

# LES ORIGINES

DE LA

# TECHNOLOGIE<sup>(1)</sup>

15. Alfred ESPINAS, Introduction à la Technologie (1897). Extrait de : *Les origines de la technologie (Etude sociologique)*, Paris, F. Alcan, 1897, pp. 5-12

## INTRODUCTION

Des pratiques ou arts comme faits. — La Technologie générale. —  
Objet de ce travail : l'histoire de la Technologie. — Place qu'il  
faut faire à l'histoire des techniques dans celle de la Techno-  
logie générale.

*Des pratiques ou arts comme faits.* — Dans l'art de  
l'homme comme dans l'instinct de l'animal, il y a deux  
caractères dominants. L'instinct est une forme d'action  
transmise par l'hérédité avec l'organisme, son uniformité  
et son immutabilité ont surtout frappé les observateurs ;  
on ne peut nier cependant qu'il ne comporte à mesure  
qu'on s'élève dans l'échelle une part plus grande d'in-  
vention et d'initiative individuelle, ne serait-ce que dans  
l'application de la règle générale aux circonstances par-

(1) *La Revue philosophique*, août et sept. 1890, août et sept.  
1891 ; *l'Archiv für Geschichte der Philosophie*, Band VI, Heft 1,  
et Band VII, Heft 2 ; les *Annales de la Faculté des Lettres de  
Bordeaux*, année 1893, n° 1, ont publié sous forme d'articles le  
contenu de ce volume.

ticulières : d'ailleurs, comme il a dû commencer, et que  
la règle à peu près immuable qu'il impose aux actions des  
animaux actuels n'a pu naître que grâce à l'adaptation  
d'impulsions antérieures à des circonstances nouvelles  
dans les générations disparues, la variation, la tentative  
dans l'inconnu à partir d'une règle donnée est aussi es-  
sentielle à l'idée que nous devons nous en former que  
l'observance de séries préordonnées de mouvements, ins-  
crites dans l'organisme et inhérentes à l'espèce. Inver-  
sement, l'art est assurément le produit de l'expérience et  
de la réflexion ; il suppose une invention, un acte d'ini-  
tiative et de liberté ; tout perfectionnement de la pratique  
humaine est dû à quelque audace individuelle en rupture  
avec la routine ; et pourtant, si on regarde les choses de  
plus près, on voit que nulle invention ne peut se produire  
dans le vide, que l'homme ne saurait perfectionner sa  
manière d'agir qu'en modifiant des moyens dont il dis-  
posait antérieurement ; que l'immense majorité de nos  
actes rentre à notre insu dans des moules préétablis, pro-  
cédés, mœurs, usages, coutumes, traditions, lois civiles  
ou religieuses et qu'en fin de compte — si les règles im-  
posées par l'art sont transmises à chaque individu moins  
par l'hérédité que par l'exemple et l'éducation — un art  
est cependant plutôt un ensemble de règles fixes qu'une  
collection d'initiatives raisonnées. Notre volonté se meut  
selon des formes et en vue de fins qu'elle ne pose pas elle-  
même, Aristote l'a bien vu. L'artisan fabrique, le cul-  
tivateur laboure, le marin navigue, le soldat combat, le  
commerçant échange, le professeur enseigne, le gouver-  
nant administre, le politicien discute, en se servant  
d'outils, d'engins, de procédés, de formules qu'ils reçoivent  
de leurs groupes : la matière et la coupe de nos vêtements,  
la forme et l'aménagement de nos demeures, la manière  
dont nous nous abordons, l'heure et la composition de nos

repas, l'âge où nous accomplissons les actes essentiels de la vie et les conditions générales de ces actes depuis notre première culotte jusqu'à notre entrée à l'école ou au collège, depuis le choix d'un état jusqu'au choix d'une compagne pour la vie, tout cela est enfermé dans des règles dont l'interprétation nous est laissée, il est vrai, mais dans des limites beaucoup plus étroites que nous ne le croyons d'ordinaire. Chacun de nous, en effet, appartient à un milieu social, est, comme on dit, d'un monde qui se charge pour lui de l'interprétation des règles et lui épargne le plus souvent l'embarras de déterminer « ce qui se fait » comme « ce qui ne se fait pas ». De ce point de vue, chaque groupe social n'est pas moins caractérisé par ses arts que chaque espèce par ses instincts.

*La Praxéologie ou Technologie générale.* — Remarquons qu'il ne s'agit pas ici des beaux-arts, mais des arts utiles. Les Grecs eux aussi appelaient *τιζναι* les uns et les autres, mais comme il y a toujours une part de convention dans le vocabulaire scientifique et que d'ailleurs c'était bien l'idée d'habileté pratique que ce terme rappelait surtout, nous pourrions donner aux arts utiles le nom de *techniques* pour les distinguer des arts qui tendent à produire l'émotion esthétique. Ce mot de technique a malheureusement chez nous un sens assez restreint; nous disons *la technique* de l'enseignement, la technique de telle ou telle fabrication et nous désignons ainsi les procédés opératoires ou, en général, les parties spéciales des arts industriels (ou d'autres qu'on leur assimile) plutôt que ces arts eux-mêmes; on aura de la peine à dire *les techniques* au lieu de dire les arts utiles, surtout si, nos vues générales étant admises, les groupes de règles supérieures, qui n'entraînent aucune manipulation, la politique et la morale par exemple (mais la politique n'est-elle pas

trop souvent réduite à des habiletés ou à des manœuvres et la morale exclut-elle l'adresse?), doivent être comptées au nombre des arts et deviennent des techniques. Il y aurait pourtant quelque avantage à pouvoir désigner ainsi, comme les Grecs le faisaient, les pratiques conscientes et réfléchies, à un certain degré en opposition avec les pratiques simples ou coutumes, qui s'établissent spontanément, antérieurement à toute analyse. Car ce sont les arts adultes, non les pratiques inconscientes qui donnent naissance à la recherche dont nous nous occupons, et engendrent la Technologie. Chacun d'eux implique une technologie spéciale, en sorte que l'ensemble de ces études partielles forme naturellement la Technologie générale systématique. Le mot de *pratique* comporte sans doute un sens plus étendu; il peut être facilement pris comme substantif concret (une pratique, les pratiques); il convient à toutes les manifestations collectives du vouloir, à celles qui sont spontanées comme à celles qui sont réfléchies. Il fournit pour désigner la science de cet ordre de faits dans son ensemble un terme excellent: la Praxéologie. Mais il court le risque, à cause de sa large extension, d'être mal entendu et de donner lieu à des confusions. Peut-être les deux mots de Technologie et de Praxéologie seront-ils adoptés tous les deux pour désigner, le second (Praxéologie) la partie la plus absolument générale, le premier (Technologie) la partie immédiatement inférieure en généralité du même groupe de recherches. Nous les emploierons le plus souvent avec ces significations corrélatives en faisant de la Technologie générale l'objet de notre préoccupation dominante, comme science non des formes les plus universelles et des principes les plus élevés de l'action dans l'ensemble des êtres vivants capables de se mouvoir — ce serait l'objet réservé à la Praxéologie — mais des groupes de règles pratiques, des arts ou techniques qui s'observent dans

les sociétés humaines adultes, à quelque degré civilisées.

La Technologie comprend trois sortes de problèmes, résultant de trois points de vue sous lesquels les techniques peuvent être envisagées. Premièrement, il y a lieu de procéder à la description analytique des arts, tels qu'ils existent à un moment donné dans une société donnée, de déterminer leurs espèces variées, et de ramener ensuite celles-ci par une classification systématique à un petit nombre de types essentiels : ainsi sera constituée la morphologie des techniques, correspondant au point de vue statique, fondement et point de départ de toute connaissance du réel. Le sociologue procède ici comme le botaniste et le zoologiste; le caractère de fixité que les arts empruntent à l'action de la tradition lui permet de les étudier comme nous étudions les organes et les instincts des êtres vivants. Secondement, il y a lieu de rechercher sous quelles conditions, en vertu de quelles lois, chaque groupe de règles entre en jeu, à quelles causes elles doivent leur efficacité pratique : c'est le point de vue dynamique. Les organes de la volonté sociale ont leur physiologie comme les organes de la volonté individuelle. Troisièmement, les deux points de vue statique et dynamique étant combinés, il y a place à une étude du devenir de ces organes eux-mêmes, soit qu'elle porte sur la naissance, l'apogée et le déclin de chacun d'eux dans une société donnée, soit qu'elle porte sur l'évolution de toute la série des techniques dans l'humanité, depuis les plus simples jusqu'aux plus complexes, à travers les alternatives de tradition et d'invention qui en sont comme le rythme. L'ensemble de ces trois études forme la Technologie générale. Elle est symétrique dans le domaine de l'action à la logique dans le domaine de la connaissance, car celle-ci observe de même et classe les sciences diverses dont elle détermine ensuite les condi-

tions ou les lois, dont elle retrace enfin le développement ou l'histoire : et les sciences sont des phénomènes sociaux comme les arts (1).

*Objet de ce travail : l'histoire de la Technologie.* — Mais tel n'est pas l'objet de la présente étude. Nous ne nous demanderons pas aujourd'hui quels sont les divers types d'arts, combien il y en a ni dans quel ordre on doit les ranger, — sous quelles impulsions les règles pratiques existant dans les divers groupes sociaux fonctionnent, — ni enfin comment elles sont nées, se sont établies et sont

(1) Entre les fonctions représentatives et les fonctions pratiques, on ne peut nier qu'il y ait une corrélation. Le tableau suivant suppose que, de part et d'autre, les formes plus complexes se placent dans l'évolution au-dessus des formes plus simples et que les divers degrés de complexité des représentations correspondent aux divers degrés de complexité des actions.

Sciences, ensembles de connaissances rationnelles, systématiques.	↑	Arts ou techniques, ensembles de coutumes organisées avec réflexion.
---	---	--

Connaissances (types et lois), ensembles de représentations déjà collectives, abstraites à quelque degré, formées de perceptions individuelles faiblement agglutinées.	↑	Coutumes, institutions ou pratiques collectives, ensembles d'habitudes individuelles réglés par l'opinion.
--	---	--

Perceptions, représentations concrètes, individuelles de formes et d'événements.	↑	Habitudes individuelles, actions réglées par une loi interne, socialement inconscientes.
--	---	--

Sensations élémentaires.	↑	Réflexes élémentaires.
--------------------------	---	------------------------

Les formes inférieures de part et d'autre sont individuelles. Les formes plus élevées, plus complexes, sont sociales. Cela est apparent pour les institutions ou coutumes et les arts (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> degrés) comparés aux réflexes et aux habitudes (1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> degrés). On voit moins au premier abord le caractère collectif des connaissances fragmentaires et de la science; mais il suffit pour rendre ce caractère manifeste, de rappeler qu'un degré notable d'abstraction ne peut être atteint sans le secours du langage et que la science suppose, comme on le verra dans la suite de cette étude, non seulement l'invention mais la pratique généralisée de l'écriture. Le langage écrit transforme les opinions flottantes d'un groupe social qui se civilise en doctrines ou croyances plus ou moins coordonnées. Toute ébauche d'une littérature, à plus forte raison d'une littérature scientifique, implique l'unification et la fixation crois-

tombées ou doivent tomber en désuétude (1). Nous nous demanderons quand et sous quelle forme ces problèmes ont été agités et quelles solutions ils ont reçues. Bref nous essaierons de faire l'histoire de la Technologie générale ou Praxéologie. La philosophie de la connaissance a eu ses historiens ; il n'est peut-être pas hors de propos de tenter l'histoire de la philosophie de l'action.

*Place qu'il faudra faire à l'histoire des Techniques.*—

Une loi générale domine le développement de la Technologie. La spéculation précède l'action dans une certaine mesure et dans certains cas : mais la théorie des faits n'est possible qu'à partir du moment où ces faits existent depuis quelque temps ; nous verrons constamment la philosophie de l'action suivre le développement des industries et des pratiques. Certaines idées fondamentales pour l'établissement de cette doctrine ont été tirées du spectacle des œuvres mêmes de l'homme et ont dû attendre l'invention de ces œuvres pour éclore. Nous serons donc contraint,

santes des sentiments et des représentations dans un public donné. L'ensemble des opérations qu'on appelle la Raison, est chose collective. — S'il en est ainsi, la Sociologie peut revendiquer comme étant de son domaine une bonne partie de ce qui est d'ordinaire considéré comme le champ de la Psychologie, ou du moins il y a entre les deux sciences une zone frontière assez étendue. (Voir l'appendice I.)

Disons une fois pour toutes que quand nous parlons de conscience et d'inconscience, nous entendons la conscience et l'inconscience sociales. Une coutume peut s'établir sans que les hommes qui la contractent et l'établissent s'en aperçoivent ; elle arrive à la conscience du groupe quand elle est formulée en une prescription légale. Bien entendu cette conscience sociale est susceptible de degrés ; elle est aussi relative que la conscience individuelle.

(1) Ces problèmes ont été étudiés par nous à la Faculté de Bordeaux dans nos cours des années 1888, 1892 et 1893. Cf. *Revue de l'Enseignement secondaire et supérieur* 1893, le sommaire du cours de 92-93. Nous le reproduisons en appendice à la fin de ce volume.

avant d'exposer la Praxéologie de chaque époque, d'indiquer sommairement l'état des pratiques à cette époque et de dire quelles inventions nouvelles ont provoqué chez les théoriciens les réflexions d'où sont sorties leurs doctrines. Il appartient à l'historien des pratiques elles-mêmes, non à nous, de montrer comment ensuite ces doctrines ont par un effet inverse réagi sur les arts et enfanté à leur tour des modes d'action moins imparfaits. Comment ensuite les arts ont réagi sur les sciences est une question qui relève de l'histoire des sciences (1).

(1) Cf. Littré, *Hippocrate*, Paris 1844, vol. IV, p. 658. « Toute science provient d'un art correspondant dont elle se détache peu à peu, le besoin suggérant les arts et plus tard la réflexion suggérant les sciences ; c'est ainsi que la physiologie, mieux dénommée biologie, est née de la médecine. Ensuite et à fur et mesure, les arts reçoivent des sciences plus qu'ils ne leur ont d'abord donné... » Voir aussi Kapp : *Grundlinien einer Philosophie der Technik*, Braunschweig, 1877.

- 
16. Louis BASSO, La technique et sa philosophie (1928). Extrait de : *Revue philosophique*, 1928, CVI, pp. 357-386.

## La Technique et sa philosophie.

---

J'ai tenté dans une précédente étude, consacrée à l'analyse des procédés créateurs de la Technique industrielle<sup>1</sup>, de préciser la position qui paraît caractériser celle-ci par rapport à la recherche des sciences pures.

Ces premières conclusions, qui seront brièvement rappelées en temps utile, me conduisent à regrouper aujourd'hui, dans une fin d'ordre plus particulièrement philosophique, les termes du problème complexe que pose le développement récent de la *technique scientifique*. Je désignerai de ce nom générique l'ensemble des travaux et des recherches, qualifiés communément de *sciences appliquées*, *sciences industrielles*, ou encore *d'art et sciences de l'ingénieur*, qui ont pour objet d'associer le progrès scientifique à la réalisation des buts utilitaires de l'industrie.

Indépendamment même de la considération de ses aboutissements concrets et des moyens matériels qu'elle met en œuvre, la Technique scientifique s'impose chaque jour à l'attention la moins avertie, tant par l'ampleur et la précision de ses conceptions de principe que par la valeur et la personnalité de ses artisans. Fondant un point d'appui toujours plus solide sur les prévisions de l'investigation théorique et sur le fond de la connaissance abstraite, le génie industriel a poussé le perfectionnement de ses méthodes à un degré tel qu'il est devenu parfois difficile de délimiter, en fait, les attributions respectives du savant proprement dit et du technicien scientifique.

Il suffirait, d'un autre point de vue, à qui voudrait mesurer le chemin parcouru à l'échelle subjective des appréciations et des attitudes de l'opinion, de se reporter à l'époque, qui n'est pas à la

<sup>1</sup>. *Induction technique et science expérimentale*. Revue Philosophique, janvier-février 1925.

vérité fort lointaine, où l'« application » n'assumait encore, dans l'enseignement général et dans les ouvrages autorisés, que la charge toute modeste d'illustrer discrètement le texte de la science pure, comme par manière de concession bienveillante à l'utilitarisme profane.

Or, il est à présumer que la portée d'une évolution dont les circonstances s'annoncent aussi significatives, dépasse largement le champ, si étendu qu'on le conçoive, des seules réalités économiques, pour intéresser l'avenir et l'essor de notre science moderne, dans son intégralité.

\*  
\*  
\*

Il y a des mots qui sont malheureux, les uns parce que nous avons tendance à leur faire trop dire; les autres, à l'inverse, parce qu'ils semblent exercer sur notre réflexion une sorte de pouvoir stérilisateur. Le mot « technique » est doublement malheureux, puisqu'il jouit, au gré des circonstances et des mentalités, de l'un ou l'autre privilège.

Tandis que l'opinion moyenne est encline à assimiler les notions abstraites de science et de technique<sup>1</sup>, il arrive aux esprits mieux éclairés, pour avoir été précisément trop bien entraînés à marquer cette distinction de principe, de côtoyer une illusion inverse. C'est pourquoi toute expression qui prétend associer en quelque manière des concepts aussi subtils demande à être tout d'abord rigoureusement précisée et définie.

L'habitude que nous avons contractée d'établir une cloison étanche entre la science et son application, entre la recherche désintéressée et la poursuite de fins pratiques, nous incline à opposer, sur le même plan d'absolutisme abstrait, l'activité réalisatrice à la spéculation pure et à situer, tout d'un bloc, la Technique aux antipodes de la Pensée.

Cette opposition se trouve à la base d'un certain pessimisme assez répandu et qu'il est d'autant plus malaisé d'affronter en raison qu'il se développe sur une argumentation par elle-même fort spécieuse. On pourrait la résumer ainsi.

1. J'ai eu l'occasion de m'expliquer sur cette confusion caractéristique, dans une étude sur la *semi-science*, parue dans la *Revue Philosophique*, de mars-avril 1927, notamment p. 232.

Les capacités individuelles, tant spéculatives que techniques, sont socialement complémentaires les unes des autres. Or il est bien évident qu'aucune nation, quelles que puissent être les qualités propres et caractéristiques du génie de la race, ne saurait prospérer en concentrant son activité tout entière sur des objectifs exclusivement désintéressés. En revanche, il n'est pas moins certain qu'un engouement excessif en faveur des arts de réalisation et des disciplines purement pratiques, ne doit inéluctablement se solder par un déficit, tout aussi funeste, des valeurs intellectuelles et morales — et aussi bien finalement par la décadence de l'industrie elle-même, dont la puissance est subordonnée à la vitalité de la recherche pure.

