

Université de Provence - Département des sciences de l'éducation

Licence 2008-2009

UE SCEE2 : Théorie de l'apprentissage et didactique pluridisciplinaire

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Didactique fondamentale

Notes & documents

Unité 4. Technologies et théories

4.1. Le bloc de la *praxis* en question

a) L'étude du didactique, qui est l'objet privilégié (quoique non exclusif) de la science didactique, conduit à se pencher sur les deux « quelque chose » mentionnés dans la formulation clé que l'on répètera encore une fois ici : « Il y a du didactique en toute situation sociale dans laquelle quelque instance (personne ou institution) envisage de faire (ou fait) *quelque chose* afin de faire que quelque instance apprenne *quelque chose*. » C'est essentiellement ce deuxième « quelque chose » – l'enjeu didactique, symbolisé par ♥ dans la notation $S(X ; Y ; ♥)$ – dont nous avons entamé l'étude dans l'unité 3. Qu'est-ce donc qui peut venir figurer à la place qu'occupe le symbole ♥ dans $S(X ; Y ; ♥)$? Une première réponse a été apportée : ♥ peut désigner le couple formé d'un *type de tâches* T et d'une *technique* τ pour accomplir des tâches du type T ; soit ce qu'on notera

$$♥ = [T / \tau]$$

et qu'on nommera le *bloc de la praxis* ou bloc *pratico-technique* – ou encore, dans un langage plus familier, le bloc du *savoir-faire*.

b) La dénomination de « bloc » appelle un commentaire. Ce mot, qui signifierait à l'origine « tronc abattu », désigne de façon générale une « masse homogène d'éléments disparates », un « assemblage de diverses choses », « une quantité d'éléments formant un tout » (d'après le *Dictionnaire historique de la langue française*). Le bloc de la praxis $[T / \tau]$ est d'autant plus un bloc *en ce sens* que, ordinairement, du fait de la *naturalisation des techniques*, on tend rapidement, en une institution donnée, à ne plus distinguer le type de tâches T de la manière τ d'accomplir les tâches de ce type dans l'institution considérée. Ainsi, dire « Je vais balayer la pièce », c'est à la fois annoncer l'accomplissement d'une *tâche* t (dont le *type* diffère par exemple de celui de la tâche t' qu'on annoncerait en disant « Je vais laver la pièce » ou en disant « Je vais faire les vitres de la pièce »), et c'est annoncer *en même temps* une *manière d'accomplir* cette tâche t (je vais nettoyer le sol de la pièce *en le balayant*, plutôt qu'en y « passant l'aspirateur » par exemple). De la même façon, si je dis « Je vais me laver les

dents », je suppose implicitement une technique qui ne commencera à être apparente (à travers les *instruments* qu'elle mobilise) que si je dis, plus « techniquement » déjà, « Je vais me *brosser* les dents ».

c) Le rabattement de la technique τ (supposée, en ce cas, *unique*) sur le type de tâches T et le silence corrélatif à propos de cette technique sont coextensifs à un fonctionnement *paisible* (c'est-à-dire, en vérité, *apaisé*) de l'institution ou de la personne que l'on aura observée à propos du type de tâches T concerné. Mais qu'une difficulté survienne, qu'une contestation, un « ergotage » (du latin *ergo* « donc, en conséquence »), une controverse naissent à propos de tâches t de ce type, et la technique τ qui ne se distinguait plus d'elle jusque-là risque fort de réapparaître brutalement comme l'*idiosyncrasie* institutionnelle ou personnelle qu'elle n'avait jamais cessé d'être. C'est alors que des commentaires vont être faits à propos de cette manière auparavant « ordinaire », « silencieuse », τ , d'accomplir les tâches du type T , soit pour justifier la technique τ et son emploi, soit au contraire pour tenter de les disqualifier. Ce sont de tels discours que l'on nomme des *technologies* : discours raisonnés (*logos*) sur la technique (*tekhnê*). (La relation entre ce sens de « technologie » et les acceptions plus courantes du mot sera examinée ultérieurement.)

d) On verra que, en fait, l'apparition (ou la réapparition) d'un discours technologique relatif à une certaine technique, ou plutôt l'énonciation de *fragments* d'un tel discours, est étroitement associée *au surgissement du didactique* : la constitution et le fonctionnement d'un système didactique

$$S(X ; Y ; \heartsuit) = S(X ; Y ; [T / \tau])$$

vont *en général* être accompagnés par des « morceaux » de technologie pour justifier τ (du côté de Y , plutôt) et, parfois, pour le contester (du côté de X , plutôt). Énonciations technologiques et dimension didactique du réel social sont ainsi imbriquées, selon des combinaisons diverses, sur lesquelles on s'arrêtera maintenant.

4.2. Entre technique et technologie

4.2.1. Un type de *gestes didactiques* repéré par le langage commun est celui qui consiste à (prétendre) *expliquer* : expliquer quelque chose à quelqu'un, c'est bien « faire quelque chose » pour que ce quelqu'un « apprenne » cette chose. Voici d'abord ce que dit à ce propos le *Dictionnaire culturel en langue française* (Rey et al., 2005).

EXPLIQUER [eksplike] v. tr. (v. 1450 « rendre clair » ; empr. au lat. *explicare* « dérouler », « déployer, développer », d'où en moyen franç. *soi expliquer* « se développer » (XIV^e s.). *Explicare* est comp. de *ex* et *plicare* (→ plier, ployer), intensif de *plexere* « enlacer », employé surtout au p. p. *plexus* « embrouillé, ambigu » (→ complexe, perplexe ; plexus) ; *explicare* exprime l'action inverse (→ aussi appliquer, dupliquer, impliquer)

1 (XVI^e s.) Faire connaître, faire comprendre nettement (qqch.) en développant*. *Expliquer ses projets, ses intentions à qqn.* → annoncer, déclarer, exposer. *Expliquer clairement sa pensée à*

qqn. → exprimer. « *Explique, explique mieux le fond de ta pensée [...]* » (Corneille, *Héraclius*).
Expliquer qqch. en détail. C'est trop long à expliquer. ♦ (Sujet n. de chose). Constituer un motif
compréhensible. → manifester, montrer, prouver, trahir. « *mes regards expliquaient assez et le
sujet de ma lettre, et la cause de mon insomnie.* (Laclos, *les Liaisons dangereuses*).

2 (v. 1450) Rendre clair, faire comprendre (ce qui est ou paraît obscur). → commenter, éclaircir,
éclairer, expliciter, interpréter. *Expliquer un texte difficile, un article de loi, un théorème.* « *Les
gens exigent qu'on leur explique la poésie. Ils ignorent que la poésie est un monde fermé où
l'on reçoit très peu et où il arrive même qu'on ne reçoive personne* » (Cocteau, *la Machine
infernale*). *Expliquez et commentez ce jugement. Expliquer un symbole, une énigme. Expliquer
une affaire embrouillée, un imbroglio.* → débrouiller, démêler, élucider. *Expliquer qqch. par
des exemples.* → illustrer. *Expliquer le sens d'un mot.* → définir. – *Expliquer Rimbaud.*

Absolt : « *Bon intellectuel, il ne voulait pas seulement expliquer, mais convaincre.* » (Malraux,
l'Espoir).

(1870) Donner les indications nécessaires, exposer les procédés (pour faire qqch.). →
apprendre, enseigner. *Expliquer à qqn le maniement d'un appareil, la règle d'un jeu. Je vais
t'expliquer comment ça marche. Explique-moi pourquoi il faut faire comme ça.*

(Sujet n. de chose). *Les dictionnaires expliquent le sens des mots.* → donner. *Notes qui
expliquent un texte* (→ explicatif). *Théorie qui explique le monde.*

3 (1677, Racine) Faire connaître la raison, la cause de (qqch.). *Expliquer dit plus que expliciter**
(voir cit. Valéry). « *parce que : un grand mot, le mot des femmes, le mot qui peut expliquer tout,
même la création.* » (Balzac, *la Muse du département*). *Comment expliquez-vous sa présence ici
? Qu'avez-vous à dire pour expliquer votre conduite ?* → justifier, motiver. – *Expliquer
pourquoi... : donner la raison pour laquelle... « [...] il retrouva sa voix, pour expliquer à Pauline
pourquoi les petits propriétaires de la Tremblade avaient tort de se croire victimes des
intermédiaires.* » (J. Chardonne, *les Destinées sentimentales*).

(Sujet n. de chose). Être la cause, la raison visible de ; rendre compte de. *Cela explique bien des
choses ! Voilà qui explique tout ! Ceci explique cela.*

4 *Expliquer que... : faire comprendre que.* « *Il lui explique enfin qu'il n'est pas moine comme la
petite le croyait [...]* » (Laclos, *les Liaisons dangereuses*). *Tu as bien expliqué qu'elle
conserverait la propriété des titres, qu'elle toucherait les dividendes* » (J. Chardonne, *les
Destinées sentimentales*). ♦ Donner les raisons de. *Pour excuser son retard, il expliqua qu'une
affaire urgente l'avait retenu.* – (Avec le subj.). *Comment expliquez-vous qu'il puisse vivre avec
de si faibles revenus ?*

b) Voici maintenant ce qu'indique, de façon plus concise, un *Dictionary of Word Origins*
britannique (Ayto, 1994).

explain [15] To *explain* a matter is literally to 'make it plain.' The word comes from Latin
explānāre, a compound verb formed from the intensive prefix *ex-* and the adjective *plānus* 'flat'
(source of English *plain*). This originally meant 'flatten out, make smooth,' but the
metaphorical sense 'make clear' soon took over, and accompanied the verb into English...

explicit [17] Something that is *explicit* has literally been ‘unfolded.’ Like the earlier borrowing *explicate* [16], the word comes from the past participle of Latin *explicāre*, a compound verb formed from the prefix *ex-* ‘un-’ and *plicāre* ‘fold’ (source of English *ply* and related to English *fold*). At first, in the 16th and 17th centuries, English retained the literal sense of the original, but gradually it dropped out in favour of the metaphorical ‘make clear, distinct, and open’ (already present in Latin).

c) Que retenir de tout cela ? Le verbe *expliquer* (en français), le verbe *to explain* et l’adjectif *explicit* (en anglais) manifestent une notion exprimée chaque fois par une *métaphore dynamico-spatiale* qui apparaît *profondément enracinée* dans la culture de nos sociétés (les métaphores utilisées étaient déjà présentes en latin, par exemple), et qui y marque indubitablement la présence *du didactique*. Mais la notion d’explication enveloppe en vérité au moins deux composants : celui de la *technique*, d’abord, mais aussi celui de la *technologie*, les deux étant souvent intimement mêlés dans ce geste didactique classique qui consiste à « donner une explication ». C’est un tel entremêlement technico-technologique que l’on trouve par exemple dans cette glose du *Dictionnaire culturel en langue française* : « Donner les indications nécessaires, exposer les procédés (pour faire qqch.). » « Exposer les procédés pour faire quelque chose », en effet, c’est *montrer « la » technique* (pour faire ce quelque chose). « Donner les indications nécessaires », en revanche, cela mêle souvent aspects *techniques* et éléments *technologiques*. De la même façon, l’énoncé « Je vais t’expliquer comment ça marche » ne distingue guère les deux « niveaux » : le « comment ça marche » renvoie certes à la technique, mais l’annonce que « Je vais t’expliquer » comporte une promesse de technologie – pas seulement « comment » faire, mais « pourquoi » faire comme cela. Par contraste, l’énoncé « Explique-moi pourquoi il faut faire comme ça » se réfère comme à deux entités séparées d’une part à une *justification* possible (« Explique-moi pourquoi... »), c’est-à-dire à un fragment de *technologie*, d’autre part à une certaine *technique* (« il faut faire comme ça »).

4.2.2. En règle générale, le discours tenu à propos d’une technique – *quant il existe* – porte en lui une *description* de la technique et, dans le même souffle, une dose de *justification* – d’explication – de la technique : il transmet, dans des proportions variables, le *comment* (c’est-à-dire la technique) et le « *pourquoi* du comment » (la technologie). On illustrera ce fait banal par un exemple entre mille autres possibles : quand on ouvre le *Manuel des premiers secours* de la Croix-Rouge Française (1998) à la page 26, on tombe sur une fiche intitulée « Le sauvetage de la noyade » : on la reproduit ci-après.

LE SAUVETAGE DE LA NOYADE

En France, les étendues d’eau naturelle sont froides une partie de l’année. Les températures d’eau de mer s’échelonnent entre 5 °C et 15 °C. Les étendues d’eau à l’intérieur du pays peuvent être encore plus froides. Ce froid accroît le danger à la fois pour la victime et le secouriste, car elle peut entraîner :

◆ une perte de conscience brutale lorsque l’on entre dans l’eau, ce qui peut faire inhaler de l’eau ;

- ◆ une augmentation brutale de la pression artérielle qui peut entraîner une crise cardiaque ;
- ◆ une inhabilité soudaine à nager ;
- ◆ l'hypothermie en cas d'immersion prolongée ou si la victime est exposée au vent.

