

- 1 -

OBJET ET CHAMP
DE LA TECHNOLOGIE

ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES
EN SCIENCES SOCIALESCENTRE DE RECHERCHES HISTORIQUES
LABORATOIRE ASSOCIÉ AU C. N. R. S.

Paris, le 5 janvier 1981

Cher (chère) collègue,

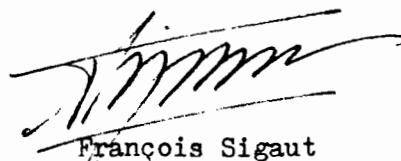
Comme vous le savez, il n'existe pas actuellement d'enseignement complet de la technologie en France. Il y a certes plusieurs enseignements partiels, qui jouent un rôle non négligeable. Mais nous avons tous conscience que ce n'est pas assez.

En effet, aucune discipline ne peut progresser si ses acquis ne sont pas régulièrement organisés et transmis aux nouveaux arrivants. En technologie, l'enseignement est une nécessité d'autant plus vitale qu'il n'existe pratiquement pas d'autres canaux d'information réguliers: la technologie, vous ne le savez que trop, n'a pas de place, ou si minime, dans ce qu'il est convenu d'appeler la culture générale de nos contemporains. Cette ignorance généralisée est un obstacle grave à la recherche, car aucun chercheur ne peut progresser seul, c'est-à-dire sans une audience assez compétente et assez nombreuse pour discuter, évaluer et reprendre ses résultats. L'érudition est un terme souvent bien décrié. C'est bien pourtant d'érudition qu'il s'agit: faute d'un niveau suffisant d'érudition générale, la recherche est condamnée à tourner à vide, pour ainsi dire. Les mêmes discussions stériles sont indéfiniment reprises, alors même que des voies prometteuses restent ignorées.

Ce qui rend si difficile de mettre sur pied un enseignement complet de la technologie, toutefois, c'est que le champ de cette discipline est beaucoup trop vaste pour qu'une seule personne, si compétente soit-elle, puisse le maîtriser. Enseigner la technologie ne peut être qu'une entreprise collective. Entreprise qui, pour aboutir, demande évidemment que ceux qui y participeront se mettent au préalable d'accord sur les grandes lignes de leur projet.

C'est ce projet que je vous propose de mettre au point ensemble. Une première série de séminaires sera organisée à cet effet en avril et mai prochains à l'E.H.E.S.S. Si vous avez l'intention d'y participer, soit comme chercheur, soit comme étudiant, vous pouvez vous adresser au Centre de Recherches Historiques, où un document préparatoire vous sera remis. Les lieux et dates exacts des séances vous seront précisés ultérieurement.

Bien cordialement,


François Sigaut

Projet de plan pour un

COURS DE TECHNOLOGIE

Avertissement

1. OBJET ET CHAMP DE LA TECHNOLOGIE.

- 1.1. Les techniques comme objet de connaissance scientifique.
- 1.2. Concepts et organisation du champ de la technologie.
- 1.3. Position de la technologie dans l'ensemble des sciences. Objets et disciplines contigus.

2. LE PROBLEME DE LA CLASSIFICATION DES TECHNIQUES.

- 2.1. Les classifications technologiques existantes.
- 2.2. L'exemple de la systématique des êtres vivants: des classifications artificielles aux classifications naturelles.
- 2.3. Une classification naturelle des techniques est-elle possible?

3. LE CONTENU DE LA TECHNOLOGIE. LES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LES TECHNIQUES.

- 3.1. Les composantes opératoires et les techniques: présentation thématique (suivant le plan de classification élaboré en 2).
- 3.2. Systèmes d'opérations et systèmes techniques: présentation chronologique et géographique.

4. LES METHODES DE TRAVAIL DE LA TECHNOLOGIE.

- 4.1. Collecte de l'information existante: ouvrages généraux, bibliographies.
- 4.2. L'enquête technographique: archives, musées, terrain. Observation, enregistrement et description des faits techniques.
- 4.3. L'analyse technologique, principales étapes.
- 4.4. L'interprétation technologique. L'hypothèse et sa validation.

5. PROBLEMES ET ENJEUX.

- 5.1. L'apport méthodologique de la technologie aux sciences humaines. Sa valeur heuristique.
- 5.2. Le savoir technique. Apprentissage et invention, innovation et emprunt. Technique et science. Technique, mentalité et culture. La pédagogie des techniques.
- 5.3. Techniques et économie. Développement et croissance. Techniques, productivité et répartition des richesses.
- 5.4. Techniques, travail et rapports sociaux. Structure du système technique et structure sociale. Technologie, sociologie et théories de l'action politique.

AVERTISSEMENT

Le but de ce projet est de mettre sur pied le programme de ce que devrait être un enseignement véritablement complet de la technologie. Mais il n'aborde pas la question de la réalisation pratique d'un tel enseignement, question évidemment bien plus vaste. Car cet enseignement demandera des moyens importants, et en premier lieu des personnes susceptibles de le donner. Tous ce qu'il est possible de dire ici sur ce point est qu'on aura d'autant plus de chances de trouver ces moyens et ces personnes que les besoins auront été définis avec plus de précision.

Emploi du terme "technologie".

La technologie est, ou du moins se veut, une science. Une science qui prend pour objet l'activité matérielle des hommes — "toute la vie technique des hommes depuis l'origine de l'humanité jusqu'à nos jours" (Marcel Mauss 1941) — . Cette définition provisoire aura sans doute à être précisée. Mais le projet présenté ici n'a de sens que si cette acception du terme "technologie" est perçue clairement, et utilisée à l'exclusion de toute autre, par ceux qui y participeront.

Il existe en effet une autre acception de "technologie", récente mais de plus en plus courante (dans des expressions comme "transfert de technologies", "technologies appropriées", "technologies de pointe", etc.). Il n'est pas facile de se représenter ce que signifie exactement le terme de technologie ainsi employé: il semble qu'il ne s'agisse que d'une sorte de superlatif, de doublet savant (ou plutôt pédant) de "technique". Cet usage abusif de "technologie" a du reste été relevé récemment par un linguiste (J. Cellard, "La technologie du jeans", Le Monde, 23 mars 1980, p. XVIII). Mais il ne faudrait pas croire pour autant que c'est une simple question de purisme grammatical. L'enjeu est beaucoup plus grave. Les sciences humaines sont trop complexes, et d'une pratique trop délicate, pour qu'on puisse se permettre de jouer ainsi avec le sens des mots. Le choix qui est fait ici est de retenir la première acception du terme technologie, et d'exclure absolument la seconde. Nul n'est tenu d'accepter ce choix. Mais ceux qui ne l'acceptent pas doivent savoir qu'ils n'ont rien à faire avec le projet présenté ici. Car ce serait condamner le projet tout entier que d'accepter de l'installer dès le départ dans la confusion.

Contenu et enjeux de la technologie.

L'essentiel du projet, c'est sa 3e et sa 4e partie, le contenu et les méthodes de la technologie. Son contenu surtout, car c'est pour remédier à l'insuffisance du niveau général des connaissances qu'il a été conçu.

Cependant, de nombreux chercheurs comprennent mal que les techniques puissent être considérées comme un objet de connaissance désintéressée. Pour eux, connaître les techniques n'est pas une fin en soi, mais seulement un moyen, soit de mieux comprendre certains phénomènes socio-économiques, soit d'agir plus efficacement dans des domaines comme le développement, la formation, etc.

Tous ces points de vue sont compréhensibles. Ils ont d'ailleurs une large place dans la 5e partie de ce projet, "Problèmes en enjeux". Mais quel que soit l'intérêt de ces enjeux, il faut qu'il soit bien clair qu'ils ne sont pas l'essentiel de la technologie. A vouloir trop les privilégier, on se condamnerait à coup sûr à l'immobilité: l'expérience montre, en tous cas, que rien de neuf n'est jamais sorti de la multitude de discours philosophico-spéculatifs qui se tiennent sur les techniques depuis des siècles. La méthode scientifique a d'autres exigences. Et il n'y a pas de science possible si on refuse d'accepter l'accroissement

ECOLE DES HAUTES ETUDES
EN SCIENCES SOCIALES

CENTRE DE RECHERCHES
HISTORIQUES

Projet de

COURS DE TECHNOLOGIE

- 1 -

OBJET ET CHAMP DE LA TECHNOLOGIE

*forme = argument +
développement
préliminaires*

1. OBJET ET CHAMP DE LA TECHNOLOGIE

Sommaire

1.1. LES TECHNIQUES COMME OBJET DE CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE.

- 1.1.1. Quelques réflexions sur l'histoire de la technologie.
- 1.1.2. L'illusion positiviste.
- 1.1.3. Quelques idées actuelles sur la connaissance scientifique.
- 1.1.4. Les bases possibles d'une technologie scientifique.
 - 1141. Accepter les techniques comme objets de connaissance dignes d'intérêt pour elles-mêmes.
 - 1142. La technologie est avant tout une science humaine.
 - 1143. Le postulat de rationalité. Critique de l'objectivité.
 - 1144. Le rôle de l'observation et de l'expérimentation.

1.2. CONCEPTS ET ORGANISATION DU CHAMP DE LA TECHNOLOGIE.

- 1.2.1. L'organisation des connaissances requiert la mise en oeuvre de notions nouvelles élaborées à cet effet: les concepts.
- 1.2.2. Un exemple: l'identification des techniques de récolte des grains.
- 1.2.3. Les points de vue descriptif et comparatif.
- 1.2.4. Le point de vue descriptif. 1. L'opération et ses composantes.
- 1.2.5. Le point de vue descriptif. 2. L'articulation des opérations.
- 1.2.6. Le point de vue comparatif. 1. Les techniques.
- 1.2.7. Le point de vue comparatif. 2. Les composantes opératoires.
 - 1271. Les artefacts. Technologie industrielle et archéologie expérimentale.
 - 1272. Les agents. Ergonomie et ergologie.
- 1.2.8. Le point de vue comparatif. 3. Les systèmes d'opérations.

