas le designer ou l'utilisateur : c'est le vivant porteur de ses propres normes de vie, qu'il s'agisse des vivants sur lesquels intervient la technique en en faisant des bioobjets, ou bien de l'homme technicien dont l'activité technique créatrice de valeurs nouvelles peut venir télescoper l'activité vitale, elle aussi créatrice de valeurs. La question de la normativité vitale, très minorée dans la philosophie des artefacts et dans la philosophie du design actuelles, se trouve au contraire au cœur d'une philosophie des techniques orientée-objet.

dossier

Petits récits destinés à joindre les deux bouts des particules au cosmos – en passant par la Suisse

par Sophie Houdart

D'où gagner le sentiment de soi dans l'univers ? Partant du sentiment océanique cher au romancier Romain Rolland, cet article se propose de rendre compte, sous forme de petits récits, d'une enquête menée au CERN sur le Grand Collisionneur de hadrons (LHC). Au regard de la littérature qui dresse en droite ligne une relation des particules au cosmos et donne comme évidente la machine comme transcendance, il se situe à l'échelle humaine, au niveau de ce qu'il faut bel et bien pour connecter les unes à l'autre et éprouver le sentiment de ce qui nous déborde.



fig. 1
xxx

Romain Rolland à Sigmund Freud
Villeneuve (Vaud) villa Olga, 5 décembre 1927

Cher ami respecté,

Je vous remercie d'avoir bien voulu m'envoyer votre lucide et vaillant petit livre. Avec un calme bon sens, et sur un ton modéré, il arrache le bandeau des éternels adolescents, nous tous, dont l'esprit amphibie flotte entre l'illusion d'hier et... l'illusion de demain.

Votre analyse des religions est juste. Mais j'aurais aimé à vous voir faire l'analyse du sentiment religieux spontané ou, plus exactement, de la sensation religieuse, qui est toute différente des religions proprement dites, et beaucoup plus durable.

J'entends par là : – tout à fait indépendamment de tout dogme, de tout Credo, de toutes organisations d'Église, de tout Livre Saint, de toute espérance en une survie personnelle, etc. –, le fait simple et direct de

la sensation de l'« éternel » (qui peut très bien n'être pas éternel, mais simplement sans bornes perceptibles, et comme océanique) [...]

Je suis moi-même familier avec cette sensation. Tout au long de ma vie, elle ne m'a jamais manqué ; et j'y ai toujours trouvé une source de renouvellement vital. En ce sens, je puis dire que je suis profondément « religieux » – et sans que cet état constant (comme une nappe d'eau que le sens affleurer sous l'écorce) nuise en rien à mes facultés critiques et à ma liberté de les exercer – fût-ce contre l'immédiateté de cette expérience intérieure. Ainsi, je mène de front, sans gêne et sans haut, une vie « religieuse » (au sens de cette sensation prolongée) et une vie de raison critique (qui est sans illusion)...

J'ajoute que ce sentiment « océanique » n'a rien à voir avec mes aspirations personnelles. Personnellement, j'aspire au repos éternel ; la survie ne m'attire aucunement. Mais le sentiment que j'éprouve m'est imposé comme un fait. C'est un contact. – Et comme je l'ai reconnu, identique (avec des nuances multiples) chez quantité d'âmes vivantes, il m'a permis de comprendre que là était la véritable source souterraine de l'énergie religieuse ; – qui est ensuite captée, canalisée et desséchée par les Églises : au point qu'on pourrait dire que c'est à l'intérieur des Églises (quelles qu'elles soient) qu'on trouve le moins de vrai sentiment « religieux ».

Éternelle confusion des mots, dont le même, ici, tantôt signifie obéissance ou foi à un dogme, ou à une parole (ou à une tradition), tantôt : libre jaillissement vital.

Veuillez croire, cher ami, à mon affectueux respect

Romain Rolland (Vernorel et Vernorel 1993 : 303-304)

C'est ainsi que Romain Rolland répondait à Sigmund Freud qui venait de lui faire parvenir L'avenir d'une illusion. La conversation qu'entraînent les deux hommes se prolongea, souvent par publications décalées, dans les années qui suivirent (Malaise dans la civilisation constituera la réponse restée la plus célèbre de ces échanges). Elle portait intrinsèquement sur les formalisations dogmatiques et sur les superstitions, dit Freud comme Rolland se voulaient les pourfendeurs – mais chacun à sa façon. « Situant les racines métapsychologiques de la religion dans le passé infantile de l'homme » (ibid. : 299), Freud voyait dans tout déborderment de soi un point d'appui ou un remède à la détresse humaine, qu'il était nécessaire de surmonter pour entrer dans l'âge adulte. Au contraire, Rolland faisait valoir l'expérience vécue et difficile à stabiliser de ces moments, hétérogènes, au cours desquels pouvait s'éprouver le sentiment plein du monde et du cosmos : se perdre dans l'horizon de la mer ou bien dans l'étendue immense s'offrant au regard du montagnard, méditer... Emprunté à la mystique de l'Inde sur laquelle Rolland avait commencé à travailler (La Vie de Ramakrishna, publiée en 1943, entre autres), le concept de sentiment océanique servait à décrire les états, parfois éphémères, de communion avec

1 Cette enquête, commanditée par le Centre de physique théorique et technique et industrielle de la Seme-Saint-Denis, F33, a été réalisée de juin 2011 à janvier 2012. Pour les résultats en leur entier, je me permets de renvoyer à Houdart 2015.

2 Martin Beech fait référence à l'ouvrage de C.S. Lewis, publié en 1964, *The Discarded Image*.

une immensité, « la personnalité s'y dissolvant comme un grain de sel dans la mer ; mais au même moment, l'infini de la mer [semblant] être contenu dans le grain de sable » (Koeister 1945 : 270). Plus que de sensation, Roland parle de « contact » pour désigner la rencontre entre deux réalités – deux échelles – à priori incommensurables et qui se croisent soudain, pour un temps domé. Cela peut ne pas arriver, ou cela peut arriver suivant des modalités très diverses.

Dou, encore, gagner le sentiment de soi dans l'univers ? Que me faut-il pour gagner la sensation ou la compréhension vive que quelque chose me déborde, une chose à laquelle pourtant je suis liée, connectée intimement ? En m'appuyant sur l'enquête que j'ai menée récemment au Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN, aujourd'hui Organisation européenne pour la recherche nucléaire) sur le Large Hadron Collider (LHC), je voudrais montrer ici que le sentiment océanique ne requiert pas nécessairement – ou seulement – l'imédiateté de la contemplation transcendante, mais peut naître d'un lent travail, parfois le long de chemins de traversé ; comment, aussi, il est orchestré dans des dispositifs matériels, visuels ou rhétoriques chargés d'assurer le transport ou de susciter le point de contact délicat entre les particules, le cosmos et moi – vous tout autant !

De fait, au CERN, des techniques d'enchâtement profiteront, qui listent les innombrables atouts de la machine en usant de superlatifs destinés à rendre l'éloquence de l'aventure humaine en train de se jouer ici. Ainsi pourra-t-on lire sur le site internet de l'organisation, par exemple : « Le LHC, l'accélérateur de particules le plus grand et le plus puissant du monde, consiste en un anneau de 27 km de circonférence, livré 100 m sous terre. Formé d'aimants supraconducteurs et de structures accélératrices qui augmentent l'énergie des particules qui y circulent, il produit chaque jour, à l'intérieur de l'accélérateur, deux faisceaux de particules qui circulent en sens contraire à des énergies très élevées avant de rentrer en collision l'un avec l'autre. Les particules, lancées à 99,9999991 % de la vitesse de la lumière, vont effectuer 11 245 fois le tour de l'accélérateur par seconde et entrer en collision quelque 600 millions de fois par seconde ». Dans la littérature, les brochures de communication et les vidéos, l'exploit technique signifié par ces grands nombres est communément relayé par une ambition scientifique tout aussi magistrale : le LHC, en offrant la possibilité d'un « voyage dans la structure la plus profonde de la matière », a pour mission « la découverte des lois fondamentales qui régissent notre univers », et doit même permettre d'élucider « les premiers principes qui ont gouverné sa formation ». « Tout est connecté », écrit l'astronome Martin Beech, et « dans le microcosme se réfléchit le macrocosme et vice-versa » (Beech 2010 : viii). A la manière des savants et astronomes du Moyen Âge², les physiciens travailleraient aujourd'hui avec l'idée que le microcosme, l'univers tel que nous le connaissons aujourd'hui, était déjà contenu dans le « microcosme primordial », dans la soupe de particules élémentaires, en même temps que ces particules évoluaient elles-mêmes déjà dans quelque chose qui ressemblait à un univers. « Le LHC, en brisant le noyau en deux atomes principaux, nous permettra de remonter jusqu'à ces moments qui ont eu lieu juste 10-25 seconde après le Big Bang – un temps avant que la matière stable n'existe » (ibid.) Machine à remonter le temps, machine à tenir ensemble

le microcosme et le macrocosme. Elle nous connecte au temps strict des origines – origines des conditions physiques qui ont permis l'agglomération du monde et l'apparition de la vie – et elle nous connecte au cosmos.

Pourtant, des particules accélérées à la vitesse de la lumière dans un tunnel cent mètres sous terre à la résolution des mystères du cosmos, le saut reste, concédons-le, difficile à faire pour qui n'a pas du modèle standard et de la déclinasion des quatre forces une vue parfaitement claire... Il s'avère également périlleux à ceux qui, comme l'auteur de cet article, n'ont pas frôlé en découvrant, enfants, la saga des étoiles, Star Wars, ni ne se sont sentis portés au-delà d'eux-mêmes, incapables d'étendre à ces confins leur territoire de jeu et d'exploration. Pour ceux-là, des dispositifs rhétoriques existent pour les y aider, au nombre desquels la technique récurrente qui consiste à mettre en équivalence des entités que rien ne semble devoir rapprocher. Dans *A Zeptospace Odyssey*, *A Journey into the Physics of the LHC* (Giudice 2010), Gian Francesco Giudice, physicien théorique au CERN, produit, de ce point de vue, une série d'équivalences particulièrement éloquentes pour donner à penser les mesures du LHC à l'aune du très petit (à l'échelle du zepto, 10-21) comme à celle du très grand : on apprend ainsi que le LHC est « plus grand que le temple de Salomon » (ibid. : 120), qu'un dipôle est de même prix au kilo que le chocolat suisse (ibid. : 104), que l'énergie qui y est stockée équivaut à 2,4 tonnes de TNT ou 460 kilos de chocolat (ibid. : 116), qu'une caverne procure la même charge émotionnelle que les pyramides égyptiennes ou les cathédrales (ibid. : 131), qu'une pièce du détecteur CMS pèse 1 920 tonnes mais aussi 400 éléphants d'Afrique (ibid. : 132)... Parmi toutes ces équivalences, l'on sent bien que certaines sont plus efficaces que d'autres. Traduire un dipôle en chocolat suisse n'informe pas tellement, si l'on y pense, ni sur le dipôle ni sur le chocolat. En revanche, traduire une caverne expérimentale en cathédrale est susceptible de produire un effet – c'est probablement la raison pour laquelle l'association LHC/cathédrale est récurrente, et circule même parfaitement bien entre les physiciens, les ingénieurs, les chefs de chantier, les journalistes et les sociologues tentant de qualifier le LHC. L'analogie circule également parmi les anthropologues. Dans l'étude qu'elle réalise au milieu des années 1980 au sein de plusieurs laboratoires de physique des particules, l'anthropologue américaine Sharon Traweeck explique l'extracritérielle implication de la physique et des physiciens dans nos sociétés actuelles par au moins deux raisons, très différentes : l'organisation, d'abord (la faculté des physiciens à s'organiser en communautés d'intérêt larges, aisément représentables devant les instances de décision internationales) : « le pouvoir émotionnel de la cosmologie », ensuite, qui confère aux physiciens une aura digne de héros prométhéens en quête de la vérité sur les mystères de l'univers : les physiciens « donnent des nouvelles d'un autre monde : caché mais stable, cohérent et incorruptible. [...] L'échelle et le codé extraordinaires de la plupart des équipements de physique viennent renforcer la valeur culturelle [de ce gosse]. Les grands accélérateurs, par exemple, sont comme des cathédrales médiévales : livres des contractes d'une analyse en termes de coûts et bénéfices » (Traweeck 1988 : 2). Comme ses confrères médiévaux, le LHC, cette cathédrale des temps modernes, offrirait un moyen de se connecter à l'immensité et aux mystères de l'univers, d'accéder à quelque chose qui nous dépasse largement et qui pourrait nous contenter – l'expression moderne d'une transcendance.

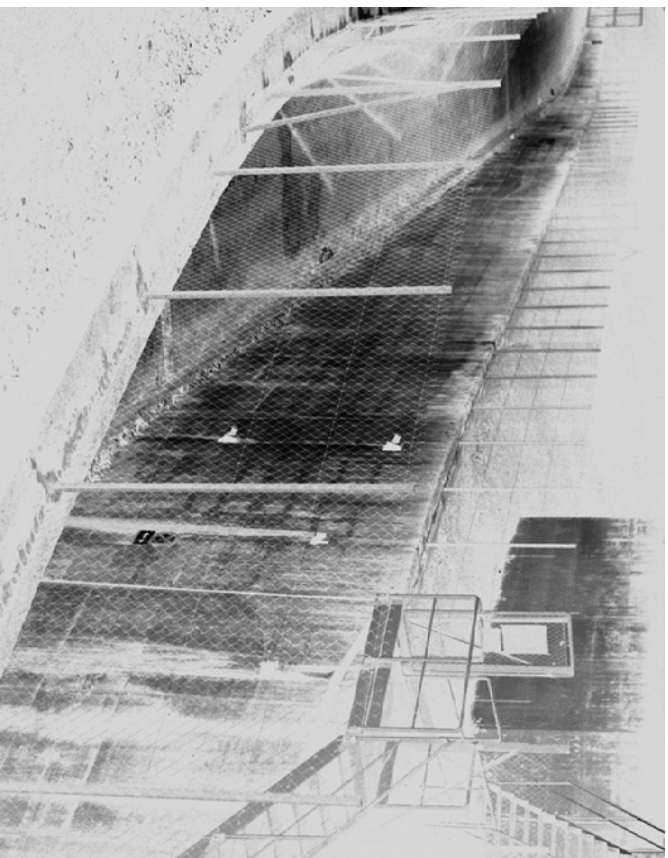


Fig. 2
xxx

La rhétorique, on le sent bien, oscille entre la célébration de l'artefact qui doit tout au génie humain (c'est une conquête sur les limites qui sont les nôtres) et la reconnaissance que cette chose-là nous dépasse tout autant que ce dont elle traite. Gigantesque par nécessité technique (il faut cela pour accélérer les particules à une vitesse proche de celle de la lumière), le LHC exprime les propriétés de l'objet qu'il contribue à élucider : les propriétés du cosmos même, ou se retrouvent indéfectiblement liées sa complexité, son instabilité et sa charge mystérieuse. D'une certaine façon, il est à la fois le temple et comme un dieu. C'est éloquent, soit, et le motif est connu. Le simplement d'âme, cependant, tient trop manifestement de l'artifice (Latour 2014) et la manœuvre seule ne peut suffire à m'emporter. Et elle ne peut suffire à me faire comprendre, non plus, comment est obtenu cet effet formidable que je ne peux manquer de noter dans le regard et les propos de mes interlocuteurs, physiciens, géomètres, ingénieurs, opérateurs, métrologues, qui prennent soin jour après jour du LHC : respect, fascination, adoration même.

Que faut-il donc pour qu'une image du cosmos tienne ? À quelle échelle peut-on se placer pour éprouver (au double sens de sentir et de mettre à l'épreuve) que ce qui se joue au LHC compte pour nous ? Pour répondre à ces questions, j'ai eu recours à une écologie des savoirs, qui a trouvé dans de petits récits sa forme la plus appropriée³. Ceux-ci, extraits de mes rencontres avec des géomètres et des opérateurs, sont destinés à faire voir le travail qu'ils accomplissent pour après avoir pour obtenir et stabiliser le contact entre des choses situées à des échelles incommensurables.

La machine et le sanglier

Octobre 2011. Je retrouve Sacha et Bruno, géomètres au service site et patrimoine du CERN, à Ornex, sur la route entre Ferney-Voltaire et Gex, aux abords d'un site de casse automobile. Sont également présents trois techniciens du service électricité et du service connectique. Les deux propriétaires de la casse auto expliquent, plans en main, les projets qu'ils prévoient de réaliser. Terre à terre – on ne peut a priori imaginer place moins adéquate pour obtenir, de là, un regard sur quelque chose qui nous débordait. En accord avec les normes environnementales, les propriétaires sont tenus de faire les aménagements nécessaires pour récupérer les eaux du parking et construire une dalle en béton là où il n'y a maintenant que de la terre. Ils ont donc déposé une déclaration d'intention de commencement de travaux (DICT) et ont été redirigés vers le CERN à cause de la servitude sur leur terrain. En effet, tout au long de la casse auto et dans la forêt qui la borde, le CERN a des réseaux qui regroupent, dans la même tranchée, fibres optiques et câbles à haute tension. Bruno m'explique que, dans la tranchée, passent la ligne de fibre optique qui traverse toute la zone et du courant de 66 000 volts qui alimente différents points expérimentaux du CERN. « On va être encore plus stricts, raconte-t-il, sur les croisements de réseaux et les chantiers après l'épisode qu'il y a eu il y a un mois, ça a fait beaucoup de bruit. Les gars sont venus, ils avaient un poteau à remonter apparemment. C'était du côté de Crozet, du terrain de moto-cross. Le type du chantier est arrivé et a juste donné un grand coup de pioche ! On a eu 10 km de fibres à changer... » Pendant que nous parlons, Sacha, dans les plans, essaie de repérer le tracé de la tranchée au-delà de la casse auto : elle part dans la forêt et son tracé devient invisible sur le plan en orthophoto.

³ Je me réfère sur ce point aux travaux de Imogen Stengers et Bruno Latour (2011) dans qu'ils ont défini ouverte en la matière par Isabelle Stengers : « ... le champ de l'écologie des pratiques se définit d'abord et avant tout par le fait que la manière dont ces pratiques se présentent, se justifient, définissent leurs exigences et leurs obligations, et la manière dont elles sont décrites, dont elles sont suscitables d'intéresser, dont elles doivent être montrées à d'autres, sont intrinsèquement liées et appartiennent à la même temporalité. Dès lors, tout argument, critique ou dénégatoire, justificatif ou incitatif, est un mode d'intervention qui vient s'ajouter à l'ensemble enchevêtré des manières dont les différents protagonistes s'adressent d'ores et déjà les uns aux autres. Mais la possibilité d'une écologie des pratiques exige de plus d'instaurer un registre d'explicitation (également d'entre-critique que traduit et fait advenir tout point de vue reconnu comme pertinent. Elle exige donc ce que ce texte expose de ses auteurs : l'abandon de l'opposition entre "description fidèle" et "fiction", comme aussi entre "constat" et "valor", pour une démarche ouvertement constructiviste, c'est-à-dire qui réalise activement l'explicitation des pratiques visées par les descriptions qui se veulent vraies. » (Stengers 1996: 97)

double page suivante

Fig-3
xxx



M. LE PROPRIÉTAIRE : On voulait vous demander aussi si on pouvait prolonger ce melon de terre, qui court le long de la clôture ? Si on pouvait le prolonger et le remonter de 80 cm, contre les effractions. C'est qu'il y a de l'argent ici... et c'est aussi pour la sécurité des gens qui voudraient s'aventurer dans la casse auto.

MIMIE LA PROPRIÉTAIRE : Il faut que vous puissiez rentrer, là ? Si vous devez revenir en urgence... Il vous faudrait une barrière ?

M. LE PROPRIÉTAIRE : Qu'est-ce qui pourrait faire que vous ayez à revenir en urgence ? Vous ne prévoyez pas de rénovation de réseau ? Parce que si vous nous dites que, dans deux ans, vous devez repasser...

PREMIER TECHNICIEN : Les câbles qui passent ici ne sont pas si vieux que ça... Il faut compter cinquante ans avant d'imaginer intervenir pour les rénover.

SECOND TECHNICIEN : Et maintenant on fait passer les câbles dans des fourreaux, on remplace plus personne !

PREMIER TECHNICIEN : Mais c'est sûr qu'on ne peut pas dire aujourd'hui qu'on ne reviendra pas... Pour les fibres, il n'y a jamais d'urgence à venir les réparer à 3 heures du matin...

M. LE PROPRIÉTAIRE : Des que vous nous donnez les documents, on commence les travaux. On a une pression énorme côté DRIF...

SACHA : Il faudra faire attention, sur les plans on a une marge de 34 cm d'écart avec le nivellement général de la France (NGF). Et on n'est pas non plus en coordonnées Lambert...

M. LE PROPRIÉTAIRE : On voudrait du Lambert et du NGF.

SACHA : On pourra vous éditer les plans en Lambert, mais pour NGF... on vous donnera les conversions ! Les géomètres du coin connaissent un peu la problématique CERN, de toutes façons...

MIMIE LA PROPRIÉTAIRE : À cet endroit, la tranchée part dans la forêt, il faudrait vérifier aussi. Ça bouge en forêt... Depuis qu'ils ont fait le chemin communal, il y a du passage. Plus loin dans la forêt il y a une gouille. Et avec les vélos, tout ça, il y a un endroit qui est maintenant une vraie mare pour les sangliers. Il faudrait voir si le terrain n'a pas bougé, qu'il n'y a pas d'affaissement...

Des sangliers, des sentiers forestiers, des propriétaires de casse auto... C'est bien toujours du LHC qu'il est question. Et c'est bien le cosmos qui s'étend encore à l'horizon. Mais cet horizon, arcté qu'il est sur un territoire singulier – rendu tel par la présence de la machine –, est soudain plus mondain et s'inscrit plus spontanément dans la dimension humaine. En forêt, « ça bouge », d'une vie peu concertée par le LHC qui, lui, doit pourtant la prendre en compte puisqu'il en dépend.

Le vaisseau spatial et ses navigateurs

Novembre 2011. La scène a lieu dans ce qui ressemble fort à une tour de contrôle, n'étant que la vue panoramique sur laquelle elle ouvre est à l'intérieur et non à l'extérieur. Nous sommes dans le centre de contrôle central des expériences. C'est là qu'est paramétrée la machine, de là que sont orchestrés les faisceaux de particules. Les opérateurs « aux commandes » comptent volontiers leur travail à la conduite d'un vaisseau ou d'une voiture de course. La machine requiert de fonctionner en continu, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, et des shifts de huit heures sont nécessaires pour la « surveiller ». Le travail est décrit par certains physiciens, notamment ceux qui font de la théorie, comme « pas très glamour, il faut juste tourner un bouton ». Mais comme nous allons le voir, la conduite de ce « vaisseau » singulier en appelle à bien d'autres compétences⁴.

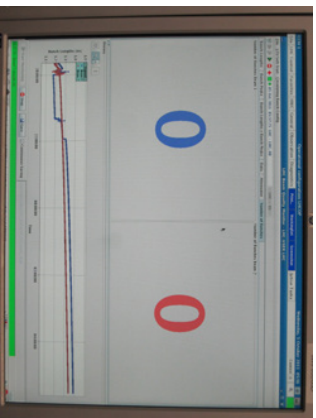
Il est 23 heures, je m'apprête à prendre le shift de nuit avec Louise et Jean-Paul. Aux quatre coins de l'immense salle, des flops d'un quart de cercle formés par une lignée d'ordinateurs munis d'un ou deux écrans. Sur les murs au-dessus de ces flops, de grands écrans affichent des mesures. On a un flot pour les injecteurs, un pour l'un des premiers collisionneurs qui sert dorénavant de rampe de lancement pour les particules (le SPS), un autre qui gère l'eau, l'électricité et la cryogénie, et un dernier, le LHC. Dans chacun, deux personnes assurent leur tour de garde. C'est l'heure des passations, l'équipe précédente débriète celle qui s'apprête à prendre son quart de nuit. Ils s'assoient tous les quatre en cercle, Louise et Jean-Paul écoutant attentivement les informations que leur transmettent leurs collègues.

De ce premier échange, je ne comprends rien, à peine la langue qui est parlée, un mélange très fondu de français et d'anglais. Il est question de random, de cleaning. « C'était sur Beam 17 » Ils ont essayé de trouver la cause pendant une heure, ils ont fait un roll back. « C'est visiblement la cavité qui a des problèmes. » J'entends que ce problème, qui concerne l'un des deux faisceaux, Beam 1, et dont on n'identifie pas complètement la cause, empêche de « partir en physique ». Les coordinateurs n'étaient pas d'accord, certains n'ont pas voulu risquer de compromettre un test de physique. J'entends beaucoup « remplir ». J'entends deep de life time, qui sonne aussi comme un problème. Ce sont les « mêmes symptômes » qu'il y a quinze jours, et cela concerne la même cavité, fait remarquer Louise. Pour compléter le tableau des heures précédentes, la jeune femme dit que « plus ou moins en même temps, on a perdu des BLM parce qu'on a perdu la REY. Donc on a décidé d'avorter et de faire de la physique. On a aussi des problèmes pour injecter. Dans l'avant-dernière injection de faisceau, on a eu des oscillations. » J'entends aussi : « On a séparé les beams... manuellement, doucement, petit à petit... »

Bon. Sa connecter au cosmos est une affaire visiblement technique, jamais totalement acquise et difficile à stabiliser.

La nuit commence tranquillement et s'annonce plus calme que la journée, selon mes interlocuteurs. Les particules ont été injectées et la machine « romme » doucement. Un peu plus tard, les quatre équipes se retrouvent autour de la grande table centrale où les membres de l'équipe

⁴ Sur les compétences hétérogènes et diverses nécessaires pour faire un vaisseau voir Hamrick et 2009 ou Hutchins 1995.



LHOb ont organisé une petite fête après avoir atteint un de leurs objectifs. On sert des jus d'orange et on se partage le tramisu. Lambiance est intense. Je me présente : « Sophie, anthropologue, je suis venue enquêter sur le LHC, son rapport au sol, les échelles qu'il doit coordonner pour produire du cosmos une image claire. » Chacun, en retour, y va de ses quelques mots sur son filot. Les faisceaux ont atteint leur vitesse de croisière et il semble qu'on ait le temps de discuter. De retour à notre poste dans l'ilot LHC, Louise m'explique qu'un faisceau de protons compte 1 380 paquets. On compte aussi en trains, il y a des trains de 144 paquets, d'autres de 72 paquets. Chaque train est susceptible de produire des effets dynamiques différents, « ils vont avoir une granularité différente. » « Mon objectif, dit Louise, c'est de garder des caractéristiques stables sur l'ensemble du faisceau. Maintenant que la machine a de la maturité, on a du feed-back. On travaille avec ce feed-back pour essayer de garder les paramètres les plus constants possibles. Mais à chaque fois on se pose la question : "Est-ce qu'aujourd'hui est un bon jour ? Pas un bon jour ?" C'est comme tous les pilotes, on a toujours le même circuit, on a toujours les mêmes voitures, mais il y en a un qui gagne... Produire un bon faisceau et le rendre stable, c'est une question technique, qui va également dépendre de très nombreux paramètres, pas toujours contrôlables. Tout se passe comme si les faisceaux avaient une vie en propre, et que chacune de ces vies était irréductible aux autres. » Tout cela, me dit Louise, va dépendre de l'histoire, de ce qui a été fait comme cycle magnétique avant par exemple. Et puis ce n'est pas pareil d'injecter au bout de deux heures ou au bout de cinq heures. On regarde ce qui s'est passé dans les vingt-quatre heures : "il s'est passé ça, je peux maintenant à avoir ça comme problème. »

Dans le lot de ce qui peut faire la différence, les physiciens de faisceau comptent volontiers le fait d'avoir participé ou non à la période de démarrage de l'installation. « Ceux qui ont vécu ça vont avoir tendance à remplir step by step pour aller en collision. Alors ceux qui arrivent juste vont être moins sensibles à ça, ils n'ont pas vécu toute la période de tests, les instabilités », explique Louise. Peut également jouer le fait de « venir de l'expérience », être physicien ou ingénieur – « Moi, dit Louise, je suis coté machine. » Après, il y a aussi les « impondérables ». « Comme vendredi il y



a quinze jours, un câble électrique a brûlé et c'est l'injecteur qui a sauté. Et il y a un mois, au cours de travaux réalisés sur le réseau, un technicien a donné un coup de pioche sur un câble. Le monsieur s'en est bien sorti, il a eu beaucoup de chance, le coup a porté entre la terre et le câble. Mais là, la machine, elle n'a pas aimé... »

Et tandis que le temps s'écoule lentement, tandis que rien ne se passe de tous ces événements susceptibles d'advenir à tout moment, Louise et Jean-Paul continuent d'évoquer ces nuits qui « ne sont pas les mêmes », ces nuits agitées, chaotiques, « des nuits où on doit faire trois injections » par exemple. « On peut avoir des pics de vide », des phénomènes complètement aléatoires auxquels on ne peut rien, on perd le faisceau sans comprendre. On essaie des choses, on réduit l'intensité, mais « des fois, ça ne passe pas ». Jean-Paul et Louise notent, comme pour eux-mêmes, que « c'est beaucoup par séries » : « Quand un équipement commence à avoir une défaillance, on va en avoir par séries. On a eu une série d'alimentations qui claquaient, maintenant on a une série avec des problèmes de vie du faisceau. On a eu aussi une série avec les kickers, les aimants rapides qui servent à l'alignage, et qui ne kickaient plus – et là, bizarrement, on n'en entend plus parler. On a eu aussi la série des UFO, pour Unidentified Falling Objects ou Unidentified Fast Objects, c'est selon, on dit l'un ou l'autre. On avait comme des petites bulles qui tombaient sur les faisceaux, indiquant des pertes très rapides et les faisceaux disparaissaient. Et personne n'a jamais compris ce que c'était. Il y a eu plein de tentatives d'explication et de manips pour tenter de les reproduire. Ça pouvait être de la poussière, on n'a jamais vraiment trop su. Quand on pousse la machine, diagnostic Louise, ça met en limite un certain nombre d'équipements. »

Tandis que, comme cette nuit, rien encore ne semble vouloir bouleverser l'homogénéité et déstabiliser la course des faisceaux, Louise me confie : « Mon truc à moi, ma psychose, c'est d'avoir une homogénéité dans les paquets. Ce n'est pas très scientifique, mais je préfère prendre le temps à l' injection pour avoir des paquets homogènes. C'est d'expérience. » Et lorsque, comme cette nuit, il n'y a pas grand-chose à faire, Louise « aime bien observer », observer le temps d'optimisation entre deux opérations,

page d'encontre
et ci-dessus
de gauche à droite

fig. 4
xxx

fig. 5
xxx

fig. 6
xxx

fig. 7
xxx

faire des corrélations, regarder régulièrement les niveaux de perte. » Ça aide à comprendre s'il y a un dump après, une perte du faisceau. C'est ma façon d'apprendre, observer le faisceau. C'est comme vous, l'anthropologue. Saur que moi, l'idée c'est d'observer les autres pour essayer d'homogénéiser. Je veux voir comment le faisceau réagit à telle situation. Qu'est-ce qui fait qu'on a, aujourd'hui, un faisceau qui perd plus que l'autre. Voir quelles actions on peut faire pour améliorer le faisceau. Ce qu'on peut tenter. Mais quoi qu'il en soit, c'est toujours le faisceau qui a le dernier mot. Le papier peut dire que le faisceau doit faire ça ou ça, si la machine ne veut pas... c'est mon côté technique. »

La nuit s'étire, il est 5 h 40. Nous sommes plusieurs à sortir de la salle – pour la première fois de la nuit, en ce qui me concerne... – pour ranger des plats dans la cuisine et nettoyer la table. Lorsque je reviens, « tout a sauté, on a perdu la cor1 ». Sur les écrans, « Beam 1 » et « Beam 2 » annoncent « zéro » là où, quelques minutes plus tôt, ils affichaient imperceptiblement 1 380... Sur les différents écrans, des mesures se mettent au rouge un peu partout... C'est l'effroiement ! A l'hot LHC, on cherche tout de suite quelle peut être la cause de ce down. Louise annonce tout de suite : « La cryo en a pris un coup, on n'aura pas le temps de remplir... » – à un moment où tout le monde se félicitait, coupe de champagne à la main, du confort d'avoir un beam « stable comme ça » ! L'événement initial « est diagnostiqué au point RB478. Il s'agit d'un aimant pipole. « Là, c'est du hardware, c'est une casse mécanique. L'expert est en train de regarder ce qui s'est passé. » Sur un écran qui diffuse en instantané des messages aux membres des quatre grandes expériences et sur l'ensemble du site, Louise écrit : « No beam before 8 h 30 ». L'équipe suivante commence à arriver... Poursuivant un jeu de corrélations commencé plus tôt dans la nuit : « Bon... qui a ouvert sa porte de garage ? » Louise passe à côté, dans l'hot cryo : « Ouh là... c'est bien rouge... » Le téléphone sonne. Des différents centres de contrôle des expériences, les physiciens appellent pour savoir ce qui se passe et quand ils pourront « retourner en physique ». « Alors que là, ce n'est pas notre premier souci », commente Louise en aparté. Elle leur explique : « We recover the cryo first, it's gonna take a couple of hours », une heure pour la cryo donc, et une heure de pré-cycle, c'est ça, on n'aura pas de faisceau avant 8 heures au moins. Après avoir raccroché : « Si l'événement initial est plus grave qu'on ne pensait, il faudra faire un accès. » Plus tard, Louise au téléphone : « Bonjour, j'aurais besoin de faire un accès dans la machine. » Elle obtient les coordonnées de Régis, la personne d'astreinte qui doit être là dans l'heure, à qui il est demandé un accès au point 8. « C'est pour aller faire un reset sur le module TPS... Ah oui, il faut arriver avant les horaires officiels, là le LHC est en panne ! Ouh il faut aller chercher votre vélo, c'est en cellule 32, en plein milieu de l'arc. Vous y êtes dans quarante minutes, O.K., à 7 h 20. » Et de commenter après avoir raccroché : « Pas très motivé, le piquet... Il faudra rappeler pour vérifier qu'il est bien parti. »

J'avoue être réellement captivée par le portrait du LHC tout en aspé- rités qui se dessine au centre de contrôle central. Moi qui cherchais du relief dans l'univers plat qui dessine communément en ligne droite la relation du cosmos et des particules, me voilà servie. Les différentes opérations art- culent des paramètres sur lesquels on peut plus ou moins compter, une

histoire et une mémoire, une volonté de transmettre. Elles laissent entrevoir que les opérateurs opèrent moins sur une machine qu'ils ne construisent avec elle une relation, à la manière de celle qu'on établit sur le long terme avec un « organisme complexe », vieillissant, ayant ses sautes d'humeur et requérant des efforts constants pour être « compta » (Knorr-Cetina 1999 : 116-120). Certaines opérations, comme celles qui consistent à « remplir » et « mettre en collision », ont beau être « très standardisées », elles ne sont jamais parfaitement solubles dans une procédure. La machine bouge ef- fectivement, parce que la terre bouge et que le sol est maulable, les portes s'ouvrent les jours de tempête et débragent l'ensemble du système ; des hommes de chantier en surface piochent et interrompent la connexion. Et d'expérience, les protons sont sensibles à la manière dont ils sont injectés. Pas besoin de sauter dans le vide pour joindre les deux bouts des particules et du cosmos : il y a une vie entre les deux, sensible là.

Le micron et le terramètre

Janvier 2012. Service de la métrologie directionnelle. Les géomètres qui y travaillent, collègues des géomètres de surface dont nous avons aper- çu les activités précédemment, ont à charge la métrologie et l'alignement des aimants du LHC. L'opération d'alignement est capitale en ce qu'elle assure l'obtention de « beaux faisceaux », qui sont ceux susceptibles de produire des données fiables sur la structure du cosmos. « Ça se fait suivant des techniques un peu standard », explique Michel, qui dirige le service. Appelés à opérer dans le tunnel, cent mètres sous terre, ces géomètres- ci interviennent lorsque le LHC est en arrêt – lorsque la machine est en marche, elle génère de la radioactivité impropre à toute présence humaine. C'est donc dans le creux du LHC, en quelque sorte, lorsqu'il est mis en veille, que les équipes du service de métrologie travaillent physiquement à l'alignement. L'autre partie de leur temps est consacrée au monitoring de l'installation qui, par son emprise territoriale, bouge dans le sol et subit également l'influence de la Terre, le mouvement des planètes et des étoiles – mouvements qu'il faut encore modéliser précisément de manière à tou- jours savoir « où se trouve la machine ».

« Les détecteurs, commente Michel, sont constitués, entre autres, de trois aimants de focalisation qu'on appelle des quadrupôles. On a ins- tallé, sur ces quadrupôles, un système de monitoring permanent. Ce qui nous intéresse, c'est de connaître la position des aimants les uns par rap- port aux autres et leur position par rapport au détecteur. » Au moment de la construction du tunnel destiné à accueillir le LHC, un réseau de points géodésiques était utilisé pour aligner les aimants sur un rayon de cent kilo- mètres autour du CERN. « Ces points ont été mesurés dans les années 1970 avec les instruments les plus précis qu'on avait à l'époque, comme le ter- ramètre, qui n'existant qu'en un ou deux exemplaires dans le monde. » Au milieu des années 1980 sont apparues les techniques GPS. Mais l'affaire se complique car les coordonnées dont on veut s'assurer doivent être prises cent mètres sous terre : « On a descendu des fils à plomb par les huit points sur le ring, avec des lunettes nadir-zénithales. Avec cette technique, on ar- rive à descendre un point en surface cent mètres plus bas avec une marge d'un ou deux millimètres. À cette époque, on faisait aussi des mesures géo- théodolites, en utilisant un appareil qui mesure les angles en déterminant



Fig. 8
xxx

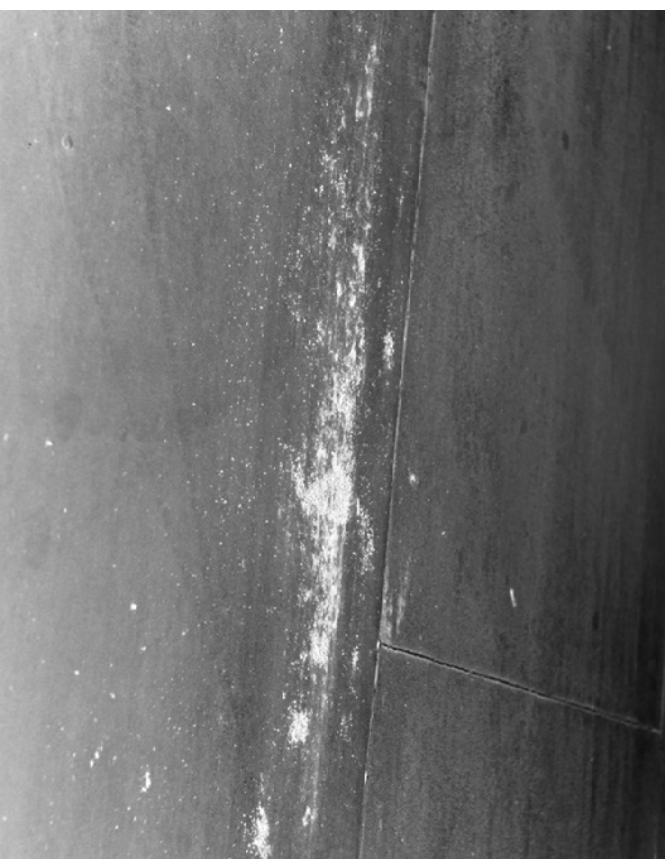


Fig. 9
xxx

trois points. Mais ça demande une précision infinie, parce que si on a une erreur infime, elle se répète de proche en proche et après on finit par se retrouver avec plusieurs centimètres d'écart... Donc on doit mesurer les angles par rapport au nord géographique, comme ça l'erreur n'est pas répétée parce que le nord n'a pas bougé.» On commence ici à s'éloigner considérablement de la plaine de Gex, de ses forêts, de ses sangliers... Anticiper la course de particules au dixième de millimètre près requiert de situer l'installation au regard d'un point fixe qui ne peut être que très lointain.

«Les physiciens dessinent une machine dans un plan local. Mais le problème auquel on se trouve confronté, souligne Michel, c'est qu'on est sur un plan de 10 km par 10 km.» Le premier collisionneur de particules installé au CERN dans les années 1950, le PS, «était dans un plan. Point. Pour le SPS, le collisionneur suivant, on a commencé à observer qu'il y avait des distorsions dont on devait tenir compte.» Pour le LEP, le collisionneur pour lequel le tunnel circulaire long de 27 km a été construit et qui abrite aujourd'hui le LHC, «on mesurait les huit cents aimants quadrupolaires tous les ans. Mais pour vous donner une idée, après la construction du LEP dans les années 1980, ils ont attendu plusieurs années avant de refaire une mesure et se sont rendu compte qu'ils avaient 18 mm de trou, ça commençait à perturber la physique, ce sont d'ailleurs les physiciens qui sont venus nous trouver et nous ont demandé de vérifier. Tous les ans, il y a un affaissement d'un millimètre et demi.»

L'équipe de Michel a donc la tâche considérable de donner aux physiciens les paramètres de transformation qu'ils vont utiliser en plan cartésien.

Les physiciens ne veulent pas subir les transformations de la Terre. Il faut tenir compte des déviations de la verticale, et on fait ça en étudiant la modélisation de la forme de la Terre. On doit pouvoir déterminer le géoïde à 30 ou 40 microns près, et ça n'a jamais été fait avec une telle précision... On fait des tests là, à Villeneuve, on a tout des terrains aux paysans et on a installé, dans un tunnel où il n'y a pas d'éléments dedans, un point tous les 10 m, on fait des mesures par rapport aux étoiles. On a tout pendant deux ans à un agriculteur du coin. On a aussi chez nous une personne qui s'est intéressée à l'influence des marées. On a des points dénivelés entre un côté du LHC et un autre, et on a installé, au-dessus des aimants, un tuyau, un réseau d'eau déminéralisée, qui relie tout sur 120 m de part et d'autre des expériences du LHC. Et on a en plus un réseau d'eau qui fait le tour de la cavène. Ces réseaux sont contrôlés en permanence et on peut déterminer grâce à eux un certain nombre de positions. On arrive ainsi à savoir où est l'expérience. Le problème, c'est que l'eau est perturbée par les marées : sur nos monitorings, on voit toutes les douze heures la forme des marées! Donc on doit mesurer l'influence de l'eau dans le tuyau et aussi sur les aimants. La terre bouge, les aimants aussi. Donc il faut connaître les mouvements des aimants eux-mêmes et bouger les aimants pour qu'ils restent dans l'alignement.

Pour aligner les pièces de la machine entre elles, poursuit Michel, l'idéal serait de pouvoir tendre un fil sur 20 km, mais ça, on ne sait pas

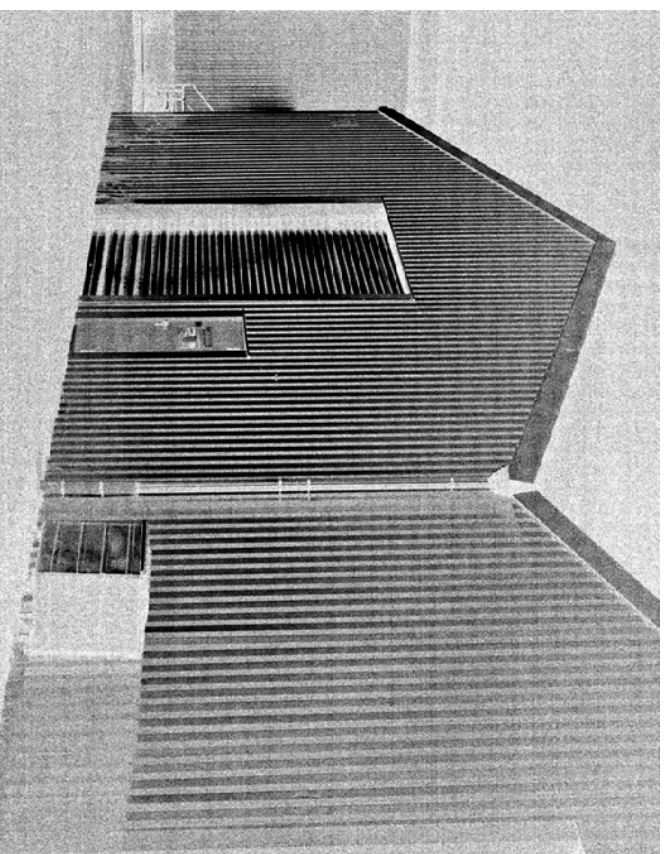


Fig. 10
xxx

faire. Les mieux qu'on ait fait, c'est de tendre un fil sur 500 m, mais c'est déjà très difficile, il faut des fils spéciaux, fragiles et qui cassent facilement. Donc on part sur des fils de 200 m, en faisant des recoupements.

La bulle, la truite et le cosmos

Janvier, toujours. J'ai rendez-vous à 8 h 30 au service de métrologie directionnelle pour descendre dans le tunnel avec Céline et Eric – c'est un grand jour pour moi, j'accède enfin aux « entrailles du cosmos », suivant l'expression que j'entendrais plusieurs fois. Avant de partir, nous préparons le matériel : l'écartomètre d'un mètre, dans sa boîte en bois ; ne pas oublier de prendre des plies, les casques et les « Biocelli », les ceintures auxquelles sont accrochés les masques dont nous pourrions avoir besoin en cas de fuite d'hélium ; les niveaux dont il faut encore « régler la bulle ». Au rez-de-chaussée, dans un des ateliers du service, Céline calibre les niveaux sur la pailasse de marbre épais qui sert de plan de référence. Pour que la bulle soit centrée au mieux, elle la règle avec un pas de vis. Avec le temps, les bulles se dérèglent à cause des chocs durant les trajets ou bien des changements de température. « Il y a des limites mécaniques, physiques, à la précision des mesures ! » s'exclame Céline.

Une fois descendus et parvenus au point T18 du tunnel, Céline et Eric commencent à installer le matériel. Ils ont pris deux diables avec lesquels ils déplacent deux colonnes transférées la veille dans le tunnel. L'une et l'autre servent de « base ». Eric se charge de faire rouler l'une des colonnes cent mètres plus loin en remontant dans le tunnel tandis que Céline commence à fixer un fil sur l'autre. Dans sa main, une bobinette de fil en nylon est déjà en place sur un support qui comprend aussi un moulinet. Une fois l'exécution du fil fixée, Céline le déroule sur cent mètres à l'aide du moulinet. Ma surprise est totale : il s'agit de fil de pêche, de « pêche au gros ». Et c'est bien un moulinet, acheté dans le commerce, comme en utilisent les pêcheurs – « pas les pêcheurs à la truite du dimanche, non plus ! Mais bon, ce sont bien un fil à pêche et un moulinet ! ». Je suis déconcertée par la simplicité du dispositif utilisé pour mener à bien cette opération majeure qui consiste à aligner les aimants en résorbant les transformations mineures (1,5 mm par an) et les influences majeures (la rotondité de la Terre, l'influence des marées...) qui pourraient venir jouer sur la physique. Céline a entendu dire qu'il y avait des pêcheurs dans l'équipe dans les années 1960. Quelle ingé-niosité ! Compte tenu de la configuration de l'accélérateur, « il a bien fallu inventer des moyens... »

Une fois les colonnes installées et le fil tendu entre elles, Céline et Eric mettent en place l'écartomètre, fixé à l'une de ses extrémités sur un point fiduciel sur l'aimant. En faisant bouger sur la règle un petit écran surmonté d'un viseur optique, Eric vient placer la partie mobile de manière à ce que le fil soit sous le viseur. Pour se pencher sur le viseur, il doit monter sur une petite caisse en bois. Après quelques ajustements à l'œil, il me propose de regarder : au centre du viseur, il y a un cercle. Dessous, le fil dessine comme un trait (c'est d'ailleurs comme ça qu'ils l'appellent de temps à autre). Viser consiste, pour Eric, à déplacer le viseur de manière à ce que le cercle repose sur le trait – à « trouver la tangente ». L'écartomètre est utilisé pour se décaler par rapport aux points d'alésage, à l'extérieur

de la courbure dessinée par les aimants. Céline dispose une bulle après l'autre sur le premier point d'alésage, qui va servir de référence. Au besoin, elle réajustera d'un très discret coup de vis le plan du point d'alésage. « Ça, c'est le juge de paix ! » plaisante-t-elle au moment d'installer la plus grosse des deux bulles. « Bon... là c'est pas mal... En même temps, c'est une bulle très sensible et là on n'est pas au micron, on ne va pas pinailler. Elle est vraiment sensible, celle-là, je la connais bien, je peux la faire aller où je veux en la touchant un peu ». Eric, cent mètres plus loin, est en train de faire des réglages sur la colonne elle-même. Il tourne dans un sens, puis dans l'autre, les différentes manettes qui, à plusieurs endroits de la colonne, permettent de la stabiliser. Il regarde la petite bulle témoin dont est munie la colonne. Équilibrer et stabiliser la colonne, en centrer la bulle, est une opération tout aussi délicate que de trouver la tangente dans le viseur.

À chaque station, il faut aussi régler la hauteur du fil, directement à partir de la colonne, afin qu'il vienne se glisser sous le viseur. À la fin d'une station, au moment d'enregistrer les données sur le petit moniteur, Eric et Céline consultent l'ensemble des mesures prises, ainsi que les écarts calculés par la machine sur la base de paramètres entrés préalablement. « Là, on a un écart de 1,8, c'est un peu beaucoup... La tolérance sur les diploles du LHC, c'est de 0,2. C'est le déplacement toléré par rapport à la mesure théorique, faite au moment de la mise en place des aimants. Bon, de toute façon, c'est pour ça qu'on fait les mesures. Après ils vont passer le robot. Allez, on fait la fermeture. » « L'année dernière, raconte Céline, un vendredi soir, on a laissé le matériel dans la voiture, on était fatigués. Le lundi matin, bon, il faisait froid, on a bien vu que les instruments étaient froids mais bon... On a fait des mesures pendant trois heures, sur une opération qui nous en prend habituellement quatre. On était presque au bout et on s'est rendu compte que nos mesures étaient faussées ! De deux dixièmes ! C'est vrai qu'à ce degré de précision, l'atmosphère, ça compte ! »

Nous finissons une nouvelle station puis nous arrêtons pour déjeuner. On réinstalle ensuite le dispositif pour le troisième segment, en continuant à remonter le tunnel d'injection. Encore plus qu'à la station précédente, le fil au milieu passe largement au-dessus du viseur. Il faut le décaler de beaucoup. Avec les courants d'air, si subtils soient-ils, il remonte, bouge, vacille. Impossible de le capturer dans le viseur ni de le stabiliser.

– Il faut que tu le redescendes un peu, que tu donnes encore du mou, et je me dépêche de faire la mesure. [E], s'adressant au fil, Oh là là, calme-toi, calme... Ah non, mais là, je ne peux pas mesurer... [Plus fort à l'adresse de Céline] Pas possible, Céline, ça bouge trop !

– Comment ils ont fait, l'année dernière ?

– Je vais demander à Patrick. [Au téléphone avec Patrick] Tu sais, on est juste à l'endroit où il y a la pente, avant que ça remonte. Et le problème, c'est que le fil est tout droit, donc quand on arrive au centre... Si, si, les colonnes sont déjà sécurisées... Non, c'est déjà tout en bas...

Eric et moi continuons de regarder le fil remonter doucement... « Ça a pris 2 ou 3 cm, c'est pour ça que dans le LHC ils ont mis des gaines. »

double page
suivante

fig-11
xxx



5 Entretien avec Fabiola Gianotti, <http://cds.cern.ch/record/1304505/files/1304505.pdf>, consulté le 13 juin 2011.

Céline poursuit au téléphone : «Éric proposait de mettre un poids... O.K., je retends et on met quelque chose sur le fil.» Après avoir cherché un moment dans son sac, Céline finit par poser son toussseau de clés sur le fil. Ils parviennent à régler la hauteur en déplaçant le poids le long du fil.

— Ah... ça bouge...

— Il faut laisser le fil se stabiliser.

— On peut peut-être tendre un peu ? et on bougera les clés.

— On n'a qu'à faire plusieurs lectures et on fera la moyenne.

Du bout du doigt, Céline stabilise les clés et Éric parvient enfin à prendre une mesure. Puis il décale l'écartomètre au point suivant. «Il faut que tu approches les clés. Recule un peu... top!» Bon an mal an, ils viennent à bout de cette nouvelle station. Nous avons passé du temps dans ce creux, et personne ne se sent le courage d'attaquer une nouvelle station. Ils démontent le fil, déplacent les colonnes qu'ils rangent dans une petite galerie comme. Nous regardons la surface.

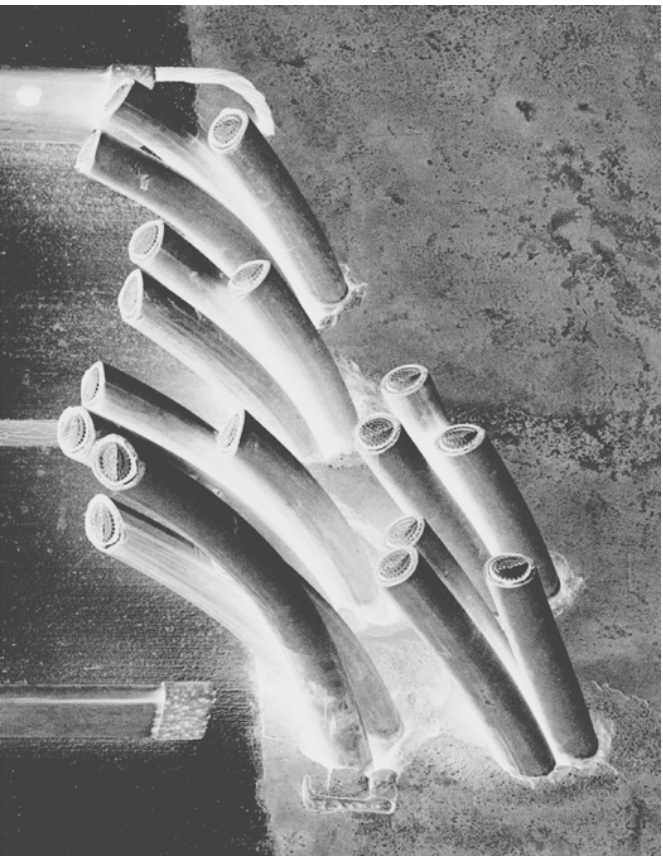
Conclusion

Lorsqu'on décide de s'intéresser au LHC, à la machine non seulement dans ce qu'elle a nécessité comme travail ou dans les résultats qu'elle produit, mais en tant qu'elle-même, dans la matérialité qui la caractérise, on en arrive vite à se dire qu'elle est un territoire avant d'être un laboratoire. Travailler à sa maintenance, contrôler ce qu'elle émet, c'est parcourir un territoire et connaître ce qui le peuple. Lorsque Fabiola Gianotti, porte-parole de l'expérience Atlas, parle du LHC comme d'un «instrument d'exploration d'un territoire inconnu⁵», c'est à l'univers qu'elle se réfère, non au pays de Gex. Pourtant, impossible d'explorer l'un sans l'autre : impossible de se connecter au cosmos sans en passer par la vallée, les plaines sur lesquelles paissent les vaches, les cours d'eau, les couches sédimentaires. Et impossible, même, d'établir entre les uns et les autres une quelconque hiérarchie. Toujours, le haut, le bas et le milieu, le cosmos, la surface et le sous-sol, le majeur et mineur doivent être pris en compte. Le physicien et historien des sciences Peter Galison conclut son ouvrage L'Empire du temps. Les horloges d'Einstein et les cartes de Poincaré de la manière suivante : «Les alchimistes-astrologues du Moyen Âge disaient : baissons les yeux pour voir le ciel, levons les yeux pour voir la terre. Cette conception du savoir nous convient à merveille. Car, en baissant les yeux (vers le réseau des horloges réglées de façon électromagnétique), nous voyons ce qui se passe en haut : la configuration des empires, la métaphysique et la société civile. En levant les yeux (vers la philosophie d'Einstein, vers la simultanéité de Poincaré), nous voyons ce qui se passe en bas : les fils conducteurs, les dispositifs instrumentaux et les impulsions électriques.» (Galison 2005 [2003] : 415) Galison montre que le concept de synchronie par lequel les deux physiciens, dans la première moitié du XIXe siècle, avaient à cœur de «mettre de l'ordre dans la mesure du temps et de l'espace» (ibid. : 17) a été élaboré au cours d'un processus technologique sophistiqué qui devait prendre en compte les propriétés de l'électricité, l'étendue du réseau ou encore le contrôle d'horloges éloignées dans l'espace – autant de composantes rendues complexes par le simple fait que la Terre tourne.

Page ci-contre

Fig. 12
xxx





Je le comprends à suivre les opérateurs, les géomètres au travail : le LHC n'est pas une machine déconnectée de notre univers. Pour incommensurable que cela paraîsse, ce dont elle traite – de la naissance et de la composition du cosmos, ou du zépospace – est toujours relié de mille manières au lieu qui l'accueille et qu'elle investit. C'est une « machine romantique », suivant les termes de John Tresch, qui se reconnaît par les « fusions et échanges de propriétés [qui s'instaurent] entre les humains et leurs instruments. » (Tresch 2012 : 12, notre traduction). La profusion des instruments de captation et de mesure, des dispositifs de précision, n'embarque pas vers un surplus d'objectivité qui nous éloignerait d'autant de la sensibilité et du savoir-faire pratique des physiciens de la machine et des opérateurs (Daston et Galison 2012). Le LHC constitue une « technologie charismatique » dans laquelle se manifeste tant une « routinisation de l'enchantement » qu'un « enchantement de la routine » (Tresch 2012 : 14) : c'est cela seulement qui peut rendre compte de la fascination extatique qu'il exerce sur ceux qui s'en approchent, sur ceux, plus particulièrement, qui ont été témoins de sa venue au monde. Comme pour ces « machines romantiques » qui intéressent Tresch et qui peuplent le XIXe siècle des fantasmagories qu'elles drainent, les gens que j'ai rencontrés reconnaissent volontiers au LHC, « non pas tant [la capacité] de détruire l'aura ou de précipiter le désenchantement du monde. [...] mais plutôt le pouvoir étrange d'annuler l'animé, d'émanciper et de spiritualiser la matière vibrante » (ibid. : 16, notre traduction).

C'est d'ailleurs par la machine, le dispositif technique lui-même (son échelle et la gestion de celle-ci), que par la physique et les particules que j'acquiers le sentiment profond que le LHC me concerne et à quelque chose à me dire de la place que j'occupe dans l'univers : à son contact, j'ai eu bel et bien le sentiment d'être dans l'univers, de me situer à l'aura de cette échelle-ci. Le pays de Gax est un des points d'accès au cosmos, par le LHC. C'est le LHC qui me donne à voir et à sentir que je m'inscris dans un réseau de coordonnées au sein de l'univers lui-même. En le saisissant ainsi, en me situant au niveau du sol quelque part entre cosmos et particules, je vois, à la place de l'éloquence – qui vient et sied naturellement au dispositif expérimental le plus grand du monde –, de menus actions s'accomplir : j'observe des tressaillements machiniques et des vibrations infinitésimales ; j'entends parler de précisions détalantes, de respirations subtiles. Et tout cela contribue à exciter, plutôt qu'à référer, mon appétit cosmologique. Pour être capable de se penser dans l'univers, il faut toujours savoir où en sont les blaireaux et les sangliers qui courent les chemins forestiers le long desquels circulent aussi les réseaux électriques et de fibres qui alimentent la machine : il faut avoir un regard aussi sur les activités des hommes et leurs préoccupations. Partant, en rendant visible la place qu'ils occupent dans le dispositif, il s'agit de faire valoir l'idée que se connecter au cosmos ne vaut que si l'on parvient à le faire avec tous ceux qui habitent notre magma anthropologique depuis longtemps : les animaux, les hommes et leurs affaires mondaines, les dieux même.

signature

page d'encre

fig. 13

xxx

Bibliographie

**Petits récits destinés à joindre les deux bouts
des particules au cosmos – en passant par la Suisse.**
Par Sophie Houdart

Beech, Martin

2010 The Large Hadron Collider: Unraveling the Mysteries of the Universe. New York, Springer.

Daston, Loraine et Gallsion, Peter

2012 Objectivité. Paris, Les Presses du Réel.

Gallsion, Peter

2009 [2003] L'Empire du temps. Les horloges d'Enstein et les cartes du Portugal. Paris, Gallimard.