Le second terme de l'alternative n'évoque-t-il pas précisément l'échéance vers laquelle s'acheminent nos civilisations contemporaines, à base de machinisme à outrance et d'impérialisme économique plus ou moins militarisé? Et ne trouvons-nous pas là l'interprétation la plus saisissante de la célèbre formule de Karl Marx : « La technique régit le mouvement de l'humanité »?

« Pour parler comme Marx, a écrit Fouillée<sup>1</sup>, l'infra-structure matérielle a tout conquis aux dépens des supra-structures idéologiques.... La technique, simple effet de la découverte spéculative et simple moyen pour une fin supérieure, est donc bien devenue une fin en soi. »

Nul doute que cette appréciation, exprimée voilà près de vingt ans, ne s'impose encore à toute une catégorie d'esprits, en dépit de tous les événements remarquables et de toutes les révélations suggestives dont la période écoulée est riche.

Non pas qu'il faille méconnaître la part de vérité qu'elle a pu contenir, et même qu'elle contienne encore; il est seulement permis de la trouver bien catégorique et bien définitive, en présence d'un ordre de faits si complexes et d'ailleurs si récents, que leur ligne évolutive se dégage parfois très confusément de la multiplicité des circonstances concrètes. Nul ne songerait, certes, à contester la gravité de ces méfaits de l'industrialisme, qui procèdent de la ruée d'appétits et d'intérêts matériels qu'il déclanche et, plus encore, du drainage qu'il exerce sans mesure

1. Les erreurs sociologiques et morales des démocraties, *Revue des Deux Mondes*, 15 novembre 1909, 54<sup>e</sup> volume p. 321.

et sans contrôle sur les intelligences comme sur les forces morales.

Mais ces constatations, si inquiétantes qu'elles surgissent, engagent-elles nécessairement et irrémédiablement l'avenir? Ceux qu'elles préoccupent, à si juste titre, sont-ils bien certains d'avoir également aligné toutes les inconnues du problème, ou même d'en avoir exactement discriminé les données fondamentales? En particulier, ont-ils fait suffisamment état d'un certain esprit nouveau, qui s'impose toujours plus impérativement, non seulement aux routines particularistes, mais encore à la rivalité des intérêts locaux ou immédiats, d'un esprit, en un mot qui s'annonce étranger par essence à la « technique » telle que paraît l'avoir conçue Fouillée?

« Au point de vue intellectuel, précisait en effet le penseur<sup>1</sup>, ce que la plupart des esprits considèrent de nos jours, ce n'est plus le ressort de toute science, je veux dire la théorie, œuvre de l'invention et de l'initiative, due aux grandes individualités, c'est la technique, dont parle Marx, œuvre de l'application et, trop souvent, de l'imitation, plus ou moins perfectionnée par les petits efforts successifs de petits individus. C'est le procédé pratique pour construire le moulin à bras ou le procédé pratique pour construire la machine à vapeur qui est érigé en principal moteur du genre humain. »

Est-ce bien à la collaboration de ces « petits individus » que l'Académie des Sciences a cru devoir faire appel, en consacrant à leurs « petits efforts » une section des *sciences industrielles*, par une décision dont il appartiendra à l'historien de la Recherche de souligner un jour la portée?

\* \*

L'incertitude ou, pour mieux dire, l'ignorance de l'opinion s'expliquent aisément, si l'on considère qu'entre la science et son application a régné en fait, jusqu'à une époque relativement très récente, une solution de continuité permanente, qui atteignait par endroits les proportions d'un abîme.

Le concours que le technicien pouvait escompter de la science se réduisait alors à quelques principes schématiques, à quelques vues tout abstraites, conçues en dehors des conditions caractéristiques où se déploie l'activité du constructeur. De là à « réaliser », il y avait nécessairement un pas à franchir : l'intuition du génie, ou simplement l'ingéniosité du sens pratique, y réussissaient par étapes inégales et discontinues; l'empirisme professionnel, à base d'imitation, de comparaison, surtout de « flair », se chargeait du reste, c'est-à-dire du gros de la besogne.

On peut dire qu'en somme, la conception théorique compliquait le problème technique plutôt qu'elle ne le précisait, et l'échec de la théorie, loin de déconcerter le praticien, le faisait volontiers sourire. Or il arrive que le praticien a dû changer quelque peu sa manière et que les positions respectives de la théorie et de la pratique se trouvent aujourd'hui nettement interverties. Tel est bien l'événement, considérable en lui-même, mais qui échappe encore à tant d'esprits ordinairement perspicaces, sans qu'il soit permis d'ailleurs de leur en faire autrement grief.

C'est qu'en effet la victoire de la « théorie », préparée par un labeur ingrat, obscur, dont il est difficile au profane de se faire une idée exacte, s'est révélée tout par un coup si définitivement acquise, que le technicien scientifique lui-même, accoutumé à compter avec la résistance des hommes beaucoup plus encore qu'avec celle des choses, s'en montre visiblement déconcerté. Encore dans le plein feu de l'action, dans cette atmosphère de l'usine si peu propice au recueillement philosophique, ni la besogne matérielle, ni les responsabilités qui se multiplient, ne lui ont ménagé le loisir de réfléchir sur les démarches de sa propre activité. L'ingénieur, quand les circonstances daignent lui concéder l'espace d'un fugitif retour à ses classiques, tend naturellement à oublier sa qualité de technicien pour ne penser qu'en homme de science pure, voire de science purement abstraite.

En ce qui concerne l'observateur du dehors, il faut reconnaître que les conditions dans lesquelles il peut être conduit à aborder l'examen des procédés de la technique récente, sont plutôt faites pour paralyser l'initiative de sa veine critique, sinon même pour égarer sa réflexion.

Les travaux originaux, projets, études, mémoires, dont l'ava-

1. Ibid., p. 319.

lyse serait précisément la plus suggestive, n'existent qu'éparpillés, fragmentés à la demande toute pratique des spécialisations industrielles. Comment parvenir à les grouper rationnellement, à les distribuer de façon à faire apparaître les orientations caractéristiques, les tendances révélatrices? Sans parler des recherches, considérables en nombre et en valeur, qui demeurent, pour des motifs compréhensibles, enfermées dans le secret du laboratoire ou du bureau d'études.

D'autre part, que faut-il attendre d'une première prise de contact avec les publications proprement dites, les seules qui soient pratiquement accessibles, du point de vue d'un logicien formé à la sereine ordonnance des exposés de science pure? Conçus soit pour des fins d'utilité courante, soit en vue de l'enseignement professionnel, ces ouvrages n'accusent que médiocrement le souci de dissocier, en termes suffisamment explicites, la part qui revient exactement à la théorie, à l'investigation abstraite, c'est-à-dire à ce qui constitue le propre de la technique scientifique, du lot, beaucoup plus dense et surtout plus reconnaissable, qui concerne la technologie de métier, la technique de pure exécution, ou même l'empirisme pur et simple.

Mais à ces difficultés matérielles s'en joignent malheureusement d'autres encore, plus conséquentes celles-là, puisqu'elles procèdent des habitudes de pensée et de la mentalité normale de l'observateur lui-même. Et peut-être n'est-ce pas le moindre profit qu'un esprit vraiment objectif pourrait retirer d'une étude, apparemment bien contingente et terre à terre, que d'en venir à se convaincre, chemin faisant, de la stérilité de quelques conceptions traditionnelles, devenues radicalement insuffisantes à rendre compte de la signification et de la portée d'événements qui les ont manifestement dépassées.

..

Dans quelles conditions et sous quels rapports précis la recherche scientifique est-elle appelée à intervenir dans les applications de la technique industrielle?

La science dégage les principes, recherche les lois; l'application tire les conséquences pratiques des principes et des lois. Discri-

mination qui apparaît fort simple dans un énoncé théorique, mais qu'il peut devenir malaisé d'opérer, dans l'enchevêtrement des circonstances concrètes où se conjugue l'effort des activités collaboratrices. D'où la difficulté de définir en termes abstraits l'objet de la technique scientifique.

Sans doute le technicien fait-il constamment « de l'application », au sens le plus rigoureux du terme, c'est-à-dire en s'employant à déduire les conséquences particulières de principes généraux donnés. Ce peut être là la partie courante de sa tâche; ce n'en est ni le tout ni même l'essentiel, si l'on envisage du moins la fonction technique en tant que créatrice de conceptions originales nouvelles.

Mais tout d'abord, et pour nous limiter à ce cas bien défini de l'application pure et simple, il convient encore que nous nous demandions à quelle science le technicien emprunte normalement les principes utilisables aux fins de son art.

L'ingénieur qui calcule les dimensions à donner aux différents éléments d'un assemblage métallique, les épaisseurs des tôles et profilés, le diamètre et l'espacement des rivets, applique les relations connues de la résistance des matériaux, laquelle ne constitue pas précisément une science pure.

Dira-t-on que la science appliquée n'est elle-même qu'une application de la science pure? Ce ne serait qu'à la condition de modifier implicitement le sens précis du mot « application ». J'espère avoir suffisamment montré<sup>1</sup> que la science appliquée, — à condition d'en avoir su démêler la substance abstraite, parmi les éléments de technologie et de pratique plus ou moins empirique, qui l'accompagnent et parfois la submergent dans les ouvrages d'usage courant, — est essentiellement et intégralement science, une science qui n'est nullement déduite de la science pure, mais, ce qui est fort différent, construite à partir des données de celle-ci.

Du point de vue objectif de la structure interne, la science appliquée ne se distingue de la science pure que par la considération, relative d'ailleurs, de l'ordre de majeure complexité et de généralité moindre des relations en cause. Quant à l'opposition que l'on fonderait sur le caractère utilitaire ou désintéressé des

1. *Revue philosophique*, janvier-février 1925, p. 49 et suiv.

disciplines, elle repose en réalité sur une appréciation toute subjective, qui s'arrête aux cadres et aux divisions purement contingentes que les nécessités pratiques peuvent imposer aux développements de la science. Ce n'est évidemment pas en attribuant à une partie de l'hydrodynamique le nom de « théorie du navire » que l'on en altérera *ipso facto* la qualité intrinsèque. Il appartient au logicien de rétablir les appellations appropriées et de faire opportunément la part du droit et du fait.

Or, la science appliquée est par elle-même du ressort de l'ingénieur; la recherche des relations qui constituent son objet propre fait partie intégrante des fins de la Technique scientifique. On devra donc se garder de faire coïncider le sens des deux couples abstraits *science pure-science appliquée* et *science-application*, aussi bien que de situer le point de départ de la Technique scientifique au niveau idéal où s'achèverait la recherche scientifique proprement dite. En d'autres termes, la frontière qui délimite dans l'abstrait les domaines respectifs de la science et de l'application, n'est pas celle qui détermine la répartition concrète des activités de l'homme de science et du technicien scientifique.

Ces précisions établies, il convient de pénétrer plus avant dans l'examen des processus, singulièrement complexes, qui interviennent dans l'élaboration des procédés créateurs de la Technique.

C'est qu'en effet, le technicien ne trouve pas toujours nécessairement un point de départ net et certain dans la science appliquée *faite*; d'autre part, si l'art réalisateur n'a jamais le loisir d'attendre, aucune science, qu'elle soit appliquée ou pure, ne s'improvise à volonté ni à la minute.

Le problème scientifique que pose telle réalisation projetée sera, le plus souvent, trop complexe pour être résolu au pied levé; sa complexité pourra même être telle qu'il n'y ait pas lieu d'espérer le réduire jamais, dans son intégralité, à un système d'équations purement analytiques.

C'est en pareilles circonstances que l'ingénieur est amené à construire ce que j'ai appelé une « théorie d'art ». La théorie d'art, c'est l'âme de la Technique scientifique; et c'est dans l'évolution, apparemment discontinue et empirique, de la théorie d'art, qu'il convient de rechercher la genèse de la science appliquée propre-

ment dite, celle qui est intégralement science, puisque son objet réside dans la découverte de principes et de lois.

Placé en face de relations inconnues ou, si l'on préfère, d'une partie de la science appliquée qui n'est pas encore faite et que l'urgence de la fin économique ne l'autorise pas à aborder dans les conditions de rigueur qui caractérisent la recherche pure, le technicien va néanmoins s'efforcer de pressentir quelque aspect de la vérité qui lui échappe, en s'aidant de ses connaissances acquises et, par-dessus tout, de son intuition. Or cette intuition est davantage et elle est autre chose que le seul flair professionnel, avec lequel elle doit s'allier d'ailleurs pour le plus grand bien de la réussite concrète.

Au début d'une théorie d'art, on hésiterait évidemment à assimiler à des inductions, à des hypothèses caractérisées, ces tâtonnements, ces artifices d'attaque qui apparaissent encore si inconsistants, si imprégnés d'empirisme. Les bases théoriques sont trop incertaines, l'expérimentation est trop approximative et fragmentaire, pour qu'une logique tant soit peu puritaine s'embarrasse de désavouer une entreprise de ce genre. L'investigation se satisfait aisément de l'aspect qualitatif des choses et, aussi bien, renonce-t-elle sans scrupule aux larges avenues de la généralité, dès qu'elle trouve à s'engager avec profit dans le sentier fermé qui suffit à ses visées restreintes.

A défaut de la connaissance précise de la courbe analytique, la seule prescience de son allure générale sera précieuse encore, quitte à s'attaquer avec des moyens plus rigoureux à une certaine région limitée, celle où doit se situer l'application concrète que l'on envisage.

Mais on reconnaîtra qu'en esprit du moins, et dans cette première phase que l'on pourrait qualifier de pré-conceptuelle, le physicien dans son laboratoire n'aborde pas autrement une recherche nouvelle. Or cette analogie de comportement se précise singulièrement, du moment qu'à la vision discontinue de chaque réalisation concrète, on substitue la théorie d'art évoluée, au point où l'ont amenée les artisans successifs dont le temps a intégré l'effort utile.

L'induction technique, arrêtée à chaque étape de son épanouissement abstrait, dès qu'il aura paru possible de « risquer » la

réalisation pratique, s'affermir peu à peu, de succès en insuccès, au fur et à mesure qu'elle se fonde sur un contingent expérimental plus riche. La prescience qualitative se condensera dans le sens de la prévision quantitative, la relation générale s'amorcera dans le jeu de la différenciation des coefficients d'expérience, jusqu'au jour où de la formule empirique se dégagera peut-être la connaissance de la loi.

On conçoit dès lors que la valeur d'une appréciation philosophique, touchant de quelque manière à l'évolution de la Technique, soit subordonnée à l'exactitude de la notion que l'observateur a pu acquérir sur la nature des processus de l'Application et, tout particulièrement, de ceux qui concernent la théorie d'art.

Peu importe que celle-ci en vienne à sacrifier délibérément l'intérêt de la recherche pure à la poursuite d'une fin utilitaire plus ou moins immédiate : le penseur doit s'efforcer de discerner la qualité des initiatives derrière l'insuffisance ou la matérialité des résultats, et ne pas se laisser dérouter par le fait que le mouvement des activités concrètes débordé les cadres conceptuels que forge la réflexion spéculative, de par la nécessité de ses propres fins.

Peu importe que le technicien doive cumuler les attributions du savant et celles du réalisateur. Ce qu'il faut retenir et considérer par-dessus toute chose, c'est qu'à la source de la théorie d'art, en dépit de son essor tronqué et de sa structure opportuniste, se place un fait psychologique irréductible, une attitude de l'esprit qui confère à cette théorie sa valeur caractéristique, aussi bien d'ailleurs que la garantie d'une virtualité indéfinie de progrès.

Cette attitude consiste dans le seul fait, de la part du réalisateur, de « croire à la science », de fonder sa méthode sur la conviction entière qu'il ne peut être d'application parfaite et définitive, en dehors de la connaissance des relations qui la régissent.

Dès lors, le secours de l'empirisme, pour inévitable et même précieux qu'on le considère, n'acquiert qu'une valeur occasionnelle et essentiellement provisoire. La réussite de fait qu'il peut ménager pour un temps n'empêche pas qu'un problème scientifique ne demeure posé. De telle sorte que le progrès définitif ne consistera pas tant dans l'élimination progressive de l'empirisme que dans l'élévation graduelle des données brutes de celui-ci, par

élaboration patiente et méthodique, à la dignité d'une expérimentation.

En résumé : tout problème technique enveloppe nécessairement un problème scientifique, c'est-à-dire un problème *de connaissance*. Résoudre ce dernier est l'objet propre de la Technique scientifique. Sous quelque aspect que nous considérions celle-ci, soit en tant que science correcte et orthodoxe, ainsi qu'elle parvient à se parachever dans la science appliquée, soit en tant que science virtuelle ou d'intention, comme le demeure la théorie d'art, jamais la Technique scientifique ne saurait être assimilée à une dérivation de la recherche pure, à une activité détournée au préjudice des intérêts de la connaissance.



\*  
\* \*

Comte assignait à notre science une double racine : la religion primitive et les premiers arts. Conception profonde, dont la fécondité s'est trouvée compromise du fait de conceptions spéculatives trop rigides et par ailleurs insuffisamment évoluées.

Il est clair que si la science, en tant que discipline abstraite, a pu se dégager par voie de différenciation de la religion et de l'art des premiers âges, l'homme devenu savant n'a pas acquis le pouvoir de se muer en un être de raison pure, au prix d'une transformation essentielle de sa constitution psychique et physiologique. Par delà l'effort de sa volonté et la contrainte éducative, il demeure *parte in qua* l'héritier du penseur primitif, dont le « sentiment » scientifique sommeillait encore confus, dans le flux de tendances hétérogènes qui aiguillaient tour à tour son activité mentale, soit vers la recherche d'explications mystiques, capables de lui faire comprendre la réalité, soit vers des fins utilitaires, comportant transformation ou recombinaison des éléments accessibles de cette réalité.

Ce sont ces mêmes tendances premières, évoluées, profondément différenciées, qu'il faut savoir retrouver encore à l'origine psychologique de toute œuvre de science. Car si la science a pu sortir progressivement de l'art et de la religion, ce processus continu n'a jamais dû s'interrompre, et la science moderne ne fait que développer les tendances qui procèdent, par voie d'évolution, de ce qui n'était originairement que sentiment religieux ou mystique, ou bien sentiment utilitaire de réalisation.

Ainsi le besoin de comprendre, si profondément analysé par M. Meyerson, orienté tout d'abord sur des puissances occultes, en lesquelles l'homme transposait en la magnifiant sa propre nature, en est arrivé à se satisfaire aujourd'hui d'électrons ou de grains d'énergie. Peu importe d'ailleurs ce que peut être la valeur absolue des conceptions, du moment que le besoin de comprendre possède le pouvoir éminent de déclencher ce merveilleux instrument de découverte qu'est le processus analytique centré sur l'abstrait.