1.3. POSITION DE LA TECHNOLOGIE DANS L'ENSEMBLE DES SCIENCES.

- 1.3.1. Les sciences constitutives de la technologie.
 - 1311. Les sciences humaines.
 - 1312. Les sciences de la nature.
- 1.3.2. Les disciplines contiguës à la technologie.
 - 1321. Savoirs et croyances.
 - 1322. Action et comportement.
 - 1323. Décision.
 - 1324. Mécanismes d'interaction sociale.

1.1. LES TECHNIQUES COMME OBJET DE CONNAISSANCE SCIENTIFIQUE.

Les techniques peuvent-elles être ou devenir un objet de connaissance scientifique? L'histoire de la technologie rend nécessaire de se poser la question. Mais il n'y a pas de réponse évidente, sauf si on admet l'illusion positiviste. Le choix d'un objet scientifique nouveau ne peut être au départ qu'un pari. On ne peut pas affirmer d'avance que ce pari sera gagné. Mais une réflexion sur les caractéristiques de la science actuelle peut aider à le tenir.

1.1.1. Quelques réflexions sur l'histoire de la technologie.

La technologie (réflexion sur les techniques) remonte, suivant les auteurs, aux Mécaniciens grecs (Bertrand Gille) ou à l'Encyclopédie (Marcel Mauss). Premier emploi du terme dans ce sens: Anleitung zur Technologie, par Johann Beckmann (1788). *Encyclopédie* -

Caractéristique essentielle: discontinuité historique. Vagues d'intérêt relativement brèves, séparées par de longues périodes de mépris total. Il y a une ou deux vagues dans l'Antiquité, une ou deux au Moyen Age, une à la Renaissance, une au XVIIIe siècle... La périodicité varie suivant les pays et suivant les disciplines (histoire, ethnologie, économie, etc.). En France: tournant XIXe-XXe siècle (Frémont) et années 1930 (Lefebvre des Noëttes).

Depuis quelques années, la technologie revient à la mode. Le phénomène est positif, mais non dénué d'équivoque. Et si on ne parvient pas à asseoir la technologie sur des bases plus solides, la mode actuelle passera comme les autres. Le résultat dépendra de la réponse pratique apportée à la question: la technologie est-elle une science?

1.1.2. L'illusion positiviste.

La réponse n'est pas acquise d'avance. Illusion positiviste: croire que n'importe quel objet peut donner prise à la "science", qu'on suppose donc constituée de façon définitive. Prévoir des sciences nouvelles devient alors une simple affaire d'extrapolation: exemple de la sociologie d'Auguste Comte.

Or, historiquement, l'émergence d'une discipline nouvelle a toujours résulté du choix plus ou moins judicieux de son objet (astronomie, mécanique...). Le choix d'un objet illusoire, ou trop éloigné des possibilités scientifiques de l'époque, mène invariablement à l'impasse (part du flair et de la chance dans ce choix...). Premier danger pour nous de l'illusion positiviste: croire qu'il suffit de nommer une science pour lui donner une existence (sociologie, technologie, ...-logie).

Deuxième danger, aux antipodes du premier: l'épistémologie positiviste (schéma des trois étapes) ne sait pas quoi faire de la pensée technique. Sur ce point, d'ailleurs, toutes nos épistémologies sont peu ou prou positivistes. La pensée technique est soit réduite à une sorte d'empirisme réflexe, soit considérée comme une sorte de sous-produit de la pensée scientifique (la "science appliquée").

1.1.3. Quelques idées actuelles sur la connaissance scientifique.

On a renoncé à chercher une définition permettant de trancher dans l'absolu entre savoir scientifique et savoir non scientifique. La science est moins un ensemble de connaissances acquises que le processus même de leur acquisition. Processus inscrit dans une histoire inachevée.

Dans ce processus, chaque découverte importante oblige à réarranger l'organisation existante des connaissances, réarrangement qui lui-même n'aura qu'un temps. En d'autres termes, chaque état de la science à une époque donnée est à la fois condition nécessaire, et obstacle à franchir, pour que l'état ultérieur puisse être atteint. Il n'y a de "vérité" scientifique que relativement à ce processus. D'où l'intérêt d'un critère plus dynamique comme celui d'utilité (ou valeur heuristique). Une idée peut être utile même si elle s'avère fausse en fin de compte (exemples: la conception harmonique du monde de Kepler, la théorie de l'éther lumineux). L'erreur n'est pas toujours, ou pas seulement, un "obstacle épistémologique" (Bachelard). "Une hypothèse est scientifique lorsqu'il existe des moyens de prouver qu'elle est fausse", car on ne peut jamais prouver dans l'absolu qu'une hypothèse est vraie. Utilité aussi de l'empirisme (attention à l'emploi abusif du terme qui se répand de plus en plus aujourd'hui!), car il est inévitable aux tous premiers stades d'une recherche. Un empirisme honnêtement reconnu vaut mieux qu'un déguisement théorique prématuré.

Deux conséquences, peut-être, dans la pratique du travail scientifique.

(1) Il faut savoir accepter de trouver autre chose que ce qu'on cherche (effet de billard, en anglais serendipity). Cette défocalisation est affectivement difficile, car elle implique que le chercheur soit prêt à renoncer à des choix initiaux fortement motivés, et dans lesquels il a en outre investi des années de travail, voire toute sa carrière. Mais il semble qu'il s'agisse d'une étape fondamentale dans la formation de la pensée humaine (cf. ce que Piaget appelle "décentration").

(2) L'économie est probablement le critère le moins trompeur dans la pratique. Viser à l'économie dans l'organisation des connaissances, c'est chercher à rendre compte du plus possible de faits connus à l'aide du moins possible de moyens intellectuels. C'est ce souci d'économie qui pousse à inventer des outils (concepts, hypothèses) de plus en plus abstraits et généraux, c'est-à-dire d'une valeur heuristique de plus en plus grande. L'anti-sèche de l'étudiant tricheur en est une forme élémentaire: lorsqu'un étudiant a su se fabriquer de bons anti-sèches, il n'en a plus besoin. Exemple: le tableau de Mendeleïev en chimie minérale.

1.1.4. Les bases possibles d'une technologie scientifique.

La possibilité d'une technologie scientifique n'est donc pas une certitude, c'est un pari. On verra à l'usage si ce pari était justifié. Mais si on veut le tenir sérieusement, il faut accepter certaines conditions (postulats) sans lesquelles une chose, elle, est certaine: l'échec final. Quelques-unes de ces conditions sont les suivantes.

1141. Accepter les techniques comme objets de connaissance dignes d'intérêt pour elles-mêmes.

Historiquement, ceux qui se sont intéressés aux techniques avaient pour but, la plupart:

- de les transmettre, en vue d'une utilisation pratique: apprentissage, vulgarisation, enseignement...

- de les utiliser comme facteurs explicatifs dans des hypothèses d'ordre socio-historique: moulin à eau et féodalité (Marx), attelage et esclavage (Lefebvre des Noëttes), étrier et chevalerie (L. White)...

Ces deux démarches sont légitimes. Mais elles n'aboutissent pas à la

construction d'une technologie véritable. Car aucune des deux n'accepte vraiment de considérer les techniques comme objet de connaissance désintéressée. Or, l'histoire des sciences nous montre que c'est seulement l'acceptation de la connaissance désintéressée d'un objet qui fonde une science (astrologie-astronomie, alchimie-chimie, médecine-biologie, etc.). L'utilité pratique n'est jamais un critère scientifique (l'inutilité non plus, d'ailleurs).

De même, trop de chercheurs en sciences humaines ne comprennent la technologie que comme réservoir d'explications possibles pour la sociologie. Cela revient à justifier une science par une autre - or, justifie-t-on la physique par la géologie, ou la linguistique par l'histoire des religions? Cette attitude est un contre-sens méthodologique. Car faire de la technologie avec réticence, c'est à coup sûr se condamner à faire de la mauvaise technologie. On perd sur les deux tableaux si, comme le pari en est fait ici, la bonne technologie a effectivement une valeur explicative élevée.

1142. La technologie est avant tout une science humaine.

"Si l'on peut étudier le même objet de différents points de vue, il est par contre sûr qu'il y a un point de vue plus essentiel que les autres, celui qui peut donner les lois de l'apparition et de la transformation de l'objet. Il est clair que pour un objet fabriqué, c'est le point de vue humain, de sa fabrication et de son utilisation par les hommes, qui est essentiel, et que si la technologie doit être une science, c'est en tant que science des activités humaines."

(Haudricourt 1964)

Quelques autres définitions utiles:

"Technologie ist die Wissenschaft, welche die Verarbeitung der Naturalien, oder die Kenntniss der Handwerke, lehrt."

(Beckmann 1780)

"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."

(Mauss 1941)

"Broadly speaking, technology is the way people do things."

(Lynn White jr. 1940)

"La technologie est l'étude complète des techniques, outils, appareils, machines, matériaux, qui sont utilisés en vue d'une action définie dans un milieu humain, économique, géographique déterminé et à une époque donnée."

(Géminard 1970)

Quatre éléments reviennent dans ces définitions: les techniques sont des actions, elles impliquent un savoir, leur résultat est matériel, et répond à une finalité.