Giudice, Gian Francesco

2010 A Zepospeco Odyssey: A Journey into the Physics of the LHC. New York, Oxford University Press.

Helmreich, Stefan

2009 « Intimate Sensing », in Sherry Turkle (ed.), *Simulation and Its Discontents*. Cambridge, The MIT Press : 129-150.

Houdart, Sophie

2018 Les Incommensurables. Bruxelles, Zones Sensibles.

Hutchins, Edwin

1995 Cognition in the Wild. Cambridge et Londres, The MIT Press.

Ingold, Tim

2000 The Perception of the Environment. Essays in Livelihood, Dwelling and Skill. Londres et New York, Routledge.

2011 Being Alive. Essays on Movement, Knowledge and Description. Londres et New York, Routledge.

Knorr-Cetina, Karin

1999 Epistemic Cultures. How the Sciences Make Knowledge. Cambridge et Londres, Harvard University Press.

Koestler, Arthur

1945 Le Zéro et l'infini. Paris, Calmann-Lévy.

Latour, Bruno

2014 - L'Anthropocène et la destruction de l'image du Globe, in Emile Frachet (ed.), *Des Terres et des Cieux*. Paris, Editions Dehors : 29-56.

Stengers, Isabelle

1996 La Guerre des sciences. Cosmopolitique I. Paris, La Découverte-Les empêcheurs de penser en rond.

Traweek, Sharon

1988 Beaminies and Ulietines. The World of High Energy Physicists. Cambridge et Londres, Harvard University Press.

Tresch, John

2012 The Romantic Machine. Utopian Science and Technology after Napoleon. Chicago et Londres, The University of Chicago Press.

Vernore, Henri et

Vernore, Madeleine

1993 Spinnud Freud et Roman Roland. Correspondance 1923-1936. Paris, PUF.

Leroi-Gourhan : Tendances techniques et cognition humaine

Charles LENAY

COSTECH, Université de Technologie de Compiègne.

Introduction

L'œuvre d'André Leroi-Gourhan a eu une influence considérable sur la pensée française de la fin du XX^{ème} siècle. Elle couvre un vaste spectre depuis l'histoire des techniques, l'art préhistorique, la préhistoire, l'ethnologie, jusque la paléontologie et l'anthropologie.¹ Ces différentes disciplines sont liées, enchâssées, travaillées les unes par les autres dans un projet général : tenter de comprendre le « phénomène humain » à toutes les échelles du temps et dans la continuité avec le monde biologique. Nous voulons ici faire sentir l'actualité de cette démarche qui pourrait être source d'hypothèses nouvelles pour les sciences cognitives contemporaines. En effet, dans son maître ouvrage *Le geste et la parole* (1964) Leroi-Gourhan propose une explication, du processus biologique d'homínisation et de libération de la mémoire sociale, qui rend compte de la spécificité de nos capacités cognitives d'anticipation et de langage. Le point d'appui qui sert à cette libération c'est l'outil. A la fois fait biologique et organe amovible, il permet le passage entre monde vivant et monde humain. Pour suivre sa démarche, il faut d'abord saisir l'originalité de son étude de la technique dans ses travaux d'ethnologie. On verra alors comment il aborde la paléontologie et l'on pourra donner quelques éléments sur sa conception de l'évolution anthropologique. Auparavant, quelques avertissements sont nécessaires.

¹ Leroi-Gourhan (1911-1986) après des études de russe et de chinois et une mission en Angleterre au British Museum (1933-4) a travaillé à organiser les collections du Musée de l'Homme (collections sur l'Extrême-Orient et les régions arctiques) pour son ouverture en 1937. Après une mission au Japon 1936-1938, il est pendant la guerre conservateur adjoint au Musée Guimet et rédige *L'homme et la matière*, vaste synthèse sur les techniques, en même temps qu'une première thèse d'ethnologie *L'Archéologie du Pacifique Nord* présenté en 1945 sous la direction de Marcel Mauss (1873-1950). Il conduit ensuite une série de fouilles (Arcy-sur Cure, puis Pincevent) et présente une seconde thèse, en paléontologie, *Les traces d'équilibre mécanique du crâne des Vertébrés terrestres*. Professeur à la Sorbonne en remplacement de Marcel Griaule en 1956, il publie un essai sur *Les religions de la préhistoire* (1964) puis son ouvrage de synthèse le plus important : *Le geste et la parole* (1964-1965). Il se consacre ensuite essentiellement aux fouilles et à une réflexion générale sur les arts de la préhistoire. Il sera nommé au Collège de France en 1969.

Tout d'abord, il faut insister sur le fait que l'œuvre de Leroi-Gourhan se caractérise, par un travail empirique rigoureux très prudent vis-à-vis des généralisations philosophiques, et pourtant en même temps, proposant de vastes perspectives théoriques originales. Nous nous tiendrons ici sur ce seul versant théorique dont l'originalité n'a pas échappé aux philosophes (Georges Canguilhem, Gilbert Simondon, Michel Foucault, Gilles Deleuze, Jacques Derrida ou plus récemment Bernard Stiegler). (Guchet 2015)

Nous ne considérerons ici qu'une partie de l'œuvre de Leroi-Gourhan. Nous n'évoquerons ni les écoles d'ethnologie et d'histoire des techniques qui s'en ont inspirés, ni ses travaux sur les grottes ornées, ni ses méthodes qui ont largement contribué au renouvellement de la préhistoire (fouille par couche horizontales pour une analyse historique, statistique et topographique). Bien des découvertes ont été faites depuis les années 1960 lorsque Leroi-Gourhan a publié ses principaux travaux de paléontologie anthropologique (par exemple, la découverte de Lucy et la définition d'*Homo habilis*) mais rien qui ne semble remettre en cause l'ensemble d'intuitions théoriques que nous voulons présenter.

Enfin nous défendons une lecture naturaliste de Leroi-Gourhan contre certaines assimilations hâtives de son évolutionnisme à une téléologie des techniques teintée de spiritualisme, même si certains passages de ses textes semblent effectivement motiver ces interprétations. Ce qui fait la singularité et l'intérêt de l'approche de Leroi-Gourhan est que par la naturalisation assumée du phénomène technique il permet de saisir l'irréductible originalité du phénomène humain... et ceci sans rupture brusque avec le monde vivant !

Tendances et faits techniques

Leroi-Gourhan avait commencé sa carrière par un ensemble considérable de travaux en ethnologie. Pour le rangement des collections à l'ouverture du Musée de l'homme (1938), il avait entrepris de construire une classification et une terminologie permettant l'étude des techniques depuis la préhistoire jusqu'aux débuts de la période industrielle. Ce travail est présenté dans les deux fascinants volumes *d'Evolution et Technique* (Leroi-Gourhan 1943, 1945). Ce qui est d'abord frappant c'est qu'une telle entreprise soit possible. En considérant les types de matières, les moyens élémentaires, et les forces mobilisables, les techniques sont en nombre limité et peuvent être l'objet d'une description systématique. Pour cette recherche scientifique en technologie Leroi-Gourhan s'était forgé les concepts de « tendance », de « degrés du fait » et de « milieu technique ». (Leroi-Gourhan 1943, p. 325)

La *tendance* ne désigne pas une finalité mais simplement le déterminisme des choix limités des modes de couplage possibles de l'homme et de la matière². Sui-

² La *tendance*, " simple abréviation pour caractériser d'un mot la somme des virtualités qui ne deviennent réalités que dans les conditions de milieu favorable, symbolisation de la pente que

vant les lois de la géométrie et de la mécanique rationnelle il n'y a qu'un nombre limité de possibilités pour réaliser une fonction donnée. Il est normal que les toits soient à double pente, les haches emmanchées, les flèches équilibrées au tiers de leur longueur. Dès lors, pour des principes techniques définis on peut *construire* des séries d'objets et parler de "progrès", par exemple, du premier silex taillé aux lames finement retouchées, au couteau de cuivre, au sabre d'acier (Leroi-Gourhan 1993, p.91).³

Cependant, les tendances ne doivent pas être confondues avec les *faits*, c'est-à-dire les observations concrètes locales et historiques sur les objets et pratiques. Leroi-Gourhan distingue ainsi différents « degrés du fait », c'est-à-dire, pour chaque objet observé différents niveaux de description, depuis sa fonction la plus générale (qui revient à une matérialisation de la tendance), des déterminations de plus en plus complètes jusqu'à la désignation de l'outil d'une ethnie précise à un moment donné de son histoire. Les tendances ne sont que des principes abstraits dont la réalisation concrète est perturbée par de multiples conditions externes et internes. Le milieu externe, environnement physique ou contacts avec d'autres ethnies (déplacement d'hommes, d'objets, de pratiques) peut forcer l'arrivée de nouvelles techniques. Et surtout, chaque ethnie se caractérise par un *milieu technique* qui détermine les changements qu'elle peut accueillir. L'adoption d'une technique nouvelle, soit par invention interne, soit par réception lors de contacts avec d'autres ethnies, dépend de la capacité de ce milieu technique à reproduire cette innovation. De ce point de vue, « ...entre l'invention autonome et l'emprunt pur et simple au voisin, l'écart n'est pas considérable (l'un et l'autre aboutissant à la création du même milieu technique), qu'en d'autres termes on n'invente le rouet ou on ne l'emprunte que si l'on est en état de l'utiliser... » (Leroi-Gourhan 1943, p.320) Mais inversement, il ne faut pas faire dire aux faits une filiation ou une origine sans prendre en compte l'existence de tendances universelles qui produisent des inventions techniques semblables de façon indépendantes dans des ethnies différentes, séparées dans l'espace ou le temps.

« ...la recherche d'une amélioration du lancer est de l'ordre des tendances techniques les plus naturelles, sa réalisation simultanée sur plusieurs points du globe ou sa diffusion à partir d'un foyer unique sont de l'ordre des faits qui ne souffrent qu'une démonstration : la mise en séries géographiques et chronologique concordantes d'un certain nombre de propulseurs. » Leroi-Gourhan (1945, p.62).

Toute la difficulté des travaux d'ethnologie est donc de démêler dans l'histoire des ethnies ce qui tient à la diffusion de techniques ou idées, et ce qui tient à des inventions convergentes indépendantes (Leroi-Gourhan 1945, p.95).

suivent dans tout le monde vivant les besoins d'une survie aux modalités de plus en plus complexes." (Leroi-Gourhan 1943, p.326).

³ « en zoologie comme en ethnologie, (...) *tout semble se passer comme si* un prototype idéal de poisson ou de silex taillé se développait suivant des lignes préconcevables du poisson à l'amphibien, au reptile, au mammifère ou à l'oiseau, du silex indifférencié dans sa forme aux lames finement retouchées, au couteau de cuivre, au sabre d'acier. Qu'on ne s'y trompe pas, ces lignes rendent simplement un aspect de la vie, celui du choix inévitable et limité que le milieu propose à la matière vivante." (Leroi-Gourhan 1943, p.14). My emphasis.

Paléontologie fonctionnelle

Quand Leroi-Gourhan se tourne vers la biologie pour suivre l'évolution des structures mécaniques du squelette des vertébrés, il reprend cette logique. Les conformations corporelles de chaque espèce sont considérées comme des dispositifs techniques destinés à assurer la survie de l'organisme par des fonctions comme l'acquisition de nourriture, le déplacement ou la défense contre les prédateurs⁴. La stéréotypie d'une structure anatomique, sa constance ou sa répartition parmi les espèces n'est pas seulement déterminée par l'hérédité dans la phylogénie. Elle est aussi le produit des contraintes du couplage de la vie et de la matière dans une fonction déterminée. Comme les tendances, elles sont connaissables théoriquement et peuvent être décrites indépendamment de considérations phylogénétiques factuelles sur la filiation des espèces. C'est ce que montrent les cas de convergence, tant dans les différents phylums du monde vivant, que dans l'histoire des techniques de différentes ethnies.

"... on démontre en traînant dans l'eau une masse plastique, qu'un solide quelconque en déplacement dans l'élément liquide prend forcément un aspect fusiforme particulier et que le thon, l'ichtyosaure, la baleine et le bateau ne pouvaient pas avoir d'autre plan général que celui qu'impose la physique." (Leroi-Gourhan, 1945, p. 337)

De même, le principe technique général d'un mécanisme de préhension comme la main se retrouve au cours de l'évolution dans les lignées les plus diverses, aussi bien pour le membre antérieur de rongeurs ou de primates, que pour les membres postérieurs des oiseaux.

"The case of birds is of interest because it proves that the possibility of intervention by the "hand" not only exists in a limited number of zoological groups on the direct line of evolution from the crossopterygian fish via monkeys to humans but is even to some extent independent from any specific anatomical area." (Leroi-Gourhan, 1993, p. 33)

Cette paléontologie fonctionnelle permet de rendre compte des directions évolutives possibles pour une espèce donnée (Leroi-Gourhan 1993, p.31). De même que le milieu technique d'une ethnie ne sélectionne que certains changements possibles, la situation fonctionnelle de l'espèce n'offre que certaines directions dans lesquelles peut s'appliquer la pression sélective. Il y a une *avance* de la situation fonctionnelle sur les évolutions qu'elle suscite. Leroi-Gourhan ne détaille pas les mécanismes biologiques de variation et sélection qui modifient la mémoire génétique. Ici nous nous tiendrons dans la perspective « darwiniste » qu'il revendiquait par ailleurs (Leroi-Gourhan 1982, p.18).

Si l'on s'intéresse au développement du système nerveux, on observe une même logique. La structure générale de l'organisme détermine les types d'actions possibles sur le monde. C'est seulement ensuite que cette situation fonctionnelle sélectionne une évolution du cerveau capable de diriger au mieux ces actions dis-

⁴ "... technical action is found in invertebrates as much as in human beings and should not be limited exclusively to the artifacts that are our privilege." (1993, p.237)

ponibles.⁵ Il y a une avance de la situation fonctionnelle sur le développement du système de contrôle et de combinaison des chaînes opératoires qu'elle permet.

“ L'enrichissement progressif du système nerveux est un fait d'évolution du même ordre que le perfectionnement des **commandes automatiques des machines** par rapport à l'évolution des organes mécaniques.” (Leroi-Gourhan 1983, p. 29)

Dans la série des mammifères, on voit se développer la diversité des opérations accessibles. Elle est déjà très grande chez les carnassiers et les primates, et dans le phylum des hominidés, elle va encore progressivement augmenter. Le développement cortical matérialise alors l'augmentation nécessaire de la capacité à compliquer les relations entre perception et action en des chaînes opératoires complexes. Les capacités de penser dépendent strictement du pouvoir d'agir.

La question de l'hominisation

Il ne s'agit pas tant d'établir les filiations factuelles entre espèces, que de proposer une *intelligibilité* des tendances qui expliquent l'évolution humaine. Pour cela Leroi-Gourhan assume et résout le paradoxe d'un déterminisme biologique des techniques qui puisse rendre compte *in fine* d'une libération par rapport à ce déterminisme.

Il détaille tout d'abord l'enchaînement particulier de tendances qui dans le buisson de l'évolution explique la succession paléontologique des types fonctionnels qui mène aux premiers hominidés (Leroi-Gourhan 1993, p.36). Disons, très rapidement, que la tendance à la mobilité des animaux conduit à un type fonctionnel à symétrie bilatérale ; type fondamental qui lui-même définit une tendance au développement du champ antérieur consacré aux relations avec l'environnement, tendance qui prendra diverses formes dont celles où le champ de relation est partagé entre la face et les membres antérieurs, ce qui définira alors une tendance à la position verticale et à la libération de la main. Parmi les organismes préhenseurs, deux tendances sont encore possibles. Soit la préhension est occasionnelle, limitée à certaines positions corporelles (par exemple la position assise des rongeurs). Soit elle est constante en particulier pendant les déplacements comme pour les Australopithèques. Cette solution propre à notre phylum est la formule d'une posture verticale qui implique deux critères corollaires : la main libre et la face courte.

“ Freedom of the hand almost necessarily implies a technical activity different from that of apes, and a hand that is free during locomotion, together with a short face and the absence of fangs, commands the use of artificial organs, that is, of implements.” (Leroi-Gourhan 1993, p.19)

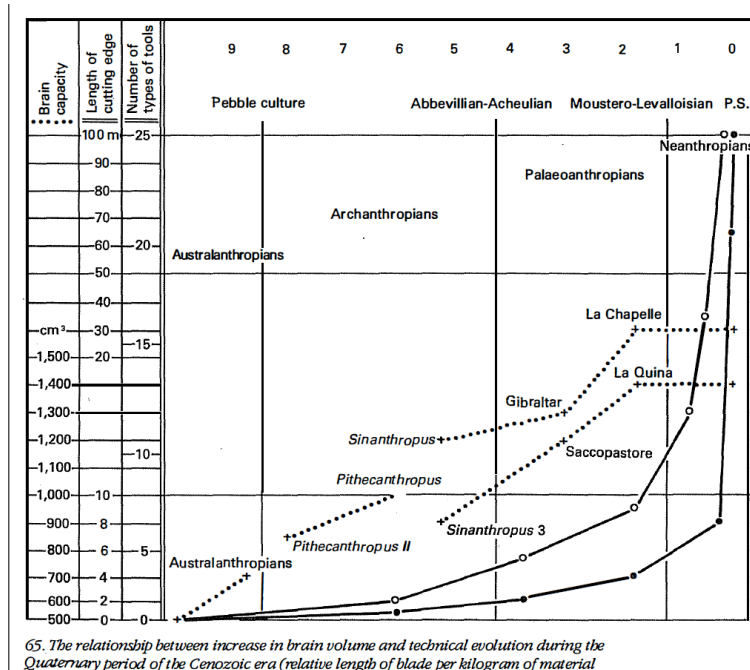
⁵ “We cannot cite a single example of a living animal whose nervous system preceded the evolution of the body but there are many fossils to demonstrate the brain's step-by-step development within a frame acquired long before. (Leroi-Gourhan 1993, p.47)

D'un point de vue paléontologique le critère général suffisant pour différencier notre phylum du reste des primates, est donc présent très tôt chez les australopitèques. Parmi eux, Leroi-Gourhan appelle Zinjanthrope (*Zinjanthropus boisei*) les premiers hominidés connus entourés de quelques outils très simples il y a plus de deux millions d'années (aujourd'hui nommé *Homo habilis*). Il est alors choquant de constater que ces êtres, dont la posture générale est si proche de la nôtre, soient dotés d'un cerveau si petit.

"This uneasy feeling is due to the fact that the Australanthropians are really not so much humans with monkeys' faces as humans with a braincase that defies humanity. We were prepared to accept anything except to learn that it all began with the feet!" (Leroi-Gourhan 1993, p. 65)

Un long parcours évolutif reste à faire pour atteindre les Néanthropes dont nous faisons partie. En l'absence de traces directes d'une intelligence créatrice dotée d'un langage, on ne peut suivre que la transformation des traces matérielles des techniques de couplage entre le vivant et son environnement. Pour évaluer cette lente évolution, Leroi-Gourhan propose de mesurer pour chaque industrie lithique, le nombre de types d'outils différents, et la longueur de tranchant obtenue par kilo de silex.

Si l'on met en regard ces courbes avec celle du volume de la capacité cérébrale, on est frappé par deux constatations. Tout d'abord, l'extrême lenteur de l'évolution de l'industrie lithique. Progrès technique et évolution biologique du cerveau avancent d'un même pas, "a fact that confers a curiously biological character upon the prehistory of sharp-edged objects." (Leroi-Gourhan 1993, p.134). Et puis, avec les Néanthropes (Néanderthal puis Sapiens), il y a une telle accélération de l'évolution technique qu'elle semble devenir complètement indépendante de nouvelles transformations biologiques: "...from being governed by biological rhythms, human cultural development began to be dominated by social phenomena." (Leroi-Gourhan 1993, p. 141). Pourtant, au long de cette évolution la formule générale des hominidés ne change pas beaucoup. On observe seulement l'allègement de la structure osseuse du crâne et son remplissage par un cerveau de plus en plus important.



65. The relationship between increase in brain volume and technical evolution during the Quaternary period of the Cenozoic era (relative length of blade per kilogram of material)

(Leroi-Gourhan 1993, p.138)

Deux options explicatives paraissent possibles pour rendre compte de la lente évolution biologique qui prépare la libération des Néanthropes.

Classiquement on pose que l'essentiel est le développement du système nerveux central et l'on part de l'intelligence et des cultures animales pour rendre compte de l'origine de nos facultés cognitives et de nos systèmes sociotechniques (Tomasello et al. 2005). Cela suppose un scénario évolutif dans lequel les facultés d'apprentissage et de transmission sociale des premiers hominidés seraient porteuses d'une tendance vers leur complexification. Les variations héréditaires cérébrales qui iraient dans le sens d'une augmentation des facultés cognitives représenteraient par elles-mêmes un avantage adaptatif. Un système technique de plus en plus complexe suivrait l'augmentation de ces compétences.

Pour Leroi-Gourhan ces approches « cérébralistes » que l'on retrouve dans le mythe d'un ancêtre singe de l'homme, ne correspondent pas aux faits et sont incapables de rendre compte de la spécificité de l'évolution humaine. Il faut plutôt reconnaître que *l'avance de la technique qui s'observe dans l'ensemble du monde vivant se retrouve encore ici*. Le développement du système nerveux ne peut représenter un avantage adaptatif que dans le cercle limité d'un répertoire d'actions possibles. Il y a une avance de la structure anatomique générale qui définit les

conditions de vie concrète des organismes, sur les variations corticales qui prendront en charge les nouvelles possibilités qu'offrent ces conditions.

Au départ de l'hominisation l'outil serait un fait biologique qui découle de la station verticale et de la libération de la main. Il serait un produit *obligatoire* de l'ontogenèse zoologique comme les autres organes, systématiquement produit, dans les conditions normales, indépendamment et avant que se rencontre la situation de son utilisation. Les premières formes d'outillage seraient comme « exsudées » par l'organisme et ne pourraient donc subir d'évolution plus rapide que celle de leurs déterminants héréditaires⁶. La constance de leurs formes au long de centaines de millénaires en serait la preuve.

Or, la présence d'outils signifie une situation fonctionnelle pour l'espèce dans laquelle des chaînes opératoires plus complexes sont possibles. Cette complexité définit des conditions de sélection d'un développement du cerveau apte à coordonner les comportements dans ce nouvel espace de possibles. Evolution qui en retour permet la production de techniques plus riches... qui elles-mêmes susciteront de nouveaux développements du cerveau. Ce processus conduit à un déploiement progressif de "l'éventail cortical", c'est-à-dire un fort développement des aires associatives pour le contrôle des actions et de leur succession en des chaînes opératoires complexes.

Pour qu'un tel couplage entre outil et évolution cérébrale puisse fonctionner, il faut admettre un déterminisme biologique des premiers outils. Ce serait la différence essentielle avec ce que font certains singes. Depuis l'époque de Leroi-Gourhan l'expérience des primatologues s'est enrichie. L'outil peut-être déjà là pour le petit du singe. On observe, par exemple, dans la nature la façon dont se diffusent, de façon différenciée suivant les populations, des techniques pour casser des noix avec un percuteur (Wrangham et al. 2005). Cependant, si l'on suit la logique de Leroi-Gourhan, ces prémisses de transmission culturelles restent limités, contenu dans un répertoire d'actions accessibles pour l'espèce. Même s'ils témoignent de capacités cognitives et sociales remarquables, ces nouveaux comportements ne portent pas de directions évolutives biologiques. Ils n'imposent pas une pression de sélection constante sur les autres caractères de l'espèce puisque justement ils s'adaptent au gré des circonstances. Quand des chimpanzés fabriquent une perche en emmanchant des bâtons pour attraper un régime de banane, ils ne font que répondre à un problème du moment en fonction des données présentes dans leur environnement. Les inventions du singe ne déterminent pas une tendance évolutive parce que le singe n'a pas à s'adapter à des outils déjà là. L'outil humain est l'occasion d'un *problème* pour les ancêtres de l'homme alors que la perche du singe est une *réponse* à une situation conjoncturelle. Ainsi, paradoxalement, c'est parce que l'outil humain n'est pas d'abord le produit de l'intelligence mais l'intelligence le produit de l'outil, que se justifie une évolution biologique du cerveau.

⁶ "Australanthropians [...] seem to have possessed their tools in much the same way as an animal has claws [...] as if their brains and their bodies had gradually exuded them." (Leroi-Gourhan 1993, p. 106)

Le problème de l'extériorisation de la mémoire

Comment dès lors rendre compte de l'apparition d'une mémoire sociale susceptible d'enregistrer les innovations techniques beaucoup plus rapidement que la mémoire de l'hérédité ? Deux options explicatives sont encore possibles.

Soit cette apparition serait la conséquence secondaire d'une évolution corticale qui aurait dépassé un mystérieux seuil lors de l'apparition des Néanthropes.

Soit la mémoire sociale serait le produit d'un processus d'extériorisation spécifique des techniques humaines.

Certaines formulations de Leroi-Gourhan peuvent se lire suivant la première option⁷. Comme le relève Bernard Stiegler, ce serait un recul important (Stiegler 1994). Il n'y aurait plus de vraie co-évolution, plus de co-invention de l'homme et de la technique. L'humanité au sens moderne apparaîtrait d'un coup avec le Néanthrope, par l'événement inexplicable d'une mutation. Bernard Stiegler propose donc plutôt d'accorder le statut de mémoire externe dès les premiers outils avec le Zinjanthrope, ce qui revient à admettre dès ce stade une autonomie de l'histoire et de la différenciation technique. Il nous semble cependant qu'une autre lecture de Leroi-Gourhan est possible, sans la soudaineté d'une apparition de l'homme, ni au niveau du Zinjanthrope, ni au niveau du Néanthrope, mais plutôt par une *progressivité du détachement de la mémoire technique sociale*. Ce serait mieux en cohérence avec son projet général d'expliquer l'évolution humaine par un jeu de tendances définies. Entre l'événement incompréhensible d'un "accident" du hasard, et une "mystérieuse prédestination", il y aurait une troisième voie, une paradoxale "human solution of the problem of our origin." (1964, p. 94). Sachant qu'il y a « humanité » dès que la station verticale est établie, il s'agit de maintenir le principe d'une avance de la technique sur le développement cortical pour rendre compte de la genèse progressive de la façon «...how the system that provides human society with the means of permanently preserving the fruits of individual and collective thought came slowly into being. » (Leroi-Gourhan 1993, p.187)

Une solution humaine au problème de l'homme

Les outils présents autour des hominidés il y a plus de deux millions d'années posent un défi à notre raison humaine contemporaine. L'outillage ultra simple du Zinjanthrope (Pebble-culture) est le produit d'un geste unique, le choc perpendiculaire entre deux silex. Nul progrès rapide, nulle différenciation des techniques. Cependant, cela n'interdit pas de conjecturer que, déjà à ce stade, les variations fortuites ou inventées d'une technique externe ne puissent entraîner leur propre reproduction.

⁷ "...it does seem as though the "prefrontal event" had marked a radical turning point in our biological evolution as a zoological species governed by the normal laws of species behavior. (Leroi-Gourhan 1993, p.137)

Leroi-Gourhan admettait l'existence de capacités d'apprentissage individuel des savoir-faire dès les organismes les plus simples. Il y a une intelligence technique chez tous les organismes préhenseurs (perception des formes à saisir et utiliser, maîtrise et combinaison d'action dans des chaînes opératoires). Leroi-Gourhan décrit « l'instinct » dans le monde animal, non pas comme un comportement inscrit dans le système neuronal, mais comme le résultat déterminé d'un couplage « located at the intersection of the means specific to that individual and the external causes for deploying those means in action sequences [chaînes opératoires].” (Leroi-Gourhan 1993, p. 221) Comme dans la cognition située, la résolution d'un problème correspond à la transformation de l'environnement, transformation à laquelle participe autant l'agent que le milieu matériel initial (Gallagher 2009, Hutchins 1995, Clark, 1997)⁸. Une forme de mémoire des comportements appris devait donc exister dans les premières sociétés d'hominidés. Ces populations devaient déjà pouvoir transmettre des nouveautés comportementales suivant des "traditions" différentes. Pourtant Leroi-Gourhan ne propose pas d'expliquer la libération de l'histoire humaine relativement à son support biologique comme effet d'une organisation sociale des premiers anthropiens. Il manque les conditions concrètes d'apprentissage de la reproduction de nouvelles techniques. Un nouvel outil enrichit la gamme des opérations possibles, mais rien n'assure qu'elle contienne justement les opérations de fabrication de cette nouveauté (rien n'assure que l'outil nouveau puisse participer récursivement à sa propre reproduction).

Cependant, avec l'outil amovible des premiers anthropiens, il y a déjà une nouveauté radicale par rapport aux organes attachés à l'organisme. Par son extériorité et sa permanence matérielle, il permet des échanges intergénérationnels. L'outil est déjà là dans l'environnement. En le saisissant, l'individu reçoit de l'extérieur un nouveau pouvoir d'agir qu'il n'a pas forcément produit lui-même. Le couplage entre les savoir-faire de l'organisme et son environnement se déroule maintenant dans un milieu constitué d'outils amovibles, inscriptions matérielles échangeables, dépassant la vie individuelle. Cette situation nouvelle porte une tendance vers une mémoire externe.

Avec les Archanthropes, il y a essentiellement une seconde série de gestes consistant en des frappes tangentielles. Elle aboutit à la fabrication des fameux bifaces. La complexification progressive de l'outillage se réalise dans un contexte où l'activité liée à la présence d'outil peut être en partie dédiée à la fabrication d'autres outils⁹. La reproduction d'un outil peut mobiliser une transmission sociale des techniques. La transmission externe des outils pouvant être donnés et reçus définit un milieu technique plus riche. Cependant, la transformation du milieu technique par apprentissage d'outils nouveaux reste contenue dans le champ des situa-

⁸ On est très près de la notion de « stigmergie » que développait alors Pierre-Paul Grassé (qui présida en 1955 le jury de la thèse de sciences naturelles de Leroi-Gourhan) (Grassé 1959, Bonabeau 1999).

⁹ “ The lump of stone initially intended to become an almond-shaped tool became instead a source of flakes of predetermined shape, and it was these flakes that were eventually used as tools (Leroi-Gourhan 1993, p.100)

tions de fabrication possibles. La simple transmission d'une innovation n'entraîne pas sa reproduction. Il n'y a pas encore d'autonomie d'une histoire technique externe, mais toujours seulement un déplacement dans un champ de possibles fixé.

Avec les paléanthropes, le milieu technique se complexifie encore. Les opérations de tailles comprennent plusieurs étapes, marquées par des changements d'outils et d'opérations (dégrossissage et mise en forme, débitage productif, réaménagement, poursuite du débitage...) (Pellegrin 1990). Les outils sont successivement saisis et lâchés, façonnés et utilisés. On peut parler de *syntaxe* technique dans la mesure où la fabrication des outils procède par des séquences ordonnées d'opérations, et qu'un arrangement différent donnerait d'autres produits.

"Techniques involve both gestures and tools, sequentially organized by means of a "syntax" that imparts both fixity and flexibility to the series of operations involved."
(Leroi-Gourhan 1993, p.114)

Dès lors que les conditions de la fabrication des techniques deviennent récursivement elles-mêmes des techniques externes transmissibles, le champ des possibles s'enrichit. Il y a véritable mémoire externe quand l'introduction d'une nouvelle technique peut être la cause, directe ou indirecte, de sa propre reproduction. L'extériorisation rend possible un déploiement spatial de la syntaxe des chaînes opératoires qui permet à son tour un processus de reproduction externe de ces conditions d'apprentissage. L'extériorisation de l'outil amovible se dédouble donc en une extériorisation des conditions de sa reproduction.

La création de nouveaux outils et situations de couplage, n'est plus le produit d'une variation héréditaire, mais résulte d'une modification par les organismes de leur environnement technique. Les capacités de reproduction de cette mémoire sociale participent à la définition de la situation fonctionnelle de l'espèce. Dans le jeu de miroir entre cortex et silex se répondent maintenant *deux mémoires*, génétique et sociotechnique. Dans la mesure où les possibilités de reproduction externe restent limitées, cette situation peut encore susciter une évolution biologique.

L'extrême lenteur de la mise en place d'une mémoire sociale indépendante du déterminisme biologique s'explique ainsi parce qu'il faut attendre – des centaines de milliers d'années ! – une complexification suffisante des techniques spécifiques de la reproduction des outils pour qu'elles puissent progressivement prendre en charge une diversité de plus en plus grande de nouveautés possibles.

Dans une dernière phase, Néanthropes (Sapiens), le mouvement amorcé s'accélère et s'amplifie. Il n'y a plus ni le temps, ni l'utilité, d'un effet sélectif du milieu technique sur la mémoire biologique. Plus le temps, puisque l'enregistrement des variations techniques dans la mémoire sociale est infiniment plus rapide que celui de l'évolution qui doit attendre les mutations pertinentes de la mémoire génétique¹⁰. Plus d'utilité, puisque la création et la fixation d'innovations peut se réaliser directement suivant leur succès dans cette mémoire sociale, même si elles sont inutiles du point de vue de l'espèce. La dynamique d'évolution et de différencia-

¹⁰ "In *Homo sapiens* technicity is no longer geared to cell development but seems to exteriorize itself completely-to lead, as it were, a life of its own." (Leroi-Gourhan 1993, p.139).

tion des productions humaines en est profondément changée. Comme les espèces se séparent en une diversité de phylums suivant leurs histoires inscrites dans la mémoire génétique, les populations humaines vont se diversifier en différentes ethnies suivant leurs histoires inscrites dans la mémoire sociale.¹¹

Cette explication de l'hominisation comme produit d'une tendance à l'extériorisation de la mémoire sociale permet une approche originale de l'évolution des capacités cognitives.

Visée et Anticipation

Dès les premiers stades de l'hominisation Leroi-Gourhan admet que la fabrication des outils suppose une forme de *conscience technique* avec des capacités de prévision et d'anticipation¹², capacités qui vont en se renforçant progressivement, puisque pour la fabrication d'outils comme le biface, il y a clairement visée d'un stéréotype en dépit des variations infinies des formes de départ. Or, comme on l'a vu, Leroi-Gourhan maintient en même temps qu'à ce stade la technique ne peut se transformer indépendamment d'une évolution biologique.

" Thus the first anthropoids' technicity [...implies a state...] of technical consciousness to which, however, we must not apply our own yardstick. It is undoubtedly less of a risk to see human technicity as a simple zoological fact than it would be to credit *Zinjanthropus* with a system of creative thought. The countless millennia during which his industry remained unchanged--conditioned, as it were, by the shape of his skull - disproves the latter hypothesis." (Leroi-Gourhan 1993, p.92)

Leroi-Gourhan nous demande donc de plonger dans l'étrangeté d'une conscience technique capable de certains apprentissages mais incapable d'innovation ; ayant le pouvoir de viser des archétypes à travers la diversité des situations perceptives mais dénuée de création libre ; dotée d'une forme de langage mais sans capacité symbolique... Un tel effort pour penser l'obscurité de la pensée la plus archaïque nous semble pourtant nécessaire si l'on veut saisir les "stages in which the link between the zoological and the sociological has become progressively more tenuous ". Il s'agit d'admettre, aux commencements de l'humanité, une capacité de viser un but sans qu'il y ait en même temps la capacité d'en découvrir de nouveaux¹³. Si l'on tente d'élaborer une conception de la visée qui puisse convenir, il faut tout d'abord rejeter l'idée d'un comportement intentionnel qui pourrait être guidé par la représentation d'un modèle perçu. Ce serait se donner déjà ce

¹¹ " If it is true to say that the species is the characteristic form of animal grouping and the ethnic group of human grouping, then a particular form of memory must correspond to each body of traditions." (Leroi-Gourhan 1993, p.221).

¹² "The Australanthropian making a chopper already foresaw [entrevoyait] the finished tool because the pebble chosen had to be of suitable shape. (Leroi-Gourhan 1993, p. 97 ; traduction personnelle Leroi-Gourhan 1963, p.139)

¹³ Du moins dans le domaine des productions techniques lithiques que nous pouvons observer, car de l'industrie du bois, il ne reste rien, ou très peu.

dont on doit suivre la genèse (puisque la perception d'une nouveauté n'est pas suffisante pour engager l'apprentissage de sa fabrication). Il faut plutôt rechercher une conception de la visée dans une conscience technique directement ancrée dans le monde vivant.

La stabilité et la constance des formes des espèces a autrefois conduit les biologistes à mobiliser l'idée de cause finale qui, comme par une causalité intentionnelle, dirigerait les processus de l'ontogenèse. Ce faisant on projetait dans l'explication biologique le schéma de la production consciente de l'artisan. Il est maintenant largement admis qu'une causalité complexe régulée par la mémoire génétique, devrait suffire à rendre compte de cette finalité apparente. Si, pour la fabrication des premiers outils, on résiste à reconnaître un processus de même nature, c'est seulement parce que leur ontogenèse est externe : elle mobilise les organes de la perception (choix des matériaux, ajustement des gestes) et de l'action (recherche des matériaux, frappe contrôlée)¹⁴. Il est alors bien difficile de ne pas accorder à ces êtres fabricateurs d'outils la même conscience intentionnelle que nous mobiliserions pour un tel travail.

"There is little reason to distinguish between the Palaeoanthropian technician's attitude and that of any technician of a more recent age-at any rate in strict terms of technical intelligence." (Leroi-Gourhan 1993, p. 102)

Si l'on suit Leroi-Gourhan dans sa recherche d'une continuité depuis la causalité biologique jusqu'à la cognition humaine pour laquelle la capacité de viser un but doit être admise, un renversement de terminologie est possible. Plutôt que de renoncer à l'idée de visée d'une forme dès lors qu'il y a une explication en termes mémoriels, on pourrait dire que la visée est dérivée d'une mémoire qui, en tant que telle, est un pouvoir de reproduction de mêmes formes dans le divers matériel. Cependant, tant que cette mémoire est génétique, même si l'on admet une forme de conscience des formes visées, celle-ci se limite à un choix dans un répertoire biologiquement fixé.

Toute mémoire porte un décalage temporel, une rétention qui programme des actions futures, c'est-à-dire une anticipation. Pour Leroi-Gourhan, une caractéristique essentielle de l'outil humain est que sa production se déroule dans une situation indépendante de la situation de son utilisation, "the operations involved in making a tool anticipate the occasions for its use and the tool is preserved to be used on later occasions...." (Leroi-Gourhan 1993, p. 114) La production d'un outil, c'est la préparation à la situation absente et simplement possible où il sera utilisé. Leroi-Gourhan attribue par-là aux premiers hominidés une capacité d'anticipation *concrète* dans la fabrication de leurs outils. L'organisme prévoit sans choisir ce qu'il prévoit. C'est seulement dans la mesure où cette anticipation participe à la survie et la reproduction des organismes (et donc à la reproduction de la mémoire biologique) qu'elle est conservée. L'outil spécifié biologiquement anticipe concrètement son utilisation future comme l'organe produit dans l'embryogenèse antici-

¹⁴ "...it is logical that the standards of natural organs should be applied to such artificial organs: They must exhibit constantly recurring forms, their nature must be fixed." (Leroi-Gourhan 1993, p. 91)

pe son fonctionnement futur, comme le nid de l'oiseau anticipe l'hébergement des oisillons. L'anticipation est concrète par son déterminisme biologique et par la nature biologiquement utilitaire de la situation anticipée¹⁵. Cependant, par l'extériorisation de l'outil, il y a déjà extériorisation de l'anticipation. Avec l'apparition progressive d'une mémoire externe, de nouvelles formes peuvent être visées. Leur nombre et leur complexité se démultiplie fur et à mesure que cette mémoire s'autonomise.

Au stade des Archanthropes, dès lors que des outils servent à la production d'autres outils, on a, par les premiers outils, anticipation de la situation de fabrication d'autres outils. Les opérations se succèdent dans des chaînes opératoires complexes, ce qui " implied a good deal of foresight on the part of the individual performing the sequence of technical operations. " (Leroi-Gourhan 1993, p. 97) Il y a un jeu d'anticipations enchâssées, les premières formes anticipent, à travers celles qu'elles permettront de produire, d'autres formes qui elles-mêmes seront produites en vue d'une utilisation ultérieure. Cependant, le sens des anticipations échangeables possibles reste dérivé de leur origine dans une mémoire biologique des opérations réalisables, et correspond à leur utilité adaptative.

" operating behavior remains completely rooted in lived experience, for projection can only take place once operations have been freed from their materiality and transformed into sequences of symbols." (Leroi-Gourhan 1993, p. 226)

Cette libération n'est atteinte qu'au stade suivant. En effet, on a vu qu'avec les Paléanthropes, se développe une véritable mémoire sociale externe. L'outillage se développe comme moyen de produire des outils. C'est dans cette réflexivité qu'il acquiert un pouvoir faire immense, et en particulier le pouvoir de reproduire des innovations. La variation et la reproduction des anticipations peuvent se produire suivant leur succès dans les interactions sociales, indépendamment du caractère concret de la situation. C'est ce que Leroi-Gourhan appelle " liberation from lived experience" (Leroi-Gourhan 1993, p.33). Ainsi, une mémoire externe permet l'anticipation créatrice, anticipation pleine qui n'est plus dérivée du déterminisme biologique et d'un contenu utilitaire. Leroi-Gourhan parle *externalizing a symbolic representation*, début d'une intelligence *non strictement technique*, c'est-à-dire possibilité de penser, de réfléchir à l'avenir, en l'absence d'actions concrètes dans l'environnement. Comme la reproduction dans la mémoire biologique spécifie la visée de formes constantes dans le comportement des êtres vivants, la reproduction dans la mémoire sociale permet de spécifier la visée de formes constantes dans le comportement technique. Les anticipations disponibles et produites sont maintenant les fruits d'une histoire sociale et sont liées au développement du langage.

¹⁵ Notons que le caractère "concret" de l'anticipation ne se justifie pas par le caractère concret de l'outil ou de l'organe qui porte l'anticipation. On va voir qu'une « anticipation symbolique » peut s'appuyer sur des supports tout aussi concrets.

Développement du langage

En l'absence d'accès à des témoignages matériels on est réduit aux hypothèses. Leroi-Gourhan propose de concevoir que le langage se développe comme la technique, dans le même mouvement et suivant la même logique.¹⁶ La proximité des structures corticales impliquées résulte de leur proximité fonctionnelle.¹⁷

Aux premiers stades (Zinjanthropes puis Archanthropes), s'il y a probablement déjà des échanges de signaux sonores et gestuels, ils restent limités, comme les anticipations, à l'action dans des situations concrètes.¹⁸ Mais, suivant l'analogie entre langage et technique, de la même façon que l'outil est fabriqué et disponible indépendamment de la situation d'usage qu'il anticipe, les « formes verbales » seraient reproduites et disponibles avant leur emploi dans des situations d'action concrète. Avec la complexification des techniques et l'apparition d'une véritable syntaxe des chaînes opératoires, on peut imaginer une structuration équivalente du langage, quoique toujours limité "to expression of concrete situations".

"If language really sprang from the same source as technics, we are entitled to visualize language too in the form of operating sequences limited to the expression of concrete situations, at first concurrently with them and later involving the deliberate preservation and reproduction of verbal sequences going beyond immediate situations." (Leroi-Gourhan 1993, p.116).

C'est seulement avec l'autonomisation d'une mémoire externe que peut apparaître un langage proprement symbolique. Pour Leroi-Gourhan, la faculté de symbolisation consiste à produire une distance entre l'homme et le milieu à la fois intérieur et extérieur dans lequel il baigne "...detachment, which expresses itself in the separation between tool and hand and between word and object,..." (Leroi-Gourhan 1993, p.235) Dès que les formes produites (outils, expressions vocales ou gestuelles) ne sont plus liées à la mémoire et l'utilité biologique, elles ne dépendent plus que de leur reproduction dans les interactions sociales. Le langage peut s'appliquer à "areas beyond that of purely vital technical motor function" "used for post facto transmission of the action symbols in the form of narration." (Leroi-Gourhan 1993, p.115). On observe alors le développement des activités de figura-

¹⁶ "Technics and language are not two distinct typically human facts but a single mental phenomenon neurologically based on contiguous areas and expressed jointly by the body and by sounds." (Leroi-Gourhan 1993, p. 403).

¹⁷ "This leads us to conclude, not only that language is as characteristic of humans as are tools, but also that both are the expression of the same intrinsically human property, just as the chimpanzee's thirty different vocal signals are the precise mental counterpart of its use of several sticks to pull down a banana hanging overhead - in other words, no more a language than fitting the sticks together is, properly speaking, a technique." (Leroi-Gourhan 1993, p.114)

¹⁸ "...the purpose of verbal figures - words and syntax - is, like the purpose of tools and manual gestures, their equivalents, to provide an effective hold on the world of relationships and of matter,..." (Leroi-Gourhan 1993, p.365).

tion¹⁹ et des témoignages à caractère esthétique-religieux comme les signes d'anticipation de la mort (sépultures) et de goût pour l'insolite (fossiles, pierrites). (Leroi-Gourhan 1993, p. 107).

Avec le langage se développent aussi une « reflective thought » sur le plan individuel (Leroi-Gourhan 1993, p.195). Le dispositif de la mémoire sociale, technique et langagière, permet dans une certaine mesure, une libération personnelle vis-à-vis du biologique comme du social lui-même. (Leroi-Gourhan 1993, p.227) En effet, par la saisie des formes reproductibles disponibles, chaque individu peut construire pour son propre compte une mémoire particulière, dernier degré de la différenciation ethnique. La maîtrise des concepts portés par la mémoire sociale lui permet de construire ses propres anticipations.

Conclusion

Il nous semble que les perspectives ouvertes par Leroi-Gourhan dans les travaux paléo-anthropologiques que nous avons trop brièvement présentés, pourraient être porteuses de pistes de recherches originales pour les sciences cognitives, en particulier pour les démarches enactive, embodied, embedded qui refusent de se donner d'emblée les capacités d'un système computationnel représentationnel. Prendre la technique comme anthropologiquement constitutive (Stiegler 1994) permet de proposer une explication du passage depuis les capacités de l'instinct générales dans le monde vivant (que Leroi-Gourhan pense dans les termes d'un couplage entre l'organisme et son milieu) aux capacités symboliques de création, de réflexivité et d'anticipation libre, ce que l'on associe communément à un système représentationnel interne, mais ici réalisé secondairement par la ressaisie individuelle de la mémoire sociale de symboles externes.

Nous proposons d'appeler « *principe des opérations concrètes* », cette méthode systématiquement suivie par Leroi-Gourhan, consistant à rendre compte d'abord de fonctions et propriétés du couplage entre les êtres vivants et leur environnement matériel avant d'expliquer les possibles transformations qu'elles impliquent sur les organismes (soit reprise par sélection dans la mémoire de l'hérédité, soit reprise par reproduction dans le milieu technique de la mémoire sociale, soit reprise par apprentissage dans le système cérébral individuel). Suivant ce principe, les formes externes reproductibles sont la condition de l'apprentissage de leur reproduction interne. Toute « représentation symbolique » qu'elle soit collective ou individuelle, suppose la mise en place d'un processus de reproduction de formes concrètes externes (outils ou symboles). Dans cette perspective, l'activité cognitive et la

¹⁹ "Figurative behavior cannot be dissociated from language: It forms part of the same human aptitude, that of reflecting reality in verbal or gestural symbols or in material form as figures. Just as the emergence of language is connected with that of hand tools, figurative representation cannot be separated from the common source from which all making and all representation spring." (Leroi-Gourhan 1993, p.363)

mémoire individuelle ne sont pas enfermées dans l'organisme mais sont constitutivement liées à des inscriptions techniques matérielles, externes (Lenay 2012).

Si l'on admet une avance de la technique, il faut prendre systématiquement en considération les répertoires d'opérations concrètes pour définir les conditions de possibilité des opérations mentales. Plutôt que d'expliquer la cognition étendue comme le déploiement externe de capacités cognitives déjà là, il s'agit de comprendre comment l'environnement technique est la condition même de ces capacités. La pensée individuelle ne se fait pas dans le seul cerveau, mais avec ce cerveau tel qu'il est couplé via le reste du corps et les outils au milieu technique et social. Une telle perspective devrait aider à mesurer les transformations actuelles portées par le développement des technologies numériques de la mémoire collective²⁰.

Dans le second tome de *Gesture and speech* que nous n'avons pas analysé ici, Leroi-Gourhan poursuit par l'analyse des techniques de la mémoire sociale, les systèmes d'écriture et de figuration. Il prolonge alors sa réflexion vers le futur et anticipe bien les développements de la cybernétique. Mais, par sa pensée de la technique, il nous permet d'échapper à l'idée d'une réduction des activités cognitives à un simple traitement d'information, et offre plutôt la possibilité de les comprendre comme appartenant à un dialogue entre la vie et la matière.

Bibliographie

- Clark, A. (1997). *Being there: Putting brain, body, and world together again*. Cambridge, MA: MIT Press
- Bonabeau, E. (1999) Editor's Introduction: Stigmergy, in *Artificial Life*, Spring 1999, 5, (2), 95-96.
- Gallagher, S. (2009). Philosophical antecedents to situated cognition. In P. Robbins, and M. Aydede, (Eds), *Cambridge Handbook of Situated Cognition* (pp. 35-51). Cambridge: Cambridge University Press,.
- Grassé, P.-P. (1959) La reconstruction du nid et les coordinations interindividuelles chez *Bellicositermes natalensis* et *Cubitermes* sp. la théorie de la stigmergie: Essai d'interprétation du comportement des termites constructeurs., 6 (1), 41-80.
- Guchet, X. (2015). André Leroi-Gourhan et la philosophie, in Ph. Soulier (Ed.), *André Leroi-Gourhan "L'homme tout simplement"*, (pp.117-133). Paris: Editions de Bocard
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge, Mass.: The MIT Press (A Bradford Book).
- Lenay, C. (2012) Separability and technical constitution. *Foundations of Science (FOS)*, 17, 379-384
- Leroi-Gourhan, A. (1993) *Gesture and Speech*. MIT Press, (*Le Geste et La Parole*., tome 1-*Technique et Langage (1964)*, tome.2 *La mémoire et les rythmes (1965)*). Paris : Albin Michel.

²⁰ « Parler de notre dépassement actuel par les techniques est donc un faux problème : les techniques sont normalement « dépassantes » et le point angoissant n'est probablement pas là. » *Le fil du temps*, p.87

- Leroi-Gourhan, A. (1943). *Evolution et techniques*, tome 1 - *L'homme et la matière*. Paris: Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1945). *Evolution et Technique*, tome 2 - *Milieu et techniques*. Paris: Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1982). *Les racines du monde*. Paris: Belfond.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Les Religions de la Préhistoire*. Paris: PUF, Quadrige.
- Leroi-Gourhan, A. (1983). *Mécanique vivante*. Paris: Fayard.
- Leroi-Gourhan, A. (1983). *Le fil du temps*. Paris: Fayard.
- Pellegrin, J. (1990). Prehistoric lithic technology: some aspects of research. *Archeological Review from Cambridge*, 9 (1), 116-125.
- Stiegler, B. (1994). *La technique et le temps: la faute d'Epiméthée*. Vol. 1. Paris: Galilée.
- Tomasello, M., Carpenter, M., Call, J., Behne, T., Moll, H. (2005). Understanding and sharing intentions: The origins of cultural cognition. *Behavioral and brain sciences* 28 (5), 675-691.
- Wrangham, R.W., McGrew, W.C., deWaal F.B., Heltne, P.G. (2005), *Chimpanzee Cultures*, Cambridge: Harvard University Press.

Matters of Interest: The Objects of Research in Science and Technoscience

Bernadette Bensaude-Vincent · Sacha Loeve ·
Alfred Nordmann · Astrid Schwarz

Published online: 30 October 2011
© Springer Science+Business Media B.V. 2011

Abstract This discussion paper proposes that a meaningful distinction between science and technoscience can be found at the level of the objects of research. Both notions intermingle in the attitudes, intentions, programs and projects of researchers and research institutions—that is, on the side of the subjects of research. But the difference between science and technoscience becomes more explicit when research results are presented in particular settings and when the objects of research are exhibited for the specific interest they hold. When an experiment is presented as scientific evidence which confirms or disconfirms a hypothesis, this agrees with traditional conceptions of science. When organic molecules are presented for their capacity to serve individually as electric wires that carry surprisingly large currents, this would be a hallmark of technoscience. Accordingly, we propose research on the ontology of research objects. The focus on the character and significance of research objects makes this a specifically philosophical project.

Keywords Ontology · Research objects · Technoscience · Dispositions · Affordances · Philosophy of scientific experimentation

B. Bensaude-Vincent · S. Loeve
Centre d'Etudes des Techniques, des Connaissances et des Pratiques (CETCOPRA),
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 75231 Paris cedex 05, France
e-mail: bensaude@club-internet.fr

S. Loeve
e-mail: loevesacha@yahoo.fr

A. Nordmann
Technische Universität Darmstadt, Residenzschloss, 64283 Darmstadt, Germany
e-mail: nordmann@phil.tu-darmstadt.de

A. Schwarz (✉)
Technische Universität Darmstadt, Residenzschloss, 64283 Darmstadt, Germany
e-mail: schwarz@phil.tu-darmstadt.de

Das Wesen des Erkennens fordert schlechthin, daß derjenige, der es ausüben will, sich in eine Ferne und eine Höhe über die Dinge begeben, von der aus er ihre Beziehung zu allen anderen Dingen überblicken kann. Wer sich ihnen nähert, teilt an ihrem Weben und Wirken, der steht im Leben, nicht im Erkennen; ihm zeigen die Dinge das Antlitz ihres Wertes, nicht ihres Wesens.

By its very nature knowledge demands that the one who seeks knowledge assumes a distance and elevation above the things from which one can survey their relations to all other things. Whoever gets closer to them and participates in their agency and efficacy, partakes in life and not in knowledge; face to face with the things one beholds their value and not their nature. (Schlick 2009, 288)

The founder of the *Vienna Circle* articulates a conception of knowledge and science that not only expresses a particular self-understanding of the sciences but that left a lasting imprint on the philosophy of science. His *General Theory of Knowledge* provides a requirement of how things must appear in order to be objects of knowledge and objects of scientific experience. Some scientific research is purely observational, other kinds of research involve close experimental engagement with the things, but in both cases, knowledge can be obtained only if the scientists step back far enough from the experiment to discern relevant factual relations that disclose the nature of things, for example, their regular exhibition of dispositional behaviors.

This conception of science did not originate with Schlick and the *Vienna Circle*. It is part of a tradition that began long before them and that is still with us today. The rhetoric of discarding as non-scientific the “practical arts” like pharmacy, medicine and engineering, today’s materials research, nano- or biotechnologies can be found, for example, in William Whewell’s *Novum Organum Renovatum*: “Whatever place in human knowledge the Practical Arts may hold, they are not Sciences. And it is only by this rigorous separation of the Practical from the Theoretical, that we can arrive at any solid conclusions respecting the nature of Truth” (Whewell 1858, 134). Following Whewell’s or Schlick’s lead, philosophers of science have a lot to say about truth and representation, hypothesis and reality, hypothesis-testing and theory-choice—and little to say so far about scientific research that seeks to control phenomena and master complexity and that does not issue in propositions that can be true or false and that describe the facts from some distance or elevation.

There is increasing recognition of late that there has always been and continues to be a great deal of research, including the most highly prized research of today, that engages the things, participates in their agency and establishes their value (e.g. Carrier and Nordmann 2010; Chang 2004). It establishes novel properties that might be functionalized in certain ways, it exhibits valuable behaviors or performances, and it seeks to master complexity and to control processes and phenomena. Research of this kind can be called “technoscientific” research. Accordingly, one major difference between science and technoscience might be how things appear as objects of research. This is an ontological difference. The following programmatic reflections invite philosophers of science and technoscience to engage with this question of ontology—not only in order to appreciate the difference between science and technoscience but also to draw their attention toward neglected epistemological, methodological or ontological dimensions of research.¹ This is an invitation, quite literally, since it marks the beginnings of a long-term research-project. At the beginning and in this paper, guiding questions can be posed and philosophical claims motivated. If these

¹ Funded by the French and German Research Councils, ANR and DFG, the project “Genesis and Ontology of Technoscientific Research Objects” is set to develop a number of case studies in a larger collaborative setting. For more information see <http://www.goto-objects.eu>.

provoke dissent or do not yet appear sufficiently clear or seem to require more extended case studies, we welcome a critical exchange about this.

1 Towards a Philosophy of Technoscience

Whether the distinction between science and technoscience needs to be taken seriously is an open question for philosophers. For many it coincides with the familiar difference between pure and applied science. Others object to the notion of “technoscience” because there has always been a close interaction between science and technology, between representing and intervening (Hacking 1983). If technical intervention amounts to a necessary condition of all knowledge production in modern science, so they maintain, it cannot serve to distinguish scientific and technoscientific knowledge production (e.g. Boon and Knuuttila 2011). This objection misses the point, however, if experimental practice and technological tinkering are considered only so as to add the necessary detail to a standard picture of science according to which science aims for truth or empirical adequacy. If instruments and experimental practice are considered solely for the purpose of understanding how theoretical knowledge is produced and validated, science is still distinct from technology, let alone engineering. Here, then, the interplay of representing and intervening underwrites a familiar conception of science and does not capture “technoscience.” The latter notion suggests that science is not distinct from engineering, that the knowledge produced is at the same time theoretical and technical.

We begin by reviewing some of the more principled arguments for a distinction between science and technoscience, allowing that the proof of the pudding will lie in the eating, that is, in the philosophical work that can be done with the help of this distinction—for example, regarding the ontology of research objects. “Technoscience” is not the missing ingredient to a more rounded image of science, it is not a disciplinary label that picks out a subset of the sciences, nor is it science contaminated by extraneous intentions, interests, or application pressures. But what is it then?

If “technoscience” is not descriptive of a particular subset of the sciences, there can be scientific and technoscientific accounts of the very same research practices, and these accounts can inform each other in productive ways. Instead of being classificatory, then, the terms “science” and “technoscience” designate guiding ideals or research orientations that shape practice in different ways even within the same fields of research (Bensaude-Vincent 2009; Nordmann 2011). Explicitly and implicitly, philosophers of science have been articulating what “science” is and how it orients research to a variety of epistemic ideals. We might therefore begin by briefly reconstructing the much shorter history of “technoscience” and how it orients research to technical ideals.

Gilbert Hottois coined the term in 1984 and used it to refer to science that is done in a technological setting or *milieu* and that is technology-driven (Hottois 1984). Accordingly, the term technoscience has some affinity to techno-music where the sounds cannot be separated from the technological context in which they are produced—as opposed to the musical score of a classical piece. Along these lines, Bruno Latour employed the term “technoscience” initially as shorthand for and fusion of “science-and-technology,” that is, as a technology/science hybrid where the two cannot be separated out from one another in terms of basic and applied research (Latour 1987). According to these definitions, “technoscience” is an alternative to “science and technology” with its assumption that science and technology are distinct but interacting spheres. Instead of discussing in detail how the term has been used by Gilbert Hottois, Bruno Latour, Donna Haraway, Katherine

Hayles, Don Ihde, Isabelle Stengers, Raphael Sassower, and many others,² we need to develop further just what is implied by the “scientific” idea that science and technology are separate but interacting spheres—and what is implied by the “technoscientific” surrender of this claim.