Voir aussi :

La noyade, *page 68*.

L'hypothermie, *pages 170-72*.

CONDUITE À TENIR

OBJECTIFS :

- Amener la victime sur la terre ferme en vous exposant le moins possible au danger.
 - Traiter la victime noyée ou en hypothermie si nécessaire.
 - Faciliter l'évacuation de la victime vers un hôpital.
-

1 Choisissez le moyen le plus sûr de secourir la victime. Rappelez-vous qu'il **FAUT TENDRE ET LANCER DE L'AIDE MAIS NE PAS ENTRER** dans l'eau. Restez sur la terre ferme et tendez la main, un bâton ou une branche, ou lancez une corde ou une bouée.



SI vous êtes un secouriste formé, ou si la victime est inconsciente, il est possible que vous ayez à nager vers la victime et la ramener la terre ferme. Il est plus sûr de marcher dans l'eau que de nager.

NE PAS entrer vous-même dans l'eau à moins que cela ne soit absolument nécessaire.

SI la victime est inconsciente, portez-la en maintenant la tête plus basse que la poitrine une fois qu'elle sera sortie de l'eau, afin de minimiser le risque de vomissements.

1 Mettez une main sous les genoux et sous le torse et maintenez le torse plus haut que la tête.

2 Si possible, protégez la victime du vent, afin de lui éviter de se refroidir encore plus (cela est désigné sous le terme facteur « d'exposition au vent »).

3 Traitez la victime pour une noyade (*voir page 68*) et les effets d'une exposition grave au froid (*voir page 172*).

4 Prenez des mesures pour emmener ou adresser la victime vers un hôpital, même si elle semble avoir bien récupéré, ou, si nécessaire, **COMPOSEZ LE 15 POUR ALERTER LES SECOURS**.



a) Ce passage du *Manuel des premiers secours* de la Croix-Rouge Française peut être décrit comme générateur potentiel de systèmes didactiques que l'on peut décrire par le schéma

$$S(? ; Y ; \heartsuit)$$

où Y est ici l'auteur collectif de l'ouvrage (ou du passage examiné), où \heartsuit est la technique de sauvetage de la noyade présentée, et où X (dont la place est occupée ci-dessus par un « ? ») n'est pas *a priori* défini. Une personne x peut étudier seule, à l'aide du texte proposé, la technique en question : en ce cas se forme le système didactique

$$S(x ; Y ; \heartsuit)$$

où Y n'est qu'un *aide à l'étude* dont le pouvoir d'action auprès de x à propos de \heartsuit est constitué – et délimité – par ce que porte en lui le texte imprimé, et où x apparaît en conséquence comme acteur essentiel du fonctionnement didactique. En pratique, le système didactique précédent peut se former en tant que système didactique *auxiliaire* (SDA) du système didactique *principal* (SDP) constitué dans un stage de formation au secourisme de la Croix-Rouge Française. Ce SDP peut au demeurant prendre la forme concrète de l'étude suivie de l'ouvrage cité, sous la direction d'un « instructeur », y , ce qui correspondra à un système didactique de la forme

$$S(X ; Y^\# ; \heartsuit)$$

où $x \in X$ et où $Y^\# = Y \cup \{y\}$.

b) La technique de secours ainsi potentiellement « enseignée » par l'ouvrage consulté enjoint – chaque fois que la chose est possible – de *ne pas entrer dans l'eau*, et donc de secourir la victime *depuis la berge* à l'aide d'un bâton par exemple (technique), et cela à *cause* des multiples dangers (énumérés dans la fiche) que fait courir l'immersion brusque dans une eau peut-être froide (technologie). De même, si le secouriste doit absolument entrer dans l'eau, il devra s'efforcer d'y *marcher*, non de *nager* (technique), et cela parce qu'il « est plus sûr de

marcher dans l'eau que de nager » (technologie). Semblablement, encore, lorsque la victime doit être *portée*, il convient de le faire en plaçant une main sous les genoux et une sous le torse de façon à maintenir le torse plus haut que la tête (technique), cela « afin de minimiser le risque de vomissements » (technologie).

c) On aura noté, toutefois, que tout geste technique ne fait pas nécessairement l'objet d'un développement technologique express : pourquoi, ainsi, faut-il faire en sorte que la victime soit conduite à l'hôpital, « même si elle semble avoir bien récupéré » ? La chose n'est pas dite. On tient là un exemple (banal) du phénomène d'*amuïssement technologique* : le discours technologique devient inaudible ; la technologie devient silencieuse.

4.2.3. On examinera maintenant un texte qui constitue un repère dans l'histoire « technico-technologique » de la société française : il s'agit de l'extrait ci-après du *Discours préliminaire* de l'*Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers* (1751) dû à la plume de d'Alembert, reproduit d'après les *Mélanges de littérature, d'histoire et de philosophie* publiés à Amsterdam en 1763.

On a trop écrit sur les sciences : on n'a pas assez bien écrit sur la plupart des arts libéraux ; on n'a presque rien écrit sur les arts mécaniques ; car qu'est-ce que le peu qu'on en rencontre dans les auteurs, en comparaison de l'étendue et de la fécondité du sujet ? Entre ceux qui en ont traité, l'un n'était pas assez instruit de ce qu'il avait à dire, et a moins rempli son sujet que montré la nécessité d'un meilleur ouvrage. Un autre n'a qu'effleuré la matière, en la traitant plutôt en grammairien et en homme de lettres, qu'en artiste. Un troisième est à la vérité plus riche et plus ouvrier : mais il est en même temps si court, que les opérations des artistes et la description de leurs machines, cette matière capable de fournir seule des ouvrages considérables, n'occupe que la très petite partie du sien. [...] Tout nous déterminait donc à recourir aux ouvriers.

On s'est adressé aux plus habiles de Paris et du royaume : on s'est donné la peine d'aller dans leurs ateliers, de les interroger, d'écrire sous leur dictée, de développer leurs pensées, d'en tirer les termes propres à leurs professions, d'en dresser des tables et de les définir, de converser avec ceux de qui on avait obtenu des mémoires, et (précaution presque indispensable) de rectifier dans de longs et fréquents entretiens avec les uns, ce que d'autres avaient imparfaitement, obscurément, et quelquefois infidèlement expliqué. Il est des artistes qui sont en même temps gens de lettres, et nous en pourrions citer ici ; mais le nombre en serait fort petit. La plupart de ceux qui exercent les arts mécaniques, ne les ont embrassés que par nécessité, et n'opèrent que par instinct. À peine entre mille en trouve-t-on une douzaine en état de s'exprimer avec quelque clarté sur les instruments qu'ils emploient et sur les ouvrages qu'ils fabriquent. Nous avons vu des ouvriers qui travaillent depuis quarante années sans rien connaître à leurs machines. Il a fallu exercer avec eux la fonction dont se glorifiait Socrate, la fonction pénible et délicate de faire accoucher les esprits, *obstetrix animorum*.

Mais il est des métiers si singuliers et des manœuvres si déliées, qu'à moins de travailler soi-même, de mouvoir une machine de ses propres mains, et de voir l'ouvrage se former sous ses propres yeux, il est difficile d'en parler avec précision. Il a donc fallu plusieurs fois se procurer

les machines, les construire, mettre la main à l'œuvre ; se rendre, pour ainsi dire, apprenti et faire soi-même de mauvais ouvrages pour apprendre aux autres comment on en fait de bons. C'est ainsi que nous nous sommes convaincus de l'ignorance dans laquelle on est sur la plupart des objets de la vie, et de la difficulté de sortir de cette ignorance. C'est ainsi que nous nous sommes mis en état de démontrer que l'homme de lettres qui sait le plus sa langue, ne connaît pas la vingtième partie des mots ; que, quoique chaque art ait la sienne, cette langue est encore bien imparfaite ; que c'est par l'extrême habitude de converser les uns avec les autres, que les ouvriers s'entendent, et beaucoup plus par le retour des conjonctures que par l'usage des termes. Dans un atelier c'est le moment qui parle, et non l'artiste.

a) Ce passage concerne ce qu'on appelait au XVIII^e siècle encore les « arts mécaniques », à propos desquels Diderot, dans l'article « Art » de la même *Encyclopédie*, fait ce commentaire, qui constitue un autre témoignage de l'état lamentable dans lequel les arts mécaniques (que les encyclopédistes tentaient de relever et d'ennoblir) étaient depuis toujours abandonnés. (L'adjectif « minutiel » qui apparaît à la fin de ce développement renvoie au substantif « minutie », entendu alors comme désignant une chose « de peu de conséquence ».)

Distribution des Arts en libéraux et en mécaniques. En examinant les productions des *arts* on s'est aperçu que les unes étaient plus l'ouvrage de l'esprit que de la main, et qu'au contraire d'autres étaient plus l'ouvrage de la main que de l'esprit. Telle est en *partie* l'origine de la prééminence que l'on a accordée à certains *arts* sur d'autres) et de la distribution qu'on a faite des *arts* en *arts libéraux* et en *arts mécaniques*. Cette distinction, quoique bien fondée, a produit un mauvais effet, en avilissant des gens très estimables et très utiles, et en fortifiant en nous je ne sais quelle paresse naturelle, qui ne nous portait déjà que trop à croire que donner une application constante et suivie à des expériences et à des objets particuliers, sensibles et matériels, c'était déroger à la dignité de l'esprit humain ; et que de pratiquer ou même d'étudier les *arts mécaniques*, c'était s'abaisser à des choses dont la recherche est laborieuse, la méditation ignoble, l'exposition difficile, le commerce déshonorant, le nombre inépuisable, et la valeur minutielle...

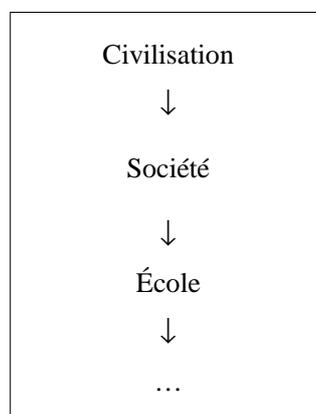
b) Formés dans la fréquentation des sciences, où le discours technologique est central (et parfois assourdissant), les encyclopédistes qui visitent les ateliers des artisans parisiens découvrent une situation pour eux des plus inattendues : non seulement ils ne voient rien ou presque qui relèverait de *l'explication* (technologique), mais ils n'arrivent guère non plus à obtenir de simples *descriptions* (techniques) de manières de faire traditionnelles. Ils constatent ainsi un « écrasement » de la culture professionnelle sur la pratique « nue », routinisée, automatisée, muette.

c) L'absence de discours simplement descriptif, en particulier, est frappante : « Nous avons vu, écrit ainsi d'Alembert, des ouvriers qui travaillent depuis quarante années sans rien connaître à leurs machines. » Rectifions (conjecturalement !) : ces ouvriers ne sont, en apparence, capables d'aucune présentation *discursive* de leurs machines. La charge de d'Alembert paraît lourde et le constat que voici l'augmente encore : « À peine entre mille en trouve-t-on une douzaine en état de s'exprimer avec quelque clarté sur les instruments qu'ils

emploient et sur les ouvrages qu'ils fabriquent. » Mais, attention ! *Des techniques existent bien* entre les mains de ces ouvriers, et qui sont *mises en œuvre* par eux, même s'ils ne savent pas les « mettre en mots ». Ce qui semble en revanche perdu, ce sont des technologies explicites, énonçables, énoncées – même s'il reste sans doute possible de soutirer aux artisans interrogés – ainsi que le font d'ailleurs les « enquêteurs » de l'*Encyclopédie* – des bribes de commentaires technologiques. La communication dans le travail et dans les apprentissages eux-mêmes n'en est pas pour autant rendue impossible : l'échange, la transmission passent alors non pas tant par des *mots* que par des *situations* vécues ensemble, et qui reviennent régulièrement dans l'organisation de l'ouvrage – ce que d'Alembert nomme des « conjonctures ».