Mais que dire de l'autre racine affectivo-motrice de la science humaine, celle qui plonge dans l'art créateur, et à laquelle nul ne

songerait à refuser pour autant un rôle décisif dans l'avancement général de la connaissance objective?

Comte ne paraît pas avoir éprouvé, à cet égard, l'insurmontable défiance que lui inspirait la causalité, au point que l'on pourrait accuser son système de verser, à l'occasion, dans un utilitarisme incompatible avec la hauteur de la mission qu'il assignait, par ailleurs, à la science positive.

Or parmi les inclinations fondamentales de notre nature, est-il donc si malaisé d'en discerner et d'en reconnaître une fort caractéristique qui, envisagée dans son essence abstraite, se trouve être à l'utilitarisme grossier, exactement ce que le besoin de comprendre du savant moderne serait au mysticisme simpliste de l'âme primitive?

Si le sentiment causal suscite et soutient l'effort d'analyse, l'âme de la synthèse ne réside-t-elle pas dans cet autre besoin que l'on pourrait appeler créateur ou constructeur *dans l'abstrait* et qui nous entraîne, non pas précisément à l'exécution ou à la fabrication pure et simple, mais à reprendre dans une vue de l'esprit pour les disposer, les regrouper en des systèmes toujours plus voisins de la réalité sensible. — point de départ et objet de la connaissance, — les éléments qui ont été tout d'abord découverts ou simplement supposés?

Et si la synthèse ne paraît remplir, en ce qui concerne la fin explicative, qu'une fonction régulatrice et à tout prendre secondaire, on reconnaîtra que la curiosité constructrice y trouve, à l'opposé, une satisfaction proprement spécifique, l'analyse ne contribuant ici qu'à préparer et à provoquer méthodiquement l'éventualité de cette satisfaction.

La psychologie récente fait une part toujours plus éminente à l'aspect affectif et moteur des phénomènes mentaux; le comportement scientifique ne saurait plus prétendre à un privilège d'isolement dans une sphère d'idéologie abstraite, d'où serait exclu ce sentiment qui, en science comme ailleurs, manœuvre l'homme.

Notre philosophie avait trop étroitement épousé la forme du génie grec, pour ne pas en avoir conservé ce que je me permettrai d'appeler une courbure persistante. La pensée antique, demeurée étrangère au facteur social et profondément ignorante de la valeur et du sens du travail humain, avait fait du savoir un avantage de

caste et, de la spéculation libre de l'esprit, un apanage des conditions fortunées et par là même des oisifs. On ne redresse pas avec la seule bonne volonté les conséquences d'une pareille erreur.

C'est ainsi qu'à la faveur d'une tendance invincible à isoler le domaine de la Pensée de toute intrusion suspecte, nous en sommes venus à forger une notion du désintéressement scientifique, dont la signification logique est inutilement forcée et la valeur morale d'ailleurs entièrement illusoire. Lancé sur cette pente, l'esprit en arrive par moment à exclure de la science tout ce qui paraît s'ouvrir sur une utilité quelconque. La pensée vulgaire se révèle à cet égard plus judicieuse et plus clairvoyante.

Si l'homme devait renoncer à naviguer, que deviendrait la théorie du navire? Nul ne le sait, mais si l'homme devait inhiber, l'une après l'autre, toutes les sollicitations de son activité pratique, qui donc affirmerait qu'il pourrait dès lors subsister une science, j'entends une science pure?

La philosophie classique paraît s'être ingéniée à dépouiller le domaine de l'Activité créatrice de ses plus larges et fécondes initiatives pour les attribuer, par un artifice de juriste, à une Spéculation trop imprégnée encore du naïf désir de soustraire l'*homo sapiens* aux nécessités concrètes qui procèdent de sa nature et de son origine. D'un côté la Pensée abstraite, animée et ennoblie de l'élan des activités libérales et altruistes; de l'autre la mesquine poursuite des utilités pratiques, la satisfaction des appétits et des instincts d'une animalité, que le « nouveau savant » qu'est l'homme de notre ère, n'a pas encore acquis, quoi qu'il en pense, l'habitude de considérer avec toute la sérénité du point de vue objectif.

Au surplus, pareille conception suscite inévitablement la tentation contraire et, pour s'efforcer de remettre les choses mieux en place, mieux en conformité du moins avec la réalité biologique et sociale, le Pragmatisme risque de verser dans l'ornière d'un utilitarisme qui, pour être plus largement entendu, n'en conduirait pas moins la Pensée dans une autre impasse. A ce propos, il ne sera pas superflu de remarquer que, si le savant considère l'Application d'un tout autre œil que le philosophe, c'est aussi que, — M. Abel Rey a souligné la distinction avec une grande finesse,

dans cette Revue<sup>1</sup>, — le pragmatisme du savant n'est pas précisément le même que celui du philosophe.

Pourquoi ne pas accepter le fait qui n'est, après tout, qu'une donnée de l'expérience, que Spéculation et Réalisation, — aussi bien que Science et Art, — ne sont exactement discernables qu'en tant que notions abstraites et que toute activité intellectuelle les associe nécessairement, en proportion infiniment variable, mais pratiquement impossible à discriminer?

*Construire et comprendre* représentent comme les deux fins extrêmes, entre lesquelles se partage l'effort vers le savoir, effort qu'aucune d'elles ne saurait accaparer à son profit exclusif. Construire et comprendre : tels sont les deux aspects différenciés d'une tendance spécifique, qui ne fait que développer les processus élémentaires que révèlent les formes les plus inférieures de la vie, et qui n'est autre en définitive que la tendance à l'adaptation, caractéristique de l'être organisé.

Seulement, précisément parce que l'élan vers le savoir englobe toutes les activités qui concourent à la fin générale d'adaptation, il faudra se garder de circonscrire la tendance constructrice dans la sphère limitée des utilités terre à terre et immédiates.

A cette condition se préciseront sans difficulté le caractère et la nature de cette modalité de la curiosité scientifique, qui s'oriente spontanément vers la reconstitution *abstraite* de la Réalité qui nous entoure et nous pénètre, Réalité qui ne cesse de nous être hostile que dans la mesure où nous acquérons le pouvoir d'intervenir dans les phénomènes qui la conditionnent?

Le besoin de *savoir pour construire*, ainsi considéré dans sa généralité abstraite, est en lui-même tout aussi objectif et désintéressé que le besoin de *savoir pour comprendre* : tout autant et au même titre que celui-ci, il est susceptible de provoquer et d'animer la recherche scientifique.

Mais, tandis que l'investigation analytique se centre d'elle-même, puisque les voies les plus divergentes rayonnent pareillement autour de la connaissance des éléments ultimes, l'effort de synthèse doit opter entre une infinité de reconstitutions possibles; cette nécessité implique l'initiative et le contrôle de l'esprit cons-

1. *Physique et Philosophie de la Nature à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle*. Revue Philosophique, nov. déc. 1926, not. p. 353 et suiv.

tructeur, capable de dominer d'assez haut les fins concrètes et particulières de l'art, pour demeurer foncièrement esprit scientifique, esprit de découverte et de connaissance. La recherche de l'ingénieur ne nous apparaîtra plus aussi discordante de la science qui regarde vers l'atome, si nous la considérons à travers le génie d'un Berthelot.

Et, n'était le scrupule de paraître sacrifier à un goût excessif pour la symétrie doctrinale, on serait tenté de conjuguer, à l'origine du processus vers le savoir, les deux faces éternelles de cet appel métaphysique dont le comtisme avait cru pouvoir décréter définitivement l'exclusive.

Si toute investigation analytique enveloppe une recherche causale, aucune synthèse ne s'organise et n'évolue sans un dessein préconçu, plus ou moins net et définitif, mais qui circonscrit *a priori* le champ opératoire; non pas nécessairement un but utilitaire et concret, mais un certain schème d'organisation des éléments abstraits, en vue d'une reconstruction partielle de la réalité extérieure. Autrement dit, la science des synthèses est nécessairement et essentiellement finaliste.

Seulement cette finalité-là n'alarme aucune conscience et le savant est d'autant moins porté à en suspecter l'attrait, qu'il lui est permis de s'y installer en maître, avec armes et bagages, j'entends avec ses équations et son attirail expérimental. Cette finalité s'enferme dans la réalité qui est, — ou paraît — accessible à l'action de l'homme et elle se borne à sonder les virtualités toujours extensibles de son pouvoir sur la matière.

La légalité pure suffit à ouvrir notre esprit à la connaissance du concevable, objet des sciences purement abstraites. Sous l'impulsion de l'instinct causal, s'organise le processus qui tend à réduire la Réalité aux éléments abstraits qui, seuls, sont susceptibles de nous la « faire comprendre ». En sens inverse, sous l'aiguillon finaliste, s'édifie la science du Réalisable.

L'univers du Réalisable enveloppe, au sein de l'univers réel, le progrès de la recherche synthétique, orientée par l'instinct constructeur.

La science recherche la connaissance pour la connaissance : cette formule peut être entendue au sens le plus absolu, du moment que l'on se réfère au seul *objet* de la science. Mais il

serait tout aussi vain de prétendre exclure la fin réalisatrice, en tant que mobile immédiat de l'activité scientifique, que de méconnaître le fondement causaliste de la curiosité.

\*  
\* \*

Les réflexions qui précèdent ne tendent pas davantage à présenter une conception nouvelle des activités de l'esprit, qu'à imposer une sorte d'éloge de l'œuvre de la Technique, inspiré par le désir platonique de rehausser un prestige parfois fort injustement sacrifié.

Peut-être, en présence de certaines résistances, du maintien de scrupules attardés, capables d'influencer fâcheusement la réflexion de la masse pensante, n'est-il pas superflu de marquer un écueil moins illusoire aux regards clairvoyants. Le souci intransigeant d'un désintéressement interprété à la lettre, risque aussi de dévoyer la pensée critique d'une époque, d'une race, ou simplement d'une école, dans l'impasse d'un dogmatisme dédaigneux et sectaire, appelé à déteindre sur l'attitude sociale de toute une élite, soit en la figeant dans un isolement stérile, soit en l'incitant à des luttes d'opinion redoutables, où le nom de science n'intervient qu'à la façon d'un symbole de désunion et de fanatisme.

Aux esprits objectifs et impartiaux, — et encore exactement informés, — d'apprécier si le développement technique n'est pas venu précisément aider notre science française, — pour la considérer en particulier — à franchir un cap redoutable, au moment de s'engager dans l'ère de sa prospérité présente. Jamais la recherche abstraite n'a brillé chez nous d'un plus pur éclat, que depuis que l'Application a entrepris de reconquérir à notre avantage une place éminente, que l'on s'est beaucoup trop hâté de déclarer incompatible avec les facultés de notre race.

C'est pourquoi, à la thèse pessimiste d'une recherche, menacée de s'embourber dans les bas-fonds de l'utilitarisme, il paraît temps d'opposer la conception d'une science assez évoluée et parvenue à un degré suffisant de maîtrise, pour imposer le meilleur de son esprit et de sa méthode à l'activité productrice et économique tout entière. L'ingénieur ne sera plus un homme de science fourvoyé dans une besogne matérielle et perdu pour le

progrès théorique, mais bien un pionnier de la science à la recherche de nouveaux horizons et de nouveau savoir.

Et, pour ne pas multiplier des affirmations qui ne valent que sous bénéfice d'expérience, je me bornerai à inviter tous ceux que ce genre d'investigation ne rebute pas *a priori*, à suivre les faits constants et caractéristiques de la pénétration sûre et continue de l'esprit scientifique dans les coutumes et les procédés séculaires de l'empirisme producteur. La leçon en sera d'autant plus générale, et profitable à toutes les natures d'esprit, que l'œuvre de la science ne s'analyse pas exclusivement en des vérités abstraites et des résultats chiffrés, mais qu'elle comporte, en dépit de tout ce que certains voudraient prétendre, une action morale profonde, dont les signes sont pour le moins aussi caractéristiques du sens précis de son évolution.

Bien des idéalistes se leurrent étrangement sur la signification sociale de qu'ils appellent la mise en équation de la force et de l'intelligence de l'homme, au profit du Moloch de la production industrielle. La Technique porte les fautes du machinisme, dont elle n'est pas plus responsable que de tant d'autres griefs qu'on lui impute, tel celui de préparer, en forgeant des armes toujours plus meurtrières, la destruction définitive de l'homme par l'homme.

Les résultats matériels de la recherche technique ne valent ni plus ni moins moralement que les desseins qui l'utilisent. De ce point de vue encore, la Technique ne fait que prolonger la Science. Ce qu'il faudrait plutôt considérer ici, c'est la méthode, le comportement particulier qu'elle impose à l'exécution de ces desseins, et se demander si ces modalités n'interviennent pas en réalité à la manière d'un modérateur ou d'un frein, parfois même d'un obstacle.

La sensibilité peut se trouver blessée, à voir le technicien évaluer numériquement les ressources et le rendement de la frêle machine humaine et l'on sera porté, de ce fait, à préjuger la volonté tyrannique de forcer cette machine jusqu'à l'extrême limite des possibilités. Ce n'est là qu'un mirage et la même sensibilité subit un trouble pareil en présence du scalpel du chirurgien, ou même de la froide investigation du psychologue.

Envisager la force et l'énergie de l'être vivant comme un

instrument de gain ou de domination économique, est un point de vue; faire rentrer ces éléments, sous une forme appropriée, dans l'étude objective de la réalité, en est un autre. La Technique scientifique, position avancée de la Science du Réalisable, affirme toujours plus nettement son orientation dans le sens d'une Physique humaine, s'efforçant d'intégrer l'action de l'homme dans le cadre des forces de la Nature et s'attachant, à cet effet, à dissocier et à scruter les facteurs physiques caractéristiques de cette action complexe, comme la sociologie et les sciences sociales se préoccupent d'en étudier les facteurs moraux.

Si la Technique s'emploie à réduire les modalités de l'énergie humaine à des estimations précises, exprimables en coefficients numériques, en marges de sécurité calculables, c'est qu'elle entreprend une œuvre durable, stable, basée sur des moyennes exactes, déduites de l'expérience par élimination de l'exceptionnel, de l'excessif. Le succès empirique, au contraire, implique trop souvent le déséquilibre des proportions rationnelles et un appel anormal à des conditions de travail écrasantes ou périlleuses. Le tour de force, le « coup de collier » n'entrent pas dans les prévisions de la science, pas plus que les routines révolues ou le gaspillage des forces. Régularisant les tâches, adaptant toujours plus précisément la réglementation du travail aux conditions du milieu qu'elle transforme, la Technique scientifique élève sans cesse la dignité de l'effort producteur, tout en uniformisant les méthodes et les procédés, dont l'illogique diversité n'a été que trop fréquemment la source de misères et de rivalités stériles.

D'autre part la science est une dans son esprit et il est clair que, si la Technique scientifique a pu prendre pied sur le domaine de l'empirisme industriel, elle continuera à s'y maintenir et à progresser avec d'autant plus de vigueur qu'elle sera soutenue et poussée par l'effort de la science tout entière, solidaire dans toutes ses recherches. La Physique humaine appelle la collaboration de toutes les disciplines qui ont pour objet quelque aspect du phénomène humain. La sauvegarde du moteur animé, la connaissance de ses conditions normales de rendement et de puissance ne se peuvent envisager objectivement sans le secours des disciplines biologiques et nul ne peut douter que la sociologie *appliquée* ne soit appelée, à plus ou moins brève échéance, à jouer un

rôle capital dans l'étude des conditions morales où se poursuivra l'industrie de l'avenir.

Est-il d'ailleurs si difficile d'apprécier ce qu'il entre déjà de « théorie d'art » psychologique dans le principe du taylorisme, principe indéfiniment perfectible et qui suffit par lui-même à montrer que, si la psychologie sociale a pu trouver une voie féconde dans l'étude des milieux du travail, le point de départ en doit être recherché tout d'abord dans le succès de la Technique scientifique?

Et ici, une autre observation s'impose. Ce n'est pas seulement le développement de la science abstraite qui devait, au dire de quelques-uns, se voir sacrifié au progrès monstrueux d'une Technique envahissante; c'était encore l'avenir de la pensée générale qui se trouvait compromis irrémédiablement, et la réflexion sociale détournée sur des fins étroitement matérielles, au détriment des préoccupations morales et collectives, qui assurent seules le rayonnement des sociétés fortes par la cohésion des consciences nationales.

Le sociologue qui possède une expérience personnelle et directe du milieu ouvrier, ne contestera pas que le travailleur réfléchi ne trouve précisément aujourd'hui, dans les circonstances normales de sa profession, des sollicitations et des encouragements multiples à ouvrir son esprit sur des horizons que ne lui eussent jamais laissé soupçonner les règles de l'ancienne Pratique. On oublie volontiers que la première époque du machinisme s'est accomplie dans un système d'organisation du travail entièrement empirique et c'est visiblement sur ces errements néfastes, mais fort heureusement périmés, que s'exerce encore la critique de maint économiste.

Le thème du surmenage et de l'abrutissement, conséquences du travail d'usine, se dégrade singulièrement au regard de celui qui observe l'élan de curiosité intense, que l'ouvrier moderne ressent au contact de l'outillage mécanique et le désir persévérant qu'il manifeste de remonter aux principes élémentaires des sciences exactes. Le modeste exécutant manuel s'imprègne d'habitudes de précision, un peu étroites peut-être, mais en même temps d'une certaine manière de considérer les choses sous un angle positif et rationnel, qui pour être pratique et concrète n'est

nullement exclusive de vues plus larges et plus idéalisées. C'est là l'ébauché du sens objectif, si étranger par ailleurs à tant de milieux de culture plus ample, et un grand progrès se trouvera réalisé, le jour où l'éducateur social aura pleinement compris le parti qui peut être tiré de ces prémices.

Que si ce résultat devait par lui-même soulever certaines critiques, ce ne serait plus la Technique qu'il faudrait accuser, mais bien la Science en personne et la discussion se trouverait dès lors transportée sur un terrain tout autre.



SUR LA SCIENCE DES MACHINES <sup>1</sup>

On vient de voir tout l'esprit inclus dans la technique. Je voudrais, à mon tour, dans les machines, en faire sentir l'humaine et profonde signification. C'est entrer dans des voies qui ne sont qu'entrevues mais bien prêtes pour l'effort des hommes.

C'est un signe des temps que de voir, dans ces pages, voisiner des esprits venus de points très opposés de l'horizon intellectuel. C'en est un autre, et non moins significatif, de les voir aborder, d'un même cœur, un problème identique.

