

UMR ADEF

JOURNAL DU SEMINAIRE TAD/IDD

Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement

Toda pregunta implica la pérdida de una intimidad o el extinguirse de una adoración. María Zambrano (1904-1991)

There is a phrase I learned in college called, "having a healthy disregard for the impossible." That is a really good phrase. Larry Page (1973-?)

Le séminaire TAD & IDD est animé par Yves Chevallard au sein de l'équipe 1 de l'UMR ADEF, dont le domaine général de recherche s'intitule « École et anthropologie didactique des savoirs ».

Ce séminaire a, solidairement, une double visée. D'une part, il vise à mettre en débat des recherches (achevées, en cours ou en projet) touchant à la TAD ou, dans ce cadre, à des problèmes d'ingénierie didactique du développement, quel qu'en soit le cadre institutionnel. D'autre part, il vise à faire émerger les problèmes de tous ordres touchant au développement didactique des institutions, et notamment de la profession de professeur de mathématiques.

Deux domaines de recherche sont au cœur du séminaire : un domaine en émergence, la didactique de l'enquête codisciplinaire ; un domaine en devenir, la didactique des savoirs mathématiques.

La conduite des séances et leur suivi se fixent notamment pour objectif d'aider les participants à étendre et à approfondir leur connaissance théorique et leur maîtrise pratique de la TAD et des outils de divers ordres que cette théorie apporte ou permet d'élaborer.

Sauf exception, les séances se déroulent le vendredi après-midi, de 15 h à 17 h puis de 17 h 30 à 19 h 30, cette seconde partie pouvant être suivie en visioconférence.

→ Séance 8 – Vendredi 20 juin 2008

MATHÉMATIQUES DANS LA CITÉ

1. Le problème avec les mathématiques

a) Un journaliste du *Monde de l'éducation* m'a récemment téléphoné, à la recherche de qui pourrait lui parler des difficultés en mathématiques des élèves de collège. Je n'étais pas sollicité personnellement, mais je n'aurais pas aimé devoir répondre à la question soulevée. Pourquoi ? Parce que, à mes yeux, nombre de difficultés qui assaillent objectivement les élèves en classe de mathématiques sont surdéterminées par l'enseignement existant lui-même : ce ne sont pas tant les élèves que l'école qui a des difficultés avec les mathématiques !

b) L'illusion de maîtrise, regrettable emblème de la profession de professeur, n'est sans doute pas pour rien dans la situation à laquelle nous sommes arrivés. Concrètement, par exemple, nous savons qu'il est à peu près impossible d'amener des professeurs à travailler (en formation continue par exemple) sur des secteurs et thèmes depuis longtemps enseignés, comme

l'algèbre élémentaire : s'ils le font, ce sera « pour les élèves », non « pour eux-mêmes », supposés n'avoir rien de plus à savoir en la matière ! C'est ainsi que la raison pour laquelle on peut écrire que, dans $\mathbb{N}$ par exemple, on a $x^2 \neq 2x$ (à savoir, pour le dire vite, que $x^2 \neq 2x$ sur $\mathbb{N}$) reste sur le seuil de la culture mathématique de la profession – en dépit des heureux mais récents changements dans les programmes du collège.

c) Mais au-delà du problème de l'école avec les mathématiques, c'est le *problème de la société* avec les mathématiques qu'il faut souligner. Ce sont moins que la *société* qui a des difficultés avec les mathématiques. Je crains que cette assertion ne doive en vérité être élargie, peu ou prou, à l'ensemble des « matières » enseignées.

► Dans un travail remis par un enseignant de physique-chimie par ailleurs étudiant en sciences de l'éducation, je lis par exemple ceci (que je laisse dans sa forme négligée, « patoise »).

Plusieurs fois déjà en début d'années, j'ai entendu cette question de la part des élèves, la physique chimie sa sert à quoi?

Les élèves ont tendance à justifier leurs refus de s'investir par l'impression que ce qu'ils apprennent ne sert à rien et donc ils demandent au professeur de justifier l'utilité de sa matière. Mais il faut être réaliste la majorité des enseignements scolaires, excepté le fait de savoir lire et écrire, ne serviront pas à la plupart des élèves. L'objectif est finalement plus de mettre en place une capacité d'expression et de raisonnement, qui permettra ensuite de vivre en société, de réfléchir et d'apprendre rapidement les savoirs pratiques.

C'est contre cela que j'ai poussé en avant la problématique de la détermination des praxéologies enseignées selon un critère d'*utilité* – à court, moyen et long termes. Je crois qu'il ne sera bientôt plus possible de prétendre sans être récusé que si, tel enseignement « ne sert à rien » de par son contenu, il conserve néanmoins une vraie vertu formatrice – au demeurant plus ou moins indicible, car transcendante aux déterminations positives dudit enseignement...

► La didactique des savoirs mathématiques doit travailler sur une problématique qui mette au premier rang *l'identification des besoins mathématiques* des « usagers » (en vue bien sûr de leur satisfaction), besoins qu'on ne saurait égaler à la *demande* éventuelle puisque ces usagers potentiels ont appris précisément à ignorer leurs besoins de connaissance (phénomène patent s'agissant des professeurs de mathématiques) et à ne désirer au mieux qu'un « supplément d'âme » d'autant plus vaguement défini qu'il n'y a moins « d'âme ».

e) J'avais entrepris d'illustrer cette problématique avec le cas de *l'analyse de données* comme complexe de praxéologies utile aux étudiants en sciences de l'éducation (voir la séance 5). Le temps m'aura manqué, cette année, pour aller plus avant dans cette étude, du moins jusqu'au terme que je m'étais fixé. J'en suis désolé. Mais je me tourne maintenant vers un autre thème, sur lequel beaucoup aussi serait à dire.

2. PageRank

a) Je n'avais pu réaliser, lors de la séance 7, le travail annoncé lors de la séance 6. J'y viens ici. Je rappelle d'abord quelques-uns de nos « acquis ».

► Au départ, pour attribuer un rang r_i à chacune des pages P_i du Web, Sergey Brin et Larry Page se proposent de résoudre l'équation $\mathbf{R}^T = \mathbf{R}^T \mathbf{H}$, où $\mathbf{R}^T$ est le vecteur-ligne $[r_1 \ r_2 \ \dots \ r_i \ \dots \ r_n]$ et où $\mathbf{H}$ est la matrice dont l'élément H_{ij} est défini

$$H_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{|P_i|} & \text{s'il y a un lien de } P_i \text{ vers } P_j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}.$$

(où $|P_i|$ désigne le nombre de liens qui *sortent* de P_i , les *outlinks*).

► Pour différentes raisons, la stratégie envisagée ne marche pas toujours. On va regarder alors la matrice $\mathbf{H}$ autrement qu'on ne l'a fait auparavant. Reprenons ici la matrice (correspondant à un Web à trois pages, P_1, P_2, P_3) que voici :

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

Considérons à titre d'exemple sa première ligne, soit $\mathbf{H}_{1\bullet} = [0 \ 1/2 \ 1/2]$. Cette ligne indique que la page P_1 attribue respectivement aux pages P_1, P_2 et P_3 une fraction de son autorité – ou plutôt de sa *popularité* – égale à 0, 1/2 et 1/2. Mais il faut apprendre à regarder $\mathbf{H}$ autrement. Supposons un internaute dont, à l'instant 0, la probabilité de présence sur le Web est définie par la distribution de probabilité suivante : $[1/2 \ 1/6 \ 1/3]$. En d'autres termes, il a une chance sur deux d'être sur P_1 , une sur six d'être sur P_2 et une sur trois d'être sur P_3 , ce qu'on note : $P(X_0 = 1) = 1/2, P(X_0 = 2) = 1/6, P(X_0 = 3) = 1/3$. (On notera qu'on a bien : $\frac{1}{2} + \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = 1$.) On considère alors que la

ligne 1 de $\mathbf{H}$ donne la probabilité que, au coup d'après (au temps 1, ou plus généralement au temps $k + 1$), le surfeur du Web se trouve sur l'une ou l'autre des pages P_1, P_2, P_3 , sachant qu'au temps 0 (ou plus généralement au temps k) il était sur la page P_1 , ce qu'on note ainsi : $P(X_1 = 1 | X_0 = 1) = \mathbf{H}_{11} = 0, P(X_1 = 2 | X_0 = 1) = \mathbf{H}_{12} = 1/2, P(X_1 = 3 | X_0 = 1) = \mathbf{H}_{13} = 1/2$. De même on écrira (deuxième ligne de $\mathbf{H}$) $P(X_1 = 1 | X_0 = 2) = 1/2, P(X_1 = 2 | X_0 = 2) = 0, P(X_1 = 3 | X_0 = 2) = 1/2$. La probabilité que l'internaute soit sur P_1 au temps 1 sachant qu'il était sur P_2 au temps 0 est égale à 1/2 ; etc.

► L'interprétation précédente ne vaut pas pour la troisième ligne de $\mathbf{H}$, qui ne comporte que des zéros : $\mathbf{H}_{3\bullet} = [0 \ 0 \ 0]$. Dans l'interprétation initiale, cela signifie que la page P_3 n'a pas de liens sortants (c'est-à-dire que $|P_3| = 0$). Dans ce cas, l'interprétation probabiliste n'a pas de sens ; pour contourner ce problème, Brin et Page imaginent un surfeur aléatoire (*random surfer*), qui, se trouvant sur P_3 , choisit au hasard entre toutes les pages du Web, ce

qui revient à poser $P(X_1 = 1 | X_0 = 3) = 1/3$, $P(X_1 = 2 | X_0 = 3) = 1/3$, $P(X_1 = 3 | X_0 = 3) = 1/3$, et à considérer, en lieu et place de $\mathbf{H}$, la matrice

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} 0 & 1/2 & 1/2 \\ 1/2 & 0 & 1/2 \\ 1/3 & 1/3 & 1/3 \end{bmatrix}.$$

Cette matrice est *stochastique* (chacune de ses lignes a l'unité pour somme de ses coefficients). On aura de façon générale (avec des notions évidentes) $\mathbf{S}_{ij} = P(X_{k+1} = j | X_k = i)$: $\mathbf{S}_{ij}$ est la probabilité que l'internaute soit sur la page P_j au temps $k + 1$ s'il était sur la page P_i au temps k .