The very term “technoscience” exposes that the distinction between science and technology is not at all self-evident. Indeed, when one looks through a telescope, prepares a sample, controls for artifacts, produces an effect, or sets up a field experiment, it requires considerable care to distinguish science and technology. Accordingly, when philosophers and scientists separate out these spheres, this involves further divisions such as those between nature and artifice, between the representation of a given world and intervention into the lifeworld, between nature and culture, between pure theoretical knowledge and the practical control of complex situations. The conceptual work of separating out these interrelated domains has been called a work of purification because it yields the ideas of pure science and pure theory and also yields a notion of nature as something prior to and independent of culture. The view of “science” as a primarily intellectual enterprise of gaining understanding of an already given world has resulted from this remarkably successful work of purification. Inversely, we might define that we encounter technoscience when this work of purification is abandoned because it proves impossible or unnecessary. While this is not the only way of defining science and technoscience, and perhaps not even the best way of doing so, these are the definitions we adopt for the purpose of this programmatic paper: Both science and technoscience involve an interplay of representing and intervening. Science is defined by its orientation to the epistemic ideal of purification, that is, of separating out as clearly as possible what the scientists contribute and what belongs to a given world or mind-independent reality: scientists contribute concepts and theories and measurement-techniques and experimental interventions but presumably all these serve to register something that exists or a “natural” response to an experimental stimulus.³ Technoscience is defined by its neglect or abandonment of this work of purification. It does not pursue it either because it appears to be impossible and a futile exercise from the get-go, or because it is taken to be unnecessary if not nonsensical. Since this definition of technoscience is only negative, in order to mark the contrast to science, it requires further elaboration.

According to the first half of this definition of technoscience the work of purification can appear to be impossible—in light of certain conditions, even the attempt of doing so is doomed from the start. Technoscience is therefore a kind of research where theoretical representation and technical intervention cannot be held apart even in thought. In the case of laboratory experiments this means that it may not only always be possible to distinguish for an observed effect the contribution by the researchers with their instrumental apparatus from the contribution of nature. Even though experimental design often serves to ensure that this distinction can be made, it becomes extremely difficult, if not impossible, when the observed phenomena and effects appear to be engineered—for example, when one studies the “natural” behavior of genetically engineered organisms. This difficulty might

² Hottois (1984) and (2002); Latour (1987); Haraway (1997); Hayles (2004); Ihde and Selinger (2003); Sassower (1995); Stengers (2010).

³ This definition does not make any assumptions as to whether this work of purification ever succeeds, nor does it commit science or philosophy of science to a realist metaphysics. Indeed, the differences and debates between various brands of realism, conventionalism, instrumentalism, constructivism arise within the scientific enterprise—they result from the question what the work of purification can achieve, and how the “signs of the real” should be interpreted.

serve as a criterion to distinguish technoscience from science and, significantly, it arises on the side of the research objects.

According to the second half of the definition, we encounter technoscience when the work of purification is considered irrelevant and unnecessary. Along these lines Peter Galison proposed the notion of “ontological indifference” (Galison 2006, see also Daston and Galison 2007, 393, 414): For technoscientific research it makes no sense to artificially separate out theory and reality, mind and world and only then to relate them to one another. For instance, when biomedical research produces a pharmaceutical therapy, there is no interest or there is no reason to separate the respective contributions by technology and by nature to the efficacy of the therapy. In contexts like these, one wouldn’t expect the phenomenon of interest to be anything but the confluence of natural processes and human art.

Thus, only as long as the purpose of research is to determine scientifically what is and or isn’t really the case, it is crucial to know what is the case independently of what humans think and do—caught up in this question, realists, positivists, conventionalists, or constructivists interpret the work of science as aiming to represent a relatively mind-independent reality. But when the purpose of research is to technoscientifically acquire and demonstrate a capability of control, to make and build something, or to show what can be done, it is clear from the start that all of this depends not only on what the world is really like but also on what humans think and do. Here it is therefore quite unnecessary to juxtapose natural agency and human intervention.⁴ (For those who are looking for the Higgs Boson, the claims of realism or constructivism make a big difference; for those who make carbon nanotubes grow or who get molecules to function like machines and motors, there is no question here.) While this holds for the engineering sciences, it is characteristic more generally for “an engineering way of being in science” or for “research in a design mode” (Galison 2006, Ann Johnson in conversation, Nordmann 2010b). These designations might therefore serve as equivalents to “technoscience.”

Associated with this definition of the technosciences as essentially impure is another general feature that has caught the attention of sociologists and policy-makers in particular. The technosciences cannot retreat into a protected disciplinary sphere of facts as distinct from social values. This is often put in terms of a “new social contract between science and society” or the general statement that the boundaries between science and society have become porous. Indeed, one might say that the shortage of philosophical characterizations of technoscience is more than compensated by an abundance of sociological accounts that contrast mode-1 and mode-2 research, normal and post-normal science, public and commercialized or entrepreneurial science, academic and post-academic science.⁵ While these various sociological accounts often operate with rather superficial distinctions between different modes of research, they complement the juxtaposition of science and technoscience in one respect. All these accounts show how research practices and their objects are determined by scientific, technical, as well as societal factors. The work of purification therefore fails not only in respect to the distinction of representation and intervention but

⁴ An anonymous reviewer suggested a way of refining the question here that might be especially fruitful for a project dedicated to the ontology of research objects: The question of realism versus positivism or constructivism arises in respect to the problem of reality (*Realität*) as an object of representation. In contrast, research that engages the agency or efficacy of things that function outside the laboratory is interested in actuality (*Wirklichkeit*). However, some theories of reality assume that what is actually and efficaciously the case affords the only “signs of the real” that serve as the evidentiary basis for representations of reality.

⁵ See Gibbons et al. (1994); Nowotny et al. (2001); (2000). For an overview and discussions see Nordmann et al. (2011).

also in respect to fact and value, in respect on the one hand to the description and control of the phenomena, on the other hand their significance or (promise of) utility.

In summary then, these are the ways in which “science” and “technoscience” serve as guiding ideals or research orientations that shape practice in different ways even within the same fields of research.

The ideal of “science” orients the many special sciences towards the acquisition of a kind of knowledge that takes the propositional form of theories or hypotheses, of models, explanations, or representations. From the point of view of philosophy of science, at least, the main problem for all the various sciences is the relation of theory and reality: How can one ascertain the agreement between scientific representations and the way things really are in mind-independent reality? Arguably, this problem and its many variants are a common denominator of the scientific enterprise and they involve an ontological presupposition. Since the scientific representations in question typically assume the form of propositions, the world is typically taken to be composed of facts and not of things—and a fact is “that something is the case,” “that a thing is so and so,” “that this has been observed or measured” etc.⁶ Accordingly, the bridging between theory and reality consists in some arranging of propositions that state facts—be it syntactically and along the lines of deductivism or be it by establishing a local fit between model and phenomenon (e.g. de Jong and Betti 2010). The disciplinary organization of the sciences directs attention to problems, anomalies and knowledge gaps in the theoretical description of features of the world.

The technoscientific ideal orients the many special technosciences towards the acquisition of a kind of knowledge that consists in demonstrable capabilities to control phenomena. These include capabilities of visualization, measurement, (simulation)-modeling, intervention and manipulation, along with more specific capabilities such as the isolation of gene sequences, the controlled growth of carbon nanotubes, the synthesis of new compounds, or the *in vivo* observation of a cellular process. In this context, experimental interventions are not designed to strategically answer a disciplinary question but to elicit surprising, and potentially useful behaviors or properties. These experiments uncover the resourcefulness, plasticity and potential for surprise that reside in the objects of research. The plasticity of technoscientific objects suggests a different ontology. The objects of technoscience are things or processes and their power to surprise, to perform, or to be functionalized. They are defined by what they can do, and how they might prove valuable. This, to be sure, is only a first approximation to the ontological difference between scientific and technoscientific objects. If the proof of the pudding lies in the eating, one way of establishing the philosophical fruitfulness of the notion of “technoscience” consists in showing that it affords more precise and differentiated analyses also of the ontology of research objects.

2 Complementary Perspectives

This proposal is an invitation to philosophers of science to take seriously the notion of “technoscience” in order to bring to light a range of questions that have been neglected so

⁶ Ludwig Wittgenstein, in particular, articulated this ontology: “The world is the totality of facts, not of things.”—“It is essential to a thing that it can be a constituent part of an atomic fact.”—“Objects I can only *name*. Signs represent them. I can only speak *of* them. I cannot *assert them*. A proposition can only say *how* a thing is, not *what* it is” (Wittgenstein 1958, 1.1, 2.011, 3.221).

far even in the context of the philosophy of experiment, of modeling, of scientific practice. We suggest that the perspective of “technoscience” can stimulate debate not only about the ontology of research objects, but also about the role of theory in different contexts of research, about different styles of scientific reasoning, about different understandings of technology, about modeling and explanation, or about the role of conservation laws in research practice (Bensaude-Vincent 2009; Loeve 2010; Nordmann 2010a, Schwarz and Nordmann 2010).

If one does not give priority to science or to technoscience but views them as complementary, one should expect that both notions intermingle in the attitudes, intentions, programs and projects of researchers and research institutions—that is, on the side of the subjects of research. And one should also expect that the difference becomes more explicit when research results are presented in particular settings and when the objects of research are exhibited for the specific interest they hold. The difference between science and technoscience becomes clear, for example, when an experiment is presented as scientific evidence which confirms or disconfirms a hypothesis (“science”), and when organic molecules are presented for their capacity to serve individually as electric wires that carry surprisingly large currents (“technoscience”). It is with this focus on specific material articulations rather than the intentions, institutions, economic settings, or goals of research that we set apart our philosophical project from sociological or deconstructivist approaches.

Whereas the ideal of “science” results from a more or less successful work of purification that can always be deconstructed by historians and social theorists of science, Bruno Latour, Donna Haraway, or Andrew Pickering consider “technoscience” as the true expression of the real, impure, mixed practices of science. By identifying technoscience with the original and authentic character of science which has been obscured by the commitment to purity and detached representation, they tell a story that inadvertently takes a Hegelian turn. According to this story, eighteenth to twentieth century theoretical “science” obscured its Baconian origins and impure practices; it finally came to know itself in the age of nuclear weapons and space exploration, of computer science and biotechnological research. Only now, science came to understand and fully realize itself as technoscience.⁷

While we agree that, for example, contemporary nano- and biotechnological research draws attention to the technoscientific character of scientific research practice in general, we do not maintain that all of science can be exposed as technoscience, or that the work of purification is a futile and meaningless pursuit. Instead, we view as complementary the scientific and technoscientific orientations of research and the corresponding perspectives on the research practices. To acknowledge this complementarity is to acknowledge the real efficacy and historical significance of both perspectives. One perspective places research in the context of progressive theory development with its concern for representational correctness, the other perspective foregrounds the extension of capabilities of control for human ends. “Science” foregrounds and brings to light a primarily intellectual activity that draws on technology for purposes of validation, whereas “technoscience” foregrounds and brings to light an artisan or design activity that draws on skills, materials, practical and theoretical knowledge to shape and reshape features of the world.⁸ Accordingly, both

⁷ For a critique of this story-line see Rabinow (1997).

⁸ How do the ways of “foregrounding” different aspects of the same research relate to the distinct definitions of science and technoscience? Take the example of “control.” We stated that the sciences aim for true representations, the technosciences for capabilities of control, but we did not use this to define the

perspectives one-sidedly idealize certain aspects of knowledge production, and in this sense, both are “mythical”—science dedicated to the Enlightenment project, technoscience to the transgressive power of innovation. Each of these perspectives on research is most compelling where it describes just those practices that are most explicitly dedicated to their respective mythical ideal. For this reason we aim to explore how idealized notions of science and technoscience can shape scientific practice all the way down to the research objects (Bensaude-Vincent 2009). As the ideals are worked out in the encounter with real objects, the distinction between science and technoscience will become ever more salient.⁹

3 Facts, Objects, and Things

The following, very schematic account begins to further articulate the ontology of scientific and technoscientific research objects. In the case of science, the ontology of objects turns out to be dependent on the ontology of facts.¹⁰ In the case of technoscience, objects are of interest as things.

The mode of existence of scientific objects is circumscribed by their occurrence in states of affairs. Since the existence of a state of affairs is considered a fact, scientific objects are relevant to the extent that there are facts about them. And since it has become a philosophical commonplace that one cannot know things as they are in and of themselves, the way to know objects is to state those facts, that is, how the objects appear in specific contexts of experience by being observed, measured, probed or prompted in specific ways. To know objects by their behaviors, actions and reactions, or responses is tantamount to knowing facts about them, and these facts rather than the objects themselves ground the sciences.

Footnote 8 continued

difference. After all, according to certain pragmatist and empiricist accounts of science, one ascertains the correctness or adequacy of a representation by taking as evidence a resulting capability to control. According to our definition, then, this is the decisive difference: In the case of those pragmatist and empiricist accounts of science control validates propositions and is not knowledge in its own right. In the case of technoscience, however, control is knowledge in its own right and the task for the philosophy of technoscience is to reconstruct the underlying epistemology, notions of validation etc. Having done this for technoscience, we can turn back to look at the sciences and ask whether there, too, is operative “under the surface,” so to speak, that other epistemology according to which the achievement of control is knowledge in its own right, independently of whether it validates a proposition. This is how “foregrounding” works and it leaves quite intact, of course, the notion that the sciences are oriented to the ideal of purification and thus to representations and propositions that are true or false.

⁹ However, it could be argued that such a top-down approach, in which objects embody idealized ontological frameworks, should be complemented by a more bottom-up approach, where one would investigate how research objects may prove able to reconfigure the overall map of knowledge, including the guiding ideals of science and technoscience. This is not only a purely methodological “top-down versus bottom-up” problem but concerns the status of ontology in respect to epistemology. Is the ontology of objects framed by a prior epistemological standpoint, or do the objects constrain the epistemic strategies of science and technoscience? To what extent and how exactly are technoscientific objects plastic to human ends and modalities of access—as opposed to the much emphasized resistance or recalcitrance of scientific objects? Do technoscientific attempts at mastering complexity encounter something like a “plastic stubbornness” of technoscientific objects? Here, different approaches come to mind, such as “existential pluralism” (Souriau 1943), “agential realism” (Barad 1999), or “object oriented metaphysics” (Harman 2005). This problem could also be addressed by reconstructing “biographies of objects” (Daston 2000).

¹⁰ Arguably, the ontology of facts is underpinned by an ontology of data where data are thought to be meaningless unless apprehended in the shape of propositions that organize them as facts.

The various particular sciences and philosophies of the special sciences can be distinguished by the answers they give to the general question of how objects appear in experience and how facts about their behaviors can add up to theoretical knowledge, e.g., knowledge of laws of nature or empirically adequate generalizations. For example, Galileo's or Locke's distinction between primary and secondary qualities served to exclude certain features of objects, namely those that did not yield to quantitative measurement. Similarly, the notion of a dispositional property served to distinguish the vast number of unrealized and unobserved behaviors from manifest behaviors that exhibit regularity and that a science of the real can take into account. What is known about the things are their regular behaviors so that particular things become representative samples of a class of objects. This theoretical knowledge of nature can then be used to design processes or devices that rely upon and exploit this regularity. In all of this, the encounter with the things is constrained by the ontology of facts as building blocks of scientific knowledge.

In many ways, technoscience is "face to face" with the things. It is less interested in what they are or what regular behaviors they are naturally disposed to exhibit, and more interested in what they can become or what they might offer. More immersive methods of modeling, for example, do not provide schematic representations but a substitute reality in which researchers encounter the agency of particular things in the context of particular systems, and in which arguments from the similarity between simulated and real system are admissible. By way of this substitute or duplicate reality—e.g., *in silico* rather than *in vivo*—researchers engage with their objects: They interact with them by physically experiencing the effect of parameter variations on their model, or by learning to see molecules in the manner in which molecules are said to "see" each other. If general statements can be inferred from this engagement they do not owe to natural lawfulness. They are established technically, on a case by case basis, by rendering operations more and more robust as the phenomena move from one laboratory to the next and through the attempts at scaling them up all the way to industrial production. Each of these developments can draw, of course, on given theories and algorithms. The further development of these theories and representational devices is not at issue as long as they can serve as a toolbox for modeling the potential performances of technoscientific objects.

While the representational demands of science constitute and constrain how objects can appear, the technoscientific approach assumes a plasticity of things that is not limited in an *a priori* fashion (Schwarz and Nordmann 2010). Just like embryonic stem cells are coveted for their "totipotent" capability to become any other cell, anything composed of molecules is sometimes imagined as capable of becoming any structure whatsoever, as in a game of lego (Bensaude-Vincent 2009).¹¹ These attributed capacities are unlimited as long as the things do yield novel and promising properties.¹²

In order to further explore this world of boundless possibility, various working hypotheses might be pursued. The following four provide a sampling:

- *Technoscientific objects are value-laden*: Technoscientific objects come into being, not by way of constitution within a categorical or conceptual scheme as apparently value-

¹¹ An extreme illustration of this point was provided by Nobel-laureate Gerd Binnig, one of the inventors of the scanning-tunneling microscope, suggesting that a rock is not a rock but could be anything else (2004, 7).

¹² To be sure, we are not assuming that, in fact, the technosciences can overcome notions of a limited world and discover unlimited resources for endless novelty and surprise. Obviously, such ideas can be criticized as technoscientific hubris. We do claim, however, that the notion of limits (as in conservation laws) are not constitutive for technoscientific research practice, while they may well be necessary preconditions for the representation of the world.

free objects but through a process of valuation (Echeverria 2003). The case of arctic ice or that of blood from the umbilical cord makes this point: These have been objects and perhaps objects of scientific interest before an assignment of value turned them into technoscientific objects, and now they challenge the traditional contrasts of pure and impure, morally neutral and socially invested.

- *Technoscientific objects are performative*: By becoming an object of technoscientific interest, an already familiar object becomes something new or something else. Indeed, its very nature changes in that it is no longer defined by what it is, but by its expected technical performance. Its structure, properties, and structure–property dependencies fade into the background, while potential functionalities acquired through dynamic modeling and re-engineering take center stage. This anticipatory performativity confers a strange temporal status to technoscientific objects that are simultaneously “already there” and “not yet realized.” As such they function as proofs of concept that signify that a process or phenomenon has been demonstrated and at the same time refer to something that does not exist as yet but might come into being.
- *Technoscientific objects are familiar*: When one asks about the nature of objects in the context of scientific research, the answer typically produces a divorce between everyday experience and scientific experience. Accordingly, the search for explanatory structures begins with a distrust of how things appear to the untutored mind. However, the epistemic rupture between science and lay knowledge, emphasized particularly by Gaston Bachelard (1938), does not seem to apply to technoscientific objects. Even where these objects originate in a strange world like the nanocosm, they are represented as mundane objects of human engineering that can be handled in effective ways and that yield a technical performance which can be related to imagined human purposes or alleged societal needs. Even though many technoscientific objects might be unobservable, in fact, they are not therefore “theoretical entities” that provoke debate among realists and instrumentalists, but come into being only to the extent that they are conceived (and visualized) as if they were straightforwardly observable and treated as material building blocks for new technologies.
- *Technoscientific objects have unrestricted materiality*: Only some features of scientific objects are relevant for the pursuit of certain questions. The most famous example of this is the distinction between primary and secondary qualities: If one investigates an object in order to understand its laws of motion, the color of the object will be neglected. For technoscientific objects there are no antecedent constraints regarding the material features that will be relevant for their exploration and understanding. It is up to explorative experimentation to discover which physical features of a thing might alter its behavior under certain conditions.

4 Carbon, OncoMouse, and the STM: Three Examples

General considerations of science and technoscience, and of the difference between their objects of research, call for a more sustained consideration of particular examples. Indeed, these programmatic remarks intend just that—to interest historically minded philosophers and philosophically minded historians or STS scholars to contribute to a collection of studies of technoscientific objects. Here, there is only space to offer a few reminders of objects that have received attention in recent years for the ontological questions they raise.

The first of these objects is especially significant for the fact that in the course of its long history it has appeared in different research contexts, allowing us to see that it is not the

same object in these various contexts. To be sure, this is true of a great number of objects, most prominently perhaps the gene which began its scientific career as a hypothetical entity introduced for explanatory purposes and which is now a technoscientific design tool. What makes *carbon* an even more striking example is that it is such an ordinary and familiar object. In the nineteenth century, carbon was identified as a chemical element. In the periodic system set up by Mendeleev in 1869, it appears as a “typical element,” the head of a column which exemplifies the properties of its “family.” Although charcoal was the main pillar of the industrial revolution, Mendeleev was not concerned with the properties of charcoal. Rather he considered the element carbon, the basic substance that exists in all known allotropic forms of carbon, namely diamond, charcoal and graphite. Mendeleev drew a clear distinction between the abstract notion of elements and the concrete stuff of simple substances. Elements cannot be isolated while simple substances come into existence at the end of a process of analysis and purification. As an element carbon is a “separate homogeneous substance, the material but invisible part of compounds” (Mendeleev 1952, 439). It is a material entity notably with no essential physical features, as illustrated by its protean role in the chemistry of life. It is characterized by its atomic weight, a property derived from theoretical views about atoms and molecules and with experimental data on the various compounds formed by carbon. It was precisely this abstract distinction between elements and simple substance that provided a clue for Mendeleev’s discovery of the periodicity of the chemical properties of elements. Without this abstract notion, Mendeleev could never have predicted the existence of new elements, before they could be isolated as simple substances—a phenomenological notion of simple substance would not allow predictions of unknown elements.

Mendeleev’s emphasis on the centrality of elements was maintained and even reinforced in the early twentieth century with the discovery of isotopes. The periodic system served as the chart of chemistry, the inscription of the basic building blocks that are used by nature and simultaneously the revelation of a unique and general law governing the irreducible diversity of chemical phenomena. Elements such as carbon were significant objects of investigation when chemists were concerned with establishing order in the jungle of individual substances. And thus, although the development of quantum theory shifted the attention of chemists from the macroscopic properties of chemical substances to the inner structure of their atoms, the notion of elements remained fundamental for chemists. When the term ‘isotope’ was forged, this reaffirmed the pertinence of the concept of the element as a distinct chemical entity, albeit now defined in relation to the sub-atomic particles that are the constituents of matter.

From a technoscientific perspective the periodic system is seen as a kind of well-organized toolbox. And over the past decades of the twentieth century, carbon has been the focus of intensive research as a resource for the construction of potential tools for specific applications such as high-modulus reinforcing fibers or semi-conductors. The attention has shifted from the element carbon to the variety of its allotropes and novel manifestations: fullerenes, nanotubes, graphene. The various architectures of carbon molecules have been systematically explored as potential materials for performing specific tasks. What used to be one of the fundamental elements of the material universe became a mine of materials, a vehicle of functional properties that could be useful for technological applications. The old familiar chemical element carbon now exists at the intersection of specific natural dispositions and social, economic, military, environmental concerns.

New instrumental techniques such as electron microscopy and scanning tunneling microscopy reconfigured not only the identity of carbon, but its potential at the level of individual molecules. Significantly, the carbon-60 fullerene structures that were discovered

in the 1980s were not scrutinized as exotic laboratory curiosities that would shed light on the structural properties of carbon. In a short time, these buckyballs favored the rediscovery of the long-forgotten nanotubes. These rapidly became the starting point of a race for designing single-wall and multiple-wall carbon nanotubes for electronic or medical technologies. Starting in 2004, graphene—a structural component of graphite—became a major focus of research. This isolated plane of carbon atoms is a thermodynamically unstable sheet of graphite. For this reason, it was not expected to exist in isolation from graphite and the individual plane of carbon atoms existed only as an ‘academic material’. Nevertheless, once artificially isolated, it revealed to be perfectly stable. After the Nobel prize awarded in 2010 to Andrei Geim and Konstantin Novoselov “for groundbreaking experiments regarding the two-dimensional material grapheme,” the three novel forms of carbon were brought together in a single narrative—the story of the carbon sheet “unfolding itself” to visibility at increasing dimensionalities: Fullerenes (zero dimension) were first studied with mass spectroscopy and calculations, nanotubes (one dimension) were discovered with electron microscopy, and finally, graphene (two dimensions) can be observed with visible light microscopy.

Graphene is neither an elementary building block nor a bulk material. It is but a pure surface, a surface without bulk, a surface in itself. As a surface, it combines plasticity, sensitivity and reactivity, as a single layer of carbon atoms it promises regularity of structure and control—every atom matters but the atoms are reasonably well behaved. As a pure surface again, it has a unique electronic structure: an anomalous quantum-Hall effect and a zero-gap band structure; its electrons are massless and behave like relativistic particles describable by the Dirac equation (and not by the Schrödinger equation). Graphene thus also furnishes a “pocket playground” to model relativistic quantum mechanics. Moreover, graphene is both a nanoscale and a macroscopic object: It is part of the nanoworld, and part of our world, and can be engineered at both scales. It is therefore considered a promising substitute for silicon in information technology—while there are speculations about silicon-based lifeforms.

All this suggests that carbon is an attractive object to scientists and technoscientists alike. What makes it attractive, however, is different at different times and in different contexts. As a pure element it holds a key to the constitution of matter and of life—it is an elusive building block behind the appearances. And as a carrier of functional properties it holds the promise of material proliferation and of technologies to be—its protean character epitomizes the plasticity of nature, that is, its malleability to human ends.

In contrast to inconspicuous carbon, *oncomouse*TM is the posterchild of “hybridity.” Along with other transgenic laboratory animals it has gotten considerable attention as a new kind of research object that transgresses the categories of the natural and the artificial, of living organism and constructed thing, of *physis* and *techne*. Indeed, any investigation of the ontology of technoscientific objects is likely to begin by pronouncing that these objects are hybrids. However, philosophical analysis has to move beyond this finding and should not mistake it for a profound insight. The transgression of received categorical distinctions can only be an effect that accompanies the ontological character of an object. To say that the oncomouse is simultaneously a living organism and a constructed thing is only to conjure an air of paradox and serves to show that it eludes familiar distinctions which do not therefore have to be surrendered (see Schiemann 2005; compare Dupuy 2010). For all its fame, therefore, the oncomouse still deserves close scrutiny. Only some of its features shall be mentioned here.

The oncomouse is usually considered a “model” but what kind of model is it, and if it is a model, what does this tell us about modeling? Several overlapping distinctions have been proposed—that between animal model and model animal, between being a model *of* and a

model *for*, between serving as representation of a denoted reality and allowing immersion in a substitute reality (see, e.g., Keller 2000; Gzil 2007, Nordmann 2006). All these distinctions revolve around features of the oncomouse that become salient in different contexts of its design and use. If the mouse is to develop a kind of cancer that also occurs in humans, its design requires a physical correspondence between the human cancer and the mouse cancer, and its designers will therefore be able to account for that correspondence, e.g., by referring to the pertinent genes that are responsible for the expression of the tumor. For the biomedical researchers who study cellular processes and seek ways to suppress tumor development, these questions of correspondence drop out of the picture entirely. Instead, they may well spend their entire career studying the oncomouse, seeking a way to treat cancer in a creature that has been engineered to have that cancer. For these researchers, the oncomouse cancer is not a *model of* human cancer, just as little as the oncomouse is a model of a human being. For them, the oncomouse is a *model for* biochemical tinkering, that is, a substitute reality that exhibits certain behaviors which are subject to practical influence—a reality, therefore, to engage with in a sustained, intimate, immersive manner. And yet, this immersive engagement with the material reality of the oncomouse is thought to promote the discovery of therapies for human cancer. What is done for the treatment of the oncomouse is simultaneously for the treatment of the human cancer—not because the genetic structure of the mouse cancer somehow depicts the genetic structure of the human cancer, but on the assumption that the mouse cancer *is* the human cancer and vice versa: The oncomouse participates in the reality of the human cancer patient. And this may be an important ontological feature of the oncomouse: It is what it is in terms of its physiology and material reality, and beyond that it is also the bearer of a disease process by virtue of the participation, jointly, of mouse and human in a shared reality. The oncomouse as model animal is thus set off from representational models and at the same time moved into the vicinity of computer simulations, experimental systems, and even of the magical thinking that can also be found in voodoo practices.¹³

All this is further complicated or perhaps amplified by the fact that at least in the case of the oncomouse, this notion of participation cannot be reduced to instantiation: The cancer of the oncomouse is not an instance of human cancer. This becomes evident when one considers the following difference: A human being may have a natural disposition to develop cancer, but the cancer in the mouse is an engineered affordance. The notion of dispositional property to respond to a stimulus-condition supports the work of purification: The external, perhaps technical or environmental stimulus is distinct from the natural or automatic response to that stimulus. In a classical scientific experiment, for instance, the scientists or experimenters actively construct the instrumental set-up and provide a stimulus condition, and then they step back to become mere passive observers of the way in which the system naturally responds to the stimulus. Similarly, if a human being has a disposition to develop cancer, any number of processes or events might serve as stimuli,

¹³ It might appear far-fetched to speak of “magical thinking” in respect to technoscientific research practice. But the far-fetched comparison makes a point about inferences from the similarity of two physical systems, e.g., from the similarity of cancer in the oncomouse and a human, or from the similarity of a dynamic behavior *in silico* and *in vivo* (of a simulation model in a computer and of a physical process in an experimental system). Precisely because these similarities are constructed with the help of research technologies, one can take them as indicative of a shared reality that makes these systems similar. (Compare to this the skeptical rejection of inferences from similarity in modern theories of knowledge: similarity judgments are thought to be reducible to statements of the form “identical in specific respects, different in other respects” and not to signify anything *sui generis*—see Goodman 1972 in contrast to Foucault 1973, esp. 17–25).

but once this likely or unlikely event has occurred, it is thought to be in the nature of that human being to develop the cancer. The oncomouse does not instantiate this dynamic. It does not require a stimulus to develop cancer but does so simply through its existence or by its very nature where that nature, however, is specifically designed to suit human research purposes. When a thing delivers an effect, performance, or service to its user, one speaks of an affordance.¹⁴ Affordances resist the work of purification: It is in the “nature” of the oncomouse to afford a cancerous tumor just as it is in the “nature” of a bicycle to afford a kind of transport.¹⁵

Once the oncomouse is seen as a material system in its own right that participates in the reality of other things, and once this relation is understood as an engineered affordance rather than a mere instantiation of a natural process, one sees how the oncomouse is heavily invested with human values and purposes. This is, indeed, how the oncomouse was popularized by Donna Haraway (1997). Indeed, Haraway suggests that the oncomouse is perhaps not an object of research at all but a subject: The mouse performs a sacrifice for human beings; it was dispatched by us into the war against cancer, and now it acts on our behalf and dies for us in this war. If objectivity consists in gaining a proper distance, the subjectivity of the oncomouse and its investment with human value and purpose presents a challenge to the philosophy of technoscience. If it cannot be secured through intersubjective agreement on detached representations, it must originate in its material character and the technical robustness of its performance.

Our third example of a technoscientific object is most readily recognizable as such and may prove to be a source or warrant of objectivity. The *scanning tunneling microscope* (STM) is the research technology that is said to enable nanotechnology and is to this date probably the most effective and transformative nanotechnology, if only because it contributed to the transformation of research practice. The STM brings about a new instrumental concept in microscopy: near-field probing. It consists of approaching the object as closely as possible in order to pick-up the information at the surface of the sample. As one of the pioneers of probe microscopy relates, “traditional scientists shunned this method because its intimacy was seen as a violation of objectivity and distance, a gospel of nineteenth-century science and epistemology” (Gimzewski 2008, 260). The very functioning of the STM itself induces a ‘collapse of distance’ (Nordmann 2006).

Despite its name, the scanning tunneling microscope is an apparatus of manipulation as much as of observation—not only in the sense in which observation always requires some intervention, but more straightforwardly in the sense that it can be used to construct the structure that it then subjects to observation. The STM is both a tool and an instrument, or best: it is an interesting instrument *because* it is a tool (it individualizes some atomic features of the sample by establishing a short-circuit between them and the atoms of the tip). And conversely, it is an interesting tool *because* it is an instrument (it enables

¹⁴ “In many cases the outcome of activating a disposition does not depend on any particular human situation, interest, or construction. However, in some cases the phenomenon has a specifically human aspect. Compare the generic outcome that ice of a certain thickness can bear a certain weight per unit area, expressed in a generic disposition, with the claim that ice of that thickness affords walking for a person. Generalizing the notion of an affordance we can say that an apparatus/world complex can afford *things*. For instance, wheat, yeast, and a stove can afford loaves of bread. A lathe can afford chair legs, and a discharge tube can afford gamma rays. [...] The phenomena that are produced in an [apparatus/world complex] are the manifestations of affordances. These are dispositions that bring together two sets of causal powers that cannot be disentangled. There are the powers of the material stuff organized as an apparatus and the powers of the world realized in the phenomena.” (Rom Harré 2003, 37f.).

¹⁵ Here the concept of “nature” follows an Aristotelian conception whereby every thing has its own nature and no longer refers to a homogeneous space of lawful regularities.

collecting data of our intervention in the nanoworld under the form of “manipulation signals”). Finally, it brings together the sensory modalities of touch, hearing, and sight.¹⁶

Ian Hacking’s question whether we see through (or with) a microscope served to determine the standing of the instrument as an object entrenched in observational practices, especially by being calibrated to other observational tools (Hacking 1981).¹⁷ This entrenchment provides individual observers with a warrant regarding the trustworthiness of their more or less inferential visualizations.

But what if we ask whether we see through a scanning tunneling microscope? For answering this question, another interesting feature of scanning probe microscopy becomes significant, namely its twofold calibration or immediacy. First of all, experimenting with the STM is always seeking immediacy: Probing in the near-field means going *where the object is* and recording the very immediate and local interaction of the object with the instrument’s tip. For the purpose of ‘explanation’ the ectoplasm-like images and the manipulation signals that constitute the rough data are then compared with those produced by a simulation of the whole experimental setup. These simulations use models that are calibrated to make theories fit with the experiment. They do not test theories. Rather, they simulate the interpretation of theories in a back-and-forth process with the experiment, until the two present a sufficiently satisfactory likeness.¹⁸ And secondly, once this interpretation is done, it is rendered user-friendly by producing a visual kind of immediacy: The rough image is reprocessed numerically with the kind of topographic software that is used in geography, simulation modelling and video gaming—this software is best suited for the representation of what goes on at the surface of a body. Atoms, molecules and surfaces are thus depicted as familiar objects with colours, shadows, foreground and background. Aside from providing the pleasure of experiencing a very familiar-looking space that stands ready to be colonised by nanotechnology, it stacks the deck in favour of inferences from the likeness of STM-images and the visualisations of computer simulations.

Tellingly, this twofold immediacy makes the STM conceptually even more complicated but perceptually even simpler than electron microscopy. In a recent interview, one of the inventors of the STM notes as the most striking feature of nanotechnology that for a new generation of scientists ‘playing with atoms’ has become perfectly straightforward (Binnig 2009)—because perceptual ease and ease of manipulation makes one forget the conceptually complicated inferential structure.

If one reconsiders the history of ‘seeing with microscopes’ one might say that much of it was concerned with realism or truth: Straightforward seeing is associated with seeing how things are, whereas a highly theory-laden and inferential mode of perception suggests that what we see is a construct of sorts.¹⁹ The reliability of a way of seeing—with the electron microscope, for example—was judged in comparison to apparently straightforward cases of immediate perception. Calibration, for example, provides a warrant to the effect that one can trust the microscope as much as one normally trusts one’s naked eyes. In contrast, the

¹⁶ See Mody and Lynch (2010); Hennig (2006) and (2011); Soentgen (2006); Baird and Shew (2004); Shinn (2008).

¹⁷ This and the next paragraph have been adapted from Nordmann 2010a.

¹⁸ This first production of immediacy can be said to be ‘analogic’ in two senses: it is based on the STM’s operation as an analogue to sensing, and it takes recourse to analogies between the experiment and the model.

¹⁹ To be sure, more sustained reflections of microscopy indicate that the question about realism and truth is based on a misleading dichotomy. For much instrument-aided observation one can say that it does not provide straightforward access to something given, but that it is not therefore an inferential construction of something invented.

reliability of observations with the STM does not depend on representational features but on the technical robustness and performance of the system. Seeing with the STM cannot be likened to a human observer who confronts an outside reality and wonders whether a mental image provides a truthful representation—owing to the fact that the STM is an instrument of intervention as well as observation, a tool and an instrument, and due to its twofold calibration. Instead, the STM is coordinated with a multitude of other instruments and procedures and is judged by the way it agrees with and improves upon a whole system of observational and experimental techniques. Firmly entrenched in a variety of contexts and practices, the STM is not a method of seeing atoms on surfaces but an apparatus/world complex that affords perceptual and manipulative access to atoms and molecules on surfaces.²⁰

5 Outlook

More questions, hypotheses, and examples could be offered at this point. But the proof of the pudding is not in the quantity of suggestive considerations. It consists in sustained analyses of particular research practices and their objects. We began by referring to Moritz Schlick, William Whewell, or Ludwig Wittgenstein to articulate an ontology of scientific facts which views the things from a representational distance and considers objects only as they occur in states of affairs. In this context, we also included accounts of dispositional properties and did not thereby exhaust the scope of philosophical reflection on the ontology of scientific objects. As our research-project unfolds, Ludwik Fleck, Norwood Russell Hanson, and Thomas Kuhn would need to be considered, Quine's famous dictum that "to be is to be the value of a variable," (Quine 1980), Wilfried Sellars, Gilbert Ryle, Donald Davidson, and Nelson Goodman, but also Nancy Cartwright and Ian Hacking, and all who consider the ontological difficulties introduced by quantum physics or string theory (compare Balashov 2010). Our analysis of scientific objects should thus be informed by the rich tradition of what has come to be known as analytic philosophy, but it might also take its inspiration from Emile Meyerson, Gaston Bachelard, or Alfred North Whitehead.

The analysis of technoscientific objects need not begin empty-handed, either. For it, too, we hope to draw on a variety of philosophical traditions. In order to gain perspective on the many faultlines like the one between facts and things, it might be useful to go back to Aristotle, Leibniz, Locke or Husserl. Francis Bacon has been rediscovered as a major philosopher of science and technoscience, and we can consider his conception of the objects of research. The same can be said for philosophers of nature and of technology like Henri Bergson or Gilbert Simondon, Martin Heidegger or, perhaps, John Dewey. Also, some of the authors who elucidate the ontology of scientific research objects contribute to an investigation of technoscience—Ludwik Fleck and Alfred North Whitehead come to mind. Finally, the Science Studies literature of the last several decades offers many insights that can inform philosophical analysis (e.g., Mol 1999; Latour 1987, 1999, 2004; Stengers 2010; Verbeek 2000, 2005; Rabinow 1997).

We started with a quote from Moritz Schlick that expressed the scientific demand to recognize the nature and not the value of things and therefore to keep our distance from

²⁰ Compare Rom Harré's account of the difference between instruments that function like probes (the thermometer, the light microscope) and a complex of apparatus and world that makes a phenomenon available for research and development, for observation and intervention. As we saw above, he says of the latter complexes that they afford a thing or an activity (Harré 2003).

them. If only to underscore that one cannot engage in a philosophy of technoscience without bringing in philosophers who have been marginalized, if not excluded by the philosophy of science, we conclude with a quote from John Dewey's *Experience and Nature* (1971). In contrast to Schlick, it formulates the need to be engaged in order to realize the value of things through technoscientific research. Seeking to elucidate the "instrumental nature of the objects of scientific knowing" (xvii), Dewey mocks the tendency of philosophers first to oppose subject and object, mind and matter and then to ask "how the acts of mind can reach out and lay hold of objects defined in antithesis of them" (p. 12). Received conceptions of science highlight theoretical security and certainty, whereas a conception of things in the context of human practice will foreground the practical task of finding what is recurrent and stable (xv)—rather than juxtapose nature and culture, it accounts for the experience of things as shaped by custom, tradition, expectation, language, and as a matter of human interest:

The office of physical science is to discover those properties and relations of things in virtue of which they are capable of being used as instrumentalities; physical science lays claim not to disclose the inner nature of things but only those connections of things with one another that determine outcomes and hence can be used as means. The intrinsic nature of events is revealed in experience as the immediately felt quality of things (xvi).

References

- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique: contribution à une psychanalyse de la connaissance objective*. Paris: J. Vrin.
- Baird, D., & Shew, A. (2004). Probing the history of scanning tunneling microscopy. In D. Baird, A. Nordmann, & J. Schummer (Eds.), *Discovering the nanoscale* (pp. 145–156). Amsterdam: IOS Press.
- Balashov, J. (2010). *Persistence and spacetime*. New York: Oxford University Press.
- Barad, K. (1999). Agential realism: Feminist interventions in understanding scientific practices. In M. Biagioli (Ed.), *The science studies reader*. New York, London: Routledge.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la techoscience. Façonner le monde atome par atome*. Paris: La Découverte.
- Binnig, G. (2004). Preface. In N. Boeing (Ed.), *Alles nano?! Die Technik des 21. Jahrhunderts*. Berlin: Rowohlt.
- Binnig, G. (2009). Interview statement. In: *Expedition Zukunft/Science Express (exhibition catalogue)* (p. 239 and 246). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Boon, M., & Knuuttila, T. (2011). Breaking up with the epochal break: The case of engineering sciences. In A. Nordmann, H. Radder, & G. Schiemann (Eds.), *Science transformed? Debating claims of an epochal break* (pp. 66–79). Pittsburgh: Pittsburgh University Press.
- Carrier, M., & Nordmann, A. (Eds.). (2010). *Science in the context of application. Boston studies in the philosophy of science* (Vol. 274, p. 491). Dordrecht: Springer.
- Chang, Hasok. (2004). *Inventing temperature. Measurement and scientific progress*. New York: Oxford University Press.
- Daston, L. (Ed.). (2000). *Biographies of scientific objects*. Chicago, London: University of Chicago Press.
- Daston, L., & Galison, P. (2007). *Objectivity*. New York: Zone Books.
- de Jong, R., & Betti, A. (2010). The classical model of science: A millennia-old model of scientific rationality. *Synthese*, 174, 185–203.
- Dewey, J. (1971). *Experience and nature*. LaSalle, IL: Open Court.
- Dupuy, J.-P. (2010). The narratology of lay ethics. *Nanoethics*, 4(2), 153–170.
- Echeverría, J. (2003). *La revolución tecnocientífica*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.
- Foucault, M. (1973). *The order of things: An archeology of the human sciences*. New York: Vintage Books.
- Galison, P. (2006). *The pyramid and the ring. Presentation at the conference of the Gesellschaft für Analytische Philosophie (GAP)*, Berlin.

- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge—The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage.
- Gimzewski, J. K. (2008). Nanotechnology: The endgame of materialism. *Leonardo*, 41(3), 259–264.
- Goodman, N. (1972). Seven strictures on similarity. In: *Problems and projects* (pp. 22–32). Indianapolis, Ind.: Bobs-Merrill.
- Gzil, F. (2007). Animal models of Alzheimer's disease and cognitive ageing, *Presentation at the First Conference of the European Philosophy of Science Association, Madrid*, November 14–17.
- Hacking, I. (1981). Do we see through a microscope? *Pacific Philosophical Quarterly*, 62, 305–322.
- Hacking, I. (1983). *Representing and intervening. Introductory topics in the philosophy of natural science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Haraway, D. (1997). *Modest_witness@Second_millennium. FemaleMan©_meets_Onco-mouse™: Feminism and technoscience*. New York: Routledge.
- Harman, G. (2005). *Guerrilla metaphysics. Phenomenology and the carpentry of Things*. Chicago: Open Court.
- Harré, R. (2003). The Materiality of instruments in a metaphysics for experiments. In H. Radder (Ed.), *Philosophy of scientific experimentation* (pp. 19–38). Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Hayles, K. (Ed.). (2004). *Nanoculture: Implications of the new technoscience*. Chicago: University of Chicago Press.
- Hennig, J. (2006). Changes in the design of scanning tunneling microscopic images from 1980 to 1990. In J. Schummer & D. Baird (Eds.), *Nanotechnology challenges: Implications for philosophy, ethics and society* (pp. 143–163). Singapore: World Scientific Publishing.
- Hennig, J. (2011). *Bildpraxis: Visuelle Strategien in der frühen Nanotechnologie*. Bielefeld: Transcript.
- Hotois, G. (1984). *Le signe et la technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*. Paris: Aubier.
- Hotois, G. (2002). *Technoscience et sagesse?* Nantes: Pleins Feux.
- Ihde, D., & Selinger, E. (Eds.). (2003). *Chasing technoscience*. Bloomington, IN: Indiana University Press.
- Keller, E. F. (2000). Models of and models for: Theory and practice in contemporary biology. *Philosophy of Science*, 67(3), 72–86.
- Latour, B. (1987). *Science in action: how to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. (1999). *Pandora's hope*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. (2004). *Politics of nature: How to bring the sciences into democracy*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Loeve, S. (2010). About a definition of nano: how to articulate nano and technology? *HYLE—International Journal for Philosophy of Chemistry*, 16(1), 3–18.
- Mendeleev, D. (1952). The relation between the properties of the atomic weight of the elements. In H. M. Leicester & H. S. Klickstein (Eds.), *Sourcebook in Chemistry 1400–1900* (p. 439). New York: Dover.
- Mody, Cyrus. C. M., & Lynch, M. (2010). Test objects and other epistemic things: A history of a nanoscale object. *British Society for the History of Science*, 43(3), 423–458.
- Mol, A. (1999). Ontological politics: A word and some questions. In J. Law & J. Hassard (Eds.), *Actor-network theory and after* (pp. 74–89). Oxford: Blackwell.
- Nordmann, A. (2006). Collapse of distance: Epistemic strategies of science and technoscience. *Danish Yearbook of Philosophy*, 41, 7–34.
- Nordmann, A. (2010a). Philosophy of technoscience in the regime of vigilance. In G. Hodge, D. Bowman, & A. Maynard (Eds.), *International handbook of regulating nanotechnologies* (pp. 25–45). Cheltenham: Edward Elgar.
- Nordmann, A. (2010b). Science in the context of technology. In M. Carrier & A. Nordmann (Eds.), *Science in the context of application. Boston studies in the philosophy of science* (Vol. 274, pp. 467–482). Dordrecht: Springer.
- Nordmann, A. (2011). The age of technoscience. In A. Nordmann, H. Radder, & G. Schieman (Eds.), *Science transformed? Debating claims of an epochal break* (pp. 19–30). Pittsburgh: Pittsburgh University Press.
- Nordmann, A., Radder, H., & Schieman, G. (Eds.). (2011). *Science transformed? Debating claims of an epochal break*. Pittsburgh: Pittsburgh University Press.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2001). *Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty*. USA: Blackwell.
- Quine, W. V. O. (1980). *From a logical point of view: Nine logico-philosophical essays*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Rabinow, P. (1997). *Essays on the anthropology of reason*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Sassower, R. (1995). *Cultural collisions: Postmodern technoscience*. New York: Routledge.
- Schiemann, G. (2005). *Natur, Technik, Geist. Kontexte der Natur nach Aristoteles und Descartes in lebensweltlicher und subjektiver Erfahrung*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Schlick, M. (2009). *Allgemeine erkenntnislehre*. Wien: Springer.
- Schwarz, A., & Nordmann, A. (2010). The political economy of technoscience. In M. Carrier & A. Nordmann (Eds.), *Science in the context of application. Boston studies in the philosophy of science* (Vol. 274, pp. 317–336). Dordrecht: Springer.
- Shinn, T. (2008). *Research-technology and cultural change. Instrumentation, genericity, transversality*. Oxford: The Bardwell Press.
- Soentgen, J. (2006). Atome sehen, Atome hören. In A. Nordmann, J. Schummer, & A. Schwarz (Eds.), *Nanotechnologien im Kontext. Philosophische, ethische und gesellschaftliche Perspektiven* (pp. 97–113). Berlin: Akademische Verlagsgesellschaft.
- Souriau, E. (1943). *Les différents modes d'existence*. Paris: Presses Universitaires de France 2010.
- Stengers, I. (2010). *Cosmopolitics*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Verbeek, P. P. (2000). The thing about technology: Toward a phenomenology of technological artifacts. In C. Mitcham (Ed.), *Metaphysics, epistemology, and technology* (pp. 281–301). Chicago: The University of Chicago Press.
- Verbeek, P.-P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. University Park: Pennsylvania State University Press.
- Whewell, W. (1858). *Novum organum renovatum* (3rd ed.). London: Parker.
- Wittgenstein, L. (1958). *Tractatus logico-philosophicus*. London: Routledge & Paul.
- Ziman, J. (2000). *Real science: What it is and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press.

QUELS COMMENCEMENTS POUR LA TECHNOLOGIE ?

THÉORIES ORDINAIRES DE LA TECHNIQUE ET ÉCONOMIE ARTISANALE AU XVIII^E SIÈCLE

EN 1968 PARAÎSSAIT UN ARTICLE de Jacques Guillerme et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », dans la revue *Thalès* de l'Institut d'histoire et de philosophie des sciences et des techniques dirigé par Georges Canguilhem¹. Comme l'a rappelé récemment Jan Sebestik lors de la réédition de ce texte essentiel, l'intérêt de Canguilhem pour la technique tenait au fait que « les opérations techniques sont irréductibles au savoir théorique », contrairement à toute vision restrictive de la technique comme science appliquée². Jan Sebestik expliquait que, pour Canguilhem, même si le fonctionnement des machines relevait de la physique, elles étaient d'abord des organes de l'espèce humaine. L'activité technique était organique, œuvre d'un vivant, ce que Canguilhem résumait dans la formule « L'homme est en continuité avec la vie par la technique³ ».

Cette irréductibilité étant posée entre technique et science, l'enjeu du séminaire de Canguilhem était de comprendre la formation d'un discours théorique sur la technique, c'est-à-dire d'une science de la technique ou technologie, un mot dont le sens s'était perdu dans la seconde moitié du XIX^e siècle et que de rares philosophes avaient essayé de ressusciter, tel Alfred Espinas⁴, ou encore Jacques Lafitte à travers la mécanologie⁵. Retrouver cette science de la pratique, sa formation, ses ramifications – ainsi entre technologie descriptive, ou spéciale, et technologie

1. Jacques Guillerme et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *Thalès*, 12, 1968, p. 1-72, rééd. dans *Documents pour l'histoire des techniques*, 14, 2007, p. 49-122.

2. Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie. Postface/Préface », *ibid.*, 2007, p. 123-133, p. 124. Voir également, *Id.*, « Le rôle de la technique dans l'œuvre de Georges Canguilhem », dans *Georges Canguilhem. Philosophe, historien des sciences*, Paris, Albin Michel, 1992, p. 243-250.

3. Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie. Postface/Préface », *op. cit.*, p. 126.

4. Alfred Espinas, *Les origines de la technologie*, Paris, Alcan, 1897.

5. Jacques Lafitte, *Réflexions sur la science des machines*, Paris, Vrin, 1932. Voir à ce sujet François Sigaut, « Haudricourt et la technologie », Préface dans André-Georges Haudricourt, *La technologie science humaine. Recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques*, Paris, Éd. de la MSH, 1987, p. 9-34, p. 28-29; Ronan Le Roux, « L'impossible constitution d'une théorie générale des machines? La cybernétique dans la France des années 1950 », *Revue de synthèse*, 130 (1), 2009, p. 5-36.

théorique, ou générale⁶ –, tel était le but de l'article de Guillaume et Sebestik : le terme de « commencements » signifiait « la constitution du discours sur les opérations techniques comme discours de type scientifique⁷ ». Il ne s'agissait pas d'une quête des origines mais de la compréhension du processus de construction d'une « théorie de la technique », selon la formule d'Alfred Espinas. Mais à la différence d'Espinas, porté par la quête des origines (grecques) de la technologie, les deux philosophes privilégiaient la recherche sur l'« instauration d'une discipline », soit l'« émergence de nouveaux concepts qui finissent pas délimiter et organiser un nouveau champ de savoir⁸ ».

Nous voudrions revenir sur ce que recouvraient pour eux la science de la technique et la possibilité d'en faire l'histoire. Guillaume et Sebestik répondaient de deux façons, et les voies qu'ils traçaient ainsi ont indiqué des directions de recherche très utiles, encore récemment.

D'une part, ils s'appuyaient sur la constitution d'un corpus de textes entre lesquels ils décelaient une continuité, courant des traités techniques de la Renaissance à la science des manufactures en passant par la *Description des arts et métiers* et l'*Encyclopédie*, dont l'article « Art » exprime l'ambition de constituer un « vocabulaire homogène », « une terminologie technique unitaire » car « tous les mouvements sont réductibles, sans aucune erreur considérable, au mouvement rectiligne et au mouvement circulaire⁹ ». Sur la longue durée, dans le sillage des « réductions en art » de la Renaissance, s'était constituée une science de l'action visant à collecter les pratiques et, dans certains cas, à les réduire en principes élémentaires, par la comparaison et l'analogie. Cette deuxième approche, plus théorique que descriptive, avait donné le coup d'envoi aux recherches sur les langages d'action, dont l'une des expressions serait la proposition de Charles Babbage, *Method of Expressing by Signs the Action of Machinery*, en 1826, à la Royal Society of London. Cette possibilité de réduire les pratiques à des opérations génériques reposait sur un effort de synthèse, sur un mouvement de comparaison du concret au concret en vue de produire une abstraction. Identifier ce sens de la technologie, repérer les textes fondateurs était la première ambition des auteurs. Cette ambition est restée féconde, comme le montre le livre récent d'Hélène Vérin et Pascal Dubourg-Glatigny, qui trace la continuité de cette abstraction technologique au sein d'un large corpus de textes à visée théorique et « fait apparaître

6. François Sigaut, « Haudricourt et la technologie », *op. cit.*, p. 23-24; Joost Mertens, « Éclairer les arts. Eugène Julia de Fontenelle (1780-1842), ses manuels Roret et la pénétration des sciences appliquées dans les arts et manufactures », *Documents pour l'histoire des techniques*, 18, 2009, p. 95-112; *Id.*, « Le déclin de la technologie générale. Léon Lalanne et l'ascendance de la science des machines », *Documents pour l'histoire des techniques*, 20, 2011, p. 85-95.

7. Jacques Guillaume et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *op. cit.*, p. 1.

8. Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie. Postface/préface », *op. cit.*, p. 127.

9. Jacques Guillaume et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *op. cit.*, p. 35.

un domaine de savoir particulier, celui des “arts”, distincts à la fois des métiers transmis dans les ateliers et sur les chantiers, et de la connaissance scientifique enseignée dans les universités¹⁰».

D’un autre côté, tous ces auteurs ont aussi proposé une approche plus ouverte, en prise avec les dynamiques sociales et politiques, soit un point de vue d’« histoire concrète de l’abstraction » pour reprendre l’expression de Jean-Claude Perrot¹¹. Guillaume et Sebestik montraient que la technologie s’était nourrie d’une production scripturaire variée, par exemple la presse, et qu’elle avait été portée par les pratiques d’enseignement.

C’est cette histoire pratique de la science technologique que nous nous proposons d’approfondir. En effet, si l’enquête sur les pratiques constitutives de la technologie a été entamée, elle laisse en grande partie les praticiens de côté, comme le signalent Vérin et Dubourg-Glatigny, et en particulier les artisans – un groupe social que ces deux auteurs ne citent pas. Il existe une raison forte à cet oubli : la confusion entre institutions et pratiques effectives des métiers¹². Dans cette logique, largement marquée par les discours justificateurs des ingénieurs, architectes et artistes du passé, les artisans sont considérés comme prisonniers des cloisonnements corporatifs et d’une classification des activités par matières travaillées ou par produits finis, donc incapables de comparaisons et d’analogies, et par-là des synthèses opératoires qui sous-tendent la technologie théorique. Sur le long terme, y compris dans l’*Encyclopédie* de Diderot et d’Alembert, court une même critique du cloisonnement des activités productives. Les promoteurs de la technologie revendiquent sa mission civique, au service d’un espace public de la technique, ouvert, fluide, harmonieux. Nous y reviendrons.

L’enjeu de mon étude est d’enquêter sur les capacités de synthèse et de formalisation scripturaire des pratiques professionnelles, mises en œuvre par les acteurs du monde du travail, artisans, marchands, entrepreneurs¹³, non sans écho avec les enquêtes de Dinah Ribard sur les « moments d’émergence du travail intellectuel dans le travail¹⁴ ». Ce faisant, un pan de l’histoire de la technologie rarement

10. Hélène Vérin et Pascal Dubourg-Glatigny, « Rédiger et réduire en art. Un projet de rationalisation des pratiques », dans *Id.* (eds.), *Réduire en art. La technologie de la Renaissance aux Lumières*, Paris, Éd. de la MSH, 2008, p. 17-58, p. 22.

11. Jean-Claude Perrot, « Histoire des sciences, histoire concrète de l’abstraction », dans Roger Guesnerie et François Hartog (eds.), *Des sciences et des techniques. Un débat*, Éd. de l’EHESS (coll. « Cahiers des Annales », 45), 1998, p. 25-37.

12. Philippe Minard, « Les corporations en France au XVIII^e siècle. Métiers et institutions », dans Steven L. Kaplan et Philippe Minard (eds.), *La France, malade du corporatisme ? XVIII^e-XX^e siècles*, Paris, Belin, 2004, p. 39-51, p. 45.

13. Liliane Hilaire-Pérez et Catherine Lanoë, « Pour une relecture de l’histoire des métiers. Les savoirs des artisans en France au XVIII^e siècle », dans Vincent Milliot, Philippe Minard et Michel Porret (eds.), *La grande chevauchée. Faire de l’histoire avec Daniel Roche*, Genève, Droz, 2011, p. 354-358.

14. Dinah Ribard, « Le travail intellectuel. Travail et philosophie, XVII^e-XIX^e siècles », *Annales HSS*, 3, mai-juin 2010, p. 715-742, p. 718.

abordé est placé au premier plan, sa dimension économique et commerciale, et plus particulièrement son inscription dans l'essor des marchés de consommation au XVIII^e siècle, alors que la technologie a le plus souvent été associée à son acception terminale, la science des machines et le calcul du travail moyen – la « science toute moderne » que Karl Marx évoque dans *Le Capital*¹⁵.

Après une mise en perspective de l'histoire de la technologie à partir de textes théoriques considérés comme fondateurs, j'insisterai sur les pratiques constitutives de cette science et sur le nécessaire élargissement des corpus, jusqu'à inclure les savoirs des praticiens qui ne visent aucunement à faire science et que livrent les actes de la pratique artisanale et marchande, ceci à partir d'un terrain d'enquête spécifique, l'économie du produit dans l'Angleterre du XVIII^e siècle.

La technologie à la lumière des textes fondateurs

L'histoire de la technologie à partir d'un corpus de textes fondateurs a présenté deux atouts, d'une part la résurgence de son sens hors des acceptions contemporaines de science appliquée et d'autre part l'ouverture de l'enquête sur ce corpus, en rien monolithique, au contraire hautement différencié à l'échelle européenne. Plusieurs foyers de constitution de la technologie au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles sont clairement identifiés en Allemagne, en France et en Grande-Bretagne. Cette configuration est source de diversité, à la mesure des trajectoires locales de la science économique mais aussi de l'accueil réservé à cette science nouvelle par les institutions savantes.