Remarque: il n'y a pas de technique sans savoir, et pas de savoir sans invention et transmission, c'est-à-dire sans tradition: toute technique est, par définition, traditionnelle. L'opposition trop fréquente entre techniques traditionnelles et techniques modernes est un non-sens.

1143. Le postulat de rationalité. Critique de l'objectivité.

"Toute action peut toujours être expliquée comme résultant d'objectifs explicites ou implicites et d'une situation telle qu'elle est perçue consciemment ou non. Il s'agit là du postulat de rationalité qui est indispensable à toute lecture du comportement humain."

(J. Brossier)

Le postulat de rationalité fonde les sciences humaines: s'il n'y a pas de rationalité dans les comportements humains, en effet, alors

Trop
antiquée

technique
et savoir
+ technique
D. G. 1970

toute possibilité de les expliquer disparaît, il ne reste plus que l'arbitraire. Il est significatif que ce postulat ait été énoncé par un économiste travaillant sur l'agriculture actuelle: c'est une réaction contre l'imputation habituelle d'irrationalité que les vulgarisateurs font aux agriculteurs lorsque ceux-ci n'acceptent pas avec assez d'empressement les "progrès" qui leur sont proposés (ou imposés).

Le postulat de rationalité est à mettre sur le même plan que le principe des causes actuelles en géologie, de la conservation de la matière en chimie, ou de l'homogénéité de l'espace et du temps en physique. Tous ces principes signifient seulement que les lois qui régissent les phénomènes observables sont invariantes. S'il n'en était pas ainsi, si par exemple les lois de la physique n'étaient pas les mêmes en deux points différents de l'espace (ou du temps), il n'y aurait pas de physique du tout. De même, si les mécanismes mentaux fondamentaux différaient d'un homme à l'autre (ou d'une société à l'autre), il n'y aurait pas de science humaine possible (ni d'ailleurs d'intercompréhension possible entre les hommes).

En technologie, il s'agit plus précisément de la rationalité intentionnelle des actes techniques. (Il existe aussi bien sûr une rationalité non intentionnelle, qui est par exemple ce que l'embouteillage est à l'automobile. Pour ces deux notions, voir Godelier 1969. La rationalité intentionnelle est celle des individus (micro-économie), la rationalité non intentionnelle est celle des systèmes (macro-économie). La grande difficulté est de relier ces deux niveaux: les principales théories économiques et sociologiques ne semblent pas y être parvenues.)

Il semble y avoir un certain malaise chez les anthropologues vis-à-vis de ce qui relève d'une rationalité intentionnelle. Ce malaise se traduit rarement par un rejet explicite, comme par exemple chez Paul Leser (École des Kulturkreise: refus de prendre en compte le "fonctionnel" dans l'étude comparative des instruments de labour). Le plus souvent, il y a seulement abstention, c'est-à-dire choix préférentiels de thèmes dans lesquels la rationalité intentionnelle intervient peu (en apparence): le folklore, la superstition, les mythes, l'esthétique... L'origine de ce malaise est encore et toujours à rechercher dans notre héritage positiviste, qui tend à nous faire traiter les faits humains comme des faits de nature, c'est-à-dire, en particulier, à en éliminer la finalité (autre nom de la rationalité intentionnelle). Cf. la définition du fait social par Durckheim (à comparer avec le texte d'Haudricourt ci-dessus). Cf. aussi Graebner, le fondateur de l'École des Kulturkreise, ex-botaniste. Reconnaître l'existence d'une rationalité équivalente à la mienne chez les sujets que j'étudie serait menacer la conscience que j'ai de ma propre "objectivité", laquelle justifie mon rôle social de chercheur ou de savant.

C'est le relativisme culturel qui permet de dépasser cette contradiction, en affirmant que tous les hommes ont un comportement rationnel à l'intérieur de leur propre culture, et que réciproquement il n'y a pas de rationalité dans l'absolu (objectivité), mais seulement à l'intérieur d'une culture donnée (y compris scientifique). Le postulat de rationalité n'est qu'une forme particulière du relativisme culturel. Des notions comme celles de mentalité pré-logique, d'esprit pré-scientifique, etc. (voire de pensée sauvage) témoignent de la difficulté qu'a la pensée positiviste à s'affranchir de la notion d'objectivité.

1144. Le rôle de l'observation et de l'expérimentation.

Il n'y a pas d'autre point de départ en technologie (comme dans toutes les sciences) que le donné observable. Or, on n'observe pas des techniques, notion déjà abstraite, et que nous n'avons d'ailleurs pas encore définie. On observe des actions ayant un résultat matériel vérifiable, que nous appellerons des opérations, ainsi que des objets qui s'y trouvent impliqués.

Tous ces objets de technologie, etc. à laquelle...

Observer une opération, c'est observer quelqu'un en train de faire quelque chose. L'opération complète (par exemple un labour, le sciage d'une planche à partir d'un tronc d'arbre, l'ourdissage de la chaîne sur un métier à tisser, le remplacement d'un carreau cassé dans une fenêtre...) est à la fois le maximum de ce qu'il est possible d'observer en une fois (unité de temps et de lieu). et le minimum d'action qui ait un sens par lui-même.

Au delà, on a des séquences ou filières d'opérations séparées dans le temps ou dans l'espace, et qu'il n'est pas possible en général d'observer en une seule fois (exemple de la fabrication de la fenêtre entière, dont le bois vient d'Afrique, le métal et le verre...). En deçà de l'opération, on a des gestes élémentaires et des objets, matériaux, produits, instruments..., qu'on peut et qu'on doit étudier isolément, mais qui n'ont de signification que parce qu'ils appartiennent à une ou des opérations. C'est ainsi que sauf à procéder par analogie, il est en général impossible de deviner (c'est-à-dire de déduire) la fonction exacte d'un outil inconnu: exemples des marteaux, des hameçons, de la herse. Alors que la démarche inverse (étant donnée l'opération, retrouver quels sont les outils qui peuvent y servir) est en général possible.

Cette seconde démarche est celle de l'expérimentation, et en particulier de l'archéologie expérimentale. Il est très important, d'un point de vue méthodologique, que les actes techniques aient des résultats matériels vérifiables expérimentalement, ce qui n'est pas le cas en général de la plupart des autres faits sociaux. Car cette possibilité de vérification nous donne un critère du travail descriptif qui n'est pas applicable dans d'autres domaines: une opération ne peut être considérée comme connue que s'il en existe une description qui permet de la reproduire avec tous ses résultats matériels prévus.

Arriver à de telles descriptions répliquables est souvent très difficile. C'est un objectif qu'on ne peut pas espérer atteindre du premier coup, qu'il faut seulement viser. Dans ce domaine comme dans d'autres, on n'avance que par approximations successives. La photo, le film surtout, sont en attendant des palliatifs très utiles.

Le critère de répliquabilité a encore un autre avantage: il nous permet de départager sans ambiguïté ce que nous connaissons vraiment de ce que nous croyons seulement connaître, et en particulier de ce qui nous est familier. Une trop grande familiarité avec l'objet est un obstacle épistémologique majeur dans toutes les sciences (Bachelard). La recherche de la distance culturelle en ethnologie est un moyen de franchir cet obstacle. Moyen lui-même pas toujours suffisant: l'ethnologue trop familiarisé avec son terrain finit par ne plus y voir ce qui sautait aux yeux du voyageur naïf du siècle dernier. C'est la confusion entre le familier et le connu qui engendre la non-perception du banal. Or, c'est souvent dans le quotidien le plus banal que peuvent être décelées les choses les plus fondamentales (cf. les techniques du corps).

remarque

1.2. CONCEPTS ET ORGANISATION DU CHAMP DE LA TECHNOLOGIE.

1.2.1. L'organisation des connaissances requiert la mise en oeuvre de notions nouvelles élaborées à cet effet: les concepts.

S'il est encore extrêmement difficile d'acquérir une vue d'ensemble à peu près correcte de l'univers des techniques, c'est parce que celui-ci représente une somme de connaissances excessives en nombre et en complexité. Pour rendre cette somme plus facilement assimilable par l'esprit, sans pour autant la fausser, il faut l'organiser plus efficacement (plus économiquement). Les outils cognitifs de cette organisation plus efficace sont les concepts. Pour l'instant, la seule notion dont nous disposons et qui mérite peut-être le nom de concept est celle d'opération. Nous n'en avons pas encore d'autre: notre notion même de technique reste vague et intuitive.

Cependant, il ne suffit pas d'en éprouver la nécessité, ou d'en avoir la volonté, pour parvenir à créer des notions nouvelles réellement utiles. En l'état actuel de la Technologie, il serait parfaitement illusoire de prétendre dégager d'emblée des concepts de valeur générale. C'est seulement lorsque les notions créées pour résoudre un problème bien précis, ponctuel, semblent s'avérer utilement généralisables, qu'il vaut la peine de s'y risquer. Tout en gardant présent à l'esprit que les concepts sont avant tout des outils: il ne faut pas hésiter à les abandonner pour d'autres dès qu'il y a un profit quelconque à le faire.