► On verra qu'il n'est pas sans intérêt d'observer que l'on a $\mathbf{S} = \mathbf{H} + \mathbf{a}(1/n \mathbf{e}^T)$ où $\mathbf{e}^T = [1 \ 1 \dots 1 \dots 1]$ et $\mathbf{a}^T = [a_1 \ a_2 \dots a_i \dots a_n]$, avec $a_i = 1$ si la ligne i de $\mathbf{H}$ ne comporte que des zéros, = 0 sinon. On a bien :

$$\mathbf{a}(1/n \mathbf{e}^T) = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \dots \\ a_i \\ \dots \\ a_n \end{bmatrix} [1/n \ 1/n \dots 1/n \dots 1/n] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/n & 1/n & 1/n & 1/n & 1/n & 1/n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

► Au lieu d'opérer avec la matrice $\mathbf{H}$, c'est-à-dire d'étudier le processus itératif défini par $\mathbf{R}^{(k+1)T} = \mathbf{R}^{(k)T} \mathbf{H}$, avec $\mathbf{R}^{(0)T} = [1/n \ 1/n \dots 1/n]$, on se tourne donc maintenant vers le processus itératif $\mathbf{R}^{(k+1)T} = \mathbf{R}^{(k)T} \mathbf{S}$, avec toujours $\mathbf{R}^{(0)T} = [1/n \ 1/n \dots 1/n]$, en espérant pouvoir répondre positivement à la question suivante : la suite des vecteurs $\mathbf{R}^{(k)T}$ converge-t-elle dans tous les cas assez rapidement vers un vecteur unique $\mathbf{R}^T$ (indépendant du point de départ $\mathbf{R}^{(0)T}$) qui peut jouer le rôle de vecteur de rangs (*PageRank vector*) ? Il se trouve que la réponse est encore négative... D'où la nécessité d'un second « ajustement » décidé par les *Google guys*.

b) Le premier ajustement est dit de *stochasticité* – il fait de la matrice « ajustée » une matrice *stochastique* (dont toutes les lignes ont 1 pour somme de leur coefficients). Le second ajustement est dit de *primitivité* – la matrice ajustée devient cette fois *primitive*, notion que je ne tenterai pas de préciser ici.

► En quoi consiste ce second ajustement ? Page et Brin introduisent la possibilité que l'internaute en vienne à *s'ennuyer*. Au temps k , il est sur la page P_i ; son sort est en principe stochastiquement fixé : au temps $k + 1$, il sera sur la page P_j avec la probabilité $\mathbf{S}_{ij}$. Mais il décide alors de se faire « téléporter » sur une page, au hasard : s'il en est ainsi, au temps $k + 1$ il sera sur la page P_j ou sur *toute autre page* avec la probabilité $1/n$. Désignons par L_k l'événement « À l'instant k , le surfeur suit un lien » ; on suppose que la probabilité de cet événement ne dépend pas de k : soit $\alpha = P(L_k)$. On notera T_k l'événement contraire, c'est-à-dire : « À l'instant k , l'internaute se fait téléporter au hasard », en sorte que l'on a $P(T_k) = 1 - \alpha$. On note P_L la loi de probabilité dans le cas où l'internaute suit un lien, et P_T celle correspondant à la téléportation : on a donc $P_L(X_{k+1} = j | X_k = i) = \mathbf{S}_{ij}$ $P_T(X_{k+1} = j | X_k = i) = 1/n$.

Quelle est maintenant la probabilité $\mathbf{G}_{ij}$ pour que, étant sur la page P_i au temps k , l'internaute se retrouve sur la page P_j au temps $k + 1$? En notant que les événements L_k (ou T_k) et $\{X_k = i\}$ sont indépendants, on peut écrire ceci.

$$\begin{aligned}\mathbf{G}_{ij} &= P(X_{k+1} = j \mid X_k = i) = P(X_{k+1} = j \mid X_k = i \wedge (L_k \vee T_k)) \\ &= P(L_k)P_L(X_{k+1} = j \mid X_k = i) + P(T_k)P_T(X_{k+1} = j \mid X_k = i) \\ &= \alpha \mathbf{S}_{ij} + (1 - \alpha)(1/n) = \alpha \mathbf{S}_{ij} + (1 - \alpha)(1/n)(\mathbf{e}\mathbf{e}^T)_{ij}.\end{aligned}$$

Il résulte de là que l'on a : $\mathbf{G} = \alpha \mathbf{S} + (1 - \alpha)(1/n)\mathbf{e}\mathbf{e}^T$. Si l'on pose $\mathbf{E} = (1/n)\mathbf{e}\mathbf{e}^T$, il vient ainsi : $\mathbf{G} = \alpha \mathbf{S} + (1 - \alpha)\mathbf{E}$. On considère alors le processus itératif défini par

$$\mathbf{R}^{(k+1)T} = \mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{G} = \mathbf{R}^{(k)T}(\alpha \mathbf{S} + (1 - \alpha)\mathbf{E}).$$

On vérifiera que c'est là l'équation annoncée à la fin de la première séance de ce séminaire, formule à propos de laquelle les auteurs que nous suivons, Amy N. Langville et Carl D. Meyer, pensaient à propos de rappeler le fameux commentaire de Heinrich Hertz touchant l'équation de Maxwell, que revoici.

One cannot escape the feeling that these mathematical formulae have an independent existence and an intelligence of their own, that they are wiser than we are, wiser even than their discoverers, that we get more out of them than was originally put into them.

c) La matrice $\mathbf{G}$ est appelée la *matrice Google* (d'où sa désignation par la lettre G). Cette matrice résout enfin le problème posé : on peut montrer en effet qu'elle possède un unique vecteur propre positif normalisé $\mathbf{R}^T$ et que le processus itératif $\mathbf{R}^{(k+1)T} = \mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{G}$ converge vers $\mathbf{R}^T$.

► Plusieurs remarques peuvent être faites. Tout d'abord on a ceci.

$$\mathbf{G} = \alpha \mathbf{S} + (1 - \alpha)\mathbf{E} = \alpha(\mathbf{H} + \mathbf{a}(1/n)\mathbf{e}^T) + (1 - \alpha)(1/n)\mathbf{e}\mathbf{e}^T = \alpha \mathbf{H} + (\alpha \mathbf{a} + (1 - \alpha)\mathbf{e})(1/n)\mathbf{e}^T$$

Cela donne : $\mathbf{R}^{(k+1)T} = \mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{G} = \alpha \mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{H} + (\alpha \mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{a} + (1 - \alpha)(1/n)\mathbf{e}^T)$. Les multiplications matricielles $\mathbf{R}^{(k)T}\mathbf{G}$ se font donc avec, à la place de $\mathbf{G}$, matrice « dense », la matrice $\mathbf{H}$, qui, elle, comporte beaucoup de zéros, ce qui fait réaliser une économie de calcul et de mémoire considérable.

► Dans leur article fondateur de 1998 – *The Anatomy of a Large-Scale Hypertextual Web Search Engine* –, Brin et Page déclarent qu'une valeur approchée du *PageRank vector* $\mathbf{R}^T$ s'obtient par leur algorithme en 50 itérations à peu près. Cela peut-il s'expliquer ? D'une façon générale la vitesse de convergence, dans le cas considéré ici, est celle de la convergence vers 0 de la suite $|\lambda_2/\lambda_1|^k$, où λ_1 et λ_2 sont, en valeur absolue, les deux plus grandes valeurs propres de $\mathbf{G}$. Ici, on a $\lambda_1 = 1$, en sorte que c'est $|\lambda_2|$ qui gouverne la convergence. On peut montrer qu'il est hautement vraisemblable, étant donné la structure du Web (le « vrai »), que l'on a $|\lambda_2| \approx \alpha$. Comme Brin et Page ont pris $\alpha = 0,85$, et comme $0,85^{50} \approx 0,00029576$, on en conclut que, après 50 itérations, on obtient les deux ou trois premières

décimales des coefficients du vecteur des rangs $\mathbf{R}^T$, ce qui semble suffire pour l'utilisation qui en est faite – le classement des pages.

► Pourquoi Brin et Page ont-ils choisi de fixer α à la valeur 0,85 ? Il semble que ce soit là le résultat d'un compromis. D'un côté, plus α est grand (proche de 1) et plus $\mathbf{G}$ est fidèle à la structure des liens du Web ; plus α est petit (proche de 0) et la matrice $\mathbf{G}$ est « artificielle ». D'un autre côté, comme on l'a vu, plus α est proche de 0 et plus la convergence est rapide. L'équation (en n) $\alpha^n \leq 10^{-10}$ s'écrit $n \geq \frac{-10}{\log_{10} \alpha}$. D'où le tableau suivant.

$\alpha =$	$n \geq$
0,5	34
0,75	81
0,8	104
0,85	142
0,9	219
0,95	449
0,99	2292
0,999	23015

Le choix de 0,85 a été sans doute regardé comme celui de la plus grande valeur de α permettant tout de même des temps de calcul acceptables.

► Je laisse maintenant la parole aux auteurs déjà mentionnés à propos d'un autre point, qui se passe de commentaire (*op. cit.*, p. 47-48).

It seems that setting $\alpha = .85$ strikes a workable compromise between efficiency and effectiveness. Interestingly, this constant α controls more than just the convergence of the PageRank method; it affects the sensitivity of the resulting PageRank vector. Specifically, as $\alpha \rightarrow 1$, the PageRankings become much more volatile, and fluctuate noticeably for even small changes in the Web's structure. The Web's dynamic nature [...] makes sensitivity an important issue. Ideally, we'd like to produce a ranking that is stable despite small changes...

d) Beaucoup d'aspects resteraient à examiner. Pour terminer en revenant plus concrètement aux classements affichés par Google, je reprends un passage du livre de Langville et Meyer sur lequel nous avons clos la première séance de ce séminaire (*ibid.*, p. 13).