4.3. Pénuries technologiques

4.3.1. Les différences observées dans ce qui précède quant à la teneur technologique d'une institution donnée participent dans une large mesure d'un *fait de civilisation* : même si le tracé n'en est pas immuable, il existe en effet un partage social entre un monde ancien de techniques « nues », silencieuses, transmises par la tradition ou imposées par une autorité peu soucieuse de justifier ce qu'elle prescrit (parce qu'elle prétend en être l'unique justification qui vaille), et, à l'autre extrême, un monde moderne de techniques hautement « technologisées », dont la transmission suppose qu'elles soient *expliquées, justifiées, « raisonnées »*. Cet état de choses peut être regardé comme la conséquence d'une contrainte à situer à l'échelon supérieur de l'échelle des niveaux de co-détermination didactique, celui de la *civilisation*, qui complète ainsi l'échelle déjà présentée.



a) Le premier monde est un monde de taiseux, ou, pour reprendre un mot ancien, de « silencieux » : univers de la taciturnité, où la parole semble souvent inopportune, déplacée, voire étrangère à une culture ordonnée au geste technique silencieux de la main qui opère. Par contraste, le deuxième monde, celui des « arts libéraux » traditionnels (*artis liberalis* au nombre de sept, comprenant le *trivium* – grammaire, logique, rhétorique – puis le *quadrivium* – arithmétique, géométrie, musique, astronomie), avant d'être celui des sciences au sens quasiment moderne du terme, est un univers du *logos*, de la parole raisonneuse, trait distinctif parfois caricaturé par les taiseux, et qu'épingle Diderot dans l'article « Art » déjà cité en parlant de la posture séculaire des « gens de lettres » à l'encontre des arts mécaniques comme

d'un « préjugé qui tendait à remplir les villes d'orgueilleux raisonneurs et de contemplateurs inutiles, et les campagnes de petits tyrans ignorants, oisifs et dédaigneux ».

b) Dans ce « grand partage », la pure et simple *description* (discursive) d'une technique occupe une position intermédiaire entre technique nue et technologie explicite : la simple mise en mots d'un geste technique reçoit souvent une valeur de *légitimation* de ce geste. Décrire, ce serait déjà justifier, ou du moins suggérer qu'une justification est là, possible, toute proche. En toute institution, on sera attentif à cette tripartition entre techniques nues, silencieuses, techniques qui se décrivent (partiellement) et techniques pourvues d'une technologie explicite, voire bruyante – ce qui ne préjuge pas, on va le voir, la « qualité » de telles efflorescences technologiques.

4.3.2. Revenons ici à la technique de cubage des grumes rencontrée dans l'Unité 3.



Le manuel de géométrie examiné proposait *sans justification*, pour calculer le volume V de la grume, la formule

$$V = \left(\frac{1}{2} \times \frac{C}{\pi} \right)^2 \times \ell$$

où C est la « circonférence moyenne » de la grume, ℓ étant sa longueur. On a vu par ailleurs, dans la même unité, une « fiche technique » sur le cubage des bois dans laquelle on aboutissait à la formule $V = S \times \ell$, où la « section moyenne » du fût, S , est donnée par la formule « simplifiée » : $S = 0,079 C^2$.

a) Cette fiche donnait en fait une justification des formules proposées. Pour celle que nous avons notée ici $V = S \times \ell$, la fiche indique en effet : « On considère que le “cube grume” [le volume] d'un arbre est [celui] d'un cylindre qui aurait comme base la section moyenne du tronc [S] et pour hauteur la hauteur du fût [ℓ]. » Tel est le point de départ. Si l'on peut *mesurer* ℓ , on ne peut que *calculer* la « surface » S . Comment cela ? L'auteur de la fiche donne, sur ce point, une justification détaillée de la technique utilisée (qui suppose que l'on ait obtenu C en *mesurant* la circonférence de la grume).

... on prend pour obtenir sa surface, une formule peu usitée dans les calculs classiques : $\frac{C^2}{4\pi}$ soit le carré de la circonférence, divisée par 4 fois 3,14. Avidement cette formule équivaut absolument aux deux formules Plus couramment employées qui sont :

$$\text{Surface du cercle : } \pi R^2 \text{ ou } \frac{\pi D^2}{4}$$

Pourquoi cette formule $\frac{C^2}{4\pi}$ qui apparaît plus compliquée ?

♦ 1) Il est souvent facile de mesurer la circonférence d'une grume au moyen d'une ficelle par exemple.

♦ 2) La formule $\frac{C^2}{4\pi}$ peut se mettre sous la forme $\frac{1}{4\pi} * C^2$

♦ et le nombre $\frac{1}{4\pi}$ a une valeur évidemment constante, calculée une fois pour toutes. C'est

0.079578.

♦ En nous bornant aux trois premières décimales : 0,079.

♦ On peut donc dire que la surface d'un cercle est égale au carré de la circonférence multiplié par 0,079

$$S = 0,079 C^2$$

b) Qu'est-ce qui provoque cette explicitation ? Sans doute ce fait massif que les lecteurs visés sont allés à l'école et connaissent la formule $S = \pi R^2$, voire la formule $S = \frac{\pi D^2}{4}$, en sorte que l'auteur doit prévenir, par un développement *technologique* adéquat, la possibilité d'un conflit entre deux techniques de calcul – celle connue de tous par l'école, et « la sienne », qui est en fait utilisée traditionnellement pour cuber les grumes dans « l'institution forestière ».

c) Notons en passant que c'est un tel travail qui reste absent du manuel de 1921 consulté dans l'Unité 3. En fait, cette absence de technologie explicite y provoque un effet classique : la formule donnée par le manuel, la règle qui la met en mots, sont l'une et l'autre *erronées*.

Puisqu'on a $C = 2\pi R$, on a $R = \frac{C}{2\pi}$ et il vient donc :

$$S = \pi R^2 = \pi \left(\frac{C}{2\pi} \right)^2 = \pi \frac{C^2}{4\pi^2} = \frac{C^2}{4\pi} = \frac{1}{4} \times \frac{C^2}{\pi}$$

O a donc : $V = S \times \ell = \frac{1}{4} \times \frac{C^2}{\pi} \times \ell$. Le manuel donnait une formule qui se réécrit ainsi :

$$V = \left(\frac{1}{2} \times \frac{C}{\pi} \right)^2 \times \ell = \frac{1}{4} \times \left(\frac{C}{\pi} \right)^2 \times \ell = \frac{1}{4} \times \frac{C^2}{\pi^2} \times \ell = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{4} \times \frac{C^2}{\pi} \times \ell \right)$$

On voit donc que les volumes calculés à l'aide de la formule du manuel sont π fois – c'est-à-dire *plus de trois fois – inférieurs* à la réalité : dans le cas calculé dans l'Unité 3 (une grume de 3,28 m et d'environ 80 cm de diamètre), on a, au lieu du résultat donné par la formule erronée du manuel (à gauche), le résultat affiché sur la copie d'écran à droite.

F1 Tools	F2 A13ebra	F3 Calc	F4 Other	F5 Pr3miD	F6 Clean Up	F1 Tools	F2 A13ebra	F3 Calc	F4 Other	F5 Pr3miD	F6 Clean Up
$\left[\frac{2.48}{2 \cdot \pi} \right]^2 \cdot 3.28$						$\pi \cdot \left[\frac{2.48}{2 \cdot \pi} \right]^2 \cdot 3.8$					
.510995962457						1.85984646779					
MAIN DEGRACT FUNC 1/30						MAIN DEGRACT FUNC 1/30					

4.3.3. Le caractère traditionnel d'une technique tend à effacer la technologie, dans la mesure où la tradition est acceptée comme valant justification. On a là le type de la « technologie » implicite, qui consiste à invoquer une institution et son histoire.

a) On examinera à cet égard l'exemple d'un développement que l'on trouve sur un site nommé *Explic*¹. À nouveau, on a conservé les fantaisies orthographiques et grammaticales du rédacteur : on notera seulement que *stère* est normalement du masculin.

Comment calculer le bois en grume au mètre cube ?

question de : alain

Il existe plusieurs procédés pour le cubage des bois d'œuvre. L'achat du bois d'œuvre se fait en grume au mètre cube, celui du bois de chauffage à la stère ou au poids.

Il y a le calcul du cubage au volume réel à la circonférence, et le cubage au quart. C'est un peu complexe à expliquer par écrit (lorsque l'on est pas prof). Mais ce sont surtout les forestiers et les professionnels du bois qui se servent de ça. Ils possèdent des outils pour prendre les mesures des billes (grumes) comme le compas forestier et l'aiguille de cubage ou encore le mètre à pointe.

Les formules sont : pour le cubage au volume réel à la circonférence : $V = 0,08 \times C^2 \times L$

V étant le cubage (ou le volume), C la circonférence et L la longueur de la grume.

Le cubage au volume réel au diamètre donnera la formule :

$$V = 0,8 \times D^2 \times L$$

D étant le diamètre de la grume.

Pour terminer, voici le comptage moyen qui est admis par les normes AFNOR pour l'équivalence entre le bois en grume et le stère :

Résineux : 1 stère = environ 0,750 m³.

1 m³ = environ 1,350 stère

Feuillus : 1 m³ = environ 1,500 stère

1 stère = environ 0,670 m³

réponse de : pascou le 2007-04-10

a) Cette fois, il ne s'agit plus pour un certain Y de proposer à un X *inconnu*, mais que cela *pourrait* intéresser, une certaine technique τ . On voit ici, au contraire, un X déterminé, un certain Alain, qui recherche désespérément une certaine technique et sollicite à cette fin des Y en puissance : la situation peut se décrire ici par la formule $S(x ; ? ; \heartsuit)$, où $x = \text{Alain}$. Un Y possible propose ses services, un certain « pascou », qui – dit-il – n'est pas un « prof », mais qui accepte de faire le professeur d'occasion, tout en renonçant à *expliquer* – ambition regardée par lui, apparemment, comme l'apanage du métier de professeur !

b) Nous savons qu'une grume de longueur L et de circonférence moyenne C a un volume donné par $V = \frac{1}{4\pi} \times C^2 \times L$. Comme $\frac{1}{4\pi} = 0,079577471... \approx 0,079 \approx 0,08$, on peut ainsi justifier la formule (approchée) donnée par « pascou », à savoir $V = 0,08 \times C^2 \times L$. Mais on

¹ Voir <http://www.explic.com/6115-bois.htm>.

notera que, contrairement à ce que l'on vient de faire ici, cette dernière formule n'est justifiée, dans la réponse proposée, que par l'invocation de l'autorité supposée des « forestiers » et autres « professionnels du bois » : c'est la *profession* qui ferait autorité en la matière ; c'est du moins ce qu'invoque « pascou ». Il est important de souligner que cette simple invocation ne permet qu'indirectement (en multipliant les vérifications éventuelles auprès de « la profession ») de *contrôler* la formule (technologique) avancée par « pascou ». On est ici, *a priori*, dans un univers de pénurie, de rareté, de disette technologiques, que l'invocation de l'autorité d'une institution met plus encore en évidence.

4.3.4. Ce qui précède serait incomplet si l'on ne soulignait pas que la technologie – ou son absence – à propos d'une technique donnée *dépend de l'institution où on la cherche*. On examinera ici deux exemples de ce phénomène.

a) Le premier exemple concerne la *technique orthographique* (en français) à propos d'une difficulté qui, souvent, passe inaperçue. On peut voir écrit par exemple ceci : « Étant données deux droites *D* et *D'*... » Pourquoi le participe passé porte-t-il la marque du genre (*ée*) et du nombre (*s*) du groupe nominal « deux droites » ? La technologie justifiant ce geste technique est, pour beaucoup de « scripteurs », des plus claires : « Qu'est-ce qui est donné ? Les droites. Donc : “étant données”. » C'est là ce qu'on pourra appeler une technologie *populaire*, qui se justifie à son tour par l'invocation de la « simple raison » : le raisonnement serait « évident ».

b) Il en va tout autrement si l'on ouvre un livre de difficultés orthographiques, c'est-à-dire si l'on se tourne vers l'institution « grammairienne ». Voici par exemple ce que précise le *Dictionnaire des difficultés de la langue française* d'Adolphe V. Thomas (1971).

• **donner.** – **Étant donné** est aujourd'hui rangé dans la catégorie des *attendu, excepté, y compris, vu*, etc. ; il reste *invariable* s'il est placé *avant* le nom auquel il se rapporte : *Étant donné sa stupidité, on ne pouvait attendre autre chose de lui* (Acad.). *Étant donné une droite...* (mais *Une droite étant donnée...*)

Ces prescriptions techniques sont classiques. Ainsi les retrouve-t-on dans un ouvrage récemment publié sous le titre *Toute l'orthographe* (Gaillard & Colignon, 2005, p. 138).

CAS PARTICULIERS

● Quand un participe passé est employé devant un nom ou un groupe* nominal, il peut avoir la valeur d'une **préposition***. Dans ce cas, il ne s'accorde pas.

Vu la cruauté du Minotaure, mieux vaut rester prudent.

*Personne, **excepté** Ariane et Thésée, n'aurait osé s'aventurer dans le labyrinthe.*

Le cas se présente en particulier pour *étant donné, excepté, mis à part, passé, vu*.

● Les participes passés *ci-annexé, ci-inclus, ci-joint* peuvent, eux, avoir une valeur d'**adverbe** lorsqu'ils sont placés devant un nom ou un groupe nominal. Dans ce cas, ils ne s'accordent pas non plus.