1.2.2. Un exemple: l'identification des techniques de récolte des grains.

Au départ: une recherche sur les techniques de moisson et de fenaison (avec A.G. Haudricourt et M. Jean-Brunhes Delamarre). L'accumulation des matériaux et des problèmes de tous ordres conduit rapidement à une nécessité: celle d'identifier sans ambiguïté les techniques elles-mêmes. Pour cela, deux étapes:

a) La notion de moisson a déjà un contenu implicite complexe; elle n'est utilisable que dans des contextes sociaux particuliers. Lui substituer la notion de récolte des grains a l'intérêt de renvoyer à une combinaison de deux éléments plus aisément identifiables:

- les grains, fruits secs de certaines plantes herbacées (identification botanique), et
- la récolte, définie par son rang (le premier, c'est-à-dire intervenant lorsque la plante est encore sur pied) dans la séquence des opérations qui a pour finalité la consommation des grains (cf. graphique). L'opération récolte des grains est alors définie sans équivoque par la chose matérielle à laquelle elle s'applique, par sa position et par sa finalité, dans toutes les sociétés où l'on consomme des grains.

b) Les techniques apparaissent alors comme les différentes méthodes alternatives permettant d'exécuter une opération donnée. La façon qui s'est avérée la plus simple de les identifier est de croiser dans un tableau à double entrée deux séries de critères:

- la chose (partie de la plante) récoltée, que nous appellerons le produit, et

- le procédé ou mode d'action qui est associé à ce produit.

On obtient ainsi neuf (peut-être dix) groupes de techniques, chacun identifié par l'association d'un des sept procédés possibles avec un des cinq produits possibles. (Naturellement, chaque groupe de techniques est lui-même analysable en techniques individuelles ou en variantes, en fonction d'autres critères.)

Quatre remarques à propos de ce tableau:

(1) Il est exhaustif: toutes les techniques attestées y ont trouvé leur place, au moins jusqu'à présent.

(2) Il est économique: il permet de mémoriser facilement un ensemble de techniques divers et complexe.

(3) Il est productif: les cases vides, au moins certaines d'entre elles, posent la question de techniques restant à découvrir ou à décrire. On peut même imaginer la découverte de nouveaux produits ou de nouveaux procédés permettant d'élargir le tableau dans l'une ou l'autre direction.

(4) Les produits et procédés retenus n'étaient pas donnés au départ. Ils sont le résultat de la construction du tableau, au même titre que l'identification des techniques qu'ils permettent.

Enfin, une dernière remarque est que pour élaborer ce tableau, il a fallu constamment avoir recours aux deux approches descriptive (définition de l'opération) et comparative (définition des techniques alternatives). Cette remarque nous conduit au point suivant.

1.2.3. Les points de vue descriptif et comparatif.

Le point de vue descriptif est celui de l'observation directe. On s'intéresse à ce qui se passe effectivement dans la réalité: les opérations, leurs composantes, leur regroupement en séquences, etc. Le point de vue descriptif est aussi celui de la méthode monographique. On peut également le qualifier de systémique (chaque opération est un système, définie par sa position dans un système plus vaste), ou, par analogie avec la linguistique, de syntagmatique (une séquence d'opérations liées par leur finalité équivaut à l'énoncé d'un message qui a un sens).

Le point de vue comparatif, au contraire, est celui de l'analyse. Il repose sur l'association artificielle d'objets extraits (abstraits) de la réalité où ils fonctionnent, en vue de rechercher les ressemblances et les différences qui existent entre eux. On peut aussi qualifier ce point de vue d'associatif ou de paradigmatique (un paradigme est un ensemble de termes qui ont quelque chose de commun, par exemple: enseignement, instruction, apprentissage, formation, vulgarisation...; cf. le Cours de F. de Saussure).

Les deux points de vue descriptif et comparatif sont également indispensables l'un à l'autre. Aucun ne peut fonctionner seul, à l'état pur pour ainsi dire.

Il est évident, bien entendu, que la comparaison est impossible sans descriptions. Inutile d'y insister. Mais que l'observation soit tout aussi impossible sans comparaison est peut-être moins évident pour certains; aussi cela mérite-t-il, peut-être, un mot d'explication.

Il faut distinguer deux niveaux. Le premier niveau est celui de la perception non organisée; c'est le niveau du tourisme, et aussi du "racisme" ordinaires. A ce niveau, la personne réagit plutôt qu'elle n'observe. Elle perçoit essentiellement ce qui l'étonne, ce qui la choque, c'est-à-dire ce qui diffère de ses habitudes culturelles. Seules les différences sont perçues, et cela d'autant mieux qu'elles peuvent servir de support à des jugements de valeur, positifs ou négatifs. Le semblable n'est pas perçu, sauf s'il trompe une attente ("il est beau, ce nègre").

Le second niveau est celui de l'observation voulue, organisée. A ce niveau, l'observateur cherche au départ à utiliser un savoir acquis antérieurement. Il perçoit facilement tout ce qui vient confirmer ou

Graphique 1.

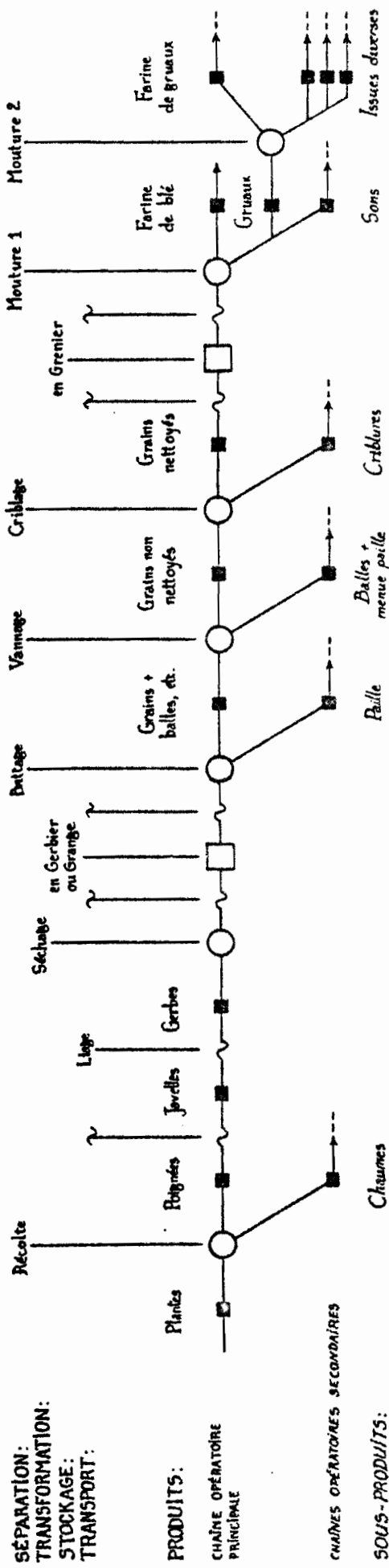


Tableau d'identification des techniques de récolte

Produits	Modes d'action					
	Arracher	Ramasser	Battre	Frusser	Briser (scier)	Couper (en frappant)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
8'						
9						

infirmier ce savoir. Mais il a tendance à rejeter le reste comme non pertinent.

Aux deux niveaux, donc, n'est perçu que ce à quoi on peut donner une signification (valeur, ou pertinence), c'est-à-dire ce qui peut prendre place dans un système de références préexistant, naïf ou savant. En dehors de ce système, il n'y a simplement pas de perception du tout. C'est pourquoi il n'y a pas d'observation "pure", qui ne serait qu'enregistrement passif: toute observation est déjà une construction, et une construction théorique (inconsistance de la notion d'empirisme).

Du reste, toutes les sciences doivent se constituer au départ comme systèmes de références relatifs à des catégories particulières d'objets (y compris, bien sûr, la Technologie). C'est dire combien il est vain d'espérer affiner la description si on n'affine pas aussi le système de comparaisons qui la rend possible. Et réciproquement, car les deux choses se renvoient constamment l'une à l'autre.

Cela dit, l'étonnement naïf (1er niveau) conserve longtemps une valeur heuristique qu'on aurait tort de négliger. Certaines sciences sont tellement au delà de l'expérience sensible et immédiate que l'étonnement naïf n'y joue plus grand rôle, la Physique nucléaire ou la Biochimie, par exemple. Mais les Sciences humaines sont loin d'en être arrivées là. L'inconvénient de tout système de références, c'est qu'il conduit à censurer ce qui ne relève pas de lui; il y a risque de glissement vers la tautologie, de sclérose: voir la critique de la "tête bien faite" de Montaigne par Bachelard (Form. espr. sc., p. 15).

1.2.4. Le point de vue descriptif. 1. L'opération et ses composantes.

Deux critères nous ont suffi pour identifier les techniques de récolte des grains. Mais c'est parce que l'exemple choisi était spécialement simple. Si nous voulons généraliser la méthode, nous devons nous attendre à rencontrer d'autres critères. Même dans le cas de la récolte des grains, d'ailleurs, il y a un troisième critère évident que nous avons cependant négligé: l'énergie non humaine, qui permet l'emploi des machines. Si nous voulions en tenir compte, un second tableau d'identification serait nécessaire.

D'où la question: que faut-il pour qu'une opération quelconque ait effectivement lieu? Quelles sont en général les composantes de toute opération? Je proposerai, à titre provisoire, la réponse suivante. Dans toute opération interviennent nécessairement:

- un ou des agents, avec leur identité, leur savoir, leur activité;
- un ou des produits;
- des moyens matériels: outils, ressources;
- des contraintes de lieu et de temps, les unes absolues, les autres relatives aux autres opérations.

Un bref commentaire est nécessaire sur chacune de ces notions.

a. Les agents.