Actually, this ranking which carries valuable, discriminatory power is arrived at by combining two scores, the content score and the popularity score. Many rules are used to give each relevant page a relevancy or content score. For example, many web engines give pages using the query word in the title or description a higher content score than pages using the query word in the body of the page [39]. The popularity score, which is the focus of this book, is determined from an analysis of the Web's hyperlink structure. The content score is combined with the popularity score to determine an overall score for each relevant page [30]. The set of relevant pages resulting from the query module is then presented to the user in order of their overall scores.

SUR LA TAD

1. La notion d'offre praxéologique

a) Cette notion a surgi dans des travaux récents. Je l'ai évoquée lors de la séance 5 de ce séminaire, le 21 mars 2008. Je commencerai par rappeler quelques-unes des considérations faites alors en matière de *problématiques de recherche en didactique*.

b) J'avais alors résumé la problématique *classique* par la formulation que voici.

Étant donné les contraintes pesant actuellement sur elle, sous quelles conditions – existantes ou à créer – une institution ou une personne donnée peut-elle intégrer à son équipement praxéologique une organisation praxéologique désignée ?

Quant à la problématique que l'on pourrait appeler *fonctionnelle*, je l'avais résumée comme suit.

Étant donné les contraintes pesant sur elle et un ensemble de conditions existantes ou à créer, à quel équipement praxéologique est-il possible qu'une institution ou une personne donnée accède pour opérer dans un domaine d'activité donné ?

Cette dernière formulation amalgame, en vérité, deux problèmes : étant donné un projet d'activité donné, il y a tout d'abord le problème de l'équipement praxéologique *utile* ; et il y a ensuite celui de l'équipement praxéologique effectivement « accessible » (sous des conditions appropriées, compatibles avec les contraintes existantes), c'est-à-dire celui de l'*offre praxéologique* effective.

c) On notera en passant la distinction que l'on peut faire entre conditions et contraintes : en règle générale, les « contraintes » sont des conditions que l'on *considère* comme provisoirement *non modifiables* ; tandis que les « conditions », tout court, sont des conditions que l'on regarde comme modifiables (ou pouvant être créées), et cela *sous les contraintes existantes*.

d) Bien entendu, on peut aussi vouloir modifier *certaines contraintes* (ce qui revient à changer le système auquel on se réfère). Par exemple, s'il n'existe pas, dans le lieu où je réside, d'enseignement de telle « matière », mais s'il en existe un en tel autre lieu, je peux changer de lieu ; et, bien entendu, la tentative peut aussi échouer. Niels Henrik Abel (1802-1829), qui, au prix de grandes difficultés, se rend à Paris en 1826 pour y tirer profit du commerce avec quelques-uns des mathématiciens les plus fameux en Europe (Legendre, Poisson, Cauchy...), ira ainsi de déception en déception ; arrivé le 10 juillet, il repart le 29 décembre, écrivant à l'un de ses amis : « Mon voyage de Paris a été terriblement vide. »

e) On l'a suggéré, la notion d'offre praxéologique doit en principe être précisée : offre *de la part de qui ? De quelles personnes ou institutions ?* Pour répondre, on doit préciser un *système* par rapport auquel on envisagera

alors les conditions et contraintes évoquées plus haut : par définition, les créations ou modifications de conditions ne devront pas détruire ce système, contrairement pour les changements apportés exceptionnellement aux contraintes elles-mêmes. Il résulte de là, bien entendu, que les contraintes sont toujours *relatives au système considéré*. Voici de cela un exemple où, pour changer l'offre praxéologique, et faute de pouvoir changer le système existant, on crée un système auxiliaire « correctif » : il s'agit de l'offre de mathématiques aux normaliens de la rue d'Ulm autour de 1940.

► Adossée aux enseignements de la Sorbonne, la formation des normaliens mathématiciens est alors désuète et apparaît ainsi fort éloignée du front de la recherche internationale (Martin Andler, « Les mathématiques à l'École normale supérieure au ^{xx}e siècle : une esquisse », in J.-F. Sirinelli, *École normale supérieure, le livre du bicentenaire*, PUF, Paris, 1994, p. 371).

Le gros du cursus n'a [en effet] guère changé, puisqu'il s'agit de la licence, enseignée à la Faculté des sciences, pour les deux premières années, et de l'agrégation en troisième année. Les professeurs de la Sorbonne sont à peu près les mêmes. La licence, c'est-à-dire en première année le gros certificat de calcul différentiel et intégral [...] ainsi que celui de physique générale (thermodynamique, électricité, optique, mais ni mécanique quantique ni théorie de la relativité) ; en deuxième année, le certificat de mécanique rationnelle et un certificat optionnel (Julia fait un cours très élémentaire sur les espaces de Hilbert, sans théorie spectrale ; Montel fait un cours sur « son » sujet, les familles normales ; Fréchet fait un cours élémentaire de théorie des probabilités, etc.). À partir de 1941 apparaissent des cours nouveaux : celui de Châtelet (...), d'arithmétique, et celui de Dubreil, d'algèbre, ainsi qu'un « diplôme d'études supérieures », correspondant à un travail personnel sous la direction d'un professeur. À l'écrit de l'agrégation, que les normaliens préparent très sérieusement, il y a une épreuve de mathématiques élémentaires (géométrie des cercles et sphères), une épreuve de mathématiques spéciales (géométrie des quadriques et cubiques – les méthodes algébriques étant exclues), une épreuve d'analyse et une épreuve de mécanique correspondant au programme de licence. Autant dire que les normaliens, même les meilleurs, restent bien loin, lors de leur scolarité, de la recherche ; au mieux ont-ils l'occasion de lire quelques livres plus avancés.

► En 1940 un événement se produit dans la vie mathématique de l'École : Henri Cartan (né en 1904) y est nommé professeur de mathématiques (*op. cit.*, p. 370) ; il va alors créer le système auxiliaire évoqué plus haut.

Pour la préparation à l'oral de l'agrégation, Cartan pousse à faire des exposés « modernes ». Mais c'est surtout par les cours complémentaires qu'il enseigne à l'ENS que, prudemment, il introduit les points de vue nouveaux. Il fait trois cours (pendant toute sa carrière à l'École, il fera trois cours hebdomadaires - un par promotion) : un de topologie générale, un de calcul différentiel et un sur l'intégrale de Lebesgue (en adoptant le point de vue de Bourbaki qui privilégie l'aspect « mesure de Radon sur un espace localement compact »), laissant donc de côté l'algèbre. Des cours radicalement nouveaux par rapport à la routine de la licence, mais quand même des cours d'un niveau assez élémentaire. C'est un excellent enseignant, un excellent mathématicien qui surpasse largement tous ceux à qui avaient affaire les normaliens jusque-là : la nouveauté passe bien, et en séduit beaucoup.

► Pourtant, la vieille Sorbonne résiste. Le changement du système principal ne se produira en fait qu'un peu plus tard, en 1954, à l'occasion d'un événement imprévu, utilisé judicieusement.

C'est en 1954 qu'a lieu le tournant : en mai, Valiron, qui enseigne le cours de calcul différentiel et intégral est victime d'une attaque. Le doyen Pérès réunit les mathématiciens, et Cartan propose que Choquet prenne la succession de Valiron sur la chaire de calcul différentiel et intégral. Choquet fera une véritable révolution dans l'enseignement de l'analyse au niveau de la licence de mathématiques. À la même époque un certain nombre de postes de professeur ou de maîtres de conférences deviennent vacants. À la suite d'une bataille farouche, ce sont les rénovateurs qui l'emportent : Chevalley, Ehresmann, Pisot, Zamansky, Godement, Dixmier sont nommés à la rentrée 1955.

► Un changement « ponctuel » est le point tournant d'un changement d'époque, qui est un changement structurel.

Cette « révolution » n'est pas la chute du Palais d'hiver, avec les bourbakistes dans le rôle des bolcheviks. Ils ont évidemment joué une grande part mais ils sont loin d'être les seuls. Dans la génération montante qui arrive à la Sorbonne, il y a bien des mathématiciens qui ne sont pas bourbakistes, qui ont trouvé leurs maîtres parmi les professeurs de la Sorbonne des années 1930 et 1940 : Choquet, le disciple de Denjoy ; Lichnerowicz, qui avait une admiration sans limites pour Elie Cartan, mais qui devait beaucoup à Darmon ; Leray, dont le patron avait été Villat... Ceux-là perçoivent le changement comme une relève naturelle des générations. Mais réforme ou révolution, ce qui est certain, c'est qu'il y a bien eu un changement radical de la faculté en l'espace de quelques années.

f) L'épisode du remplacement de Georges Valiron (1884-1955) par Gustave Choquet (1915-2006) fournit un exemple d'un phénomène important : le passage d'une « offre » *potentielle* à une offre *actuelle* ou *effective*. Avant l'accident de santé de Valiron, l'enseignement que Choquet va donner à la Sorbonne n'existe qu'en puissance ; après sa désignation pour succéder à Valiron, cet enseignement matérialise une offre *effective*. À l'occasion du décès de Choquet, survenu le 14 novembre 2006, un internaute apporte ce témoignage sur le forum du site *Les-mathématiques.net* (<http://les-mathematiques.u-strasbg.fr/phorum/read.php?f=2&i=335042&t=335042>).

J'ai suivi les cours de Choquet en 1956 en "calcul différentiel et intégral" à la Sorbonne. C'était plutôt fouillis mais toujours instructif, et ses cours polycopiés étaient une merveille. À l'époque, faire de la topologie était une nouveauté, et savoir prouver que les connexes de $\mathbf{R}$ étaient les intervalles permettait d'avoir l'oral haut la main...