*Vous trouverez **ci-joint** les plans du labyrinthe.*

c) Le geste orthographique qu'il convient d'accomplir ici suppose donc une distinction au demeurant fort simple : lorsque « étant donné » est placé *avant* (le nom), il n'y a accord ni en genre ni en nombre ; lorsqu'il est placé *après*, il y a accord et en genre et en nombre. Ce geste technique bute sur une technologie « spontanée » qui a pour elle, aux yeux du profane, son apparente évidence. Selon une loi déjà évoquée, cela entraîne l'auteur à la *justifier* un tant soit peu : pour contrer une technologie erronée mais « évidente », un minimum de technologie est utile : lorsqu'elle est antéposée, la locution « étant donné » est regardée comme une *préposition* et reste « donc » *invariable*. Il y a là un trait invariant des exposés de spécialistes sur cette difficulté orthographique : on retrouve cette même « leçon » dans une grammaire en ligne dont on a reproduit ci-après la partie pertinente². Bien entendu, on peut s'interroger sur la raison pour laquelle les prépositions seraient invariables...

Le participe passé à valeur de préposition

Certains participes passés s'emploient devant un nom et servent en quelque sorte à l'introduire : ils ont alors la valeur d'une préposition et sont **invariables**.

Vu les circonstances, nous acceptons de reporter nos délais.

Leurs filles sont toutes mariées, excepté Françoise.

Approuvé la suppression de trois lignes.

C'est le cas de :

approuvé	compris	ôté
attendu	entendu	passé
certifié	étant donné	supposé
ci-annexé	excepté	vu
ci-inclus	non compris	y compris
ci-joint		

Lorsque ces participes sont placés après le nom, ils retrouvent leur valeur d'adjectif et s'accordent avec ce nom.

Nos prix s'entendent TVA incluse.

Les documents ci-joints vous donneront tous les renseignements utiles.

Les participes *fait*, *lu* et *approuvé* sont également invariables lorsqu'ils se rapportent à l'ensemble d'un document au bas duquel ils figurent.

Lu et approuvé le 30 avril 2000.

Fait à Lille le 25 mai 1954.

c) Le deuxième exemple montrera une situation aujourd'hui encore rare : il s'agit d'une chronique d'un physico-chimiste, Hervé This, intitulée *Quand faut-il saler la viande ? Une question qui ne manque pas de sel...*³. Dans un domaine où dominant les *recettes*, qui sont des techniques sans technologie ou assorties de technologies dont le ressassement est souvent

² Voir http://grammaire.reverso.net/4_1_08_accord_du_participe_passe_sans_auxiliaire.shtml#header2.

³ On la trouvera à l'adresse <http://www.espace-sciences.org/science/20315-les-autres-rubriques/10115-science-et-cuisine/11978-quand-faut-il-saler-la-viande/>.

la seule garantie de véracité, on voit ici un travail d'élaboration d'une technologie prenant appui sur les règles du travail scientifique.

Quand faut-il saler la viande ?

Une question qui ne manque pas de sel...

Faut-il saler la viande en début ou en fin de cuisson ? Telle est la question soulevée ce mois-ci par Hervé This. Le physico-chimiste de l'Inra apporte une fois de plus, par l'expérimentation, des solutions scientifiques à un dilemme ancestral...

Le monde de la cuisine est divisé : faut-il saler les steaks en début ou en fin de cuisson ? Les adeptes du salage précoce prétendent que cette méthode permet au sel de pénétrer dans la viande. Toutefois, agir de la sorte risque de faire dégorger le steak, affirment d'autres cuisiniers, qui préconisent donc un salage plus tardif. Qui a tort, qui a raison ?

Tout d'abord, essayons de répondre au problème de la pénétration du sel dans le steak. Projetons-nous donc dans la structure intime de la viande. Celle-ci est constituée de cellules vivantes, les fibres musculaires, qui sont, en première approximation, comme des sacs remplis d'eau et de protéines (un peu comme du blanc d'œuf, donc). Ces sacs sont gainés par un tissu fait d'une protéine particulière, nommée collagène. Chauffée dans l'eau, elle finit par s'y dissoudre en formant la gélatine. A priori, pour que le sel entre, il faut donc qu'il y soit poussé. Or, il est difficile d'imaginer un effet physique qui permette une telle prouesse lors de la cuisson. De plus, le sel a la réputation de faire sortir le jus de la viande. Ce dernier risque donc d'emporter le sel avec lui plutôt que de favoriser sa pénétration.

Passons à l'expérimentation plutôt que de continuer nos réflexions trop abstraites. Prenons un steak, que nous divisons en deux parts égales. Cuissons la première moitié avec du sel dès le début et la seconde moitié avec du sel ajouté uniquement en fin de cuisson. Éliminons ensuite la partie superficielle de la viande et goûtons la chair à l'intérieur des steaks. Constat : aucune différence notable ! Des mesures plus précises, réalisées au microscope électronique à balayage, ont en effet montré que le sel n'entre pas à plus de trois millimètres dans les steaks grillés. Trois millimètres ? C'est environ la rugosité de la surface. Autrement dit, le sel qui se dissout dans le jus de la viande en cours de cuisson peut s'immiscer dans les anfractuosités superficielles du steak, mais n'y entre pas.

Dans ce cas, est-il préférable de mettre le sel à la fin pour éviter un dégorgeage de la viande ? Avant tout, qu'est-ce qu'un dégorgeage ? Il s'agit d'un phénomène visible en cuisine quand on fait, par exemple, des cornichons au vinaigre : avant de faire la mise au vinaigre, on les couvre de sel pendant une nuit, dans une passoire. Le lendemain, on observe de l'eau "tirée" par le sel, dans le récipient situé sous la passoire. Première conclusion : le dégorgeage n'est pas un mythe, et le sel fait bien dégorger les végétaux (on dégorge aussi les aubergines, les champignons trop imbibés d'eau, les concombres...). Quel est l'effet du sel sur la viande ? Retour à l'expérience : prenons de la bavette, un blanc de poulet, une entrecôte, pour savoir si toutes les viandes réagissent de la même façon. Pesons-les.

D'autre part, exagérons l'effet afin qu'il soit bien visible : couvrons les morceaux de viande de sel fin. Puis, armons-nous de patience et soyons attentif. Toutes les trois minutes, sortons les trois morceaux de leur couverture salée et pesons-les à nouveau afin de savoir quelle quantité de jus ils perdent.

Les résultats d'une telle expérience sont clairs. L'entrecôte, dont les fibres musculaires ont été coupées en travers, perd rapidement beaucoup de jus, tout comme le blanc de poulet. En revanche, la bavette, avec ses fibres parallèles à la surface de découpe du morceau, en perd très peu. Les viandes réagissent donc de différentes façons. Conclusion : avant de cuire, pensons à ce que nous cuisons !

Hervé This

d) Au-delà de la pénurie technologique, cet exemple pose plus généralement le problème du *contrôle des technologies*, sur lequel nous allons nous arrêter. Mais nous soulignerons une fois encore que, alors que l'observation de la mise en œuvre d'une technique est un indice que du didactique existe ou *a existé*, la présence d'éléments de *technologie* atteste plus sûrement encore que l'on se trouve face à une situation sociale à *teneur didactique*.

4.4. Variations technologiques : un exemple

4.4.1. La *distinction* et, en même temps, l'*articulation* entre une *technique* τ (relative à un certain type de tâches T) et la *technologie* θ qui peut lui avoir été associée dans une certaine institution I sont des phénomènes fondamentaux, qu'il convient chaque fois d'étudier avec soin. Dans une telle étude, on peut prendre pour « niveau zéro » l'état d'une technique τ qui existerait *silencieusement* dans l'institution I , du moins pendant un certain temps. Aucun discours ne se fait alors entendre à son propos : la technique est en quelque sorte naturalisée ; elle *va de soi* dans I , où elle opère sans se faire remarquer. Par exemple, dans une famille, pendant quelques années, la technique (coopérative) pour « mettre la table » du dîner du soir peut être de cette sorte. Et ce ne sera peut-être que l'arrivée d'un nouveau venu – par exemple le petit ami de la sœur aînée – qui pourra susciter une description partielle, un commentaire justificatif, voire un débat critique.

a) D'une façon générale, dans une institution I , il existe ainsi une *statique cognitive* (faite notamment de techniques routinisées) sur le fond de laquelle se développent des phases, en général brèves, de *dynamique cognitive*, où types de tâches, techniques, technologies *changent*. Quelle qu'en soit l'origine, l'essentiel de cette dynamique cognitive sera coextensive à l'apparition de situations *didactiques* dans I – on voudra par exemple *expliquer* au nouveau venu pourquoi on ne met pas de verre à la place où s'assoit tel membre de la famille, pourquoi on met d'abord tel type d'assiettes, etc.

b) Un pas de plus, et le discours sur la technique quitte le régime de la simple *explication orale* – qui est un régime de l'éphémère – pour entrer dans le régime *de l'écrit*, qui requiert une « robustesse » supérieure. On voit alors tout à la fois la technique se compliquer et la technologie s'approfondir, jusqu'à atteindre parfois (partiellement) au niveau des technologies à *prétention scientifique*, comme on le verra ci-après.

c) En didactique fondamentale, l'analyse technico-technologique, qui est une partie de l'analyse didactique, n'a pas de cibles privilégiées : *toute pratique humaine peut en être*

l'objet. Dans la formation – scolaire ou non scolaire – du citoyen, une telle capacité d'analyse, qui permet de prendre du recul par rapport au « faire » technique et au « dire » technologique des institutions doit être développée *en tout lieu et à tout propos* (et non pas électivement, c'est-à-dire de façon *restrictive*), et cela pour assumer une fonction effective d'*émancipation*.

4.4.2. À titre d'exemple complémentaire – et introductif à la notion de *théorie*, qui complètera le triptyque *type de tâches, technique, technologie* –, on examine maintenant un ensemble de textes relatifs à un type de tâches qui, pour sembler des plus banals, n'en est pas moins révélateur : « monter une mayonnaise ». Voici d'abord une recette intitulée « Sauce mayonnaise » extraite d'un ouvrage autrefois classique, *Le premier livre de cuisine* de Léone Bérard, dont la première édition est de 1971.

SAUCE MAYONNAISE

Travail personnel : 15 minutes

Matériel : 1 récipient assez grand à fond rond (bol, saladier, cuve de mixer, etc.) — 1 bol — et, pour battre, 1 cuiller en bois, 1 fouet à œufs ou tout système de batteur ou mixer.

A noter. La recette ci-dessous concerne la préparation classique de la mayonnaise avec une cuiller en bois ou un fouet. Si vous utilisez mixer, batteur ou robot, reportez-vous au mode d'emploi indiqué pour votre appareil. De toute façon, les proportions et grands principes de base restent les mêmes.

Essentiel : tous les composants doivent être à la même température. Sortir les œufs du réfrigérateur au moins une heure à l'avance. Ne pas utiliser d'huile figée.

Denrées pour 4 à 6 personnes du blanc

(1 tasse de mayonnaise)

Huile : 1/4 l

Œuf : 1 jaune

Vinaigre : 1 cuill. à café

Moutarde (suivant le goût) : 1/2 cuill. à café

Sel

Poivre

Au-dessus du bol, séparer le jaune d'œuf. Mettre le jaune dans le fond du plus grand récipient.

Ajouter la moutarde, un peu de sel et la moitié du vinaigre.

Commencer à verser l'huile goutte à goutte (une cuillerée à café pour commencer) tout en remuant vivement le contenu du récipient. Lorsque toute l'huile est absorbée, en ajouter encore un peu, toujours goutte à goutte et sans cesser de remuer. La sauce doit commencer à épaissir.

Continuer la préparation de la sauce en versant l'huile par filet, toujours par petites quantités à la fois et en remuant constamment. Plus la sauce est avancée, plus on peut y ajouter d'un seul coup une quantité d'huile importante. Ne pas dépasser cependant une cuillerée à soupe à la fois.

Quand la moitié de l'huile est utilisée, verser le vinaigre restant. Puis continuer la sauce.

Lorsque toute l'huile est utilisée, si la mayonnaise semble un peu trop compacte, on peut lui ajouter une cuillerée à soupe d'eau bouillante en remuant vivement.

En cas de malheur : si la mayonnaise « tourne », c'est que :

– tous les ingrédients n'étaient pas à la même température ; ou que la quantité d'huile était trop importante pour un seul jaune d'œuf (1/4 de litre d'huile par jaune) ;

– ou que l'huile a été versée trop vite au début.

Quoi qu'il en soit, le malheur est réparable. Il suffit de disposer d'un second jaune d'œuf : le mettre dans le fond d'un saladier ou de n'importe quel récipient à fond rond ; y verser peu à peu, selon la méthode donnée ci-dessus pour l'huile, la mayonnaise tournée, sans cesser de remuer vivement.

Pour conserver de la mayonnaise non utilisée, ne pas la mettre au réfrigérateur. Verser sur le dessus une très mince couche d'huile (cela évitera la formation d'une croûte). Couvrir le récipient et le conserver au frais, mais surtout pas en réfrigérateur. Utiliser rapidement.