Il y a là autre chose qu'un témoignage de l'inquiétude qui vient aux hommes de voir le progrès, sans ordre, des techniques se disjoindre des progrès de la moralité. Il y a là plus qu'un simple désir de savoir. Il y a le constat de valeurs qui déclinent : singulière fortune de la spécialisation, de la science appliquée. Il y a le constat d'acquisitions nouvelles : sens social, travail d'équipe et collaboration. Il y a, semble-t-il, et surtout, le désir de retrouver les unités fondamentales, le sentiment actuel et très vif que, peut-être, nous avons perdu l'homme et qu'il nous faut, enfin, le reconstruire.

Ainsi les temps présents portent le témoignage que l'heure est arrivée de synthèses nouvelles. Nous avons tronçonné le savoir, et l'esprit, et l'homme lui-même. Nous n'avons plus, en eux, que collections, sans lien, d'activités spéciales. Il nous faut faire retour. Il nous faut reconstruire, fondant sur la technique nos moyens d'opérer les actes nécessaires.

Chaque machine sortie de nos mains, créée par le labeur technique des hommes, constitue une totalité organique. Et l'on vient de dire, avec force, les conditions de son entière connaissance. Et, d'ailleurs, l'ensemble des machines forme une vaste collection dans la formation de laquelle notre esprit se refuse à ne voir que désordre et hasard.

D'abord, chaque machine, qui reçoit de l'extérieur tant et de

1. Voir : J. LAFITTE, *Réflexions sur la science des machines*, *Cahiers de la nouvelle journée*, Paris, Bloud et Gay, 1932.

si diverses communications, se trouve être le siège de phénomènes généraux dont le caractère d'universalité ne manque pas et n'a jamais manqué de susciter l'intérêt du physicien. Ainsi, dans les machines, les conditions de leur résistance, de leur équilibre, des transformations de mouvements, de force et d'énergie qui s'y opèrent, appartiennent au domaine des conditions universelles et relèvent des disciplines des sciences mécaniques et physiques. Mais ces conditions, elles transcendent la machine elle-même. Si c'est un problème de décider si nos lois de la physique obéissent à la machine, ou bien la machine à ces lois, il n'en reste pas moins que les sciences physiques, pour indispensable que soit, ici, leur exercice, ne constituent pas la science spécifique des machines. A travers et par ces corps organisés sortis de nos mains, le physicien poursuit son inlassable cheminement vers la connaissance de l'immuable et de l'universel.

Ensuite, puisque chaque machine s'offre à nous comme un complexe organique, susceptible de fonctionnement et sujet aux contraintes du temps, chacune d'elles et l'ensemble qu'elles forment peuvent susciter, et suscitent en effet, l'application de disciplines de recherche et d'explication qui sont propres à tout ce qui est organisé. Que l'on veuille ou non que la biologie se porte, un jour, à s'intégrer dans une organologie, science plus vaste et connaissant de tout ce qui fonctionne, il reste, cependant, que l'étude des machines relève, encore, de disciplines étroitement comparables aux disciplines biologiques.

Mais, là encore, pour utile et nécessaire que soit l'exercice de telles disciplines, elles n'ont rien de spécifiquement relatif aux machines. Là encore, le savant qui se penche sur l'organisation et les propriétés qu'elle confère poursuit la recherche d'une généralité transcendante à la machine elle-même.

Enfin, puisqu'elles sont de notre création ; puisqu'elles résultent, sans conteste, de nos activités humaines ; puisqu'elles reçoivent par nous leur existence même et toutes les conditions de leur être, il ne saurait être mis en doute que s'appliquent, à leur propos, toutes les disciplines relatives à l'étude des activités humaines. D'une manière entièrement générale chaque machine et l'ensemble qu'elles forment relèvent de l'examen des sciences sociologiques. Par elles le savant tentera l'explication de la genèse de chaque type. Il verra moins, dans la machine, un sup-

port de phénomènes qu'un phénomène machine lui-même. Il se posera le problème de son existence. Et, par là, la sociologie apparaît comme la forme type de la science des machines.

Il est peu d'objets dont l'entière connaissance suppose, à un tel point, l'application simultanée de toutes les disciplines scientifiques. M. Pacotte vient d'en montrer les raisons générales et je m'accorde à lui quand il marque, avec force, combien la connaissance des techniques, et partant des machines, suppose une synthèse intégrale du savoir et des facultés humaines. De même, quand il montre comment et combien son retard à se former tient à une déficience primitive de l'esprit de synthèse.

Dans le même temps, nous voyons toutes les sciences particulières former, par leur concours, la connaissance des machines, et pouvons décider, cependant, qu'il n'en est qu'une, parmi toutes, qui porte en elle ce qu'il faut pour servir de type à la science de ces objets. Sans doute, transposant l'énonciation singulièrement profonde de Cournot, les sciences physiques, naturelles et sociologiques forment, dans un seul ensemble, comme trois parties ou trois voix, chacune répétant l'autre à sa manière comme par un changement de clef ou une transposition de la note fondamentale. Sans doute il n'est pas de connaissance entière sans la synthèse de ces trois voix. Mais, sans doute aussi, faut-il dire qu'ici la voix sociologique est dominante, soutenue par l'emploi des techniques de la biologie et de la physique.

Chaque science particulière se distingue, à nos yeux, par une double discipline. L'une, descriptive, se propose la description rigoureuse des phénomènes observés ; l'autre, normative, se propose la recherche des lois qui régissent ces phénomènes et des causes qui les font se produire, cette recherche n'ayant, en final, qu'un seul but : l'explication de différences observées.

Ainsi les sciences physiques, par l'observation et la mesure préalables de phénomènes naturels ou expérimentaux, tâchent à ramener à des lois et à des causes toutes les variations et, par suite, toutes les différences qu'elles observent. Ainsi les sciences naturelles poursuivent, d'abord, la description et la classification des individus qu'elles observent pour tenter, par ces données préalables, l'explication des différences qu'ils présentent entre eux. Ainsi encore les sciences sociales, par la description

et la classification préalables des phénomènes sociaux, donnent au sociologue les matériaux indispensables pour la recherche de ses explications.

La science des machines ne saurait échapper à ces distinctions nécessaires, et l'examen des faits qui attestent sa formation montre, en effet, qu'elle n'y échappe pas. Comme la sociologie, dans laquelle elle s'intègre, la mécanologie comporte une discipline normative s'appliquant à des faits parfaitement distingués. Ces faits lui sont présentés par une discipline historique, descriptive et classificatrice, par la mécanographie, qui ne constitue pas une partie de la mécanologie proprement dite, quelque intérêt qu'elle présente par elle-même.

La mécanologie ne se propose donc pas de décrire les machines ni d'en établir l'histoire. Elle se propose, exclusivement, d'extraire, de chaque partie suffisamment élaborée de cette histoire, la connaissance générale des lois et des causes qui déterminent l'existence des machines. Elle se propose l'explication des différences qui s'observent entre elles et se pose ainsi le problème même de leur existence.

Il lui suffira qu'en certaines régions du monde des machines, l'histoire, la description, la classification des individus lui apportent des faits précis et contrôlés. Elle y portera son analyse et commencera la recherche efficace de ses explications.

Ainsi, la mécanologie reconnaît pour ses objets l'immense collection des corps, assemblages de corps résistants, qui reçoivent de l'homme une forme plastique organisée. Et dans cette collection, elle s'efforce de distinguer un enchaînement dans la formation des types, un ordre du passé comme promesse d'un devenir ordonné.

Elle aura pour méthode la méthode sociologique : analyse poussée aussi profondément que possible, soit d'un phénomène machine, soit d'une série limitée de phénomènes machines tous décrits avec le maximum possible de précision scientifique ; et, simultanément, constitution d'hypothèses synthétiques d'explication, qu'une analyse plus profondément poussée lui fera délaisser pour d'autres plus proches de la réalité des faits d'observation.

Elle aura pour caractères, enfin, ceux de la sociologie. Elle sera, pour les machines, une science d'évolution, une science de

types, une science de lois. Elle formera sa part, dans un vaste concours, dans cette synthèse qui restituera l'homme dans l'intégralité de son comportement, qui mettra la machine devant l'homme, et qui mettra, par elle, l'homme à sa place dans le vaste univers.

Il n'est pas de science sans mesure.

Dans l'instant même qu'elle vient à la naissance, la science des machines doit établir son instrument de références. Il lui faut comparer entre eux des organismes, tâcher d'en ordonner l'ensemble suivant un ordre en perpétuelle recherche et qui sera sa loi. Elle doit situer, les unes par rapport aux autres, des organisations prodigieusement diverses. Elle trouve, toutes formées pour ces fins, les techniques classificatrices.

On a dit les faiblesses et les dangers du langage classificateur. Certains auteurs ont prononcé qu'il devait, quelque jour, disparaître. Peut-être, entre ce langage et le langage des fonctions, outil puissant des sciences les plus vieilles, y a-t-il plus de différences de forme et de degré que de différences essentielles. Peut-être, la distinction des correspondances sérielles et des rapports fonctionnels qui s'en déduisent se retrouve-t-elle, essentiellement, aussi bien dans l'algorithme mathématique que dans le langage classificateur des sciences naturelles. Peut-être ainsi ces dernières, qui paient, par un langage primitif, le tribut de leur jeunesse relative et de la complexité plus grande de leurs objets, verront-elles quelque jour lointain se former un langage supérieur plus adéquat à leurs besoins. Mais, dans l'instant, les sciences naturelles apportent à la mécanologie, et tel qu'elles l'ont forgé, l'instrument de mesure qui lui est nécessaire.

D'abord, la science des machines se propose de distribuer ses phénomènes suivant un ordre chaque jour moins systématique et plus proche d'un ordre de nature. Et cet ordre elle ne le postule pas.

Des faits concordants et de constantes observations lui montrent, dans les machines, que l'homme a procédé suivant un ordre de composition organique croissante. En sorte que les machines les plus simples, qui offrent le moins de différences avec les objets de la nature, sont aussi les plus primitives, et que les machines les plus riches en organes sont aussi les plus

récentes. Les mêmes faits montrent encore, dans les machines, que les types antérieurs ont été et sont encore la condition d'apparition des types postérieurs. Ils montrent ainsi que l'ensemble des machines se présente, à nos yeux, sous l'aspect d'une série évolutive et que rien ne condamne l'espoir que nous avons de pouvoir, à la longue, l'établir suivant un ordre naturel.

Dans cette distribution, en constant perfectionnement, la science des machines se propose d'établir des coupures qui nous servent de repos et de points de repère. Par une classification, elle se propose, ainsi, d'isoler des masses principales, puis des masses secondaires, toutes définies par des caractères généraux et subordonnés qui soient communs aux individus qu'elles comprennent. Elle tend, par là, à créer un langage, sans cesse perfectible, susceptible de nous permettre d'exprimer la distribution et de former, par de lentes améliorations, l'image, sans cesse plus précise, d'une réalité que jamais nous n'atteindrons en son entier.

J'ai montré, par ailleurs, combien, dans les machines, la classification était encore fort loin de constituer une technique générale et bien organisée. J'ai dit les tentatives qui se sont faites et ce que chacune d'elles apportait, comme matériaux, pour une classification générale qui reste à faire. S'il n'importe pas ici d'entrer dans le détail, il paraît indispensable, cependant, d'énoncer à nouveau, avec leurs caractères, les coupures primaires que j'ai, moi-même, proposées. Elles appellent bien des réserves, que j'ai faites, et nécessiteront beaucoup d'études encore et de perfectionnements. Mais elles présentent un intérêt trop grand, même dans cet état provisoire, pour que je ne m'étende pas quelque peu à leur sujet.

Je propose de distinguer, dans l'ensemble de la série mécanologique, telle que je l'ai précédemment montrée, trois grandes coupures isolant des masses principales, chacune d'elles comprenant des individus distingués par un système particulier d'organisation.

A ces coupures, types primaires d'organisation, que j'énumère dans l'ordre inverse de l'ordre d'apparition des caractères qui servent à les distinguer, je propose d'assigner les noms suivants :

Types primaires d'organisation...	}	Machines réflexes.
		Machines actives.
		Machines passives.

*Les machines réflexes* sont les plus composées qui s'observent dans la série mécanologique. Elles jouissent de la propriété remarquable de voir leur fonctionnement se modifier selon les indications, qu'elles perçoivent elles-mêmes, de variations déterminées dans certains de leurs rapports avec le milieu qui les entoure.

Elles doivent cette propriété à l'existence, dans leur organisation, d'organes ou de systèmes d'organes différenciés, plus ou moins développés, leur permettant de détecter ces variations et d'en transmettre les effets à leur système transformateur fondamental.

Ces machines présentent, très généralement, un système transformateur fondamental agissant sous l'impulsion de flux extérieurs ; des organes de réglage et de distribution pour ce système fondamental ; et un système organisé de sensibilité à certaines variations du rapport de la machine avec son milieu.

Elles nous montrent des fonctions cycliques, irrégulières, modifiables par l'homme et par elles-mêmes. Elles jouissent, par leur organisation, d'une sorte de pouvoir de réaction propre aux actions de leur milieu, et possèdent ainsi une sorte de liberté, plus ou moins prononcée, de fonctionnement.

La torpille automatique, le moteur qui, de lui-même, modifie son régime et sa consommation suivant les perceptions de son régulateur, sont autant de machines réflexes déjà très composées. Et, d'ailleurs, le piège à trappe présente, sous une forme primitive, les caractères réflexes, mais les présente, me semble-t-il, sans conteste.

On observera que, dans ces machines, et dans celles-là seulement, se posent des problèmes de sensibilité organisée, si passionnants pour le physicien comme pour le constructeur.

*Les machines actives* jouissent de la propriété d'avoir un fonctionnement déterminé par un flux d'énergie venant de l'extérieur, qu'elles transforment ou qu'elles transportent. Mais elles ne jouissent pas de la propriété des machines réflexes de pouvoir adapter ce fonctionnement aux variations, perçues par elles, dans leur rapport avec leur milieu.

Elles doivent leur propriété à l'existence dans leur organi-

sation d'organes ou de systèmes d'organes différenciés, ou à des formes élaborées, permettant la réception du flux extérieur, sa transformation et la transmission de ses effets.

Ces machines présentent un système principal de transformation des flux ; des systèmes secondaires de direction, de distribution, de transmission et de réglage. Le rythme de leur fonctionnement est étroitement assujéti aux flux qui les animent. Il peut se diriger et se régler, par l'homme, au moyen d'organes spéciaux. Il ne dépend des variations dans le milieu que d'une manière diffuse dans l'ensemble de la machine et non organisée.

Elles nous montrent des fonctions cycliques, modifiables par l'homme, immodifiables par elles-mêmes.

Elles présentent, par rapport aux précédentes, une dégradation marquée de leur organisation, le système de sensibilité organisée en ayant disparu.

Les autos, les machines-outils les plus composées des temps contemporains, comme les outils et les armes les plus simples, sont autant d'exemples caractéristiques de ces machines.

Les machines passives jouissent de la propriété d'être, organiquement, indépendantes des flux d'énergie extérieurs. Elles subissent, diffusément, et l'action de ces flux extérieurs et les variations de leurs rapports avec le milieu qui les entoure. Leur statut ne peut se modifier ni par l'homme ni par elles-mêmes, à moins qu'il ne soit apporté dans leur organisation des perfectionnements tels qu'ils donnent alors naissance à des types différents.

Elles doivent ces propriétés à l'existence, dans leur organisation, d'organes, ou de systèmes d'organes, ou de formes élaborées, supportant, sans les transformer, les flux qui les atteignent. En elles les positions relatives, les volumes et les masses sont organiquement invariables.

Elles ne présentent ni système différencié de sensibilité organisée, ni système transformateur principal et sont ainsi moins composées que les précédentes. Elles n'ont pas, à proprement parler, de fonctionnement. Elles sont essentiellement sans période et acycliques. Elles n'ont de propriétés utilisables par l'homme que celles qu'elles tirent de leur position dans l'espace, de leur masse, de la résistance des substances qui les constituent.

Le poteau, le flotteur, le radeau, l'abri primitif comme aussi la plupart des constructions architecturales, les vêtements, etc., sont des machines de ce type. Elles se distinguent des précédentes par une organisation plus dégradée.

Dans leurs formes inférieures ces machines perdent presque complètement tout caractère d'organisation d'origine humaine et paraissent, en fait, devoir leur origine à une appropriation primitive de dispositifs naturels existants.

Telles apparaissent, pour l'instant, les trois coupes primaires que l'observation des faits permet de proposer dans l'ensemble de la distribution mécanologique.

Et cette observation nous permet d'attester que les trois grands types primaires d'organisation forment, entre eux, un ordre chronologique. Ils comprennent, dans un ordre constant d'apparition, des machines dont la composition marque dans le temps une gradation croissante : les machines passives, représentées par l'énorme développement architectural, apparues et développées les premières, étant moins composées que les actives, et ces dernières l'étant elles-mêmes moins que les réflexes, dont le grand développement est tout à fait récent.

Il suffit, pour distinguer cet ordre, de considérer les tendances générales de nos arts plastiques, le développement des lignées mécaniques, le développement de la série prise en son entier, les vitesses différentes, enfin, du développement des trois types d'organisation considérés.

Comment, d'ailleurs, à cet égard, n'être pas attentif aux singulières correspondances qui s'observent entre ces types d'organisation et certaines de nos connaissances. La distinction et la mesure des variations de certains flux sont pour nous, par exemple, des acquisitions relativement récentes et leur importance est manifeste dans le développement des machines réflexes.

Il est possible, dans ces coupures primaires de la distribution, d'établir des coupures secondaires distinguées par des caractères subordonnés. J'ai proposé, à cet égard, de reconnaître certaines classes dont le détail et l'énumération n'importent pas ici.

Les recherches de cette sorte, les observations qu'elles comportent et les tentatives qu'elles supposent, emportent des enseignements pleins d'efficacité. Elles nous portent, dans le

même temps, vers l'analyse de phénomènes singuliers, de ces totalités organiques que sont nos villes, nos usines et nos groupements organisés de machines de tout genre, et vers une vision chaque jour plus précise et plus forte de la distribution dans son ensemble. Elles nous portent encore, par une lente progression, devant la difficulté dernière et la plus grande : distinguer et définir l'espèce mécanique et chaque individu dans une espèce donnée.

Si la possibilité même d'une classification générale ne peut être mise en doute, les coupures qui se proposent doivent recevoir du temps et de recherches plus nombreuses d'importantes modifications. Pour provisoires que soient nos conclusions à cet égard, elles nous permettent cependant de pénétrer, avec beaucoup de force, certains caractères de la série.

La série mécanologique n'est pas linéaire et partout également nuancée. Mais elle est rameuse, inégale dans ses parties, certaines d'entre elles paraissant présenter des lacunes nombreuses. La façon remarquable dont elle se montre décomposable en séries secondaires ayant chacune leurs caractères, leurs dates et leurs lois propres, permet d'établir des comparaisons pleines d'intérêt entre la série évolutive des machines et celle des êtres vivants.