On voit ici, rétrospectivement, on voit ici le changement par le petit bout de la lorgnette. Pour une présentation plus solide, on pourra se reporter à l'étude de Marc Rogalski, « Gustave Choquet et l'enseignement des mathématiques à l'université » dans la *Gazette des mathématiciens*, n° 111 (janvier 2007), pp. 77-83 (on la trouvera en ligne à l'adresse : http://smf.emath.fr/Publications/Gazette/2007/111/smf_gazette_111_77-83.pdf).

► Il m'a paru utile de ne pas limiter la notion d'offre praxéologique à la seule offre *effective* mais de subsumer aussi sous ce terme l'offre *potentielle*, bien que celle-ci ne puisse être complètement déterminée. On peut comparer cette situation à celle qui rassemble et distingue pages Web *statiques* et pages Web *dynamiques*, lesquelles n'existent pas avant d'être suscitées par une action de l'utilisateur. Par exemple, si on saisit « Valiron » dans la boîte de recherche de Wikipédia, le navigateur affiche la page dont voici un extrait.

Recherche interne
Rechercher

Ci-dessous l'affichage des résultats **1 – 9** sur **9**

Voir (20 précédents) (20 suivants) (20 | 50 | 100 | 250 | 500).

- Georges Valiron**
 "Georges **Valiron**" est un [[mathématicien]] français, né en [[1884]] et mort en [[1955]] ... {{DEFAULTSORT:Valiron}}
 2 Kio (312 mots) - 29 décembre 2007 à 18:42
- Fonction entière**
 ... st considérablement enrichie sous l'impulsion de Borel, Hadamard, Montel, **Valiron**, Blumenthal,... (sans oublier Nevanlinna) et constitue maintenant une impo
 ... * **Valiron**, Fonctions convexes et fonctions entières, Bulletin de la SMF, T60, 1932
 27 Kio (4786 mots) - 9 juin 2008 à 10:54
- Faculté des sciences de Paris**
 [[Ernest Vessiot]] (1{{er}}) avril 1934-1935) (suppléance de [[Georges **Valiron]])
 [[Georges **Valiron]]
 28 Kio (3621 mots) - 17 juin 2008 à 12:15
- Fonction analytique**
 * [[Georges **Valiron**|**Valiron**]]
 10 Kio (1643 mots) - 23 mai 2008 à 17:43
- Gustave Choquet**
 ... sait bien peu de part aux mathématiques du 20ième siècle. Quand George **Valiron**, malade, ne peut plus assurer ce cours, [[Henri Cartan]], conscient du bou

► Un exemple classique de ce passage de la puissance à l'acte est celui de la publication par un éditeur ou un directeur de collection d'un ouvrage commandé à des auteurs : l'institution est ici la maison d'édition ou la collection, l'offre praxéologique *nouvelle* sur le sujet considéré sera celle du livre publié. En 1935, l'abbé Théophile Moreux (1867-1954) fait ainsi paraître, dans sa chère collection *Pour comprendre*, publiée chez Doin & Cie à Paris, un nouveau volume, intitulé *Pour comprendre le calcul des probabilités*. La préface qu'il signe commence par ces lignes.

Dès le début de cette *Collection*, j'ai cru bon, dans *Pour comprendre l'Algèbre*, de donner aux commençants une idée du *Calcul des Probabilités* et j'y ai consacré la dernière Leçon. Ce n'était là qu'un aperçu très élémentaire du sujet.

► Ainsi la collection *Pour comprendre* proposait-elle déjà une offre praxéologique *non vide* en matière de probabilités (avec des applications aux assurances sur la vie, aux rentes viagères, aux tirs d'artillerie, etc.). Mais une *demande* insistante devait conduire le directeur de la collection à accroître son offre, comme il l'exprime dans le passage suivant de sa préface.

... personne à l'heure actuelle ne saurait se passer du *Calcul des Probabilités*, base de toutes nos acquisitions d'ordre expérimental.

Cette nécessité, beaucoup de mes lecteurs l'ont si bien comprise que depuis longtemps ils me demandent de leur indiquer un ouvrage clair et précis – ni trop cher, ni trop compliqué, ajoutent-ils – pour les mettre au courant de ces notions quelque peu nouvelles, en tout cas indispensables.

Malheureusement les Traités de ce genre sont le plus souvent inabordables, parce que trop savants, trop volumineux et trop coûteux. C'est la raison pour laquelle j'ai conçu le projet d'ajouter ce nouvel ouvrage à la *Collection*. Mes jeunes lecteurs trouveront dans *Pour comprendre le Calcul des Probabilités*, le même esprit pédagogique, le même souci de clarté et de précision qui ont contribué au succès des 19 volumes précédents. C'est la première fois, je pense, que paraît une véritable Initiation au Calcul des Probabilités, et il faut féliciter MM. les professeurs P. Férignac et E. Morice pour avoir su mettre à la portée d'un « *general reader* » l'essentiel d'une science déjà évoluée et qui, maintenant, envahit tous les domaines.

g) Un fait clé doit être souligné : dans ces exemples où l'on voit se produire un renouvellement de l'offre praxéologique en un certain domaine, ce renouvellement est censé répondre à un *besoin* – exprimé au reste en une *demande* plus ou moins nettement formulée –, engendré par un certain *projet* : la nouvelle offre doit proposer les praxéologies dont la maîtrise est *utile* (voire indispensable) à ce projet. On parlera donc, ici, de *praxéologies utiles*, sous-entendu : à tel projet. Le schéma en jeu lie donc organiquement trois entités : un *projet*, les praxéologies *utiles* à ce projet, une *offre* praxéologique pouvant éventuellement satisfaire ce *besoin* de « savoirs » utiles. La mise en œuvre de ce schéma se heurte pourtant à des difficultés essentielles.

► Les entités en question ne sont pas *a priori* nettement définies. En particulier, le projet lui-même se modifiera au fur et à mesure de son déploiement effectif, ce qui va entraîner souvent des *réajustements* de *l'ensemble* du schéma invoqué.

► Même en supposant un projet clairement dessiné, ou du moins clairement supposé, comment déterminer les praxéologies « utiles » ? Là encore, il conviendra de mettre en place un dispositif « en continu » pour juger de ce qui est utile, prioritaire, etc., *tout au long de la réalisation du projet*. Quelles mathématiques est-il utile de connaître pour un jeune mathématicien qui se destine à la recherche ? Et pour un élève professeur de mathématiques ? De quelles connaissances probabilistes doit disposer un chercheur en tel domaine de la biologie ? Etc.

► Une troisième question surgit alors : que propose « exactement » telle ou telle offre praxéologique ? Satisfait-elle le critère d'utilité au projet considéré ? Ou, par exemple, fournit-elle parfois, de façon plus ou moins subreptice, ce qui est effectivement disponible *en lieu et place* de ce qui serait susceptible de satisfaire les besoins praxéologiques afférents au projet ?

h) Pour comprendre la manière dont on peut aborder cet ensemble de difficultés, il est bon de partir de ce qui joue souvent le rôle d'écran pour les responsables de la gestion praxéologique d'une société : l'*offre* elle-même. Un

fait fondamental à cet égard est le suivant : cette offre se concrétise, sauf exception, en un *texte*, ce que je nommerai ici un *exposé* à propos du domaine de réalité considéré, soit un ensemble de déclarations écrites *prétendant dire quelque chose sur ce domaine*. La chose est claire, bien entendu, dans le second exemple ci-dessus, celui du volume sur le calcul des probabilités. Elle est patente aussi dans le cas de l'offre de mathématiques dont Choquet se fait le fourrier : dès 1955, les photocopiés qu'il rédige sont disponibles ; publiés par le CDU, le centre de documentation universitaire, ils auront une longévité remarquable. Le phénomène est plus massif encore aujourd'hui, à l'heure du traitement de texte et de l'Internet, où les praxéologies, qui ne sont certes pas des êtres de papier, se « mettent en texte » souvent sans temps de latence, même si cette mise en texte est quelquefois bien peu élaborée. Cela noté, le *texte* qui véhicule l'offre – l'exposé, donc – *est une réalité trompeuse*. Si on l'interroge sur ce qu'il apporte, sur sa *valeur* par rapport au *projet*, on sera porté à le juger sur ce qu'il contient effectivement, et non sur ce que, en douce, *il omet, oublie, refoule*, qui semble n'avoir pas de place dans le tissu serré de l'offre praxéologique qu'il porte en lui : le piège est donc de ne voir que le « plein » du texte, sans en apercevoir les lacunes, les silences.

► J'insisterai de façon peut-être audacieuse sur les considérations précédentes à l'aide d'une métaphore mathématique, en disant qu'un texte du savoir, quel qu'il soit, est semblable à ce qu'on nomme en topologie un ensemble *maigre*. (Une partie de $\mathbb{R}^n$ – par exemple – est dite maigre si elle peut s'inclure dans une réunion dénombrable de parties fermées d'intérieur vide – en sorte qu'une réunion dénombrable de parties maigres est maigre.) Si l'on accepte un instant cette pure métaphore, on peut dire que, si un « point » π de l'espace praxéologique *potentiel* est dans le texte du savoir (dans l'exposé), on peut trouver aussi « près » que l'on veut de π un point praxéologique π^* *qui, lui, n'y est pas*. Autrement dit encore, tout texte du savoir *est baigné de part en part dans le manque praxéologique*.

► Pour évaluer un texte, il faut donc une double lecture : une lecture de ce qui s'y trouve, et une lecture de ce qui n'y est pas et *qui serait pourtant utile au projet envisagé*.