La mayonnaise accompagne des aliments froids : viandes et volailles rôties, poissons au court-bouillon, œufs durs, riz, pommes de terre, légumes verts cuits à l'eau.

a) Le premier point à noter est sans doute que, au plan technologique, il y aurait à respecter certaines « proportions » et quelques « grands principes de base », qui supportent des variations techniques inessentiels. L'un des principes de base invoqués est celui-ci : « tous les composants doivent être à la même température ». On peut penser qu'il s'agit de la température ambiante (de la cuisine par exemple), puisqu'il convient de « sortir les œufs du réfrigérateur au moins une heure à l'avance ». On notera encore l'interdit sur « l'huile figée ». Autres principes : éviter qu'il n'y ait *trop* d'huile versée ; et aussi éviter de verser l'huile *trop* rapidement *au début*. (Au plan *théorique* – voir plus loin –, on voit ici affleurer le rejet de l'*excès*, du « trop ».)

b) On notera le jaune d'œuf, la moutarde, le vinaigre, et surtout le versement de « l'huile goutte à goutte (...) tout en remuant vivement le contenu du récipient », de façon très progressive, mais qui peut s'accélérer au fur et à mesure de l'avancement du processus. On remarquera à ce propos le recours à la structure temporelle « moitié du vinaigre + moitié de l'huile + moitié du vinaigre + moitié de l'huile ». On notera enfin l'addition possible d'une cuillerée à soupe d'eau « bouillante » si la « sauce » obtenue – la mayonnaise – est trop « compacte ».

c) On soulignera les rapports difficiles avec le froid *du réfrigérateur* (même si la mayonnaise accompagne des aliments « froids ») : la mayonnaise ne doit pas être mise au réfrigérateur ; il convient de la « conserver au frais, mais surtout pas en réfrigérateur ». En tout cela, l'univers des objets considérés reste limité : il y a le froid (et le frais) et le chaud (et même le bouillant) ; il y a l'huile (non figée), le jaune d'œuf, la moutarde, le vinaigre, qui forment un univers clos (à quelques ingrédients secondaires près : sel, poivre). Rien, en somme, qui ne soit familier sous nos latitudes, et depuis longtemps : tout cela renvoie à une technologie *de sens commun*.

4.4.3. Voici maintenant le point de vue actuel d'un « chef », Alain Diverrès, que l'on trouve sur le site *Fruits de la mer.com* sous le titre « La mayonnaise »⁴.

La mayonnaise

La mayonnaise a toujours été la hantise des ménagères (du moins dans ma famille). Pourtant c'est une préparation d'une facilité déconcertante, voyez plutôt...

Ingrédients :

- Un œuf,
- Une pincée de sel,
- Un tour de moulin à poivre,
- Une demi-cuillerée à café de moutarde,
- De l'huile (arachide, noix, olive, soja ou de ce que vous voulez)

Matériel :

- Un bol, un cul-de-poule ou un saladier (si possible à paroi sans rebord),
- Une cuiller en bois, en métal, en céramique, en plastique, en téflon, en carbone, enfin une cuiller quoi !

Déposer dans le fond du récipient, une demi-cuillerée à café de moutarde (dite de Dijon) par jaune d'œuf, le sel, le poivre.

Casser un œuf, ôter le blanc, et déposer le jaune dans le bol. Tourner l'ensemble ainsi composé pour l'homogénéiser, tourner à votre manière dans le sens que vous voudrez, vite ou pas vite n'a aucune importance (disons, puisqu'il vous faut des repères 30 secondes).

Faire couler la valeur de deux ou trois cuillerées à soupe d'huile en une fois et tourner de nouveau sans excès de vitesse. Une fois l'huile ressuyée ajouter de l'huile à la demande. Un jaune d'œuf vous permet d'émulsionner environ 1/4 de litre d'huile. L'opération demande environ 3 minutes. Qu'importe que votre œuf sorte ou non du frigo, que votre huile soit à 20 degrés ou à 10 (cependant une huile figée veut dire qu'elle est naturelle, l'huile infigeable ne l'est pas).

Une constante néanmoins : les œufs provenant d'élevage au grain permettent d'émulsionner plus d'huile que les autres. Si parmi vos convives certains préfèrent une mayonnaise blanche, rien de plus simple. Chauffer légèrement le contenu d'une cuillerée à soupe de vinaigre, et l'incorporer à la mayonnaise, l'effet est immédiat.

Voilà c'est tout, un mythe qui tombe, encore un ! Il ne doit rien à mai 68, lui !

Manger de la mayonnaise, ce n'est pas mauvais pour la santé mais, comme le reste, si nous n'en abusons pas. Un dernier détail cependant, tout ce qui nous est vendu sous le nom de mayonnaise, en tube, en pot de la Comtesse machin, au Chef de truc, n'a rien à voir avec la mayonnaise, sauf peut-être le nom. Sachons être des consommateurs vigilants, exigeants, mangeons bon, naturel, refusons les faux-semblants. Bien manger c'est avant tout manger vrai, cela demande de la réflexion, un peu de temps, beaucoup de passion. La cuisine n'est pas « féminine » pour rien :-)

⁴ Voir <http://www.fruitsdelamer.com/sauces-ingredients/sauces/mayonnaise.php3>.

a) On notera la prise de distance parfois caustique avec les « principes » et les paramètres (vitesse de battage, etc.) de l'univers « classique » rencontré jusqu'ici : ainsi en va-t-il notamment à propos de la température, du froid et même (de façon ambiguë) de... l'huile figée ! On soulignera aussi l'emploi de termes plus « scientifiques » : ainsi le jaune d'œuf permet-il d'*émulsionner* l'huile (de fabriquer une émulsion). (Le verbe « ressuyer », en revanche, est simplement traditionnel – pour « sécher ».)

b) On observera que les proportions restent inchangées : un jaune d'œuf est toujours supposé permettre « d'émulsionner » environ 1/4 de litre d'huile, même si « les œufs provenant d'élevage au grain permettent d'émulsionner plus d'huile que les autres ». Ici, cependant, à la place d'un rapport difficile à la modernité du froid artificiel du réfrigérateur, on a un rapport « écolo » à « l'authentique », marqué paradoxalement par la prévalence du quantitatif – « les œufs provenant d'élevage au grain » auraient un meilleur rendement !

4.4.4. Que penser de ces variations technologiques (et techniques) ? La rencontre des univers technologiques « de praticiens », qu'ils soient classiques (Léone Bérard) ou « modernes » (Alain Diverrès), avec les technologies scientifiques du « cuisiner » est à cet égard un phénomène révélateur. L'artisan le plus connu (en France) de cette confrontation est Hervé This, déjà rencontré plus haut, et dont le nom est associé à la naissance de la *gastronomie moléculaire*, domaine sur laquelle il s'exprime dans un bref entretien en ligne au titre éclairant ⁵.

Hervé This Physico-chimiste de l'INRA

« La gastronomie moléculaire c'est la science de la cuisine »

Hervé This travaille pour l'Institut national de recherche agronomique (INRA) sur la gastronomie moléculaire. Cette science au nom énigmatique a pour objet d'étude une de nos pratiques quotidiennes : la cuisine. Explication et démonstration avec le spécialiste. (Octobre 2005)

Quand est apparue cette science ?

Au début des années 80, j'ai commencé à noter les vieilles croyances culinaires (la mayonnaise ne prend pas quand la femme a ses règles, les œufs en neige montent mieux si on les bat toujours dans le même sens, les haricots sont plus verts si on les cuit avec un couvercle...) et j'en ai aujourd'hui plus de 25 000 ! Avec mon ami Nicholas Kurti, qui était alors président de la Royal Society (l'équivalent de notre Académie des Sciences en Angleterre), nous nous sommes amusés à vérifier ces dictons, autrement dit à comprendre comment la cuisine marchait. Puis nous avons voulu donner un nom à cette activité et c'est devenu la « gastronomie moléculaire ». En 1992, nous avons organisé le premier colloque international sur la gastronomie moléculaire en Sicile, où se trouve un grand centre sur la physique des particules. Maintenant, ce colloque a lieu tous les deux ans. Et cette nouvelle science ne cesse de se développer dans tous les pays.

Pouvez-vous nous donner un exemple concret d'une de vos découvertes ?

⁵ Voir http://www.linternaute.com/femmes/cuisine/magazine/itvw/it_this.shtml.

Oui, par exemple il n'est pas nécessaire d'avoir des œufs pour faire de la mousse au chocolat. Pour faire une émulsion, il suffit d'avoir de l'eau, de l'air et du gras. Ainsi, il suffit de faire fondre du chocolat avec de l'eau dans une casserole (comptez 220 g de chocolat pour 20 cl d'eau), puis de mettre cette casserole dans des glaçons et de fouetter. On obtient ce que j'ai appelé du « chocolat chantilly ». Et on peut appliquer ce procédé à bien d'autres ingrédients.

a) On notera en passant la présence insistante d'une notion que l'on a vu émerger plus haut : celle d'*émulsion*. En voici une définition empruntée à l'encyclopédie Wikipédia ⁶.

Une émulsion est un mélange hétérogène de deux substances liquides non miscibles (qui ne se mélangent normalement pas), comme l'eau et l'huile. Une substance est dispersée dans la seconde substance sous forme de petites gouttelettes. Le mélange reste stable grâce à un troisième ingrédient appelé émulsifiant.

b) Quelle substance est dispersée dans l'autre (l'huile dans l'eau ou l'eau dans l'huile) ? La chose n'est pas dite clairement ici. (On reviendra là-dessus plus loin.) En attendant, on retiendra la volonté affichée d'étudier scientifiquement les *technologies traditionnelles de la cuisine* – par exemple les interdits sexuels, dont la mayonnaise offre un exemple fameux.

c) Voici maintenant un exemple de rencontre entre technologie traditionnelle et gastronomie moléculaire : il s'agit d'une recette intitulée « La mayonnaise en 7 démonstrations » que l'on trouve sur le site *Chef Simon* ⁷, suivie de commentaires d'Hervé This. Ce chef, présenté par ailleurs comme un partenaire du site *Fruits de la mer.com* rencontré plus haut, dit travailler depuis des années dans un dialogue avec Hervé This. Indiquons simplement, ici, que le mot « lécithine », employé ci-après, vient du grec *lekithos*, jaune d'œuf.

La mayonnaise en 7 démonstrations

La mayonnaise n'est plus ce qu'elle était !

On a tant lu et tant dit sur elle que je voulais sur cette déclinaison un peu spéciale poser et défaire quelques idées reçues.

Un seul précepte :

Choisir la bonne technique selon la finalité souhaitée et respecter les protocoles dictés par le bon sens...

Choisir des produits de première qualité dans le respect de la sécurité alimentaire

Tordons le cou aux idées fausses ! :

- 1) Les personnes du sexe féminin montent les mayonnaises aussi bien que les hommes. En dehors, pendant ou après les périodes de menstruations.
- 2) On peut mélanger une mayonnaise dans n'importe quel sens.
- 3) On réussit une mayonnaise même avec des éléments à T° différente.
- 4) Une mayonnaise ne tourne pas si elle est conservée au frais.

⁶ Voir <http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89mulsion>.

⁷ Voir <http://www.chefsimon.com/mayo.htm>.

5) Il ne faut pas conserver de la mayonnaise plusieurs jours car les salmonelles et autres bactéries sont dans un terrain favorable à la multiplication.

En revanche et on ne le précisera jamais assez, les notions élémentaires de propreté du cuisinier et de son matériels doivent être irréprochables.

EXTRAIT DU GUIDE CULINAIRE
D'AUGUSTE ESCOFFIER

La plupart des sauces froides composées dérivent de la Mayonnaise qui, pour cette raison, est considérée comme une sauce Mère, au même titre que l'Espagnole et le Velouté.

Sa préparation est des plus simples ; mais, encore, doit-on tenir compte de certaines considérations que nous exposons plus bas.

Proportions de la sauce Mayonnaise :

- 6 jaunes d'œufs dont le germe doit être retiré ;
- Un litre d'huile ;
- 10 g de sel fin ;
- 1 g de poivre blanc ;
- une cuillerée et demie de vinaigre, ou l'équivalent en jus de citron si on veut l'obtenir très blanche.

(Notons que 1 jaune suffit à monter dix litres de mayonnaise en suivant un protocole décrit dans les expériences de gastronomie moléculaire.)

Procédé :

1. Broyer au fouet les jaunes (crus), additionnés de sel, poivre, un filet de vinaigre ou quelques gouttes de jus de citron.
2. Ajouter l'huile goutte à goutte pour commencer, et la laisser tomber ensuite en petit filet dans la sauce, quand celle-ci commence à se lier.
3. Rompre le corps de la sauce de temps en temps par addition de vinaigre ou de jus de citron.
4. Additionner finalement la sauce de 3 cuillerées d'eau bouillante ; ce qui a pour but d'assurer la cohésion et de prévenir sa décomposition, si elle doit être tenue en réserve.