Tout d'abord les rapports qui existent entre les grandes coupures de l'ensemble des êtres vivants, entre les végétaux et les animaux, par exemple, ou entre les protozoaires, les invertébrés et les vertébrés, sont comparables, dans leurs grandes lignes, à ceux qui s'observent entre les trois types d'organisation distingués ci-avant. Les machines passives sont comparables aux végétaux, tandis que les machines actives et réflexes le sont aux animaux.

Ensuite, il est fort remarquable que l'orientation de la série mécanologique, à travers le développement rameux de ses trois grandes coupures, s'établisse dans le même sens que celle de la série biologique ou dans un sens étroitement comparable. La science montre que la série biologique est caractérisée, dans son devenir, par un perfectionnement croissant du système nerveux conditionnant un accroissement de la sensibilité et, partant, de l'intelligence. De même, par un perfectionnement

croissant des systèmes d'organes leur servant à percevoir, à transmettre et à pallier les variations dans leur milieu, le développement des machines s'opérera, selon moi, dans un sens réflexe toujours plus affirmé, l'homme se libérant chaque jour davantage de l'obligation de conduire et de contrôler lui-même les machines qu'il a construites. Ainsi la série des machines tend à se dégager, chaque jour un peu plus, de son étroit contact avec sa souche originelle.

En cela l'observation des faits porte le témoignage de cette vérité profonde qu'énonce, ailleurs, M. Pacotte, lorsqu'il dit que le sens de la vie se manifeste dans l'évolution des techniques de la même façon que dans celle du système nerveux. Mais en cela encore elle nous montre des correspondances singulières entre les différentes manifestations de notre être. Ce n'est pas une vue de détail, c'est le sentiment profond d'une commune essence dans les conceptions de notre esprit et les constructions de nos mains, qui m'a fait prononcer que les machines passives, actives et réflexes sont une autre expression, dans leur forme concrète, des trois idées fondamentales de substance, de force et de finalité qui forment le tourment de notre espèce.

Une étude soutenue peut nous montrer bien d'autres caractères de la série mécanologique et nous conduire vers une connaissance singulièrement profonde des machines. Et je ne puis ici qu'en marquer le schéma général.

Ainsi nous connaissons la série des machines, reconnue évolutive, avec ses coupures principales dont l'ensemble constitue un ordre chronologique, et ses coupures secondaires, elles-mêmes décomposables en groupes de machines bien distinguables. Nous connaissons la forme générale rameuse de cette série et savons combien ces faits sont étroitement comparables aux mêmes faits dans la série biologique.

Des travaux comme ceux de Reuleaux nous donnent la connaissance des machines en tant que corps organisés, formés de cellules élémentaires, chacune d'elles formant un couple, constituant un élément organiquement indécomposable et jouissant de propriétés fonctionnelles singulières.

Nous constatons que, dans les machines comme dans les êtres vivants, il existe une loi de développement constante et vraie

pour l'ensemble de la série comme pour ses parties, comme pour les individus eux-mêmes.

Nous constatons que les machines s'usent, dépérissent et disparaissent ; qu'elles ont, comme les êtres vivants, leurs maladies et leur régime d'entretien nécessaire.

Nous constatons, dans les machines, tantôt une différenciation de fonctions s'isolant en des organes spéciaux et qui entraîne une complexité augmentée de l'organisation ; tantôt la dégradation, le déplacement, la disparition de certains organes, entraînant des variations correspondantes dans les fonctions et dans l'organisation générale.

Nous reconnaissons la possibilité d'employer, pour les machines, et de la même façon que pour les êtres vivants, le langage de l'organisation et celui de l'hérédité.

Nous pénétrons, dans les machines, par l'examen de leur enchaînement, un mécanisme de génération procédant par l'interférence, opérée par l'homme créateur, entre des types organisés préexistants. Nous voyons, par ce mécanisme interférentiel, certaines fonctions préalablement extérieures s'intérioriser dans des ensembles organiques plus complexes, véritables sociétés de machines, qui prennent, à leur tour, leur individualité organique et leurs propriétés interférentielles par le temps et par l'usage soutenu. Nous percevons, dans cette alternance d'intériorisation et d'extériorisation, le rythme évolutif où tout se passe comme si les machines contenaient, en elles-mêmes, la faculté d'entreprendre sur l'univers, de l'intégrer en elles, de l'ordonner suivant les lignes des forces singulières dont elles sont le témoignage.

Nous connaissons, dans les machines, ce perfectionnement simultané de l'organisation générale, de la structure, des éléments indécomposables fondamentaux, des formes extérieures, fort analogue au perfectionnement qui s'observe dans les êtres vivants.

Ainsi, enfin, nous découvrons dans l'ensemble des machines une série étroitement comparable à celle qui est constituée par les êtres vivants. Eclairés sur la nature des différences qui s'observent entre elles ; possédant, par leur distribution, le moyen de mesurer ces différences, nous pouvons dès lors prononcer que la recherche de leurs causes pose un problème étroi-

tement comparable au problème biologique de l'origine des espèces. Elle nous pose, dans le même temps, les mêmes énigmes.

Déterminer des causes et distinguer des lois c'est supposer, dans les machines, une connaissance descriptive des faits et de leurs rapports déjà portée à un très haut degré de perfection. Et j'ai montré comment, dans la série mécanologique, la distribution, la classification, la distinction des rapports particuliers et généraux se trouvaient encore primitifs et demandaient de lents et minutieux perfectionnements.

Dans le même temps que nous découvrons un monde, dans le même temps que nous nous en forgeons une première et grossière représentation, nous éprouvons ainsi que la tâche de dresser la table de ses lois et de ses causes ne pourra se poursuivre qu'avec beaucoup de temps, de patience et de circonspection. Et nous voyons encore combien, pour la mener en bonne voie, il nous importe de porter attention aux activités multiformes de l'homme et de tenir un état toujours circonstancié de la totalité des techniques qu'il opère.

C'est une tâche d'une haute et redoutable complexité, où se mêlent toutes les appétences du savoir sociologique, et les désordres, et les retours, et les besoins de l'action sociale de chaque instant. Tâche ébauchée par les efforts qui se sont produits à ce jour et qui doit trouver ses disciplines dans des organisations très diverses, dont le Bureau International du Travail peut et doit demeurer une haute expression.

En son état que voyons-nous ?

Il ne saurait être mis en doute, maintenant, que le développement des machines est fonction de celui de nos besoins. Il faut entendre ce dernier terme dans son sens très général et bien voir, d'ailleurs, que l'intégration dans l'ordre social de toute machine nouvelle modifie la somme des besoins.

Il ne saurait l'être davantage que le développement des machines est fonction du développement de nos possibilités. Et là encore, et le terme étant pris dans son sens le plus large, toute machine nouvelle crée pour nous de nouvelles possibilités.

Toute variation soutenue dans nos besoins, toute variation soutenue dans nos possibilités emportent des variations correspondantes dans nos activités et dans nos habitudes. Certaines

séries limitées, dans nos actes de vie, s'établissent dès lors en technique organisée. Constamment répétés, ces actes deviennent chaque jour plus machinaux et tendent à s'accomplir par des organes extérieurs à nous-mêmes, mais qui ne sont que les organes différenciés de nos fonctions propres.

Ainsi, et par notre action, à chacun des progrès de son développement, la machine extériorise et marque une étape du progrès de notre propre organisation. Les machines nous prolongent. En quelque mesure elles sont nous. Elles résultent d'une différenciation fonctionnelle et se forment, comme nous nous formons nous-mêmes, par l'interférence, opérée par nous, entre les besoins que nous recevons ou que nous nous donnons à nous-mêmes et les possibilités que nous apporte le passé de notre espèce.

Je n'ai fait qu'effleurer un vaste sujet. Et cependant je pense avoir montré ce que la science des machines apporte au savoir des hommes et combien elle les peut servir dans leurs actes créateurs. J'ai dit, d'ailleurs, comment elle se formait à peine et combien elle se trouve encore loin d'être l'objet d'un enseignement discipliné.

Puisque tout nous porte à voir dans la technique, comme dans la science qu'elle suppose, les disciplines fondamentales de l'avenir et, peut-être, les moyens d'un renouvellement des structures sociales, il n'est pas sans intérêt de voir ici les conditions de diffusion de la science des machines.

C'est dans le corps des techniciens formés par l'enseignement technique moyen, c'est dans l'ouvrier, dans les élèves des écoles pratiques, des écoles d'Arts et Métiers, par exemple, que se rencontre, selon moi, et au plus haut degré, la connaissance, toute intuitive d'ailleurs, de la machine en tant que corps organisé.

Cela ne tient pas aux disciplines d'un enseignement qui se fonderait sur la connaissance des méthodes biologiques et sociologiques. On sait trop combien ces méthodes sont inconnues des milieux dont il s'agit. Et Reuleaux, puis Koenigs, et bien d'autres, ont vainement insisté pour que de telles lacunes de culture disparaissent.

Il faut en voir la cause dans le développement relativement

peu considérable, dans l'enseignement dispensé à ces techniciens, des hautes parties des sciences mathématiques, mécaniques et physiques si peu faites encore pour atteindre l'organisation, et dans ce contact permanent, volontairement établi et maintenu, entre l'étudiant et les machines, dans la période scolaire et dans celle qui la suit immédiatement.

L'expérience et l'observation directes et quotidiennes suppléent ici aux lacunes de l'enseignement « ex-cathedra, » et il se trouve que les élèves techniciens et les professionnels font emploi, sans le savoir, dans leur œuvre de chaque jour, de disciplines toutes formées par ailleurs et dont ils ne connaissent souvent ni l'existence, ni le maniement. Il vaudrait mieux qu'ils le fassent en connaissance de cause et qu'ainsi la vieille opposition de la théorie et de la pratique s'efface pour eux dans la pleine signification d'une synthèse entre les vues proprement organiques et les vues tirées de la connaissance des sciences physiques.

Il n'est pas possible, évidemment, d'alourdir encore et brusquement des programmes déjà bien chargés. Et nous inclinons, dès lors, à penser qu'à tout le moins il est possible et nécessaire de porter les esprits vers l'idée qu'il existe d'autres régions scientifiques que celles qui leur sont communément découvertes, et qu'ils ne pourront entièrement pénétrer les conditions de leur labour et les caractères des objets qu'ils projettent que par des emprunts toujours plus larges à ces régions inconnues d'eux. Et nos manières de voir seront les mêmes pour tous les degrés de l'enseignement technique.

Nous sentirons d'ailleurs, et pour des raisons du même ordre, l'inéluctable nécessité d'agir de même dans l'enseignement proprement de culture, qu'il soit ou secondaire ou supérieur. Nous verrons, au demeurant, la nécessité d'instituer, dans ce dernier, les centres de recherche, de formation et d'enseignement qui seront le point de départ et le moyen de la diffusion de l'enseignement mécanologique.

Ainsi, et sans qu'il soit besoin de s'étendre ici davantage, nous voyons la science des machines, primitivement formée sur le plan d'une sorte de synthèse, faire ses démarches primitives, assurer ses doctrines, ses méthodes et ses résultats premiers dans l'enseignement supérieur, le plus dégagé de toute idée d'utilitaires applications. Nous la voyons ensuite entrer dans ses voies

plus spéciales et s'étendre à tous les niveaux de l'enseignement. Elle ne fera, en cela, que suivre et répéter les démarches mêmes de l'enseignement sociologique.

Et, dans le même temps, nous percevons le retour nécessaire vers la culture. Nous pouvons prononcer qu'il doit se faire comme un constant progrès vers la synthèse scientifique et, simultanément, comme une restitution délibérée de l'homme dans la totalité de son comportement spirituel.

---

Ainsi nous découvrons un monde.

A travers et par nous il se plie aux lois universelles. Il se conjugue à nos destins, aux besoins, aux possibilités de notre espèce, aux structures sociales que nous avons construites, aux élans mêmes de nos âmes.

En lui s'exprime le sens de la vie. Nous projetons en lui l'ordre qu'il nous plaît de voir dans la nature. Après bien des arrêts, des retours, des impasses, la nature a suivi, jusque nous, sa lente activité. Elle nous a fait esprit, puis nous dépasse enfin. Par le truchement, social, de l'esprit collectif, à travers et par chacun de nous, elle continue son œuvre niveleuse.

Les vieux mythes sont vrais. Nous souffrons pour construire toujours des différences. Constructeurs d'hypothèses, créateurs de langages, bâtisseurs de machines, fabricateurs d'outils, toujours nous subissons le sort prométhéen. Nous avons le superbe orgueil de n'exprimer jamais qu'une vie renaissante. N'est-il pas aussi vrai de voir, très humblement, dans cette dispersion toujours plus grande de différences toujours plus faibles, l'inexorable et lente marche vers l'uniformité dernière et vers la mort.

---

moléculaires) permet, sans doute, de préciser les degrés de cette individualité, depuis les réseaux cristallins jusqu'aux réseaux ioniques.

En résumé, à la formule chimique et au type cristallin apparent (exprimant simplement la symétrie des faces et des propriétés), on tend aujourd'hui à joindre le type de la structure cristalline même, déduite des spectrogrammes, et un schéma de la structure moléculaire électronique. Ce schéma a pour origine la théorie quantique de l'atome, mais il se rattache surtout à des caractères déjà présents dans l'atome d'hydrogène (les quatre indices quantiques), un domaine où la réussite de la mécanique quantique est pour ainsi dire complète. De plus, il est indiqué et précisé par les propriétés spectroscopiques. Mais son utilité s'étend au delà de la spectroscopie. Ce schéma électronique et la structure cristalline, tous deux étroitement liés, sont le principe de l'explication structurale d'un grand nombre de régularités concernant la marche des constantes des différents corps et des diverses espèces chimiques.

18. Julien PACOTTE, L'idée de science de la technique (1934). Extrait de : *La connaissance - Mathématique - Technique - Humanisme - Métaphysique*, Paris, F. Alcan, 1934, pp. 105-134. Ce texte a simultanément été publié dans la Revue philosophique.

### L'IDÉE DE SCIENCE DE LA TECHNIQUE

Par technique, nous entendons ici l'activité humaine comme mainmise sur les éléments; nous écartons le sens d'activité particulière envisagée dans sa particularité même. Le large domaine ainsi défini est caractérisé surtout par la construction et le fonctionnement d'organismes faits de solides physiques: architectures, mécanismes, instruments, dispositifs de toutes sortes. Or le terme de technologie désigne, en fait, un savoir fragmentaire, une sorte de documentation concernant ces objets, plutôt qu'une science de la technique. Et, d'autre part, là où domine l'esprit scientifique, le savoir technique se présente généralement sous le nom de science appliquée et non celui de science de la technique. Nous nous trouvons ainsi devant la situation suivante. La physique est, sous un certain aspect, application de la mathématique mais il n'est douteux pour aucun physicien qu'elle est elle-même une science et même que la physique mathématique n'épuise la physique ni en fait ni en droit. De même, dans leur diversité les corps sont l'objet de la chimie et quoique la physique définisse les concepts généraux utilisés, la chimie est plus qu'une application de la physique, elle est une science. De même encore la biologie. Mais pour la tech-

Julien PACOTTE

La connaissance - Mathématique -  
Technique, Humanisme, Méta-  
physique.

Paris, Alcan, 1934

[Également : Revue Philosophique]

nique, il semble que l'on hésite à passer de l'idée de science appliquée, à celle de science de la technique. Nous voudrions ici montrer que l'esprit doit se résoudre à cette démarche et qu'il atteint de cette manière à un point de vue plus élevé pour penser la technique et son évolution, et aussi pour traiter la gnoséologie de l'expérimentation en physique et les rapports entre la technique et l'économie.

Il semble bien que l'on ne se décide pas à faire de la technique, dans sa substance, l'objet d'une science véritable, pour cette raison surtout que l'on tient tout savoir technique pour une règle d'action et qu'il n'est de science que des faits. On établit, avec raison, une distinction essentielle entre ce qui est et ce qui doit être et qu'il convient de faire; avec raison encore on pense que la science concerne le fait et non le droit; mais on ne voit pas que le savoir technique, encore qu'il détermine l'action, concerne positivement des faits techniques déroulés dans l'histoire. Ici comme dans toute activité humaine, les faits sont objets de science, puis la représentation engendre l'action. La pensée est cognitive et ne cesse pas de l'être. Le fait est pensé selon des schèmes, des concepts, des idées : il est schématisé, interprété. S'il s'agit du domaine des faits où intervient l'action de l'homme, l'interprétation introduit une finalité, l'appréciation de la correspondance entre la fin et les moyens, la critique. La représentation idéale demeure, en ce sens, une connaissance. Il suffit alors que cette connaissance devienne motrice ou soit envisagée comme telle pour apparaître comme une règle d'action. On donne alors au savoir une forme grammaticale de caractère actif comme celle d'une recette :

cette forme nous met devant l'action et nous fait perdre de vue qu'il s'agit d'une connaissance concernant le monde des phénomènes, spécialement le domaine où naissent et interviennent des instruments.

La difficulté que présente l'idée même de science de la technique a été surmontée, et de la même manière, pour la science de la société humaine. La pensée maîtresse de Comte était précisément que la positivité sociale constitue un objet de science et que l'étude scientifique de la société nous met en état de la mieux gouverner. Dans le domaine de la morale sociale, l'idée de morale comme science des mœurs signifie également une étude empirique, théorique et critique des faits appartenant à un domaine déterminé, comme aspect principal du savoir, alors que l'attention était plutôt portée vers un impératif abstrait. En concevant une science de la technique, là où l'on n'envisageait que des sciences appliquées à la technique, l'esprit opère la même démarche que lorsqu'il a conçu la sociologie et la science des mœurs : il nous place devant des phénomènes d'une espèce déterminée, nous invite à en faire un examen empirique, théorique et critique et à concevoir les règles d'action comme une simple forme du savoir ainsi acquis. Maintenant, si parmi les champs de l'activité humaine, celui qui concerne la domination des éléments et auquel nous réservons ici le nom de technique se trouve être le dernier à susciter une science véritable, le retard est imputable à une circonstance que nous allons mettre en lumière.