► Comment mener à bien cette seconde lecture ? Il semble que la réponse ne puisse être que celle-ci : il convient d'explicitement les questions Q que le projet soulèvera dans le domaine sur lequel porte l'exposé considéré et d'examiner alors l'exposé pour déterminer s'il apporte une réponse R à Q , et laquelle. Par exemple, vers 1950, on pouvait demander qu'un exposé de géométrie différentielle réponde à la question « Qu'est-ce au juste qu'une *variété* ? » (Martin Andler rappelle, p. 364 de l'article cité, qu'on ironisait sur le fait que le grand Élie Cartan [1869-1951] aurait commencé son cours en disant : « La notion de variété est très difficile à définir. Soit F une variété... »). Le lecteur du livre publié par Moreux dans sa chère collection pouvait quant à lui l'aborder avec *par exemple* cette question en tête : « Pourquoi de si nombreux phénomènes quantitatifs sont-ils modélisables par une loi « normale » ? Et quels phénomènes ne le sont pas, et pourquoi ? »

► Plus strictement, c'est à partir du projet envisagé, et d'une façon en principe indépendante de tout exposé existant, qu'il convient de formuler les questions *Q* à poser à l'exposé dont l'offre praxéologique doit être évaluée. Ces questions *Q* représenteront alors (au sens quasi diplomatique du terme) la notion de praxéologie *utile au projet* en question, en précisant le critère d'utilité qui lui est ainsi spécifiquement attaché.

► La mise en œuvre du schéma précédent suppose 1) le passage du projet à une liste de questions *Q*, qui explicitent les besoins praxéologiques engendrés par (la conception et) la réalisation du projet, et 2) l'examen de telle offre praxéologique porté par ensemble d'exposés à propos des questions *Q* ainsi dégagées. Il s'agit là de deux étapes dont la réalisation soulève un grand nombre de problèmes, sur lesquels je ferai maintenant un petit nombre de remarques.

2. Clinique didactique

a) J'ai illustré à plusieurs reprises l'usage du *différenciateur sémantique*. En voici un nouvel exemple : cette fois, le groupe concerné, constitué de 11 étudiants de licence de sciences de l'éducation du centre de Forcalquier, a eu à situer sur dix échelles de 0 à 6 cinq mots : Forcalquier (F), éducation (E), Internet (I), université (U), statistique (S). Voici les scores obtenus par ces différents mots.

	S/P	F/C	PU/U	I/A	P/F	A/C	I/O	L/B	P/A	F/D
F	34	32	41	37	36	51	37	58	42	38
E	63	51	64	36	40	41	52	45	60	55
I	37	24	55	31	33	40	38	39	49	32
U	44	27	52	34	47	37	40	36	38	52
S	44	18	48	25	44	40	55	27	44	39

► L'examen de ces scores fait retrouver des conclusions déjà rencontrées, avec quelques nuances cependant. Mais notons d'abord que le score maximal sur une échelle quelconque est de 66 : la « moyenne » est donc de 33.

► De manière un peu inhabituelle s'agissant du lieu de formation, « Forcalquier » reçoit des scores mitigés : s'il obtient certes le maximum sur l'échelle Laid/Beau ($58/66 \approx 88\%$), il n'est jugé ni vraiment profond (34), ni vraiment chaud (32), et pas beaucoup plus apaisant ou organisé (37). Ce tableau semble désigner un problème dans le rapport des étudiants à l'environnement de la formation suivie. On retrouve un écho de ce sentiment à propos de « Université » : si le mot est jugé plutôt profond ($44/66 \approx 67\%$), utile et difficile ($52/66 \approx 79\%$), il est jugé froid (27), peu apaisant (34), et assez dépourvu de beauté (36).

► Pour le reste (éducation, Internet, statistique), on retrouve des traits bien installés, quoique toujours avec quelques nuances. « Éducation » est facilement premier pour la profondeur ($63/66 \approx 95,5\%$), pour la chaleur

(51/66 $\approx$ 77 %), pour l'utilité surtout (64/66), et aussi pour le caractère actif (60/66) et la difficulté (55) ; il est jugé assez beau (45/66 $\approx$ 68 %), assez bien organisé (52/66), d'une fiabilité un peu juste peut-être (40), mais peu apaisant (36), ce qui surprend.

► « Internet » reçoit son lot habituel de qualificatifs : il est – après « Forcalquier » – le *moins profond* des mots proposés (37) ; surtout, il est *froid* (27), presque autant que « statistique » ! S'il suppose une dose certaine d'activité (49), si, bien sûr, il est reconnu très utile (55), il est aussi estimé facile (32) et peine à être jugé fiable (33) et plus encore apaisant (31). Par ailleurs, il est tenu pour plutôt organisé, plutôt concret, et, de façon surprenante, plutôt beau aussi (ces trois scores totaux tournent autour de 59 %).

► On ne s'étonnera pas de l'image de « statistique » que le groupe renvoie. Ce mot est le *plus froid de tous* (18/66 $\approx$ 27 %) ; c'est aussi le plus *abstrait* (25/66), le *moins beau*, et de loin (27) ! Bien entendu, il est trouvé plutôt difficile (39) quoique relativement concret (40). Il est aussi assez profond, fiable, actif (les trois ayant un score total de 44/66). Et, nous le savions, il est jugé utile (48/66 $\approx$ 73 %). Mais surtout, il est *organisé* (55/66 $\approx$ 83 %).

b) En interrogeant des personnes, on voit apparaître ainsi des *attitudes partagées* : le fait peut troubler ceux qui s'abandonnent volontiers au *narcissisme des petites différences* (Freud), mais c'est là un *fait* – et, comme on le sait, les faits sont têtus. Du point de vue de la clinique didactique, l'exploration *individuelle* révèle ainsi, à un premier niveau, une orientation de *groupe* ; mais au-delà, quand on enchaîne les prises d'information sur des groupes différents, elle montre des *permanences* qui transcendent le groupe, telle les attitudes à l'endroit de l'Internet et de la statistique. Deux observations doivent être faites à cet égard.

► Chacun de nous est façonné par des assujettissements qui sont la trace en nous de conditions et de contraintes bien plus vastes que nous-mêmes. Du point de vue de la formation de la personne, l'examen à l'aide d'un différenciateur sémantique permet d'explicitier ce que, parfois à notre insu, nous portons en nous. Cette *objectivation de nos subjectivités* doit nous permettre de nous excentrer, par un travail adéquat, de ce qui nous gouverne souterrainement et dont nous voudrions refuser la tyrannie : la chose est utile à tout citoyen qui ne se veut pas *idiot*, c'est-à-dire n'ayant de commerce qu'avec lui-même.

► En faisant jouer à des personnes réunies en groupe le rôle que nous avons vu, nous leur donnons le statut de *témoins* (plus ou moins involontaires), d'abord d'eux-mêmes, ensuite du *groupe*, enfin (de leur traversée) des *institutions* de la société. La personne nous informe – souvent à son insu – sur le monde autour d'elle.

c) *Témoin, témoignage, témoigner* (et qui mieux est, à son insu) sont des maîtres mots de la clinique didactique en TAD. J'en reviens de ce point de vue à la « question des questions », évoquée plus haut.

► Pour enquêter sur les questions qui se posent (lors de l'entrée) en telle activité sociale, une technique privilégiée est celle des « Questions de la semaine » mise en œuvre depuis des années avec les professeurs stagiaires de mathématiques à l'IUFM d'Aix-Marseille : à travers les questions qu'ils formulent par écrit, ceux-ci témoignent des *problèmes de la profession* qu'ils rencontrent, sans d'ailleurs les regarder ainsi au début (c'est l'un des objectifs d'une formation professionnelle que d'amener le formé à changer son regard sur les difficultés qui l'assaillent).

► D'une manière plus générale, le recueil contrôlé de questions apportées par des *témoins* suppose un *dispositif* adéquat qui peut prendre des formes diverses. Faute de temps, je ne m'avancerai pas plus ici dans la perspective ainsi désignée, qui n'en mériterait pas moins une exploration systématique.

d) J'ai été amené plus récemment à un autre type de témoignage : non plus à propos d'une question Q qui se poserait, mais à propos de l'existence possible d'une *réponse* R à une question Q déterminée.

► Ce schéma se présente notamment dans le cas suivant : soit S un certain ensemble de personnes et d'institutions ; on se demande si, chez ces personnes ou dans ces institutions, donc « dans S », existe une réponse à une certaine question Q . Pour répondre à cela, on utilise des témoins qui ont fréquenté (toujours partiellement) ces personnes et ces institutions, en leur demandant s'ils ont jamais, dans ce cadre, été en contact avec une telle réponse R – et cela, éventuellement, en précisant les circonstances de ce « contact ». Bien entendu, on ne leur demande pas de *restituer cette réponse* (ce serait une autre question), et surtout on ne leur demande pas s'ils *posséderaient* eux-mêmes (ce qu'ils croient être) une réponse à Q ! Là encore, l'exercice de la subjectivité demande à être contrôlé, en éloignant le narcissisme si fréquent en pareilles circonstances, et en s'adonnant alors à un travail de *remémoration* qui participe souvent d'une véritable anamnèse.

► Voici d'abord quelques exemples de questions Q à propos desquelles on pourrait le cas échéant formuler une demande du type précédent.

Q_1 . L'anxiété accroît-elle la capacité d'apprendre ?

Q_2 . D'où vient l'oxygène de l'air ?

Q_3 . Le nombre 0,99999... est-il égal à 1 ?

Q_4 . Peut-on dire que le ver de terre a une mémoire ? En quel sens ?

Q_5 . Quelle est la différence entre une bactérie et un virus ?

Q_6 . Pourquoi, en mangeant une glace, ressent-on parfois une douleur fulgurante, irrépressible, qui part de la gorge et remonte vers le crâne ?

Q_7 . Quels sont les entiers qui peuvent s'écrire comme une somme de deux carrés (tels $5 = 1^2 + 2^2$ ou $29 = 2^2 + 5^2$) ?

Il s'agit là, en vérité, de questions dont on ne prétend pas qu'elles sont censées permettre d'évaluer une certaine offre praxéologique du point de vue d'un certain projet. En revanche, elles peuvent faire l'objet du travail de remémoration dont le but est de retrouver si nous avons un jour été en contact – de façon plus ou moins poussée – avec une (prétendue) réponse.