C'est en Allemagne, dès le XVIII^e siècle, que la technologie reçoit sa première consécration officielle comme science enseignée, dans le cadre de l'essor des sciences camérales, une « trilogie » selon Guillaume Garner, réunissant « l'économie (comme science de la gestion de la richesse des personnes privées ou des ménages), la science des finances publiques et la "science de la police", qui synthétise et organise le savoir universitaire nécessaire à la formation des administrateurs des États territoriaux de l'Empire¹⁶ ». À l'université de Halle, dotée d'une première chaire de sciences camérales en 1727, se développe un enseignement visant à la connaissance des ressources artisanales et manufacturières, participant non seulement des comptes de la puissance, mais aussi de la recherche de la « félicité temporelle » des sujets, comme pierre angulaire de la félicité générale, sous l'égide d'« un appareil gouvernemental et administratif ». C'est le sens des manuels et traités

15. Karl Marx, *Le Capital. Critique de l'économie politique, Livre premier. Le procès de production du capital* (1867), 4^e éd. allemande (1890), Jean-Paul Lefebvre éd., Paris, Puf (coll. « Quadrige »), 1993 (1983), p. 546.

16. Guillaume Garner, « Commerce et mobilité dans la littérature administrative en Allemagne au XVIII^e siècle », dans Albrecht Burkardt (ed.), *Commerce, voyage et expérience religieuse XVI^e-XVIII^e siècles*, Rennes, Pur, 2007, p. 41-53, p. 41 ; *Id.*, *État, économie, territoire en Allemagne. L'espace dans le caméralisme et l'économie politique, 1740-1820*, Paris, Éd. de l'EHESS, 2005.

qui paraissent dans ce contexte, tel celui de Christian Wolff, *Philosophie logica sive rationalis*, de 1728, qui définit et instaure la technologie comme « discours rationnel sur la technique » et lui assigne « une place dans l'ensemble des sciences exactes », rompant ainsi avec le sens hérité de l'Antiquité de rhétorique des arts¹⁷. Dans un deuxième temps, c'est l'extension de la statistique, au milieu du siècle, qui intègre les enquêtes sur l'artisanat, les manufactures et les fabriques, c'est-à-dire la « connaissance plus exacte des capacités productives de la monarchie », « au-delà des finalités fiscales », qui contribue à asseoir la technologie comme science académique, en particulier dans le sillage de la « statistique universitaire », « implantée à Göttingen à partir de 1748 par Gottfried Achenwall », soit « une science descriptive de la “puissance des États”, essentiellement destinée aux futurs serviteurs des États¹⁸ ». Dans ce contexte, Johann Beckmann, qui a étudié les sciences camérales à Göttingen entre 1759 et 1762, puis a accompli des voyages en Hollande, en Russie et en Suède au cours desquels il a visité des ateliers et des mines – « à la manière d'un naturaliste », selon Guillaume et Sebestik –, publie son *Anleitung zur Technologie* en 1777, après être devenu professeur de sciences camérales à Göttingen en 1766¹⁹. Son projet, une classification naturelle des métiers suivant « l'égalité ou la similitude des procédés », ne trouve pas d'aboutissement réel en 1777, l'*Anleitung* reprenant les descriptions classiques des arts et métiers²⁰. C'est dans un deuxième ouvrage, l'*Entwurf der allgemeinen Technologie*, paru en 1806 dans le contexte de la réforme de la statistique en Prusse qui vise une uniformisation des enquêtes sous l'égide d'un Bureau de statistique en 1805²¹, que Beckmann innove. Il explique qu'« un très grand nombre de métiers – quels que soient les matériaux et les marchandises fabriquées, ont à exécuter des travaux divers dans la même intention » : « le travail au rabot d'un menuisier, le polissage des verres, le calandrage des toiles sont des activités procédant de la même intention, à savoir “surfacier les corps”²² ». Élargissant la portée des anciennes réductions en art, le technologue entend « dresser un catalogue de tous les buts poursuivis par les artisans et les artistes au cours de leurs diverses opérations, ainsi qu'un catalogue de tous les moyens par lesquels ils savent atteindre chacun de ces buts. Je dénommerais un pareil catalogue la technologie générale ». Ainsi est ébauchée une théorie générale des opérations, transversales aux métiers, fondée sur

17. Jacques Guillaume et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *op. cit.*, p. 29.

18. Guillaume Garner, « État et information économique en Allemagne à la fin du XVIII^e et au début du XIX^e siècle », dans Dominique Margairaz et Philippe Minard (eds.), *L'information économique XVI^e-XIX^e siècle*, Paris, CHEFF, 2008, p. 291-309, p. 292-293.

19. Jacques Guillaume et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *op. cit.*, p. 38.

20. Hélène Vérin, « La technologie : science autonome ou science intermédiaire ? », *Documents pour l'histoire des techniques*, 14, 2007, p. 134-143.

21. Guillaume Garner, « État et information économique », *op. cit.*, p. 296.

22. Johann Beckmann, *Plan de technologie générale* (1806), éd. et trad. fr. Guillaume Carnino, Liliane Hilaire-Pérez et Joost Mertens, en cours d'édition.

un langage d'action resserré sur des verbes qui structurent l'essai de Beckmann : vingt-trois opérations fondamentales sont listées, dont les deux premières, lisser et fragmenter (couvrant respectivement dix-neuf et trente et une opérations analogues) constituent l'essentiel du traité²³.

Dans le sillage du caméralisme, la technologie est donc instituée dans les universités allemandes afin d'instruire les administrateurs des méthodes d'enquêtes sur la richesse de l'État. Si la diffusion dans un public plus large est bien envisagée par les technologues allemands, ainsi dans les écoles municipales, comme le souligne Joost Mertens, dans le but d'éclairer les artisans sur leurs pratiques, la dimension administrative reste prédominante.

C'est en France que la visée pédagogique d'une technologie à l'usage des classes laborieuses s'affirme, alors que son instauration comme discipline reste cantonnée aux marges des sciences instituées. Bien que les ambitions de rationaliser la production ne soient en rien étrangères à la monarchie française, que la politisation de l'invention ait conduit à des plans de réforme nationaux visant l'uniformisation des façons et la modularité des fabrications, que cela se soit accompagné d'une inflation de mémoires et de traités technico-économiques produits par un public mêlé d'administrateurs et d'entrepreneurs, le concept d'une science technologique ne s'impose que par la médiation de passeurs, tel Jean-Henri Hassenfratz, et dans l'espace des sociétés savantes révolutionnaires, tel le lycée des Arts de Charles-Emmanuel Gaillard-Desaudray, fondé en 1792, dans le contexte de la naissance du droit des inventeurs et des projets d'émancipation des artisans face à la science académique²⁴. C'est dans ces milieux novateurs, qui rencontrent parfois les ambitions du pouvoir central – ainsi Jean-Antoine Chaptal, fondateur de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale en 1801 –, que se déploie la technologie en France. Comme l'industrie, la technologie revêt un sens hautement politique, en particulier sous la Restauration quand plane la menace d'un retour à la société d'ordres. Guillaume et Sebestik avaient déjà pointé l'enjeu pédagogique de la technologie chez Gaspard Monge, chez Chaptal, partisan d'une « évangelisation technographique », chez Gérard-Joseph Christian, directeur du Conservatoire des arts et métiers et auteur de la *Technonomie*. On doit aussi insister sur sa dimension civique, ainsi chez Louis-Sébastien Lenormand, inspecteur des salpêtres devenu professeur de technologie à l'École centrale d'Albi

23. Joost Mertens, « Analogie : principe structurant de la technologie générale, principe dynamique du transfert interindustriel », dans Sophie A. de Beaune et Liliane Hilaire-Pérez (eds.), *L'analogie et les techniques*, Paris, CNRS Éd., à paraître.

24. Liliane Hilaire-Pérez, « Des entreprises de quincaillerie aux institutions de la technologie. L'itinéraire de Charles-Emmanuel Gaillard-Desaudray (1740-1832) », dans Jean-François Belhoste, Serge Benoit, Serge Chassagne et Philippe Mioche (eds.), *Autour de l'industrie, histoire et patrimoine. Mélanges offerts à Denis Woronoff*, Paris, Comité pour l'histoire économique et financière de la France (CHEFF), 2004, p. 547-567.

puis auteur du *Dictionnaire technologique*²⁵, d'une série de manuels, et actif collaborateur à la presse technique naissante, ainsi les *Annales des arts et manufactures*. Pour Lenormand, la technologie est fille de la Révolution, du serment du Jeu de paume, de l'abolition des privilèges et de celle des corps de métiers²⁶. Elle appartient au processus de « désincorporation des métiers », selon l'expression d'Alain Cottureau²⁷. Elle ouvre la possibilité de penser les activités humaines au-delà des divisions héritées des corps de métiers, elle institue l'« espace de la technique²⁸ ». C'est pourquoi l'éducation des classes industrielles est au cœur du projet technologique. Le but est de les inciter à comparer et à transposer les procédés entre les métiers pour développer leur génie inventif et servir la Nation – par l'invention et par la concorde sociale que promettent ces décloisonnements. Le *Dictionnaire* offre ainsi une synthèse des tâches artisanales, dont il propose un classement opératoire. Des renvois entre les notions permettent de croiser les métiers, d'une part en fonction de procédés analogues – ainsi l'impression, pour la fabrication des livres, des papiers peints, des indiennes, de la faïence –, d'autre part en fonction de techniques contiguës – ainsi l'horlogerie, connectée au polissage, à la dorure, à la fabrication des ressorts, etc. Cette technologie se déploie en France à travers l'essor d'un marché éditorial et de la presse – une production d'ampleur dont l'étude ne fait que commencer²⁹. Ce courant s'essouffle cependant dès le milieu du XIX^e siècle, comme l'a montré Joost Mertens³⁰, à mesure que s'affirment la science des machines et plus généralement les sciences appliquées – cette « science toute moderne » de la technologie selon Marx.

Quand Marx s'en prend à la technologie, il ne s'agit plus de la science des arts née sur le Continent. La technologie pour Marx se donne pour principe de « dissocier tout procès de production », « sans aucun égard pour la main humaine en ses éléments constitutifs », et de mettre à nu les « quelques formes fondamentales du mouvement selon lesquelles, malgré toute la variété des instruments utilisés, toute action productive du corps humain procède nécessairement³¹ ». De même, tout mouvement d'une machine, aussi complexe soit-il, se réduit à la « répétition perpétuelle de puissances mécaniques simples ». La technologie, en ce sens, fait écho au principe d'abstraction du travail ; elle repose sur la réduction du « caractère

25. Louis-Sébastien Lenormand et Louis-Benjamin Francœur, *Dictionnaire technologique ou nouveau dictionnaire universel des arts et métiers, et de l'économie industrielle et commerciale*, Paris, Thomine & Fortic, 1822-1835.

26. Joost Mertens, « Technology as a science of the industrial arts: Louis-Sébastien Lenormand (1757-1837) and the popularization of technology », *History and Technology*, 18 (3), 2002, p. 203-231.

27. Alain Cottureau, « La désincorporation des métiers et leur transformation en "publics intermédiaires" ». Lyon et Elbeuf, 1790-1815 », dans Steven L. Kaplan et Philippe Minard (eds.), *La France, malade du corporatisme?...*, *op. cit.*, p. 97-145.

28. Hélène Vérin, *La gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e au XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel, 1993, chap. vii.

29. Joost Mertens, « Éclairer les arts... », *op. cit.*

30. Joost Mertens, « Le déclin de la technologie générale... », *op. cit.*

31. Karl Marx, *Le Capital*, *op. cit.*, p. 546.

déterminé de l'activité productive» en une seule « dépense de force de travail humaine », en « travail moyen simple³² ». Ce « travail humain abstrait », l'unité de mesure de la valeur d'échange, à laquelle toutes les choses, aussi différentes soient-elles, peuvent être réduites, est quantifiable en « fractions de temps ».

Cette définition de la technologie, à la lumière des progrès de la grande industrie et de la recherche des gains de productivité, fait écho au tournant pris en Angleterre par la science technologique dans les années 1830, relayant ainsi la discipline continentale. Si le mot *technology* est rarement employé à cette période pour désigner la science de la technique, les termes *philosophy* et *economy* y suppléent, par exemple chez Charles Babbage, *On the Economy of Machinery and Manufactures*, en 1832, et Andrew Ure, *The Philosophy of Manufactures: An Exposition of the Scientific, Moral, and Commercial Economy of the Factory System of Great-Britain*, en 1835.

L'économie politique anglaise, née de la question des machines devenue cause nationale face aux résistances ouvrières³³, recouvre non seulement une « économie morale du système automatique », comme le dit Ure³⁴, mais aussi une théorisation de la technique qui se donne pour but d'abstraire le travail en opérations, transférées des humains aux machines, programmées et combinées à l'envi, agencées, disposées en vue du meilleur rendement. En ce sens, la technologie, rameau des sciences du génie, des arts du projet et, à long terme, de la pensée complexe, « commence au moment où l'homme et la machine échangent leurs fonctions³⁵ ». L'analyse d'Andrew Ure est la plus radicale ; « libéralisme intégral » pour Jan Sebestik³⁶, « utopie automatique » pour Joost Mertens³⁷, la technologie de Ure décompose les opérations en vue de leur mécanisation généralisée et de l'éviction du travail humain³⁸. Ainsi, dans le *Dictionary of Arts, Manufactures, and Mines* qu'il publie à partir de 1839, Ure fait-il silence sur l'agriculture, l'artisanat, les transports, la distribution et le commerce, mais aussi sur l'ingénierie civile et mécanique³⁹. On ne trouve d'entrées ni pour les ponts

32. *Ibid.*, p. 43.

33. Maxine Berg, *The Machinery Question and the Making of Political Economy 1815-1848*, Cambridge, Cambridge University Press, 1980 ; Andrew Zimmerman, « The ideology of the machine and the spirit of the factory: Remark on Babbage and Ure », *Cultural critique*, 37, 1997, p. 5-29 ; François Jarrige, *Au temps des « tueuses de bras ». Les bris de machines à l'aube de l'ère industrielle*, Rennes, Pur, 2009.

34. Andrew Ure, *Philosophie des manufactures ou économie industrielle de la fabrication du coton, de la laine, du lin et de la soie, avec la description des diverses machines employées dans les ateliers anglais*, Paris, Mathias, 1836.

35. Jacques Guillerme et Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie », *op. cit.*, p. 111.

36. Jan Sebestik, « Les commencements de la technologie. Postface/préface », *op. cit.*, p. 128.

37. Joost Mertens, « The mere handicrafts: Ure's *Dictionary* (1839-1853) compared with the *Dictionnaire technologique* (1822-1835) », dans Patrice Bret, Irina Gouzévitch et Liliane Hilaire-Pérez (eds.), *Documents pour l'histoire des techniques*, 19, *Les techniques et la technologie entre France et Grande-Bretagne (XVII^e-XIX^e siècles)*, 2010, p. 269-277.

38. Steve Edwards, « Factory and fantasy in Andrew Ure », *Journal of Design History*, 14, 2001, p. 17-33.

39. Joost Mertens, « The mere handicrafts... », *op. cit.*

ni pour les routes, les canaux, les machines à vapeur, les fourneaux, etc. dans le dictionnaire. Une liste les procédés et c'est dans ce seul cadre opérationnel que sont décrits les équipements et les produits.

Loin de prendre sa source en Angleterre seulement, cette approche analytique visant à mesurer le travail (des humains, des animaux, des machines) se déploie aussi en France comme fondement de la rationalité de l'ingénieur moderne. Elle prend par-là ses distances avec le sens extensif donné à l'industrie et à sa science par la première génération de technologues continentaux, de Beckmann à Lenormand. À mesure que s'affirme cette science opérative, en lien étroit avec la mécanisation industrielle, se perd ainsi un rameau de la technologie, une source et même un « commencement ».

Cet héritage n'est certes pas perdu au XIX^e siècle, comme l'atteste la critique radicale de l'économie politique anglaise dès les années 1820, à l'instar d'un Thomas Hodgskin plaçant pour que le labeur et l'ingéniosité soient les seules sources de la valeur des marchandises et pour valoriser le rôle des compétences (*skill*) dans la production de richesses⁴⁰. Les prolongements de cette autre technologie dans les revendications ouvrières sont établis⁴¹. C'est l'amont de cette valorisation du travail et de l'habileté – formulée par Hodgskin en termes d'intelligence de l'acte, de capacité combinatoire et d'ingéniosité⁴² – qui nous intéresse plus directement.

La critique de Hodgskin suggère qu'un double processus de recouvrement de l'ingéniosité artisanale a eu lieu, par la technologie continentale, caméraliste et civique censée éclairer les praticiens, par la technologie industrielle qui donne un nouveau sens à la division du travail en séparant le travail de la main de celui de l'esprit et éloigne encore un peu plus le lecteur de la densité intellectuelle du travail artisanal, pourtant le véritable creuset de la pensée de synthèse qui sous-tend la technologie.

La technologie et la « pensée commune » : pratiques et corpus

Dans *Une histoire intellectuelle de l'économie politique*, Jean-Claude Perrot interrogeait la validité du filtre qui consiste à retenir un corpus d'œuvres fameuses au détriment du « milieu nourricier » – « les autres petites réussites et les milles défaits d'une pensée commune à laquelle concouraient toutes les strates de la société⁴³ ». Il ajoutait : « Il faut cesser de voir les textes comme le seul véhicule des

40. Thomas Hodgskin, *Labour Defended against the Claims of Capital*, Londres, Knight and Lacey, 1825.

41. François Jarrige, *Au temps des « tueuses de bras »...*, *op. cit.*, 2^e partie.

42. Christine MacLeod, *Heroes of Invention: Technology, Liberalism and British Identity 1750-1914*, Cambridge, Cambridge University Press, 2007, p. 165.

43. Jean-Claude Perrot, « Quelques préliminaires à l'intelligence des textes économiques », dans *Id.*, *Une histoire intellectuelle de l'économie politique (XVII^e-XVIII^e siècle)*, Paris, Éd. de l'EHESS (coll. « Civilisations et sociétés », 85), 1992, p. 7-60, p. 9.

théories et compter aussi avec les objets et les dispositifs matériels. » C'est l'une des directions adoptées par les historiens de la technologie, dont les études se partagent de plus en plus entre textes fondateurs, pratiques constitutives et élargissement des corpus. C'était par exemple l'intention d'Hélène Vérin et Pascal Dubourg-Glatigny en étudiant les réductions en art, rappelant que Neal W. Gilbert, l'un des rares auteurs sur le sujet, limitait son étude à « la sphère universitaire du *trivium* et du *quadrivium* » et ne prenait pas « en considération les contributions des artistes et ingénieurs de la Renaissance, architectes, peintres, mécaniciens, fortificateurs, artilleurs, mais aussi maîtres de danse, d'escrime, de musique⁴⁴ ». Si, comme le disait Perrot, « les vestiges de l'archéologie industrielle, les plans d'un domaine », ou encore une charrue et son attelage « portent des idées économiques », nous voudrions montrer le rôle actif des artisans dans le développement d'une pensée technologique non seulement par leur participation à l'entreprise savante de collecte et de codification des savoirs pratiques, mais aussi à travers une production scripturaire inscrite dans leurs pratiques professionnelles mêmes.

En ce sens, notre approche participe du débat sur la référentialité de l'expression (écrite) des praticiens. Plusieurs voies d'analyse existent. Dinah Ribard distingue ainsi deux approches : l'une, portée par le *linguistic turn* et défendue par Gareth Stedman Jones, qui conçoit les « productions intellectuelles » artisanales comme des textes au sein d'« un corpus discursif » « plutôt que par rapport à un réel extra-textuel », et une autre, qui privilégie l'étude des « usages différenciés du langage » afin d'« interroger historiquement le rapport entre le statut vécu du travail et le travail de la pensée⁴⁵ ». Notre point de vue est un peu différent. Il nous semble que les efforts des historiens qui, depuis l'« économie morale de la foule » d'Edward P. Thompson, et les « cordonniers philosophes » d'Eric Hobsbawm, ont voulu prendre leurs distances avec des traditions déterministes qui réduisaient l'exercice politique des métiers à la « position de leurs membres dans la division sociale du travail⁴⁶ », entretiennent des liens avec la compréhension historique des capacités d'abstraction en milieu artisanal, c'est-à-dire la possibilité de penser le travail hors du cadre des métiers, en termes opératoires. Le fait que la « culture de métier » des « cordonniers anglais » au XIX^e siècle se doublait d'une ouverture à « la culture

44. Hélène Vérin et Pascal Dubourg-Glatigny, « Rédiger et réduire en art... », *op. cit.*, p. 22.

45. Dinah Ribard, « Le travail intellectuel... », *op. cit.*

46. Alain Cottureau, « La désincorporation des métiers et leur transformation en "publics intermédiaires"... », *op. cit.* Citant Jacques Rancière, l'auteur rappelait que « les ouvriers demandaient, non pas d'être rabattus sur leur classe, mais de participer en citoyens à l'humanité ». Le propos résonne avec celui d'Edward P. Thompson décelant dans les mouvements de foule au XVIII^e siècle une « vision cohérente des normes sociales, des obligations et des fonctions », à l'inverse d'une « économie politique réduisant les relations humaines aux rapports salariaux » : Edward P. Thompson, « L'économie morale de la foule dans l'Angleterre du XVIII^e siècle » (1971), dans Florence Gauthier et Guy-Robert Ikni (eds.), *La guerre du blé au XVIII^e siècle. La critique populaire contre le libéralisme économique au XVIII^e siècle*, Montreuil, Éd. de la Passion, 1988, p. 30-92, p. 34, 92.

et aux idées politiques d'un monde plus large⁴⁷ » entre pour nous en résonance avec la possibilité d'une pensée de synthèse substitutive, analogique, abstraite, en milieu artisanal. On l'a vu, pour Le Normand, la technologie était fille du serment du Jeu de paume. Ce civisme de la technologie ne se limite pas à l'arène politique, au sens strict. On voudrait montrer que l'émergence d'un « espace de la technique » sur le long terme s'inscrit dans un mouvement de décloisonnement, constitutif de l'espace public. La technique – soit les capacités à concevoir, projeter, comparer, agencer, produire des artifices par le moyen de rapprochements, soit la recherche du moyen terme – est reconnue comme telle parce qu'elle devient un savoir public, extrait des logiques de corps (professionnels, savants⁴⁸). Le procès de publicisation est constitutif de la notion même de technique et de sa science, la technologie.

Les cheminements sont multiples. Comme l'avait suggéré Roger Hahn, les artisans disposent d'un modèle d'ouverture des savoirs, celui de la science académique⁴⁹. C'est ainsi qu'il analysait la Société des arts de Paris, issue de la commission académique réunie en vue de la *Description des Arts et Métiers*⁵⁰. La Société, fondée en 1718, bouscule les clivages hérités de l'Ancien Régime, elle remet en cause la barrière entre *otium* et *negotium*, elle se veut une « assemblée de personnes, les premières appliquées à la pratique des Arts et les autres aux connaissances qui peuvent en opérer la perfection⁵¹ ». Comme l'a révélé l'enquête menée par Irène Passeron et Olivier Courcelle, les listes de membres de la Société reflètent effectivement une composition novatrice : les praticiens forment la moitié des membres⁵².

La Société inaugure ainsi une sociabilité transversale, pour assurer le progrès des « méthodes suivies dans la pratique des arts ». Chaque technique (agriculture, « œconomique », « ouvrages de soie, laine et fil », « art de mesurer le temps », « métallique », etc.) est confiée à une commission dans laquelle se côtoient savants

47. Eric Hobsbawm et Joan Wallach Scott, « Des cordonniers très politiques » (1980), rééd. dans *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 53 (4bis), 2006, p. 29-50, p. 35.

48. Non sans écho avec l'autonomisation du savoir économique au tournant des XVIII^e et XIX^e siècles, hors de la sphère des agents de l'État : Dominique Margairaz, « Introduction. De Colbert à la *Statistique générale de la France* », dans Dominique Margairaz et Philippe Minard (eds.), *L'information économique XVI^e-XIX^e siècle*, Paris, CHEFF, 2008, p. 143-153.

49. Roger Hahn, « The application of science to society : The societies of arts », *Studies on Voltaire and the 18th century*, XXV, 1963, p. 829-836.

50. Liliane Hilaire-Pérez, « Les sociabilités industrielles en France et en Angleterre au XVIII^e siècle. Réseaux, institutions, enjeux », dans Serge Benoît, Gérard Emptoz et Denis Woronoff (eds.), *Encourager l'innovation en France et en Europe. Autour du bicentenaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Paris, CTHS, 2006, p. 203-240.

51. BnF, factum F27662, article I.

52. Irène Passeron avec la collab. d'Olivier Courcelle, « La Société des arts, espace provisoire de reformulation des rapports entre théories scientifiques et pratiques instrumentales », dans Éric Brian et Christiane Demeulenaere-Douyère (eds.), *Règlement, usages et science dans la France de l'absolutisme*, Paris, Tec & Doc-Lavoisier, 2002, p. 109-132.

et praticiens. Pour les « arts de travailler les verres qui ont rapport à l'optique », on fera appel à deux géomètres opticiens, un physicien, un mécanicien, un chimiste, un verrier, deux lunetiers et un émailleur. La saisie synthétique de l'objet technique, dans ses causes et ses effets, opératoires et esthétiques, est révélatrice d'une conception des arts comme desseins et méthodes. La Société transcende les frontières entre métiers d'une part, savants et praticiens de l'autre.

Si elle disparaît en 1736, étouffée par l'Académie des sciences, elle est porteuse de sociabilités ouvertes qui se développent au cours du siècle, à de multiples occasions. C'est le cas des procédures d'expertise d'inventions qui instaurent des sociabilités éphémères ouvertes. Pour les aciers de Sanche, entrepreneur de la manufacture d'Amboise, des expériences sont organisées au Luxembourg devant des membres du Conseil, des académiciens et des artisans : deux serruriers, un taillandier, deux couteliers, un serrurier-machiniste, deux horlogers, un sculpteur, un ciseleur, trois ingénieurs en instruments mathématiques, un mécanicien, deux graveurs, un fourbisseur, un marchand d'outils, un marchand quincaillier⁵³. Chacun estime le comportement des aciers au regard de ses propres usages. Dans la réunion de cette communauté technicienne prend place un reclassement opératoire des compétences, au nom d'une science des matériaux née des pratiques comparatives, dont on sait la longue durée, jusqu'aux enquêtes de Le Play au XIX^e siècle⁵⁴.

Mais c'est en Angleterre, en 1754, que ce modèle ouvert a trouvé sa plus forte expression institutionnelle, avec la Society of Arts. Fondée par le peintre William Shipley, sur le modèle de la Société des arts de Paris, elle postule l'union des arts – beaux-arts et arts utiles. Non seulement la Society of Arts et ses membres produisent en nombre des publications techniques, tels les ouvrages de Robert Dossie, fils d'apothicaire, dont le *Handmaid of the Arts* au plan tripartite épouse les opérations fondamentales des arts, composition, modelage, surfaçage⁵⁵, mais elle sollicite les artisans inventifs. Le carrossier Joseph Jacob, rompu aux techniques de réparation (assemblage et substitution), devenu inventeur de systèmes amovibles pour toutes sortes d'objets (carrosses, roues, grues, machines), écrit pour la Society of Arts un traité sur la traction des voitures, proposant une technologie du comportement des véhicules en fonction de critères d'utilisation optimaux, vitesse, sécurité, facilité de démarrage, réduction des dépenses d'entretien⁵⁶.

53. A. N., F/12/1316, F/12/2230.

54. Stéphane Baciocchi et Jérôme David (eds.), *Les Études sociales*, 142-143-144, *Frédéric Le Play. Anthologie et correspondance*, II-2005/2006 ; voir les chapitres « Ramifications épistémologiques. Décrire, définir, évaluer, comparer », et Alain Cottureau, « Statistique et critique de l'économie politique. Le Play, économiste », p. 119-191 ; Jean-François Belhoste, « Pourquoi Frédéric Le Play, métallurgiste, explorateur de la Russie, s'intéressa à la question sociale », dans Jean-François Belhoste, Serge Benoît, Serge Chassagne et Philippe Mioche (eds.), *Autour de l'industrie, histoire et patrimoine...*, op. cit., p. 3-21.

55. Robert Dossie, *The Handmaid of the Arts* (1758), Londres, J. Nourse, 1764.

56. Joseph Jacob, *Observations on the Structure and Draught of Wheel-Carriages*, Londres, B. & C. Dilly, 1773.

C'est ce cheminement, des techniques d'assemblage et de composition inscrites dans l'organisation pratique et marchande du travail carrossier jusqu'à l'écriture d'un traité technologique pour une société savante, qui nous intéresse.

Avant de préciser ces rationalités, notons enfin d'autres interférences avec les mondes pratiques, manifestes à la Society of Arts. Dans un livre récent, Celina Fox souligne les résonances entre les modes d'exposition décloisonnés des artefacts à la Society of Arts (dépôt de machines primées, le *Repository of Art*, au rez-de-chaussée, et un salon de peintures, dessins, moulages, à l'étage) et les mises en scène déployées dans le monde marchand et artisanal⁵⁷. L'exemple du bimbeltier (*toyman*) et mécanicien Christopher Pinchbeck l'atteste. Membre de la Society of Arts, il y expose ses modèles mécaniques qui, auparavant, étaient placés dans son magasin de curiosités (également *repository*), aux côtés d'horloges musicales, de tableaux mouvants et de multiples accessoires, étuis, montres, dés, globes, bijoux, qui occupent une place dans l'essor consumériste anglais⁵⁸.

Il semble donc de plus en plus difficile de soutenir que les sociétés des arts aient fourni aux artisans le modèle de la science pour se donner les moyens de comparer, décloisonner et abstraire leurs activités, comme le suggérait Roger Hahn. Dans un précédent travail, nous avons montré que les sociétés des arts étaient aussi l'expression de compétences et d'ambitions à l'œuvre dans le monde de l'entreprise, de capacités d'innovation liées à la mobilité croissante des acteurs économiques et à leurs aptitudes au réseau et à l'échange. La Société des arts de Paris est en effet l'émanation d'hommes à projets, des horlogers anglais débauchés par John Law lors du transfert technique qui accompagne son plan de refonte des finances publiques. Il nous semble que c'est dans ces liens avec les marchés, avec l'entreprise, la spéculation et l'essor des consommations que se tient le « milieu nourricier » des capacités de synthèse et de comparaison qui sous-tendent la science technologique. C'est aussi en ce sens que le corpus de textes peut être élargi aux théories ordinaires.

Plusieurs recherches montrent l'existence d'une littérature technique et prescriptive foisonnante, entre récits de voyage, livres de secrets, livres de chirurgie, manuels en tous genres mais aussi modes d'emploi pour de multiples objets nouveaux. Dans cette production écrite, les praticiens de l'échange et de la production sont en première ligne. Il est assuré que certains ont cherché à « faire science » et à participer ainsi au mouvement des réductions en arts et des descriptions des arts et métiers, empruntant les formes de l'édition savante. Des études récentes existent sur ces artisans-auteurs depuis l'essor de cette littérature technique à la Renaissance jusqu'à son déploiement à partir de la fin du XVII^e siècle. Ces recherches permettent

57. Celina Fox, *The Arts of Industry in the Age of Enlightenment*, Londres-New Haven, Yale University Press, 2009.

58. British Library, *Collectanea* (D. Lysons) : C.191.c.16, vol. II, f° 181.

de commencer à analyser leur « travail intellectuel », selon l'expression de Dinah Ribard⁵⁹. On ne reviendra pas ici sur les interférences entre la figure de l'auteur et celle de l'inventeur⁶⁰, mais on voudrait insister sur le rôle de l'échange marchand dans la formulation de théories ordinaires de la technique.

Deux dynamiques liant les marchés et les technologies des praticiens entrent en jeu, selon qu'il s'agit de publications portant l'expression d'une culture marchande ou d'écrits promotionnels censés aider leurs auteurs à construire des marchés.

D'une part, l'inscription de la technologie dans une culture marchande apparaît clairement de la lecture attentive des grands textes, comme la *Technologie* de Beckmann. L'une des œuvres qu'il cite est le traité d'un négociant, Jean-Claude Flachet. Nous ne développerons pas ici cet exemple, sauf à rappeler que Flachet, installé en France et dans l'Empire ottoman, est chargé par le Bureau du commerce d'une mission, en 1755, pour renseigner l'État sur les fabrications orientales⁶¹. Il en rapporte des *Observations sur le commerce et les arts d'une partie de l'Europe et de l'Asie* (1766), récit de voyage empli de descriptions techniques, offrant une typologie des procédés et de leurs variantes, incitant à la comparaison et proposant des transferts afin d'innover. Ce récit d'un marchand technologue signale le rôle des savoirs négociants dans la constitution de la technologie. Les travaux sur la culture négociante ont en effet montré l'importance des savoirs comparatifs dans l'exercice du choix entre les produits, comme l'expliquait Pierre Jeannin : un « bon sens de l'orientation dans l'univers matériel de la marchandise supposait une familiarité avec des corps de techniques souvent séparés⁶² ».

Au marchand technologue, nous voudrions ajouter une autre figure, celle de l'entrepreneur en technologie. Dans ce cas, la commercialisation constitue l'espace de réalisation du profit pour l'artisan-entrepreneur, usant de l'écrit comme d'une

59. Pamela H. Smith, *The Body of the Artisan: Art and Experience in the Scientific Revolution*, Chicago, University of Chicago Press, 2004, chap. 1, « The Artisanal World » ; Pamela O. Long, *Openness, Secrecy, Authorship: Technical Arts and the Culture of Knowledge from Antiquity to the Renaissance*, Baltimore, Johns Hopkins University Press, 2001 ; *Id.*, *Artisan/Practitioners and the Rise of the New Sciences 1400-1600*, Corvallis, Oregon State University Press, 2011 ; William Eamon, *Science and the Secrets of Nature: Books of Secrets in Medieval and Early Modern Culture*, Princeton, Princeton University Press, 1994 ; Dinah Ribard, « Le travail intellectuel... », *op. cit.* ; Catherine Lanoë, *La poudre et le fard. Une histoire des cosmétiques de la Renaissance aux Lumières*, Seyssel, Champ Vallon, 2008 (l'auteure analyse notamment le premier ouvrage de cosmétique rédigé par un parfumeur, Simon Barbe, en 1693). Voir aussi les études sur les publications de fabricants d'instruments, tel Joseph Moxon à Londres : David J. Bryden, « A 1701 dictionary of mathematical instruments », dans Robert G.W. Anderson, James A. Bennett et W.F. Ryan (eds.), *Making Instruments Count: Essays on Historical Scientific Instruments Presented to Gerard L'Estrange Turner*, Brookfield, Ashgate, 1993, p. 364-379 ; Liliane Hilaire-Pérez, *La pièce et le geste. Entreprises, cultures opératoires et marchés à Londres au XVIII^e siècle*, habilitation à diriger des recherches, Paris-I Panthéon-Sorbonne, 2008, chap. I et II.

60. Liliane Hilaire-Pérez, *L'invention technique au siècle des Lumières*, Paris, Albin Michel, 2000.

61. Liliane Hilaire-Pérez, « Cultures techniques et pratiques de l'échange, entre Lyon et le Levant. Inventions et réseaux au XVIII^e siècle », *Revue d'histoire moderne et contemporaine*, 49 (1), avril 2002, p. 89-114.

62. Pierre Jeannin, « Distinction des compétences et niveaux de qualification. Les savoirs négociants dans l'Europe moderne », dans Franco Angiolini et Daniel Roche (eds.), *Cultures et formations négociantes dans l'Europe moderne*, Paris, Éd. de l'EHESS (coll. « Civilisations et sociétés », 91), 1995, p. 365-366.

ressource supplémentaire pour l'action. L'histoire de la consommation qui a promu l'étude des appropriations culturelles permises par l'essor des marchés a rarement intégré les techniques, tant ce courant historiographique entendait relativiser les facteurs de l'offre dans l'essor économique du XVIII^e siècle. C'est pourtant au cœur des stratégies de commercialisation que se développe un écrit technique nourri de traités et de multiples formes éditoriales, livrets, recueils, prospectus, cartes publicitaires, annonces de presse. Prenons le cas d'un traité, *La pogonotomie ou l'art d'apprendre à se raser soi-même*, du coutelier Jean-Jacques Perret⁶³. Perret entend profiter du marché du rasoir à barbe grâce à ce manuel et à son invention, un instrument pour apprendre à se raser sans barbier ni domestique. Adeptes des annonces dans les almanachs et dans la presse, il mise sur l'apprentissage de gestes réservés à des professionnels pour commercialiser ses produits. Traité de maniement des rasoirs de son invention, c'est aussi un catalogue raisonné des aciers, des pierres et des cuirs, déclinés pour être ajustés aux besoins des consommateurs. La manipulation, loin d'être un « simple geste », suppose la connaissance des matières et des usages. Elle est étroitement codifiée. La technique est encadrée, quantifiée, géométrisée (à l'aide de dessins qui fixent les mouvements de la main pour affiler la lame, par exemple). La formule n'est en rien atypique. Elle serait à rapprocher de *L'art du peintre*, de Watin, marchand-épicière, entrepreneur qui vend aussi bien son traité que des méthodes de peinture (pour apprendre rapidement) et des vernis⁶⁴.

Il est acquis que l'espace public de la technique est non seulement le fait de technologues érudits mais aussi d'hommes à projets, tels les horlogers jacobites fondateurs de la Société des arts de Paris, mêlant les ambitions de réforme, les affaires de charité et leurs propres entreprises. Il en va de même pour la littérature technique, y compris celle qui se réclame du bien commun. Ainsi, dans le sillage de *l'improvement*, paraît le premier journal anglais comportant une rubrique technologique, en 1692. Il est l'œuvre du boutiquier, courtier et membre de la Royal Society, John Houghton⁶⁵. Si les auteurs, tel Houghton ou Perret, appartiennent au monde des métiers, s'ils sont aussi membres d'académies ou proches d'elles, ils sont également entrepreneurs et leurs écrits techniques, tels des produits, prennent place parmi de multiples activités, concaténées, comme celles des *comprehensive firms* des artisans-entrepreneurs londoniens offrant des gammes élargies d'articles et de services et mobilisant des vastes chaînes de sous-traitants.

63. Jean-Jacques Perret, *La pogonotomie ou l'art d'apprendre à se raser soi-même, avec la manière de connaître toutes sortes de pierres propres à affiler tous les outils et instrumens; et les moyens de préparer les cuirs pour repasser les rasoirs, la manière d'en faire de très bons; suivi d'une observation importante sur la saignée*, Paris, Dufour, 1769.

64. Dinah Ribard, « Le travail intellectuel... », *op. cit.*, p. 735-738.

65. Liliane Hilaire-Pérez et Marie Thébaud-Sorger, « Les techniques dans l'espace public. Publicités des inventions et littérature d'usage en France et en Angleterre au XVIII^e siècle », *Revue de synthèse*, 2, 2006, p. 393-428, p. 408-409.

Nous proposons de les appeler des entrepreneurs de la technologie (tels les « entrepreneurs de science »), bâtissant leurs marchés par la réputation qu'offre un éventail de publications. Perret est aussi l'auteur de « L'art du coutelier » dans la *Description des arts et métiers* (1771), ouvrage qui fait suite à *La pogonotomie*. Il joue pleinement le jeu académique, remporte le concours de la Société des arts de Genève, en 1776, sur « les différentes espèces d'acier ». Il compose une activité d'écriture technologique autant qu'il emprunte un modèle savant de rationalisation des savoirs pratiques.

Nous faisons l'hypothèse que l'objet de connaissance que ces auteurs exposent – la technique – est aussi le moyen de connaissance qu'ils ont forgé pour comprendre leurs propres activités comme des séquences opératoires. À ce niveau d'analyse, l'enquête doit donc se porter sur les actes de la pratique, comme source d'une théorisation de la technique.

Économie artisanale et savoirs opératoires : le cas de Londres

L'histoire de la consommation a montré que les savoir-faire artisans, loin d'être immobiles, routiniers, ont été au centre de l'affirmation d'une culture technique à part entière, dans de larges couches du monde du travail. Au cœur de l'économie du produit se sont intensifiées des capacités inventives qui ne se confondent en rien avec la recherche des gains de productivité mais recouvrent de multiples registres (outillage, matériaux, modèles, améliorations de qualité – « unité de conception ») et reposent sur des aptitudes croissantes à imiter, transposer, adapter des modèles, des matières, des opérations – en somme, une intelligence synthétique.

Dans ce contexte, au XVIII^e siècle, au sein de l'économie artisanale londonienne, se développe une pensée opératoire qui ne doit rien aux formalisations savantes. La compréhension du procès de travail en processus naît de la complexification des fabrications aux mains d'artisans-entrepreneurs polyvalents, concentrant des activités, composant des circuits et assemblant des pièces fournies par des réseaux de fournisseurs et de sous-traitants, eux-mêmes multifonctionnels. Les métiers urbains sont ainsi reclassés, les compétences conformées aux besoins des entrepreneurs, qui mettent sur pied un décompte des gestes effectués – un langage verbal, sans la médiation de technologues et sans aucunement viser l'abaissement des coûts de revient. La variabilité, l'adaptation et la composition des objets, en somme leur qualité, qui repose notamment sur l'intensification des techniques de réparation, justifient la maîtrise technologique du procès de production.

Comment l'identifier? Cette technologie artisanale a laissé peu de traces, ou plutôt elle ne s'est pas constituée en science. Elle a de plus été effacée par les technologies savantes. Je me suis donc tenue à distance de l'écrit normatif; j'ai privilégié les sources privées, entre cartes de commerce, catalogues de vente, polices d'assurances et inventaires après-décès, et surtout comptabilités d'entreprises.

Je me concentrerai ici sur deux types d'archives qui mettent en valeur les aptitudes de synthèse que recouvrent ces produits : les catalogues de vente et les archives comptables, dans le contexte anglais où, depuis les années 1660, sont produites des gammes d'articles de consommation, hautement composites, courant de l'horlogerie à la carrosserie, en passant par l'orfèvrerie et la quincaillerie, appelée *toy, toyware* (jeu, artifice, manipulation).

Une véritable économie sectorielle d'assemblage se met en place au-delà des catégories de métiers. Elle est porteuse d'une définition fonctionnaliste de la qualité des produits, qui s'exprime tout au long du siècle dans les reclassements taxinomiques de l'écrit marchand. C'est ce que livrent les catalogues de vente, *pattern books* ou *trade catalogues* de quincaillerie des années 1760. Édités par les négociants en gros des Midlands, à partir de planches de cuivre qui circulent entre eux, ils classent les articles par motifs de base et combinaisons de motifs et par proportions, recouvrant ainsi deux principes technologiques de base, le formatage et le dimensionnement. Sur ces classements se greffe un autre principe, celui des assemblages. Dans les *pattern books*, la finition, caractéristique du *toyware*, est la voie d'entrée des logiques d'assemblage, par l'adjonction des pièces et les effets de composition. Les fixations sont finement répertoriées, classées, déclinées pour permettre la multiplication des choix. Des catalogues spécialisés de pièces et de composants apparaissent. C'est par la finition, le travail des apparences, la recherche des variations que se profile une culture (écrite) de l'empiecement, de la fixation et de l'ajustage, une technologie des *fittings*, terme fondamental dans l'organisation des marchés, dans l'écrit marchand et dans la rhétorique de l'économie politique smithienne. Un véritable code graphique leur est associé, bipartite, rococo pour les ornements, sobre, fonctionnaliste pour les pièces de jeu, jusqu'à suggérer les volumes et le mouvement par le dessin ombré. Ce code signe l'affirmation de la technicité du *toyware*, et l'émergence des exigences qui lient le *design* au geste, la forme à la manipulation. C'est en ce sens qu'il faut comprendre la parution, à la fin du siècle, d'un troisième groupe de *pattern books*, les catalogues d'outillage, ou *Toys and tools* de Birmingham, où les outils sont classés par opérations quels que soient les métiers et les produits concernés. Dans le *toyware* se dessine une filiation entre les accessoires et l'outillage, entre *toys* et *tools*, un lien qui unit par la manipulation, l'habileté, le *skill*, des classes d'objets en apparence divers.

À ces produits, composites et liés par des correspondances opératoires que manifestent les catalogues, répond une organisation du travail artisanal qui ouvre la voie à une compréhension synthétique et opératoire du procès de production. C'est ce que livrent les archives comptables.

Le développement des entreprises artisanales comme structures fonctionnelles s'accompagne de l'émergence de langages opératoires ancrés dans les nécessités pratiques de la gestion des entreprises. Pour régler les travaux de sous-traitants nombreux, pour établir le prix d'articles composites ou celui des réparations,

les entrepreneurs artisans mettent en œuvre des décomptes d'opérations et par-là énumèrent des actes, listent des séries séquencées de gestes (ainsi les démon-tages, remontages, ajustages), détaillent par le menu les mouvements composant une action. Ces praticiens pensent l'action, ils produisent un savoir pratique – une expression à entendre à deux niveaux : une intelligence de l'action (gestes et transformations), issue de l'activité gestionnaire d'une part, et destinée à la servir d'autre part. Il ne s'agit en rien d'une « science pratique ». Ces comptabilités ne permettent pas non plus, comme les devis d'ingénieurs, de réduire les paramètres en équations, de négocier l'accord des parties et d'anticiper l'action. Elles constituent des calculs *ex post* en vue de la facturation, donc de l'établissement d'un prix marchand. Cette rationalisation technologique naît de l'évaluation des multiples actes de transformation qui imposent à chaque commande de solder ou de reporter les comptes, d'en faire le « détail », c'est-à-dire d'en rassembler les données éparses. La logique est marchande. La compréhension technologique du produit, « détaillé » en procès de travail, pièce par pièce, passe par les instruments de comptabilités marchands, la facturation et la partie double (débit, crédit), réappropriées pour le calcul des activités productives.

C'est ce qu'illustrent les archives des horlogers, assembleurs par excellence. Les archives des Gray et Vulliamy, qui courent sur trois générations, permettent de saisir l'essor d'une économie de la réparation et de l'accommodement, née de l'horlogerie et prolongée pour toute gamme d'articles de finition, hautement composites, dans l'orfèvrerie.

Dans les années 1700, le livre de comptes de Benjamin Gray⁶⁶, dans lequel les réparations concernent l'ensemble des montres passant par l'atelier, révèle une hiérarchisation des verbes, entre verbes génériques modulaires, ordonnant les séquences comptables, en général « *mended* » ou « *cleaned* », et verbes précis, verbes-action « *polished* », « *boyled* », « *finished* », à la faveur de la division systématique du prix des produits pièce par pièce. Dans certains cas, les gestes sont dissociés sur une même pièce et dessinent un processus (ainsi pour la réparation d'un étui : polissage, épongeage, vernissage, donc un processus de surfacage, suivi d'un remodelage, sur la même zone, avec petites accolades pour chaque procès). La logique verbale prend le pas sur celle du produit, des éléments, de la topographie.

À la fin du siècle, chez son successeur Benjamin Vulliamy, le langage verbal est omniprésent⁶⁷. Dans une logique d'intensification des réparations et donc des gestes sur des composants spécifiques, l'entrepreneur développe des modules séquentiels et des processus opératoires répétitifs. Les séquences du livre de Vulliamy, toutes organisées suivant un même déroulement (nettoyage des mouvements, réparation, puis réfection des boîtiers et pièces externes), se caractérisent par un double jeu de

66. Guidhall (Londres), Clockmakers' Company Library, Ms 23.7262.

67. The National Archives (Kew), C 104/58 II, *Day Book*, 1798-1800.

décomposition, calquée sur les différentes pièces contenues dans la zone de travail, et de réduction. Les décompositions peuvent donner lieu à l'usage de vocables différenciés, donc à un enrichissement lexicographique, surtout les gestes d'ajustage qui sont ainsi détaillés, comme « *free* », « *set upper* », « *set deeper* », « *giving shake* ». Cette diversification des verbes ne signifie en rien que règnent le désordre et les pratiques les plus éparées. Non seulement Vulliamy fait un large usage des verbes génériques pour ordonner les séquences (nettoyer, réparer), mais il multiplie les modules d'expressions verbales, répétitives, formatées, qu'il agence en séquences, en somme un répertoire, un code – une « langue des gestes » : « *fitted in a new main spring* », « *setting cylinder wheel in new action* », « *burnishing the teeth* », « *repairing wheel pivot & made new hole* », etc. Il utilise, enfin, de manière transverse les « verbes-actions » tels que « polir » appliqué au travail sur différentes pièces (pour les pivots, pour les dents de rouages), resserrant ainsi les activités sur des opérations. Le verbe est devenu l'unique principe ordonnateur de l'énoncé ; la décomposition par pièces, et donc par gestes, ouvre la voie à un classement opératoire des interventions. Dans cette formulation comptable d'un langage verbal s'exprime, par la rédaction, une réduction, une abstraction du geste, faisant des livres de comptes des archives de la technologie. À Londres, au XVIII^e siècle, ces pratiques technographiques sont largement partagées. Au-delà de leur foisonnement et bien qu'elles ne suivent pas de norme établie, elles expriment la montée de rationalités de l'action, dans tout métier où règnent les techniques de finition et d'assemblage.

*

L'histoire de la technologie comme « science des intentions fabricatrices », science des opérations, est le plus souvent associée à un temps fort, le début du XIX^e siècle, le temps des technologues et des débuts de la grande industrie. Pourtant, une rationalité technologique s'est aussi développée en milieu artisanal et marchand, *via* la production imprimée commerciale et, de manière moins visible, au fil des pratiques d'organisation du travail des artisans-entrepreneurs. Une culture opératoire se met en place dans ces écrits foisonnants – une technologie certes rudimentaire comparée aux réductions en art, mais massivement partagée – une « pensée commune ».

Cet effort de synthèse est porté par l'essor des marchés pour des produits de plus en plus variés, composites, déclinés, adaptés, imitatifs, dont la production repose sur l'agencement incessant de pièces et d'attaches et sur la coordination des gestes d'intervenants multiples. Ces logiques se marquent dans le déploiement d'un langage d'action. Les comptabilités artisanales livrent de véritables technographies, avec sophistication croissante de l'usage des verbes et des énoncés modulaires. Le langage verbal, déterminant dans l'émergence de la technologie, appartient donc aussi au monde artisanal. L'essor de cette « langue des gestes »,

son autonomisation progressive, pose la question de l'existence de passerelles (ou de leur absence) entre cet univers et celui des ingénieurs et des technologues, puisque tous parlent une même langue, ou plutôt partagent une même syntaxe qui traduit l'existence d'un concept commun, celui d'opération.

« TECHNO-ESTHÉTIQUE » DE L'ÉCONOMIE SMITHIENNE VALEUR ET FONCTIONNALITÉ DES OBJETS DANS L'ANGLETERRE DES LUMIÈRES

Liliane HILAIRE-PÉREZ*

RÉSUMÉ : De *La Théorie des sentiments moraux* à *l'Essai sur la nature de l'imitation dans les arts*, Adam Smith a déployé une conception de l'esthétique comme art des liaisons. Il a fondé sa définition de la beauté des objets comme aptitude à être utiles (*aptness*), non sans écho avec la valeur d'échange comme « faculté d'acheter d'autres marchandises », « pouvoir » d'agencer et de réaliser des desseins. Composition, adaptation, réduction et mise en scène des moyens : une « techno-esthétique » naît en Angleterre au XVIII^e siècle, portée par l'économie du produit.

MOTS-CLÉS : technique, produit, Adam Smith, composition, opération.

THE « TECHNO-AESTHETICS » OF SMITHIAN ECONOMY THE VALUE AND FUNCTION OF OBJECTS IN 18TH CENTURY ENGLAND

ABSTRACT : From *The Theory of Moral Sentiments* to his *essay on The Nature of that Imitation Which Takes Place in What Are Called the Imitative Arts*, Adam Smith offered a vision of aesthetics combining beauty and utility. An echo of exchange value as the "ability to buy other goods" – the "power" to organize and achieve one's goals – his definition of beauty was premised on the "aptness" of things, that is, the fact that they were also useful. Sustained by the commodification of products, a kind of "techno-aesthetics" thus emerged in England in the 18th century, one that implied designing, adapting, reducing and showcasing the means of production.

KEYWORDS : technology, products, Adam Smith, designing, operation.

التقنيّة الجماليّة للاقتصاد السميثي. قيمة ووظائف الأشياء في انكلترا التنوير.
ليليان هيلار بيريز

ملخص: من "نظريّة المشاعر الأخلاقيّة" إلى "رسالة في طبيعة التقليد في الفنون"، طور آدم سميث مفهومًا للجماليّة كفنّ العلاقات. بنى تعريفه لجمال الأشياء على أهليّتها للإفادة، مذكرًا بقيمة التبادل "كإمكانيّة شراء بضائع أخرى" و"قدرة" ترتيب وتحقيق أهداف ما : ولدت تقنيّة جماليّة في انكلترا في القرن الثامن عشر، وقد حملها اقتصاد السلع.
كلمات البحث : تقنيّة، سلعة، آدم سميث، تشكيل، عمليّة.

* Liliane Hilaire-Pérez, née en 1960, est professeur d'histoire moderne à l'université de Paris 7 (laboratoire « Identités, cultures, territoires », EA 337) et directrice d'études à l'EHESS (Centre Alexandre-Koyré). Elle travaille sur les cultures artisanales et sur l'histoire de la technologie entendue comme science des opérations. Elle a récemment coédité *Les Techniques et la technologie entre France et Grande-Bretagne (XVI^e-XIX^e siècle)*, dossier thématique des *Documents pour l'histoire des techniques*, n° 19, 2010. Adresse : Université Paris 7, ICT, 5, rue Thomas Mann, F-75013 Paris (liliane.perez@wanadoo.fr).

**„TECHNO-ÄSTHETIK“ DER SMITH’SCHEN ÖKONOMIE
WERT UND FUNKTIONALITÄT DER OBJEKTE IM ENGLAND
DER AUFKLÄRUNG**

ZUSAMMENFASSUNG : Von seiner Theorie der ethischen Gefühle bis hin zu seinem Essay of the Nature of That Imitation Which Takes Place in What Are Called the Imitative Arts begreift Adam Smith die Ästhetik als Kunst der Verbindungen. Seine Definition von der Schönheit der Objekte basiert auf deren Fähigkeit, nützlich zu sein (aptness), und zwar in Anspielung auf den Tauschwert im Sinne einer „Fähigkeit, andere Güter zu erwerben“, einer „Macht“ zur Gestaltung und Umsetzung von Absichten. Komposition, Anpassung, Reduzierung und Inszenierung der Mittel : Ende des 18. Jahrhunderts entsteht in England eine „Techno-Ästhetik“, getragen von der Produktökonomie.

SCHLAGWORTE : Technik, Produkt, Adam Smith, Komposition, Tauschhandlung.

**« TECNO-ESTÉTICA » DE LA ECONOMÍA SMITHIANA
VALOR Y FUNCIONALIDAD DE LOS OBJETOS
EN LA INGLATERRA DE LAS LUCES**

RESUMEN : De la Teoría de los sentimientos morales al Ensayo sobre la naturaleza de la imitación en las artes, Adam Smith desplegó una concepción de la estética como arte de relaciones. Basó su definición de la belleza de los objetos en su aptitud para ser útiles (aptness), haciéndose eco de su valor de cambio como « facultad para comprar otras mercancías », el « poder » de agenciar y de realizar proyectos. Composición, adaptación, reducción y puesta en escena de los medios : una « tecno-estética » nace en Inglaterra en el XVIII, a partir de la economía del producto.

PALABRAS CLAVE : técnica, producto, Adam Smith, composición, operación.

斯密經濟的“技術美學”：英國啓蒙時代物體的價值和功利性
黎麗阿訥·依萊荷·倍赫

摘要：從《道德情操論》到《論藝術中模仿的本質》，亞當·斯密發展了一個概念：美學即聯繫的藝術。他將物體的美定義為天賦的有用性，與交換價值作為“購買其他商品的特性”、安排和實現計劃的“能力”交相輝映。各種手段的組成、適應、縮減、展現：在產品經濟的支撐下，一種“技術美學”在18世紀的英國誕生了。

關鍵詞：技術，產品，亞當·斯密，組成，運作。

スミス学派經濟の「技術美学」。
啓蒙のイギリスにおける物の価値
と機能性
リリアン・イレール＝ペレーズ

要約：アダム・スミスは『道德情操論』から『模倣藝術の本質についてのエッセー』のなかで、関連の芸術としての美の概念を展開している。彼は物の美しさの定義を有益な素質があるものとし、「他の商品を購入する能力」もしくは「構成力」や「デッサン能力」とはしなかった。構成、適応、削減、そして手段の演出という、いわゆる「技術美学」は生産經濟の影響を受け、18世紀のイギリスで生まれる。

キーワード：技術、生産、アダム・スミス、構成、操作。

Dans un article récent sur les rapports entre technique et esthétique chez Gilbert Simondon, Giovanni Carrozzini met en valeur l'originalité de la conception du philosophe, soucieux de longue date de promouvoir « le sentiment esthétique de beauté technique » et parvenu à la création d'un concept nouveau, la « techno-esthétique »¹. Carrozzini explique que l'enjeu pour Simondon était de passer d'« un discours esthétique *sur* la technique » à « un discours esthétique *de et dans* la technique ». En écho avec les débats qui agitaient les théoriciens du *design*, Simondon privilégiait d'une part le caractère relationnel et *trans*-disciplinaire de l'objet technique comme source de ses qualités esthétiques, d'autre part le rejet de toute esthétisation, de toute décoration et « sédimentation sémantique » d'ordre commercial et exogène, au nom d'une valorisation de l'*opérativité*. Il s'agissait d'analyser « l'œuvre simultanément technique et esthétique, esthétique parce que technique, technique parce qu'esthétique ». Cela supposait de prendre ses distances face au schème classique de la contemplation du « bel objet » et de définir une autre catégorie d'appréciation fondée sur « la centralité de l'action dans les expériences », au point de concevoir « l'expérience de l'artiste » comme « techno-esthétique ».

Notre but dans cet article est de souligner l'historicité des démarches intellectuelles visant à penser conjointement la technique et l'esthétique dans un contexte particulier, celui de l'Angleterre des Lumières, période d'essor des consommations, d'intensification du travail artisanal et d'inventivité soutenue et polymorphe – *trans*-disciplinaire – de procédés, d'outillage et de produits (modèles, matières, éclats, usages). Cette inventivité qui se marque dans la profusion des biens de consommation, déclinés en des gammes variées de produits, alliant des formes inédites, des matériaux nouveaux et des procédés de pointe, est revendiquée par les commentateurs tels Daniel Defoe, comme un trait distinctif de l'identité britannique². Au cœur de l'économie marchande, artisanale et entrepreneuriale naît une culture opératoire, ensuite effacée par la science des machines au XIX^e siècle. Elle recouvre une compréhension globale des objets et de leur fabrication, fondée sur l'adéquation des moyens à la particularité des usages. Si la notion de « techno-esthétique » permet de renouveler l'étude des liens entre le beau et l'utile, l'esthétique et la fonctionnalité, nous nous proposons d'interroger comment ce concept peut trouver un sens dans un contexte technique où règnent en maître la qualité des produits, le soin des façons, la finition et l'ornement.

POUR UNE LECTURE TECHNOLOGIQUE DE L'ÉCONOMIE DU PRODUIT

Insistons sur cette économie du produit³, consumériste, smithienne, car c'est dans ce contexte que s'affirme une définition technologique de la valeur et de la beauté des objets, bien avant tout essor du machinisme industriel. D'une part, la révolution des produits, parce qu'elle repose sur la conjonction de registres inventifs, est ancrée dans une conception unitaire et synthétique du génie technique issue de la Renaissance, écho lointain de la *metis*. Elle détermine l'acception large des « arts » comme « *ingenious*

1. CARROZZINI, 2011, p. 63.

2. BERG, 2005, p.14.

3. GRENIER, 1996.

labour » chez Malachy Postlethwayt⁴, comme « industrie de l'homme appliquée aux productions de la Nature ou par ses besoins, ou par son luxe ou par son amusement, ou par sa curiosité » pour Diderot⁵. Elle sous-tend le mouvement des sociétés des arts, ainsi la Society of Arts de Londres (1753), fondée par le peintre William Shipley⁶. Les facultés de conjonction des arts en vue de la réalisation du dessein/*design* du concepteur fondent l'invention et tout art du projet comme activités de synthèse et comme technologie, soit la sélection appropriée des moyens adéquats⁷.