NOTES PERSO

1. Le préjugé que l'assaisonnement ajouté aux jaunes d'œufs est une cause de dissociation des éléments de la Mayonnaise ne peut être admis par des praticiens. Il est au contraire démontré scientifiquement que le sel liquéfié augmente la force assimilatrice des jaunes d'œufs. (Lire le grain de sel de Hervé This à ce sujet.)

2. C'est une erreur absolue de croire que l'apprêt d'une mayonnaise doit se faire sur glace, c'est le contraire de la vérité, puisque le froid est la cause la plus fréquente de sa désorganisation. Dans la saison froide, *l'huile doit même être légèrement tiédie, ou tout au moins tenue à la température de la cuisine. L'expérimentation prouve que les éléments peuvent être incorporés même à des températures différentes ; bien sûr, l'huile ne doit pas être figée !*

3. Les causes de dissociation de la Mayonnaise résultent :

1. De l'addition trop vive de l'huile au début ;
2. De l'emploi de l'huile trop froide ;

3. D'une trop grande addition d'huile par rapport au nombre de jaunes d'œufs employés, la puissance d'assimilation d'un jaune étant limitée à un décilitre trois quarts, si elle doit attendre et à deux décilitres si elle doit être employée de suite.

LE GRAIN DE SEL DE HERVE THIS

J'ai demandé à Hervé This de bien vouloir me donner son point de vue sur ces explications :

« C'est vrai que la moutarde, le jus de citron, le sel et le poivre ne changent pas grand chose aux mayonnaises. Quoique l'eau contenue dans la moutarde ou dans le vinaigre ou dans le jus de citron évite aux mayonnaises de tourner, car s'il y a plus d'eau, on peut y mettre tranquillement plus d'huile.

Le "sel liquéfié", en revanche, je ne sais pas ce que cela veut dire. Qui a vu se liquéfier du sel en cuisine ?

Si l'on veut seulement dire que l'on a dissout du sel, c'est autre chose.

Quant à la "force assimilatrice" des jaunes d'œufs, c'est également incompréhensible. »

Hervé This (10.07.2001)

L'HUILE PROTEGE-T-ELLE LA MAYONNAISE ?

À propos de : « les molécules de l'huile enrobent les molécules du jaune d'œufs qui de toute façon est aussi de la graisse ».

C'est tout faux : dans une émulsion, il y a d'abord des gouttes d'huile dispersées dans l'eau du jaune et du vinaigre (le jaune : 50 % d'eau).

Mais les gouttes d'huile ne sont pas stables dans l'eau, habituellement (sauf dans certaines huiles, c'est d'ailleurs très intéressant), et la mayonnaise a ceci de miraculeux qu'elle tient longtemps.

On la longtemps cru que les gouttes étaient enrobées de lécithines et d'autres phospholipides, qui sont des molécules présentes à hauteur de 35 pour cent dans le jaune.

Ces molécules appartiennent, si l'on veut, à la famille des graisses, parce qu'elles ont effectivement une partie lipide. Mais elles ont aussi la partie « phospho », qui fait qu'elles se placent à la limite des graisses et de l'eau.

Et puis, surtout, on découvre que les protéines sont sans doute plus importantes pour stabiliser les mayonnaises.

Ces molécules font quand même 15 pour cent du jaune, en masse, et elles sont remarquables à des tas de points de vue.

Une expérience pour montrer que les phospholipides ne sont pas tout, dans les mayonnaises : s'ils étaient si essentiels, l'ajout de sel suffirait à déstabiliser les émulsions que sont les mayonnaises. Or j'ai été jusqu'à autant de sel que de sauce, et ça ne tourne pas !

Pour ce qui concerne le risque microbiologique qui serait limité par l'idée que les molécules du jaunes sont protégés par l'huile qui les entoureraient, enfin, je n'ai aucune idée, mais l'explication donnée est fausse.

H. THIS le 25 Avril 2002

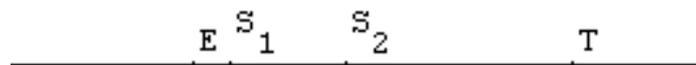
b) On aura noté chez le « chef Simon », la volonté un rien arrogante de prendre ses distances vis-à-vis des technologies traditionnelles d'autrefois et de leurs « idées reçues » : au lieu de « principes de base » multipliés, « un seul précepte », etc. On aura observé, notamment, que le principe d'user d'ingrédients à la même température est *vivement rejeté*, de même que la

suspicion à l'endroit de la conservation au réfrigérateur – même si l'on trouve en ce texte confirmation que *trop* de froid nuit – croire le contraire étant décrété « erreur absolue » !

c) On aura noté aussi les variations sur « les proportions » : nous nous étions arrêtés sur l'idée qu'un jaune d'œuf permettrait d'émulsionner 1/4 de litre d'huile. Or, pour le grand Escoffier (1846-1935), il semble qu'on ne puisse espérer que 1/6 de litre, tandis que pour le chef Simon lui-même cette « puissance d'assimilation » d'un jaune d'œuf varierait entre « un décilitre trois quarts » et « deux décilitres ». On a :

$$1 \text{ dl} + \frac{3}{4} \text{ dl} = 1 \text{ dl} + 0,75 \text{ dl} = 1,75 \text{ dl} = 0,175 \text{ l} ; 2 \text{ dl} = 0,2 \text{ l} ; \frac{1}{4} \text{ l} = 0,25 \text{ l} ; \frac{1}{6} \text{ l} \approx 0,167 \text{ l}.$$

Ces différentes estimations sont représentées ci-après, où E désigne la valeur proposée par Escoffier, S₁ et S₂ le minimum et le maximum proposés par le chef Simon, et T celle annoncée par une certaine tradition (L. Bérard, A. Diverrès). (Le résultat attribué à la gastronomie moléculaire – « un jaune suffit à monter dix litres de mayonnaise » – suppose, semble-t-il, un tout autre procédé de fabrication de la mayonnaise.)



d) L'intervention d'Hervé This met en avant un facteur apparemment largement occulté dans les technologies traditionnelles (ou rénovées) de la mayonnaise : *l'eau*. Cette occultation (au profit de réalités plus « riches » : jaune d'œuf, vinaigre, moutarde) montre que l'explication traditionnelle a (presque) « tout faux » : le démontage de la croyance que « les molécules de l'huile enrobent les molécules du jaune d'œuf » est à cet égard spectaculaire !

4.4.5. Les fragments de technologie scientifique évoqués par H. This font appel à des notions de chimie qui n'appartiennent pas à l'univers cognitif du simple praticien de la cuisine. Peut-on dire que, pour H. This, l'important dans le jaune d'œuf serait d'abord l'eau (50 %), ensuite les protéines (15 %), enfin les phospholipides (35 %) ? Le passage ci-après du livre d'Hervé This (avec Marie-Odile Monchicourt), *Construisons un repas* (2007, pp. 60-62) permettra peut-être de répondre à cette question.

Qu'est-ce qu'une sauce mayonnaise ?

Une sauce mayonnaise, écrit Carême, s'obtient à partir de jaune d'œuf et de vinaigre, de sel et de poivre, mélange auquel on ajoute de l'huile, goutte à goutte, tandis que l'on bat la sauce.

Pour comprendre la confection de la sauce, pour comprendre pourquoi du vinaigre, du jaune d'œuf et de l'huile, liquides, conduisent (dans les bons cas) à une préparation quasi solide, il faut examiner la physico-chimie de l'affaire.

Le jaune d'œuf, c'est de l'eau pour moitié, avec, en sus, des protéines et des « phospholipides », molécules analogues aux détergents que nous utilisons pour la vaisselle et aussi aux molécules qui forment les membranes de toutes les cellules vivantes.

Le vinaigre, c'est de l'eau à parfois quatre-vingt-quatorze pour cent, où est dissous un acide nommé acide acétique, plus une série de molécules qui contribuent à la saveur et à l'odeur, disons au goût pour regrouper toutes les sensations gustatives.

L'huile, c'est l'huile : elle est composée de molécules qui ne se dissolvent pas dans l'eau (pas des acides gras, comme on l'entend dans les publicités, mais des « triglycérides »).

Quand on verse une goutte d'huile dans un mélange de jaune d'œuf et de vinaigre, l'huile ne se mélange pas. Toutefois, quand on bat, le fouet divise la goutte d'huile en gouttelettes qui s'enrobent des protéines de l'œuf.

En effet, nous avons vu que les protéines sont comme des colliers de perles repliés sur eux-mêmes, avec une partie centrale qui n'a pas d'affinité pour l'huile et une partie externe qui se met spontanément au contact de l'eau (pour des raisons passionnantes, mais qui nous éloigneraient de notre sauce). Quand on fouette l'huile, le jaune et le vinaigre, les protéines sont déroulées, et leurs parties centrales se retrouvent exposées dans l'eau : minimisant leur énergie, à la manière d'une bille qui, lâchée d'un sommet de montagne, vient rouler vers le bas de la vallée, elles viennent se placer au contact des gouttes d'huile, de sorte que les gouttelettes d'huile sont enrobées de protéines, ce qui les stabilise dans l'eau. Elles fusionnent alors difficilement. On dit parfois que la sauce est stable, mais ce n'est pas exact : en réalité, la sauce se dissocie très lentement (en plusieurs semaines).

Pourquoi verser l'huile goutte à goutte, au début de la préparation ? Parce que l'objectif est de disperser de l'huile dans de l'eau, et non l'inverse, ce qui se produirait si l'on ajoutait initialement trop d'huile : comme il y a alors peu d'eau, le battage disperserait l'eau dans l'huile et non pas l'huile dans l'eau ; l'émulsion formée serait alors très instable. Donc il faut verser l'huile goutte à goutte, au début, et ensuite aller plus vite.

a) En dépit de la référence à Carême (1784-1833), il s'agit là d'un fragment de technologie scientifique relatif à l'essentiel de la technique usuelle de confection d'une mayonnaise. On y trouve confirmation de ce que l'objet de la « manœuvre » est de faire que l'huile se disperse dans l'eau, et non l'eau (celle du jaune d'œuf, du vinaigre, de la moutarde éventuellement) dans l'huile.

b) Bien entendu, on n'a bien, ici, qu'un *fragment* de technologie de la mayonnaise. Un peu plus loin dans le passage dont un extrait a été reproduit ci-dessus, Hervé This confirme par exemple la non-pertinence de l'opposition froid/chaud, dans les termes suivants (p. 63).

La température dans cette recette ? Elle n'intervient pas plus que les phases de la lune ou que les règles menstruelles. Aujourd'hui, les huiles figent rarement dans les cuisines et, d'autre part, des tests simples montrent que la température peut atteindre 50 degrés sans encombre. Inutile, donc, de mettre tous les ingrédients à la même température ou de chasser les femmes des cuisines certains jours du mois.

Le vinaigre bouillant, pour stabiliser la sauce ? Il n'est pas difficile de comparer des mayonnaises qui auront été additionnées ou non d'eau, de vinaigre, de jus de citron, que les liquides soient bouillants ou non... On verra d'abord que l'ajout d'un liquide blanchit la sauce. [...] On verra aussi que la sauce qui était très ferme se détend un peu. Certes, une mayonnaise

qui était à la limite du ratage, en raison de la très faible quantité d'eau présente, est mise dans un état plus favorable... mais l'expérience montre que des mayonnaises additionnées de liquides chauds ou froids conservent toutes la même stabilité.

Il resterait donc à expliquer *pourquoi* le phénomène étudié est relativement indépendant de la température et des différences de température entre ingrédients – contrairement à ce qu'énonçaient les technologies traditionnelles de la mayonnaise.

4.5. Au-delà de la technologie, la théorie

4.5.1. Les exemples de technologie sur lesquels on s'est arrêtés dans ce qui précède laissent apercevoir un certain nombre de points d'incomplétude dans les justifications avancées. Certaines fois, il s'agit de lacunes dans le tissu explicatif, qui appellent un (« simple ») *complément* de technologie. Pourquoi par exemple ce geste technique consistant à verser l'huile goutte à goutte dans les recettes traditionnelles de la mayonnaise ? On a vu ci-dessus une réponse à cette question. Mais, plus naïvement, pourquoi séparer le jaune d'œuf du blanc de l'œuf ? Le blanc est fait d'eau et de protéines : ce que nous avons vu jusqu'ici ne le rend donc pas incompatible avec le fait de réussir une mayonnaise... Ici, donc, une réponse fait, à ce stade, défaut.

a) Il est des points d'incomplétude qui semblent *d'un autre « niveau »*, où l'explication se fait allusive et s'évanouit comme derrière une évidence transcendante ; à moins qu'elle ne renvoie explicitement à des éléments explicatifs absents, ce dont le passage suivant, rencontré plus haut sous la plume de Hervé This, et qui évoque des « raisons passionnantes » non explicitées, donne une claire illustration.

... les protéines sont comme des colliers de perles repliés sur eux-mêmes, avec une partie centrale qui n'a pas d'affinité pour l'huile et une partie externe qui se met spontanément au contact de l'eau (pour des raisons passionnantes, mais qui nous éloigneraient de notre sauce).