► La considération des questions précédentes amène à envisager plusieurs difficultés possibles. Tout d'abord, on peut penser que la culture où nous baignons ne fait pas de nous de bons témoins : nous nous préoccupons davantage de nous – ce que *je* sais (ou crois savoir) compte avant tout ! – que du monde autour de nous – ce que sait le monde ou ce qu'il ignore, que voulez-vous que j'en sache ? À propos de telle question, un enquêteur pourra ainsi facilement penser par exemple : « Je sais que oui, mais alors !... Où ai-je vu ça ? Je ne sais pas ! »

► Cette centration sur soi peut décourager : l'enquête auprès de supposés témoins ne tournera-t-elle pas court, faute de souvenirs suffisamment vifs ? C'est l'une des difficultés de la technique. Ces « sujets » ne seront-ils pas alors enclins à inventer leur passé – délibérément parfois, mais plus souvent de façon involontaire ? C'est une autre difficulté.

► Une voie d'exploration de ces phénomènes consiste, étant donné une certaine offre praxéologique, à en tenter l'exploration d'une part à l'aide de témoins qui ont été en contact avec elle, et d'autre part par une étude directe d'icelle (si cela se peut).

e) En attendant d'avancer sur ces questions difficiles, je me contenterai d'exposer quelques éléments d'une enquête portant sur les 11 personnes déjà évoquées plus haut à propos du différenciateur sémantique. Vingt questions leur étaient soumises, toutes relatives à la *recherche d'information sur Internet* (RII). La consigne, présentée et commentée oralement, était la suivante.

Pour chacune des 20 questions suivantes, on ne vous demande ni de formuler une réponse à cette question, ni de dire si vous croyez connaître la (ou une) réponse. Mais on vous demande de préciser – en choisissant l'un des scores de 0 (contact nul) à 4 (contact approfondi) – *l'importance du « contact » que vous avez pu avoir avec une réponse éventuelle* à cette question (dans le cadre d'un cours, d'un stage de formation, d'une lecture personnelle, d'un échange informel, etc.), et cela même si vous avez tout oublié de cette réponse. On vous demande en outre, dans tous les cas, d'estimer (toujours sur une échelle de 0 à 4) votre désir actuel de disposer d'une réponse solide à la question considérée. Notez que l'ordre de présentation des questions, ci-après, est volontairement arbitraire.

Chaque question était présentée (sur papier) de la façon illustrée ci-après.

QUESTION 2. **Quelle différence y a-t-il entre un « site Web » et une « page Web » ?**

– Importance du contact avec une réponse :	0	1	2	3	4
– Votre désir actuel de disposer d'une réponse :	0	1	2	3	4

► Voici d'abord le total des scores attribués par les 11 enquêtés à chacune des vingt questions.

Q ₁	20	Q ₆	22	Q ₁₁	9	Q ₁₆	12
Q ₂	17	Q ₇	17	Q ₁₂	26	Q ₁₇	30
Q ₃	15	Q ₈	23	Q ₁₃	8	Q ₁₈	20
Q ₄	18	Q ₉	4	Q ₁₄	12	Q ₁₉	1
Q ₅	8	Q ₁₀	15	Q ₁₅	8	Q ₂₀	5

En triant ce tableau par score total croissant, on obtient ceci.

Q ₁₇	30	Q ₁₇	30	Q ₁₈	20	Q ₁₃	8
Q ₁₂	26	Q ₁₂	26	Q ₄	18	Q ₁₅	8
Q ₈	23	Q ₈	23	Q ₂	17	Q ₂₀	5
Q ₆	22	Q ₆	22	Q ₁₁	9	Q ₉	4
Q ₁	20	Q ₁	20	Q ₅	8	Q ₁₉	1

► Le score maximal que peut obtenir une question est de 44 (= 11 × 4) : la « moyenne » est donc de 22. On voit que 4 questions « ont la moyenne ». La première d'entre elles (score : 30/44) est la suivante – la chose n'étonnera pas.

Q₁₇. Dans un travail universitaire (mémoire, présentation, etc.), comment citer une page Web ? [30/44]

Voici ensuite les trois suivantes (scores respectifs : 26, 23, 22).

Q₁₂. Peut-on demander à un moteur de recherche de n'afficher que des résultats satisfaisant *a priori* certains critères (par exemple que des fichiers .doc ou .pdf, ou que des documents en telle langue ou encore figurant sur tel ou tel site, etc.) ? Comment le faire ? [26/44]

Q₈. Comment ouvrir un lien (présent sur une page Web) dans une nouvelle fenêtre ? [23/44]

Q₆. Comment peut-on copier tout ou partie du contenu d'une page Web apparaissant à l'écran afin de coller une telle image dans un fichier .doc ou .ppt ? [22/44]

Ici, une interprétation raisonnable serait que les enquêtés aient reçu récemment – au cours de l'année qui s'achève – un enseignement sur ces questions. C'est une étude directe de l'exposition praxéologique des enquêtés qui permettrait de répondre.

► Voici maintenant la liste des autres questions, classées par score décroissant.

Q₁. Quand on utilise un moteur de recherche, y a-t-il autre chose à savoir au-delà du fait de taper des mots clés et de lancer la recherche ? [20/44]

Q₁₈. On dit qu'un moteur de recherche « indexe » les pages du Web. En quoi cela

consiste-t-il et à quoi cela sert-il ? [20/44]

Q₄. Parmi les résultats affichés par un moteur de recherche, peut-il se glisser de la publicité ? Si oui, comment la reconnaître ? [18/44]

Q₂. Quelle différence y a-t-il entre un « site Web » et une « page Web » ? [17/44]

Q₇. Qu'est-ce exactement que le Web ? Est-ce différent d'Internet ? En quoi ? [17/44]

Q₃. Qu'est-ce qu'un portail ? Est-ce utile pour la recherche d'information ? [15/44]

Q₁₀. Existe-t-il des moteurs de recherche qui soient spécialisés dans la recherche d'images ? [15/44]

Q₁₄. Qu'est-ce qu'un annuaire ? Quand est-ce utile ? [12/44]

Q₁₆. Lorsqu'un moteur de recherche propose un résultat, que peut-on tirer de ce qu'il indique sur la page de résultats ? Que signifient les différentes indications qu'il affiche ? [12/44]

Q₁₁. Qu'est-ce que « le cache de Google » et à quoi cela peut-il être utile ? [9/44]

Q₅. Le moteur de recherche Google présente deux boutons, « Recherche Google » et « J'ai de la chance ». Si l'on clique sur le bouton « J'ai de la chance », on arrive directement sur une page Web. Comment cette page est-elle choisie ? [8/44]

Q₁₃. Il arrive que, lorsqu'on tape l'URL d'un site Web dans la barre d'adresse d'un navigateur, on arrive sur un autre site. Pourquoi cela ? Comment peut-on l'éviter ? [8/44]

Q₁₅. Avec un moteur de recherche, peut-on chercher les pages Web qui contiennent tel mot mais pas tel autre ? [8/44]

Q₂₀. Quand, par erreur, on tape une requête dans la barre d'adresse d'un navigateur, on obtient souvent des résultats comme s'il s'agissait d'un moteur de recherche (et non d'un navigateur) ? Pourquoi ? [5/44]

Q₉. Comment faire une recherche portant spécifiquement sur les groupes de discussion (newsgroups) ? [4/44]

Q₁₉. Comment faire pour utiliser Google News sans être chaque fois renvoyé vers Google Actualités ? [1/44]

► En dessous de 9/44, les scores totaux révèlent la présence de plusieurs contacts nuls. En fait, on observe beaucoup de contacts nuls...

Q ₁₁	0	4	0	0	0	1	3	0	1	0	0
Q ₅	0	0	1	2	0	1	4	0	0	0	0
Q ₁₃	0	0	1	1	0	4	1	0	0	1	0
Q ₁₅	0	0	0	1	0	2	4	1	0	0	0
Q ₂₀	0	0	0	1	0	0	3	0	1	0	0
Q ₉	0	0	0	1	0	0	2	1	0	0	0
Q ₁₉	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

► Malgré cela, les résultats obtenus dessinent assez clairement un portrait robot de l'exposition praxéologique des enquêtés en matière de RII (ils recoupent au reste ceux tirés d'une autre enquête analogue). Mais nous laisserons tout cela à la sagacité du lecteur intéressé.

► La question sur le « désir actuel de réponse » mérite un coup d'œil. On trouvera ci-dessous le tableau des scores rangés par ordre décroissant des scores à la question du contact (à gauche), puis (à droite) par ordre décroissant des scores à la question du « désir ».

Question	Contact	Désir de réponse
Q ₁₇	30	19
Q ₁₂	26	16
Q ₈	23	12
Q ₆	22	24
Q ₁	20	27
Q ₁₈	20	22
Q ₄	18	19
Q ₂	17	21
Q ₇	17	16
Q ₃	15	22
Q ₁₀	15	20
Q ₁₄	12	21
Q ₁₆	12	26
Q ₁₁	9	18
Q ₅	8	23
Q ₁₃	8	20
Q ₁₅	8	26
Q ₂₀	5	13
Q ₉	4	12
Q ₁₉	1	16

Question	Contact	Désir de réponse
Q ₁	20	27
Q ₁₅	8	26
Q ₁₆	12	26
Q ₆	22	24
Q ₅	8	23
Q ₃	15	22
Q ₁₈	20	22
Q ₂	17	21
Q ₁₄	12	21
Q ₁₀	15	20
Q ₁₃	8	20
Q ₄	18	19
Q ₁₇	30	19
Q ₁₁	9	18
Q ₇	17	16
Q ₁₂	26	16
Q ₁₉	1	16
Q ₂₀	5	13
Q ₈	23	12
Q ₉	4	12

► Ce qu'il faut sans doute noter d'abord, c'est que les scores de désir de réponse ne descendent pas en dessous de 12/44. Les questions les plus mal classées, Q₈ et Q₉, reçoivent à cet égard les scores suivants :

Q₈. 1 ; 0 ; 1 ; 3 ; 3 ; 0 ; 1 ; 2 ; 1 ; 0 ; 0.

Q₉. 1 ; 0 ; 0 ; 3 ; 2 ; 2 ; 2 ; 0 ; 1 ; 0 ; 1.