D'autre part, à la source de la conception, se tient en effet la capacité de choisir les artifices utiles à la production d'un effet désiré, de les ajuster conformément à l'intention, de réduire ainsi l'hétérogénéité des moyens à l'unité du dessein⁸. L'effort de composition des moyens, des éléments, des propriétés et leur adéquation à la fin recherchée fondent cette technologie comme science du particulier. C'est dans cette matrice que se coulent les fabricants et les marchands du xviii^e siècle qui multiplient à l'infini les variétés de produits, étendent les gammes, raffinent les finitions pour convenir à la particularité des besoins et des désirs. L'économie du produit s'inscrit dans le raffinement de l'ajustement des moyens aux fins qui suscite chez les commentateurs l'apologie de l'ingéniosité – de l'art comme « moyen de régler le plus grand nombre de cas possibles⁹ ».

Enfin, la transposition, la substitution et l'imitation, toutes des figures de la pensée synthétique et analogique qui fonde la culture opératoire, sont omniprésentes dans l'économie marchande tant elles permettent l'extension des consommations. Elles sous-tendent par exemple la déclinaison des gammes selon les particularités recherchées des produits. Ces modes de conception sont au cœur de la dynamique anglaise d'innovation, fondée sur les substitutions d'importations, d'Asie et du continent, et notamment de France¹⁰. Elles sous-tendent aussi l'extension des activités de réparation des objets, entre rechange des pièces, accommodement et embellissement, dans tous les cas des substitutions qui rétablissent et rehaussent la fonctionnalité des objets. Le processus en jeu repose sur la réduction des motifs, des gestes, des matières, en formes, opérations et propriétés, ensuite transférés et adaptés, en somme sur une simplification élémentaire du divers par l'analogie, par un mouvement de synthèse, d'abstraction par la comparaison.

En lien, la beauté des œuvres comme celle des objets d'ornement est définie au xviii^e siècle comme art des liaisons, art des rapports entre le modèle et sa réplique, art de la composition et du système. Au milieu du siècle, William Hogarth conçoit le plaisir esthétique comme goût des correspondances (« *exactness of counterparts* »). Dans les années 1790, Joshua Reynolds, chantre de la beauté néo-classique, définit l'originalité comme la combinaison de modèles connus¹¹. Entre-temps, Adam Smith, dans l'*Essai*

4. BERG, 2005, p. 99.

5. DIDEROT et D'ALEMBERT, 1751-1765, vol. 1, article « Art », p. 714.

6. HILAIRE-PÉREZ, 2000, p. 190-209 ; FOX, 2003, et 2009, chap. 4.

7. VÉRIN, 2008a, p. 9 (« Art du projet, technologie »).

8. VÉRIN, 1992, p. 77.

9. VÉRIN, 2008b, p. 51.

10. STYLES, 2000, p. 131 ; BERG, 2005, p. 44-45 et 82-84.

11. BERG, 1999, p. 80 ; SMITH, 1999, p. 328.

sur la nature de l'imitation dans les arts, voit dans « l'écart entre l'objet qui imite et l'objet imité le fondement de la beauté de l'imitation » et de l'art, érigeant la « maîtrise de la disparité » en canon artistique¹². Cette conception structuraliste et fonctionnaliste de la beauté fait écho au principe de réduction, comme le souligne Didier Deleule : « L'artifice du créateur, comme celui du technicien, du savant, du philosophe, effectue le système comme œuvre de l'art : une réduction de la diversité à certains principes d'intelligibilité qui ont pour mission de respecter l'hétérogénéité tout en surmontant [...] la difficulté inhérente à la disparité des objets considérés¹³. » Ainsi, « tout système a valeur esthétique¹⁴ ».

Le propos résonne avec la *Théorie des sentiments moraux* où déjà, en 1759, Smith jugeait pour évident « que l'adéquation [*fitness*] d'une machine ou d'un système à la fin pour laquelle il a été prévu confère une certaine convenance et une certaine beauté à l'ensemble de ses parties¹⁵ ». Loin de prendre pour exemple un engin, un mécanisme, Smith développait l'exemple des bibelots, ou *toys* : « [...] ce n'est pas tant l'utilité qui plaît à ces amateurs de babioles que l'aptitude [*aptness*] des machines à être utiles. » Est machine tout objet d'artifice, dont le principe est de remplir la finalité pour laquelle il est composé, fût-elle la plus « frivole ». En effet, les objets de *toyware* (boucles, boutons, bijoux, étuis et accessoires en tout genre) qui font le succès des modes anglaises au XVIII^e siècle tiennent leur valeur de la parfaite adéquation aux usages, aux désirs, aux goûts, de l'insertion dans des gammes de produits, dans des collections, dans un système, et de l'agencement ingénieux de leurs pièces, provoquant le plaisir par le jeu des moyens qu'ils recèlent. Le produit des Lumières est un objet technologique, et c'est ce qui fonde ses qualités esthétiques.

En nous concentrant sur cette période, nous voudrions souligner deux aspects qui nous conduisent à revenir sur la définition de la « techno-esthétique ». D'une part, il nous apparaît un peu restrictif de se limiter à une « esthétique industrielle »¹⁶ tant la technique ne se confond pas avec l'industrie. Dans le cas anglais qui nous intéresse, l'impact spectaculaire de la grande industrie dans l'économie a longtemps occulté chez les historiens, de manière téléologique, le premier mouvement de la croissance, clé de voûte du succès britannique au XVIII^e siècle : la sophistication de l'économie du produit, le rôle majeur des *luxuries*, de l'ornement et de l'apparence dans l'émergence d'une culture technologique fondée sur les transversalités et les combinaisons opératoires à l'échelle des produits comme de la production.

D'autre part, au XVIII^e siècle, l'esthétique de la décoration, centrale dans l'économie du produit, loin de constituer un « masquage sémantique », est constitutive de

12. SMITH, 1795, p. 50 et 53. Le thème participe de l'esthétique de la machine et de l'œuvre d'art comme assemblage et système : voir BECQ, 1982-1983 ; DÉMORIS, 1982-1983 ; DAMISCH, 1982-1983 ; SCOTT, 1999.

13. DELEULE, 1997, p. 31.

14. On rapprochera cette formule de celle d'Hélène Vérin commentant le sens que revêt l'œuvre d'art pour Herbert Simon, et l'ancienneté de cette vision, qui place l'économie au cœur de l'esthétique : « En quelque sorte l'œuvre d'art est réussie dans la mesure où, entre les résultats et le processus qui y a conduit, on découvre une relation réussie » (VÉRIN, 1998, p. 127).

15. SMITH, 1759, p. 251.

16. CARROZZINI, 2011, p. 63.

« la dimension originaire et authentique de la technique »¹⁷, tant elle implique d'effort de composition et d'assemblage, tant elle ouvre aussi l'éventail de la variation, de l'adaptation et de l'adéquation des moyens à la particularité des usages et des goûts, non sans écho avec le génie comme anticipation et réduction de l'adversité. Dans la nation dont l'identité sera forgée au XIX^e siècle par la glorification du machinisme, se déploie un siècle plus tôt l'intérêt pour l'habileté comme savoir de l'adéquation et du particulier. Dans *La richesse des nations*, « *skill, dexterity, and judgment* » sont les piliers de l'apologie de la segmentation des tâches et de l'exaltation du rôle du travail dans la croissance¹⁸.

En ce sens aussi, la « techno-esthétique » du produit diffère de l'esthétique industrielle définie par Carrozzini ; elle réside en effet dans une définition de la valeur d'échange en termes de potentialités des produits (*aptness*), conçus comme des dispositifs et des ordonnancements, plus que dans l'accomplissement d'une relation d'usage effectif entre l'objet et le sujet. Pour Smith, c'est l'apparence d'utilité qui suscite la beauté des objets (« *the beauty which the appearance of utility bestows upon all the productions of art* »)¹⁹. C'est pourquoi aussi, l'appréciation visuelle, sans se confondre avec la « contemplation » du « bel objet »²⁰, reste déterminante dans la « techno-esthétique » de l'économie smithienne.

Examinons maintenant concrètement cette place centrale du produit dans l'affirmation d'une « techno-esthétique » au XVIII^e siècle en nous concentrant sur l'étude des objets curieux, ou *toyware* – ceux pris en exemple par Adam Smith. Cherchant à articuler l'histoire des techniques et l'histoire de la consommation, nous montrerons que c'est au cœur d'une économie consumériste fondée sur la performance curieuse, la recherche des effets, la mise en scène et la décoration que s'est affirmée une esthétique technique, fonctionnaliste et opératoire, au sein de laquelle les ajustements ont joué un rôle clé dans la promotion des potentialités techniques des objets.

LE CONTEXTE ANGLAIS : L'ÉCONOMIE CURIEUSE DU *TOYWARE*

Les produits du *toyware* s'inscrivent dans un champ sémantique né au XVI^e siècle et développé au XVII^e siècle, étroitement lié à la comédie et à la poésie, telles les « *fairy toys* » du chevalier Thésée dans le *Songe d'une nuit d'été*. Le terme de *toy* a partie liée avec l'image du rusé farceur dans les mythologies de la création, courant de la *metis* des dieux à la magie des fées et à la folle inspiration de l'inventeur²¹. C'est aussi ce sens qui se déploie dans le marché de ces objets au tournant du XVII^e siècle et du XVIII^e siècle et que recouvre bien souvent le mot « curieux » associé aux articles de *toyware*.

Pourtant, quand il s'agit d'artefacts, les dictionnaires offrent peu de place aux objets de *toyware* qui déstabilisent les catégories de produits, tant ils imbriquent de matériaux, tant ils prennent sens en réseaux (gammes, séries) et débordent les classifications

17. CARROZZINI, 2011, p. 65.

18. SMITH, 1776, ici 1991, p. 72.

19. SMITH, 1759, ici 1999, p. 179.

20. CARROZZINI, 2011, p. 66.

21. SIGAUT, 2004.

traditionnelles des métiers par matières travaillées ou produits réalisés. Absent de la *Cyclopedia* d'Ephraïm Chambers (1728), le terme est mentionné rapidement dans les dictionnaires de Nathan Bailey (1730), Thomas Dyche (1737 à 1777) et Benjamin Martin (1749)²². Les ouvrages de commerce sont rarement plus diserts. Dans ce groupe, le terme apparaît chez Richard Rolt en 1756 qui mentionne simplement : « *Toys. Play-things, to please children ; also any sorts of trifling curiosities, furnished either by art or by nature*²³. » Dans cette mince définition, pointe le sens de jouet, et celui de bagatelle mais associé aux curiosités, aux objets singuliers et troublants des collections curieuses qui brouillent les limites entre nature et artifice²⁴. C'est aussi dans un tel ouvrage, celui de Thomas Mortimer, en 1810, que l'on trouve la description la plus précise de *toy* :

« [...] un terme qui inclut tout article de bagatelle fait exprès pour l'amusement des enfants. On a dit à juste titre que "les Hommes ne sont que des enfants de taille plus grande" ; [...] il n'y a pratiquement pas d'arme de guerre, d'outil agricole ou de parure qui se trouve chez les adultes et qui ne soit pas, en miniature au moins, dans les mains des enfants, sous l'appellation de jouets [*toys*]. Ces articles, d'apparence si frivole pour un banal observateur, emploient de nombreuses mains, et nourrissent des centaines de familles à Londres et dans ses environs, en plus d'occasionner un commerce considérable entre la Grande-Bretagne et la Hollande...²⁵ »

Si Mortimer reprend la thématique du jouet, il l'inclut à celle de la réplique, de la transposition des objets d'adultes à destination des enfants, de la miniaturisation, et choisit des objets techniques (armes, outils), se faisant l'écho de pratiques à l'œuvre dans le monde des métiers²⁶. Il ouvre aussi sur une autre dimension, celle du luxe bienfaiteur, source d'emplois et de richesse, en lien avec sa position d'économiste et de promoteur de la philanthropique Society of Arts de Londres²⁷. En ce sens, Mortimer²⁸ se distingue des érudits lettrés qui ne retiennent qu'un sens affaibli du *toyware*, « *trifling curiosity* » (Rolt), en écho à l'affaiblissement du terme « curiosité » (notamment dans son pluriel « curiosités »).

22. BAILEY, 1730 (« A Play-Thing, a Trifle ») ; DYCHE et PARDON, 1777 ; MARTIN, 1749 (« 1. A play-thing for children, 2. A knack, or pretty little thing, 3. A silly thing or one of no value, 4. (In the plural number) dainties to eat »).

23. ROLT, 1756.

24. DASTON et PARK, 1998, p. 290-301 ; POMIAN, 1978, ici 1987, p. 70-74.

25. MORTIMER, 1810.

26. Ainsi le livre de comptes du ceinturier Haddock en 1725 porte mention de la fourniture d'épées pour enfants : « *childs sword and belt 4 sh.* », « *an old childs sword with a ditto new red belt returned 2 sh.* » ; The National Archives, Londres (Kew) [ensuite TNA], C 104/231. Les *toys*-jouets sont aussi des poupons, des osselets et des billes (« *toys such as dress'd babies, naked-joints, marbles* ») chez le vendeur Isaac Scott d'après sa carte de commerce (Victoria & Albert Museum [ensuite V&A], fonds 95.H.38.F, item E 2316-1987).

27. MORTIMER, 1763a.

28. Thomas Mortimer est aussi auteur d'un almanach commercial où il entreprend une classification des métiers, sectorielle et opératoire : MORTIMER, 1763b. L'ouvrage commence par l'éloge de la Society of Arts, bienfaitrice des talents des artistes et des artisans, que s'approprient indûment les marchands et les entrepreneurs (*undertakers*).

D'une manière générale, l'écrit normatif, sur le long terme, ne rend pas compte de l'originalité et de la polysémie des termes *toy* et *curiosity*, restreints aux babioles et colifichets ; il distend leurs liens avec l'artifice et le plaisir de faire. La curiosité, qui magnifie l'art comme imitation, illusion et satisfaction des désirs singuliers, atteint pourtant sa pleine consécration au XVIII^e siècle à travers le succès des consommations nouvelles²⁹. Mais c'est plutôt sous la plume des praticiens, dans leurs magasins et leurs ateliers, et dans les valeurs attachées aux produits que se manifeste cette culture de l'artifice.

JOSEPH POWELL,
Iron Manufacturer, Brazier and Hardwareman,
At the Stove Grate Warehouse, No. 51, near St. Peter's Church,
in Cornhill, LONDON;
Sells Ironmonger's WARE in GENERAL,
And MAKES all Sorts of Goods, in Brass, Copper, Iron and Steel, which
he Sells by Wholesale, Retail, and for Exportation, viz.

<p>FINE Steel, Tutenach and Brass Stove Grates of all Sorts Forest Hearths for Wood or Scotch Coals, of the newest Fashion Likewise all Sorts of Bath Stoves fitted up in cast Iron, instead of Marble or Stone, &c. finished in the neatest manner Cabin Stoves of Copper and Iron for Men of War, or Merchant- men; German and Wind Stoves Fire Shovels, Tongs and Pickers Neat pierced Works, in Steel, Tute- nach or Brass, and Wire Fenders Fine wrought Brass Arms, Brass Curtain Rods, Rings and Pullies Fine wrought or plain Chandeliers for Churches, Chapels, Assembly Rooms, &c. Brass Lanthorns, Balance Weights and Pullies Brass-Breaches—with Globes, and Bell Glasses, Brass Hooks, and Glass Shades. Neat Mortice, and all other Brass and Iron Locks for Room Doors Door Springs, Brass and all other Sorts of Knockers for Doors Brass and Japan'd Hooks for Chimnies, Hats, Pictures, &c. of all Sorts Kitchen Furniture of all Sorts, viz. Rangers, Cranes, Smoak Jacks and others; Racks, Spits, Cop- pers, Boilers, Stewing Stove, Fish Kettles and Carp Pans, French and other Stew-pans, Frying pans, Sauce pans, Fre- serving pans, Copper and Iron Dripping pans, Copper Drinking pots, coffee and chocolate pots, Coffee Mills, Fritter and Multi- room Engines, Padding Moulds, Turnip Scoops, Bread Raps and Graters, Apple Coarsers, Jagging Irons, Lemon Racers, Dashing and Landing Pins, Toasting Irons, Flesh Forks, Steak Tongs, fine ground and other Gridirons, Pig- plates, salamanders, Tea Kettles, Trevets, Box Irons, Flat Irons.</p>	<p>Cafe Knives and Forks of all Sorts, fine hard Metal Feather, Brass Ladles, Bailers, Scum- mers and Slices, Peppers, and Dredgers, Candle Boxes, Warm- ing Pans, Brass Pails, Fel- lers and Mortars, Brass Cocks, Bellows, Iron Skewers, Cleavers, and Chopping Knives, Vent Pegs and Ventilators A very great Variety of curious Ja- pan and Enamels in Tea Tables, Walters, Urn Tea Kitchens, coffee Pots, Tea Kettles and Lamps, Bread Baskets, Candlesticks, Dref- sing Boxes, Tea Chests, Ink- Stands, Snuff Boxes, Salts, Smel- ling Bottles, Tooth Pick, Ink and Pen Cases, Bottle Tickets, &c. by the most eminent Hands Fine Steel and Brass Candlesticks of all Sorts Secret Spring Snufflers and Stands Variety of Salvers, Bread Baskets, Tea Kettles and Lamps, Urn Tea Kitchens, Coffee Pots, Tankards, Ink Stands, Candlesticks, Sauce Boats, Callors, &c. in French Plate, not to be discern'd from Silver Fine cha'd and wrought brown Tea Kettles and Lamps, Urn Tea Kitchens, Coffee-pots, and Tea Equipages, well colour'd, and of the newest Fashion Variety of Stew pans, Sauce pan Urn Tea Kitchens Coffee pots, Tankards, Mugs, Waiters, Dish Crosses, Bottle Stands, Candle- sticks, &c. plated with solid silver Copper, Iron, and Japan'd Coal Scoops Plate Warmers, Camp Chaffing Dishes, Tea Kitchens, and Bro- ziers for airing Rooms Copper and Japan'd Clifters Iron Chests and Book cases, to fix in Brick Work shade and Machine Candlesticks Pressing Irons, Heaters, stoves to</p>	<p>stand without Brick Work Sugar Hatches, Key Swivels, Cork Screws, Wine Cooper's Gimblets, Nippers and tap Borers Fine Steel and Silver plated Spurs Steel Watch Chains, Tobacco Boxes and curious Steel, Chrysal Stone, Pails, Plated and Metal Buckles Pistol and Pocket Tinder Boxes Pen Engines, Fountain Pens, Black Lead Pencils and steel Cases Pen Knives, Scissors and Nut Crackers Ruffs and Leather Dog collars Wig Springs, Curling and Pinching Tongs Powder Flasks and Shot Pouches, Compleat Chests of Tools of vari- ous Sizes for gentlemen Bench and Hand Vices, Beak Irons, Elyars, Cutters Main Springs Screws, and Stamps of various Patterns, for marking Child Bod Linen Temple and Pocket Candle Screens Curious Copper Ventilators, on an entire new improv'd Principle, for dissipating all noxious Vapours, and offensive Smells, they are also of great Service in hot Countries by rarifying and refreshing the Air, &c. All Sorts of Steel Letters and Figure Punches to Stamp Wood or Iron Neat steel Collars for young Ladies Pinking Irons for Mantua or Shroud Makers Neat Steel and Brass Drop Bolts, for Chamber Doors compleat Brass Letters and Stamps for gilt- ing and lettering Books And all other Impressions, in Brass or Steel, cut after the most curi- ous Manner Flying Spring Curtains fix'd House Bells hung in the completest Manner, in Town or Country And Smith's Work in General, well Executed</p>
--	--	--

Likewise makes all Sorts of Iron Kitchen Furniture, Mends and Tins all Sorts of Copper and
Brass Utensils, with pure Grain Tin; the very best Materials for cleaning fine Steel Stoves,
Copper and Brass Furniture. Superfine Powder of Black Lead for Bath Stoves, Hearths,
and Coverings, and the most Money for old Metals in Exchange.

N. B. The lowest Price is fixed without Abatement.

Illustration 1. Prospectus de Joseph Powell
(London Metropolitan Archives, trade cards, Powell, sans cote)³⁰

29. BENEDICT, 2001, chap. 2 « Consuming curiosity » ; BENEDICT, 1990.

30. Les reproductions qui illustrent cet article sont des clichés de l'auteur, conformément à la politique des établissements concernés.

En 1776, Joseph Powell, « *iron manufacturer, brazier & hardwareman* », entrepreneur d'une infinité de biens en laiton, cuivre, fer et acier, vendeur en gros et détail installé à Cornhill dans la City, emploie dans son prospectus le terme de « curieux » dans deux registres, celui de l'esthétique, appliqué aux produits vernis et laqués (« *A very great Variety of curious Japans and Enamels in TeaTables, Waiters...* ») ou déclinés en divers matériaux (« *Curious Steel, Crystal Stone, Paste, Plated and Metal Buckles* »), et celui de l'utilité, pour les objets mécaniques tels les ventilateurs (« *Curious Copper Ventilators, on an entire new improv'd Principle, for dissipating all noxious Vapours...* »)³¹ (voir l'illustration 1). À la suite des chandeliers, bouilloires, lampes, étuis à crayons, boîtes à poudre se rangent les étaux et bancs à étirer, les bigornes, les tenailles, les poinçons et les matrices d'impression. La curiosité, associée au plaisir visuel et à l'empirisme en Angleterre³², héritière également du goût de la performance et de l'invention comme tour de force ou singularité, unit dans un même code culturel, celui de l'artifice, et dans un même réseau de produits, celui du *toyware*, les objets de consommation et les outils destinés aux métiers.

L'économie des apparences, de l'éclat et de la mise en scène ouvre sur une esthétique fonctionnaliste où l'imitation, l'assemblage, le jeu des parties et l'adaptation aux besoins consacrent le geste, l'acte et les moyens comme sources de plaisir et ressorts de la prospérité nationale. Au cœur de l'économie du *toyware*, naît une compréhension technologique des produits qui se manifeste par des réseaux de plus en plus denses entre des gammes d'objets, et par la montée en puissance d'une culture visuelle et des plaisirs de l'artifice. C'est pourquoi les marchés des instruments d'optique occupent une place particulière.

C'est à Londres, au tournant des xviii^e et xviii^e siècles que prend place cette économie curieuse du *toyware*, inscrite dans une dynamique sectorielle et réticulaire, au-delà des classifications entre métiers. Le *toytrade* est porté par les métiers du luxe, les uns traditionnels, orfèvrerie, bijouterie, les autres récents, fabrication d'instruments et horlogerie. La branche traditionnelle bénéficie de compétences dans la finition des ouvrages (modelage et composition), et s'appuie sur des clientèles aristocratiques, attachées de longue date. Il en va autrement de la fabrication d'instruments et de l'horlogerie, métiers nouveaux, plus réactifs aux marchés, qui misent sur l'élargissement rapide des publics de la science, et se développent grâce à l'essor de l'assemblage et des marchés des pièces détachées.

Les marchés de la science propulsés par l'optique jouent un rôle clé dans l'essor du *toyware*. Le plaisir visuel en est le point commun, celui des mondes cachés que révèlent les verres objectifs, celui des cartes marines et des mappes-mondes, celui des jeux de lumière (prismes, lanternes, chambres obscures) et des instruments curieux par leurs agencements, leurs matières, leur adaptation aux goûts et aux usages de consommateurs les plus divers. Les entrepreneurs d'optique, portés par l'essor consumériste et soucieux de profits glissent de l'optique au *toyware*, imbriquent ces marchés, tissent des correspondances entre les gammes d'instruments et celles du *toyware*, nouent des liaisons entre curiosité et technicité des objets.

31. London Metropolitan Archives [ensuite LMA], *trade cards*, Joseph Powell (sans cote).

32. BENEDETTI, 2001, p. 25.



Illustration 3. Marry Sterrop (V&A : 95.H.38.F)

Scarlett prend la suite de son maître Christopher Cock, établi à Long Acre près de Covent Garden et à la tête d'un important réseau de sous-traitants, tenant un double marché, celui des télescopes et microscopes pour amateurs et celui des instruments haut de gamme qu'il peut ainsi financer, pour les savants tels Robert Hooke et John Flamsteed. Cock, membre de la Turners' Company et de la Spectaclemakers' Company, est lui-même héritier de Richard Reeve, formé comme tourneur (hors corporation), et qui produit au milieu du xvii^e siècle tant des instruments pour savants et pour *virtuosi* que des curiosités tournées en ivoire (« *turning curiosities in ivory* »), à destination de ce marché des virtuoses, des amateurs de science³⁵. Les liens de l'optique et du *toyware* sont anciens et passent notamment par des transferts de compétences entre métiers, au fil des « *chain of makers* » tissées dans diverses corporations, en particulier par l'application du polissage et du tournage au travail des tubes, des verres puis des

35. SIMPSON, 1985.

miroirs³⁶. Cette dynamique croisée de l'instrumentation et du *toyware* porte la profession opticienne dès ses débuts et s'affirme, avec le développement des lunettes, produits « ordinaires » qui soutiennent le marché des instruments³⁷, mais aussi celui des étuis, objets curieux (secrets et fonctionnels), à la croisée de l'instrumentation et du *toyware*.

C'est ce que confirme la carte de Mary Sterrop, installée à proximité de Saint-Paul, haut-lieu des démonstrations des conférenciers newtoniens³⁸ (voir l'illustration 3). Figurant un Archimède pourvu d'un télescope, sorte d'identifiant de la profession opticienne³⁹, l'annonce rassemble sans distinction les articles de vue, les thermomètres et baromètres, et les articles domestiques et de parure composant la gamme habituelle du *toyware*. Le texte du cartouche liste les deux groupes d'objets, d'abord les « *useful toys* », les accessoires personnels (déclinés en diverses matières), ensuite les instruments d'optique et « *all other curiosities* », non sans mentionner l'approbation de la Royal Society, en fait décernée en 1694 à John Marshall (tourneur) pour le polissage multiple des verres⁴⁰. Les marchés de l'optique qui portent ceux du *toyware* sont marqués par des rivalités commerciales qui conduisent à la production d'une variété croissante d'articles, obtenue par la déclinaison de toute la gamme curieuse, de l'optique aux accessoires, et par le caractère de plus en plus composite et artificieux de tous ces objets.

À mesure que se déploie le succès du *toyware* sur le marché londonien dans les années 1730, des réseaux de correspondances traversent ainsi l'économie des plaisirs visuels. Les démonstrations publiques, centrales dans la science newtonienne et dans l'essor de l'espace public à Londres, mettent en valeur ces liaisons. Le spectacle des moyens et des fins, du jeu des compositions, celui des gestes et du travail, nouvelle source d'intérêt pour les visiteurs et les promeneurs, ouvre la voie à une esthétique utilitaire et fonctionnaliste.

PERFORMANCES ET ORNEMENTS LES PLAISIRS VISUELS AUX SOURCES DE L'ESTHÉTIQUE TECHNIQUE

C'est dans le moule des spectacles curieux, des performances et des ornements que se coulent l'affirmation des avantages de la mécanique et l'essor de la profession mécanicienne nourrie par les *toymen*, les fabricants d'instruments, les horlogers, tous apologues de l'artifice. Dès la première moitié du XVIII^e siècle se profile un double mouvement, d'une part la multiplication des performances techniques, animations éphémères inscrites au cœur de la culture curiale et de l'économie marchande londonienne, d'autre part l'apparition de lieux spécifiques pour les expositions et les démonstrations techniques, à laquelle fait écho le dépôt (permanent), le « *repository* » de la Society of Arts (1762) et qu'accompagnent d'autres installations, marchandes, salles de ventes et entrepôts. Le musée, dans la culture londonienne du XVIII^e siècle, est aussi itinérant, commercial et curieux⁴¹ ; il est éclectique, ouvert aux objets d'agrément et aux engins, unis dans un même schème esthétique, celui de la mise en scène de l'invention comme réduction de l'adversité et du plaisir de la difficulté surmontée.

36. BRYDEN et SIMMS, 1993a.

37. CLIFTON, 1993, p. 355-356.

38. V&A, fonds 95.H.38.F., item E2315-1987. STEWART, 1992, p. 116.

39. BRYDEN et SIMMS, 1993b.

40. BRYDEN et SIMMS, 1993a.

41. POINTON, 1999, p. 425.

Prenons l'exemple des lieux de sociabilités savantes. On sait que les newtoniens privilégiés pour leurs expériences publiques et leurs conférences les *coffee-houses* de la capitale, entre le Royal Exchange, Saint-Paul et Fleet Street, et les quartiers ouest de Westminster, notamment à Channel Row, chez John Theophilus Desaguliers. La culture aristocratique, le patronage des grands et leur participation à des entreprises aventureuses, telles celles de James Brydges, duc de Chandos, soutien de Desaguliers, contribuent à mêler les codes hérités de la curiosité et de l'esthétique baroque et les pratiques naissantes de la démonstration technique. À Channel Row, si Desaguliers est sollicité par la Royal Society et par le duc de Chandos afin d'organiser de multiples expériences pour tester la validité de projets qui intéressent le duc (tels la machine de Newcomen et ses avatars⁴²), pour soutenir aussi des *projectors* à la recherche de *patents*, les ornements et les œuvres d'art ne sont jamais bien loin. Au contraire, toutes ces sollicitations visuelles sont rassemblées.

Ainsi, dans les années 1719-1720, au moment où Desaguliers entreprend avec ses opérateurs des expériences sur l'air, l'eau et la vapeur, il recueille également les sculptures et les moulages de l'architecte William Talman, célèbre pour la reconstruction de Chatsworth (1687-1696) et de Hampton Court (1689-1702), et auteur du plan du domaine de Cannons pour Chandos en 1713⁴³. Comme l'indique un inventaire établi à la mort de Talman en 1719, la collection est placée sous la garde de Desaguliers, avant d'y être vendue⁴⁴. L'inventaire comprend 97 œuvres, essentiellement des statues, « copies excellentes » répliquant celles du Palais Farnèse en des matériaux variés où dominant le marbre et le métal, parfois en association.

La statuaire dorée, les compositions et les lampes en forme de dragons, confirment le goût baroque qui se déploie dans les jardins de Cannons⁴⁵ et qui s'exprime aussi dans les jeux d'eau. Desaguliers mène des expériences d'hydraulique en compagnie de son assistant Niblet, chaudronnier, fabricant de tuyaux de cuivre à Londres (et de

Objets	Nb.	Matériaux	Nb.
Statues (Apollon, Venus, Hercule, Mercure...)	59	Marbre	21
Vases, tables, lampes	32	Bronze (« <i>brass</i> »)	18
Piliers, bas-reliefs	6	Lapis lazuli	16
	97	Métal (« <i>metal</i> »)	11
		Plâtre	6
		Albâtre	2
		Pierre (« <i>stone</i> »)	2
		Porphyre	1
		X	20
			97

Tableau 1. Inventaire des œuvres de William Talman déposées chez J. T. Desaguliers, le 4 février 1719 (TNA, PROB 3/19/45)

42. STEWART, 1992, p. 229 et 377.

43. JENKINS, 2007, p. 32-34.

44. TNA, PROB 3/19/45, « *Several large vases in Metal Statues Heads in Marble Brass and Plaster Pillars Tables Capitals with several other usefull Ornaments for Houses and Gardens now at Mr. Desaguliers in Channel Row Westminster in the County of Middlesex* ».

45. JENKINS, 2007, p. 82-85.

Thomas Newcomen), se mouvant ainsi dans un univers où « s'amalgament » les ornements, les roues à eau et les machines à vapeur⁴⁶.

Chez Desaguliers, la culture curieuse, portée par l'économie ostentatoire de l'aristocratie, cohabite sans mal avec les recherches plus novatrices qui se multiplient autour des projets d'élévation de l'eau de la Tamise à partir de 1718-1720, auxquels la demeure de Channel Row sert de théâtre expérimental. Ainsi, alors que les ornements sophistiqués (et composites) de Talman s'accumulent dans la maison du savant, celle-ci est ouverte au public pour les essais d'une pompe inventée par le *projector* Joshua Haskins en quête d'un *patent* pour protéger son principe⁴⁷. Dans ce contexte, mêlant curiosité, risque et profit, se profile une culture opératoire, démonstrative, de la performance. La machine de Haskins, dit une annonce, « *performs without bucket, sucker, forcer, pole, or pinnger* ».

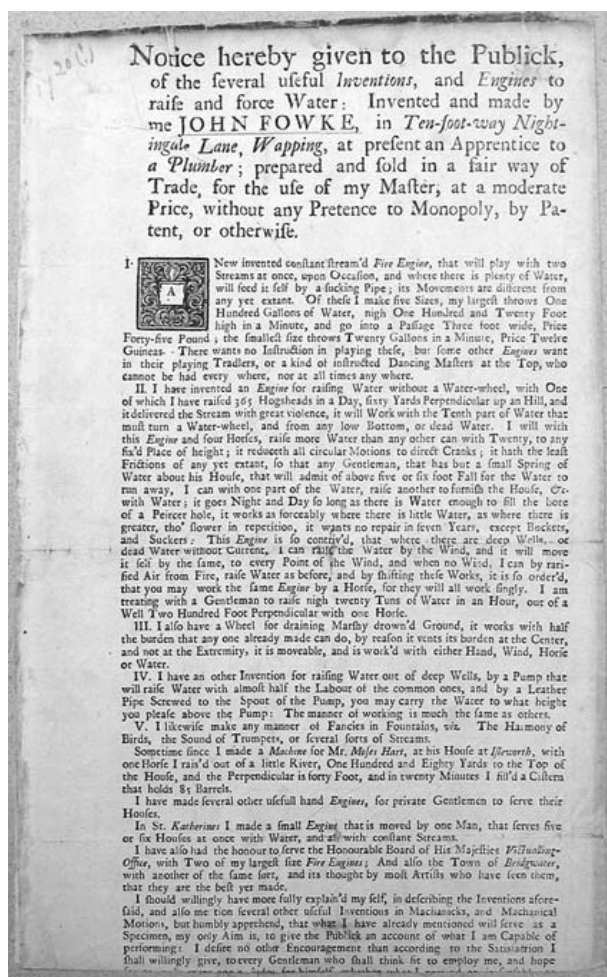
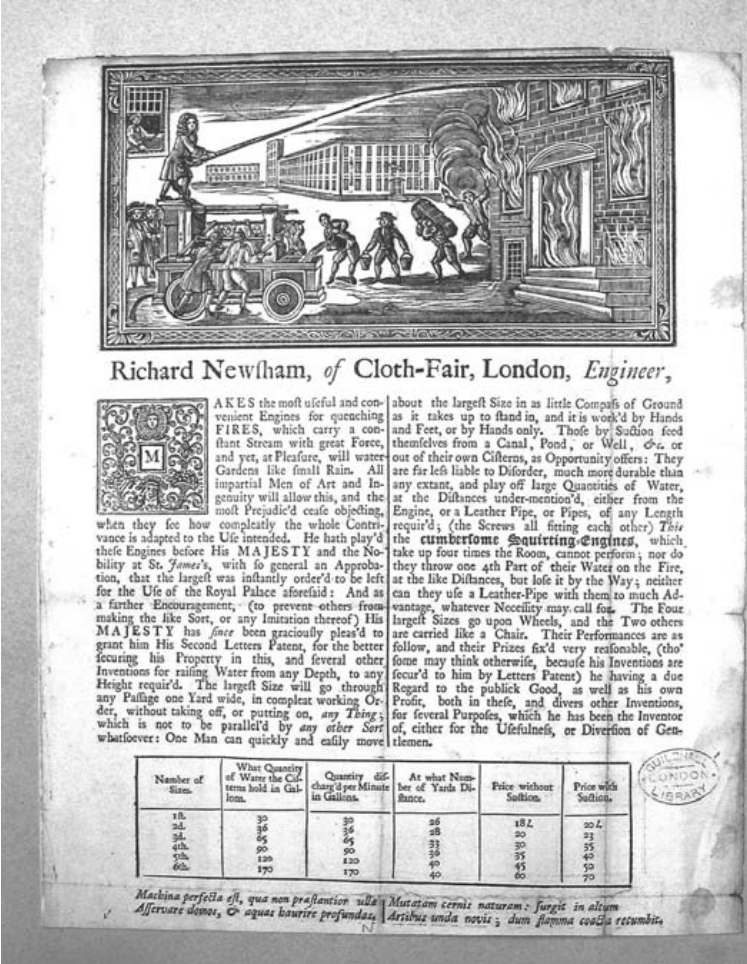


Illustration 4. Prospectus de John Fowke (Broadsheet Collection, Guildhall Library, London, print Bside 8.128)

46. STEWART, 1992, p. 222, 234-235 et 239.

47. STEWART, 1992, p. 224 ; MACLEOD, 1988, p. 63-64 et 238.

C'est aussi le verbe « *perform* » qui est utilisé par un autre homme à projets, John Fowke⁴⁸, apprenti plombier à Wapping, vers 1720, dans le prospectus sur sa pompe, installée chez des particuliers (ainsi Moses Hart, à Isleworth, fondateur de la Grande Synagogue à Aldgate et entrepreneur progressiste), et au Victualling Office⁴⁹ (voir l'illustration 4). L'engin sert à éteindre les incendies, à exhaurer l'eau des mines, drainer les marais et animer des fontaines musicales, « *fancies in fountains, viz. The Harmony of Birds, the Sound of Trumpets, or several sorts of streams* ». Le seul désir de Fowke est que sa machine serve de « *specimen* » (« *will serve as a Specimen* »), montrant au public ce dont il est capable, « *to give the Publick an account of what I am capable of performing* ». La rhétorique de la singularité, de la prouesse et du génie fait écho à la multiplicité des usages.



Richard Newsham, of Cloth-Fair, London, Engineer,

MAKES the most useful and convenient Engines for quenching FIRES, which carry a constant Stream with great Force, and yet, at Pleasure, will water Gardens like small Rains. All impartial Men of Art and Ingenuity will allow this, and the most Prejudic'd cease objecting, when they see how completely the whole Contrivance is adapted to the Use intended. He hath play'd these Engines before His MAJESTY and the Nobility at St. James's, with so general an Approbation, that the largest was instantly order'd to be left for the Use of the Royal Palace aforesaid: And as a farther Encouragement, (to prevent others from making the like Sort, or any Imitation thereof) His MAJESTY has since been graciously pleas'd to grant him His Second Letters Patent, for the better securing his Property in this, and several other Inventions for raising Water from any Depth, to any Height requir'd. The largest Size will go through any Passage one Yard wide, in compleat working Order, without taking off, or putting on, any Thing; which is not to be parallel'd by any other Sort whatsoever: One Man can quickly and easily move

about the largest Size in as little Compass of Ground as it takes up to stand in, and it is work'd by Hands and Feet, or by Hands only. Those by Suction feed themselves from a Canal, Pond, or Well, &c. or out of their own Cisterns, as Opportunity offers: They are far less liable to Disorder, much more durable than any extant, and play off large Quantities of Water, at the Distances under-mention'd, either from the Engine, or a Leather Pipe, or Pipes, of any Length requir'd; (the Screws all fitting each other) This the cumbersome Squirting-Engines, which take up four times the Room, cannot perform; nor do they throw one 4th Part of their Water on the Fire, at the like Distances, but lose it by the Way; neither can they use a Leather-Pipe with them to much Advantage, whatever Necessity may call for. The Four largest Sizes go upon Wheels, and the Two others are carried like a Chair. Their Performances are as follow, and their Prices fix'd very reasonable, (tho' some may think otherwise, because his Inventions are secur'd to him by Letters Patent) he having a due Regard to the publick Good, as well as his own Profit, both in these, and divers other Inventions, for several Purposes, which he has been the Inventor of, either for the Usefulness, or Diversion of Gentlemen.

Number of Sizes	What Quantity of Water the Cisterns hold in Gallons	Quantity rais'd per Minute in Gallons	At what Number of Yards Distance	Price without Suction	Price with Suction
1 th	30	30	26	18 ^s	20 ^s
2 ^d	36	36	28	20	22
3 ^d	45	45	33	30	35
4 th	60	60	36	35	40
5 th	120	120	40	45	50
6 th	170	170	40	60	70

Machina perfecta est, quae non praestantior ulli Mutatae cernit naturam: surgit in altum Affluere domos, & aquas haurire profundas. Arduus unda novis; dum summa coeclis recumbit.

Illustration 5. Prospectus de Richard Newsham (Broadside Collection, Guildhall Library, London, print Bside II.130)

48. MACLEOD, 1988, p. 66, 70.

49. LMA, print Bside 8.128.

L'un de ses concurrents, Richard Newsham⁵⁰, produisant une pompe dans la foire de Cloth-Fair, évoque aussi ses « performances », en termes de quantités d'eau puisée et décrit les records de la machine, adaptable à tout besoin, maniable (avec les mains, les pieds, posée sur des roues ou sur des tables) : les autres engins, encombrants ne peuvent ainsi « performer »⁵¹ (voir l'illustration 5). Newsham, ancien fabricant de boutons de nacre devenu « engineer », détaille l'ajustage précis des pièces de la pompe qui permet son adaptation et son efficacité ; chaque visse est bien serrée (« *the screw all fitting each other* »). Newsham se réclame de l'avis « des hommes de l'art ingénieux et impartiaux » et du témoignage royal (une expérience a eu lieu à Saint-James' Park)⁵². La « performance », terme opératoire et visuel, se meut (comme la curiosité) dans un univers qui est encore celui de l'*ingenium* et des merveilles, des prouesses des machines comme réifications du génie inventif⁵³, adapté, combinatoire ; il appartient déjà à celui de la précision et du geste d'assemblage, pièce à pièce, juste et répliqué, source d'efficacité, si ce n'est de rendement (ce que calculent les *projectors* de pompes, et Desaguliers, cherchant à réduire les frottements).

Au cœur des dispositifs de la curiosité, matériels, esthétiques et symboliques, se nouent de nouvelles significations, fonctionnalistes et utilitaires, portées par des réseaux liant newtoniens, artistes, nobles et entrepreneurs, inscrites dans une géographie expérimentale itinérante, entre palais, jardins princiers, demeures privées, *coffee-houses* et champs de foire, qui dessine le périmètre public de l'artifice, des ornements, des compositions et des performances. Une culture technique naît de ces mises en scène, des procédures d'exposition et de démonstration, de l'entrecroisement de multiples dispositifs visuels qui sous-tendent l'économie de marché, densifiant le réseau sémantique de la curiosité et la portant à ses confins, l'utilité et le profit.

C'est ce que suggèrent les entreprises des Pinchbeck. Le père Christopher Pinchbeck (1670-1732) s'installe comme horloger et *toyman* vers 1700 à Clerkenwell (West Smithfields) puis en 1721 à Fleet Street, haut-lieu des fabricants d'instruments et de la science newtonienne, à l'enseigne « *At the astronomical musical clock* »⁵⁴. Sa réputation d'horloger est établie dès les années 1710 pour les curiosités musicales et tableaux animés qu'il produit avec succès dans les foires et les *coffee-houses* de Londres, en association avec le magicien et contorsionniste Isaac Fawkes. Sa pièce maîtresse est le « *Grand Theatre of the Muses or Multum in Parvo* »⁵⁵, lancé en 1729 à grands renforts d'annonces. Horloge musicale surchargée, elle produit maints effets, comme l'indique sa devise, grâce à des figures animées jouant la musique de Corelli et de Haendel, ainsi que des chants d'oiseaux imitant la nature à la perfection⁵⁶. Véritable performance, la

50. MACLEOD, 1988, p. 48, 66, 70, 95 et 153.

51. LMA, print Bside 11.130.

52. Desaguliers conduit également des expériences à la cour, ainsi sur les poids et les frictions en 1716, et sur les miroirs ardents à Whitehall, suscitant des pamphlets sur le rôtiage des cuisiniers « catoptriques » ; STEWART, 1992, p. 220-221.

53. VÉRIN, 1993.

54. SHENTON, 1976, p. 12-16 ; ALTICK, 1978, p. 23-28, 57-62, 86 ; WERNER, 1992 ; HILAIRE-PÉREZ, 2008. Je remercie Alex Werner pour la communication de ce texte et pour les indications archivistiques (TNA).

55. Affiche : British Library [ensuite BL], 1850.c.10 (71).

56. Annonces de presse : BL, 74.18889.B10.

musique est rendue de manière si excellente « qu'aucune Main ne pourrait l'égaliser⁵⁷ ». Fidèle aux codes curieux où l'artifice est une autre nature, Pinchbeck raffine les dispositifs scéniques ; les cygnes s'ébrouent avec « autant de naturel que ceux réellement vivants ». Unissant « la Musique, l'Architecture, la Peinture et la Sculpture », la « Pièce Mécanique » (« *Piece of Machinery* ») est enrichie d'autres curiosités au fil des démonstrations. Composite et artificieux, le Théâtre des Muses, « *entertaining piece of art* », résonne avec les jardins baroques de Cannons, les statues dorées de Talman et les expériences de Channel Row. L'inventaire après-décès de 1732 signale que Pinchbeck possède dans sa cave un modèle des Chelsea Water Works⁵⁸, pompes financées par une entreprise spéculative à laquelle est mêlée Desaguliers⁵⁹.

À partir de 1731, dans le magasin de Fleet street sont exposés non seulement des horloges fantasmagoriques mais aussi des articles de *toyware* qu'il produit, notamment ceux composés dans l'alliage de cuivre et d'oxyde de zinc (poudre de tutie, *tutty*, aussi *sulphur* dans son inventaire) qui fait la réputation de Pinchbeck en Europe. À la machine curieuse font écho le « *curious metal* » et les « *curious pieces of workmanship* », boucles, étuis, tabatières, poignées d'épées⁶⁰. La curiosité unit dans une même rhétorique les démonstrations mécaniques, le matériau composite d'imitation, artificiel, éclatant et les produits réalisés⁶¹.

L'art, comme ornement, performance et illusion, est au cœur de la culture visuelle qui porte les produits du *toyware* et les insère dans une culture technique fondée sur la composition, sur le jeu parfait des parties, au point de jeter le trouble entre mouvements (« *motions* ») de la nature et ceux de l'artifice. Dans cette économie marchande de la qualité que symbolise Pinchbeck, la technique comme savoir de synthèse et de composition, comme science de l'artificiel, est au cœur de l'entreprise artisanale, tant dans ses ressorts rhétoriques (la curiosité) que dans les compétences mises en œuvre.

Son inventaire après-décès et les dépositions faites par les ouvriers lors du litige entre ses fils Edward et Christopher en 1736 confortent les résonances entre l'esthétique curieuse déployée dans les mises en scène et le travail de composition qui prévaut lors de la confection des produits, horloges ou objets de *toyware*⁶².

Le « *stock in trade* » de Pinchbeck, comporte essentiellement des articles de *toy*, bien plus que de l'horlogerie, ce qui se confirme avec le reste des marchandises contenues, « *gilt work* », soit plus de 800 articles de *toyware*, et boutons (deux cents douzaines). Si Pinchbeck construit sa réputation comme horloger et démonstrateur, cette activité est soutenue par le commerce de *toyware*, où les boutons pour chaussures à motifs mosaïques (« *shoe buttons mosaic patterns* ») dominent aux côtés des pièces, clous de tapisserie et décoration (« *studs* »), pommeaux et manches, fermoirs de chaînes ; s'y ajoutent les ornements pour boîtes (*cast*, moulages). La complexité de

57. Annonces de presse : BL, 74.18889.B10 : « [...] it performs on several instruments [...] in so excellent a manner, that scarce any hand can equal. »

58. TNA, PROB 31/141/364.

59. STEWART, 1992, p. 291, 328 et 347 (gravure p. 330).

60. BL, 74.18889.B10.

61. POINTON, 1997.

62. TNA, PROB 31/141/364. Les priseurs sont John Heath, tapissier, et Thomas Jones, vendeur aux enchères et courtier.

Articles	Nb.	Articles d'horlogerie	Nb.	Toyware	Nb.
Horlogerie	108	Clés	70	Boucles, boutons, chaînes	497
Toyware	762	Boîtiers	14	Pièces (clous, manches, fermoirs)	141
	870	Montres	9	Plateaux, dés, couverts, boîtes	90
		Mouvements	8	Ornements (<i>box tops</i>)	28
		Horloges	4	Instruments et étuis spécialisés	6
		Caisses d'horl.	3		762
			108		

Tableau 2. *Marchandises de Christopher Pinchbeck* (« stock in trade »), 1732
(inventaire : TNA, PROB 31/141/364)

l'organisation règne à tous les niveaux chez Pinchbeck, de l'assemblage des mécanismes à la composition des parures, des activités imbriquées de l'entrepreneur (horlogerie, *toyware*) à l'articulation de son réseau d'ouvriers, internes et externes.

À la génération suivante, les fils de Pinchbeck amplifient les résonances entre les dispositifs spectaculaires hérités de la culture curieuse, les transpositions de matériaux dans le monde des produits et les inventions mécaniques. Christopher Pinchbeck fils (1710-1783), membre de la Society of Arts et président des Smeatonians dans les années 1780, conçoit une nouvelle horloge musicale appelée le Panopticon qui, tout en jouant des airs, montre des scènes de travail animées. En 1744, il transfère son magasin à Cockspur Street, Charing Cross, face à Hay-Market et installe deux salles à l'étage, l'une pour les ventes aux enchères, les conférences et les concerts, l'autre appelée « *repository* », dépôt où sont exposés des curiosités, des gravures, des bijoux, des horloges et des instruments scientifiques qu'il vend à commission⁶³. Au fil des années, Pinchbeck renouvelle les collections par une série de modèles mécaniques, « pour le plaisir et l'instruction » dont une grue à roue (*wheel-crane*) qui évite les accidents les plus dangereux et pour laquelle il a reçu une médaille d'or de la Society of Arts en 1767, et bien d'autres modèles de sécurité.

Au cœur de la culture curieuse, les rhétoriques visuelles font une place grandissante à l'exposition de modèles illustrant non seulement des effets et des records, mais l'ajustement des moyens aux fins, la fonctionnalité des agencements, l'enchaînement des mouvements, les processus. La performance devient opératoire. Dans la pratique, Pinchbeck adapte son dispositif anti-accident à la construction de voitures, le « *patent alarm* », en 1775, exposé et vendu par les carrossiers Owen O'Keefe de Long Acre (Covent Garden) et Joseph Jacob, à Saint-Mary-Axe (City). Ce dernier, dont le père pendant les années 1710-1720 se contente de changer les pièces de finition des carrosses comme le révèlent ses livres de comptes⁶⁴, devient spécialiste des ornements amovibles pour carrosses et des techniques d'assemblage dans le charronnage. Ses modèles de

63. BL, *Collectanea* (D. Lysons), C.191.c.16, vol. II, f°181.

64. TNA, C 111/197.

jantes de roues à clins et d'essieux, primés et patentés, sont exposés dans le dépôt de la Society of Arts⁶⁵, pour laquelle il rédige aussi un traité sur les modes de traction, les problèmes de friction, les systèmes de suspension⁶⁶.

Sur deux générations, chez Pinchbeck comme chez Jacob, se profile une évolution, entre l'économie artificieuse, les techniques de finition et de décoration, clé de voûte du *toyware* et du marché des apparences, et l'essor d'une culture mécanicienne, où la qualité des assemblages, le séquençage maîtrisé des opérations définissent des caractéristiques de long terme dans la construction mécanique anglaise. Une particularité se précise également, l'intérêt pour les mécanismes de contrôle, plaçant au premier plan la question de la fonctionnalité, du jeu maîtrisé des parties, plus encore que celle de l'utilité immédiate des objets et des dispositifs.

COMPOSITIONS, AJUSTEMENTS ET ADAPTATIONS : UNE ESTHÉTIQUE FONCTIONNALISTE

Dans l'économie marchande du XVIII^e siècle, la qualité des produits entendue comme variation de leurs caractéristiques au gré des contraintes et des opportunités commerciales, devient le fondement de la valeur d'échange. Dans cette logique smithienne, c'est non « l'utilité » mais « la faculté que donne la possession [d'un] objet d'[...] acheter d'autres marchandises⁶⁷ », « l'utile lointain », « les possibles d'une chose⁶⁸ », qui forment la valeur d'échange. Celle-ci tient à la correspondance entre une qualité donnée et une fonction souhaitée, à l'adéquation des moyens à une fin (*fitness*, *aptness*). Cette définition de la valeur marchande est porteuse d'une technologie du produit comprise comme conformation de la matière au dessein, comme réduction de l'objet à une fonction. Cette notion, formalisée au XVII^e siècle par les savants et les technologues, trouve de nouveaux échos dans l'espace commercial du *toyware*, notamment à travers le rôle joué par les techniques d'assemblage et de finition dans les classifications des produits et par le caractère instrumental de ces objets, destinés, quels qu'ils soient, à des manipulations. L'adaptation des produits, l'ajustement de leur qualité à des usages particuliers, leur singularité, ne sont en rien synonymes d'exceptionnalité, mais d'affinement des hiérarchies et de classifications transverses. Avec le *toyware*, par le biais de la qualité, le monde de l'artifice rencontre l'univers du type, de la collection et des analogies.

Si l'essor de la demande consumériste et des stratégies sociales d'individualisation définit des hiérarchisations de plus en plus fines de produits – un ensemble de textures, d'apparences, de caractères et de vocables aussi que seuls maîtrisent les connaisseurs⁶⁹ – le principe de cet « univers discret » (hétérogène) reste la notion d'adaptation, d'arrangement des moyens censés procurer la commodité (« *convenience* » chez Smith). Dans cette « économie du repérage » selon Jean-Yves Grenier, c'est la particularité qui définit le produit, qu'il soit associé à l'identité de fabricants ou de vendeurs,

65. BAILEY, 1772, pl. 56, p. 284.

66. JACOB, 1773.

67. SMITH, 1776, ici 1991, p. 96.

68. BRUGÈRE, 2006, p. 162-163.

69. GRENIER, 2003, p. 42-43.

à leur nom ou à leur lieu d'exercice, ou qu'il réponde à des besoins singuliers, des marchés spécialisés⁷⁰.

Loin de se couler dans la culture de l'irrégulier, du singulier et de la prouesse, cette économie du particulier repose sur les gammes et les déclinaisons, et va de pair avec le mouvement de rationalisation des collections et l'essor des typologies fonctionnelles⁷¹. En effet, si le *toyware* comprend des objets exceptionnels, telles les horloges musicales et les pièces uniques pour acheteurs de marque, le secteur est dominé par l'offre de produits prêts à l'achat, assortis, comparables, occasionnant chez les entrepreneurs la mise en place de circuits d'approvisionnement complexes, pour composer l'éventail des modèles, des nuances, des concordances les plus fines entre la qualité et l'usage possible⁷².

C'est aussi le sens pris par le mot « curieux ». Ainsi, John Kirk, célèbre fabricant de balances, graveur et *toyman* dans la City, spécialisé dans la gravure de poids adaptés aux monnaies, annonce dans une carte de commerce vers 1760 « un set très exact de Poids penny⁷³ pour l'usage des Orfèvres & un Set Curieux de Scrupules⁷⁴ et de Drachmes⁷⁵ pour les apothicaires⁷⁶ ». Suit la mention de poids et de balances pour le pesage des diamants. La curiosité, l'exactitude, l'adaptation appartiennent à l'économie de la variation, de la gamme déclinée des modèles, fonctionnelle, ordonnée. L'inventaire d'un autre fabricant de balances, James Sangster, en 1760, bien plus modeste, comporte des balances pour peser le savon (« *soap beams* »), d'autres destinées aux épiciers (« *grocers' beams* »), des balances en cuivre, d'autres en étain, de tailles variables (six dimensions de fléaux, de 7 à 21 *inches*)⁷⁷. Dans le moindre état des stocks, dans la liste la plus ténue, si loin des nomenclatures d'enquêtes et de dictionnaires, des panoplies détaillées des cartes de commerce et des riches inventaires de négociants, règnent l'économie de la variation et la déclinaison du type, qui placent la finition à l'intersection du double mouvement de synthèse que recouvre l'adaptation : l'ajustement minutieux des moyens aux fins et la dynamique analogique de la collection.

Les vitrines, les listes, les catalogues du *toyware* offrent une multiplicité de cas singuliers, spécifiques, qui permettent l'ajustement des qualités aux besoins et aux désirs des acheteurs, l'arrangement des moyens aux fins, l'*aptness* théorisée par les esthètes et les économistes. La caractéristique des curiosités du *toyware* est la finition, c'est-à-dire l'adaptation la plus fine à la particularité des demandes par le raffinement d'un type, non par la production de l'exceptionnel.

Elle constitue l'un des principes de classification du *toyware* et se prête aux catalogues, dans la lignée des livres d'ornement et d'architecture⁷⁸, ainsi qu'aux recueils

70. GRENIER, 2003, p. 31-32.

71. SYSON, 2007.

72. REYNARD, 2000, p. 495 ; RIELLO, 2008 ; LANOË, 2008, chap. 2 (« Nouveaux produits, nouveaux enjeux : la révolution des cosmétiques, 1760-1790 »).

73. *Penny Weights* : 1/20^e d'une once.

74. 1/24^e d'une once.

75. 1/8^e d'une once.

76. O'CONNELL, éd., 2003, p. 75, ill. 1.43 : « *A most exact Set of penny Weights for the use of Goldsmiths & a Curious Set of Drams & Scruples [sic] for apothecarys.* »

77. TNA, PROB 3/59/30.

78. NÈGRE, 2006, p. 146-151.

d'accessoires et de décorations d'intérieur, comme la serrurerie. Les *pattern books* et *trade catalogues* de quincaillerie qui se développent à partir des années 1760 en Angleterre visent cependant des consommations plus ordinaires : pièces d'ameublement et d'huissierie en laiton ; articles métalliques divers de l'*ironmongery* (éléments pour fenêtres, volets, cheminées ; lampes ; attaches, fixations, gonds ; équipements de carrosserie, etc.). Un genre se constitue ainsi, dont le Victoria & Albert Museum conserve 68 exemplaires pour la fin du XVIII^e siècle et le début du XIX^e siècle⁷⁹, de même la Winterthur Library.

Ces catalogues de vente accompagnent l'essor consumériste et le déploiement de l'économie marchande. Imprimés par gravure sur plaque de cuivre, ils s'inscrivent dans le sillage des ventes sur échantillons. Ils reflètent les efforts des *wholesale merchants* des Midlands pour accéder à des marchés largement tenus par les négociants de la capitale⁸⁰. Mais loin de suivre l'actualité (les prix des articles, même s'ils varient peu sur la période, ne sont pas indiqués, mais listés à part), ces *pattern books* sont surtout des outils de promotion d'assortiments possibles et de valorisation des qualités par l'insistance sur le raffinement esthétique. Ils constituent des instruments de classification, de repérage, où se déploient des modes de raisonnement analogique, que l'on peut répertorier par l'étude des déclinaisons de produits.