. identité: dire que l'identité des agents est pertinente, c'est dire que n'importe qui ne fait pas n'importe quoi; l'identité d'une personne renvoie à l'organisation de la société à laquelle elle appartient, mais il y a des critères valables partout comme le sexe, l'âge, la position familiale...; le "statut" (la notion est fort peu claire) en fait partie;

. savoir: pour agir efficacement, il faut avoir en tête un modèle, un schéma d'action (qui n'est autre qu'une technique), ainsi que des connaissances générales permettant d'adapter le modèle aux circonstances, de prendre des micro-décisions, etc.; ces connaissances peuvent être explicites ou non: des facteurs affectifs interviennent aussi à ce niveau (goût, répugnance...);

antécédente p. 4
 . activité: elle a un aspect qualitatif, postures et gestes, et un aspect quantitatif, dépense d'énergie; les postures et gestes sont acquis par apprentissage et entraînement (notion d'habileté), et font donc également partie du savoir; l'énergie dépensée doit être compensée (nourriture), c'est donc une ressource; aussi la notion d'activité est-elle quelque peu hybride; c'est le corps humain qui fait son unité; la notion de travail recouvre à peu près celle d'activité, mais avec des implications socio-économiques déjà plus complexes.

b. Les produits.

On a vu qu'un produit, c'est une chose qui fait l'objet (ou qui résulte) d'une opération. Matériau, matière première, sous-produit, déchet, etc., ne sont que des variétés de produits. Tout produit se situe entre deux opérations, celle qui lui a donné naissance et celle à laquelle il est destiné (de même, d'ailleurs, que toute opération se situe entre deux produits, sauf peut-être aux extrémités ultimes des filières de production). L'arbre dans la forêt, la pierre dans le sol, sont déjà des produits dans la mesure où ils sont reconnus comme utilisables.

La notion de produit est englobée dans celle de finalité.

c. Les moyens matériels.

Intuitivement, ce sont les choses dont on se sert pour exécuter une opération, sans toutefois les incorporer au produit. Intuitivement toujours, il en existe deux sortes: les moyens non consommés en cours d'opération, et qui peuvent donc servir à plusieurs reprises, les outils, et les moyens consommés en cours d'opération, qu'il faut donc renouveler régulièrement, les ressources.

Le terme d'outil, en fait, convient mal. Car dans l'usage courant, une marmite, une échelle, une clôture, une écluse ne sont pas des outils. La distinction classique outil/instrument/machine est elle aussi insuffisante (il y a là aussi des interférences fâcheuses avec l'usage courant: un couteau est un outil alors qu'un scalpel est un instrument...). La question est complexe, on y reviendra plus loin.

La notion de ressource pose moins de problèmes: l'eau de lavage, le vent pour vanner, le soleil pour sécher, le combustible, l'énergie quelle que soit son origine, sont des ressources. La terre n'est pas une ressource: c'est seulement le lieu où sont fournis à la plante l'énergie solaire et les éléments minéraux dont elle a besoin.

d. Les contraintes de lieu et de temps.

Ces contraintes expriment seulement le fait que n'importe quoi ne peut pas être fait n'importe où et n'importe quand. Les unes sont absolues, ce sont les opérations non différables de la programmation classique (le semis par exemple, qui doit avoir lieu entre deux dates bien précises). Les autres sont relatives: toute opération se situe avant ou après d'autres, soit parce qu'elles se succèdent dans une même filière, soit pour d'autres raisons.

1.2.5. Le point de vue descriptif. 2. L'articulation des opérations.

On a déjà vu qu'il existait des séquences d'opérations aboutissant à un certain produit final. Mais il existe d'autres modes d'articulation des opérations (et par conséquent des séquences) entre elles. Ce sont ces divers modes d'articulation qu'on se propose de préciser ici.

a. Filières, séquences opératoires.

On dira que deux opérations sont consécutives (la première étant antécédente) lorsque le produit final de l'une sert de produit initial à l'autre. On peut aussi parler d'opérations d'amont et d'aval. Une filière ou une séquence opératoire est un ensemble d'opérations consécutives.

Une filière est toujours délimitée de façon un peu arbitraire vers l'amont ou vers l'aval. Soit par exemple l'ensemble des opérations qui vont du début de la préparation du champ au pain prêt à être consommé. On peut y distinguer les séquences suivantes:

- du 1er labour à la maturité du blé,
- de la récolte au grain dans le grenier ou le silo,
- du grain à la farine (meunerie),
- de la farine au pain.

Mais ce découpage n'a rien d'obligatoire. On pourrait aussi bien ne distinguer que 3, 2, voire une seule filière. On y a même intérêt dans certains cas. Le découpage en filières consécutives, en fait, intervient souvent lorsqu'il y a changement d'agents (ici: meunier, boulanger).

Une filière peut être ramifiée:

- vers l'aval, lorsqu'une opération donne naissance à plusieurs produits ou sous-produits (le battage, le vannage...),
- vers l'amont, lorsqu'au contraire plusieurs produits sont incorporés en un seul (de nombreuses opérations culinaires...).

Il est commode de compter une nouvelle filière à partir de chaque ramification.

b. Opérations (filières) complétives.

On dira que deux opérations (deux filières) sont complétives lorsque le produit de l'une est un des moyens matériels utilisés par l'autre. Exemples: la fabrication des faux et la récolte du foin, ou la fabrication du charbon et le forgeage des faux, etc. On peut appeler réseau un ensemble de filières complétives. Comme, de proche en proche, toutes les filières existant dans une société quelconque sont complétives, au moins indirectement, la délimitation du réseau est encore plus arbitraire que celle de la filière. En poussant à l'extrême, le réseau s'identifie au système économique tout entier.

Le réseau, ainsi considéré globalement, n'est pas un objet d'étude facilement maniable. Il est plus intéressant d'essayer d'identifier les relations de complétivité les plus importantes et les plus caractéristiques, car c'est elles qui donnent au réseau (système) sa structure propre. Certaines agricultures, par exemple, consomment plus de métal (ou d'énergie...) que d'autres: différence quantitative qui ne fait que traduire des différences qualitatives déterminantes dans les relations complétives à l'intérieur de chaque réseau.

c. Opérations (filières) semblables.

Ce sont des opérations qui mettent en oeuvre des savoirs, des types d'activité voisins (c'est-à-dire également des techniques voisines). Par exemple: le battage du blé, des lentilles, du colza; le pressage des olives ou du raisin. Lorsque la relation est plus éloignée, on pourra parler d'opérations analogues, par exemple mouture du grain ou du minerai, malaxage d'une argile et pétrissage d'une pâte, trituration de graines oléagineuses ou de poudre à canon, etc.

Parler d'opérations semblables ou analogues, c'est déjà adopter un point de vue plus comparatif. Mais même lorsqu'on veut se limiter à la pure description d'une société simple, il y a des regroupements d'opérations en fonction de leur contiguïté ou de leur analogie qui s'imposent. Ils s'imposent même trop, car lorsqu'on parle de chasse, de cueillette ou de cuisine, on regroupe intuitivement des opérations contiguës, d'autres qui ne sont qu'analogues, et d'autres encore qui n'ont pas toujours grand-chose à voir entre elles. D'où un certain risque de considérer comme des entités techniques ayant une existence réelle de simples regroupements de commodité.

Dans les sociétés complexes, les opérations semblables (qui forment des filières parallèles) tendent à être confiées aux mêmes agents, qui deviennent alors des spécialistes. C'est parfois même le cas d'opérations simplement analogues, comme par exemple lorsque le barbier est également chirurgien (Europe) ou croque-mort (Inde). De telles spécialisations, socialement reconnues, deviennent des métiers. La distribution des opérations entre les différents métiers, la classification de ceux-ci et l'organisation de leurs rapports avec le reste de la société deviennent alors des traits déterminants de la structure sociale.

d. Autres modes d'articulation des opérations.

Des opérations différentes peuvent encore avoir en commun:

- des outils ou des ressources, mais il s'agira alors le plus souvent d'opérations semblables ou analogues;
- des contraintes de temps ou de lieu (ou l'absence de telles contraintes).

De telles contraintes communes peuvent faire apparaître des rapports de compatibilité ou d'exclusion. On peut filer ou tricoter en gardant les moutons, mais pas en labourant un champ. L'étude de ces rapports renvoie à la façon dont les agents emploient le temps et l'espace dont ils disposent (programmation). En agriculture, les assolements ou rotations sont un cas particulier important de programmation.

1.2.6. Le point de vue comparatif. 1. Les techniques.

La notion même de technique n'apparaît, on l'a vu, que dans une perspective comparative. Une technique, c'est une des différentes méthodes permettant d'exécuter une certaine opération, l'ensemble de ces méthodes étant qualifié de techniques alternatives. (Les opérations qui ne peuvent être réalisées que par une seule technique sont probablement rarissimes, sinon inexistantes.) En général, on ne connaît qu'un petit nombre de techniques alternatives dans une société donnée. D'où la nécessité, pour les recenser toutes, de passer en revue toutes les sociétés présentes et passées dans le monde où l'opération en question est attestée: pratiquement, la localisation des techniques (dans l'espace et dans le temps) va de pair avec leur identification. L'étude comparée des techniques comprend en outre trois autres étapes: l'étude de leurs rendements, celle de leurs relations fonctionnelles avec les techniques d'amont et d'aval, et celle de leur dynamique évolutive.

a. Identification.

Il n'est pas nécessaire d'y revenir en détail ici (cf. § 1.2.2.). Il faut bien distinguer l'identification de la description et de la classification. Une description, même complète (réplicable) n'est qu'une première étape, évidemment indispensable, dans le travail d'identification. Car à elle seule, elle ne permet pas d'apprécier la pertinence de tous les détails d'exécution. Celle-ci n'apparaît que par la comparaison de toutes les techniques alternatives possibles. Identifier une technique, c'est pouvoir lui donner une place univoque dans le tableau rassemblant toutes ces alternatives.