Il y a ainsi *un désir général de réponses*. Bien entendu, il y a, parmi les 11 enquêtés, des « désirants » et des « non-désirants », ainsi que le suggère le total des scores qu'ils ont attribués :

47 ; 33 ; 27 ; **61** ; 56 ; 53 ; 34 ; 24 ; 41 ; **6** ; 11.

Le plus désirant (19 scores 3 et un score 4 qui va à la question Q₂₀) arrive à 61/80. Le moins désirant a, quant à lui (quant à elle, en fait), attribué les scores suivants :

0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; 0 ; **2** ; 0 ; **1** ; 0 ; **3** ; 0.

Le score 1 est, en l'espèce, allé à Q₁₇ (sur la manière de citer une page Web), question qui a, on l'a vu, le plus fort score total de contact. Le score 2 va à Q₁₅ (sur la manière d'exclure tel mot de la recherche demandée) : c'est la question qui, après Q₁, suscite dans le groupe le désir de réponse le plus

fort. Le score 3 va à Q₁₉ (sur la façon d'arriver sur Google News sans être redirigé vers Google Actualités), question avec laquelle le contact du groupe a été le plus faible. Ici, le problème interprétatif est délicat !

3. Questions de style

a) L'année sera passée très vite. Le travail sur la construction d'un « style TAD » a été amorcé mais demeure largement devant nous.

b) Je voudrais donner encore une fois un exemple des problèmes que nous aurons à affronter. J'ai eu récemment à rédiger deux références bibliographiques relatives à des ouvrages collectifs. Le modèle APA est donné à ce sujet par l'exemple 25, p. 249, du *Publication Manual* ; le voici.

Gibbs, J. T., & Huang, L. N. (Eds.). (1991). *Children of color: Psychological interventions with minority youth*. San Francisco: Jossey-Bass.

Pour les ouvrages considérés, cela donnerait ce que voici.

Maury, S., & Caillot, M. (Eds.). (2003). *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.

Sensevy, G., & Mercier, A. (Eds.). (2007). *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et de l'élève*. Rennes : PUR.

Trois ou quatre points me semblent à examiner avant de valider ce format du point de vue du « style TAD ». Tout d'abord, bien entendu, il y a la virgule qui précède l'esperluette dans la liste des noms d'auteurs : cela correspond à un usage qui, bien installé dans la ponctuation de l'anglais, semble étranger aux usages de la langue française. Ensuite, il y a le point qui suit l'abréviation *Eds* : ce point abrégatif n'en est précisément pas un et, pour cela, ne se justifie pas en typographie française. Il y a aussi la lettre *s* qui marque le pluriel ; il y a enfin la question de l'accentuation de la capitale *E* dans *Eds*. Le lexique des règles typographique de l'Imprimerie nationale propose par exemple *Éts* comme abréviation de *Établissements*. Sur ce patron, il conviendrait d'écrire ici *Éds* pour « éditeurs » (au sens anglo-saxon bien sûr). On aurait donc finalement ceci.

Maury, S. & Caillot, M. (Éds). (2003). *Rapport au savoir et didactiques*. Paris : Fabert.

Sensevy, G. & Mercier, A. (Éds). (2007). *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et de l'élève*. Rennes : PUR.

Mais cela reste à débattre et à valider.

c) D'aucuns, qui se satisfont du patois viril que sans doute ils pratiquent, peuvent se demander pourquoi il faudrait prendre tant de peine ! La réponse que j'ai ébauchée est celle-ci : parce que la langue (française, ici) est un instrument partagé dont il faut *prendre soin* afin que cet instrument fonctionne au mieux au service de tous. Sur ce point, la comparaison avec

l'anglais fait apercevoir des attitudes très différentes, qui me portent à regarder la manière dont agissent nombre d'usagers du français comme une façon *patoise*, je l'ai dit, de traiter cette langue. Dès lors en effet qu'on ne sait plus dire comment il s'écrit parce que, depuis belle lurette, et collectivement (tout en pensant peut-être, au reste, qu'écrire serait une affaire *personnelle* !), le français ne saurait être sans offense proposé comme instrument de communication écrite au niveau international, par exemple. Il devient une langue qui se néglige, parce qu'on la néglige, n'en ayant plus un souci scrupuleux. Contre cette propension mauvaise, il faut définir et populariser une autre *politique de la langue* : telle est le principe que j'ai essayé de vous proposer.

d) On ne doit surtout pas confondre le point de vue précédent, qui recherche la bonne santé expressive d'une langue offerte à *tous* (et en particulier à ceux qui n'y sont pas nés), et le point de vue traditionnel des « puristes », qui ont pour la langue un intérêt surtout cosmétique, à fonction surtout distinctive. Cela noté, je voudrais ici montrer un symptôme que je n'ose dire subtil du *manque d'attention* dominant à la bonne santé de la langue française.

► On se souvient que, le 3 avril 2008, interrogé à brûle-pourpoint lors de l'émission *Le Grand Journal* de la chaîne Canal +, le ministre de l'Éducation nationale, Xavier Darcos, s'était montré incapable dans l'instant de conjuguer le verbe *naître* au passé antérieur, à la première personne du pluriel (« nous fûmes nés »). Or, me semble-t-il, cela nous renseigne moins sur le ministre que sur le piètre état de fonctionnement du passé antérieur !

► L'un des usages essentiels de ce temps, en effet, est en voie de disparition : il s'agit de son emploi avec l'expression *après que*. Selon l'usage correct, en effet, on ne doit pas dire *après que nous ayons fini...* (passé du subjonctif) mais *après que nous eûmes fini...* (passé antérieur de l'indicatif). Voici la notice consacrée à ce sujet dans le *Dictionnaire des difficultés du français* de Jean-Paul Colin (Le Robert, Paris, 1994).

APRÈS QUE constr. Cette locution conjonctive se construit régulièrement avec le passé antérieur de l'indicatif (moins bien avec d'autres temps du même mode) : *Après qu'il fut sorti, après que nous eûmes déjeuné. Après que les gendarmes eurent fait évacuer la salle, il avait dû se réfugier au poste de police* (Guilloux). *Le 15 mai, une semaine après qu'Adeline Serpillon eut rendu à qui de droit son âme ratatinée, Catherine [...] sonnait de bon matin à la porte d'Alain Bonillé* (Desproges). **Après que**, construit avec le passé composé, indique souvent une valeur répétitive : *Beaucoup ne saluent plus cette femme, même après que la fausseté de l'histoire a été démontrée* (Gerber). **Avant que** étant régulièrement suivi du subjonctif, on finit par construire, par analogie, *après que* et *avant que* avec le même mode : *Après qu'ils se fussent présentés l'un à l'autre* (Aragon). *Deux ans après que j'aie raconté les avatars et la rupture d'une amitié* (Beauvoir). *Après que Ruau les ait dûment prévenus de l'expérience* (Bazin). *Une seconde après que le Christ soit revenu dans toute sa gloire* (Cesbron). *Après que nous ayons bu* (Fons). *Après qu'il ait été blessé* (Mauriac). *Après que nous ayons bien ri* (Vialar).

► Comme on le voit, de bons auteurs (Aragon, Mauriac) franchissent l'interdit. Nous ne savons pas s'ils ont été en contact avec la réponse

rappelée ci-dessus à la question « Qu'utilise-t-on avec *après que* ? ». Par contraste, on peut se demander quelle exposition praxéologique a été celle de Pierre Desproges pour qu'il respecte, ainsi qu'on l'a vu, la règle traditionnelle. Il le fait au reste comme le font des générations de journalistes formés par quelques professeurs attentifs sur ce chapitre comme sur d'autres – tel Maurice Deleforge à l'École supérieure de journalisme de Lille.

e) Le dérèglement patoisant de la langue doit être aujourd'hui combattu afin que tous disposent d'un instrument expressif efficace et bien *réglé*. À titre d'exemple de ce travail de fond, on pourra se reporter à l'*Atelier typographique* de Wikipédia et tout particulièrement à la page http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Atelier_typographique#Apr.C3.A8s_que.2B_subjonctif, lieu d'un vif débat à propos de *après que*, où l'on verra l'un des intervenants avancer ceci « pour clore le débat » : « ... ma femme vient de me donner l'argument de la mort qui tue : remplacez mentalement “après que” par “une fois que”... Oseriez-vous écrire : “Une fois que je me sois levé”... ? » Le travail de reconstruction *de masse* d'un instrument linguistique *présentable* reste très largement à mener à bien.

4. PERSpectives

a) La grande question des PER, c'est-à-dire de l'*enquête codisciplinaire*, est à l'horizon de plusieurs initiatives dans lesquelles je me suis impliqué avec certains d'entre vous. J'en dirai quelques mots ici, pour terminer cette séance, et donc le séminaire de l'année 2007-2008.

b) Je mentionnerai d'abord un projet d'ouvrage collectif, porté par Ghislaine Gueudet et Luc Trouche, à paraître aux PUR dans la collection *Paideia* : il est consacré au « *travail documentaire des professeurs* ». J'ai accepté d'en rédiger l'un des chapitres de la partie 3 intitulée « Milieu, institution, curriculum, ressources ». Peut-être sous le titre *Mathématiques à enseigner : les ressources manquantes*, je m'apprête à insister sur les quelques points suivants.

► Traditionnellement, l'univers du professeur de mathématiques est *pauvre* du point de vue documentaire. À la rareté documentaire d'hier – liée à des raisons économiques mais aussi à un contrôle politique visant à bannir toute hétérodoxie dans la pratique du métier – fait écho aujourd'hui, par le truchement du Net, une pléthore (ce mot désigne un excès *malsain*) de ressources redondantes qui dessinent un « petit monde » répétitif, à plusieurs égards limité – et, en outre, enclavé dans l'étroit carcan de la documentation en « français ».