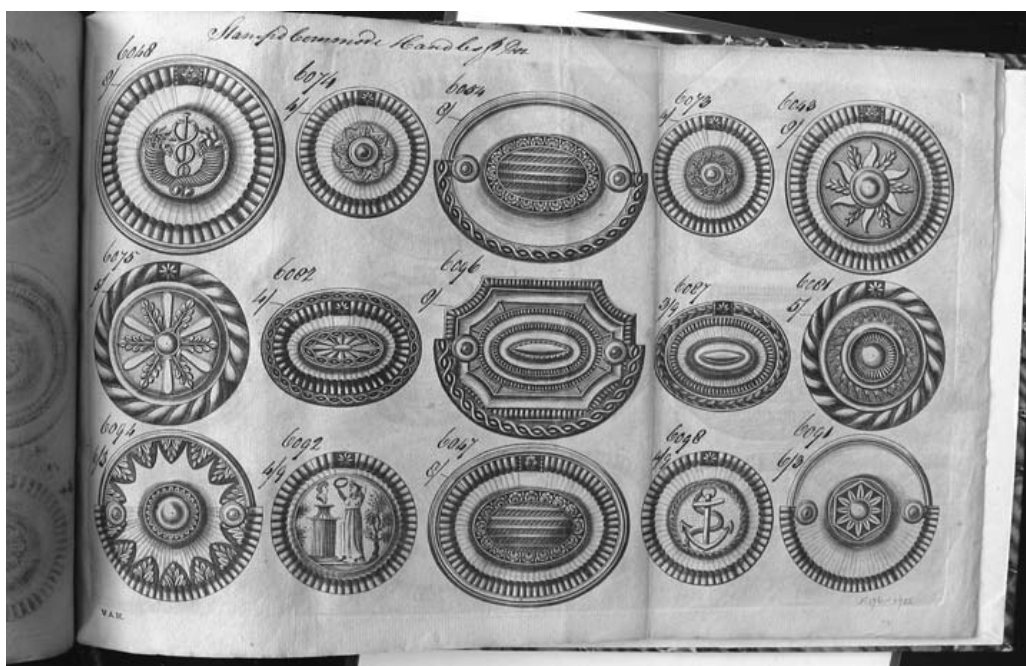


Illustration 6. Catalogue Designs for Metal Work : poignées (V&A, M.65 m)

79. Ils sont catalogués et décrits dans le *Old English Pattern Books in the Metal Trades...*, 1913 ; GOODISON, 1975 ; CROM, 1989 (dont le propos inclut les livrets publicitaires et les modes d'emploi). Goodison en compte 41 mais ne comprend pas certains types d'ornements comme ceux pour les cercueils.

80. BERG, 1998, p. 149-159.

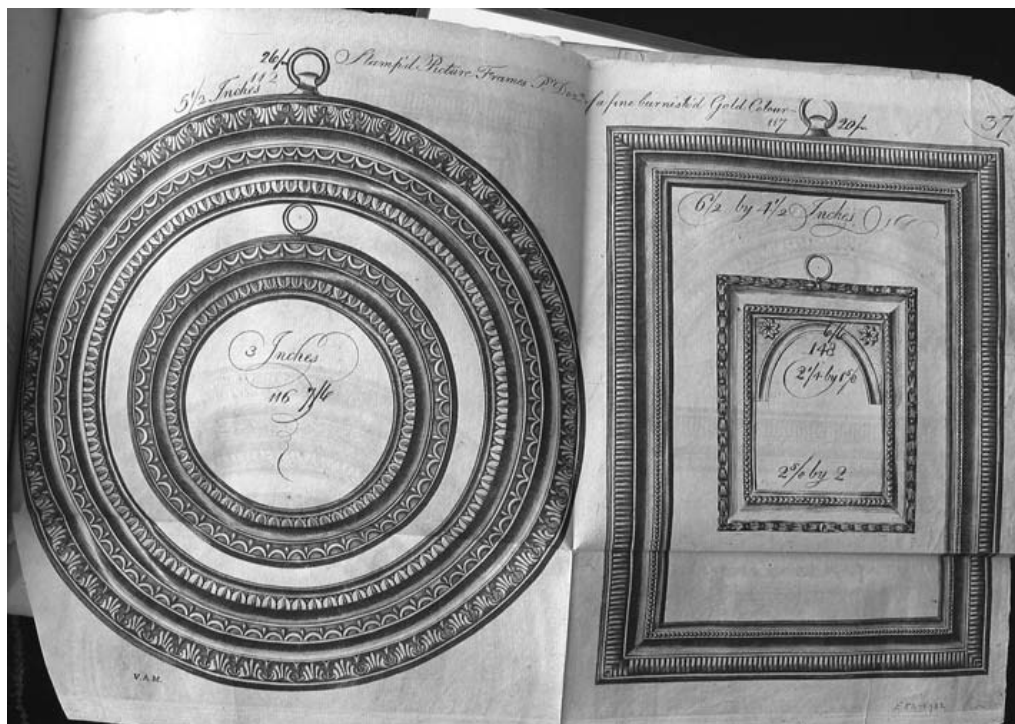


Illustration 7. Catalogue Designs for Metal Work : cadres (V&A, M.65 m)

Ainsi, dans le catalogue *Designs for Metal Work* comportant 57 planches, listant des produits à motifs imprimés à la presse et dorés (« brunis d'une fine couleur d'or »), essentiellement pour des pièces d'ameublement, des poignées mais aussi des attaches pour manteaux, deux modes de variations sur les finitions sont proposés et ordonnent les séries⁸¹ (voir l'illustration 6). Les planches pour les boucles de manteaux comme celles pour les poignées de porte, similaires, se coulent dans deux formes, le rond et l'ovale, qui accueillent des motifs combinant le cercle extérieur en deux variations (lisse ou festonné) et les décorations intérieures (géométriques, portrait, armoiries, scène) dont certaines sont répliquées dans un cercle différent. Le catalogue propose une combinatoire de modèles, à partir d'un nombre relativement restreint de motifs. Dans d'autres planches, la grammaire s'enrichit d'une variation sur les tailles (voir l'illustration 7). Deux schèmes ordonnent alors les illustrations : le jeu des motifs et celui des proportions. Ce double principe s'exprime dans tous les catalogues d'ornements de *brassware* et constitue la base du classement des finitions. Pour d'autres objets, apparaît une dernière donnée qui constitue un troisième critère à part entière, la typologie des fixations, en écho avec l'esthétique de la composition, celle qui conduit les entrepreneurs à faire de l'attache une pièce d'ornement.

81. V&A, M.65 m. La notice collée dans le catalogue porte la date de c. 1780, mais Nicholas Goodison indique c. 1805 (GOODISON, 1975, p. 17).

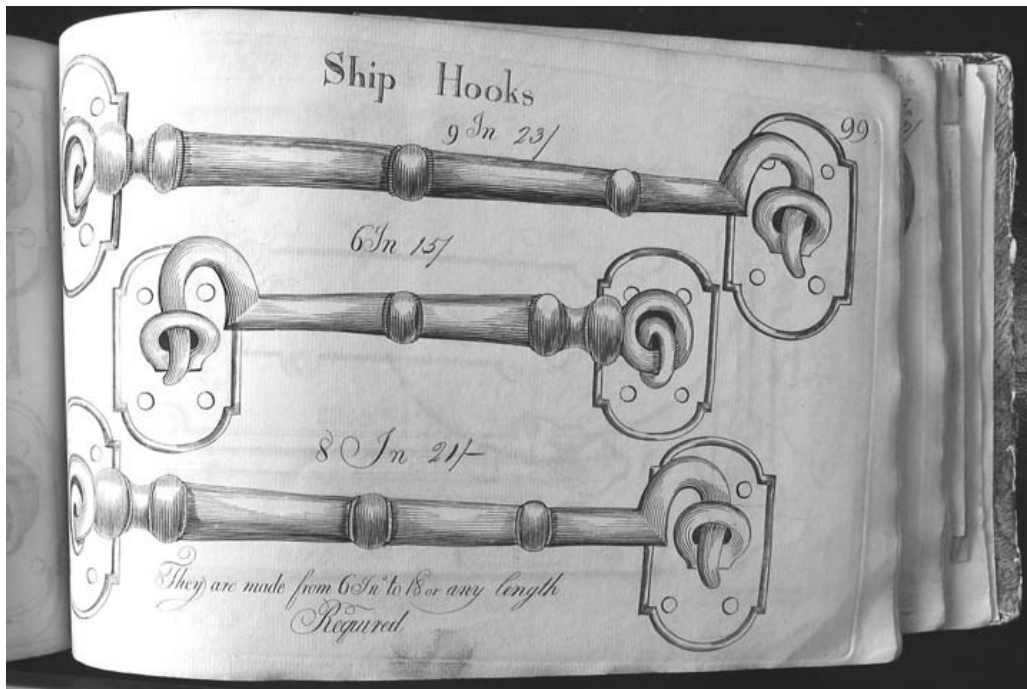


Illustration 8. Fixations (120 plates for furniture, ornaments and fittings : handles, knobs, key-plates, hinges, vers 1770 : V&A, M.60.f)

Dans les *pattern-books*, l'ornement est la voie d'entrée des logiques d'assemblage. C'est par la finition, le raffinement esthétique, le travail des apparences, héritiers d'une culture qui valorise le soin des façons, la curiosité comme application, que se profile la logique des pièces détachées et des fixations, des *fittings*. S'il est difficile d'établir une chronologie, tant les datations de recueils sont incertaines, un mouvement semble se profiler. Les dessins de fixations sont épurés, sobres, à la différence des pièces d'ornement toujours rococo (voir l'illustration 8). Dans les catalogues qui mêlent décorations et fixations le contraste est net entre les styles : rococo pour les écussons, les moulures, les poignées, néo-classique pour les verrous, les gonds, les clous. La différence du dessin, qui fait écho à la montée de l'esthétique fonctionnaliste néo-classique, signe une chronologie, l'affirmation de la technicité des objets de quincaillerie dans les catalogues d'ornement, et donc l'émergence des exigences qui lient le *design* au geste, la forme à la manipulation, et non seulement au raffinement de la finition. Trois générations de catalogues semblent ainsi se distinguer, celle de l'ornement, suivant des règles de composition synthétiques que l'on a énoncées, celle des pièces et des fixations qui introduit une esthétique fonctionnelle des objets, enfin celle de l'outillage dont les catalogues se développent à partir des années 1790.

Insistons pour finir sur les fixations. Les pièces amovibles, réglables, interchangeables et le caractère adaptable des objets font partie intégrante de la définition de leur qualité. Composition et adaptation sont les caractères fondamentaux de ces produits toujours décrits ainsi dans les écrits promotionnels marchands, c'est-à-dire à partir de leurs éléments. Le motif court sur toute la période et dans tous les domaines. Les ouvrages

C'est ce que confirme l'apparition de catalogues spécialisés dans les pièces et les attaches. Le terme consacré est *fittings*, à la fois attaches et pièces, ajustements pourrait-on dire, inscrit dans un champ sémantique très riche depuis les textes des technologues de la fin du xvii^e siècle, jusqu'à ceux des esthètes et des économistes comme Smith et Hogarth. Ces *pattern-books* de fixations déclinent les modèles et les tailles avec précision, proposant de multiples combinaisons d'éléments. Si ces panoplies empruntent aux typologies habituelles, listant les variations d'articles à partir de modules déclinés et complétés selon les usages, elles partagent de plus une esthétique opératoire suggérant par le dessin ombré et le recours aux projections, les volumes et le mouvement, les manipulations et les agencements que permettent les composants (voir l'illustration 9). Un code graphique fonctionnel se profile ainsi dans ces catalogues de produits domestiques, avant même que ce style ne se déploie dans les recueils d'outillage et les dessins de machines⁸³. À la logique de l'adaptation, qui conduit à décliner les modèles en gammes de produits spécialisés, propres (*fit*) à des usages, des goûts, des désirs, dessinant leur horizon d'attente, à la logique des combinatoires, des rapprochements de matières et d'éléments composés, ajustés grâce aux pièces d'attache pour réaliser ces desseins, s'ajoute un nouveau principe de classification des articles, autour duquel sont aussi agencés les objets, celui du mouvement.

En Angleterre, de la Restauration aux Lumières, les produits du *toyware*, frivolités « inutiles », emblèmes du jeu, des moyens déliés des fins, sont au cœur de la définition de la fonctionnalité comme critère esthétique et source de la valeur d'échange. Plus encore que l'efficacité des procédés, plus que la productivité de tel dispositif, ce secteur en plein essor promeut l'adaptation des objets aux usages, leur conformité aux intentions. Un mode de pensée fonctionnaliste, ancré dans la composition et le *design*, définit peu à peu la qualité « techno-esthétique » des objets.

C'est pourquoi face aux critiques simplistes des moralistes, une défense du *toyware* se développe⁸⁴, ancrée dans une économie politique du produit ouvrant sur une théorisation de la fonctionnalité. Les entrepreneurs eux-mêmes montent au créneau, ainsi James Cox (1723-1800), orfèvre, bijoutier et horloger qui tient aussi un « *commercial museum* » dans les Spring Gardens où jouent une vingtaine d'automates composés de bijoux fastueux⁸⁵. Dans ses livrets d'annonces, Cox déploie une justification qui résonne avec les analyses d'Adam Smith (en séjour à Londres entre 1773 et 1777). Indissociable du plaisir, l'utilité recouvre plusieurs vertus pour le *toymen*⁸⁶. C'est, d'une part, celle du « divertissement rationnel » (« *rational entertainment* »), par la mise en jeu de principes mécaniques dans les machines curieuses. C'est, d'autre part, la possibilité offerte, au « spectateur curieux », « d'apprécier les différences entre les goûts de l'Europe et de l'Asie ». À la tête d'un commerce actif de curiosités avec la Chine⁸⁷, maîtrisant les jeux croisés des imitations, Cox propose au public des jeux

83. MERCIER, 1994.

84. CLIFFORD, 1999.

85. SMITH, 2000.

86. COX, s. d. : LMA, pam 6546.

87. AKED, 1986 ; PAGANI, 1995 ; SMITH, 2008, p.644-645.

d'analogies et de transpositions. Il faut enfin imaginer dans ses automates et ses bijoux toutes les mains affairées à leur fabrication :

« En réalisant ce splendide assemblage de raretés mécaniques, il a trouvé moyen de faire concourir le travail et l'industrie d'un si grand nombre d'Artistes les plus ingénieux à sa perfection. Le Peintre, l'Orfèvre, le Bijoutier, le Lapidairer, le Sculpteur, l'Horloger, en somme tous les arts libéraux ont trouvé à s'y employer ; et ont tous utilement coopéré... les Arts, qui, en vertu de leurs connections reconnues, sont si disposés à une aide mutuelle, en se prêtant l'un l'autre leur splendeur⁸⁸. »

Au thème classique depuis Barbon et Mandeville, des bénéfiques du luxe pourvoyeur d'emplois, le *toyman* ajoute la concorde des intérêts, l'économie conçue comme coordination, circuit et machinerie, où chacun joue son rôle – *to perform*⁸⁹. Cette esthétique, comme chez Smith, glorifie l'ingéniosité contenue dans tout système et si la logique fonctionnaliste s'exprime en termes d'utilité, il s'agit non de l'usage efficace mais des potentialités que recouvrent les objets, comme résultat d'une conjonction de talents, d'une *trans*-disciplinarité qui fonde le renouveau des savoirs au XVIII^e siècle, sous les auspices de la croissance. Dans un inventaire de 1774, Cox conçoit que ses merveilles ne sont « d'aucun usage » (« *of no real use* ») mais de « grande utilité si elles font travailler un demi-million de personnes dans le royaume⁹⁰ ».

Dans cette esthétique, ni la forme, ni l'effet, mais la fonction crée le plaisir et confère la valeur aux produits. Comme chez Smith, à la source de la valeur d'échange, se tient le travail, non seulement le labeur, mais « l'habile et ingénieux ajustement de ces moyens à la fin pour laquelle ils ont été prévus », soit « l'ajustement possible des moyens destinés à atteindre commodité et utilité », « l'apparence de l'utilité, l'utilité comme artifice », le « spectacle » de la valeur, qui suscite attirance, relations, complexification⁹¹.

LISTE DES RÉFÉRENCES

- AKED (Charles K.), 1986, « The Emperor's Clock », *Clocks*, vol. 9, p. 29-34.
- ALTICK (Richard D.), 1978, *The Shows of London*, Londres/Cambridge, The Belknap Press.
- BAILEY (Nathan), 1730, *Dictionarium Britannicum ; or a More Compleat Universal Etymological English Dictionary than any Extant*, Londres, T. Cox.
- BAILEY (William), 1772, *The Advancement of Arts, Manufactures and Commerce or Description of the Useful Machines and Models Contained in the Repository of the Society of Arts*, Londres, W. Adlard.
- BECQ (Annie), 1982-1983, « La métaphore de la machine dans le discours esthétique de l'âge classique », *Revue des sciences humaines*, dossier thématique *La Machine dans l'imaginaire (1650-1800)*, vol. 186-187, p. 269-278.
- BENEDICT (Barbara), 2001, *Curiosity. A Cultural History of Early Modern Inquiry*, Chicago, The University of Chicago Press.

88. Bodleian Librarian, *Catalog of lotteries, leaflet 1773, 73226*. Texte complet en annexe 12.

89. DONALD, 2001.

90. POINTON, 1999, p. 442.

91. BRUGÈRE, 2006, p. 163 et 166.

- BENEDICT (B.), 1990, « The “Curious Attitude” In Eighteenth-Century Britain : Observing and Owning », *Eighteenth-century Life*, n° 14, p. 59-98.
- BERG (Maxine), 1998, « Product Innovation in Core Consumers Industries in Eighteenth-Century Britain », dans BERG (Maxine) et BRULAND (Kristine), éd., *Technological Revolutions in Europe*, Cheltenham, Edward Elgar, p. 138-159.
- BERG (M.), 1999, « New Commodities, Luxuries and Their Consumers in Eighteenth-Century England », dans BERG (Maxine) et CLIFFORD (Helen), éd., *Consumers and Luxury. Consumer Culture in Europe 1650-1850*, Manchester, Manchester University Press, p. 63-85.
- BERG (M.), 2005, *Luxury and Pleasure in Eighteenth-century Britain*, Oxford, Oxford University Press.
- BRUGÈRE (Fabienne), 2006, *L'Expérience de la beauté. Essai sur la banalisation du beau au XVIII^e siècle*, Paris, Vrin.
- BRYDEN (David), 1993, « A 1701 Dictionary of Mathematical Instruments », dans ANDERSON (Robert G.W.), BENNETT (James A.) et RYAN (W. F.), éd., *Making Instruments Count. Essays on Historical Scientific Instruments Presented to Gerard L'Estrange Turner*, Brookfield, Ashgate, p. 364-379.
- BRYDEN (David) et SIMMS (D. L.), 1993a, « Spectacles Improved to Perfection and Approved of by the Royal Society », *Annals of science*, vol. 50, p. 1-32.
- BRYDEN (D.) et SIMMS (D. L.), 1993b, « Archimede as an Advertising Symbol », *Technology and Culture*, vol. 34/2, p. 387-391.
- CARROZZINI (Giovanni), 2011, « Esthétique et techno-esthétique chez Simondon », *Cahiers Simondon*, n° 3, p. 51-69.
- CLIFFORD (Helen), 1999, « In Defence of the Toyshop : the Intriguing Case of George Willdey and the Huguenots », *Proceedings of the Huguenot Society*, vol. 27, p. 171-188.
- CLIFTON (Gloria C.), 1993, « The Spectaclemakers' Company and the Origin of the Optical Instrument-Making Trade in London », dans ANDERSON (Robert G.W.), BENNETT (James A.) et RYAN (W. F.), éd., *Making Instruments Count. Essays on Historical Scientific Instruments Presented to Gerard L'Estrange Turner*, Brookfield, Ashgate, p. 340-364.
- COX (James), s. d., *An Account of Mr. Cox's Intended Exhibition at Spring-Gardens, British Mag., Jan. 1771, in a Collection of Various Extracts in Prose and in Verse, from the London Publications, Relative to the Museum in Spring-Gardens...*, Londres, J. Bell/S. Gardener.
- CROM (Theodore), 1989, *Trade Catalogues, 1542-1842*, Melrose, Th. Crom.
- DAMISCH (Hubert), 1982-1983, « De la manufacture comme œuvre d'art économique à l'œuvre d'art comme machine », *Revue des sciences humaines*, dossier thématique *La Machine dans l'imaginaire (1650-1800)*, vol. 186-187, p. 307-320.
- DASTON (Loiraine) et PARK (Katharine), 1998, *Wonders and the Order of Nature, 1150-1750*, New York, Zone Books.
- DELEULE (Didier), 1997, « Préface. Adam Smith et la difficulté surmontée », dans THIERRY (Patrick) dir., *Essais esthétiques*, Paris, Vrin, p. 15-33.
- DÉMORIS (René), 1982-1983, « Chardin, la machine et l'oiseau », *Revue des sciences humaines*, dossier thématique *La Machine dans l'imaginaire (1650-1800)*, vol. 186-187, p. 292-306.
- DIDEROT (Denis) et D'ALEMBERT (Jean), 1751-1765, *Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers, par une société de gens de lettres*, Paris, David/Briasson/Lebreton/Durand, 17 vol.
- DONALD (Diana), 2001, « “This Truly Natural and Faithful Painter” : Hogarth's Depiction of Modern Life », dans BINDMAN (David), OGÉE (Frédéric) et WAGNER (Peter), éd., *Hogarth. Representing Nature's Machines*, Manchester, Manchester University Press, p. 163-191.
- DYCHE (Thomas) et PARDON (William), 1737, *A New General English Dictionary*, 16^e éd., Londres, C. Bathurst.

- FOX (Celina), 2003, « Art and Trade – From the Society of Arts to the Academy of Arts », dans O'CONNELL (Sheila), éd., *London 1753*, Londres, The British Museum Press, p. 18-27.
- FOX (C.), 2009, *The Arts of Industry in the Age of Enlightenment*, New Haven/Londres, Yale University Press.
- GOODISON (Nicholas), 1975, « The Victoria and Albert Museum's Collection of Metal-Work Pattern Books », *Furniture History*, vol. 11, p. 1-30.
- GRENIER (Jean-Yves), 1996, *L'Économie d'Ancien Régime. Un monde de l'échange et de l'incertitude*, Paris, Albin Michel.
- GRENIER (J.-Y.), 2003, « Une économie de l'identification. Juste prix et ordre des marchandises dans l'Ancien Régime », dans STANZIANI (Alessandro), éd., *La Qualité des produits en France (XVIII^e-XX^e siècles)*, Paris, Belin, p. 25-53.
- HILAIRE-PÉREZ (Liliane), 2000, *L'Invention technique au siècle des Lumières*, Paris, Albin Michel.
- HILAIRE-PÉREZ (L.), 2008, « Technology, Curiosity and Utility in France and in England in the XVIIIth Century », dans BENSUADE-VINCENT (Bernadette) et BLONDEL (Christine), éd., *Science and Spectacle in the European Enlightenment*, Aldershot, Ashgate, p. 25-42.
- JACOB (Joseph), 1773, *Observations on the Structure and Draught of Wheel-Carriages*, Londres, Dilly.
- JENKINS (Susan), 2007, *Portrait of a Patron : the Patronage and Collecting of James Brydges, 1st duke of Chandos (1674-1744)*, Aldershot, Ashgate.
- KING (Henry Charles), 1955, *The History of the Telescope*, rééd. Mineola, Courier Dover Publications, 2003.
- LANOË (Catherine), 2008, *La Poudre et le fard. Une histoire des cosmétiques de la Renaissance aux Lumières*, Seyssel, Champ Vallon.
- MACLEOD (Christine), 1988, *Inventing the Industrial Revolution. The English Patent System, 1660-1800*, Cambridge, Cambridge University Press.
- MARTIN (Benjamin), 1749, *Lingua Britannica Reformata : or, a New English Dictionary, Under the Following Titles...*, Londres, J. Hodges.
- MERCIER (Alain), 1994, « Les débuts de la petite école. Un apprentissage graphique, au Conservatoire, sous l'Empire », *Cahiers d'histoire du CNAM*, n° 4, p. 27-55.
- MORTIMER (Thomas), 1763a, *A Concise Account of the Rise, Progress and Present State of the Society for the Encouragement of Arts, Manufactures and Commerce*, Londres. J. Coote.
- MORTIMER (T.), 1763b, *The Universal Director ; or, the Nobleman and Gentleman's True Guide to the Masters and Professors of the Liberal and Polite Arts and Sciences...*, Londres, J. Coote.
- MORTIMER (T.), 1810, *A New and Complete Dictionary of Trade and Commerce...*, Londres, R. Phillips.
- NÈGRE (Valérie), 2006, *L'Ornement en série : architecture, terre cuite et carton-pierre*, Sprimont, Mardaga.
- O'CONNELL (Sheila), éd., 2003, *London 1753*, Londres, The British Museum Press.
- Old English Pattern Books in the Metal Trades. A Descriptive Catalogue of the Collection of this Museum*, 1913, Londres, Victoria & Albert Museum.
- PAGANI (Catherine), 1995, « The Clocks of James Cox. Chinoiserie and the Clock Trade With China in the Eighteenth Century », *Apollo*, vol. 141, p. 15-22.
- POINTON (Marcia), 1997, *Strategies for Showing. Women, Possession and Representation in English Visual Culture, 1665-1800*, Oxford, Oxford University Press.

- POINTON (M.), 1999, « Dealer in Magic : James Cox's Jewelry Museum and the Economics of Luxurious Spectacle in Late-Eighteenth-Century London », dans DE MARCHI (Neil) et GOODWIN (C.D.W.), éd., *Economic Engagements with Art*, Durham, Duke University Press, p. 423-451.
- POMIAN (Krzysztof), 1978, *Collectionneurs, amateurs et curieux. Paris-Venise : XVI^e-XVIII^e siècles*, rééd. Paris, Gallimard, 1987.
- REYNARD (Pierre Claude), 2000, « Manufacturing Quality in the Pre-Industrial Age : Finding Value in Diversity », *Economic History Review*, vol. 53/3, p. 493-516.
- RIELLO (Giorgio), 2008, « Strategies and Boundaries : Subcontracting and the London Trades in the Long Eighteenth Century », *Enterprise and Society*, vol. 9-2, p. 243-280.
- ROLT (Richard), 1756, *New Dictionary of Trade and Commerce, Compiled from the Information of the Most Eminent Merchants, and from the Works of the Best Writers on Commercial Subjects, in all Languages...*, Londres, Osborne/Shipton.
- SCOTT (Kate), 1999, « Chardin multiplié », dans *Chardin, catalogue d'exposition*, Paris, Réunion des musées nationaux, p. 61-73.
- SHENTON (Rita), 1976, *Christopher Pinchbeck and his Family*, Ashford, Brant Wrights Associates Ltd.
- SIGAUT (François), 2004, « Les techniques dans la pensée narrative », *Techniques & Culture*, vol. 43-44, p. 191-213.
- SIMPSON (A. D. C.), 1985, « Richard Reeve – the “English Campani” – and the Origins of the London Telescope-Making Tradition », *Vistas in Astronomy*, vol. 28, p. 357-365.
- SMITH (Adam), 1759, *Théorie des sentiments moraux*, trad. Michaël BIZIOU, Claude GAUTIER et Jean-François PRADEAU, Paris, Presses universitaires de France, 1999.
- SMITH (A.), 1776, *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, trad. Germain GARNIER, Paris, Flammarion, vol. 1, 1991.
- SMITH (A.), 1795, *On the Nature of that Imitation Which Takes Place in What Are Called the Imitative Arts*, dans THIERRY (Patrick), dir., *Essais esthétiques*, « De la nature de l'imitation dans les arts que l'on appelle imitatifs », Paris, Vrin, 1997, p. 49-83.
- SMITH (Roger), 1999, « Benjamin Vulliamy's Library : a Collection of Neo-Classical Design Sources », *Burlington Magazine*, vol. 141, n° 1155, p. 328-337.
- SMITH (R.), 2000, « James Cox (1723-1800) : a Revised Biography », *The Burlington Magazine*, p. 353-361.
- SMITH (R.), 2008, « The Sing-Song Trade Exporting Clocks to China in the Eighteenth Century », *Antiquarian Horology*, vol. 30/5, p. 629-658.
- STEWART (Larry), 1992, *The Rise of Public Science. Rhetoric, Technology and Natural Philosophy in Newtonian Britain, 1660-1750*, Cambridge, Cambridge University Press.
- STYLES (John), 2000, « Product Innovation in Early Modern London », *Past and Present*, vol. 168, p. 124-169.
- SYSON (Luke), 2007, « The Ordering of Artificial World : Collecting, Classification and Progress », dans SLOAN (Kim), *Enlightenment. Discovering the World in the Eighteenth Century*, Londres, British Museum Press, p. 108-121.
- VÉRIN (Hélène), 1992, « Georges Canguilhem et le génie », dans *Georges Canguilhem. Philosophe, historien des sciences*, Paris, Albin Michel, p. 77-89.
- VÉRIN (H.), 1993, *La Gloire des ingénieurs. L'intelligence technique du XVI^e au XVIII^e siècle*, Paris, Albin Michel.
- VÉRIN (H.), 1998, « La réduction en art et la science pratique au XVI^e siècle », dans SALAIS (Robert), CHATEL (Elisabeth) et RIBAUD-DANSET (Dorothee), éd., *Institutions et conventions*.

- La réflexivité de l'action économique*, dossier thématique de *Raisons Pratiques*, n° 9, p. 121-144.
- VÉRIN (H.), 2008a, « Quelques remarques introductives », dans GUILLERME (Jacques), *L'Art du projet. Histoire, technique, architecture*, éd. Hélène VÉRIN et Valérie NÈGRE, Wavre, Mardaga, p. 7-9.
- VÉRIN (H.), 2008b, « Rédiger et réduire en art : un projet de rationalisation des pratiques », dans DUBOURG-GLATIGNY (Pascal) et VÉRIN (Hélène), éd., *Réduire en art. La technologie, de la Renaissance aux Lumières*, Paris, MSH, p. 17-58.
- WERNER (Alex), 1992, « The "ingenious" Mr. Christopher Pinchbeck (1670-1732) », *conférence donnée dans le cadre du Skilled workforce project workshop, 8 novembre 1992*, Museum of London.

Philosophie, technologie et cognition

État des lieux et perspectives

*Introduction au dossier*¹

Philosophy, Technology and Cognition

State of the art and perspectives

Pierre STEINER*

I. INTRODUCTION : CONTEXTUALISATION HISTORIQUE

Les textes réunis dans ce dossier ont d'abord existé sous la forme de supports écrits pour des présentations orales au séminaire « Philosophie, Technologie, Cognition » (PHITECO), organisé au mois de janvier toutes les années depuis 1988 à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC). Depuis plus de vingt ans maintenant, ce séminaire réunit des chercheurs d'horizons disciplinaires différents, soucieux de s'interroger et de partager ensemble leurs travaux sur la constitutivité technique de l'expérience humaine et de la cognition en général.

Partant de l'hypothèse que la technique rend possible les formes les plus générales de l'activité cognitive humaine, il s'agit de se donner les moyens de comprendre comment les outils, les interfaces, les instruments, les organisations matérielles, les technologies et systèmes d'information et de communication que nous concevons, développons et utilisons peuvent affecter nos façons de percevoir, de mémoriser, de raisonner, de définir des valeurs, des appartenances, des désirs, et des identités, mais aussi nos modes de rencontre, nos modalités d'interaction et nos manières d'être et d'agir ensemble. Il s'agit de mettre à chaque fois à l'épreuve et de développer une conception de la cognition qui prend radicalement en compte le caractère artificiel de l'intelligence humaine (voire de l'humain tout court), cela en croisant

¹ L'introduction et la conclusion de ce texte ont été écrites en collaboration avec John Stewart, à l'origine de l'initiative d'éditer ce numéro thématique.

* Université de Technologie de Compiègne
COSTECH (EA2223) / CRED
Centre Guillaumat
BP 60319
60203 Compiègne Cedex
Pierre.Steiner@utc.fr

développement technique, recherche scientifique et réflexion philosophique. Nous nous bornerons, dans ce texte d'introduction, à présenter synthétiquement les origines, les exigences et l'originalité de cette conception de la cognition et de la technique.

Il est d'abord utile de brièvement situer le contexte de ce séminaire – et donc de ce dossier – en évoquant quelques spécificités de l'UTC. Créée en 1972, l'UTC combine une caractéristique des Grandes Ecoles, où tous les étudiants sont des élèves ingénieurs, avec la caractéristique universitaire de posséder une mission de recherche. Mais la spécificité qui nous intéresse le plus ici réside dans la vision de son fondateur, Guy Deniérou, qui avait l'ambition de former des « ingénieurs-philosophes ». Cela s'est traduit par la création en 1986 d'un important département « Technologie et Sciences de l'Homme » (TSH), et en 1993 d'une équipe de recherche « Connaissance, Organisation et Systèmes Techniques » (COSTECH). Le défi qui s'est posé était celui-ci : comment rendre les sciences humaines et sociales (SHS), incluant la philosophie, réellement pertinentes pour la formation et la pratique des ingénieurs ? On ne pouvait se contenter d'un vague supplément d'âme, d'un modique vernis de culture humaniste plaqué sur des pratiques pour l'essentiel inchangées. La solution trouvée par les pionniers à l'UTC – notamment Véronique Havelange et Bernard Stiegler – fut double.

D'une part, une partie importante des enseignements se structurèrent autour d'un diplôme spécifique et complémentaire au diplôme d'ingénieur, un « Mineur » libellé « Philosophie, Technologie, Cognition » (PHITECO). Regroupant centralement des enseignements en sciences cognitives, en philosophie et en épistémologie, ce mineur, toujours existant, vise à fournir à l'étudiant-ingénieur des concepts, des connaissances, des savoir-faire et des méthodes lui permettant de discerner et de problématiser les enjeux des systèmes techniques dans la transformation des usages et des formes de la cognition. D'autre part, la technique fut d'emblée pensée en termes philosophiques et anthropologiques, afin de mieux faire apparaître ses dimensions constitutives voire constituantes pour tout type de discours, de pratique et de connaissance. Nous y reviendrons.

Dans le cadre de l'introduction à un dossier dans la revue *Intellectica*, il n'est peut-être guère nécessaire d'épiloguer sur l'intérêt intrinsèque des sciences cognitives. Dans le contexte spécifique de l'UTC, les sciences cognitives correspondaient très bien au mandat consistant à mobiliser des SHS de façon pertinente pour une formation d'ingénieur. Au lieu de prendre une technologie particulière, l'ordinateur, comme métaphore pour penser la cognition, il s'agissait plutôt de penser ensemble, dans leurs relations de constitution mutuelle, technologie et cognition. C'est sur le terrain de ce deuxième volet que ce que certains appellent l'« École de Compiègne » a élaboré ce qui est sans doute sa contribution la plus caractéristique aux études cognitives : la thèse « TAC », c'est-à-dire de la « Technique comme Anthropologiquement Constitutive/Constituante »².

² Sans fournir de références textuelles exactes, Boëda (2005), dans un article au demeurant passionnant, attribue l'expression « la technique est anthropologiquement constitutive » à Leroi-Gourhan. À notre

Telle qu'elle a été développée dans le cadre du séminaire PHITECO, cette thèse « TAC » trouve ses sources, à divers égards (et à partir de conceptions propres et irréductibles de la technique !), dans les travaux d'André Leroi-Gourhan, de Gilbert Simondon, et de Jacques Derrida. Il revient sans doute à Bernard Stiegler d'avoir été le premier à intégrer dans son propre travail, toujours en cours, intitulé « La technique et le temps » (1994, 1996, 2001) une synthèse des acquis de ces trois penseurs faisant signe vers le noyau de la thèse « TAC ». Cette dernière est en effet un préalable au projet développé par Stiegler dans *La technique et le temps*, visant à montrer que la technique, contrairement au sens commun, n'est pas dans le temps et l'espace, mais qu'elle est constitutive de la temporalité et de la spatialité en tant que telles. Ce projet³ présuppose une réévaluation du statut anthropologique de la technique et de ses rapports avec la connaissance, en rupture avec les doxai traditionnelles.

Un ensemble d'oppositions canoniques – forme/matière, esprit/corps, nécessaire/contingent, présent éternel/flux du devenir, intelligible/sensible, transcendantal/empirique, théorique/pratique, naturel/artificiel,... – ont en effet depuis toujours contribué à opposer et à subordonner la *tekhne* au logos et à l'épistémè. En témoignent les images classiques de la technique comme artisanat ou artifice, la technique comme science appliquée, la technique comme moyen au service de fins déjà données, ou encore l'objet technique comme ustensile sans histoire et sans devenir propre. Et en découlent, plus élémentairement, nos difficultés, encore aujourd'hui, à penser la technique et à la définir – ou tout simplement à la voir. Mais force est de constater, sur ce dernier point, qu'il est peut-être également constitutif des objets techniques de se faire oublier (dans leur technicité, dans leur caractère historique, dans leurs dimensions réticulaires, et dans leur caractère prothétique). Utilisés en étant peu à peu appropriés, c'est-à-dire intégrés par le corps et/ou dans l'environnement de l'utilisateur, l'outil ou la machine, par exemple, disparaissent progressivement du champ d'attention cognitif de l'agent. D'un point de vue ergonomique, la bonne technique est d'ailleurs bien souvent la technique transparente, au niveau sonore, au niveau de la maniabilité,... Ce n'est que lorsque l'outil ou la machine sont défectueux ou viennent à manquer⁴ que m'apparaissent alors leur technicité, leur réticularité (le fait qu'ils nécessitent d'autres objets et infrastructures techniques pour fonctionner), et leur caractère de prothèse ou de prolongement nécessaire de mes capacités, entre autres cognitives. On peut donc là aussi comprendre qu'il est difficile de voir le rôle constitutif de la technique dans nos vies cognitives – et dans nos vies tout court – étant donné que la possibilité de ce rôle constitutif (et de son succès) semble bien souvent dépendre d'une nécessité, pour la technique, d'être oubliée⁵. Pour que la technique puisse être partout, il faut qu'elle ne soit (presque) nulle part dans notre champ d'attention.

connaissance, Stiegler ne mobilise pas cette expression dans son œuvre. On la retrouve en tout cas présentée et défendue de manière claire et ambitieuse par Havelange, Lenay et Stewart (2003).

³ Dont l'introduction la plus claire et la plus accessible peut se trouver dans (Stiegler, 2004).

⁴ On peut ici évidemment penser aux analyses de Heidegger dans *Sein und Zeit*, paragraphes 16 et 23 notamment (Heidegger, 1927).

⁵ Voir par exemple Clark (2003, 44) et Guchet (2005, 9-16) pour quelques réflexions sur cet oubli.

II. DEFINIR LA TECHNIQUE ? QUELQUES PREJUGES

Risquons-nous un instant à rappeler une thématization courante de la technique, afin de partir de ses insuffisances pour esquisser les perspectives conceptuelles alternatives ouvertes – non sans ambiguïtés, évidemment – par la thèse « TAC ». Classiquement, ou du moins étymologiquement, « la » technique désigne d'abord l'ensemble des procédés (modes d'action, de production, et d'intervention) mobilisés dans la réalisation d'actions possibles. C'est dans ce sens-là que l'on parle de techniques de chasse et d'élevage, de techniques de taille de silex, de techniques de construction, et plus généralement de techniques artisanales, de techniques artistiques, de techniques manuelles, de techniques thérapeutiques, de techniques du corps, de techniques d'organisation et de gestion du capital, de techniques de calcul, de mnémotechniques, de technique de soi.... *Gestes, modes de préhension, schèmes d'utilisation, prises, procédures, postures, savoir-faire, habitus, méthodes et heuristiques* sont déjà des techniques, peut-être jamais ultimement individuelles, en ce que leurs dimensions normalisées mais aussi normalisantes (on parle aussi de *techniques de normalisation* pour désigner spécifiquement des procédures de standardisation des modes de production et d'usage) sont à chaque fois instituées et transmises à l'individu par et dans un milieu social, culturel, et historique, lui-même matérialisé dans des infrastructures techniques. L'usage et la production des *objets techniques* requièrent ainsi la maîtrise d'une *technique* de la part de l'utilisateur, résultant d'un apprentissage, mais aussi d'une tradition et d'une transmission. Si l'outil, par exemple, confère un *pouvoir faire* à son usager, ce *pouvoir faire* ne peut s'exercer qu'à partir d'un *savoir-faire*, déjà technique, et consistant notamment dans l'usage normé de l'outil au sein d'un réseau de techniques et d'objets techniques (Séris 1994, chap.2).

Par extension, « la » technique peut aussi et ensuite inclure l'ensemble composé (a) des médiations déjà produites, inscrites ou fabriquées (*artefacts*) qui sont mobilisées par ces modes d'action et d'intervention dans le cadre de la réalisation de la tâche (tâche pouvant évidemment consister dans la production d'un nouvel objet), et (b) des objets fabriqués, produits, ou transformés au sein de ces activités techniques et techniquement médiatisées. C'est dans ce sens étendu que « la » technique inclut outils, instruments, ustensiles, appareils, machines, automates, systèmes d'écriture et d'inscription, mais aussi plus largement les *objets techniques*⁶ et les *artefacts*⁷. Comme désignant l'*ensemble organisé/organisant, structuré/structurant, totalisé/totalisant* de ces objets et procédés, on peut parler de « la » technique en tant que technosphère, système technique (Ellul, Gilles), appareillage scientifico-industriel (Gehlen), ou encore *Gestell* (arraisonnement, dis-position,...) (Heidegger),...

Cette thématization standard de la technique n'est pas *d'abord* critiquable à partir de son extension : « la » technique inclut ici aussi bien des modes d'action et d'intervention que les objets qui sont les supports, médiations et

⁶ Dont nous définirons quelques caractéristiques plus loin.

⁷ Incluant les objets techniques que nous fabriquons, mais aussi les objets naturels que nous modifions (Bourg, 1996, p.20).

produits de ces modes d'action et d'intervention⁸. Cette distinction, intégrée dans cette définition globale, est importante. Insistons d'ailleurs bien sur ce point : objets techniques et médiations artefactuelles n'existent que dans et par des procédures, usages, pratiques et modes d'action, culturellement et socialement inscrits (ce qui ne signifie pas, on le verra, que leur technicité se réduise à cela), parmi lesquels on doit compter les systèmes de contrôle, de sanction⁹ et de reproduction sociale de ces modes d'action, incluant les techniques d'oppression, de discipline, et d'individualisation, elles-mêmes supportées par divers infrastructures et dispositifs techniques (Foucault, 1975). Le problème et les limites de cette thématization relèvent plutôt de la conception générale des rapports entre homme et technique qu'elle présuppose, et que l'on peut faire apparaître en paraphrasant la description de la technique proposée plus haut : la technique, c'est l'ensemble des *moyens* conçus, fabriqués, et utilisés par des agents (individuels ou collectifs, humains ou non-humains, peu importe) pour et dans la réalisation de *fins* posées par ces agents (que ces fins relèvent de *tâches*, ou ultimement d'une *domination de la nature*). On s'aperçoit alors d'emblée que cette conception des rapports homme-technique¹⁰ s'accompagne d'un parti-pris *instrumental et anthropologique*¹¹ :

a) Cette conception repose en effet sur le couple conceptuel moyens/fins : la technique est cantonnée au registre des moyens de l'action, c'est-à-dire au niveau de ce qui est utilisé lors de la réalisation de projets d'action (ou, plus prosaïquement, lors de la satisfaction de besoins)¹². Certes, ces moyens peuvent être vus comme absolument nécessaires pour penser et réaliser des *fins* spécifiquement humaines ; leur présence et leur développement seraient ainsi également caractéristiques de l'humain¹³. Il n'empêche : penser la technique à partir de la distinction moyens/fins nous situe dans un modèle instrumentaliste qui ne permet généralement pas de concevoir et de comprendre comment, au contraire, les fins visées au sein des activités techniquement médiatisées ne préexistent pas à ces médiations et ne peuvent être déterminées indépendamment de ces dernières. Les médiations techniques *ouvrent, capacitent* ou encore *habilitent* les possibilités d'action des agents et leurs relations avec l'environnement, tout en les *contraignant* (aussi bien en raison de leur technicité et de leur matérialité que de leur inscription sociale et culturelle, qui ne se confondent pas)¹⁴. Comprendre les techniques comme moyens pour des fins qui leur sont extrinsèques est également souvent indissociable d'une tendance à définir et à classer les objets techniques à partir des fins pratiques auxquels ils répondent, ou à partir de leurs usages, souvent

⁸ Dans son ouvrage récent *Homo sapiens technologicus*, Puech (2008, chap.1) distingue par exemple la technique de la technologie à partir de cette différence.

⁹ Goffman (1973, p.101 et ss.) voit par exemple les *sanctions* comme des *techniques sociales*.

¹⁰ Conception indissociable, on le verra, d'une définition répandue de l'homme comme *Homo faber*.

¹¹ Sur ce point, voir évidemment l'essai de Heidegger « La question de la technique » (1954), in Heidegger (1958).

¹² Que l'on trouve par exemple clairement exprimée chez Max Weber (1971, p.104).

¹³ Voir Gehlen (1990, p.176). Voir plus généralement Galimberti (1999) pour une remarquable synthèse critique des principales conceptions philosophiques de la technique.

¹⁴ L'inséparabilité entre les dimensions *habilitantes* et dimensions *contraignantes* de la technique est ici héritée de la distinction faite par le sociologue britannique Anthony Giddens entre les dimensions habilitantes et les dimensions contraignantes des *structures sociales*.

sociologiquement ou économiquement surdéterminés. Or, si l'on suit Simondon (1958, chap.1), ces définitions et classifications des objets techniques par l'usage ou les finalités sont fourvoyantes : elles nous font passer à côté de la *technicité* des objets techniques, et *donc* de leur dimension culturelle.

b) Cette conception de la technique peut être dite anthropologique : l'objet technique est pensé comme *ob-jet*, comme ce qui est posé face à un sujet, et pensé en référence à lui (en termes d'usage, de fonction,...). L'objet technique est ce qui est d'abord constitué, fabriqué, produit, ou utilisé par un sujet ou acteur intentionnel. Dans son usage, il sera vu comme simple instrument du travail humain. Dans sa genèse, il sera souvent pensé comme produit de ce travail. L'objet technique résulterait ainsi d'une union entre une matière brute inorganisée et une intention/intervention humaine, organisante et déjà organisée. Simondon, encore lui, soutient que cette conception *hylémorphique* de l'objet technique est largement déficitaire aujourd'hui : autant elle pouvait être adaptée pour penser un savoir et des activités pré-techniques, autant elle s'avère à présent inappropriée pour penser, par exemple, l'être-technique et le caractère *individué* de la machine, constituée d'une *continuité* entre forme et matière, et ne nécessitant plus d'intervention humaine pour fonctionner. Plus largement, en tentant de rompre avec ce présupposé anthropologique sur la technique, qui fait de l'homme un donné non-technique, créateur de l'objet technique, et en prêtant attention à ce que la technique (nous) fait, il est possible de voir l'objet technique autrement : peut-être moins comme ob-jet (posé là devant ; constitué) que comme ce qui contribue à objectiver, ou comme ce qui constitue – ce qui capacite, ce qui habilite, voire ce qui *fait advenir* – nos objectivations ou prises de vue sur tout objet, mondain ou idéal, notamment à partir de la spatialisation et de la temporalisation que la technique rend possible¹⁵. Dans ce sens, la *source* de l'objectivité (technique ou non) n'est plus le sujet déjà constitué, mais le *couple* homme/technique.

« La technique comme anthropologiquement constitutive » et « la technique comme anthropologiquement constituante » sont deux voies distinctes (l'une, on le verra, prend place à partir d'un régime de positivité historique et cognitive ; l'autre s'inscrit au sein d'une réflexion philosophique d'inspiration phénoménologique) mais complémentaires qui partagent en tout cas l'ambition de dépasser ces conceptions instrumentales et anthropologiques de la technique. Avant de les présenter, une précision s'impose sur le statut de la *technologie* ; quelques considérations préliminaires sur l'objet technique doivent également être exprimées.

Le *logos* intervenant dans *technologie* a pu être compris de différentes manières, souvent pointant vers des liens supposément noués à l'époque moderne, lors de la révolution industrielle, ou seulement *depuis peu*, et qui articuleraient alors la technique au savoir scientifique ou à la rationalité (quelques figures : la technologie est la technique comme mise en œuvre, application, ou déploiement du *logos* scientifique ; la technologie est la

¹⁵ Stiegler (2001, 253-255)

technique en tant que produite par la science ; la technologie est la technique comme constituant la science (aujourd'hui, la Big Science)¹⁶ ; la technologie est la technique au service de la rationalisation du monde,...), à la théorie (la technologie est la théorie d'une technique, la théorie/discours sur la technique, ou l'étude systématique et rationnelle des procédés techniques¹⁷) ou encore à l'idéologie (la technologie est le devenir de la technique à une époque productiviste, capitaliste, industrialiste, scientifique,...). À partir d'un point de vue déflationniste, disons que « technologie » dans PHITECO, désigne d'abord ici les *objets et systèmes techniques*. Si l'ordinateur, le logiciel, la puce électronique, l'appareil photo numérique, l'hypertexte, le Web sont des technologies, la roue, le silex ou les tablettes d'argile utilisées comme supports d'inscriptions en Mésopotamie trois mille ans avant JC le sont également. La réticularité, la systématique et l'articulation avec la connaissance de ce que nous appelons aujourd'hui « technologies » semblent être déjà présentes pour tout objet technique, mais, suivant la thèse TAC, pas nécessairement dans le sens habituellement escompté : la technique s'articule en effet à la connaissance, non pas comme conséquence, mais comme élément constitutif/constituant. Sur ce point, et dès le départ, le séminaire PHITECO s'est spécifiquement penché sur les *technologies cognitives*.

III. TECHNOLOGIES COGNITIVES ET OBJETS TECHNIQUES

Les technologies cognitives ne sont pas ici des technologies qui pensent. Ce sont des technologies qui *donnent à penser*¹⁸, en *supportant* nos activités cognitives. Le support a ici un sens double : le support est à la fois l'inscription matérielle (la cognition, si elle doit être située quelque part, se situe notamment dans ces technologies et dans les relations de couplage que nous entretenons avec ces technologies) et ce qui *habilite*, ce qui *capacite*, ici *originellement*. Si les technologies sont cognitives, ce n'est pas en permettant de réaliser ou de favoriser la réalisation de fins cognitives (comme le soutient par exemple Dascal, 2004), mais en inscrivant, produisant et transformant notre cognition, et donc en constituant la possibilité de nouvelles fins cognitives.

Comment définir l'objet technique ou la technologie ? Ce qui importe d'abord ici est le caractère organisé et concret de l'objet technique, qui en fait quelque chose de plus qu'un ustensile, qu'un simple *moyen inerte* (sans genèse et sans devenir) qui ne gagnerait sa technicité qu'en vertu du simple usage posé par un agent non-techniquement constitué : l'objet technique est un « objet artificiel concret » (Simondon), ou un « étant inorganique organisé » (Stiegler). L'organisation, ici, est une affaire de genèse propre à l'objet technique. Un objet technique, pour Simondon, est en effet un objet qui possède un type spécifique de genèse : un *devenir* qui est *concrétisation*, qui le place entre l'objet naturel et la représentation scientifique. Pour devenir technique (et techniquement viable), l'objet matériel doit être *concrétisé* : il doit acquérir un

¹⁶ Pour le terme de *technoscience* et les ambiguïtés axiologiques qui le constituent, on se référera à Sebbah (2010).

¹⁷ C'était la première définition du terme « technologie », introduit en 1777 par J.Beckmann.

¹⁸ Selon l'heureuse expression de Bruno Bachimont.

mode de fonctionnement cohérent, unifié et unitaire (au niveau des relations entre ses pièces), à partir de ses propres lois, et non plus seulement à partir des lois de l'idée et du modèle qui ont produit sa version simplement matérielle, ou à partir de son usage par l'homme dans le travail. L'utilité, le potentiel d'usage et les normes d'usage de l'objet technique sont des *conséquences*, et non des *causes*, de son perfectionnement dans la concrétisation. Concret, l'objet technique n'est jamais *sur mesure*, comme l'est l'objet technique abstrait (Simondon 1958, chap.1). Il s'émancipe de la normativité extrinsèque posée par son inventeur. L'objet naturel est concret dès le début (et maintient son unité) ; l'objet technique, lui, tend vers la concrétisation (et l'unité) et garde toujours des « aspects d'abstraction résiduelle ». Penser l'objet technique sur le mode de la concrétisation propre au vivant est une manière, pour Simondon, de réarticuler ce qui n'aurait jamais dû être séparé : l'homme et le vivant. La technicité de l'objet technique réside ainsi dans son propre fonctionnement, et non pas dans son usage par l'homme. Son évolution relève d'une nécessité interne, et non pas d'une logique socio-économique. Si on prend le cas des machines, la concrétisation n'est cependant pas synonyme d'augmentation de l'*automatisme*, mais d'*ouverture* de la machine sur son milieu. La machine ouverte, pour Simondon, est autonome *et* non-isolée. Son fonctionnement recèle également une marge d'indétermination. Dans la concrétisation, la machine devient ouverte sur un « milieu associé » conditionnant et conditionné par la machine. Ce « milieu associé » est un milieu technique et naturel (géographique *et* humain), différent du milieu artificiel du laboratoire ou de l'atelier, là où la machine est encore *hétéronome*.

Un objet technique n'existe jamais donc pour lui-même ; il est doublement relationnel pourrait-on dire : relation à son passé (dans sa genèse de concrétisation), relation à son milieu. Renvois, pratiques, usages, postures : évidemment, l'objet technique est aussi toujours déjà pris dans un réseau et dans une histoire. Mais, pour Simondon, il ne saurait être question de réduire la technicité de l'objet technique à ces paramètres. Ce ne sont donc pas des déterminations sociales, économiques ou commerciales qui font de l'objet technique un objet *viable* et *cohérent*. Elles interviennent de manière secondaire, en influençant le choix, la survie ou la disparition des objets techniques. Il n'en demeure pas moins qu'il y a une logique propre de la genèse de l'objet technique. L'objet technique n'a pas d'ailleurs seulement une fonction d'usage ; il a aussi également une fonction symbolique ou de signe (prestige, richesse, valeur, style...). Ces dernières fonctions sont liées à des idéaux, mais le caractère idéal de l'objet technique ne s'y réduit pas. Tout objet technique est aussi la matérialisation de *types*, de *stéréotypes* et de *standards techniques* (déjà présents, comme le soulignait Leroi-Gourhan (1964, p.139), dans la fabrication des *choppers* à partir de galets sélectionnés *en vue de* la forme idéale du chopper).

IV. CARACTERE CONSTITUANT (ET CONSTITUE) DE L'OBJET TECHNIQUE AU SEIN DE MODES D'ACTION

En suivant la terminologie de Lenay (2002) (thématiquement proche de la distinction heideggerienne entre *vorhanden* et *zuhanden*), l'objet technique

(paradigmatiquement ici l'outil, en raison de son caractère *amovible*¹⁹) existe sous au moins deux modes de relation avec l'utilisateur : en tant que *saisi*, et en tant que *lâché/déposé*.

Saisi, l'objet technique joue un rôle constituant pour nos capacités d'action, de raisonnement ou encore de perception, en étant non-perçu, ou encore transparent (je perçois *par* mes lunettes ; je ne perçois pas mes lunettes). À partir de Don Ihde²⁰, on peut, au sein de l'objet technique constituant, distinguer la constitution se réalisant par *incorporation* (l'utilisateur fait l'expérience de l'objet technique comme partie de lui-même ; l'objet est ainsi une extension transparente du corps propre (moyennant appropriation), amplifiant ses pouvoirs d'action et de perception) de la constitution se réalisant sur un mode *herméneutique* (l'objet technique médiatise mon accès et ma relation à un nouveau monde autrement inaccessible, en m'offrant quelque chose de nouveau à voir, souvent par le biais de *représentations à déchiffrer* (produites par exemple par le télescope, le microscope²¹, le thermomètre, la TEP, le sismographe,...)). Déposé (en étant disponible ou défectueux), l'objet technique peut être vu, considéré, partagé, transmis, réparé, amélioré, voire perçu et craint comme *autre* et *étranger*... Il existe alors avant tout sur un mode *constitué*.

On peut cependant imaginer diverses complexifications et nuances de cette partition. Par exemple, ce rôle constituant, l'outil ne le joue que si l'agent est capable de l'utiliser et donc de le saisir, éventuellement en ayant au préalable perçu l'outil comme saisi par autrui. Lorsque je perçois l'outil être saisi par autrui, cet outil existe ainsi sur un double mode : il est constituant pour autrui, et constitué pour moi, en tant que sujet percevant. Ma perception de la saisie de l'objet technique par autrui n'est donc pas exclusivement la perception d'un *simple* déposé ou d'un constitué *pour moi* (comme lorsque l'objet technique est à terre) : elle est aussi perception du rôle constituant de l'outil pour autrui et donc aussi, *possiblement*, pour moi. À dire vrai, peut-être est-ce cette perception du rôle constituant de l'objet chez autrui qui peut rendre possible le sens d'être déposé *de l'outil* pour moi-même lorsque cet outil est et demeure à terre : elle fait de l'outil déposé que je rencontre quelque chose de plus qu'un simple *objet*, voire quelque chose de plus qu'un objet *saisissable* dans le cadre de la réalisation de mes projets d'action. Cette perception de l'objet technique tel qu'il est saisissable par moi-même lorsqu'il est déposé prend en effet place à partir d'un horizon d'attentes et de valeurs liées aux usages normés et

¹⁹ Pour les impasses d'une tentative de définition de l'outil en termes de conditions nécessaires et suffisantes, voir Lestel (2001, chap.2). Pour Simondon (1968), les outils sont des *prolongements* des organes effecteurs qui *arment* le corps agissant ; les instruments (d'optique et de mesure, par exemple) prolongent les organes récepteurs, et *adaptent* le corps pour obtenir une meilleure perception. Bon nombre de dispositifs peuvent être *à la fois* outil et instrument : on peut penser au cas élémentaire d'un marteau (utilisable pour enfoncer un clou et pour évaluer l'épaisseur d'un mur) ou d'un ordinateur (qui facilite les opérations de l'utilisateur en l'informant en permanence de l'état de ses différentes fonctions et capacités (mémoire,...)).

²⁰ Voir Ihde (1990). Ihde, il faut le préciser, propose ces distinctions dans le cadre d'une réflexion sur ce qu'il appelle *intentionnalité technologique* (1990, p.141), c'est-à-dire l'intentionnalité (mode d'ouverture au monde) techniquement médiatisée.

²¹ Voir, sur ce point, le texte classique de Hacking (1981).

normalisants de l'outil, et déjà effectives lorsque je perçois autrui saisir l'outil (et plus précisément lorsqu'autrui perçoit que je le perçois en train de saisir l'outil, même si je n'ai jamais saisi cet outil et ne sais pas (encore) comment *correctement* l'utiliser).

Revenons brièvement sur les dimensions constituantes de l'outil. L'enfant apprend à utiliser des objets comme outils en les intégrant dans des routines sensori-motrices, dès sa première année, et donc bien avant l'émergence de capacités de pensée symboliques ou métareprésentationnelles (Lockman, 2000). L'intégration sensori-motrice de l'outil est alors la suivante : on apprend notamment à se servir de l'outil en maîtrisant les relations entre les actions posées avec cet outil et les retours sensoriels de cette action. L'appropriation sensori-motrice de l'outil va ainsi de pair avec une *incorporation* de l'outil dans le corps sentant et agissant²² : l'usage régulier de l'outil fait disparaître l'impression que l'outil est une interface tangible entre le sujet et l'environnement. L'outil – bien utilisé et bien conçu – devient plutôt *transparent* ; sa préhension – s'il y en a une – est *ressentie* comme extension du corps sentant et agissant (Lenay, 2006). L'aveugle perçoit le monde au bout de la canne ; le conducteur perçoit la texture de la route avec les roues (Merleau-Ponty, 1945, p.167). Ces constats *positifs* sur le caractère constituant de l'outil, il s'agit maintenant de les penser et de les intégrer dans une perspective plus large et plus ambitieuse, qui est celle de la thèse de la technique comme « anthropologiquement constitutive/constituante ».