Ici, l'explication technologique (relative à une technique de la mayonnaise) tient dans l'assertion que les protéines sont « comme des colliers de perles repliés sur eux-mêmes, avec une partie centrale qui n'a pas d'affinité pour l'huile et une partie externe qui se met spontanément au contact de l'eau ». Mais il y a une partie *non explicitée* et qui devrait elle-même *expliquer l'assertion technologique* ; ou, pour le dire autrement, qui devrait « expliquer l'explication » : il s'agit des « raisons passionnantes » que H. This évoque pour les abandonner aussitôt.

b) C'est cette explication de l'explication, cette « technologie » de la technologie que l'on nommera d'une façon générale la *théorie* de la technique. Les univers cognitifs des activités humaines sont faits, ainsi, non seulement d'éléments technologiques, mais aussi d'éléments *théoriques*, qu'on peut décrire comme étant des systèmes d'assertions explicites ou implicites

qui permettent de justifier, de comprendre, de produire (ou de contribuer à produire) technologies et techniques.

c) De tels éléments théoriques sont flottants dans le discours technologique, où il faut apprendre à les repérer – au moins conjecturalement. Dans le passage suivant, déjà examiné, on trouvera ainsi une référence théorique à la « minimisation de l'énergie », par laquelle H. This entend expliquer l'enrobage des gouttes d'huile par les protéines du jaune d'œuf.

Quand on fouette l'huile, le jaune et le vinaigre, les protéines sont déroulées, et leurs parties centrales se retrouvent exposées dans l'eau : minimisant leur énergie [...], elles viennent se placer au contact des gouttes d'huile, de sorte que les gouttelettes d'huile sont enrobées de protéines, ce qui les stabilise dans l'eau.

Mais les éléments théoriques jouent un rôle non moins important dans les technologies « traditionnelles ». Généralement, ils se concrétisent en des références (ou des allusions) à des assertions réputées (implicitement, en général) *évidentes*. Un exemple en est l'assertion que *l'opposition générale froid/chaud*, et plus généralement la température, jouerait un rôle en presque tout processus « gastronomique ». Un autre exemple serait lié à *l'opposition générale masculin/féminin*, qui, si générale soit-elle, gouvernerait un processus aussi particulier que... la confection d'une mayonnaise. De même, bien qu'il s'agisse apparemment d'un principe *ad hoc*, ce qui diminue *a priori* son crédit théorique, la notion *particulière* de « force assimilatrice » des jaunes d'œufs a aussi une *fonction théorique* pour expliquer – bien que la question ne soit pas posée – la séparation du blanc et du jaune de l'œuf.

4.5.2. Derrière un discours technologique θ , il convient ainsi d'entendre la présence d'un « sur-discours », de portée souvent *plus large, moins spécifique*, qui se trouve souvent réduit à des « miettes » de discours : le discours de la *théorie*, que l'on notera Θ . À côté du bloc pratico-technique ou bloc de la *praxis* [T / τ] apparaît ainsi le bloc *technologico-théorique* ou bloc du *logos* [θ / Θ]. Le mot grec *logos*, qui désigne un discours raisonné, étiquette ici un ensemble, [θ / Θ], qu'on nomme ordinairement, dans le langage courant, le *savoir* – par contraste avec le *savoir-faire* [T / τ]. Bien entendu, la « raison » à laquelle fait référence le mot de *logos* n'est en rien une raison *absolue* : c'est la « raison » d'une *institution* ou d'une *personne* relativement à un certain univers d'objets.

a) On se familiarisera ici avec *l'analyse théorique* – qui est l'une des parties de *l'analyse didactique* – à propos d'un domaine à la fois familier et méconnu : ce que d'aucuns nomment « l'art de la table ». Le texte ci-après est pris sur un site Web intitulé *Un site au féminin*⁸.

L'art de la table

Dresser la table du repas du soir peut sembler être un geste tout à fait anodin. Couteau à droite, fourchette à gauche, en haut le verre, l'assiette au milieu et roule. C'est même l'une des

⁸ Voir http://www.feminin.ch/art_table/table.htm.

premières choses que l'on apprend, enfant, pour aider Maman et l'on accomplissait ce rituel avec plus ou moins de conviction. Personnellement, j'avais tendance à jeter les services sur la table plutôt que de les disposer avec soin. L'essentiel n'était-il pas que chacun trouve ce dont il avait besoin pour se sustenter ? Avec le temps, cette mentalité « moins-j'en-fais-mieux-je-me-porte » a quelque peu évolué et je trouve que dresser la table pour un repas spécial peut même s'avérer être un plaisir et un gage de bon goût.

Nappe et assiettes

- ♦ La base même d'une table bien mise est très simple. Il faut que les services et les verres soient placés à mesure de leur utilisation ; c'est aussi simple que ça.
- ♦ Il faut prévoir que les convives auront besoin de place et il ne faut donc pas les serrer comme des sardines dans une boîte. On compte entre 60 et 70 cm de place par convive. N'hésitez pas à sortir votre ruban de couturière pour mesurer exactement les places : l'aspect final doit être le plus harmonieusement proportionné possible.
- ♦ Si vous utilisez une table à rallonge et que vous ne disposez pas de nappe assez grande, utilisez 3 petites : une à gauche, une à droite et la dernière au centre, sur la partie non recouverte. Cette méthode est plus esthétique que deux nappes avec un raccord inesthétique au milieu de la table.
- ♦ Sur une table ronde, repassez les plis de la nappe afin d'avoir une surface bien plate. Pour une table rectangulaire, on garde les plis de la longueur, qui formeront deux plis parallèles, mais on repasse les plis de la largeur.
- ♦ Pour une table ronde, comptez un minimum de 30 cm entre chaque assiette pour que les convives ne soient pas trop à l'étroit.
- ♦ Les assiettes se placent à 1 ou 2 cm du bord de la table. On ne met jamais deux assiettes plates l'une sur l'autre. Si vous servez du potage, vous pouvez présenter l'assiette creuse sur une assiette plate mais il faudra les retirer toutes les deux en desservant. Vous pouvez par contre opter pour des sous-assiettes qui ne seront retirées qu'au moment du dessert.
- ♦ La nappe peut être de couleur, assortie à votre vaisselle, mais pour un grand dîner, mieux vaut donner la préférence au blanc ou blanc cassé. Les serviettes seront assorties à la nappe.
- ♦ Bien entendu, la nappe sera irréprochable. Pas d'auréoles, de taches et de faux plis.
- ♦ La vaisselle ne sera pas trop « olé olé ». Pour un grand dîner, de la vaisselle blanche ou très modestement ornée sera parfaite. Ces soirées sont l'occasion rêvée pour sortir la belle vaisselle de Maman.
- ♦ La serviette est posée sur l'assiette, le côté de l'ourlet dirigé vers le bord de la table.

Les couverts

- ♦ Les couverts, comme les verres, se placent dans l'ordre où ils seront utilisés, de l'extérieur vers l'intérieur.
- ♦ À droite de l'assiette, vous placerez les couteaux, côté tranchant à l'intérieur, couteau à poisson et la cuillère à potage, si vous en servez au menu, le côté bombé au-dessus *.
- ♦ À gauche, placez les fourchettes, également le côté bombé au-dessus *.
- * On place les services de cette façon afin de voir, le cas échéant, les armoiries gravées. Notez qu'en Angleterre, les services sont posés côté bombé sur la table.

- ♦ Couteaux à fromage, cuillère à dessert et services à entremets (fourchette et couteaux plus petits) seront posés devant l'assiette ou apportés en même temps que le plat.

- ♦ Fourchettes à huîtres et à escargots se placent à droite de l'assiette.
- ♦ Les couverts doivent être immaculés et sans trace de doigts. Au besoin, portez des gants de coton pour dresser votre table.
- ♦ Pour nettoyer votre argenterie, plongez-la quelques minutes dans de l'eau en ébullition avec des boules de papier aluminium. Les taches noires se déposeront comme par magie sur le papier alu et votre argenterie sera comme neuve.
- ♦ On ne mange pas d'œuf avec une cuillère d'argent (cela lui donne un mauvais goût).
- ♦ Les porte-couteaux sont réservés aux repas simples. Évitez-les sur une table de grand dîner.
- ♦ Entre les services, les couverts se posent parallèlement et non en croix dans l'assiette.

Les verres

- ♦ À moins de vivre dans la famille Cro-Magnon, préférez les verres en cristal, très fins et légers comme une plume : dans un tel récipient, même la plus infâme piquette aura de la cuisse et du palais !
- ♦ Placez les verres dans un ordre décroissant, de la gauche vers la droite : verre à eau, verre à vin rouge (éventuellement, deux verres à vin rouge), verre à vin blanc (ou flûte à champagne).
- ♦ Le verre à eau sera déjà un peu rempli.
- ♦ Respectez la forme du verre et du vin à servir. Verres à bourgogne et verres à bordeaux ne sont pas pareils. Si vous serviez un vin en brique, un verre à moutarde ferait l'affaire, mais un grand vin peut rendre votre dîner inoubliable. Aussi le servirez-vous dans un écrin digne de lui.
- ♦ Évitez le lave-vaisselle pour les verres de cristal. Lavez-les soigneusement à l'eau savonneuse et rincez-les dans une eau additionnée d'un peu de vinaigre d'alcool. Retirez vos bagues pour les nettoyer, afin de ne pas les ébrécher.

b) Le *type de tâches T* au cœur de ce document a été mentionné plus haut : « mettre la table ». Le traitement de la question a tout de traditionnel, même s'il s'agit d'une tradition « revisitée » (mais non rénovée, semble-t-il). Beaucoup de « composants » de la *technique* τ décrite *ne sont pas justifiés* : la *technologie* θ comporte de multiples lacunes. Seuls quelques éléments techniques sont justifiés, mais à l'aide d'arguments eux-mêmes incomplets, et donc d'apparence arbitraire, même s'ils sont présentés (implicitement) comme relevant du sens commun. Ainsi en va-t-il du principe technologique selon lequel « il faut que les services et les verres soient placés à mesure de leur utilisation », principe dont le texte examiné nous dit, au fond, qu'il n'appelle pas lui-même de justification puisque « c'est aussi simple que ça ». Ici, l'idée de *simplicité*, ou plutôt l'opposition simple/compliqué et le principe que le simple est préférable au compliqué, constitue l'essentiel de l'arrière-plan *théorique* Θ – lequel appartient au sens commun. Il en va de même avec le postulat que « les convives auront besoin de place » (technologie), chacun d'eux requérant « 60 et 70 cm de place » (technique). Cette exigence technologico-technique est reprise plus loin : la technique proposée supposerait ainsi un minimum de 30 cm « entre chaque assiette » [*sic*]. L'idée *théorique* sous-jacente est celle d'*aise*, qui associe bien-être personnel et espace proche de soi où se mouvoir sans obstacle. Cette association existe comme élément théorique dans la culture française depuis longtemps (elle s'oppose par exemple à l'idée que l'on est bien lorsqu'on est « entassés », comme en certaines soirées festives). C'est ce que rappelle le *Dictionnaire*

étymologique et historique de la langue française d'Emmanuèle Baumgartner et Philippe Ménard (1996) dans la notice suivante.

aise (XI^e s.), s. d. du lat. *adjacens* « qui se trouve à proximité », part. prés. de *adjacere* « être situé auprès », en a. fr. au sens de « espace libre à côté de qqn », puis de « situation agréable, commodité, bien-être, agrément » (sans marquer la proximité). L'adj. *aise* en a. fr. signifie « tranquille, apaisé, content ».

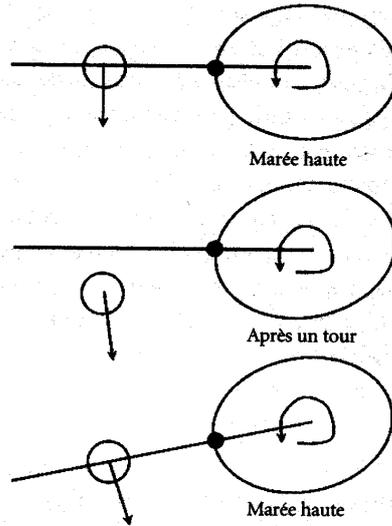
(L'adjectif « aise » est celui qui apparaît dans une expression comme « J'en suis fort aise ».)

c) En quelques cas, la *technologie* de telle disposition technique semble claire, quoi qu'elle puisse paraître désuète (ou inappropriée, pour telle raison qu'on voudra) : ainsi de la règle ordonnant de placer les cuillères « le côté bombé au-dessus » (contrairement à l'usage britannique...), et cela « afin de voir, le cas échéant, les armoiries gravées ». Pourquoi en effet vouloir afficher ainsi ses armoiries ?... Ici, la *théorie* sous-jacente murmure sans doute que, dans un repas, *on n'offre pas seulement des mets*, mais encore de la *grandeur*, du lustre, voire de la gloire si l'on en a à offrir – et même si ce souci traditionnel des hautes lignées se dégrade parfois en frime bourgeoise, le but étant alors l'étalage et l'épate. La pesée théorique d'une esthétique de la « grandeur » se fait entendre en d'autres parties du discours technico-technologique examiné. Ainsi peut-on lire ceci : « ... un grand vin peut rendre votre dîner inoubliable. Aussi le servirez-vous dans un écrin digne de lui. » Une telle économie de la grandeur peut masquer même les éventuelles entorses à la grandeur : « ... préférez les verres en cristal, très fins et légers comme une plume : dans un tel récipient, même la plus infâme piquette aura de la cuisse et du palais ! » Cette dernière notation met en avant une autre opposition théorique générale, celle du *léger* (positif) et du *lourd* (négatif), celle-là même que perpétue l'emploi, dans les jeunes générations, de l'adjectif *relou*⁹. On notera que, d'après le dictionnaire étymologique cité plus haut, l'adjectif *lourd*, qui apparaît en français au XII^e siècle, « est d'abord employé au sens de “maladroit” et de “sot, stupide” et a pris progressivement le sens de “pesant, massif, difficile à déplacer”. » Plus généralement, on notera en passant l'*ancienneté* des éléments théoriques « de sens commun » qui imprègnent ainsi une société ou une civilisation.