Là où elle vise la domination des éléments, l'activité humaine procède d'une représentation où figurent à la fois des conceptions appartenant en propre aux sciences

mécaniques, physiques et chimiques et des conceptions concernant l'essence même de la technique telles que l'idée d'instrument, celle de mesure, celle de générateur et ainsi de suite. Or les premières sont précisément celles qui avaient invité les philosophes à assigner à la science un objet universel et en quelque sorte éternel; les secondes, au contraire, ne concernent que l'homme comme terme d'une série évolutive, ou du moins, elles sont visiblement en rapport avec des conditions biologiques déterminées. Le contraste est encore rendu plus frappant par ce fait que l'opinion très répandue que les lois scientifiques auraient un objet véritablement universel et éternel se double généralement de l'idée qu'elles seraient nécessaires, qu'elles procèderaient de je ne sais quelle nécessité rationnelle dont la nécessité mathématique nous offre le prototype. Le progrès des études sur les fondements de la géométrie et sur les conditions de la théorie physique ont dissipé ces illusions. Toutes les idées concernant le monde sont empiriques; nous n'avons plus de raison pour limiter la science véritable à la géométrie et au choc, ou à la dynamique des forces, ou à la physique mathématique, ou à la physique, ou à la physicochimie : du point de vue spéculatif le plus élevé, les idées biologiques, sociologiques et techniques viennent se placer près des idées physicochimiques et sur le même plan.

Le savant dont les spéculations concernent la technique doit donc reconnaître la voie ouverte en fait par la sociologie et la morale scientifique et, cessant de s'en tenir à l'idée de science appliquée, envisager résolument la science de la technique. Au point de vue nouveau, le savoir technique limité convenant à l'exercice

d'une profession acquiert, lui-même une valeur spéculative : il est une présentation fragmentaire et appropriée de la science un question. Inversement, il suffit de pousser les connaissances constituant la technologie ordinaire, dans le sens de la coordination pour obtenir la science que nous visons. Ici interviendra l'application des sciences physiques et naturelles, mais cette application ne constitue pas à elle seule la science de la technique; pas plus que des applications de la mathématique ne constituent la physique.

Ainsi, la science de la technique se présente comme une technologie abordée et approfondie dans un esprit purement spéculatif; l'essentiel n'est pas ici l'application des sciences de la nature à un objet donné mais la connaissance de cet objet en tant qu'il procède de l'action humaine, donc, précisément, en tant qu'il n'est pas donné dans la nature. Il n'est pas douteux que l'idée ouvre un champ de recherches du plus haut intérêt et qu'elle doit favoriser l'évolution de la technique. Au lieu de se présenter comme annexe de la science véritable, le savoir technique figure alors parmi les sciences de l'action. Et ces sciences ne sont, à aucun titre, des sciences secondaires. C'est une haute exigence de la vie spirituelle collective, et en quelque sorte sa définition, que l'activité des hommes procède de la science comme l'action naît de la représentation et qu'en somme on passe, sans déchoir, du spéculatif à l'actif : encore que toutes les sciences doivent être mises en œuvre dans la représentation cosmique de l'activité humaine, celles qui ont pour objet cette activité même ont une situation privilégiée.

\* \* \*

La science de la technique doit débiter par la définition de son objet : le phénomène technique. Comme le phénomène physique et le phénomène biologique, il doit être saisi dans l'intuition spatiale sensible ; la trame des faits spatiaux se double ici d'une trame psychologique, en somme parallèle, où dominent des représentations et des volitions : cette trame appartient elle aussi au phénomène technique mais il convient de la tenir, d'abord, pour secondaire, conformément à la méthode générale des sciences positives. Le phénomène technique est caractérisé par deux traits. En premier lieu, on trouve à son origine, dans son développement ou à un titre quelconque le mouvement musculaire, en principe indéterminé, de l'homme. En second lieu, il se déroule comme production ou fonctionnement d'organismes extérieurs au corps humain et constitués de solides physiques. Il conviendrait que la science de la technique approfondisse d'abord, sans quitter la région des plus hautes généralités, ces deux idées.

L'action se présente, dans le monde spatial, comme une trame à laquelle participent les mouvements du corps humain en rapport avec une classe de muscles. La représentation conceptuelle de cette trame chez le témoin comporte la subordination des mouvements en question à des idées diverses d'une nature spéciale. Le fait que des idées de cette sorte se réalisent dans le monde biologique peut être rapproché de l'apparition des phénomènes biologiques dans le monde chimique.

Le monde physique, le monde biologique et le monde de l'action humaine réalisent, dans l'histoire, des idées formant trois classes aux démarcations assez confuses. Il est impossible aujourd'hui au théoricien de la physique de définir son domaine par l'idée d'équations différentielles dont les variables courantes sont le temps et les coordonnées de l'espace : la mécanique quantique le porte déjà au delà et elle n'est qu'un préambule à la théorie des discontinuités du monde physicochimique. L'idée d'espèce chimique prépare celle d'espèce biologique. L'idée d'activité organique prépare celle d'activité musculaire interne ; et celle-ci, à son tour, prépare l'idée d'activité musculaire tournée au dehors et en rapport avec les organes sensoriels périphériques.

Quand nous disons que les mouvements musculaires mis en jeu dans l'action humaine sont en principe indéterminés, nous signifions seulement qu'ils réalisent, pour nous qui les étudions spatialement, des idées d'une nature spéciale. Les idées concernant le déterminisme des phénomènes organiques ne suffisent pas, en fait, à saisir le déterminisme de l'action : elles laissent place pour la réalisation d'idées appartenant à un domaine nouveau. La superposition d'un ordre à un autre se présente déjà et d'une manière singulièrement évidente dans l'établissement d'un ordre statistique dans un ensemble dont chaque élément obéit à ses lois propres. Quant à l'ordre nouveau apporté dans la nature — ou, si l'on préfère, au delà de la nature — par l'action humaine, il est bien caractérisé, sans toutefois y trouver sa définition, par l'instrument, sa construction, son fonctionnement.

L'indétermination des mouvements ainsi définie à un

point de vue uniquement spatial comme possibilité offerte par l'organisme à la réalisation d'idées appartenant à un domaine nouveau se présente autrement si l'on envisage, en même temps que le phénomène spatial, le phénomène mental, généralement sous-jacent. Ce qui, du dehors, apparaît comme phénomène s'exprimant en lois, en idées d'une nature quelconque, se trouve être aussi, quand il s'agit de l'action et spécialement de l'action de l'homme, en rapport avec des idées positivement pensées par l'individu qui agit. L'action naît de la représentation. En particulier, le mouvement du corps peut naître de sa représentation. A l'intérieur de certaines limites, le mouvement musculaire obéit à la pensée. Du point de vue psychophysique, quand on parle de l'indétermination du mouvement, on vise la subordination de ce mouvement aux représentations et aux idées de l'individu agissant.

Il existe entre les idées que fait naître une action quelconque chez un témoin et les idées de l'individu ou du groupe agissant, dans la mesure où celles-là et celles-ci concernent l'action même, une certaine similitude. Cette similitude est le principe de l'activité d'expression. L'imitation des formes et des actes par le geste ou le dessin ouvre une voie importante à l'expression de la pensée et à sa fixation. L'association conventionnelle d'un acte à une idée conduit au langage puis du langage à l'écriture phonétique ou alphabétique. Toute expression ou fixation de la pensée est un acte. En fait, parallèlement à la trame de l'activité principale mais avec une certaine avance, on trouve une activité d'expression concernant les idées qui la préparent. Ainsi les projets, les calculs et les plans d'exécution;

ainsi encore les contrats, les codes et les réglementations. La science de l'activité humaine vise avant tout l'activité principale; l'étude de cette activité la conduit à un certain système d'idées, qui reproduit d'ailleurs sans qu'elle y tende, dans ses traits essentiels, le système des idées manifestées dans l'activité d'expression préparatoire. Si, dans des études sociologiques, on fait quelquefois passer au premier plan le contrat, c'est qu'on y voit l'expression d'un fait plutôt que l'expression d'une convention. De même, dans la science de la technique, le schème d'un dispositif est moins conçu comme un projet que comme la représentation théorique d'un objet réel.

L'activité musculaire qui est au principe de toute l'activité humaine s'exerce grâce à une certaine indétermination que nous avons essayé de définir. Mais le déterminisme physiologique se fait sentir dans la limitation qu'il impose à cette activité. L'attention doit se porter ici sur les limites imposées par l'organisme lui-même aux diverses caractéristiques du mouvement et du travail musculaire : limites à la force, au travail et à la puissance mécanique, limites à la précision, à la rapidité, à la virtuosité. D'une manière générale, la frontière du possible s'annonce avec la peine et la fatigue. La technique suppose la participation plus ou moins proche ou lointaine de l'activité musculaire; ce n'est pas assez de constater que cette participation se fait en deçà de certaines limites : c'est une loi de la technique de réduire à tous égards cette participation. D'autre part, l'activité musculaire est liée à la perception et l'on trouve, pour l'exercice de celle-ci, des limitations analogues. En outre, la réponse de l'action à la

perception doit être examinée au même point de vue. On se trouve ainsi devant un programme d'études que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de psychotechnique. Cette science n'est pas une simple annexe de la science de la technique; elle en est une pièce maîtresse.

La participation de l'action musculaire de l'homme, dans un phénomène ou du moins dans ses antécédants indique simplement qu'il s'agit de la sphère de l'activité humaine. Cette activité introduit dans la nature un ordre nouveau où l'idée de loi physique et simplement physiologique est subordonnée à une idée supérieure : en ce sens extrêmement général, on peut déjà dire que l'activité humaine crée toujours des organismes. Or le second caractère du phénomène technique, celui qui définit son domaine propre dans la sphère de l'activité de l'homme, précise la nature de l'organisme artificiel. Il s'agit de la genèse et du fonctionnement de systèmes constitués de solides physiques : mieux encore il s'agit de ces systèmes eux-mêmes. Ces systèmes (architectures, mécanismes, instruments et dispositifs de toutes sortes) sont des organismes en ce sens qu'ils réalisent, par le choix des corps, la forme des pièces et la configuration générale, des idées conditionnées par les lois physiques mais qui appartiennent à un autre plan.

Comme la genèse des organismes techniques met elle-même en jeu d'autres organismes techniques, la science de la technique est avant tout la science de l'appareil construit : la construction n'est qu'un aspect de l'utilisation d'appareils déjà construits. Si, en fait, l'étude de certains caractères de l'appareil prend pour le constructeur un intérêt plus élevé, si ces caractères

ont pour celui qui commande ou qui utilise la machine ou l'instrument un intérêt pour ainsi dire négligeable, cela ne diminue pas la portée de notre assertion, car la science de l'appareil construit concerne ces caractères aussi bien que le fonctionnement. Ainsi, la science de la technique est d'abord la science des appareils réalisés et ensuite celle de leur utilisation en vue de la construction d'autres appareils. Au début de l'industrie, l'homme doit nécessairement faire quelque instrument sans l'aide d'aucun instrument. Mais de telles considérations appartiennent à un moment de l'histoire et ne doivent pas empêcher la science de la technique de se porter d'abord vers l'appareil construit.

Des unités organiques appartenant à des plans de plus en plus élevés sont représentés en biologie par l'organe, l'animal, la société animale et l'ensemble des êtres vivants de la planète : un fait analogue se présente en technique. On passe ainsi, par exemple, de l'organe à l'appareil, puis à l'usine, puis à l'ensemble des usines du globe. Malgré les rapports plus ou moins étroits qui peuvent exister entre les unités constituantes, rapports définis par l'unité supérieure, les unités se détachent assez nettement de l'ensemble. Les rapports sont de natures diverses : c'est une transmission de mouvement par courroie, une tuyauterie, une canalisation électrique, un faisceau lumineux, un train d'ondes électromagnétiques ou encore un transport de combustible, de matériaux de construction. L'ensemble se développe et évolue, en une sorte de symbiose, à partir de la donnée géologique.

À l'échelle de l'usine et à l'échelle topographique et géographique, la disposition de l'ensemble technique

est donc celle d'un système de points figurant des unités diverses disposés irrégulièrement et reliés par un réseau de transmission et de transport. Toutefois, un fait important vient souvent donner à l'ensemble une physionomie différente : c'est l'uniformité de la disposition dans un domaine dont l'étendue est plus ou moins considérable. Le fait se présente déjà à l'intérieur d'une machine (machine à tisser, machine quelconque commandée par un clavier). De même, à l'intérieur de l'usine, on rencontre couramment des séries de dispositifs identiques placés régulièrement (séries de hauts-fourneaux, de chaudières, de turboalternateurs); cette répétition a souvent pour origine la limitation de la taille imposée à l'unité. La répétition indéfinie des habitations présente une sorte de tissu cellulaire couvrant uniformément un terrain plus ou moins considérable. De même l'agriculture et l'exploitation des richesses minérales étendent parfois à des régions immenses une activité technique uniforme.

A ces généralités concernant l'organisation des unités techniques en unités supérieures, il faut joindre, parce qu'elle concerne avant tout l'adaptabilité mutuelle des unités, une tendance à l'universalité dans les caractéristiques géométriques et physiques des objets techniques. L'universalité (entendue empiriquement) est un caractère tellement essentiel dans les productions naturelles (électrons, espèces chimiques, espèces biologiques plus ou moins stables) qu'il convient de l'envisager, en technique, comme un principe indépendant, encore qu'on puisse la rattacher à l'idée de production en série et surtout à celle de production de pièces, d'objets ou d'appareils détachés devant s'adapter à

des ensembles divers. Vu la pesanteur, on trouve à l'explication de la prédominance des plans horizontaux et des verticales, des bases rectangulaires, des parallélépipèdes et des réseaux trirectangles verticaux.

\* \*

L'activité humaine est proprement technique dès qu'elle concerne des organismes artificiels formés d'un ensemble de solides physiques. Nous avons, d'abord, envisagé ces organismes dans leur étendue et leur distribution dans l'espace : nous devons maintenant porter notre attention sur l'idée que réalise un objet technique et qui le définit comme un tout organique.

La première idée technique est celle de mécanisme. Mais il faut entendre ici le mécanisme comme limitation des mouvements mutuels des solides eu égard à l'impenétrabilité, au glissement et à l'adhérence des surfaces, et en tant que cette limitation et les liaisons abstraites qui en résultent relèvent de la simple cinématique : les considérations dynamiques sont d'abord exclues. Il s'agit, par exemple, d'obtenir une translation ou une rotation ou une correspondance entre tel mouvement et tel autre mouvement (transformation de mouvement). L'idée est concevable à partir du solide géométrique, sans autre appel à la physique. C'est à ce titre que nous disons que l'idée technique en question est primordiale. Elle se rattache ainsi directement à la notion même d'organisme technique, qui implique un système de solides physiques. L'idée de forme obéissant à certaines conditions géométriques n'est pas encore idée technique : dans son indépendance

elle paraît plutôt se surajouter à l'idée technique : elle engendre l'ornement. Mais l'idée de mécanisme, encore qu'elle soit essentiellement cinématique, est déjà de notre domaine.

L'assemblage, qui fait d'un ensemble de solides physiques un solide géométrique unique en utilisant l'impénétrabilité et l'adhérence des surfaces, est un cas limite du mécanisme. L'adhérence ici envisagée empêche certains mouvements naturels ; elle n'est pas une soudure, qui fait de deux solides physiques un solide physique unique. Dans l'idée d'assemblage, on voit les degrés de liberté des mouvements réduits, en vertu de conditions successivement introduites, jusqu'à zéro : ainsi l'assemblage se présentera, par exemple, comme une glissière immobilisée par le frottement ou par deux arrêts, un pour chaque sens. Du reste, le système vis-écrou figure souvent, dans l'assemblage, comme mécanisme de fixation. Quant à l'assemblage avec réglage, il relève plus manifestement encore de l'idée de mécanisme.

L'assemblage et le mécanisme représentent une idée technique primordiale, où la pensée géométrique et cinématique se développe dans une indépendance presque parfaite vis-à-vis de la physique. Et comme cette idée est réalisée dans tous les objets techniques, un aspect essentiel de la technique est immédiatement saisissable par les personnes les plus étrangères à la science de la nature, particulièrement à la physique. Mais l'aspect le plus important de la technique ne nous est pas ici révélé. Les solides physiques constituant l'appareil, et les corps fluides ou autres que ces solides enveloppent ou canalisent sont en rapport avec tous

les agents physiques ; ils sont soumis à la pesanteur, ils sont le siège de tel champ de pression élastique, ils se trouvent portés à telle température, ils sont parcourus par des courants électriques, traversés par des champs magnétiques et ainsi de suite. Or l'idée technique s'exprime, avant tout, en fonction de l'idée physique. La simple conservation de l'objet technique, machine ou dispositif quelconque, implique déjà un choix de matériaux assurant la persistance des solides qui le constituent et avant tout celle de leurs formes malgré les agents de toutes sortes auxquels ces solides sont soumis dans le fonctionnement et qui tendent à les fléchir, les briser, les user, les fondre et les attaquer chimiquement.

Mais la conservation de l'objet technique (et en rapport avec elle sa construction) ne nous présente qu'une idée technique préalable. La pensée technique ne se libère qu'avec les idées de fonctionnement. Nous avons présenté l'idée de mécanisme comme une idée primordiale de fonctionnement, primordiale en ce sens que concevable, en principe, dans le domaine de la cinématique sans appel à la physique. Hors cette exception, l'idée organisatrice concerne toujours les agents physiques. Déjà l'idée de mécanisme appelle, au delà de la cinématique, vu le rapport entre le déplacement et l'énergie, la dynamique des systèmes : ainsi, par exemple, le levier n'est pas seulement une transformation de mouvement, une réduction du déplacement : il est aussi amplification de la force. Le mécanisme envisagé du point de vue dynamique ouvre le domaine des idées techniques comme mainmise sur les éléments physiques.

Nous devons maintenant préciser ce que peut signifier cette expression de mainmise sur les éléments. La science de la nature nous offre des concepts comme celui de forme d'un corps solide, de vitesse d'un corps ou d'une particule, de grandeur physique continue, de corps chimiquement pur : c'est en fonction de ces concepts primordiaux que la technique définit ses buts. La technique se propose, corrélativement, la réalisation de telle forme donnée dans une substance donnée (et aussi la destruction des solides, leur pulvérisation); la réalisation de tel déplacement, défini par son terme, sa trajectoire, sa vitesse; la réalisation d'une grandeur physique quelconque de telle valeur constante ou variant de telle manière avec le temps; la séparation de tel corps chimiquement défini. Vu l'importance de l'idée de similitude, de ressemblance, de répétition, la technique se propose aussi comme fins principales, la reproduction des formes et des mouvements à toute échelle et à toute distance et aussi la reproduction, avec transposition, d'une grandeur par une autre (modulation). Observons que ces transpositions sont le principe le plus fréquent de la mesure puisqu'il s'agit généralement, ici, d'obtenir un déplacement perceptible, fonction de la grandeur à mesurer. Citons enfin l'idée d'associer aux phénomènes l'altération des solides de manière qu'il en reste une trace, un enregistrement.