Il faut ici revenir à certains aspects des travaux de Bernard Stiegler, qui se propose de penser la technique comme *prothèse originnaire de l'humain* – et, conséquemment, l'objet technique comme prothèse (ou « béquille de l'esprit »), et non plus comme ob-jet déjà constitué. La prothèse n'est pas ici ce qui remplace quelque chose qui a existé et qui aurait disparu ; elle n'est pas non plus quelque chose d'auxiliaire, d'adventice ou d'ancillaire qui viendrait compléter ou complexifier des capacités – intellectuelles, motrices, perceptives,... – déjà existantes. La prothèse n'est pas un prolongement du corps humain : elle est la constitution de ce corps *en tant qu'humain* (Stiegler, 1994, p.162). *La prothèse (la technique) est le supplément* (qui est) *d'origine*, visant à répondre au défaut de qualités et surtout *d'origine* qui est propre et originnaire à l'homme²³. L'originnaire humain est d'emblée contaminé par l'artificiel, le médiat, le technique, *le prothétique*. Cette *contamination* première, cette technicité qui définit l'humain, on peut déjà l'entrevoir dans l'anthropologie de Leroi-Gourhan, ici à partir de la lecture originale et critique qu'en propose Stiegler.

Pour Leroi-Gourhan, *sans se confondre avec elle*, l'anthropogenèse est indissociable d'une *technogenèse*. Si les outils apparaissent en effet comme des *exsudations*²⁴ progressives du corps et du cerveau, c'est avant tout parce que

²² Voir aussi, autour de ce point, les relations entre plasticité cérébrale et appropriation d'outils, notamment chez Iriki, Tanaka et Iwamura (1996) ; Berti et Frassinetti (2000) ; Maravita et Iriki (2004).

²³ *Cela*, pour Stiegler, ne peut pas entraîner une dé-finition positive ou une identification de l'homme (1994, p.166).

²⁴ Leroi-Gourhan (1964, pp.151-152).

l'humain naît en vertu d'un processus d'*extériorisation*²⁵ des fonctions ostéomusculaires et neurosensorielles dans la technique. La technique est d'abord un fait zoologique. La technique engendre ses *tendances propres* (non socialement surdéterminées), mais en restant en continuité avec le développement cognitif et social qui marque l'anthropogénèse. Du Zinjanthrope ou Australopithèque *robuste* (1,75 millions d'années) au Néanthropien du paléolithique supérieur, l'homínisation consiste en un procès conjuguant le passage à la station verticale, l'extériorisation de la main en outils et l'avènement du langage. « Station debout, face courte, main libre pendant la locomotion et possession d'outils amovibles sont vraiment les critères fondamentaux de l'humanité », écrit Leroi-Gourhan (1964, p.33), qui précise bien que, dans cette optique, le développement du volume cérébral est un critère secondaire, *corrélatif* de la station verticale, voire *bénéficiaire* de l'aménagement de la machine corporelle et de l'adaptation locomotrice (1964, p.42, p.75) qui amènent une libération des contraintes mécaniques de la face, aménageant alors un espace pour le développement du cerveau. L'émergence technique est d'abord une conséquence de l'acquisition de la station debout et de la libération progressive des mains impliquée par cette station debout (reconfigurant les relations entre la face et la main).

En affirmant que, chez les Archanthropes (1,5 millions d'années), l'outil reste une émanation du comportement spécifique, c'est-à-dire d'un trait zoologique, Leroi-Gourhan (1964, p.140) s'enferme cependant, selon Stiegler, dans une dualité nature/culture peu cohérente. En effet, à partir de ce constat, il semble assumer une distinction problématique entre l'intelligence technique, présente chez le Zinjanthrope et l'Archanthrope, et l'intelligence symbolique, « étrangère à la simple subsistance matérielle » comme il l'écrit, et qui serait seulement propre aux Paléoanthropiens (1964, p.153) On retrouve ici une distinction entre *Homo faber* et *Homo sapiens*. Évidemment, Leroi-Gourhan voit une continuité, et non pas une rupture, entre *Homo faber* et *Homo sapiens*, mais le fait d'assumer cette distinction entre *faber* et *sapiens* est déjà problématique. Si l'extériorisation technique est un processus strictement zoologique, déterminé par l'évolution biologique et, de manière dérivée, par les caractéristiques neurophysiologiques de l'espèce, comment expliquer, plus tard, l'apparition de l'intelligence symbolique ? Si l'on suit Stiegler, il faut reconnaître, avec Leroi-Gourhan, que l'homme est homme dès le Zinjanthrope, et que cela signifie, à la différence de Leroi-Gourhan, qu'il y a une intelligence *tout court* dès ce moment, c'est-à-dire une intelligence *technico-intellectuelle*, émancipée du déterminisme génétique. Mais justement : comment, à ce stade, concevoir l'émancipation et la transmission de cette intelligence hors de la mémoire génétique ? Comment notamment comprendre le fait suivant : du Zinjanthrope à Neandertal, on le sait, il y a eu une détermination et une différenciation réciproques entre l'évolution de l'outil (silex taillés) et l'évolution corticale. Mais comment l'évolution des silex taillés pourrait-elle déterminer le processus de corticalisation ?

Selon Stiegler, cette émancipation et cette transmission de l'intelligence technique hors de la mémoire génétique, et contraignant le développement

²⁵ Leroi-Gourhan (1965, notamment p.48 et p.58).

cortical (en déterminant notamment le processus de sélection des mutations qui s'opèrent au niveau cortical), relèvent d'une *épiphylogenèse*. L'épiphylogenèse désigne la conservation, l'accumulation et la sédimentation des expériences individuelles *par* l'inscription et l'organisation de la matière inorganique, devenant dès lors *matière inorganique organisée*. Nous y reviendrons. L'épiphylogenèse, *phylum* culturel intergénérationnel, marque l'advenue d'une logique propre (quoique contrainte biologiquement, évidemment) de l'évolution, de la transmission et de la différenciation des stéréotypes instrumentaux. À partir de Neandertal, on constate d'ailleurs une stagnation au niveau de l'évolution du système cortical, et une explosion du développement technique – l'évolution technique n'est dès lors plus dépendante de l'évolution biologique. Là aussi, comment penser la possibilité de cette évolution, et de la transmission des caractères techniques, si ce n'est en posant l'existence d'une troisième mémoire de l'espèce, ni biologique (mémoire germinale) ni épigénétique (mémoire somatique), mais techniquement constituée, habitant l'invention de la mémoire culturelle, et la préservation de la mémoire individuelle ?

Pour comprendre ce qu'est l'épiphylogenèse, rappelons ici le positionnement critique de Stiegler par rapport à Leroi-Gourhan²⁶: selon Stiegler, l'extériorisation de la main et du cerveau dans l'outil n'est pas une expression, un déplacement, un accomplissement ou une manifestation d'une intelligence ou d'une humanité déjà faites ou données. Il s'agit d'une extériorisation par laquelle l'intérieur se constitue : c'est là tout le paradoxe, étant donné que l'extériorisation présuppose classiquement l'idée d'un intérieur déjà constitué. Or, l'intériorité (l'homme), ici, n'est rien hors de son extériorisation techno-logique (par l'outil et par le symbole). L'intérieur devrait précéder l'extérieur, alors qu'en fait il est constitué par l'extérieur, qui le précède (Stiegler, 1994, p.184). L'extériorisation donne lieu à une intériorisation, ce qui signifie qu'elle est à la fois intériorisation *et* extériorisation. On a plutôt affaire à un mouvement de co-constitution, de composition : aucun terme ne précède l'autre ou n'est à l'origine de l'autre. L'origine est plutôt « la con-venance ou la venue simultanée des deux – qui sont en vérité le même considéré sous des points de vue différents » (1994, p.162). Cette relation de co-constitution ou de couplage structurel (historique) entre l'homme et la prothèse prend cependant place entre des termes – ou du moins des points de vue – différents (Stiegler, 1996, pp.14-15) : l'un ne se réduit pas à l'autre. Il y a, par exemple, une dynamique propre à l'évolution technique, celle-ci n'est pas socialement ou ethniquement surdéterminée. Comme l'écrit précisément V.Havelange, commentant la lecture de Leroi-Gourhan effectuée par Stiegler, « l'homme étant l'opérateur et non l'inventeur de l'objet technique, l'hominisation tout entière a son fondement non pas dans un *Homo faber*, mais dans les lois d'évolution propres de l'objet technique saisi dans son couplage structurel avec l'humain lui-même en constitution » (2005, p.24 ; souligné par l'auteur). Nous reviendrons brièvement plus loin sur

²⁶ Positionnement critique évidemment questionnable, comme l'a par exemple montré C.Lenay dans un texte inédit, « Leroi-Gourhan et l'origine de la mémoire humaine », qui insiste sur le caractère *continu* et *intégré* de la genèse de la mémoire sociale et du langage chez Leroi-Gourhan.

la non-coïncidence entre cette pensée de l'humain et une anthropologie positive de l'*Homo faber*.

Pour l'instant, bornons-nous à constater que l'épiphylogenèse prolonge la temporalité du vivant, mais en l'inscrivant dans le mort, c'est-à-dire dans la matière *inorganique* organisée de l'*organon* ou de la prothèse, se conservant dans sa forme au-delà des individus qui la produisent et l'utilisent (1994, p.151, p.184). La prothèse, en tant que « ce qui est posé là-devant » (prothèse), pour Stiegler,

- 1) est ce qui est posé là ; elle est le *posé devant*, source et arrivée du processus d'extériorisation de l'humain. La pro-thèse, ce qui est dehors, constitue l'être de ce au dehors de quoi elle se trouve. Elle est le supplément qui nous est originaire ;
- 2) est ce qui est posé d'avance, et est donc à la fois le déjà-là (le passé) et l'anticipation, la prévision et la temporisation (mais aussi la marque de la mortalité, cf.infra (Stiegler, 1994, p.206)). La prothèse est le support de l'épiphylogenèse décrite plus haut.

C'est en effet parce qu'elle est *inscrite* (sans être nécessairement *écrite*) dans l'outillage que *l'expérience du vivant humain* peut s'accumuler et se transmettre, et constituer la possibilité d'un héritage et d'une tradition. Le geste technique *engramme* une organisation dans la matière, organisation qui se transmet via l'inorganique de l'objet technique (Stiegler, 2004, p.48). À l'aube de l'homínisation, déjà, le premier vecteur de l'épiphylogenèse est le silex. L'apparition de l'outillage marque ainsi le développement de la mémoire extracérébrale (Stiegler, 1996, p.197).

L'histoire de cette épiphylogenèse inclut notamment l'histoire de la transmission et de l'élaboration de nos connaissances et de nos idéalités (mathématiques, politiques, religieuses, esthétiques,...) à partir de leur inscription matérielle dans des gestes (rites, techniques artisanales,...) et dans des supports (ustensiles, armes, artefacts, textes,...). La mémoire épiphylogénétique ne se limite pas à ce que l'on peut appeler les *mnémotechniques* (déjà à l'œuvre dans les premiers témoignages picturaux), techniques et objets *pour* la mémoire. Tout objet technique est support de mémoire (et donc support de l'épiphylogenèse), mais n'est pas pour autant une technique de mémorisation ou une technique pour la mémoire. Stiegler introduit, à ce propos, le concept de *rétenion tertiaire*, constituant un nouveau mode de rapport au temps, à côté des souvenirs primaires et des souvenirs secondaires²⁷. Les rétenions tertiaires sont les inscriptions matérielles de la

²⁷ Dans ses enseignements de 1904 (repris dans Husserl, 1964), Husserl distinguait, en critiquant Brentano (pour qui tout rapport au passé est de l'ordre de l'*imagination re-présentative*), la rétenion ou souvenir primaire (*Erinnerung*) de la remémoration (ressouvenir) ou souvenir secondaire (*Wiedererinnerung*). La rétenion est l'opération en vertu de laquelle un son ou une image factuellement passée est néanmoins toujours *présente* à l'esprit en tant que « tout-juste-passée », en étant *retenue* par la conscience, cette dernière instaurant dès lors un rapport temporel de continuité entre, par exemple, ces sons et les sons *actuellement* présents : la *retenue* de la rétenion nous permet ainsi de *maintenir* synthétiquement l'identité d'une suite de sons, et donc d'entendre par exemple une *mélodie* (voir Salanskis 1998, chap.1). La rétenion est un mode *perceptif* de présentation de la temporalité et du temps ; la remémoration est elle une re-présentation (ou présentification) du passé.

mémoire dans des dispositifs mnémotechniques. Autant spatiales que temporelles, elles conditionnent, pour Stiegler, la possibilité de distinguer l'espace et le temps²⁸. Elles incluent les écrits, mais aussi la peinture, la photographie, la phonographie, le cinéma... La technique, ici, n'*aide* pas la mémoire ; elle *est* la mémoire « en tant que finitude rétentionnelle originairement assistée » (Stiegler, 1996, p.83). On peut distinguer les rétentions tertiaires *orthothétiques*²⁹, analogiques et numériques, des rétentions non-orthothétiques, cela notamment afin de mieux conceptualiser et comprendre ce qui se joue aujourd'hui à une époque d'industrialisation, de mondialisation et de numérisation de la production et de la conservation des rétentions tertiaires.

V. CONSTITUTIVITE TECHNIQUE DE LA CONNAISSANCE ET DE LA COGNITION

Le concept d'épiphylogenèse fait apparaître le rôle constitutif de la prothèse technique lorsqu'il s'agit de penser l'accumulation et la transmission de l'expérience humaine, mais aussi les conditions d'émergence et d'exercice des savoirs, comme par exemple le savoir mathématique. On ne peut pas ne pas évoquer ici l'un des premiers *retournements* des rapports entre *tekhne* et *epistémè*, tel qu'il se présente dans le texte « *L'origine de la géométrie* » de Husserl (1936), et surtout dans le commentaire de ce texte proposé par Jacques Derrida en 1962.

Très tôt, Husserl a considéré l'objet mathématique comme étant l'objet paradigmatique pour la phénoménologie : objet idéal par excellence, son *apparaître* pour une conscience se confond avec son *être* (il n'y a pas d'entités mathématiques qui existeraient hors des actes de visée intentionnelle), sans que son existence soit cependant à chaque fois psychologique et individuelle, c'est-à-dire identifiable à une simple *apparence* subjective. Encore faut-il rendre compte du mode d'existence particulier des idéalités mathématiques. Si la réponse platonicienne est refusée, l'existence objective des idéalités géométriques (telles qu'elles sont par exemple mobilisées dans les théorèmes) ne peut pas non plus être, on l'a dit, une existence psychique, même si leur origine implique des actes intentionnels individuels (pour autant que ceux-ci s'accompagnent des évidences apodictiques propres aux vérités mathématiques). Si cette existence objective est possible, remarque Husserl dans ce texte, c'est en vertu du fait qu'elle repose sur une « double stratification » : d'une part, par les *répétitions* de ces idéalités, mobilisant des idéalités d'un autre niveau (les idéalités linguistiques permettant la répétition des idéalités géométriques dans les théories, propositions,...), d'autre part, par leur *incorporation* sensible dans les expressions orales et écrites du langage (Husserl, 1936, p.407). Le premier retournement est ainsi le suivant : afin de ne pas demeurer confinée aux actes de visée et de constitution de l'esprit d'un individu, et afin donc d'acquérir ses propriétés d'objectivité et d'universalité,

²⁸ Pour le développement de ces points, basés sur la lecture stieglerienne de Kant et de Husserl, voir Stiegler (2001), en particulier le chapitre II.

²⁹ C'est-à-dire pouvant être copiées de manière précise et contrôlée sans interprétation sémantique.

l'idéalité géométrique doit s'inscrire dans une langue, et donc dans un matériau sensible et historique. Cette inscription permet sa transmission et son partage. Mais si le langage oral permet déjà en un sens de libérer l'objectivité de la subjectivité individuelle, en s'instituant comme « condition juridique concrète » de la vérité (Derrida, 1962, p.71) et donc de l'idéalité, il l'enchaîne encore à la subjectivité générale, c'est-à-dire à l'existence d'un sujet parlant au sein d'une communauté institutrice de sujets parlants. Seule l'expression linguistique écrite est en mesure de créer les conditions de possibilité de la *présence perdurante* des objets idéaux : à la différence de l'expression orale, l'expression écrite peut *survivre* à ceux qui la produisent (Husserl, 1936, p.410). L'expression écrite instaure la possibilité d'une communication virtuelle, c'est-à-dire sans allocution personnelle, médiate ou immédiate. C'est alors que le second retournement intervient : l'écriture est en réalité la possibilité de constitution de toute idéalité géométrique. Elle n'est pas un simple instrument de consignation, d'enregistrement, de transmission, de communication ou d'expression de l'idéalité oralement matérialisée, ou la mémoire d'un régime d'idéalités déjà constituées. La spatialisation et l'itérabilité³⁰ qu'elle rend possible en font la condition de possibilité de l'élaboration, de l'imagination, de la justification, de la transmission et donc de la progression de ce corps d'idéalités partageable par le *nous* de la communauté scientifique.

Dans sa permanence et dans sa nécessité, l'idéalité est impossible sans son inscription graphique. Mais, en retour, si cette inscription graphique rend possible la libération de l'idéalité de toute contingence ou particularisme subjectif ou psychologique, c'est au prix de sa possible *mise à mort* (les écrits ne sont pas impérissables) et du danger de sa *distorsion interprétative*. Il n'y a d'idéalité que par la répétition graphique de cette idéalité, mais cette répétition entraîne une possible altération de l'idéalité, et donc sa fragilité et sa contingence. L'écrit protège et met en danger, telle est son ambivalence. L'écriture est *à la fois* condition de possibilité et condition d'impossibilité de l'existence objective des idéalités. Tel est le paradoxe (dégagé et radicalisé par Derrida) auquel aboutit le renversement *tekhnè/epistémè*. Nous y reviendrons. Pour l'instant, constatons bien que la technique, ici comme écriture, n'est pas de l'ordre de la science appliquée. L'écriture précède plutôt la géométrie, comme la grammatisation³¹ des vernaculaires précède les sciences du langage. La technique, déjà présente ici dans l'écriture et dans les supports d'inscription des connaissances, est constitutive de la connaissance, et plus généralement, nous le verrons dans un instant, de la cognition. Avant cela, rappelons quelques points bien connus sur les vertus cognitives de l'écriture.

Comme le défend depuis longtemps avec vigueur Jack Goody, l'écriture n'est pas un instrument de notation ou d'expression du langage ; elle n'est pas *seulement* ce qui est rendu possible par des conditions matérielles : elle est aussi et surtout une *technologie de l'intellect* (Goody, 2007), non dans un sens marquant une relation de provenance (une technologie qui *viendrait de*

³⁰ L'itérabilité est une répétabilité qui peut altérer, à chaque fois et insensiblement, ce qui est répété.

³¹ Par « grammatisation », S.Auroux (1994) entend les opérations de description et d'outillage d'une langue à partir de deux technologies : la grammaire et le dictionnaire.

l'intellect), mais dans une relation d'amplification, ou d'habilitation: l'écriture est une technologie qui constitue l'intellect, en tant qu'elle est à elle-même une « manière de penser » ou une « activité cognitive » (Detienne, 1986). L'écriture nous permet de spatialiser et d'objectiver nos pensées et nos discours, d'en faire des objets de critique et de partage, en les soustrayant au flux temporel de l'oralité et de la pensée. Elle permet également un accroissement et un enrichissement du savoir en permettant de le stocker, de l'accumuler. L'écriture rend également et surtout possible, chez Goody (1977), un nouveau type de rationalité: une *raison graphique*. Cette raison graphique entraîne notamment le développement de nouvelles compétences de perception et de compréhension (tableaux, listes, formules,...). L'écriture – en particulier alphabétique, sans parler de son mode ensuite imprimable et imprimé – en permettant de stabiliser et de matérialiser le discours oral, amène également un développement des attitudes cognitives critiques et sceptiques envers le *texte*, mais aussi de la pensée logique (syllogismes).

À partir de sa compréhension comme écriture, on aperçoit ici le caractère constitutif de la technique pour de nombreuses formes de connaissance humaine (incluant les connaissances scientifiques), mais ce n'est évidemment pas tout. D'une part, on s'empressera de préciser qu'il n'est pas question de soutenir ici que la connaissance se réduit à ce qui est conservé par ses inscriptions techniques, notamment graphiques. D'autre part, on remarquera qu'il y a évidemment de la cognition, et des formes de rationalité, qui ne mobilisent pas d'écriture (comprise à tout le moins dans sa forme alphabétique): que l'on pense aux enfants, aux animaux, ou encore plus simplement aux « peuples sans écriture ». L'ouverture de possibles cognitifs qui est assurée par la technique ne s'épuise pas dans les dimensions graphiques de la technique. À un niveau de généralité plus grand et plus important, on constatera simplement que sans la *manipulation* et l'*usage* de supports, d'artefacts, d'instruments, d'outils et de systèmes techniques (instruments de calcul, de navigation, de guidage, systèmes d'aide, systèmes de traitement et de production de données, supports mémoriels et technologies de la mémorisation, concepts et catégories,...), bon nombre de visées, d'activités et de performances cognitives³² ne seraient pas possibles. Ceci concerne évidemment la cognition parfois dite *de haut niveau* (raisonnement, mémorisation, calcul, abstraction, catégorisation,...), mais aussi les phénomènes cognitifs perceptifs et moteurs: que l'on pense par exemple au rôle des instruments (lunettes, cannes, microscopes, et plus généralement tout objet exploité pour un guidage perceptif) et des outils dans la transformation continue de nos pouvoirs de perception et d'action³³. On a aussi pu soutenir (Jacob, 1992) que *l'espace ne préexistait pas à sa carte*, que cette carte prenne la forme d'un corps différenciant la gauche de la droite ou de repères topographiques. Dans le même sens, on peut aussi penser à la spatialisation et aux inscriptions nécessaires pour faire advenir le sens du temps (Stiegler, 2001, chap.5). Plus fondamentalement, mais en reconsidérant l'extension du concept

³² C'est-à-dire des activités et opérations en vertu desquelles des formes et contenus de connaissance sont acquis, produits, manipulés, mémorisés, discutés, calculés, transmis ou encore vécus.

³³ Voir Lenay (2006).

de « technique », dans lequel on peut inclure des *normes, gestes*³⁴, *postures, formes et schèmes* (appris), il convient de se demander si l'expérience cognitive de l'humain a pu être à un moment donné de l'histoire non-technique. Notons cependant déjà ici que si la technique est cognitivement constitutive, c'est peut-être parce qu'elle est aussi, toujours déjà, culturellement *constituée*, au sein d'une tradition historique, empreinte d'une valence, d'un sens et d'une normativité, qui *excède* la technicité de la technique sans cependant la *déterminer* et qui requiert d'ailleurs la matérialité et l'inscription de la technique pour être, entre autres, *partagée, transmise et efficiente*. Que l'on pense par exemple aux relations existantes entre l'efficacité symbolique des rituels et l'infrastructure des lieux cérémoniels, la disposition spatiale des objets, et les gestes des acteurs³⁵. Il y a peut-être (eu) de la cognition humaine sans technique ; il est en tout cas douteux qu'il y ait déjà eu des sociétés et des institutions humaines sans techniques^{36,37}.

VI. LE RENOUVEAU DE L'EXTERNALISME TECHNIQUE EN PHILOSOPHIE DE LA COGNITION

Depuis une dizaine d'années, cette idée de la constitutivité technique de la cognition a fait florès dans le champ philosophique anglo-saxon, en relançant de vieux débats entre externalisme et internalisme. En portant à l'origine sur les dimensions référentielles des représentations linguistiques et des représentations mentales, en étant ensuite étendus aux propriétés phénoménales des contenus représentationnels d'expérience, les débats entre externalisme et internalisme ont longtemps eu pour objets certaines propriétés de processus et d'entités (pensées, expérience, cognition, perception) supposés être néanmoins centralement réalisés dans la tête des agents. Maintenant, les débats portent aussi sur les *véhicules* des processus cognitifs, des pensées et de l'expérience perceptive en général³⁸. Ce que l'on appelle aujourd'hui *vehicle externalism* (Hurley, 1998), *active externalism* (Clark et Chalmers, 1998), *extended mind theory* (Clark, 2003), *psychotectonic externalism*, *environmentalism* (Rowlands, 1999, 2003) ou encore *locational externalism* (Wilson, 2004) sont des thèses externalistes qui souhaitent déplacer l'objet du débat sur la *localisation* des véhicules et des supports par et dans lesquels les pensées, l'expérience consciente, la perception ou la résolution de problèmes (la liste

³⁴ Voir les travaux classiques de Marcel Jousse (2008).

³⁵ Voir Scubla (1994).

³⁶ Voir la lecture proposée par J.-Y. Goffi (1988, chapitre 1) de la description faite par Levi-Strauss de la société des Nambikwara dans *Tristes tropiques*.

³⁷ Sur ce point, dans une perspective inverse (le caractère culturellement et socialement constitué de la technique), et non sans conscience de cette *tension nécessaire*, on pourra citer Deleuze, commentant Foucault : « les machines sont sociales avant d'être techniques. Ou, plutôt, il y a une technologie humaine avant qu'il y ait une technologie matérielle. Sans doute celle-ci se développe ses effets dans tout le champ social ; mais, pour qu'elle soit elle-même possible, il faut que les outils, il faut que les machines matérielles aient d'abord été sélectionnées par un diagramme, assumés par des agencements. Les historiens ont souvent rencontré cette exigence : les armes dites hoplitiques sont prises dans l'agencement de la phalange ; l'étrier est sélectionné par le diagramme de féodalité ; le bâton fousseur, la houe et la charrue ne forment pas un progrès linéaire, mais renvoient respectivement à des machines collectives qui varient avec la densité de la population et le temps de la jachère » (Deleuze, 1986, p.47)

³⁸ Voir le numéro 43 d'*Intellectica* (2006), « Internalisme/externalisme ».

n'est évidemment pas close) sont réalisés. *Externaliser* les opérations cognitives, c'est cependant moins les localiser exclusivement quelque part (« à l'extérieur ! », en supposant l'existence et la pertinence philosophique d'une séparation *donnée* et *princielle* entre l'*interne* et l'*externe*) que d'abord montrer *pourquoi* il n'est pas possible de les localiser (si tant est que cette idée de localisation de la cognition ait un sens, évidemment) *exclusivement* à l'intérieur des frontières intracrâniennes voire intracorporelles d'un individu. Les opérations cognitives prennent place *au moins* aussi bien dans le monde intracrânien que dans le monde extracrânien, notamment dans les gestes, les mouvements, ou l'engagement sensori-moteur d'un agent cognitif avec l'environnement, mais aussi dans les artefacts, les outils et les symboles externes qu'il manipule, souvent collectivement. À côté du corps, de l'engagement sensori-moteur et des relations entre agents, l'importance cognitive de la technique – des outils saisis aux institutions sociales (Gallagher et Crisafi, 2009) et au langage public (Carruthers, 2002), en passant par les systèmes de traitements d'information – est également ici redécouverte. Le raisonnement mathématique (Clark et Chalmers, 1998 ; Kirsh, 1999), le calcul (Wilson, 2004), le guidage perceptif (Hutchins, 1995 ; Lave, 1988), la perception (Lenay, 2006) ou la mémorisation (Donald, 1991) sont ainsi vues comme des tâches cognitives accomplies dans et par le couplage du sujet avec des ressources environnementales, interpersonnelles, corporelles, linguistiques, et techniques, et pas seulement cérébrales. Ces ressources externes (représentationnelles ou non) sont autant des ressources cognitives que les ressources dites internes ; elles sont donc des parties constitutives du système cognitif, dès lors distribué ou étendu, qui accomplit la tâche en question. Composé de boucles dynamiques rétroactives entre les différents pôles du couplage, ce système est le lieu de *réalisation* de la cognition (et donc de localisation des véhicules ou des supports de la cognition), dont le cerveau, et plus généralement le domaine *subcutané*, ne sont ainsi que des *parties*. Cette thèse externaliste n'est *en un sens* pas neuve. Dès 1916, le philosophe pragmatiste John Dewey remarquait par exemple déjà que

« Les mains et les pieds, les appareils et les dispositifs de toute sorte sont tout autant des composantes de l'acte de penser que le sont des changements dans le cerveau. Étant donné que ces opérations physiques (y compris les événements cérébraux) et les équipements font partie de l'acte de penser, l'acte de penser est quelque chose de mental, non pas en raison d'une matière spéciale qui rentrerait en lui ou de certaines activités non-naturelles qui le constitueraient, mais en raison de ce que les actes physiques et les dispositifs *font* : le dessein distinctif pour lequel ils sont employés et les résultats distinctifs qu'ils accomplissent. » (1916, p.9)³⁹

Cet externalisme cognitif comporte également une portée réflexive. En sciences cognitives, l'esprit, comme cognition, s'étudie lui-même, en tentant de s'expliquer, notamment en se mécanisant (Dupuy, 2004) et en se naturalisant,

³⁹ Peirce peut aussi être vu comme un « précurseur » de cette externalisation de la pensée dans des outils et instruments. Voir Skagestad (1999). Voir Hickman (2001) pour la pertinence contemporaine de la philosophie pragmatiste de la technique, et Steiner (2008) pour la philosophie deweyenne de l'esprit et de la cognition.

et ce en oubliant souvent de prendre en compte l'importance des outils par lesquels il est en général effectif et peut ainsi notamment s'étudier lui-même : images (incluant l'imagerie neuro-médicale), modèles, équations, symboles et mémoires externes, ordinateurs, dispositifs d'écriture, instruments de mesure,... Pour reprendre l'expression de Lenay (2002, p.106), la technique demeure ainsi bien souvent le *point aveugle* des sciences cognitives : ce qui sert à connaître (et entre autres à réaliser le projet d'une science de la cognition) n'est justement pas, de manière générale, ce qui est connu et étudié. Plus grave encore, cet oubli s'accompagne souvent d'un déplacement pernicieux du centre de gravité de la cognition : on oublie que *X* (le sujet) dispose de capacités cognitives en étant couplé avec *Y* (les opérations de *X* sont produites par un *système* composé *au moins* de *X* et de *Y*), et pour *alors* expliquer les capacités et les pouvoirs de *X*, on situe *dans X* un suppléant de *Y*, supposé disposer *intrinsèquement* des mêmes pouvoirs que *Y* ou que de *X* et *Y* (calcul, représentation, manipulation d'information, raisonnement, mémorisation...). On surcharge la cognition intracrânienne afin de rendre compte de capacités en réalité possédées et exercées par un système cognitif dont la cognition intracrânienne n'est qu'une partie. Comme Hutchins (1995, chap.9) l'a notamment montré, la métaphore cognitiviste de l'esprit comme entité (intracrânienne) manipulant des symboles (internes) consiste justement à internaliser et à réduire à une compétence interne un fait à l'origine externe : l'intelligence humaine se déploie notamment en manipulant des symboles et dispositifs externes, qu'il n'est pas toujours nécessaire (ni même éventuellement possible !) de représenter ou de reproduire *à l'intérieur*. Si raisonner, c'est calculer (de Hobbes à Fodor en passant par Turing), on calcule d'abord à partir de dispositifs et d'inscriptions externes⁴⁰ – et pas exclusivement à partir de compétences intracrâniennes...supposées fonctionner *comme* des dispositifs techniques (ordinateur, téléphone, systèmes d'inscription et de lecture, télégraphe, hologrammes, émulateurs et simulateurs,...).

VII. LA TECHNIQUE COMME ANTHROPOLOGIQUEMENT CONSTITUTIVE

L'approche théorique sous-jacente au séminaire PHITECO ne peut néanmoins pas se limiter à ce constat d'une constitutivité technique de la cognition, progressivement reconnue dans d'autres approches théoriques de la cognition comme nous venons de le voir⁴¹. S'il s'agit en effet de prendre au sérieux ce constat, et d'interroger les effets constitutifs de la technique sur nos manières de penser, d'interagir et d'être, c'est plus fondamentalement parce qu'il est soutenu que *la technique est anthropologiquement constitutive et constituante*. Si on peut évidemment questionner l'idée que tout type d'activité cognitive humaine soit technique, ce questionnement prendra place dans un cadre plus large où, historiquement, il est considéré que c'est par la technique que l'homme advient. Il faut ici être précis, et doublement : sur les termes

⁴⁰ Voir Steiner (2010) pour les conséquences de cet externalisme technique pour une critique du représentationnalisme cognitif.

⁴¹ Mais avec des présupposés fonctionnalistes et représentationnalistes, d'un certain point de vue problématiques, comme nous le verrons plus loin.

utilisés, et sur les enjeux de cette thèse. L'idée que *la technique est anthropologiquement constitutive* relève d'un constat d'abord factuel et historique : le devenir-homme est passé, passe, et passera par la technique. Il n'y a pas d'humain avant la technique. Les travaux de Leroi-Gourhan, très brièvement évoqués plus haut, sont ici centraux. Il faut cependant veiller ici à ne pas faire de l'idée que la technique est anthropologiquement constitutive une retombée dans l'anthropologisme, le technicisme ou le déterminisme. Précisons cela.

La constitutivité technique de l'*anthrôpos* n'équivaut en aucun cas à une *détermination* ou à une relation de causalité qui serait exclusive. « Constitutif » renvoie à un ordre d'*habilitation prothétique originnaire*, et non de détermination. Cette constitutivité est une ouverture de possibles, et non une détermination ou une prédétermination (bien qu'elle soit solidaire de contraintes, notamment en raison de son inscription culturelle et politique, et de sa technicité). Encore une fois, si la technique a pu avoir ce rôle constitutif, *dans ce sens factuel*, c'est aussi à partir de ce qui a pu *motiver*, sur des plans sociaux, politiques, économiques, religieux et culturels, ses habilitations. Si la technique est anthropologiquement constitutive, elle n'est cependant pas, sur cette échelle factuelle, anthropologiquement *constituante* : elle ne constitue pas *à elle seule* l'*anthrôpos* ; elle n'est pas non plus d'emblée constituée – comme pourrait le penser le technicisme – avant toute inscription et appropriation dans des pratiques et milieux qui sont plus que techniques, mais qui sont néanmoins modifiés par le fait et le faire technique. La technique est aussi constitutive de l'humain que le symbolique, le social, ou le politique – *notamment* parce que ceux-ci sont techniques dans leur inscription et constitution, *et* parce que la technique n'est pas seulement techniquement constituée.

Minimalement, la thèse « TAC » vise à rétablir une équité axiologique dans nos considérations des ressources explicatives portant sur les phénomènes cognitifs, culturels et historiques : si on arrive bien entendu à la penser à partir d'un modèle non-instrumental et non-anthropologique, la technique a autant d'importance que d'autres régions de la réalité humaine. Négativement, cette thèse s'inscrit contre une image de la technique comme anthropologiquement constituée. La technique comme anthropologiquement constituée, c'est la technique comme simple produit du travail ou de l'intelligence humains, comme postérieure à un *anthrôpos* qui en serait antérieur et indépendant. Positivement, il s'agit évidemment de réaliser un programme de recherche⁴² ayant pour ambition de comprendre *comment*, concrètement, la technique *modifie* notre être-au-monde. Sur ce point, remarquons que soutenir que la technique est anthropologiquement constitutive, voire constituante, ne signifie pas que la technique soit un privilège anthropologique. L'activité technique, incluant la fabrication et l'usage d'outils et d'instruments est attestée chez les animaux non-humains (Lestel, 2001, chap.2). L'absence de construction

⁴² Dont les articles recueillis dans ce numéro constituent une bonne illustration (sans évidemment considérer que l'ensemble des auteurs adhèreraient inconditionnellement à la thèse « TAC » telle que nous la présentons ici).

coopérative d'outils, et de polyolithes⁴³ chez ces animaux reste cependant à expliquer.

À suivre jusqu'au bout Simondon et la lecture stieglerienne de Leroi-Gourhan, la thèse « TAC » devrait aussi dépasser une conception anthropologique de la technique plus subtile que celles évoquées précédemment : celle qui définit l'homme comme *Homo faber* (caractérisation dont la paternité est attribuée à B. Franklin, qui parlait de *tool making animal*)⁴⁴, afin de penser les relations entre technique et *anthrôpos*. À suivre la figure d'*Homo faber*, telle qu'on peut notamment l'entrevoir dans une partie de l'anthropologie philosophique du XX^e siècle (Gehlen, Plessner, Spengler, mais aussi chez Ernst Kapp⁴⁵), la technicité et l'artificialité seraient naturelles à l'homme. Il est de l'essence de l'homme d'être né et d'être arrivé incomplet et démuné sur terre, si bien que la seule manière de survivre a été de s'adapter à l'environnement en l'adaptant à nos insuffisances. Les outils, suivant cette figure de l'*Homo faber*, sont des excroissances nécessaires de l'organisme. Gehlen (1953) parlait par exemple de fonctions de *remplacement*, de *renforcement/dépassement/amplification* et de *décharge* des organes accomplies par l'objet technique (des premiers outils aux moyens de transport contemporains). La technosphère qui nous entoure ne serait ainsi que le résultat inachevé d'un développement continu qui trouve son point de départ dans les insuffisances de l'homme. L'évolution technique trouve son centre de mesure dans l'homme, dans ses besoins et dans son adaptation active à la nature.

Définir l'homme comme *Homo faber*, et non plus comme *Homo loquans*, semble aller dans le sens d'une défense de l'idée que la technique est anthropologiquement constitutive. Il est néanmoins permis de penser que l'image d'*Homo faber*, telle quelle, demeure trop *anthropocentrée*. Non qu'elle affirme que l'homme pourrait exister indépendamment de la technique : elle considère plutôt que le centre de la technique est l'homme (même si ce dernier est techniquement constitué). *Homo faber* localise dans l'humain l'origine et les sources de l'évolution technique : l'homme – ses usages, ses besoins, ses pratiques – demeure ainsi la mesure, la source et la finalité exclusives du progrès technique. Or, en suivant Simondon, on peut penser que cette manière de voir les choses peut éventuellement nous ramener à une *sur-détermination psycho-sociale du progrès technique*⁴⁶. De plus, il est possible de retrouver ici une forme subtile d'essentialisme : l'homme aurait une essence spécifique (une essence technique), qui le (ainsi que l'objet technique) séparerait du monde vital⁴⁷. Pour éviter toute assimilation de la thèse « TAC » à la figure d'*Homo faber*, il s'agit alors, pourrait-on dire, de désanthropologiser la technique, ou

⁴³ C'est-à-dire de lithes composés de lithes qui ont été *jointes* ensemble (voir Lestel 2001, pp.98-99). Voir aussi les hypothèses intéressantes de Matsuzawa (2001).

⁴⁴ Bergson, dans *l'Evolution créatrice*, préférerait situer l'intelligence technique du genre *Homo* dans la faculté de fabriquer des outils à faire des outils.

⁴⁵ Premier penseur à parler de *philosophie de la technique* en 1877, Kapp considérait l'activité technique comme une projection de nos organes (voir Kapp, 1877).

⁴⁶ Comme le remarque par exemple Guchet (2005, p.226).

⁴⁷ Il faut noter ici la méfiance de Simondon envers l'essentialisme (psychologiste ou sociologiste, par exemple) et envers la notion d'*anthropologie* : cette dernière « comporte déjà l'affirmation implicite de la spécificité de l'homme séparé du vital » (1989, p.181).

encore de la penser à partir d'une instance a-subjective (ou, plus minimalement, d'un couplage *premier* homme-technique, comme chez Stiegler). Comme le propose alors X. Guchet (2005, p.260), se basant sur Simondon, il ne s'agit pas, entre autres, de dire que l'homme s'adapte à son milieu par la technique : l'homme *est* en effet technique ; c'est plutôt l'objet technique qui s'*adapte*, notamment par *concrétisation*, à son milieu.

D'aucuns pourraient ne voir là que l'esquisse de débats philosophiques dont la pertinence ne semble guère avérée pour introduire la démarche qui a présidé à l'organisation du séminaire PHITECO depuis 20 ans. L'évocation de ces débats vise cependant à faire signe vers le caractère *problématique* de la détermination du sens à donner à l'idée que *la technique est anthropologiquement constitutive*, si on ne prend pas la peine de clarifier les images de la technique et de l'homme qu'elle met en jeu. Mais pas seulement. Il apparaît en effet que le concept de constitution peut lui-même être compris de différentes manières. Jusqu'à présent, nous avons éclairé le sens de la thèse « TAC » en précisant ses racines factuelles et historiques (chez Leroi-Gourhan) et en dégageant l'une de ses implications cruciales pour les sciences cognitives (la constitutivité technique de la cognition). Or, il est également possible de comprendre la thèse TAC comme signifiant non pas que la technique est anthropologiquement *constitutive* (sur un plan factuel et historique, donc, et en insistant sur le caractère *partiel* parce que globalement *hybride* de cette constitution), mais qu'elle est anthropologiquement *constituante*. La constitution que l'on aborde ici ne se déploie plus à partir d'un registre positif, mais à partir d'un registre de légalité proprement transcendantal, c'est-à-dire concernant les conditions de possibilité du sens d'être de l'humain. On se situe alors ici dans le cadre d'un discours phénoménologique.

VIII. LA TECHNIQUE COMME ANTHROPOLOGIQUEMENT CONSTITUANTE

En phénoménologie, *constituer* dénote d'abord le régime d'être de la conscience (régime visible une fois la technique de la réduction phénoménologique accomplie). *Constituer*, ce n'est pas, pour la conscience, *représenter* quelque chose de déjà-là, ou recevoir un donné déjà constitué en tant qu'objectivité. Mais ce n'est pas non plus fabriquer, ou *créer ex-nihilo*. Pour le dire à peu de frais, dans un sens husserlien classique (Husserl 1913, § 55), la constitution désigne l'opération de donation, par la conscience, d'un sens d'être *objectif (d'unité noématique)* à l'être visé au sein de l'apparaître et devenant dès lors un *objet d'expérience* au sein des vécus de conscience. La constitution est ce qui rend possible la manifestation, l'avènement ou l'apparition d'un objet, le *constitué*. Elle est un *faire-advenir, un faire-être*. Ici, dans le cadre de la proposition « la technique est anthropologiquement constituante », ce n'est pas la conscience qui est l'instance constituante, mais la technique – ce qui semble être évidemment, de prime abord, une contradiction : comment une objectivité mondaine pourrait-elle devenir constituante de l'homme, et donc notamment de sa conscience et de ses visées

intentionnelles ? Comment légitimer ce retournement, si tant est qu'il soit intelligible et encore proprement phénoménologique⁴⁸ ?

Tout d'abord, il faut être clair sur la nature de la technique dont nous parlons ici, dans le cadre de cette interprétation phénoménologique de la thèse « TAC ». La technique, ici, inclut *indissociablement* l'opération d'*inscription* (par production de *traces*, notamment *écrites*) d'un passé, d'idéalités et de sens, et les *supports matériels de cette inscription*, abritant notamment les *occurrences* (inscrites, écrites) de ces idéalités. Rappelons-nous l'aboutissement de l'« Origine de la géométrie » de Husserl, et de la lecture qu'en propose Jacques Derrida : à partir du constat positif de la nécessité de l'inscription pour rendre possible la permanence des objectivités mathématiques, Derrida en vient alors à écrire :

« L'écriture n'est plus seulement l'auxiliaire mondain et mnémotechnique d'une vérité dont le sens d'être se passerait en lui-même de toute consignation. Non seulement la possibilité ou la nécessité d'être incarnée dans une graphie n'est plus extrinsèque et factice au regard de l'objectivité idéale : elle est la condition *sine qua non* de son achèvement interne. Tant qu'elle n'est pas gravée dans le monde, ou plutôt tant qu'elle ne *peut* l'être, tant qu'elle n'est pas en mesure de se prêter à une incarnation qui, dans la pureté de son sens, est plus qu'une signalisation ou un vêtement, l'objectivité idéale n'est pas pleinement constituée. L'acte d'écriture est donc la plus haute possibilité de toute « constitution ». C'est à cela que se mesure la profondeur transcendante de son historicité » (1962, p.86 ; souligné par l'auteur)

Tout régime d'idéalité, que cette idéalité constitue la visée d'une activité – mathématique, géométrique, juridique, sociale, philosophique, artistique,... – ou qu'elle soit identifiable à ce qui est visé par la conscience⁴⁹ dans la perception, la signification ou l'imagination dépend, dans sa possibilité même d'être, d'une inscription matérielle. On retrouve évidemment le paradoxe déjà évoqué plus haut, mais radicalisé car concernant l'inscription de tout type d'idéalité et de sens, et pas seulement celles des activités de connaissance : l'inscription, de fait, dés-idéalise l'idéalité car, de droit, elle assure la permanence de cette idéalité à partir d'un régime de matérialité soumis à la contingence. Il s'agit de tenir le paradoxe : sous peine de confondre des registres tout à fait différents, il ne peut être en effet question de réduire l'idéalité (et ses origines) à certaines occurrences graphiques (par exemple textuelles) – nous en resterions à un registre purement factuel, historiciste, voire psychologiste, dans lequel l'idéalité disparaîtrait. Il est plutôt question de soutenir que, dans un régime de légalité transcendante, c'est-à-dire concernant les conditions de possibilité du sens d'être de l'idéalité, l'inscription est première, sans néanmoins identifier cette opération

⁴⁸ Voir toutefois Havelange (2005) pour une thématization originale et ambitieuse de l'importance de la médiation technique dans la phénoménologie husserlienne.

⁴⁹ L'ouvrage de Derrida *La voix et le phénomène* développe davantage ce point. Pour Stiegler, la conscience est aussi pro-thétique : son activité d'attente, d'anticipation et de rétention est supportée par les rétentions tertiaires.

d'inscription à certaines occurrences matérielles du sens (et des signes) dont elle assure l'itérabilité (Derrida, 1962, 92-94).

Constituante d'idéalités, telles qu'elles habitent les visées de la conscience, la technique désigne ici l'inscription de l'idéalité et ses occurrences matérielles. Mais, plus largement, cette inscription peut être celle du *passé* dont nous héritons collectivement, et par lequel nous accédons à la temporalité et à la mort. Il n'y a pas d'humanité sans rapport au temps, rapport marqué par la *finitude* et l'horizon de la *mort*. Dans l'optique de Stiegler, la technique marque la voie par laquelle cette conscience apparaît. La technique est lutte contre l'oubli, marque de notre *finitude rétentionnelle* et de notre mort. Les supports techniques – les rétentions tertiaires, principalement – rendent le passé non-vécu qui nous précède accessible à notre vécu. Le *déjà-là* historial (Heidegger) dans et par lequel l'homme évolue et advient au monde est prothétique. C'est dans cette prothéticité⁵⁰ qu'apparaît une conscience de la finitude et de la mort – notamment par la conscience de l'absence de ceux qui ont laissé ces traces⁵¹. Notre héritage est inscrit dans l'inorganique, et est donc marqué de mortalité – de possibilité de ne plus être.

La *prothéticité* de l'objet technique justifiait le caractère *anthropologiquement constitutif* de la technique ; là où la dimension plus spécifique d'*inscription* appartenant nécessairement à toute prothèse ou objet technique fait signe vers son caractère *anthropologiquement constituant*. On peut ici citer François-David Sebbah qui, revenant sur l'équivoque de « la technique comme anthropologiquement constitutive/constituante », écrit :

« La thèse de la « technique originairement et anthropologiquement constitutive » ne s'entend avec consistance que si elle dit ceci :

1) « l'homme » (libéré dès lors du fait anthropologique pour être reconnu comme instance constituante) n'est jamais pur, et purement enclous en son intériorité, il est toujours déjà à même les traces qu'il habite et recueille – des traces comme telles matérielles, toujours-déjà pris en ce déjà-là qu'il hérite : il est originairement « prothétique » dit Bernard Stiegler ;

2) du même mouvement, l'idéalité nécessaire à la production du sens, quel qu'il soit, est toujours déjà contaminée par la matérialité de son inscription comme telle spatialisante. Mais cette contamination originaire ne peut signifier une dérivation du transcendantal à partir de l'empirique contingent. Elle dit au contraire que l'inscription matérielle a, comme telle, statut transcendantal » (Sebbah, 2009 ; souligné par l'auteur).

Et l'auteur de poursuivre sur toute l'ambiguïté de ce « *comme telle* » : en faisant de l'inscription matérielle un constituant, et non plus un constitué, ne

⁵⁰ « La prothéticité, écrit Stiegler, *effectue, concrétise* l'endurance d'un temps différé qu'elle est » (1994, p.240).

⁵¹ La reproductibilité technique est constitutive de la trace : cette dernière peut en effet être reproduite en l'absence de celui qui l'a produite. La trace permet au sujet de rester vivant, malgré sa mort. Elle offre un supplément de vie, tout en étant elle-même périssable. La trace ne tient son statut de trace que de quelque chose d'absent, de disparu. Comme l'écrit Derrida, la trace n'est pas une présence, mais le *simulacre* d'une présence (1972, p.25).

perd-on pas justement sa spécificité d'inscription *matérielle* ? S'agit-il d'ailleurs seulement de se contenter du retournement d'une dualité ? Faire de la technique en tant qu'inscription quelque chose de constituant, c'est, semble-t-il, renouer avec le partage entre transcendantal / empirique, justement mis à mal par l'idée que la technique est constitutive des idéalités. D'ailleurs, le constituant n'est-il pas in-constitué, et inconstituable ? Mais alors, ne risque-t-on pas ici de faire de la technique une *idéalité* ? S'il s'agit ici de renverser l'ordre constituant/constitué, en soutenant que la conscience et la connaissance sont techniquement constituées, ce mouvement ne peut être que second. Ce qui nous semble être premier est en effet le geste suivant (geste contribuant peut-être à « suspendre le crédit du partage empirico-transcendantal »⁵²) : ce qui est techniquement constitué n'est pas d'abord ce que l'on voyait d'abord comme constituant (sinon, il ne s'agirait que d'une inversion du même dualisme), c'est peut-être et avant tout la dualité-même « constituant/constitué », en ce que sa production et son intelligibilité sont *impensables* sans langage et inscriptions graphiques préalables. Dans ce sens, le langage graphique rend possible l'activité théorique (philosophique) qui aboutit à sa thématization, et donc, traditionnellement, à la négation de son importance constitutive pour la connaissance et le discours philosophiques, en le situant dans un système d'oppositions (parole/écriture, idéal/factuel, transcendantal/empirique,...) pourtant *d'abord* graphiquement constitué. Dit simplement : l'activité technique d'écriture constitue la possibilité d'établir les différenciations philosophiques qui vont ensuite être utilisées pour la dé-valoriser et pour *tenter* de minimiser son importance⁵³.

9. PHILOSOPHIE, TECHNIQUE ET SCIENCES COGNITIVES: ENJEUX ET PERSPECTIVES POUR LES SCIENCES ET TECHNOLOGIES COGNITIVES

Dans ce qui précède, nous avons tenté d'éclairer deux compréhensions possibles – différentes sans être divergentes, complémentaires sans être en relation logique d'implication ou de présupposition – de la thèse dite thèse « TAC » : la technique comme anthropologiquement constitutive, et la technique comme anthropologiquement constituante. C'est à partir de l'horizon (com)posé par ces deux thèses que l'idée selon laquelle *la technique est cognitivement constitutive* peut être comprise. Cette dernière idée, nous l'avons

⁵² Stiegler (1994, p.248).

⁵³ C'est du moins une manière de comprendre l'idée selon laquelle « le langage garde la différence qui garde le langage », énoncée par Derrida dans l'introduction de *La voix et le phénomène* (1967, p.13). Voir aussi Lawlor (2002). Une tentative de rapprochement pourrait ici être esquissée avec Simondon, qui voit lui dans l'*hylémorphisme* un schème de pensée qui résulte de « la transposition dans la pensée philosophique de l'opération technique ramenée au travail, et prise comme paradigme général de genèse des êtres » (1958, pp. 242-243). Ici aussi, c'est donc une *expérience technique* (l'expression est de Simondon), incomplète et donc mal comprise, qui est à la base de l'*hylémorphisme* dévalorisant la technique en philosophie. Au sujet de la résistance de l'écriture quant à son oubli, on peut évidemment renvoyer au geste socratique/platonicien consistant à rabaisser l'écriture au profit de la parole vive, et à penser ensuite cette dernière comme... *inscription* de la vérité dans l'âme (voir Derrida, 1968). L'idée fodorienne qu'il existe un *langage* de la pensée dont l'intentionnalité intrinsèque des inscriptions représentationnelles est supposée rendre compte de l'intentionnalité dérivée des représentations linguistiques publiques n'est peut-être qu'une exemplification contemporaine de ce *retour du refoulé technique* lorsqu'il s'agit de penser la source ou la forme des *pouvoirs* de la cognition .

souligné, est aujourd'hui progressivement discutée en sciences cognitives, sans que l'horizon des thèses TAC soit quant à lui généralement présent. En guise de conclusion, il peut être utile de brièvement formuler quelques enjeux et perspectives de recherches théoriques qui pourraient surgir en sciences cognitives, et dont la nature pourrait dépendre du sens qu'il conviendrait de donner à la thèse « TAC » *si celle-ci devait être introduite et discutée dans ces mêmes sciences cognitives.*

(1) L'ergonomie, les études des interfaces homme-machine, la réalité virtuelle, l'informatique, ou plus largement l'ingénierie (la liste n'est en aucun cas exhaustive) font aujourd'hui partie, plus que jamais, des sciences cognitives. L'outil, l'instrument, l'automate, la machine, le système : les rapports homme-technique ne peuvent cependant pas être décrits à partir d'un seul type d'architecture, fondée sur l'étude unilatérale d'une seule classe d'objet technique. L'introduction de l'objet technique dans la boucle cognitive définissant les rapports du sujet à l'environnement (et inversement) doit ainsi s'accompagner d'une étude nouvelles des formes de couplage humain/technique, incluant une interrogation urgente sur le statut de l'objet technique numérique et de la cognition numériquement habilitée, et probablement une nouvelle réflexion sur le statut des machines dans nos activités et performances (en termes de compréhensibilité, d'apprentissage, mais aussi d'adaptabilité de ces dispositifs). Sur ce point, l'humanité de la machine et de la technique pourraient être redécouvertes et redéfinies, dans une perspective simondonienne (c'est-à-dire non instrumentale et non anthropologique). Il s'agirait notamment de comprendre en quoi la machine est un individu technique, et pourquoi cela doit être pris en compte pour repenser nos rapports avec elle, au niveau du travail, de la conception (cf. le concept de machine ouverte avancé par Simondon pour qualifier la machine douée d'une haute technicité), mais aussi et d'abord au niveau de notre individuation et de notre devenir psycho-social⁵⁴.

Un problème d'analyse et de modélisation pourrait également, de ce point de vue, apparaître : sans être socialement et culturellement déterminée, la technicité des objets techniques, nous l'avons vu, n'est jamais intrinsèque : pour Simondon, elle relève d'abord d'une genèse et d'un milieu. De plus, celle des outils et des instruments n'existe que dans leurs rapports aux gestes d'un opérateur, en étant intégrée à son activité ; celle des éléments techniques n'existe que par intégration dans le fonctionnement de l'ensemble. Leroi-Gourhan ne dit pas autre chose : l'objet du technologue ne peut être l'objet ou l'outil, mais l'outil et le geste (Guchet 2005, 129-130)⁵⁵. Pour Don Ihde, on ne parle jamais de technologies en elles-mêmes : on doit plutôt parler d'une paire relationnelle, humain-technologie. Rabardel (1995) voit en l'outil une entité mixte, composée d'un objet et de schèmes d'utilisation associés. On le voit : il n'est plus possible de partir d'une dualité entre agent et objet technique pour penser leurs rapports, puisque l'objet technique et l'agent n'existent qu'au sein d'une relation de couplage, elle-même « médiatisant » le couplage entre l'agent

⁵⁴ Sur ces nombreux points que nous ne pouvons même pas esquisser ici, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de J.-H. Barthélémy (2008), chap.V notamment.

⁵⁵ Pour cette question du geste technique, voir notamment les textes recueillis dans Bril et Roux (2002).

et son environnement : faut-il alors parler, dans ce cas (agent - objet technique - environnement), d'un emboîtement des couplages ? La notion de médiation technique risque en effet peut-être de nous égarer, laissant éventuellement sous-entendre qu'elle se placerait entre ce qui existerait déjà (un agent et un environnement de perception et d'action). À ce stade, le niveau d'analyse n'a plus pour ancrage ou pôle de description premier l'utilisateur, l'outil, ou encore l'usage (peut-être déjà trop socialement déterminé), mais le couplage, processuel et situé, entre entités qui n'adviennent (en un sens) qu'ensemble au sein de ce couplage. John Dewey parlait par exemple de situation de transaction première (différente de l'interaction), ou encore d'expérience⁵⁶ qualifier ce fait et ce faire premier à partir duquel sujet et objet, agent et environnement, doivent être conçus en tant qu'aboutissements temporaires et descriptifs.

(2) Les discussions interminables portant sur la portée et les limites des projets de naturalisation (mais aussi de culturalisation) de l'esprit en sciences cognitives reposent bien souvent sur l'acceptation tacite de l'existence d'une différence objective entre nature et culture, différence permettant alors de marquer les partages disciplinaires, de justifier certains souhaits d'hégémonie, mais aussi l'économie d'une définition claire de ce qui est entendu par naturalisation. À l'encontre de ce présupposé, certains auront souvent beau jeu de souligner que la nature des êtres cognitifs est toujours une seconde nature (empreinte de valence, de sens, de normativité, et de socialité), et que la culture est elle-même une seconde nature : la culture ne peut se concevoir comme une simple couche de vernis apposée sur un noyau dur cognitif qui serait a-culturel. La culture possède la matérialité et la concrétude de ce que nous croyons être la nature opposée à la culture. Si on prend la peine de le penser à partir de l'idée que la technique est cognitivement constitutive, mais aussi à partir des perspectives conceptuelles et des ambitions philosophiques ouvertes par Simondon, et développées dans un sens particulier (et évidemment non-exclusif) par Stiegler, l'objet technique, dans son caractère hybride de matière inorganique organisée, est un point de départ pour dépasser le partage classique entre naturalité et culturalité de la cognition, et donc court-circuiter certaines alternatives méthodologiques contemporaines. Dans une perspective simondonienne, la dimension technique de la culture est réciproquement une réalité culturelle de la technique. Les promoteurs du concept de culture matérielle en sciences sociales ne s'y sont pas trompés : le symbolique n'est jamais sans attaches et sans matérialité. Son inscription est technique (et rappelons-le : la technique, ce ne sont pas seulement les objets techniques). Inversement, la nature de l'anthrôpos n'est jamais non-technique et (peut être donc) jamais étanche au caractère toujours déjà acculturé de la cognition humaine. Mais il y a (peut-être) plus : depuis quelques années, le champ de recherche dit de la « cognition sociale » (dans lequel on inclut, pêle-mêle, la reconnaissance d'autrui, l'empathie, l'action conjointe, le partage des intentions, l'intelligence collective, le mindreading,...) suscite un intérêt grandissant et attire des ambitions explicatives croissantes. Il ne saurait être

⁵⁶ Voir McCarthy et Wright (2004) pour une reprise du concept deweyen d'expérience dans le champ de la philosophie de la technologie contemporaine.

question ici de dénoncer l'indigence conceptuelle qui accompagne régulièrement ces modèles explicatifs de la « socialité » de la cognition. Qu'il suffise ici de constater la difficulté évidente qu'ont la majorité des théories à proposer des appareils explicatifs qui, méthodologiquement, pourraient s'appliquer à quelque chose de plus que la dimension interpersonnelle, voire intersubjective, de la socialité. La possibilité d'élargir ces théories pour aborder le caractère institutionnel ou l'impersonnalité du social (et donc de la pensée) chère à Durkheim ou, plus minimalement, l'anonymat de la socialité selon Schütz, semble lointaine, non pas quantitativement (comme s'il s'agissait d'augmenter le nombre d'agents afin d'atteindre de nouvelles strates), mais qualitativement⁵⁷. Et pourtant. Il est permis de penser que ce qui est nécessaire, ici, ce n'est pas un supplément d'interactions, d'intersubjectivité ou de relations interindividuelles, mais d'interobjectivité (Latour, 1994) : l'ancrage du cognitif dans le social (et pas nécessairement, ou du moins prioritairement, l'inverse) à partir d'une redécouverte du rôle socialement médiateur de l'objet et de sa pluralité (dont sa technicité, mais aussi sa normativité et sa valence (sans qu'il faille évidemment supposer que ces distinctions soient étanches)). Comme le remarquait déjà Mauss (1926, p.7), l'objet (et, ajouterons-nous, les postures qui accompagnent ses usages) est bien souvent la preuve, matérialisante et matérialisée, du fait social.