Une classification répond à des buts différents. Il s'agit de ranger dans un certain ordre, soit l'ensemble des faits techniques, soit au moins un secteur important de cet ensemble. On y reviendra plus loin.

b. Localisation.

La cartographie est souvent le seul moyen de contrôler l'exhaustivité d'un inventaire technologique. Elle est aussi un excellent moyen de détecter la pertinence de certains détails par les discontinuités

de répartition qu'elle met en évidence. Il en va de même pour la localisation dans le temps (dates d'apparition, de disparition, vitesse de diffusion...).

La localisation dans l'espace social (identité des agents, sexe, statut...) n'est pas moins importante, mais pose des problèmes plus difficiles. *Car seule la situation est (15-16) d'ailleurs que l'individu*

c. Rendements.

A première vue, l'étude des rendements semblerait relever du point de vue monographique. Il est d'ailleurs assez clair que la répliquabilité de la description d'une opération implique la connaissance de son rendement. Il y a cependant des raisons déterminantes pour traiter du rendement d'un point de vue comparatif:

- le rendement global n'est que la résultante d'éléments quantitatifs qui doivent être eux-mêmes identifiés, et ne peuvent l'être que par l'analyse comparative;
- un chiffre de rendement est souvent moins intéressant dans l'absolu que parce qu'il permet la comparaison avec d'autres; parfois même, on peut arriver à savoir qu'une technique A permet de réaliser un rendement supérieur à celui d'une technique B, et cette information peut être extrêmement utile, même si les chiffres exacts ne sont pas connus.

d. Relations fonctionnelles.

Après avoir identifié toutes les techniques alternatives dans deux opérations successives, il reste à savoir lesquelles sont compatibles entre elles, et lesquelles le sont mal ou pas du tout (il y a bien sûr toutes les transitions possibles entre la compatibilité parfaite et l'incompatibilité totale). Dans la séquence moisson-battage des céréales, par exemple, il est clair que la récolte des épis, au couteau à moissonner, n'est pas compatible avec le chaubage, qui exige des pailles longues; elle va au contraire très bien avec le dépiquage par foulage à pieds d'hommes, lequel est à son tour mal compatible avec l'emploi de la faucille qui donne des pailles plus longues, etc.

En général, donc, toutes les techniques d'une opération A ne sont pas également compatibles avec toutes les techniques de l'opération consécutive B, lesquelles ne le sont pas non plus avec toutes celles de C, et ainsi de suite. Autrement dit, toutes les combinaisons techniques imaginables ne sont pas également possibles, ce qui se traduit par le fait que certaines sont moins fréquentes que d'autres. C'est cette limitation du nombre de combinaisons possibles qui donne son sens à la notion de système technique: il n'y aurait pas de systèmes techniques à proprement parler si toutes les techniques étaient indifféremment compatibles entre elles.

Il y a deux niveaux dans l'étude des relations fonctionnelles. Le premier est l'inventaire des corrélations, il consiste simplement à constater que certaines techniques vont souvent, ou rarement, ensemble. Le second niveau est celui de l'explication. Celle-ci peut-être physique (les exemples cités ci-dessus), mais aussi économique, sociologique ou autre: rien n'empêche de moudre dans un moulin à main du grain récolté à la moissonneuse-batteuse, si ce n'est le contexte industriel (et d'ailleurs cela doit bien arriver dans certaines régions du Tiers-Monde où l'on consomme du grain importé d'Amérique...).

Bien entendu, les relations fonctionnelles entre techniques différentes ne sont pas seulement de compatibilité/incompatibilité. Elles sont aussi de nécessité, et celles-ci sont particulièrement déterminantes dans la structuration des systèmes techniques: pas d'élevage sans fourrage, pas de fourrage sans faucille...

e. Dynamique évolutive.

Connaissant les techniques alternatives dans une certaine opération, connaissant leurs rendements respectifs et leurs relations fonction-

nelles, il devient possible de faire avec quelque chance de succès des hypothèses sur l'ordre dans lequel ces techniques se sont succédées dans le temps, et sur la nature des innovations qui ont permis de passer des unes aux autres. L'étude de la dynamique évolutive est en somme le passage de la logique à l'histoire. Dans l'exemple des techniques de récolte des grains, l'ordre de numérotation des techniques de 2 à 9 (la technique 1 est à part) est un schéma possible de succession historique; mais ce hasard heureux est loin d'être général.

*A. D.
(Langley)*
L'innovation (causes et conséquences) est un des principaux enjeux, et un des sujets les plus prestigieux, en technologie. Ce prestige même est dangereux, en ce qu'il incite à aller trop vite: vouloir étudier l'innovation d'emblée, sur quelques exemples hâtivement choisis pour leur valeur illustrative, ne peut guère permettre d'aboutir à des résultats convaincants.

La notion de dynamique proposée ici et celle de tendance, proposée par A. Leroi-Gourhan, ne doivent pas être confondues. Elles ont en fait assez peu en commun.

1.2.7. Le point de vue comparatif. 2. Les composantes opératoires.

L'étude comparée des techniques implique évidemment celle des éléments qui y sont mis en oeuvre, les composantes opératoires. La méthode générale (identification, localisation...) est la même, mutatis mutandis. L'étude des composantes opératoires doit pour partie précéder celle des techniques elles-mêmes, et pour partie la suivre, il ne peut pas y avoir de règle stricte à cet égard. On passe de l'une à l'autre en fonction des besoins.

1271. Les artefacts.

On regroupe sous ce terme l'ensemble des objets matériels (produits, instruments, ressources) mis en oeuvre dans l'action technique. Pour comprendre un artefact, il faut connaître:

- sa structure (forme, bâti, composition...), qui est le résultat d'un processus de fabrication;
- son fonctionnement, c'est-à-dire la manière dont on l'utilise et les effets qu'on en obtient;
- sa fonction, c'est-à-dire la ou les opérations dans lesquelles il intervient, c'est-à-dire encore sa place dans le réseau.

On confond souvent fonctionnement et fonction, en ce sens qu'on croit souvent avoir "expliqué" un outil lorsqu'on a décrit la façon dont on s'en sert. Mais ce n'est pas suffisant: tous les marteaux, tous les hameçons fonctionnent de manière analogue, mais on ne peut pas expliquer la diversité de leurs formes sans faire référence aux opérations bien précises auxquelles on les destine.

On a déjà remarqué (§ 1144) que s'il était possible d'aller de la fonction au fonctionnement, puis à la structure, la démarche inverse était par contre beaucoup plus difficile. Il faut donc distinguer deux cas, suivant qu'on connaît déjà ou qu'on ne connaît pas la fonction de l'artefact étudié.

a. De la fonction à la structure: la technologie industrielle.

Le but est ici de comprendre (pour éventuellement l'améliorer) le fonctionnement, et surtout l'efficacité, d'un artefact dont la fonction est donnée. Ces études font appel aux sciences physiques: résistance des matériaux, qualités (dureté, élasticité...) des métaux, adaptation d'un outil aux mensurations de l'ouvrier, efficacité mécanique, etc. L'étude des percussions, celle des indices d'outils (A. Leroi-Gourhan) entrent dans cette problématique.

La technologie industrielle, entendue dans ce sens, est assurément la branche la plus ancienne, et de très loin la plus développée, de la technologie. Elle apparaît presque avec l'écriture, et connaît un

développement important dès l'Antiquité grecque (B. Gille). Sous son aspect normatif ou appliqué, la technologie industrielle n'est autre que ce qu'on appelle le génie (militaire, civil, industriel, engineering) ou l'art de l'ingénieur.

On pourrait dire que tout artisan, et même tout homme, est un ingénieur qui fait de la technologie industrielle comme M. Jourdain faisait de la prose, puisqu'il n'y a pas d'action technique qui n'implique un minimum de savoir rationnel sur les artefacts impliqués. Mais bien que ce point de vue soit tout à fait défendable, il vaut mieux réserver le terme de technologie industrielle à l'étude scientifique des artefacts, étude impliquant l'emploi d'observations et de mesures systématiques, et, au minimum, la transmission écrite des connaissances.

Il est intéressant de constater que la technologie industrielle, au sens restreint, ne s'est longtemps adressée qu'à une faible partie de l'univers des techniques. Les mécaniciens grecs n'étudièrent guère que les machines de guerre, les fortifications, les engins de levage et les automates. L'agriculture, les arts ménagers et les techniques de la vie quotidienne n'ont commencé à faire l'objet d'études technologiques que récemment. Cela s'explique bien sûr par le caractère non désintéressé de la technologie industrielle (choix des techniques les plus payantes du point de vue de ceux qui payent les ingénieurs, compliqué par des considérations de prestige auxquels ces derniers sont très sensibles).

Mais le résultat est que des pans entiers de l'univers technique n'ont jamais fait l'objet d'études véritablement scientifiques: cette tâche ne pourra être entreprise que par des technologues industriels libérés de toute considération économique ou de prestige.

b. De la structure à la fonction: l'archéologie expérimentale.

Le problème, ici, est le suivant: étant donné un artefact, en général un instrument, dont on ne sait à peu près rien, essayer de retrouver (1) comment on l'a fabriqué, et (2) à quoi il a servi. On procède le plus souvent par analogie, parfois même sans s'en apercevoir: une lame de silex ayant la forme d'un couteau sera qualifiée de "couteau" presque instinctivement, et il est très difficile ensuite de revenir sur cette impression première. L'analogie est indispensable, mais elle a deux dangers: celui de l'erreur (rien ne prouve, par exemple, que les "faucilles" de bronze aient effectivement été des faucilles) et celui de l'anachronisme (rien ne prouve qu'un "couteau" paléolithique avait le même fonctionnement, et surtout les mêmes fonctions, qu'un couteau actuel). Les difficultés de la recherche sont les mêmes, que l'outil ait été trouvé dans un site préhistorique, ou dans les réserves de quelque musée sans indication de provenance.