► Par contraste, l'offre praxéologique que la profession assure à ses membres est très largement incomplète : le *bruit* des ressources qui se copient et se répètent dissimulent trop souvent le *silence* qui suit les questions soulevant les véritables problèmes de la profession, parfois minuscules d'apparence, mais dont la négligence peut avoir des effets

détestables. Parmi la masse des « ressources », si je puis dire, il est beaucoup de ressources *manquantes*, c'est-à-dire de ressources absentes alors *qu'elles devraient être là* si la gestion du métier par la profession était plus satisfaisante.

► La production de ressources doit viser la résolution – collective – des problèmes de la profession, soit d'abord l'identification des questions Q qui se posent à la profession puis l'élaboration de réponses R visant, non la satisfaction « individualiste » de la demande, mais la prise en charge par la profession des besoins de ses membres dans l'exercice du métier. Pour cela, il convient de diffuser dans la profession l'équipement praxéologique utile à la conduite d'enquêtes codisciplinaires, ce que le schéma herbartien reproduit une fois encore ci-après donne à méditer.

$$(S(X, Y; Q) \Rightarrow R_1^\diamond, R_2^\diamond, \dots, R_n^\diamond, O_{n+1}, \dots, O_m) \Rightarrow R^\heartsuit.$$

c) Les choses bougent (en France) en matière de PER. La semaine dernière, un colloque s'est ainsi tenu à Lyon : je n'en étais pas, mais Marianna Bosch, qui y était invitée, m'en a dit du bien. Par ailleurs, dans le cadre d'un colloque intitulé *Efficacité & Équité en Éducation*, qui se tiendra à Rennes du 19 au 21 novembre 2008, j'ai proposé avec le concours de plusieurs d'entre vous, un symposium intitulé « Didactique de l'enquête codisciplinaire et des parcours d'étude et de recherche ». Je me contenterai ici d'en donner le résumé général (légèrement retouchée) : nous y reviendrons.

La didactique de l'enquête codisciplinaire est un secteur en plein développement de la *théorie anthropologique du didactique* (TAD). La notion clé peut être schématisée de la manière suivante. Une question Q étant posée, un système didactique $S(X; Y; Q)$ se forme autour d'elle : X est une communauté d'étude (une classe, une équipe d'élèves, une équipe de chercheurs, un journaliste, etc.) et Y un collectif (en général réduit : Y peut être l'ensemble vide) d'aides à l'étude et de directeurs de l'étude (professeur, tuteur, directeur de recherche, directeur de la rédaction, etc.). Le but de la constitution de ce système didactique est d'étudier Q , c'est-à-dire de chercher à lui apporter une réponse R qui satisfasse certaines contraintes *a priori*, dont celle de résister à sa mise à l'épreuve par la confrontation avec des « milieux » (adidactiques) appropriés. Le travail de X sous la conduite et la supervision de Y constitue l'enquête relative à Q , laquelle conduira à la formulation de la réponse R . Le bilan de ce travail peut être noté ainsi : $S(X; Y; Q) \rightarrow R$. Contrairement à une fiction scolaire commode mais trompeuse, une telle enquête ne mobilise que rarement un outillage praxéologique issu d'une unique discipline : la production de R procède généralement d'une hétérogénéité. En d'autres termes, et sauf exception, l'enquête fait « travailler » ensemble des outillages issus de plusieurs disciplines : elle est codisciplinaire. S'engager dans une telle enquête revient à s'engager dans un *parcours d'étude et de recherche* (PER) motivé par cette enquête même. Pour élaborer R , en effet, il convient de rassembler et d'organiser un milieu de travail M réunissant l'ensemble des ressources anciennes ou nouvelles dont X fera usage. Parmi ces ressources, certaines seront des réponses « toutes faites » à Q , validées par telle ou telle institution, et qu'on note pour cela R^0 (« R poinçon »), parce qu'elles sont censées avoir reçu une « estampille » institutionnelle. L'analyse de ces réponses fournira des matériaux pour la construction de la réponse R , elle-même notée maintenant $R^\heartsuit$. D'autres seront des œuvres O de la culture, quelle qu'en soit par ailleurs la « cote » culturelle, qui fourniront des outils d'analyse des réponses R^0 et de

construction de la réponse espérée $R^\forall$. Les œuvres O seront pour partie issues de diverses disciplines établies, même si certaines relèvent de « disciplines » non reconnues, parce que naissantes ou culturellement vilipendées. La notion de PER permet de subsumer un ensemble plus ou moins disparate de pratiques sociales de connaissance : recherche scientifique, enquête policière ou journalistique, etc. L'étude scolaire est pourtant ce qui semble le moins se prêter à une modélisation en termes de PER ; de fait, on peut peindre les formes les plus traditionnelles d'enseignement en disant que, si elle suppose bien une enquête à propos de Q , celle-ci est le fait de l'enseignant et s'opère en une autre scène que la classe ; l'élève, lui, se voit proposer une réponse R^0 toute faite, estampillée par le professeur, qui sera la réponse $R^\forall$ de la classe : il devra l'étudier, comme il l'aurait fait des réponses R^0 rapportées dans le milieu M par la classe X si le loisir lui en avait été donné. Le passage du schéma dégénéré correspondant au schéma évoqué ci-dessus, que l'on peut écrire de façon semi-développée $(S(X; Y; Q) \rightarrow M) \rightarrow R^\forall$, apparaît alors comme une ardente obligation d'une démocratie accomplie, où chaque citoyen ou collectif de citoyens doit pouvoir enquêter sur toute question qu'il lui plaira, en usant notamment d'un équipement praxéologique de base dont la formation scolaire l'aura muni. Cette transition démocratique, qui devient pensable, est pourtant loin encore d'être un fait, ou du moins un projet qu'il ne resterait qu'à accomplir. C'est en particulier ce que montrera la communication présentée par Berta Barquero et Marianna Bosch (Barcelone) relatant et analysant une expérience d'enseignement universitaire « par les PER ». Les PER d'aujourd'hui assoient souvent leur développement sur l'extraordinaire « dépôt d'instruction », comme on disait autrefois, que constitue le monde de l'Internet ; or la capacité collective et individuelle d'exploiter les ressources ainsi offertes à qui sait les voir demeure aujourd'hui encore sous-opérationnelle. La communication proposée par Caroline Ladage et Yves Chevallard (Aix et Marseille) le montrera à propos d'une population particulière de professionnels qui, quoi que le grand public n'en sache rien, ont fréquemment à se faire enquêteurs pour pouvoir exercer leur activité professionnelle : les cadres de santé et autres professionnels de ce domaine. La communication d'Odile Chenevez (Aix) explorera, elle, un univers praxéologique qui échappe souvent au regard du public, qui n'en saisit guère que les produits : celui de l'enquête journalistique, dont il est nécessaire de mieux connaître les praxéologies si, dans le projet d'une formation scolaire à l'enquête épistémologique en général, une formation efficace à l'enquête journalistique s'avère productive, notamment dans le cadre d'une généralisation de l'éducation aux médias. Pour qu'il en soit ainsi, encore faut-il que les futurs professeurs soient eux-mêmes initiés au rapport à la connaissance et à l'ignorance sans laquelle l'entrée dans une logique de l'enquête codisciplinaire ne saurait être effective. La communication présentée par Michèle Artaud (Marseille) et Gisèle Cirade (Toulouse) nous montrera que, si rien n'est impossible à cet égard, travailler à forger l'avenir n'est jamais chose facile.

d) D'autres projets ont été formulés. Dans le cadre du travail avec le collège du Vieux-Port à Marseille, et sous l'intitulé « Initiation à la recherche documentaire spécialisée en sciences, exploitation de l'information », une initiation à l'enquête codisciplinaire sera conduite à l'intention d'élèves du cycle central, avec l'aide de Christophe Bergèse. Ce travail de terrain sera en outre articulé à un projet élaboré par Paolo Boero, notre collègue de l'Université de Gênes, en réponse à un appel d'offres de l'Union européenne, sous le titre à rallonge *"Large scale dissemination and use of inquiry based teaching methods in the perspective of lifelong learning of mathematics: preparing tools; and creating teachers', students' and parents' consensus"*. Le titre, on le voit, semble avoir bien des affinités avec les problématiques développées dans ce séminaire. Je participerai modestement à ce projet,

d'une part dans une équipe dirigée par Alain Mercier, d'autre part, avec Caroline Ladage, dans une équipe dirigée par Marianna Bosch où nous nous sommes engagés sur le projet particulier décrit ci-après.

Developping a website for parents, students and teachers (indistinctively) with open inquiry subjects/questions and treatments of these subjects, where mathematics appear as a crucial (but usually not unique) tool to build up answers to these questions.

The website will be available in three languages (Spanish, Catalan and French) and will be designed and developped jointly by the Provence and the two Barcelona universities.

e) On aura observé l'expression *inquiry-based teaching*, qu'on ne saurait manquer de rapprocher de la notion de PER (et d'enseignement « par les PER »). L'encyclopédie Wikipedia contient un article intitulé "Inquiry-based learning" dont je reproduis ici le début.

Inquiry-based learning or inquiry-based science describes a range of philosophical, curricular and pedagogical approaches to teaching. Its core premises include the requirement that learning should be based around student questions. Pedagogy and curriculum requires students to work independently to solve problems rather than receiving direct instructions on what to do from the teacher. Teachers are viewed as facilitators of learning rather than vessels of knowledge. The teachers job in an inquiry learning environment is therefore not to provide knowledge, but instead to help students along the process of discovering knowledge themselves.

Inquiry-based learning is an instructional method developed during the discovery learning movement of the 1960s. It was developed in response to a perceived failure of more traditional forms of instruction, where students were required simply to memorize fact laden instructional materials (Bruner, 1961). Inquiry learning is a form of active learning, where progress is assessed by how well students develop experimental and analytical skills rather than how much knowledge they possess.

This type of instruction has great popularity, but like other approaches to education, its effectiveness is open to debate.

On voit que nombre d'ambiguïtés, fort communes et que je n'expliciterai pas ici, se glissent dans cette description. La vigilance épistémologique est de rigueur ; le débat est (presque) engagé.

That's all, folks!