Toutes ces idées définissent, en quelque sorte, les fins de la technique sur son propre plan. Mais si elles nous offrent les idées directrices supérieures de la pensée technique, elles ne nous introduisent pas encore dans l'organisme instrumental : ce qu'il importe maintenant de saisir, c'est le fait que par l'objet tech-

nique nous pouvons réaliser les fins proposées. La première idée à mettre ici en évidence est que nous disposons, dans une large mesure, de la forme et des mouvements des solides physiques et aussi, par le choix des substances comme matériaux de construction ou à tout autre titre, de certaines circonstances physiques; même, la taille des solides en vue d'une forme conçue est une opération réalisable sans instrument ou avec un instrument rudimentaire et qui, du point de vue historique, représente la première manifestation technique. Or la technique arrive aux fins que nous avons précisées en choisissant ces formes, ces mouvements et ces substances, eu égard aux relations qui existent entre ces éléments et les agents physiques de toutes natures. A ce sujet nous devons indiquer quelques idées dominant toute la technique.

Le problème technique fondamental consistant à obtenir une grandeur cinématique ou physique de valeur déterminée prend souvent l'aspect suivant : on désire obtenir un champ de vitesse ou un champ physique de nature quelconque dont la valeur est imposée en chaque point ou plutôt dont la valeur en chaque point obéit à telles conditions de distribution. En fait, la loi du champ cinématique ou physique est donnée par la mécanique des milieux continus ou la physique mathématique, sous la forme d'un système d'équations aux dérivées partielles : les équations indéfinies du milieu ou du champ. Or l'intégration de ces équations exige généralement un système d'équations en rapport avec la forme de la surface limite. Ainsi la technique conçoit les surfaces limites selon le but à atteindre. Ici se trouve le principe le plus général concernant le choix

des formes des organes techniques, chaque fois qu'il s'agit de gouverner le mouvement des fluides, le courant électrique, le champ électrostatique, le champ magnétique, le champ électromagnétique, le champ du vecteur optique de Fresnel, le champ de distribution de la température et ainsi de suite.

D'une manière générale, la technique choisit les limites de telle manière que les intégrales des équations infinitésimales donnent lieu à des équations finies simples : la distribution la plus simple est la distribution uniforme ; puis viennent des distributions scalaires à une et à deux variables courantes, des distributions vectorielles simplifiées corrélativement. Dans les instruments d'optique on s'arrange de manière à pouvoir substituer aux équations du second ordre du champ, des équations du premier ordre concernant les surfaces d'ondes : l'arbitraire attaché à l'intégration des équations aux dérivées partielles est déjà de ce fait diminué de moitié. Il y aurait bien des considérations importantes à faire sur ce sujet de la technique introduisant un ordre géométrique fini simple là où la nature ne nous donne qu'un ordre infinitésimal. On verrait par exemple comment la physique peut tirer d'expériences simples mais variées les équations infinitésimales des phénomènes ou, quand celles-ci sont connues, la valeur des constantes physiques figurant dans ces équations. Mais nous voulons rester ici dans le domaine des généralités les plus élevées.

Le fait que des organismes peuvent fonctionner avec une certaine indépendance alors même que leur ensemble constitue lui-même un organisme supérieur unique a déjà été signalé plus haut comme un trait général des

organismes techniques : nous devons, à cette place, le rappeler pour signaler les circonstances dont il dépend. S'il s'agit de mécanismes, il n'y a aucune difficulté : mais pour les organismes concernant des grandeurs dont la propagation et l'interdépendance s'expriment par des équations aux dérivées partielles, on se demande comment la technique peut envisager le traitement plus ou moins isolé des divers organismes d'un ensemble et qui se nomment, par exemple, un générateur, un récepteur, un instrument de mesure. Observons d'abord que les mouvements des solides des appareils se trouvent déjà, le plus souvent, cinématiquement indépendants : ainsi, l'arbre d'une dynamo génératrice et celui d'une dynamo réceptrice. D'autre part, certains champs cinématiques ou physiques se trouvent rigoureusement limités par des surfaces de solides (courants de conduction) ; d'autres se trouvent être pratiquement négligeables en dehors d'un certain domaine (champ magnétique). Ajoutons que l'on dispose d'une manière convenable de l'arbitraire des configurations des appareils pour lever l'arbitraire de l'intégration des équations indéfinies des phénomènes (celles de Maxwell, par exemple) : ainsi l'équation d'incompressibilité (équation valable également en électrocinétique pour des conditions très générales) s'exprime, pour un canal fibulaire imposant un déplacement à filets parallèles, par l'uniformité, le long du conducteur, du flux total traversant une section. Des appareils reliés par une canalisation pourront être traités, chacun, comme si les autres n'étaient définis que par quelques caractéristiques concernant les forces positives ou négatives agissant sur le fluide en circulation. Toutes en

considérations jettent une certaine lumière sur le problème général que nous avons seulement voulu soulever.

Nous avons abordé le domaine des idées techniques réalisées, dans les appareils, par l'idée de mécanisme; puis nous avons précisé l'idée de mainmise sur les éléments. Pour aller plus loin, sans nous égarer, nous devons distinguer, dans l'activité technique, un mouvement réglé par des fins proprement techniques et une utilisation de la technique à des fins étrangères. La nourriture, l'abri, le vêtement ne sont pas des fins proprement techniques; de même l'amplification des ressources naturelles de locomotion, d'expression et de transmission de l'expression. La haute valeur spirituelle des fins purement biologiques et de l'activité d'expression, les avantages que la technique apporte dans ce domaine, le fait par exemple, qu'elle rapproche les hommes au point de vue que toute leur activité sur le globe est rendue présente à chacun d'eux, tout cela ne doit pas nous empêcher de voir, dans la technique, une activité autonome : il s'agit là de la transposition sur d'autres plans des fins propres de la technique.

Une application de la technique occupant une situation exceptionnelle est la science elle-même. Il s'agit ici également d'un but étranger, au sens que nous venons de dire. Toutefois, s'il est question des sciences physiques et chimiques, comme il s'agit précisément des agents naturels que la technique se propose de dominer, on est sans doute autorisé à dire que les idées techniques principales de la physique et de la chimie expérimentales sont aussi des idées principales de la technique comme activité autonome.

Ainsi, la mesure en général est une fin propre de la technique. Il faut noter que parmi les idées techniques les plus générales, l'idée de mesure est celle qui a été étudiée avec le plus d'attention. En ce qui concerne la mesure de l'espace par le jeu des juxtapositions des solides et la mise en œuvre du rayon lumineux, la discussion a été portée sur un plan élevé par les recherches sur les fondements de la géométrie et sur les idées introduites par Einstein concernant l'invariance des équations de la physique des champs pour les transformations appliquées aux coordonnées et au temps (relativité). Pour ce qui est de la mesure des grandeurs physiques, le fait que la mesure suppose déjà les équations que la mesure même doit ensuite vérifier soulève une difficulté que les méthodologistes de la physique, notamment Duhem et Poincaré, ont surmontée. D'autre part, les nouvelles méthodes de mesure utilisant les amplificateurs à tubes électroniques attirent l'attention sur le domaine immense des transformations techniques opérant la transposition d'un phénomène quelconque en variation géométrique accessible à la sensibilité de l'œil.

A côté de l'idée de mesure, nous devons placer l'idée de perfectionnement de la perception. L'établissement de correspondances entre le phénomène spatial et les extrémités périphériques des nerfs sensoriels est une fin que nos organes de perception, même l'œil, réalisent imparfaitement. Lorsque nous nous approchons d'un corps, nous en percevons des détails de configuration qui nous échappaient et nous jugeons que notre perception en est plus vraie. De même, l'homogénéité apparente est considérée comme une illusion devant

l'hétérogénéité pétrographique, métallographique ou colloïdale, que nous offrent le microscope et l'ultramicroscope. Les philosophes ont émis, dès l'origine, l'hypothèse que l'objet véritable est un monde de particules spatialement irréductibles; on sait l'importance qu'elle a prise dans la pensée cartésienne : on peut dire que les progrès de la physique l'ont pleinement confirmée. On conçoit d'après cela le terme ultime du perfectionnement de la perception. Il s'agit, pour la technique, d'établir une correspondance entre les extrémités nerveuses sensorielles — ici, en fait, les bâtonnets de la rétine, — et le phénomène spatial véritable mieux que le permettent le cristallin seul et les conditions extérieures naturelles de la vision. La correspondance peut être très complexe; on admet même l'intermédiaire photographique (couche chimiquement altérée par les radiations lumineuses ou autres). La plupart des appareils ici en usage ont pour principe, comme l'œil lui-même, l'optique géométrique; la diffraction joue pourtant le rôle principal dans le pouvoir séparateur des instruments. Signalons la technique nouvelle fondée sur la diffusion des rayons de Röntgen et l'interférence des rayons diffusés : on atteint ainsi, d'une manière pour ainsi dire directe la structure en atomes, particulièrement celle du cristal. La méthode a également réussi, dans certains cas, en substituant aux rayons de Röntgen, les ondes brogliennes. Signalons aussi la technique rendant visible la trajectoire d'une particule atomique unique, même celle d'un photon. De tels progrès caractérisent bien le domaine technique du perfectionnement de la perception.

Au point où nous en sommes, dans notre recherche des idées proprement techniques principales, réalisés par les organismes artificiels constitués de solides — et que nous nommons constructions architecturales, machines, instruments, dispositifs ou appareils —, nous voyons que le domaine à cet égard le plus riche se trouve être précisément le laboratoire du physicien et du chimiste. L'investigation de la physique et de la chimie est inséparable de l'activité technique la plus variée. Le rôle de la technique dans le progrès de ces sciences est même tellement considérable que certains théoriciens de la science ont cru pouvoir affirmer que la physique ne nous donnait pas une connaissance du réel mais uniquement des procédés d'action. Ce que nous avons dit jusqu'ici de la science de la technique nous donne un point de vue convenable pour en juger.

Observons d'abord que l'idée même de science de la technique, telle que nous l'avons définie, encore qu'elle concerne l'action est présentée sur le plan d'une connaissance purement spéculative concernant la trame des phénomènes. L'activité technique est une des multiples formes d'organisation que nous offre la positivité géologique, une des multiples idées réalisées dans l'espace et qui font le monde intelligible. De ce point de vue, un certain pragmatisme diminuant la valeur théorique de la science est insoutenable; de plus, la valeur théorique de la science n'est même pas diminuée dans la science de la technique. La question posée plus haut doit donc être remplacée par celle-ci : l'idée tech-

nique et l'idée physique (la loi physique) sont-elles distinctes? Or à cette question nous pouvons répondre immédiatement puisque l'idée technique comporte celle d'organisme technique. La distinction entre les équations aux dérivées partielles et les équations finies qui les intègrent dans des conditions déterminées nous donne un des multiples aspects de l'isolement de l'idée physique.

Mais s'il est permis, en principe, d'isoler l'idée physique de l'idée technique, il faut se garder de croire que l'idée physique se suffit à elle-même et ne présuppose aucune condition positive. La plupart des savants appliqués à la mécanique rationnelle croyaient, autrefois, que son objet était universel, que ses lois concernaient les mobiles ultimes, qu'il n'y avait, au fond, pas d'autres lois et que l'explication des phénomènes devait consister à les saisir comme dérivés déductivement de là. C'est en opposition parfaite avec cette manière de voir que se développent actuellement la physique et la chimie. Toute loi est conçue comme une forme appliquée à des objets concrets : particules physiquement définies en dehors de toute particule d'une autre espèce, corps physique dont la structure positive complexe ne cesse pas d'être présente à l'esprit. Les corps sont, avant tout, des modalités de la positivité cosmique évolutive : nous les rattachons à leur origine géologique et astronomique, affirmant ainsi leur caractère concret et renonçant à les déduire, avec leurs lois, de quelques principes universels. Toute idée physique se manifeste dans un monde où sont déjà réalisées d'autres idées plus ou moins organiques et plus ou moins physicomathématiques ; elle les pré-

suppose ou, du moins, elle en dépend. En d'autres termes, l'idée physique ne peut être séparée de l'idée naturaliste.

Maintenant, l'idée technique est attachée elle aussi à l'idée naturaliste mais d'une manière beaucoup plus évidente. La géologie est au principe de toutes les industries : constructions, matériaux de construction, combustibles, produits chimiques, force motrice. L'étude des matériaux nous oblige, du reste, à envisager leur structure microscopique, leur genèse. Alors, nous pouvons conclure : si l'idée physique est, en principe, indépendante de l'idée technique, elle n'est pourtant pas indépendante, dans son essence même, de circonstances positives et l'idée technique, en nous rappelant ces circonstances, nous garde des interprétations illusives de l'acquis. Dès que nous cessons de penser la physique dans ses conditions expérimentales, nous cédonc facilement à l'attrait de l'universalité métaphysique. Le géomètre qui voit surtout dans la physique un domaine intéressant d'exercices mathématiques est naturellement enclin à une conception inacceptable du monde physique : l'histoire des cosmologies nées en marge de la physique mathématique est significative à cet égard.

Dans ces dernières pages, notre but principal était de rendre manifeste l'indépendance essentielle de l'idée physique vis-à-vis de la technique, encore que la technique soit indispensable à la physique et que l'isolement de l'idée physique soit un danger pour la spéculation théorique. Nous devons pourtant mettre ici en valeur une certaine subordination de l'idée physique vis-à-vis de l'idée technique. Il n'est pas douteux que

l'horizon du savoir se trouve déterminé d'abord par celui de notre action musculaire sur la nature extérieure. Le point de départ de notre représentation du monde est la perception ; or il est clair que la perception s'est développée en rapport avec les sensations périphériques et les données du sens musculaire, en rapport donc avec l'action. Plus généralement, la sphère de l'action et celle de la représentation et de l'idée se conditionnent mutuellement ; des métaphysiciens comme Spinoza et Leibnitz ont insisté sur ce trait de la vie humaine et n'ont pas hésité, dans une généralisation hardie, à y voir aussi un trait de l'activité de la nature entière. A ce point de vue, la science de l'activité humaine passe et conditionne toute science humaine. En particulier, il faut penser la physique à l'intérieur de la science de la technique.

La portée gnoséologique de cette proposition se trouve très diminuée si l'on admet qu'elle ne porte aucune atteinte à la valeur théorétique de la physique. Cette valeur est pour nous hors de doute, nous l'avons expliqué. Alors, la subordination en question ne peut plus signifier qu'une limitation assignée à la physique, limitation en rapport avec le domaine assigné à l'action de l'homme dans la nature. Or nous devons nous mettre ici en présence de deux faits : premièrement, la sphère de notre perception s'est étendue jusqu'aux nébuleuses et s'est affinée jusqu'aux particules atomiques ; et en second lieu, la manipulation des solides, qui est l'aspect premier de notre activité, est devenue une sorte de manipulation des agents physiques à toutes les échelles. Aucun physicien ne peut estimer que sa science est diminuée par la condition d'éclairer

une action possible dans un domaine ainsi amplifié.

En somme, si nous avons reconnu que l'idée physique est séparable de l'idée technique, nous devons pourtant reconnaître aussi que la sphère des idées physiques accessibles à l'intelligence humaine est conditionnée par la sphère de l'activité technique réservée à l'homme. Il est donc permis d'affirmer que la physique n'est qu'un aspect de la science de la technique. Cette proposition n'enlève rien à la physique : elle ne diminue pas sa valeur théorétique ; elle ne réduit pas son étendue. La science de la technique enveloppe la physique ; la physique ne déborde pas la science de la technique. De telles formules heurtent les idées reçues parce que l'idée de technique et l'idée de science de la technique n'ont pas été suffisamment élaborées sur le plan spéculatif ; la technique toujours au sens de mainmise sur les éléments n'a guère été envisagée comme une activité autonome. Vu l'état actuel des spéculations sur la technique, il importe de voir dans les formules ci-dessus, qui fixent les positions relatives de la physique et de la science de la technique, une invitation, non pas à diminuer la première, mais à élever la seconde.

La recherche physique implique, non pas accidentellement mais essentiellement, la technique : dans cette recherche, la technique apparaît dans sa pureté, dans son autonomie, car assigner pour but à la technique la science physique, c'est encore, vu l'utilité technique de cette science, lui assigner pour but la technique elle-même. Ailleurs, les buts proprement techniques sont

subordonnés à des buts étrangers, avant tout, des fins biologiques et l'expansion de l'activité d'expression. Et comme l'activité technique aussi bien que les fins en question concernent la société, on entre ainsi dans le domaine des phénomènes économiques.

La technique ne peut se développer sans que s'affirme à un degré plus ou moins élevé la coopération, et la coopération elle-même exige que les fins proposées à la technique aient un caractère collectif. Il importe donc de distinguer dans le déroulement des phénomènes économiques l'idée plus ou moins présente à la conscience des hommes mais en tous cas plus ou moins réalisée d'une activité technique subordonnée à des fins concernant l'humanité tout entière. Les idées propres à ce plan, nous pouvons les appeler des idées proprement économicotechniques. Comme exemple d'idées de cette sorte, citons la tendance de l'industrie à exercer, en certains centres, à une échelle toujours plus élevée, son pouvoir de capter les énergies naturelles et de les transformer, de conquérir certaines richesses minérales, de produire les métaux, de construire des machines, de fabriquer des tissus et sa tendance corrélatrice à multiplier, à partir de ces centres puissants, les réseaux pour le transport de la matière et la transmission de l'énergie. Citons encore la tendance à affranchir, si l'on peut dire, la machine de l'intervention de l'homme.

Il convient de détacher vivement le domaine ainsi défini, du fond de la science économique et de distinguer, dans l'évolution des phénomènes économiques un aspect proprement économicotechnique et un aspect proprement économique. Nous concevons, d'une part, la réalisation progressive de la machine mondiale de la pro-

duction, machine pourvoyant à sa conservation et à son fonctionnement, répondant au moindre labeur et donnant satisfaction aux besoins des hommes, avant tout les plus fondamentaux; d'autre part, corrélativement, la réalisation progressive d'une unité d'intention concernant la part contributive de chacun à la production et la satisfaction des besoins individuels, qui sont les deux idées fondamentales proprement économiques: ici seulement se présentent les concepts de contrat, de propriété, d'échange, de monnaies et ainsi de suite.

Nous devons donc distinguer, dans les phénomènes économiques, deux domaines d'idées et deux lignes évolutives. Sur chacune de ces deux lignes, on ne cesse pas de reconnaître une marche en avant en quelque sorte autonome. Pourtant des interactions entre les deux ordres de faits provoquent des retards et des accélérations. Généralement, le progrès économicotechnique accélère l'évolution proprement économique. Ainsi, par exemple, le projet de grandes entreprises appelle la conception de contrats appropriés pour la concentration des capitaux: la grande industrie, à ses débuts, fait naître l'idée de société par actions. A ce point de vue, nous pouvons peut-être caractériser comme suit la période que nous traversons.