Il existe deux voies pour dépasser le niveau de la simple analogie de forme: l'analyse scientifique de l'artefact, et l'expérimentation. Ces deux voies sont aujourd'hui deux branches importantes de l'archéologie.

L'analyse de l'artefact peut être: physico-chimique (poterie, permet de retrouver la température et l'atmosphère de cuisson: métaux) ou visuelle (tissus; microscopie des traces d'usure), etc. Quant à l'expérimentation, elle touche aujourd'hui à peu près tous les domaines, de la taille du silex à l'attelage ou à la navigation (Coles 1973).

On comprend aisément pourquoi toutes ces méthodes ont été développées par les archéologues. Il serait très utile qu'elles soient plus largement employées pour les objets récents, qui restent souvent aussi énigmatiques que des objets plus anciens.

1272. Les agents. Ergonomie et ergologie.

L'étude de l'homme en activité est une discipline scientifique d'origine récente: l'ergonomie. Toutefois, l'ergonomie présente, par rapport

à son objet, des limitations plus étroites encore que celles qu'on a signalé pour la technologie industrielle:

- comme pour cette dernière, des limitations qui tiennent à l'histoire socio-économique de la discipline et qu'on peut résumer en un mot: le taylorisme; les ergonomes travaillent là où on les emploie, et il existe un grand nombre d'activités dans lesquelles on n'a jamais songé à les employer (l'agriculture par exemple, jusqu'à une époque récente);
- plus grave peut-être est la conception purement médicale, psychophysiological, c'est-à-dire a-culturelle, de l'homme au travail, qui prévaut encore largement dans les milieux ergonomiques (malgré une prise de conscience nouvelle de l'importance du savoir des exécutants, cf. Tort 1974); les seuls travaux de psychologie du travail qui tiennent compte de l'existence d'une culture (au sens anthropologique du terme) chez les travailleurs et relative à leur propre travail, sont ceux de Michèle Salmona et de quelques chercheurs regroupés autour d'elle.

Le terme même d'ergonomie reflète bien l'aspect normatif et non désintéressé qui est à l'origine de toutes ces limitations. Il n'en est que plus intéressant de signaler la tentative représentée par la revue Journal of Human Ergology, publiée par des chercheurs japonais. Le Japon, comme l'Inde et de plus en plus de pays d'Asie, est entre deux cultures, ce qui y rend plus difficile d'ignorer l'aspect culturel dans l'étude de l'homme au travail, comme en Europe. Du même coup, ces chercheurs sont amenés à concevoir une discipline fondamentale, libérée de ses enjeux économiques ou autres. d'où le choix caractéristique du terme ergologie par opposition à ergonomie.

A signaler toutefois qu'il existe une autre tradition d'emploi du terme ergologie dans les pays de langue allemande (Hirschberg & Janata 1966), à laquelle se rattache Montandon (1934).

L'article classique de Mauss, "Les techniques du corps", représente parfaitement le point de vue d'une ergologie véritablement scientifique, c'est-à-dire désintéressée. Il faut reconnaître, malheureusement, que les ethnologues n'ont guère avancé dans la voie qui leur était ainsi montrée. La raison en est, sans doute, un manque de compétence: cela ne rend que plus inexplicable la carence des anthropologues physiologiques, qui, eux, possèdent toutes les compétences requises dans ce domaine.

1.2.8. Le point de vue comparatif. 3. Les systèmes d'opérations.

Les systèmes d'opérations, de la filière d'une douzaine d'opérations jusqu'au réseau économique d'une société toute entière, peuvent faire l'objet d'études comparatives à tous les niveaux.

L'ethnologie, l'histoire des techniques, ont donné de nombreuses études portant sur l'évolution ou la comparaison dans l'espace de telle ou telle activité (la poterie, le tissage, la forge...). Mais ce qui est fait représente relativement peu de chose devant ce qui reste à faire.

Il existe une discipline spécialisée dans l'étude des systèmes d'opérations: la recherche opérationnelle. On ne la décrira pas ici (quelques mots-clés: théorie des graphes, chemin critique, programmation linéaire...). Du point de vue qui est le nôtre ici, la recherche opérationnelle (R.O.) souffre du même genre de limitations que la technologie industrielle ou l'ergonomie: choix arbitraire d'un petit nombre d'objets jugés seuls dignes d'elle, en fonction de considération économiques ou de prestige, et subordination des analyses à une théorie de la décision, explicite ou implicite. (L'aspect mathématique pur de la R.O. est bien entendu hors de cause.) Il est significatif qu'aucune tentative sérieuse n'ait jamais été faite pour appliquer les méthodes de la R.O. aux activités que les experts qualifient avec mépris et perplexité d'"informelles" dans les pays sous-développés, et qui sont

précisément celles que les ethnologues connaissent le mieux (avec de rares exceptions, par exemple Langley, Ngom & David 1979). Il serait bon qu'ethnologues et praticiens de la R.O. puissent se rencontrer pour examiner l'apport possible de ces deux disciplines l'une à l'autre.

La théorie des systèmes est en principe dégagée des limitations de la recherche opérationnelle. Elle semble en revanche avoir du mal à dépasser le stade de la réflexion philosophique (Delattre 1971). Plusieurs chercheurs se sont déjà intéressés à l'utilisation de la théorie des systèmes en anthropologie (par ex. Sengel 1979), mais dans une perspective où les techniques ont relativement peu de place. Par contre, il y a assez longtemps que la notion de système de culture a acquis droit de cité en agronomie, ceci bien sûr parce qu'il est impossible pour l'observateur, même superficiel, de ne pas constater l'existence d'agricultures régionales plus ou moins individualisées (Dalton 1975).

En ce qui concerne les systèmes techniques, au sens le plus général possible, c'est-à-dire comme caractéristiques de civilisations entières, la seule réflexion féconde est semble-t-il celle de Bertrand Gille dans son Histoire des techniques (1978). Certains aspects de cette réflexion, notamment sur le développement et la "saturation" des systèmes techniques, rejoignent celle de G. Mensch sur la causalité des cycles économiques (Das technologische Patt, 1975). On voit qu'à ce niveau de généralité de la réflexion, on est à la limite de la technologie, de l'économie, et même de la sociologie.

1.3. POSITION DE LA TECHNOLOGIE DANS L'ENSEMBLE DES SCIENCES.

L'interdisciplinarité est aussi souvent condamnée que prônée. En fait, les deux opinions se défendent. Il y a des tentatives gratuites d'interdisciplinarité, qui n'aboutissent qu'à des bavardages. Mais si on appelle interdisciplinarité la volonté d'avoir recours à tous les moyens d'investigation possibles pour s'éclairer sur un certain objet, sans se laisser arrêter par des considérations d'origine ou d'étiquette, alors il n'y a pas de recherche spécialisée un peu sérieuse qui ne soit, par définition, interdisciplinaire. En ce sens, et en ce sens seulement, la technologie est interdisciplinaire.

Ses relations avec les autres sciences se situent à deux niveaux. Le premier est celui des méthodes: on parlera de sciences constitutives de la technologie. Le second est celui des objets: on parlera alors de disciplines contiguës.

1.3.1. Les sciences constitutives de la technologie.

1311. Les sciences humaines.

Quatre disciplines se partagent l'investigation du donné humain en matière de techniques: l'ethnologie, l'histoire, l'archéologie et la linguistique. Toutes sont à peu près également importantes. Chacune des quatre a son domaine propre, mais c'est leur apport sur le plan de la méthode qui est évoqué ici.

L'ethnologie apporte peut-être l'essentiel, avec le principe du relativisme culturel (ou postulat de rationalité, revoir § 1143). On peut rappeler, d'ailleurs, que c'est aux ethnologues (Mauss) qu'est due l'affirmation de la technologie comme science humaine. Les ethnologues ont aussi été les premiers à prendre en considération l'univers des techniques dans toute son extension, sans se limiter aux seules techniques industrielles ou machinistes.

La dimension temps est d'une telle importance (problèmes d'invention et de diffusion, cycles de développement, etc.) qu'il est superflu d'insister sur le rôle de l'histoire. Les historiens sont probablement ceux qui ont rassemblé la plus grande masse des connaissances sur les techniques dont nous disposons aujourd'hui.

L'archéologie représente, en quelque sorte, la face cachée de l'ethnologie. Malgré l'avantage que leur confère leur discipline, trop d'ethnologues continuent à mal comprendre l'intérêt du matériel et du banal, domaine dans lequel, au contraire, les archéologues excellent. Regarder les sociétés modernes avec l'oeil de l'archéologue, en s'interrogeant sur leurs objets, sur leurs déchets, et sur les vestiges qu'elles laisseront plus tard, est un exercice décapant et salutaire.

La linguistique, enfin, a pour elle d'être la plus "scientifique" des sciences humaines. Mais son apport à la technologie est aussi très spécifique. Dans l'étude des vocabulaires techniques, d'abord, qui est la première voie d'accès aux savoirs techniques. Par des analogies de méthode, ensuite, comme par exemple entre le découpage de la phrase et celui de la séquence opératoire.

1312. Les sciences de la nature.

Il faudrait, pour bien faire, les citer toutes. Car elles peuvent toutes contribuer, peu ou prou, à la compréhension d'un artefact, d'un procédé mécanique ou chimique.