4.5.3. Par contraste avec la situation précédente (qui concerne un domaine livré à la tradition et au « bon sens »), on examine ici un exemple tiré des sciences physiques : il est emprunté au petit livre de Gilles Dowek, *Voulez-vous jouer avec les maths ?* (2002, pp. 27-31).

... un mathématicien qui observe la marée avec précision, parce qu'il va souvent chercher des coquillages à marée basse, sait bien que, jour après jour, l'heure de la marée se décale un peu. Cela est dû au fait que la Lune tourne autour de la Terre. Pendant que la Terre fait un tour sur elle-même, la Lune avance un peu sur son orbite et il faut un peu plus de temps à la Terre pour se retrouver dans la même configuration par rapport à son satellite (figure [ci-après]).

⁹ Voir <http://fr.wiktionary.org/wiki/relou>.



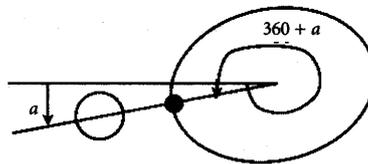
De combien de minutes la marée se décale-t-elle chaque jour ?

Ce qu'il faut savoir

La Terre fait un tour sur elle-même en 0,997270 jours, c'est-à-dire en 23 h 56 min. La Lune fait un tour autour de la Terre en 27,3217 jours, c'est-à-dire en 27 jours 7 h et 43 min.

Solution

Pendant le temps qui sépare la marée haute du matin de celle du matin suivant, la Lune avance sur son orbite d'un angle a et la Terre tourne sur elle-même d'un tour – 360 degrés – plus l'angle a .



Comme la Lune fait un tour de la Terre en 27,3217 jours, elle avance sur son orbite d'un angle de $360/27,3217$ degrés par jour. Pendant le temps t – mesuré en jours – qui sépare la marée haute du matin de celle du matin suivant, la Lune avance d'un angle égal à $(360/27,3217 \times t)$ degrés et, de même, la Terre tourne sur elle-même d'un angle égal à $\frac{360}{0,997270} \times t$ degrés. On en déduit que l'angle a est égal à

$$\frac{360}{27,3217} \times t$$

et que $360 + a$ est égal à $\frac{360}{0,997270} \times t$. D'où on tire : $\frac{360}{0,997270} \times t = 360 + \frac{360}{27,3217} \times t$

et donc :

$$t = \frac{1}{\frac{1}{0,997270} - \frac{1}{27,3217}} = 1,0351 \text{ jours,}$$

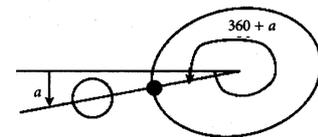
c'est-à-dire 1 jour et 50 minutes. La marée se décale donc de cinquante minutes par jour.

a) Ici, le *type de tâches* est clair : il s'agit de déterminer, lorsque la marée du matin a eu lieu aujourd'hui à telle heure, à quelle heure elle aura lieu demain. La *technologie*, qui permet de produire, de comprendre et de justifier la *technique* présentée comporte les éléments suivants :

1) la connaissance du fait que la marée haute du matin se produit lorsque la Lune est au plus près de la Terre ;

2) des résultats astronomiques établis par ailleurs (par exemple le fait que la Lune tourne autour de la Terre en 27,3217 jours) ;

3) un modèle géométrico-cinématique des mouvements de la Terre sur son axe et de la Lune autour de la Terre, ce que rappelle le dessin ci-contre ;



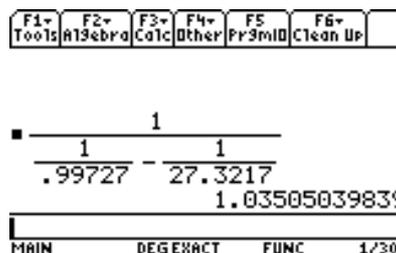
4) des connaissances géométrico-cinématiques élémentaires pour exploiter adéquatement ce modèle afin d'arriver à l'équation en t que voici :

$$\frac{360}{0,997270} \times t = 360 + \frac{360}{27,3217} \times t ;$$

5) des connaissances algébriques élémentaires pour résoudre l'équation en t obtenue, par exemple de la manière suivante.

$$\begin{aligned} \frac{360}{0,997270} \times t = 360 + \frac{360}{27,3217} \times t &\Leftrightarrow \frac{1}{0,997270} \times t = 1 + \frac{1}{27,3217} \times t \\ &\Leftrightarrow \left(\frac{1}{0,997270} - \frac{1}{27,3217} \right) \times t = 1 \Leftrightarrow t = \frac{1}{\frac{1}{0,997270} - \frac{1}{27,3217}}. \end{aligned}$$

6) des connaissances en matière de calcul numérique permettant d'obtenir le résultat que révèle l'écran de calculatrice ci-après.



7) ce qu'il convient de savoir-faire et de savoir pour calculer que 1,03505 jours, cela fait (exactement) un jour et 50,472 minutes.

b) On notera que, d'une manière générale, si la technologie d'une technique contient bien des éléments *spécifiques* de cette technique, elle contient aussi des éléments *génériques* qui permettent de la regarder comme une déclinaison *particulière* d'une discours technologique *plus général*, ayant une portée plus vaste, c'est-à-dire permettant d'engendrer, de rendre intelligibles, de justifier *tout une famille de techniques* : une technologie est ainsi,

généralement, à vocation *polytechnique*. Dans le cas présent, l'auteur cité l'indique expressément dans les lignes suivantes, qui concluent sa petite étude.

Un peu plus loin

La superposition de deux mouvements circulaires – ici, la rotation de la Terre et la révolution de la Lune – est fréquente en mécanique céleste. Par exemple, on explique ainsi pourquoi, alors que la durée d'une rotation de la Terre est de 23 h 56 min, la durée du jour, elle, est de 24 h. Quand la Terre fait un tour sur elle-même, elle avance aussi sur son orbite autour du Soleil – qu'elle met 365,242 jours, c'est-à-dire 365 jours 5 h et 49 min, à parcourir – et il faut un peu plus de temps pour qu'elle se retrouve dans la même configuration par rapport au Soleil : il faut

$$\frac{1}{\frac{1}{0,99727} - \frac{1}{365,242}} \text{ jour,}$$

c'est-à-dire 1 jour exactement.

On explique aussi ainsi pourquoi, alors que la durée d'une révolution de la Lune est de 27 jours et 7 heures, le mois lunaire fait plus de 29 jours. Pendant que la Lune fait un tour de la Terre, la Terre avance sur son orbite autour du Soleil et le temps qu'il faut aux trois astres pour se retrouver dans la même configuration est $\frac{1}{\frac{1}{27,3217} - \frac{1}{365,242}}$ jours, soit 29,531 jours, c'est-à-

dire 29 jours 12 heures et 44 minutes.

c) Quels sont les éléments *théoriques* notables dans ce qui précède ? Pour le lecteur profane, outre les éléments théoriques relatifs aux technologies mathématiques, le principal « postulat » théorique tient en ceci que les mathématiques (élémentaires) *s'appliquent au monde « céleste »* : l'étude examinée n'est pas un simple « exercice scolaire », auquel on pourrait « ne pas croire ». Deux éléments doivent être distingués à cet égard. Le premier est que les mathématiques s'appliquent au monde (physique ou humaine) *en général*. Dans un article célèbre paru en février 1960 (dans *Communications in Pure and Applied Mathematics*, vol. 13, n° I), intitulé significativement “The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences”, Eugene Wigner (1902-1995), lauréat du prix Nobel de physique en 1963, rappelait ce petit apologue, que nous ne commenterons pas davantage.

There is a story about two friends, who were classmates in high school, talking about their jobs. One of them became a statistician and was working on population trends. He showed a reprint to his former classmate. The reprint started, as usual, with the Gaussian distribution and the statistician explained to his former classmate the meaning of the symbols for the actual population, for the average population, and so on. His classmate was a bit incredulous and was not quite sure whether the statistician was pulling his leg. “How can you know that?” was his query. “And what is this symbol here?” “Oh,” said the statistician, “this is pi.” “What is that?” “The ratio of the circumference of the circle to its diameter.” “Well, now you are pushing your joke too far,” said the classmate, “surely the population has nothing to do with the circumference of the circle.”

d) Le second a trait plus proprement aux situations dont s'occupe la « mécanique céleste » : il tient dans le postulat que les propriétés valables en « géométrie *de la feuille de papier* » (sur laquelle l'élève trace des figures) vaut encore *pour le monde céleste*. On méditera à ce propos le texte suivant, tiré de l'introduction d'un ouvrage du mathématicien Émile Borel (1871-1956), *La mécanique et la gravitation universelle* (1942, pp. 6-7).

... les théorèmes de la géométrie sont absolument indépendants des dimensions réelles des figures. Si nous désignons par R le rayon d'un cercle ou d'une sphère, les propriétés du cercle et de la sphère sont indépendantes de la valeur numérique de R . Si nous choisissons le centimètre pour unité de longueur, il importe peu que R soit égal à 10^{-50} ou égal à 10^{50} ; dans un cas comme dans l'autre, le côté du carré inscrit dans le cercle de rayon R est égal à $R\sqrt{2}$. Nous devons cependant avouer que nous sommes tout aussi incapables d'imaginer et encore plus incapables d'étudier par l'expérience un cercle de rayon 10^{-50} , qu'un cercle de rayon 10^{50} ; nous devons donc reconnaître que, du point de vue concret, nous ne savons rien sur de tels cercles et que nous ne pouvons songer à vérifier par l'expérience aucune des propriétés que nous leur attribuerions. C'est seulement par une sorte d'extrapolation purement théorique que le géomètre, capable d'imaginer et même de dessiner grossièrement des cercles de rayons de plus en plus grands ou de plus en plus petits, entre des limites assez étroites, constate que leurs propriétés ne dépendent pas de leur rayon et croit pouvoir en conclure, par une induction hardie, qu'il en serait de même si le rayon devenait égal à 10^{-50} ou à 10^{50} ; mais cette conclusion est tout à fait en dehors de toute réalité concrète. Si, comme le supposent certains théoriciens, l'espace interstellaire a une courbure, il est impossible d'imaginer dans cet espace un cercle ou une sphère dont le rayon dépasse une certaine limite ; il est également impossible d'imaginer un cercle concret dont le rayon serait notablement inférieur aux dimensions que nous assignons aux plus petits des corpuscules intra-atomiques.

4.5.4. La progression suivie jusqu'ici nous a fait découvrir, derrière toute activité humaine, un ou plusieurs *types de tâches* T , derrière un type de tâches une *technique* τ , derrière une technique une *technologie* θ , souvent fragmentaire ou peu audible, derrière une technologie une *théorie* Θ , fréquemment évanescence mais non moins prégnante. C'est l'ensemble de ces quatre constituants qui composent ce qu'on nommera, dans le cas le plus simple, une *praxéologie*, notée $[T / \tau / \theta / \Theta]$, union plus ou moins stable d'une *praxis* $[T / \tau]$ – un « savoir-faire » au sens restreint du terme – et d'un *logos* $[\theta / \Theta]$ – un « savoir », au sens restreint de ce mot. L'enjeu didactique ♥ d'un système didactique $S(X ; Y ; ♥)$, avons-nous dit, peut être un bloc $[T / \tau]$; nous pouvons maintenant compléter cette réponse : ce sera, plus largement, une *praxéologie* $[T / \tau / \theta / \Theta]$, et plus souvent encore un complexe de praxéologies. On comprend alors pourquoi la construction ou la reconstruction d'une telle praxéologie par $S(X ; Y ; ♥)$ ne saurait être instantanée.