L'étape de la concurrence pure et simple, dans la vie économique, correspond à une phase où les idées proprement économicotechniques ne peuvent se réaliser que dans une activité aveugle, au prix d'un immense gaspillage d'énergie humaine, par voie de sélection dans une lutte sans merci, tout simplement parce que ces idées sont inconnues ou simplement entrevues. L'évolution économique apparaît alors toute semblable à

l'évolution biologique, telle que la conçoit particulièrement Darwin : création accidentelle de mille particularités, discrimination par la concurrence ; le côté absurde et destructeur de ce principe est considéré comme un mal inévitable. Or nous nous trouvons aujourd'hui devant deux faits : d'une part, à la suite de progrès techniques rapides, l'action destructrice de la concurrence se présente comme une menace pour la civilisation ; d'autre part, nous sommes sortis de l'ignorance des idées proprement économicotechniques, ignorance qui justifiait plus ou moins le régime de la concurrence vitale élémentaire. Maintenant en possession d'un savoir économicotechnique considérable et pressée de construire l'appareil mondial de la production qu'il indique, la vie économique entre dans une phase caractérisée par un effacement rapide de la concurrence élémentaire devant l'aspiration très vive à la coopération ; en rapport avec cette tendance, la société cherche des conceptions économique nouvelles, particulièrement dans le domaine de l'intervention des pouvoirs et celui des conventions internationales.

Ainsi, après une phase où l'idée économicotechnique modelait les phénomènes par le jeu de la sélection, nous entrons dans une phase où cette idée, devenue présente à la conscience et objet de science, commence à les gouverner par la connaissance que nous avons d'elle.

## CHAPITRE V

### ESPRIT ET TECHNIQUE

Nous voudrions préciser en quelques pages certains problèmes du plus haut intérêt concernant la nature de la technique. Les divisions de notre étude correspondent aux questions suivantes : la technique comme valeur, la science de la technique, la technique dans la culture, industrie et culture, l'industrie comme chose de l'esprit. Nous nous plaçons au point de vue de la vie spirituelle collective. Commençons par définir ce point de vue.

Si intense que soit le sentiment personnel dans la vie de l'esprit, le sentiment d'une participation active à un mouvement dépassant la personnalité ne lui est pas moins essentiel. En ce sens, l'humain passe le personnel. Une société d'esprits plus consciente du problème de la représentation de l'humanité n'est pas seulement, une exigence venue du plan des intérêts matériels : elle est un vœu permanent de l'esprit. Une telle société implique pas une diminution de l'esprit : elle comporte un danger de rétrécissement, c'est à raison de certaines faiblesses ; en principe, elle se présente comme une promesse d'expansion. Son symbole est l'histoire. Non celle de telle lignée d'écrivains ou d'artistes, mais celle de l'homme, histoire se dévelop-

## LES TECHNIQUES ET LA TECHNOLOGIE

Pour bien parler des techniques, il faut d'abord les connaître. Or il est une science qui les concerne, celle qu'on appelle la technologie, et qui n'a pas, en France, la place à laquelle elle a droit.

Il est utile de l'indiquer ici, surtout quand c'est la *Société d'Études Psychologiques* qui organise cette Journée de Psychologie et d'Histoire.

En ces matières de psychologie proprement dite, la France a, en fait, devancé les autres pays. Ceux de ma génération ont assisté à l'invention, — par Binet, Simon, Victor Henri, à qui s'adjoignirent tout de suite Piéron, puis Meyerson et Lahy, et que d'autres continuent avec efficacité, — des applications de la psychologie aux techniques, et plus particulièrement au recrutement des ouvriers et des techniciens.

Ce n'est qu'après la guerre de 1914 que, revenue perfectionnée d'Amérique, la psychotechnique, qui s'était développée partout, a pris son essor en France, à Paris surtout, et que des procédés considérables obtinrent des résultats non moins palpables, indispensables même.

Si cette partie de l'étude des techniques est de bonne origine française, il faut dire par contre que la science dont elle est un chapitre n'a pas eu de mêmes développements : je veux parler de la technologie.

Il est clair que la psychologie que l'on fait actuellement des techniques est celle d'un moment de l'histoire et de la nature de celles-ci.

La technologie est une science très largement développée ailleurs que chez nous. Elle prétend à juste titre étudier toutes les techniques, toute la vie technique des hommes depuis l'origine de l'humanité jusqu'à nos jours. Elle est à la base et aussi au sommet de toutes les recherches qui ont cet objet. La psychotechnique n'est

qu'une technique des techniques. Or elle suppose de profondes connaissances générales de l'objet général, les techniques.

Il faut donc avant tout marquer quelle est la place de la technologie, quels travaux elle a produits, quels résultats sont déjà acquis, combien elle est essentielle pour toute étude de l'homme, de sa psyché, des sociétés, de leur économie, de leur histoire, du sol même dont vivent les hommes, et, par conséquent, de leur mentalité. Ce n'est pas une raison parce qu'elle n'est pas en France l'objet d'enseignements réguliers pour que nous n'en parlions pas ici. (Je connais bien un enseignement, mais il est fort élémentaire, et, de plus, destiné à l'observation des techniques des peuples dits primitifs, ou exotiques, comme on veut, je n'en connais pas d'autre.)

Cette science a été en vérité fondée en Allemagne : pays d'élection de l'étude historique et scientifique des techniques, — qui, avec l'Amérique maintenant, reste en tête de tous les progrès techniques. En vérité, elle a été instituée par Reulaux, le grand théoricien et mathématicien, mécanicien et technicien de la mécanique. Il trouva auprès des autorités prussiennes un écho immédiat. Sous sa direction fut ouverte la première des Écoles Supérieures Techniques (les *Technische Hochschulen*), celle de Berlin, qui a rang d'Université, et dont le diplôme (Dipl. Ing.) a rang de Doctorat. L'enseignement général de la technologie, théorie et histoire, y est obligatoire pour toutes les Sections Spéciales menant aux différents diplômes. C'est là la base naturelle de l'étude générale des techniques ; elle devrait être reconnue chez nous.

Or, ici, même dans nos plus honorables établissements scientifiques, même dans notre illustre et toujours glorieux Conservatoire des Arts et Métiers, la technologie n'a pas la place de théorie générale des métiers. A Saint-Germain, au Musée des Antiquités Nationales, mon regretté frère de travail Henri Hubert avait bien installé la Salle de Mars, consacrée à l'art et à l'ethnologie comparée de l'âge de pierre ; en ce moment, cette salle n'est même plus en usage. Au Musée de l'Homme, avec l'aide de l'Institut d'Ethnologie, on a réussi à faire quelque chose de vaste dès maintenant, mais encore modeste. Le Musée de Vienne, le Pitt-Rivers Museum, celui de Nordenskiöld à Göteborg sont, à bien des points de vue, mieux placés que nous.

Quant à la théorie ou à la description historique, géographique, économique, politique des métiers, elle fut entamée à diverses reprises en France ; elle n'est pas faite. Nous n'avons même pas gardé la tradition de ces bonnes histoires de l'industrie telles que les faisaient les Becquerel et les Figuiet, qui, même anecdotiques, instruisaient le jeune homme et même l'enfant. Mon oncle Durkheim me les fit lire. Un de ceux qui étaient sur la bonne voie, mon vieux maître Espinas, nous fit sur ces questions un cours à Bordeaux dont je me souviens. (Son livre sur *Les origines de la technologie* a encore de la valeur.) Mais il n'a pas assez développé ses idées et n'a ni étendu, ni approfondi suffisamment ses recherches.

\* \* \*

Quelques remarques vont indiquer les voies ouvertes déjà, et où elles conduisent :

Supposons connus un grand nombre de faits que plusieurs même d'entre nous ne connaissent peut-être pas. Au moment où la mode est à la technique et aux techniciens, — par opposition à la science dite pure et à la philosophie, accusées d'être dialectiques et vides, — il faudrait cependant, avant de prôner l'esprit technique, savoir ce qu'il est.

D'abord, voici une définition :

*On appelle technique, un groupe de mouvements, d'actes, généralement et en majorité manuels, organisés et traditionnels, concourant à obtenir un but connu comme physique ou chimique ou organique.* Cette définition a pour but d'éliminer de la considération des techniques celles de la religion ou de l'art, dont les actes sont aussi souvent traditionnels et même aussi souvent techniques, mais dont le but est toujours différent du but purement matériel, et dont les moyens, même quand ils sont superposés à une technique, sont toujours différents de celle-ci. Par exemple, les rituels du feu peuvent commander la technique du feu.

Cette façon de considérer les techniques permet de les classer, de donner un tableau comparé de ce qu'on appelle encore les Travaux, les Arts et les Métiers ; ainsi nous disons, le métier du peintre, même du peintre d'art pur.

\* \* \*

Cette définition permet de classer les différents secteurs de la technologie.

Il y a d'abord la technologie descriptive. Ce sont des documents :

1<sup>o</sup> historiquement et géographiquement classés : outils, instruments, machines ; dans le cas de ces deux derniers, analysés et montés ;

2<sup>o</sup> physiologiquement et psychologiquement étudiés : manières de s'en servir, photographies, analyses, etc. ;

3<sup>o</sup> classés par systèmes d'industries dans chaque société étudiée ; exemples : alimentation, chasse, pêche, cuisson, conservation, vêtements, transports ; étude des utilités générales et particulières, etc.

A cette étude préalable du matériel des techniques, doit se superposer l'étude de la fonction de ces techniques, de leurs rapports, de leurs proportions, de leur place dans la vie sociale.

Ces dernières études mènent à d'autres. On arrive à déterminer alors la nature, les proportions, les variations, l'usage et l'effet de chaque industrie, ses valeurs dans le système social. Et toutes ces analyses précises permettent alors vraiment des considérations plus générales. Elles permettent d'abord diverses formes de classement des industries, mais, surtout, elles permettent de classer les sociétés par rapport à leurs industries.

De là un troisième ordre de considérations générales. Un nombre croissant de savants (ethnologues, anthropologues, sociologues, etc.) attachent une extrême importance aux comparaisons faites entre ces sociétés qui ont ces industries. Ils pensent pouvoir prouver les emprunts de celles-ci, les *aires de répartition* de celles-là, et même les *couches historiques de répartition*, comme ont fait déjà les préhistoriens. Les uns prudents, et même très prudents, comme les Américains, constatent les faits, et, de temps en temps, en déduisent l'histoire ; d'autres, moins prudents, ont reconstitué toute une histoire de l'humanité avec l'histoire des techniques. On en arrive à parler d'un âge de pierre au Congo, qui appartiendrait à l'époque de la civilisation où le droit d'héritage était en descendance utérine.

Mais ces exagérations n'empêchent pas l'excellence de la méthode quand elle est bien menée.

Même à propos des sociétés les plus primitives connues, les techniques, leurs fonctions propagées, puis conservées par la tradition, sont, — depuis Boucher de Perthes, — le meilleur moyen de classer, même chronologiquement, les sociétés. *Sinanthropus*, l'homme des cavernes de Pékin, savait cuire au feu, ce qui prouve que cet être était sûrement un homme. Nous ne savons s'il parlait, c'est probable, puisqu'il pouvait garder une certaine façon de conserver le feu.

J'ai proposé moi-même quelques vues sur les techniques du corps et leurs fonctions<sup>1</sup>. Par exemple, la technique de la nage varie et permet de classer des civilisations entières.

Toutes sont spécifiques à chacune, outillage et maniement de l'outillage variant infiniment. Les techniques sont donc, en même temps qu'humaines par nature, caractéristiques de chaque état social.

Je sais que d'autres voient en ceci des mystères. « *Homo faber* », soit. Mais l'idée bergsonienne de la création est exactement l'idée contraire de la technicité, de la création à partir d'une matière que l'homme n'a pas créée, mais qu'il s'adapte, transforme, et qui est digérée par l'effort commun, cet effort étant alimenté à chaque instant et en chaque lieu par de nouveaux apports. A ce point de vue certain, qui est de rigueur, la définition : « *Ars homo additus naturæ* » est vraie des Arts et des Métiers encore plus que de l'Art : c'est de la pénétration de la nature physique que résulte l'art, le métier, que vit l'artisan, l'industriel, et que se développent l'industrie et les civilisations, la civilisation.

\* \* \*

A un autre point de vue, l'étude des techniques est encore plus importante. C'est celui des rapports qu'elle soutient avec les sciences, filles et mères des techniques. En fait, aujourd'hui, l'immense majorité des hommes est de plus en plus engagée dans ces occupations. La plus grande partie de leur temps est engrenée

1. Les techniques du corps, *Journal de Psychologie*, 1935, p. 27.

dans ce travail dont la collectivité garde et augmente le trésor de traditions. Même la science, surtout la magnifique science de nos jours, est devenue un élément nécessaire de la technique, un moyen. Nous entendons ou voyons les électrons ou les ions par une technique, que tout « radio » connaît. Un mécanicien de précision opère des visées, lit des verniers, qui, autrefois, étaient le privilège des astronomes. Un pilote d'avion lit une carte comme nous n'en avions pas, en même temps qu'il voit les hauts des montagnes ou le fond de la mer, comme aucun de nous dans notre jeunesse ne pouvait rêver. L'hymne à la science et aux métiers du XIX<sup>e</sup> est au XX<sup>e</sup> siècle plus vrai que jamais. L'ivresse de la production n'est pas perdue. Il est de belles et bonnes machines, de belles automobiles. Il se fait, à la machine, du beau métier. Il y a la joie de l'œuvre, il y a celle du calcul sûr, de la réalisation parfaite et en masse, avec des machines inventées sur plans précis, sur épures précises, pour fabriquer en séries des machines encore plus précises et plus gigantesques, ou plus fines et qui en fabriquent elles-mêmes d'autres, dans une chaîne sans fin où chacune d'elles n'est qu'un maillon. Voilà ce que nous vivons. Et ce n'est pas fini.

Si nous ajoutons que, de nos jours, la technique la plus élémentaire, par exemple celle de l'alimentation (nous en savons quelque chose en ce moment), rentre dans ce grand engrenage des plans industriels ; si nous notons que l'« Économie Industrielle », celle qu'on continue indûment à ne considérer que comme une partie de l'Économie dite politique, devient un rouage essentiel de la vie de chaque société, même des rapports entre sociétés (ersatz, etc.), nous mesurons l'étendue de l'apport indéfini de la technique au développement même de l'esprit.

Ainsi, depuis le temps lointain, très lointain, où *Sinanthropus*, l'homme des cavernes de Chou-Kou-Tien, près de Pékin, le moins homme de tous les hommes qui nous sont connus, savait, au moins conserver le feu, le signe certain de l'humanité, c'est l'existence des techniques et leur conservation traditionnelle. La classification certaine des humanités existe, c'est celle de leurs techniques, de leurs machines, de leurs industries, de leurs inventions. Dans ce progrès s'inscrit l'esprit, la science, la force, l'habileté, la grandeur de leur civilisation.

\* \*

Ne blâmons ni ne louons, il y a d'autres choses dans la vie collective que les techniques, mais la prédominance de telle ou telle technique dans tel ou tel âge de l'humanité, qualifie les nations. Dans un joli travail publié dans une Revue de Naturalistes, un de nos bons « comparants », M. Haudricourt, vient de montrer comment nos meilleures techniques d'attelage des bœufs ou du cheval sont venues toutes et bien lentement d'Asie. En ceci, l'Asie fut toujours supérieure et, en bien d'autres choses, reste encore un modèle.

On peut même parler de ces questions quantitativement. Le nombre de brevets pris et patentés en France, et dont les patentes ont été reconnues ailleurs, est hélas, bien inférieur à celui des brevets allemands, anglais, et surtout, américains. Ce sont ces derniers qui mènent le train, donnent la cadence.

Même la science devient de plus en plus technique et la technique agit de plus en plus sur elle. Les recherches les plus pures aboutissent à des résultats immédiats. Tout le monde connaît la radio-activité. On en est maintenant à conserver et à concentrer les neutrons. Bientôt peut-être on en connaîtra la harnachement. Les électrons, dans les microscopes à électrons, grossissent au millionième. On est tout près de photographier les atomes. On voit, on « essaie » avec eux. Le cercle des relations science-technique est de plus en plus vaste, mais en même temps, de mieux en mieux fermé.

Il n'y a qu'à maîtriser le démon déchaîné.

Mais on exagère son danger. Ne parlons ni de bien, ni de mal, ni de morale, ni de droit, ni de force, ni de monnaie, ni de réserve, ni de jeux de Bourse. Tout ceci est moins grand que ce qui se prépare.

A l'heure qu'il est, le destin appartient aux bureaux d'études comme ceux que les grandes fabriques savent monter, et ces bureaux d'études doivent avoir d'étroites relations avec ceux de statistique, d'économique, car une industrie n'est plus possible que par ses rapports avec quantité d'autres, avec quantité de sciences, quantité d'Économies dirigées, individuelles ou publiques, aussi fortes que possible. Les plans d'action sont plus qu'une mode ; ce sont des nécessités. Les techniques sont déjà indépendantes, mieux,

elles sont dans un ordre à elles, elles ont leur place à elles, elles ne sont plus seulement des crochets pendus à des chaînes d'heureux hasards, d'adaptations fortuites d'intérêts et d'inventions. Elles viennent se loger dans des plans prémédités à l'avance, où il faut établir les bâtiments gigantesques pour des machines gigantesques qui en fabriquent d'autres, lesquelles en fabriqueront encore d'autres, fines ou fortes, mais dépendant les unes des autres, et destinées à des produits aussi exacts, plus exacts quelquefois que tels produits de laboratoires d'antan.

\* \* \*

Mais l'ensemble de ces plans eux-mêmes doit s'accorder autrement que par hasard. Les techniques s'enchevêtrent, les bases économiques, les forces de travail, les parties de la nature que les sociétés se sont appropriées, les droits de chacun et de tous, s'entrecroisent. Dès maintenant, au-dessus des plans, s'élève la silhouette du « plan », du planisme comme on dit, et comme dans certains pays on a déjà fait.

Je vois encore notre génial François Simiand, adjoint d'Albert Thomas au Ministère de l'Armement de l'autre guerre, calculer « les existences » mondiales et aussi les nécessités militaires ou civiles du pays, — décider du possible et de l'inutile. — Économie de guerre, dira-t-on, c'était vrai. Mais les méthodes instituées alors ont fait des progrès, non seulement dans la guerre, où elles sont nécessaires, mais dans la paix.

Et, qui dit plan, dit l'activité d'un peuple, d'une nation, d'une civilisation, dit, mieux que jamais, moralité, vérité, efficacité, utilité, bien.

Inutile d'opposer matière et esprit, industrie et idéal. De notre temps, la force de l'instrument, c'est la force de l'esprit, et son emploi implique la morale, comme l'intelligence.