On ne fera de mention spéciale que pour l'anthropologie physique, pour remarquer à nouveau combien l'apport de cette discipline pourrait être précieux dans l'étude du corps-outil, si seulement les anthropologues acceptaient de s'y intéresser.

D'une manière plus générale, il faut déplorer la persistance de la coupure qui existe dans notre enseignement entre les sciences et les lettres (auxquelles ont été rattachées, on se demande bien pourquoi, les sciences humaines). Tant que les sciences humaines continueront à recruter une majorité de leur personnel parmi des "littéraires" sans aucune formation scientifique (alors que la plupart des "scientifiques", eux, ont une réelle culture littéraire) ou technique, la technologie aura les plus grandes difficultés à se développer.

1.3.2. Les disciplines contiguës à la technologie.

L'idéal serait ici de disposer d'un tableau des sciences humaines, et d'y chercher la place de la technologie. Pour diverses raisons, cet idéal (un peu positiviste d'ailleurs) est illusoire. On se bornera donc à énumérer quatre plans de contiguïté entre technologie et disciplines voisines: savoirs et croyances, action et comportement, décision, mécanismes d'interaction sociale.

1321. Savoirs et croyances.

Le fait que l'action technique implique toujours un certain savoir renvoie à l'étude des autres formes du savoir, y compris les croyances. Par exemple:

- sciences: épistémologie, histoire des sciences, ethnosciences (ethnobotanique, -zoologie, -astronomie, etc.);
- croyances: religions, superstitions, magie, astrologie, mythologie, etc.

Il n'est pas facile de distinguer les divers types de savoirs, en particulier les savoirs techniques des savoirs scientifiques. Il l'est encore moins de distinguer les divers types de croyances, malgré l'immensité de la littérature qui leur a été consacrée. On est conduit à se demander si ce domaine d'étude n'a pas souffert d'une approche beaucoup trop philosophique, beaucoup trop peu expérimentale. L'oeuvre de Piaget montre, a contrario, combien l'observation et l'expérimentation sont payantes dans ce domaine, pour peu qu'on réussisse à mettre au point des méthodes adéquates. Il est difficile de se défendre contre l'impression que si nous sommes si peu avancés dans la compréhension des croyances, c'est parce que la clé s'en trouve dans des détails jugés trop insignifiants pour retenir l'attention des chercheurs.

1322. Action et comportement.

Ce domaine englobe le précédent. en quelque sorte, puisqu'il n'est pas possible d'accéder aux savoirs et croyances sans la médiation des actes et des comportements dans lesquels ils s'expriment.

Il existe une science du comportement animal: l'éthologie. Son apport est essentiel pour la compréhension des aspects les plus fondamentaux de l'activité technique. Celle-ci, en effet, n'est pas une caractéristique exclusivement humaine: de nombreux animaux ont une vie sociale, utilisent des outils, apprennent à exécuter certains actes et les enseignent à leurs petits. On en est même à parler de "culture" dans le monde animal, au sens anthropologique du terme, pour qualifier les différences de comportement transmises par apprentissage dans des groupes différents de la même espèce zoologique (les chimpanzés notamment). Si cette approche "zoologique" des activités humaines a donné lieu à nombre d'extrapolations critiquables, ses perspectives l'emportent de loin sur ses dangers. Il est impossible en tous cas à des

technologues d'ignorer l'éthologie. Ne serait-ce que parce que sur le plan de l'observation fine des gestes et des mimiques, les éthologistes ont élaboré des méthodes et une problématique, qu'on ne peut comparer qu'à celles des archéologues pour l'observation fine des artefacts. Par comparaison, les tentatives du même genre qui ont été faites directement sur l'homme se sont avérées stériles dans l'ensemble: la praxéologie est restée un mot, le behaviourisme une philosophie.

Les ethnologues distinguent classiquement divers types d'activité comme le jeu (incluant le sport), la guerre, les rites, les arts (la musique, la danse, les arts plastiques, etc.). Mais là encore, il s'agit de distinctions intuitives, empiriques, sans réelle valeur opératoire. Le jeu est un des principaux modes d'apprentissage. L'importance des techniques dans la guerre est telle qu'il est impossible à quiconque de l'ignorer. Un des principaux ouvrages chinois de technologie porte de nom de Zhou li (Les rites des Zhou). Quant aux arts, il suffit d'observer que le latin ars est l'équivalent exact du grec technê: jusqu'au XVIIIe siècle, seul le mot art était utilisé pour désigner ce que nous entendons aujourd'hui par art et par technique (on distinguait toutefois les arts libéraux et les arts mécaniques).

Il faut accepter cette fluidité du domaine des techniques tant qu'on ne disposera pas de moyens plus solides d'opérer les distinctions nécessaires. Cela ne signifie pas qu'il faille y englober tous les types d'activité humaine, mais seulement qu'il faut garder à l'esprit combien les limites qui les séparent les unes des autres sont indécises.

1323. Décision.

Il y a décision partout où il y a choix, y compris donc dans le domaine technique: il n'y a pas de séquence opératoire un peu complexe qui ne donne lieu à décisions à divers moments. Plus cette complexité est grande, et plus il y a de chances pour que certains agents se trouvent investis de la possibilité de décider pour d'autres: c'est cette possibilité qui définit le pouvoir.

L'économie, pour certains de ses représentants du moins, se veut science de la décision (micro-économie). Mais il existe d'autres approches: la recherche opérationnelle, la théorie des organisations et des systèmes, la théorie de la décision et la théorie des jeux, pour reprendre les quatre titres regroupés sous la rubrique "Optimisation" dans Pour une bibliothèque scientifique, de F. Russo (1972).

Le terme d'optimisation reflète bien, d'ailleurs, le caractère unilatéral de toutes ces théories: il s'agit d'approches surtout déductives et normatives, l'observation des comportements réels y est reléguée au second plan, sinon tout à fait ignorée. Une exception: la sociologie des organisations de Crozier.

1324. Mécanismes d'interaction sociale.

Les hommes agissent en vue de certains objectifs. Mais quelle que soit la façon dont ceux-ci sont atteints, leurs actes ont d'autres conséquences que cette finalité directe. Il existe une dynamique des interactions sociales qui échappe au pouvoir de décision des agents. C'est ce qu'on entend généralement lorsqu'on affirme qu'une société est autre chose que la somme des individus qui la composent (Durkheim), ou lorsqu'on parle de rationalité non intentionnelle (Godelier).

Deux disciplines se réclament de ce niveau d'analyse: l'économie et la sociologie. Il faut préciser toutefois macro-économie, et bien que le terme soit inusité macro-sociologie, car ces deux disciplines existent aussi au niveau "micro-". Le grand problème pour elles est d'ailleurs de relier les deux niveaux. La façon dont les économistes ont cru y parvenir a été critiquée avec pertinence par Godelier (1969), mais on pourrait faire le même genre de critique aux sociologues. En

réalité, tout ce qu'on peut faire au niveau "macro-", semble-t-il, est de constater statistiquement quelques grandes différences, tendances ou changements. Mais on est loin de pouvoir les expliquer. C'est un domaine où, de façon caractéristique, le romancier, l'essayiste, le journaliste sont encore capables de nous en apprendre plus et mieux que les sociologues et les économistes. La crise actuelle est (devrait être) aussi une crise pour les économistes, car elle éclaire crûment leur incapacité à en donner les causes et à en prévoir l'issue.

Il n'est pas sûr, en somme, qu'on puisse faire beaucoup plus que de l'histoire descriptive au niveau macro-sociologique. Du moins tant qu'on refusera de prêter davantage d'attention à la technologie. De nombreux esprits, après Marx et même déjà avant lui, l'avaient plus ou moins clairement compris. Mais il n'y a jamais eu vraiment de passage à l'acte. Les remarques critiques suivantes, écrites par Simone Weil en 1934, gardent aujourd'hui toute leur pertinence; elles serviront de conclusion à cette première partie.

"La grande idée de Marx, c'est que dans la société aussi bien que dans la nature rien ne s'effectue autrement que par des transformations matérielles. 'Les hommes font leur histoire, mais dans des conditions déterminées.' Désirer n'est rien, il faut connaître les conditions matérielles qui déterminent nos possibilités d'action; et dans le domaine social, ces conditions sont définies par la manière dont l'homme obéit aux nécessités matérielles en subvenant à ses propres besoins, autrement dit par le mode de production. Une amélioration méthodique de l'organisation sociale suppose au préalable une étude approfondie du mode de production ... Seuls des êtres irresponsables peuvent négliger une telle étude et prétendre néanmoins à régenter la société; et par malheur tel est le cas partout, aussi bien dans les milieux révolutionnaires que dans les milieux dirigeants. La méthode matérialiste, cet instrument que nous a légué Marx, est un instrument vierge; aucun marxiste ne s'en est véritablement servi, à commencer par Marx lui-même. La seule idée vraiment précieuse qui se trouve dans l'oeuvre de Marx est la seule aussi qui ait été complètement négligée ..."

Il suffit de remplacer "régenter" par "comprendre", pour que cette critique s'applique parfaitement aussi aux milieux de la recherche en sciences humaines. Il ne manque jamais de chercheurs pour discuter à perte de vue les grands problèmes "théoriques", et pour laisser à d'autres le travail de fourmi nécessaire pour faire avancer patiemment, péniblement, nos connaissances. C'est à ceux que le travail de fourmi ne rebute pas que s'adressera la suite de ce cours.

Paris, septembre-octobre 1980