(3) Ce n'est pas faire preuve d'une faculté d'analyse exceptionnelle que de remarquer que les sciences cognitives connaissent aujourd'hui, peut-être plus que jamais, une période d'incertitude fondationnelle. Il était relativement aisé, il y a vingt ans, de faire dépendre l'avenir des sciences cognitives du débat entre théorie computationnelle classique et connexionnisme (Fodor & Pylyshyn vs. Smolensky). Les choses sont aujourd'hui beaucoup moins simples. Théorie computationnelle massivement modulaire (vs. conservatisme fodorien), neurosciences computationnelles, neurosciences dynamiques, théories écologiques de la perception, modélisation dynamique, énaction, cognition distribuée, cognition située, « embodied cognitive science », pour ne citer que quelques noms : les courants et étiquettes se multiplient, sans que le chaland soit clairement conscient des filiations et des alliances qui se dessinent, mais aussi des enjeux, dont on conviendra qu'ils dépassent largement la simple interprétation de données.

Qu'il s'agisse des modèles de la cognition située, de la cognition distribuée, ou de la cognition étendue, les technologies deviennent des parties intégrantes de la cognition, et non plus de simples objets dont les opérations et produits ne fourniraient que des entrées à un système cognitif exclusivement intracorporel. Mais pour certains défenseurs de la théorie computationnelle de l'esprit (Pinker, Mithen,...), les modules peuvent eux aussi être vus comme des technologies cognitives ou des outils, façonnés tout au long de l'histoire de l'espèce. L'introduction de la technique et des technologies comme ressources des activités cognitives ne date en tout cas pas d'hier. Les travaux pionniers de Heath, Hutchins, Kirsh, Latour, Lave, Lynch, et Norman (pour ne citer que quelques noms) ont tous fait signe vers la nature artificielle de l'intelligence humaine, dans des contextes variés : le laboratoire scientifique, la cuisine, le

⁵⁷ Sur ce point, nous nous permettons de renvoyer le lecteur à Steiner et Stewart (2009).

supermarché, le poste de pilotage⁵⁸,... La prise en compte théorique du caractère technique des activités cognitives humaines est, comme on l'a dit plus haut, plus récente. En témoignent les débats actuels sur la localisation de la cognition. Or, il convient ici de s'interroger sur la radicalité de ces théories et modèles qui insistent sur la technicité de la cognition. L'avènement des modèles distribués et situés de la cognition marque-t-il par exemple une rupture par rapport à la théorie computationnelle classique, ou s'agit-il plutôt d'un développement, voire d'un renouvellement de cette théorie ? À considérer par exemple certaines thèses externalistes récentes, et leurs références explicites à des critères fonctionnalistes et informationnels pour définir le caractère cognitif d'entités matérielles techniques (calepins, ordinateurs,...) (Clark, 2008), on peut se demander s'il y a réellement rupture (de par l'externalisation de la cognition), ou s'il s'agit plutôt d'un prolongement ou d'un élargissement de la théorie initiale et de son ontologie fonctionnaliste et informationnelle (certains parlent ainsi d'un computationnalisme « élargi » (Wilson, 2004)) – élargissement qui, pour ses critiques (Di Paolo, 2009), serait équivalent à sa *reductio ad absurdum* (la théorie devant finalement accepter que toute entité informationnelle est cognitive). Le paradoxe est donc le suivant : si l'on se fie aux débats en cours, il serait, à l'heure actuelle, autant possible d'exploiter la technicité de la cognition pour rompre avec une vision « classique » (computationnelle) de la cognition, que de l'exploiter pour l'étendre. Il est permis de penser que la non-conceptualisation de la technique évoquée au début de ce texte est partiellement responsable de cet état des lieux.

Certains s'empresseront peut-être de remarquer, sur ce point, que les modèles qui rejettent franchement et directement, dès le départ, l'attirail classique de la computation (on peut penser à la théorie énaïve de la cognition, aux théories écologiques de la perception, ou encore à la « radical embodied cognitive science » (Chemero, 2009)), sont *a priori* plus disposés que leurs modèles concurrents à radicalement accueillir et à intégrer le fait technique dans leur conceptualisation de la cognition. Prenons par exemple le modèle énaïve de la cognition : la cognition n'est pas ici la représentation d'un monde pré-donné et objectif, par un esprit tout aussi donné (non construit) et impersonnel. Elle est *énaction*. L'*énaction*, pour le dire (trop) rapidement, désigne le processus en vertu duquel un organisme vivant, couplé à son environnement, fait advenir, fait émerger ou énaïve un monde *signifiant* (Varela, Thompson, Rosch, 1993). Comme tout organisme vivant, l'homme est ainsi couplé à son environnement. Ce couplage, à la base sensori-moteur, est infiniment complexifié, par l'apparition de la médiation technique (Stewart, 2010). Cette dernière fait alors exploser le champ des possibles du couplage sensori-moteur, mais aussi du couplage communicationnel entre organismes. Cette image de la technique comme médiation habilitante du couplage entre l'organisme et l'environnement est incontestablement séduisante. Il n'est néanmoins pas sûr qu'elle puisse être *exactement* cohérente avec le fait technique, si on comprend ce dernier à partir de quelques perspectives

⁵⁸ Les numéros 30 (« Environnement de travail et technologies cognitives »), 41-42 (« Espace, inter/action et cognition ») et 44 (« Systèmes d'aide: enjeux pour les technologies cognitives ») de la présente revue ont tous été consacrés aux avancées et aux enjeux relatifs à cette importance des techniques et des technologies pour les sciences cognitives.

rappelées dans ce texte. Pour une théorie énaactive, la cognition est vivante et (donc) incarnée. La prégnance de la technique nous montre que les créatures cognitives peuvent *incorporer* des éléments techniques, notamment des instruments perceptifs et outils d'action. Il est évidemment parfaitement envisageable de soutenir que la cognition est à la fois incarnée (relative à la *chair*, vécue et vivante, du *corps propre*) et incorporation continue d'éléments techniques. Mais, si l'on accepte de penser la technique dans une perspective non-instrumentale, non-anthropologique, en étant prêt à voir son rôle anthropologiquement constituant (et pas seulement anthropologiquement constitutif), une tension ne risque-t-elle pas alors d'apparaître entre la valorisation des dimensions vivantes, incarnées, et sensibles de la cognition et la reconnaissance du caractère inorganique voire thanatologique de la technique ? Plus spécifiquement : comment concilier l'inorganicité, la virtualité, l'intangibilité, l'accélération et la mise en simulacre(s) progressivement (ou du moins possiblement) apportées par la technique avec la matérialité vivante, la présence au monde et l'ancrage corporel, subjectif et expérientiel de la cognition *sans revenir, ultimement, à un point de vue instrumentaliste ou anthropologique sur le fait et le faire technique* ? Si ces dimensions de la technique et de la cognition, dans le cas de l'homme, n'ont jamais été distinctes et dissociables (la technique étant *anthropologiquement* et *cognitivement* constitutive, voire *constituante*), ne faut-il pas alors (re)penser la nature de ces dimensions vivantes, vécues, incarnées, et subjectives de la cognition, même lorsqu'on les considère au sein d'une théorie énaactive de la cognition ?

X. CONCLUSION

Pour clore cette présentation de la thèse « TAC », nous rappellerons l'un de ses enjeux majeurs. Il est de plus en plus clair que les développements technologiques jouent un rôle important pour déterminer la qualité de la vie humaine. De ce fait, ces innovations suscitent des débats qui sont souvent passionnants et ...passionnés (pensons au nucléaire, au réchauffement climatique, au génie génétique, aux nanotechnologies...). L'existence de tels débats, en démocratie, est plus que normal, c'est une bonne chose ; mais ce qui l'est moins, c'est quand les débats tournent à un dialogue de sourds entre des irréductibles « pour » ou « contre ». C'est ici que l'apport de Simondon (1958) est précieux : il met fermement dos à dos technophobie et technophilie, expliquant que toutes les deux proviennent d'une incapacité de la culture traditionnelle à prendre en compte la réalité technique. « La plus forte cause d'aliénation dans le monde contemporain réside dans cette méconnaissance de la machine, qui n'est pas une aliénation causée par la machine, mais par la non-connaissance de sa nature et de son essence, par son absence du monde des significations, et par son omission dans la table des valeurs et des concepts faisant partie de la culture. » (1958, 10-11). Voilà pour les dégâts d'une technophobie qui suppose que les objets techniques ne contiennent pas de réalité humaine. Mais Simondon est tout aussi sévère à l'égard d'une technophilie mal comprise : « Devant ce refus défensif, prononcé par une culture partielle, les hommes qui connaissent les objets techniques et sentent leur signification cherchent à justifier leur jugement en donnant à l'objet technique le seul statut actuellement valorisé en dehors de celui de l'objet

esthétique, celui de l'objet sacré. Alors naît un technicisme intempérant qui n'est qu'une idolâtrie de la machine et, à travers cette idolâtrie, par le moyen d'une identification, une aspiration technocratique au pouvoir inconditionnel.». Le réquisitoire de Simondon est sévère, mais le remède est compris dans le diagnostic. Ce qu'il y a à faire, c'est d'inclure la technique dans la culture, de prendre en compte le rôle de la technique dans la constitution de ce qui fait sens pour les êtres humains. Ce dossier d'*Intellectica* a l'ambition de contribuer, aussi modestement que ce soit, à cette prise en compte de la technique.

REFERENCES

- Auroux, S. (1994). La révolution technologique de la grammatisation. Liège : Mardaga.
- Barthélémy, J.-H. (2008). Simondon ou l'encyclopédisme génétique. Paris : PUF.
- Berti, A et Frassinetti, F (2000). When far becomes near: remapping of space by tool use. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 415-420.
- Boëda, E. (2005). Paléo-technologie ou anthropologie des Techniques ? In Gapenne O. et Gaussier P. (dir.), *Suppléances perceptives et interfaces*, www.univrouen.fr/Arobase, 1, 46-64.
- Bourg, D. (1996). L'homme-artifice. Paris : Gallimard.
- Bril B. et Roux V. (Eds) (2002). Le geste technique : réflexions méthodologiques et anthropologiques. Ramonville Saint-Agne : Editions Erès (Revue d'Anthropologie des connaissances, Technologies /Idéologies / Pratiques).
- Carruthers, P. (2002). The cognitive functions of language. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 657-719.
- Chemero, A. (2009). *Radical Embodied Cognitive Science*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Clark, A. (2003). *Natural-Born Cyborgs. Minds, Technologies and the Future of Human Intelligence*. Oxford/New York: Oxford UP.
- Clark, A. (2008). *Supersizing the Mind. Embodiment, Action and Cognitive Extension*. Oxford University Press
- Clark, A. et Chalmers, D. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58, 10-23.
- Dascal, M. (2004). Language as Cognitive Technology. In B. Gorayska and J.L. Mey (eds.), *Cognition and Technology. Co-existence, convergence and co-evolution* (pp.37-62). Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins.
- Deleuze, G. (1986). *Foucault*. Paris : Minuit.
- Derrida, J. (1962). Introduction. In E.Husserl, *L'origine de la géométrie*. Tr.fr. de J.Derrida (pp.3-171). Paris : PUF.
- Derrida, J. (1967). *La voix et le phénomène*. Paris : PUF.
- Derrida, J. (1968). La pharmacie de Platon. Repris dans J.Derrida, *La dissémination*, Paris : Seuil, 1972.
- Derrida, J. (1972). *Marges de la philosophie*. Paris : Minuit.
- Detienne, M. (1986). L'écriture et ses nouveaux objets intellectuels en Grèce. *Mètis. Anthropologie des mondes grecs anciens*, Vol. 1, n°2, 309-324.
- Dewey, J. (1916). *Essays in Experimental Logic*. Mineola: Dover.
- Dewey, J. (1929). *Experience and Nature*. 2nd edition, New York: Dover.

- Di Paolo, E. (2009). *Extended Life*. *Topoi*, 28, 9-21
- Donald, M. (1991). *Origins of the Modern Mind*. Cambridge, MA/London: Harvard University Press.
- Dupuy, J.-P. (2004). L'esprit mécanisé par lui-même. In Pacherie, E. et Proust, J. (dir.), *La philosophie cognitive*. Ophrys/Maison des sciences de l'homme, 85-101.
- Foucault, M. (1975). *Surveiller et punir*. Paris : Gallimard.
- Galimberti, U. (1999). *Psiche e techne. L'uomo nell'età della tecnica*. Milan : Feltrinelli.
- Gallagher, S. et Crisafi, A. (2009). *Mental institutions*. *Topoi*, 28, 45-51.
- Gehlen, A. (1953). *Anthropologie et psychologie sociale*. Tr.fr. de J.-L. Bandet. Paris : PUF, 1990.
- Goffi, J.-Y. (1988). *La philosophie de la technique*. Paris : PUF.
- Goffman, E. (1973). *La mise en scène de la vie quotidienne. 2. Les relations en public*. Tr.fr. A.Kihm. Paris : Minuit.
- Goody, J. (1977). *La raison graphique. La domestication de la pensée sauvage*. Tr.fr. et présentation de J.Bazin et d'A.Bensa. Paris : Minuit.
- Goody, J. (2007). *Pouvoirs et savoirs de l'écrit*. Tr.fr. de Cl.Maniez, coordination par J.-M. Privat. Paris : La Dispute.
- Guchet, X. (2005). *Les Sens de l'évolution technique*. Léo Scheer.
- Hacking, I. (1981). Est-ce qu'on voit à travers un microscope ? Tr.fr. in S.Laugier et P.Wagner (textes réunis par), *Philosophie des sciences. Naturalismes et réalismes* (pp.238-274). Paris : Vrin.
- Havelange V., Lenay C. & Stewart J. (2003). *Les représentations : mémoire externe et objets techniques*. *Intellectica* 35, 115-131.
- Havelange V. (2005). *De l'outil à la médiation constitutive : pour une réévaluation phénoménologique, biologique et anthropologique de la technique*. In Gapenne O. et Gaussier P. (dir.), *Suppléances perceptives et interfaces*, www.univrouen.fr/Arobase, 1, 8-45.
- Heidegger, M. (1927). *Être et temps*. Tr.fr. E.Martineau. Paris : Authentica, 1985.
- Heidegger, M. (1958). *Essais et conférences*. Tr.fr A.Préau. Paris : Gallimard.
- Hickman, L. (2001). *Philosophical Tools for Technological Culture: Putting Pragmatism to Work*. Bloomington: Indiana University Press.
- Hurley, S. (1998). *Consciousness in Action*. Cambridge, MA/London: Harvard University Press.
- Husserl, E. (1913). *Idées directrices pour une phénoménologie*. Tr.fr. P.Ricoeur. Paris : Gallimard.
- Husserl, E. (1936). "L'origine de la géométrie". Appendice III à E.Husserl, *La crise des sciences européennes et la phénoménologie transcendantale*. Paris : Gallimard, 1976.
- Husserl, E. (1964). *Leçons pour une phénoménologie de la conscience intime du temps*. Tr.fr.H.Dussort. Paris : PUF.
- Hutchins, E. (1995). *Cognition in the Wild*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ihde, D. (1990). *Technology and the Lifeworld*. Bloomington: Indiana University Press.

- Iriki, A., Tanaka, M., et Iwamura, Y. (1996). Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neuroreport*, 7, 2325–30.
- Jacob, C. (1992). *L'empire des cartes*. Paris : Albin Michel.
- Jousse, M. (2008). *L'Anthropologie du Geste*. Paris : Gallimard (réédition).
- Kapp, E. (1877). *Principes d'une philosophie de la technique*. Tr.fr. de G.Chamayou. Paris: Vrin.
- Kirsh, D. (1999). L'utilisation intelligente de l'espace. In M.de Fornel et L.Quéré (dirs.), *La logique des situations. Nouveaux regards sur l'écologie des activités sociales*. *Raisons Pratiques* 10, Editions de l'EHESS, 227-260.
- Latour, B. (1994). Une sociologie sans objet ? Remarques sur l'interobjectivité. *Sociologie du travail*, 4, 587-607.
- Lawlor, L. (2002). *Derrida and Husserl: The Basic Problem of Phenomenology*. Indiana University Press.
- Lenay, C. (2002). *Ignorance et suppléance : la question de l'espace*, Habilitation à diriger des recherches, Université de Technologie de Compiègne, 2002.
- Lenay, C. (2006). Énaction, externalisme et suppléance perceptive. *Intellectica*, 43, 27-52.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole. I. Technique et langage*. Paris, Albin Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1965). *Le geste et la parole. II. La mémoire et les rythmes*. Paris, Albin Michel.
- Lestel, D. (2001). *Les origines animales de la culture*. Paris : Flammarion.
- Lockman, J.J. (2000). A perception-action perspective on tool use development. *Child Development*, 71/1, 137-144.
- McCarthy, J. et Wright, P. (2004). *Technology as Experience*. London/Cambridge (MA): MIT Press.
- Maravita, A. et Iriki, A. (2004). Tools for the body (schema). *Trends in Cognitive Sciences*, vol.8:2, 79-86.
- Matsuzawa, T. (2001). Primate Foundations of Human Intelligence: A View of Tool Use in Nonhuman Primates and Fossil Hominids. In Idem (éd.), *Primate Origins of Human Cognition and Behavior* (pp.3-25). Tokyo/Berlin: Springer.
- Mauss, M. (1926). *Manuel d'ethnographie*. Paris : Éditions sociales, 1967
- Merleau-Ponty, M. (1945). *Phénoménologie de la perception*. Paris, Gallimard.
- Puech, M. (2008). *Homo sapiens technologicus*. Paris : Le Pommier.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies. Approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rowlands, M. (1999). *The body in Mind: Understanding Cognitive Processes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rowlands, M. (2003). *Externalism: Putting Mind and World Back Together Again*. Acumen.
- Salanskis, J.-M. (1998). *Husserl*. Paris : Les Belles Lettres.
- Scubla, L. (1994). Technologie et anthropologie. *Techniques et Culture*, 23-24, 417-424. Disponible sur <http://formes-symboliques.org/>
- Sebbah, F.-D. (2009). *De la phénoménologie française à la technoscience : enjeux cognitifs, éthiques et esthétiques d'une traversée du contemporain*. Habilitation à diriger des recherches, Université de Paris Ouest / Nanterre.

- Sebbah, F.-D. (2010). Qu'est-ce que la « technoscience » ? Une thèse épistémologique ou la fille du diable ? Les Belles Lettres/Encre Marine.
- Séris, J.-P. (1994). La technique. Paris : PUF.
- Simondon, G. (1958). Du mode d'existence des objets techniques. Paris : Aubier.
- Simondon, G. (1968). L'invention dans les techniques. Paris : Seuil, 2005.
- Simondon, G. (1989). L'individuation psychique et collective. Paris: Aubier.
- Skagestad, P. (1999). Peirce's inkstand as an external embodiment of mind. Transactions of the C.S. Peirce Society, Vol.XXXV, N°3, 551-561.
- Steiner, P. (2008). Délocaliser les phénomènes mentaux : la philosophie de l'esprit de Dewey. Revue Internationale de Philosophie, N° 245/3, 273-292.
- Steiner, P. (2010). The bounds of representation. A non-representationalist use of the resources of the model of extended cognition. A paraître dans Pragmatics & Cognition, vol.18, n°2.
- Steiner, P. et Stewart, J. (2009). From autonomy to heteronomy (and back): the enaction of social life. Phenomenology and the Cognitive Sciences, Volume 8, Number 4, 527-550.
- Stewart, J. (2010). Foundational issues in enaction as a paradigm for cognitive science: From the origin of life to consciousness and writing. In J. Stewart, O. Gapenne & E. Di Paolo (Eds.), Enaction: Towards a new paradigm for cognitive science. Cambridge: MIT Press.
- Stiegler, B. (1994). La technique et le temps. 1. La faute d'Épiméthée. Paris : Galilée.
- Stiegler, B. (1996). La technique et le temps. 2. La désorientation. Paris : Galilée.
- Stiegler, B. (2001). La technique et le temps. 3. Le temps du cinéma et la question du mal-être. Paris : Galilée.
- Stiegler, B. (2004). Philosopher par accident. Entretien avec Élie During. Paris : Galilée.
- Varela, F., Thompson, E. et Rosch, E. (1993). L'inscription corporelle de l'esprit. Sciences cognitives et expérience humaine. Tr.fr. de V.Havelange, Paris, Seuil.
- Weber, M. (1971). Economie et société. 1. Les catégories de la sociologie. Paris : Pocket.
- Wilson, R. 2004. Boundaries of the Mind: The Individual in the Fragile Sciences. Cambridge University Press.

Chapter 5

Some Misunderstandings About the Moral Significance of Technology

Peter-Paul Verbeek

Abstract The discussion about moral agency and technology is troubled by some severe misunderstandings. Too often, the claim that technologies are involved in moral agency is misread for the claim that technologies are moral agents themselves. Much of the discussion then focuses on the question whether not only humans but also technologies can have intentionality, freedom, responsibility, and, ultimately, moral agency. From the perspective of mediation theory, this discussion remains caught in a dualist paradigm that locates human beings and technological artifacts in two separate realms, humans being intentional and free, technologies being instrumental and mute. Against the question to what extent technologies can be moral agents, mediation theory makes it possible to investigate how intentionality, freedom, and agency are in fact the result of intricate connections and interactions between human beings and technological artifacts. Rather than checking if technologies can meet a pre-given criterion of moral agency, we need to re-conceptualize the phenomenon of moral agency itself in order to understand the roles of technologies in our daily lives.

5.1 Introduction

“So you really think we should blame cars for traffic accidents?” I must have heard this question at least once a month over the past years, when I was working on my book *Moralizing Technology: Understanding and Designing the Morality of Things* (Verbeek 2011). At almost every lecture I gave about the moral significance of technologies, there would be somebody in the audience who could not bear the idea that we should allow material artifacts to play a role in the realm of ethics. “What

P.-P. Verbeek (✉)
Department of Philosophy, University of Twente, Enschede, The Netherlands
e-mail: p.p.c.c.verbeek@utwente.nl

about human responsibility?” they usually acclaimed in slight despair. To be followed immediately by arguments like: “If we are going to blame things for evil practices, human beings would have a comfortable place to hide themselves!” And: “If technologies are allowed to influence our moral actions and decisions, we will inevitably develop an undesirable form of moral laziness!” In their view, ethics is an exclusively human affair; if we allow technologies to be part of it, we gamble with the crown jewel of human civilization.

In this contribution I would like to offer some relief to these worries, by addressing some of the most stubborn misunderstandings about the moral significance of things.¹ The core of my argument will be that we need to develop an alternative account of the relations between humans and technologies in ethical theory – an account that allows us to understand how moral practices are coproductions of humans and technologies, rather than exclusively human affairs in which technologies can only play instrumental or obstructive roles. Human beings and technological artifacts have become so closely connected in our everyday lives, that even our moral perceptions and decisions have become technologically mediated. Only by recognizing this interweaving of humans and technologies can we take responsibility for the ways in which technologies have an impact on society and on human existence – in practices of technology design, implementation, and use.

My claim is that the resistance against the idea that technologies are morally significant is in fact a resistance against the need to give up the modernist idea that actions and decisions can only be moral when they are the sole product of individual human choice without external influences. Allowing material objects to play a central role in things we have always considered to be our own domain appears to be too big a hurdle to take. In this sense, there is no doubt that Sigmund Freud would have found the current discussion about morality and technology rather amusing. Even without being a full-blown Freudian, one can probably see the value of his claim that modern science has caused humanity various ‘narcissistic offences’ (Freud 1955, 137–144). Science humiliates human beings with insights that urge us to replace our all-too-high self-esteem with new forms of humbleness. Copernicus, for instance, showed that not the earth but the sun is the center of the heavens. And Darwin showed that the human being is not the central entity in God’s creation, but just a mammal sharing common ancestors with modern apes. To be followed by Freud himself, who demonstrated that it is often not conscious decisions but unconscious factors that shape human behavior.

The fierce resistance against the idea that human morality is interwoven with nonhuman entities shows that these narcissistic wounds have not quite healed yet: the autonomous subject appears to be reluctant to receive yet another blow. When philosophers of technology even hint towards the possibility that technological artifacts might have moral significance, immediately worries arise about human autonomy and responsibility, and even fears that we will end up in a kind of

¹This contribution incorporates and substantially expands elements of the brief ‘reply to critics’ I gave in the journal *Philosophy and Technology*, in a symposium on my book *Moralizing Technology* (Verbeek 2012).

pre-modern animism, which brings ‘spirit’ to things rather than humans. Human dignity itself seems to be at stake when technologies get involved in moral actions and decisions.

These fears are often based on wrong assumptions, though. Let me, therefore, carefully investigate the most important misunderstandings about the moral significance of things, ranging from ideas about their alleged agency to the possibility of technological intentionalities and their implications for human freedom and responsibility.

5.2 Do Artifacts Have Morality?

Why would it make sense to speak about technologies in moral terms in the first place? When ethics is so obviously a human affair, why bother giving the nonhumans a place in ethics as well? The reasons for this expansion of ethics are actually quite understandable if one takes into account the profound influence that various technologies have come to have on the decisions and actions of human beings. Navigation systems in cars help us not to exceed the speed limit, antenatal diagnostic technologies inform moral decisions about abortion, telecare devices reorganize relations of care and the moral dimensions connected to it. If ethics is about the question of ‘how to act?’ or ‘how to live?’, and technologies help to shape how we act and live, there is good reason to claim that technologies have explicit moral significance.

The question remains, though, how to understand this moral significance. As Pitt in his contribution to this book argues, one can see this significance as purely instrumental. Technologies do not carry any morality in themselves, but are just neutral instruments by which human beings can actualize and implement their morality. In contrast, in their contribution Illies and Meijers attempt to see morality as a human affair that is technologically situated: technologies provide a context in which human beings make moral decisions. The position I will defend here is a bit more radical; I will show that technologies are intrinsically involved in moral decision-making. This does not imply, to be sure, that they are moral agents themselves. But it does imply that moral agency needs to be understood as a fundamentally hybrid affair.

A relevant framework to analyze the moral significance of technology is offered by the postphenomenological approach of ‘mediation theory’ (Verbeek 2005). This approach studies technologies as mediators between humans and reality. The central idea is that technologies-in-use help to establish relations between human beings and their environment. In these relations, technologies are not merely silent ‘intermediaries’ but active ‘mediators’ that help to constitute the entities that have a relationship ‘through’ the technology.

The paradigmatic example I elaborate in my recent book ‘Moralizing Technology’ (Verbeek 2011) is antenatal diagnostic technology, such as obstetric ultrasound. This technology is not merely a neutral interface between expecting parents and

their unborn child: it helps to constitute what this child is for its parents and what the parents are in relation to their child. By revealing the unborn in terms of variables that mark its health condition, like the fold in the nape of the neck of the fetus, ultrasound ‘translates’ the unborn child into a possible patient, congenital diseases in preventable forms of suffering (provided that abortion is an available option) and expecting a child into choosing for a child, also after the conception.

Ultrasound does not force people to have an abortion, obviously. But at the same time we would not do justice to the role of obstetric ultrasound in the moral decisions of expecting parents if we would say that it is morally neutral. By making the fetus present in a highly specific way, obstetric ultrasound substantially informs moral decisions regarding abortion, without determining them. The moral question of ‘how to act’ gets answered not only on the basis of the input of human beings but also of nonhuman entities. Morality appears to be a coproduction of humans and nonhumans. We do not make moral decisions about abortion as autonomous subjects, but neither are we steered by technology as if we were determined objects. Morality is technologically mediated: it takes shape in technologically mediated relations between humans and reality.

This does not mean that morality is technologically *determined*, though. After all, when we see how moral actions and decisions take shape in interaction with technologies, we can actively intervene in this interaction. Design processes can be reorganized in such a way that they anticipate the mediating roles of technologies. Use practices can be enriched by equipping users with the ability to ‘read’ how the technologies they use help to shape their actions and decisions, so that they can deal with these mediations in creative and responsible ways.

From the perspective of mediation, therefore, the moral significance of technology is in the technological mediation of morality. By organizing relations between humans and world, technologies play an active, though not a final, role in morality. Technologies are morally charged, so to speak. They embody a material form of morality, and when used, the coupling of this ‘material morality’ and human moral agency results in a ‘composite’ moral agency. This implies that technological artifacts should, indeed, be located in the realm of moral agency: moral agency cannot be understood without taking into account how it takes shape through technological mediations.

5.3 Do Artifacts Have Agency?

For many critics, the central issue in discussions about morality and technology is the question to what extent technologies can qualify as moral agents or as having moral values by themselves. Joe Pitt’s contribution to this volume is a clear example of this position. According to Pitt, technological artifacts can only be instrumental – there is no other way in which they can actively contribute to moral actions and decisions than by facilitating human activities. Morality is in humans, not in things.

Let me first state that it is in fact hard to find scholars who seriously defend the thesis that technologies can be full-blown human agents just like human beings are. To be sure, there are scholars – including myself – who explicitly speak about technologies in terms of moral agency. But it is a true misunderstanding to think that this implies that technologies in themselves ‘have’ a form of agency that we normally only attribute to human beings. Rather, these scholars propose to reconceptualize the very concept of agency itself, in view of the close intertwinement of human beings and technological artifacts.

The work of Bruno Latour is a good example in this context. For many critics of the ‘moral significance of technology’ thesis, Latour’s ‘symmetrical approach’ to humans and things is highly problematic, because it raises the suspicion of anthropomorphizing things. Latour refuses to make an a priori distinction between human and nonhuman entities (Latour 1993). Approaching both types of entities with different sets concepts, according to Latour, would make it impossible to conceptualize their interaction adequately. Nonhuman entities, after all, do not only play a role in the material world, but help to shape the social world as well. This becomes especially visible in the moral domain. Objects like speed bumps and door springs embody moral norms: they help us to slow down near schools and to close the door behind us. They are not just neutral instruments that humans can use to realize their own, autonomous intentions: objects help to shape what humans do and even want.

To be sure, human beings do not always need to obey the forces that are exerted upon them. But even when humans ignore or resist the impact of technologies, these technologies can still have a profound moral impact. The introduction of antenatal diagnostic tests, for example, has definitively changed human responsibilities regarding pregnancy. Even the decision *not* to use these tests has become a moral decision now, as some ‘wrongful life’ cases show in which children sue their parents or doctors for the fact that they were born rather than having been aborted. Even technologies that are not used can have an impact on human morality (Verbeek 2011). Human agency, therefore, and in many cases also our moral agency, has become intertwined with material objects. All those ethicists who are complaining about the moral decay of our society, according to Latour, should learn to include things in their reflections; when these are taken into account as well, the world appears to be choc-a-bloc with morality.

This analysis does not imply, though, that scholars like Latour claim that material objects, ‘have’ moral agency just like human subjects do. In fact, the very question whether artifacts can be moral agents originates from a very specific metaphysical orientation: the modernist separation of human subjects and nonhuman objects that scholars like Latour intend to overcome. To be sure: Latour does speak about technologies in terms of moral agency. But anyone who is a bit familiar with the metaphysics of Actor-Network Theory will immediately realize that this does not imply that things can be moral agents in themselves. The central idea in Latour’s approach, after all, is that no entity can be something ‘in itself’. Only in relations to other entities can they become meaningful and relevant: only networks turn entities into actors. Speed bumps can never be ‘moral agents’ in themselves, but only in relation to human beings whose morality is affected by these things.

Only from a metaphysics in which humans and things are radically separated – humans being active and intentional, nonhumans being mute and inert, as Bruno Latour has elaborated so convincingly (Latour 1993) – it becomes relevant to ask whether things, just like humans, can be moral agents. When we give up this separation, a refreshingly new picture emerges. And this is exactly what happens in various contemporary approaches in philosophy of technology. Such approaches urge us to see moral agency not as inherent in things, but as the outcome of complex interactions between humans and things.

In my own theory of moral mediation (Verbeek 2011) I broaden the perspective by analyzing the moral significance of technologies in terms of their mediating roles in human-world relations. When technologies are used, they do not only help to organize human actions but also our experiences and perceptions. Speed bumps help to organize how we experience the road and how we behave on it; email and cell phones help to organize norms regarding human communication. This phenomenon of moral mediation does not make things moral agents in themselves. Only in the context of the relations human beings have with them can they help to organize people's moral behavior and perceptions. At the same time, though, this implies that technologies do find themselves in the realm of moral agency. Agency is distributed over humans and things, as it were: if one of the two were missing, this type of agency could not exist.

The question remains, though, whether this explanation can be a real assurance for critics of the 'morality of technology' thesis. The argumentation above, after all, does not only imply that things do not 'have' moral agency – the most crucial point is: neither do humans. Morality is a hybrid affair; it cannot be located exclusively in things, but not in humans either. Each in their own way – distinct, but not separated – humans and things contribute to moral actions and decisions. Reducing ethics to an exclusively human affair leaves us with a drastically impoverished world. Because such a 'humanist approach' starts from a radical separation between subjects and objects, it forces us to choose between either reserving moral agency to the human domain or to claim that nonhuman entities can be moral agents as well. In the real world in which we all live, though, such purified subjects and objects do not exist. Actual moral actions and decisions take place in complex and intricate connections between humans and things, which have moral agency as a result rather than as a pre-given ontological characteristic.

Defending the idea that things have moral significance, therefore, should not be understood as a defense of animism but rather as a critique of humanism. Instead of claiming that material objects are 'spirited', scholars who defend the idea that technologies are morally significant move away from ethical approaches that isolate and immunize human existence from its material conditions and contexts. As I will argue below, such a hybrid approach to the relations between humans and things does not reduce human morality, but adds to it; it shows dimensions that normally remain underexposed. Conceptualizing the moral significance of things does not undermine human responsibility by blaming cars for accidents, but rather expands the ways in which we can design, implement, and use technologies in responsible ways.

5.4 Can Things Have Intentionality?

When criticizing the ‘morality of technology’ thesis, typically two aspects of moral agency play a central role. First, moral agency requires intentionality: in order to be held morally responsible for one’s actions, you need to have had the intention to act in this specific way rather than having done it accidentally. And second, freedom is required: if someone was forced to act in a specific way, this person cannot be held morally responsible for that action. Both aspects seem crucial for moral agency, and at the same time both aspects seem to be exclusively human.² The concept of moral mediation, though, makes it possible to reconceptualize both aspects of moral agency in a ‘hybrid’ way.

Let me first address the issue of intentionality and technology. In the history of philosophy, intentionality has been conceptualized in two distinct ways. One definition comes from phenomenology, where Brentano and his followers asked attention to the intrinsic directedness of human beings towards their environment. Humans cannot just ‘think’, they always think *something*. Just like we cannot just hear, see, or feel, but always hear, see, and feel *something*. This directedness is an intrinsic element of the relations between human beings and their world – while these relations can be conceptualized in various ways, e.g. in terms of consciousness (Husserl), or perception (Merleau-Ponty), or being-in-the-world (Heidegger). When technologies mediate these relations, this can have moral implications. After all, technologies then help to shape human interpretations of the world on the basis of which human beings make decisions. Sonograms help to shape our moral decisions regarding abortion, just like warning signals from our navigation system help us decide how fast we drive.

When this occurs, a second definition of intentionality starts to play a role: the human capacity to have intentions, to act purposively. By mediating how we interpret our unborn children or our own driving behavior, technologies help to shape the moral decisions we make. Human intentions, including moral intentions, can be technologically mediated because technologies help to shape our intentional ‘directedness’ at the world. Sonograms make humans responsible for things they were not responsible for before; it has now become a conscious decision to let a child be born with Down’s syndrome, for instance.

Technologies, in other words, give direction to both human experiences and actions. And this is in fact precisely what the Latin word ‘intendere’ means: to give direction. Intentionality is not an exclusively human affair; technologies find themselves in the realm of intentionality as well.

Some scholars fiercely resist the idea of technological intentionality, though. In order to show how erroneous it is to attribute intentionality to things, for instance,

²I am well aware that a proper definition of moral agency requires other elements as well, including the capacity of moral reasoning, as Illies and Meijers argue in their contribution to this volume. But for this capacity the same type of arguments can be developed that I will develop for intentionality and freedom, i.e. that they should be seen as the result of a complex interplay between human and nonhuman entities, rather than a property that both humans and nonhumans can possess.

philosopher of technology Martin Peterson takes the idea that things ‘give direction’ to humans to the absurd context of the impact that mountains have on humans (Peterson 2012). Of course, mountains have a specific impact on how human beings act and which decisions they make when they climb it, he states, but it would be absurd to see this impact as a result of the intentions of that mountain. Things cannot have intentions themselves, Peterson claims; they can only have an intentional *history*. Only because human beings can intentionally design things in specific ways, things can be the ‘carriers’ of human intentions. Not the fact that things help to shape practices and experiences makes them morally significant – in that case, non-technological entities like mountains would be moral agents too – but the fact that their impact has its origins in human intentions. Therefore, Peterson concludes that the idea of ‘technological intentionality’ is “either false or misleading”.

Critiques like this show how hard it is to conceptualize the moral significance of things from a radical modernist point of view. The radical separation between humans and technologies make it impossible to see the mediating role of technologies in human decisions and actions. Peterson fights against the idea that technologies can ‘have’ intentionality, while my claim is simply that, in mediating how humans are directed at reality, technologies help to shape moral intentions.

What is misleading here, in fact, is the reductionist assumption that only human ‘input’ can make technologies morally significant. The mediating role of technologies in moral actions and decisions cannot be entirely reduced to the intentions of designers and users, after all; some moral mediations emerge without the explicit intention of any human agent. Obstetric ultrasound, again, is a good illustration of this. The technology of ultrasound was not explicitly developed for medical diagnostic purposes, and certainly not to change abortion practices. But as soon as it got to be used to make visible the fetus in the womb, it dramatically changed moral practices and decisions regarding pregnancy. Obstetric ultrasound helped to create new forms of responsibility: while the birth of a child with specific congenital diseases used to be a matter of fate, it now has become a matter of choice. Sonograms translate unborn children in possible patients, congenital diseases in preventable forms of suffering, and ‘expecting’ into ‘choosing’. Expecting parents inevitably have to make a decision about the lives of their unborn children – and also the decision not to use the technology is an explicit choice. The decision whether or not to have an abortion, therefore, is thoroughly mediated by obstetric ultrasound – without anybody having explicitly wanted this situation to occur. To be sure: this does not imply that this morally mediating role of technology is undesirable. Rather, the example illustrates that new technologies always create a new moral landscape in which human beings have to learn to orient themselves.

This example, however, does not only refute the claim that technologies can only have an intentional history; it also shows that limiting morality to human beings makes it impossible to give technologies an intentional future. In practices of design and redesign, of implementation and use, human beings can actively engage with the moral significance of technologies. Rather than taking away morality from human beings, addressing the moral significance of technology actually adds to it, enabling designers and users to anticipate, assess, and design moral mediations in technology.

Current technological developments, to add to this, bring about an even more complicated relation between technology and intentionality than present in the ultrasound example. Some contemporary technologies cannot simply be ‘used’ anymore, but start to merge with our physical environment and with our own bodies. Ambient Intelligence technologies, for instance, result in ‘smart environments’, that actively register and monitor events, and react and intervene accordingly. Smart beds in geriatric hospitals are good examples here; they detect if patients fall out of bed or step out of their beds. When such smart environments are explicitly designed to influence people’s decisions and behavior, as is the case with so-called ‘persuasive technologies’, they embody a truly new form of moral significance. An interesting example here is the ‘persuasive mirror’. This mirror, which is in fact a flat screen monitor with a built-in camera, is designed to persuade its users to adopt a healthier lifestyle by presenting them with an image of how they will look in the future if they would stick to their current pattern of living (Knight 2005). The intentions of people using technologies like this are not so much ‘mediated’ as they are ‘induced’. They are not the result of ‘using’ a technology – rather, technologies use human beings here to do their work.

At the other extreme, technologies do not merge with our environment but with our bodies. Prostheses are good examples of this, especially when they are connected to our nerve system, as is the case ever more often. When it comes to the moral significance of these ‘mergers’ of humanity and technology, brain implants are good examples as well. The technology of Deep Brain Stimulation (DBS) is rapidly gaining popularity in the treatment of neurological and psychiatric conditions like Parkinson’s disease, deep depressions, or obsessive compulsory disorder. By bringing in an electrode deeply into the brain, specific parts of the brain can be activated. This can, for instance, dramatically reduce the motor symptoms of Parkinson’s disease.

Such implants, however, often also have an impact on people’s character. A well-known side effect of DBS for Parkinson, for instance, is that patients can start to develop uninhibited behavior. The Dutch medical journal *Tijdschrift voor Geneeskunde* discussed the case of a patient suffering from Parkinson’s disease whose condition improved markedly after having been implanted (Leentjens et al. 2004). But while the symptoms of the disease were reduced, his behavior developed in an uninhibited way. He got involved in extramarital relationships, spent too much money, and did not have real awareness of his behavior change until the DBS was switched off for medical reasons. But at that moment his Parkinson’s symptoms returned; again, he was entirely bedridden and dependent. There appeared to be no middle way; he would have to choose between a life with Parkinson’s disease, bedridden – or a life without the symptoms, but so uninhibited that he would get himself into continual trouble. Eventually he chose – with the DBS switched off – to be admitted to a psychiatric hospital, where he could switch the DBS on and suffer fewer symptoms of the disease, but where he would also be protected against himself.

In this case, moral intentions – for instance regarding adultery, dealing with money, et cetera – are not so much mediated by technologies. Rather, the intentions

are the product of a hybrid entity, half human, half technology. Blurring the physical boundaries between humans and technologies also results in the blurring of intentional boundaries.

Intentionality, then, has a complex relation with technology. The conclusion that we need to reserve the concept for humans simply fails to do justice to the manifold ways in which human intentions are intricately connected to technologies – ranging from mediated and induced intentions to the fully-fledged hybrid intentions of human-technology assemblies like people with brain implants.

5.5 Can Freedom Be Technologically Mediated?

But what about freedom – the second requirement for moral agency that I mentioned above? If freedom is required to qualify as a moral agent, how could we possibly include things in the realm of moral agency?

Again, the central idea in the approach of moral mediation is not to attribute freedom to things, but to include the mediating role of things in our notion of freedom. From a radical modernist point of view, it is quite a challenge to consider technologically mediated actions as forms of moral agency. After all, if our behavior is influenced by technologies, we cannot consider this behavior to be the result of autonomous decisions anymore. Can we call it a moral action if somebody slows down near a school because there is a speed bump on the road? This question is only relevant, though, if freedom is understood as negative freedom, to use Isaiah Berlin's concept: the absence of external influences (Berlin 1979). Such a conception of freedom is only meaningful if human beings are understood as autonomous subjects, living in a world of external objects. When human beings are understood in terms of their relations to the world, though, this concept of autonomy becomes too narrow.

Isaiah Berlin's concept of 'positive freedom' is much more relevant here: freedom is not freedom-from but freedom-to. It is not the absence of constraints, but the presence of the capability to act. From this viewpoint, mediating technologies do not take away moral agency, but rather are its basis. Obstetric ultrasound does not force parents to have an abortion when they are expecting a child with Down's syndrome; rather, their moral agency comes about in the way they develop a relation to obstetric ultrasound. Human beings are no helpless victims of mediating technologies. We can get actively involved in how these technologies have an impact on us. By critically examining how technologies help to shape situations of choice and frameworks of interpretation, it becomes possible to take responsibility for one's technologically mediated agency.

In fact, it is the denial of the mediating role of technologies in human freedom that makes people not free. Only when making the mediations explicit, we can develop a free relation to it – understood as positive, not as negative freedom. A free relation to technology does not require the absence of its influence, but the presence of the ability to be actively involved in the way in which one is constituted as a

moral subject. In these forms of active involvement, we can take responsibility for our technologically mediated existence.

Yet, mediated responsibility is a problematic concept as well, from a radical modernist approach. In their contribution to this volume, for instance, Anthonie Meijers and Christian Illies claim that my position would have the absurd consequence that we should put part of the blame for a murder and a computer hack on the pistol and the computer:

In the case of a man using a pistol Verbeek would argue that the two form an association and that the man-pistol association has moral agency and is accountable. The association as such becomes blameworthy. That however, blatantly contradicts our practice of blaming and punishing. We do not (and we should not!) put the murderer *plus* his pistol, or the hacker *plus* his computer, in prison. In such cases it is the human agent alone who, according to standard moral practice, is blameworthy. (Illies and Meijers, this volume)

From the perspective of mediation theory, however, this is quite a remarkable statement. Recognizing that pistols and computers help to shape our moral actions and decisions, after all, does not imply that it should be possible to *blame* them for their mediating roles. Rather than to keep asking the question whether artifacts can be agents just like humans can, mediation theory simply recognizes that humans and artifacts can have distinct roles in the constitution of moral agency. From the perspective of moral mediation it is perfectly possible to acknowledge that one's moral actions and decisions are technologically mediated without giving up the possibility to take responsibility for these actions and decisions. Technological mediations, after all, do not make human beings powerless. On the contrary: they make it possible to live our lives in specific ways, while we also have the ability to develop an active and critical relation to these mediations. Nobody has to choose to have an abortion when an ultrasound scan reveals a serious disease. Still, the mere possibility to have a scan inalterably conditions our existence: we now have to make a decision.

The claim that moral agency is a hybrid affair does not imply that things are moral agents just like humans are. While agency cannot be limited to humans, acknowledging that things have a share in moral agency does not make them moral agents. In fact, the very possibility to take responsibility is one of the main reasons to take the role of things in moral agency very seriously. On the one hand, we do not take responsibility in a vacuum but in a thoroughly mediated situation, as the ultrasound example shows. Sonograms do not 'act' on themselves, but nevertheless they fundamentally shape what we can feel responsible for and how we can take on that responsibility. And what is more, acknowledging this moral role of technologies makes it possible to take responsibility for it, and to help shape it in practices of design, implementation, and use. We can only reorganize practices around technologies when we understand the precise role technologies have in them. Seeing the moral significance of technologies makes us more responsible, rather than less.

This does not imply, to be sure, that human beings can always take full responsibility for the mediations that eventually result. After all, the contextual and relational approach to technologies implies that we should not overestimate our possibilities to organize and design the moral significance of things. We always need to

recognize the fact that all technologies are multistable, in Don Ihde's words (1990). Technologies often end up in different relations with human beings than their designers expected, and therefore their mediating power is hardly predictable.

But this unpredictable character of technological mediations does not make human beings entirely powerless. Industrial Designers, for instance, have developed various methods to make an educated guess about possible use practices. And once we see the phenomenon of mediation, including its moral dimensions, it is our moral responsibility to make such an educated guess and to design 'for the good'.

5.6 Conclusion: Is There a Symmetry Between Humans and Technologies?

The central theme in discussions regarding the moral significance of technologies has proven to be the question to what extent we can really attribute aspects of moral agency to technologies. While some scholars fear that we throw out the child with the bathwater when we deny technologies this role, others feel that it goes way too far to claim that technologies have moral capacities similar to humans.

Behind all of these discussions, there seems to be a common misunderstanding. This is the alleged 'symmetry' between humans and nonhumans. This concept of symmetry, which gives up any a priori distinction between humans and nonhumans, originates in Bruno Latour's work. By claiming that we should analyze humans and nonhumans in symmetrical ways, Latour aims to make it possible to see the continuity between humans and nonhumans, rather than taking the distinctions between them as a starting point. And seeing this continuity is needed to be able to understand how nonhuman entities do not only play a role in the material world, but also in the social world. Interpreted radically, such a symmetrical approach implies that not only humans but also things 'act' – and from there it is only a small step towards defending that things can be moral agents as well.

Yet, this symmetry is not essential for conceptualizing the moral significance of technology. And this is in fact what distinguishes my own 'post-phenomenological' account of technology from Actor-Network Theory, despite the many forms of kinship that are there as well. Symmetry is what one gets when using a mirror: a mirror image is completely symmetrical to its original, and it derives all of its main characteristics from that original. In my approach, however, there is no symmetry, but interaction and mutual constitution. Things are not symmetrical to humans, but together, humans and things constitute myriad 'hybrid entities'. In this approach, it remains very relevant to make a distinction between humans and things – it is not the distinction between humans and technologies that we need to depart from, but their radical separation (see also Verbeek 2005, 166–168).

This subtle difference between 'separating' humans and nonhumans on the one hand versus making a 'distinction' between them on the other, makes all the difference in discussions about the moral significance of technologies. The central question in these discussions should not be: can technologies be moral agents just like

humans are? Rather, what really matters is: what role do technologies play in morality? And once this is the question we aim to answer, we can see that there are various ways in which technologies help human beings to answer moral questions and to behave in moral ways. And, what is more: understanding this morally mediating role of technologies makes it possible to deal with it in a responsible way, in practices of design and policy-making.

When we stick to a modernist separation or isolation of subjects and objects, technological mediations of morality are at odds with the autonomy of the moral subject, and can never be seen as full-blown elements of moral agency. But giving up this metaphysical ‘apartheid’ should not bring us to the other extreme of denying all distinctions between both poles. Morality is neither to be found in the objects themselves, nor in autonomous subjects. It only comes in relations between subjects and objects, where objects have moral significance and subjects are engaged in mediated relations with the world.

This subtle rearrangement of the relations between humans and nonhumans brings us back to discussions about the Enlightenment, when the subject-object distinction started to be a central theme in philosophy. In his famous lecture *What is Enlightenment*, Michel Foucault discusses how, for Immanuel Kant, Enlightenment meant “a way out of immaturity”. He defined immaturity as “a state of our will that makes us accept someone else’s authority to lead us in areas where the use of reason is called for.” Some of the objections against the moral significance of technology seem to imply a similar logic. It seems that we have to make a choice between using reason or letting things decide for us what to do. And this mirrors what Foucault, in the same text, calls ‘the blackmail of the Enlightenment’: if you are not entirely with it, you are against it (Foucault 1997).

From the perspective of moral mediation, the opposite is true. Maturity in our thinking about technology requires that we no longer exclude technologies from the realm of ethics. Only by acknowledging the fundamentally mediating role of technologies in moral actions and decisions can we better understand the character of human morality. And, more importantly, can we take responsibility for the material world in which we live our lives.

References

- Berlin, I. (1979). Two concepts of liberty. In *Four essays on liberty* (pp. 118–172). Oxford: Oxford University Press.
- Foucault, M. (1997). What is enlightenment? In P. Rabinow (Ed.), *M. Foucault, ethics: Subjectivity and truth*. New York: New Press.
- Freud, S. (1955). A difficulty in the path of psycho-analysis. In J. Strachey (Ed. & Trans.), *The standard edition of the complete psychological works of Sigmund Freud* (Vol. 17). London: Hogarth Press.
- Ihde, D. (1990). *Technology and the lifeworld*. Bloomington: Indiana University Press.
- Knight, W. (2005, February 5). Mirror that reflects your future self. *New Scientist*, (2485), 23.
- Latour, B. (1993). *We have never been modern* (C. Porter, Trans.). Cambridge: Harvard University Press. (Translation of: *Nous n’avons jamais été modernes*, Paris: La Découverte, 1991).

- Leentjens, et al. (2004). Manipuleerbare wilsbekwaamheid: Een ethisch probleem bij elektrostimulatie van de nucleus subthalamicus voor ernstige ziekte van Parkinson. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 148, 1394–1398.
- Peterson, M. (2012). Three objections to Verbeek. In E. Selinger et al. (Ed.), *Book symposium on Peter Paul Verbeek's moralizing technology: Understanding and designing the morality of things, philosophy and technology* (Vol. 25, pp. 619–625).
- Verbeek, P. P. (2005). *What things do: Philosophical reflections on technology, agency, and design*. University Park: Penn State University Press.
- Verbeek, P. P. (2011). *Moralizing technology: Understanding and designing the morality of things*. Chicago/London: University of Chicago Press.
- Verbeek, P. P. (2012). The irony of humanism: On the complexities of discussing the moral significance of things. In E. Selinger et al. (Ed.), *Book symposium on Peter Paul Verbeek's moralizing technology: Understanding and designing the morality of things, philosophy and technology* (Vol. 25, pp. 626–631).

COMMENT (O)UTILISER LES CONCEPTS DE LA TECHNIQUE ?

*Apports de l'analyse fonctionnelle à une approche conceptuelle de la technique
& propositions pour formaliser des Sciences Humaines pour l'Ingénieur*

Nicolas SALZMANN*

Intentions

Cette intervention s'assigne deux objectifs :

- Contribuer à la collecte de moyens pour penser la technique, en présentant les fondamentaux de la méthode d'analyse fonctionnelle - analyse de la valeur.
- Proposer une voie d'intégration des concepts de la technique à la trousse à outils de l'ingénieur-technologue, démarche qui se structure en deux volets : utiliser les concepts de la technique et définir une démarche méthodologique globale d'ingénierie apte à associer les sciences humaines.

Arguments

Nous passerons par le développement des arguments suivants, dans un ordre qui reste à déterminer.

Rapport d'étonnement

Nous savons, à Compiègne, d'une manière qui a maintenant une histoire, que la technique est « anthropologiquement constitutive ». Nous en déduisons immédiatement qu'inventer des dispositifs techniques, c'est inventer l'humain, qu'on le veuille ou non, qu'on le sache ou non. Mais regardons la trousse à outils des ingénieurs. Nous n'y voyons pas d'outils permettant d'agir, en ingénieur, en technologue en portant cette dimension d'invention de l'humanité. De plus, l'ontologie de notre système pédagogique est claire, les *connaissances scientifiques* (CS) et les *techniques et méthodes* (TM) de l'ingénieur sont disjointes des sciences humaines (TSH). Ainsi, les sciences humaines ne feraient pas partie des connaissances scientifiques ni des méthodes de l'ingénieur.

*Enseignant-chercheur à l'Université de Technologie de Compiègne. Double parcours en ingénierie & sciences humaines. Consultant et formateur en méthodologie de conception / innovation par l'analyse de la valeur. Responsable et co-fondateur du cursus *Humanités & Technologie*. Co-fondateur de www.le-reel-du-travail.org.

Il faut passer des concepts de la technique aux outils du technologue

Nous défendons l'idée que pour être conséquents vis-à-vis de la thèse de la technique comme anthropologiquement constitutive, il ne suffit pas de former les ingénieurs aux enjeux théoriques de cette philosophie : il faut encore les armer (outils et méthode) pour dépasser une approche simplement éthique ou vécue comme philosophique, qui fait difficilement le poids face aux enjeux économiques, techniques et organisationnels. Il faut amener la thèse TAC sur le terrain de la conception, en traduisant les concepts de la technique en outils du technologue. C'est à cette condition que nous formerons des ingénieurs-technologues capables de (faire) prendre en compte les enjeux humains dès l'amont puis tout au long des projets.

Comment passer des concepts de la technique aux outils du technologue ?

Il faut agir à deux niveaux :

- Mettre en place une démarche de formalisation d'outils à partir des concepts : cela consiste à élaborer des outils formels (voir le point suivant) qui opérationnalisent les concepts ;
- Élaborer une démarche méthodologique qui donne de la cohérence à une démarche d'ingénierie globale intégrant les considérations classiques et les sciences humaines (voir le point *Cahier des charges*).

Qu'est-ce qu'un *outil* ?

Un outil matériel est un objet doté d'une forme qui, manipulé par un utilisateur qui l'applique à d'autres objets, produit un effet reproductible, souhaité. Autrement dit, l'outil est un moyen de transformation dont l'utilisateur a besoin pour produire un nouvel état. L'outil accomplit une fonction, que l'utilisateur ne peut réaliser seul (ou avec une moindre performance). On peut appliquer cette définition, au-delà des outils matériels, aux outils intellectuels, ou formels. Nous appelons *outil intellectuel* tout formalisme particulier instrumentant une notion ou un concept. En règle générale, un tel outil consiste en un formalisme composé de textes et de formes graphiques (règles d'expression, schémas, tableaux, arborescences, formes géométriques, etc.).

Cahier des charges pour une méthodologie de conception intégrant les SHS

Nous sommes donc à la recherche d'une méthodologie générale de conception qui soit à même de charpenter l'ingénierie classique et l'application des sciences humaines. Nous relevons trois besoins fondamentaux :

- Une approche de la technique par les finalités, qui permette de sortir d'une auto-justification où l'on fabrique des objets parce qu'on sait les fabriquer ;
- Une approche de la conception comme démarche de distribution de la valeur sous forme de compromis entre les parties prenantes, à même d'éclairer les choix dans leur dimension politique ;
- Un nouveau discours de la méthode, une méthodologie générale, afin de penser et dé-prolétarianiser l'invention technologique.

Par le plus grand des hasards, nous disposons de réponses à ces trois besoins. Nous ne développerons que les deux premières, dans les deux points suivants.

Approche de la technique par l'analyse fonctionnelle

L'analyse fonctionnelle consiste à modéliser un dispositif en distinguant ses fins et ses moyens. Il s'agit de démêler, dans un donné technique (ou socio-technique), ce qui relève d'une part de la finalité (objectif, but à atteindre, résultat de la mise en œuvre : la *fonction*) et d'autre part des solutions (la façon de faire, les réponses techniques, le processus, le *comment*). Ce démêlage donne à la démarche de conception une souplesse considérable, permettant de procéder par boucles abstraction-concrétisation. Ces boucles ouvrent un espace de pensée, un espace de conception, où tous les autres outils issus des SHS trouveront facilement leur place. Par ailleurs, la notion de fonction peut-être envisagée comme un concept de la technique, qui permet de la voir de manière particulière.

Approche d'un projet de conception par l'analyse de la valeur

L'analyse de la valeur englobe l'analyse fonctionnelle. La valeur d'un objet est définie comme le rapport, pour une partie prenante donnée, entre les fonctions que cet objet lui offre et ce qu'il lui en coûte d'obtenir ces résultats à travers cet objet (valeur = fonction / coût). Dès lors, on voit comment augmenter la valeur (améliorer les fonctions et/ou baisser les coûts). On peut aussi structurer une démarche de création de valeur qui consistera toujours, d'une façon ou d'une autre, à renégocier le compromis de valeurs entre les différentes parties prenantes. Pour notre recherche d'une méthodologie générale ingénierie & SHS, cette démarche est d'autant plus accueillante qu'elle a vocation à mettre en résonance les considérations des plus éthiques aux plus prosaïques.

À quoi ressemblerait un outil SHS du technologue ?

Nous donnerons quelques exemples de concepts issus des SHS formalisés de manière à les opérationnaliser.

Un sushi et quelques questions

Nous tenterons de donner un nom à cette démarche et de poser à la noble assemblée du séminaire quelques questions théoriques pour discuter de ce projet et le cadrer.