

Vers une didactique de la codisciplinarité

Notes sur une nouvelle épistémologie scolaire

par Yves Chevallard
IUFM d'Aix-Marseille & UMR ADEF

Résumé. – Une foule de praxéologies scolaires émergentes – tel, en France, en fin de lycée, le dispositif des *travaux personnels encadrés* –, encore fragiles prises une à une sans doute, mais très insistantes à travers leur principe actif commun, ébauchent peu à peu un nouveau paradigme scolaire qui pourrait être la matrice d'une épistémologie plus authentique, en rupture de deux façons indissociables avec l'épistémologie scolaire dominante : d'une part, parce qu'elle induit une mobilisation (ou une construction) *fonctionnelle* de connaissances et de savoirs, en vue de répondre à une question motivée, qui délimite localement le champ de l'étude ; d'autre part, parce que les connaissances disciplinaires qu'une telle étude mobilise ou porte à construire interviennent alors de façon *codisciplinaire*, c'est-à-dire dans une synergie nécessaire avec des connaissances relevant d'une pluralité de juridictions disciplinaires, dont la question étudiée et son étude déterminent l'élection. Si la première règle est familière aux didacticiens (sinon au monde scolaire qu'ils étudient), la seconde l'est beaucoup moins, parce que la science didactique a repris en écho un trait vécu comme définitoire du monde scolaire (plutôt que savant) : la fragmentation, l'enfermement, voire l'agressivité disciplinaire sur lesquels ce monde s'est bâti. Une didactique de la nouvelle épistémologie scolaire est ainsi en grande partie à penser.

Version retouchée du 19 mai 2004

1. Systèmes didactiques

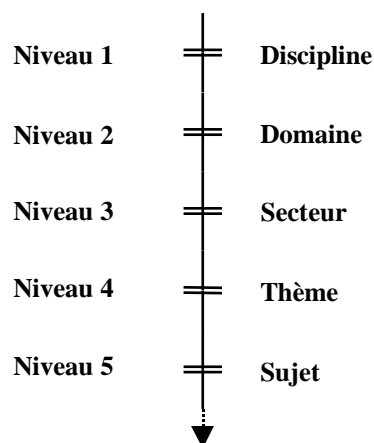
1.1. La situation la plus générale qu'on puisse regarder comme une situation *d'étude et de recherche* peut commencer à se formaliser ainsi. Elle suppose une première entité qui est un *collectif d'étude et de recherche* X fait d'un certain nombre de *personnes* : la seule condition imposée est que X soit un ensemble... *fini*, et, surtout, *non vide*. (Bien entendu, X peut être un « singleton », c'est-à-dire peut ne contenir qu'un élément.) Deuxième entité nécessaire, un collectif Y de personnes appelées de manière générique des *aides à l'étude* : Y , cette fois, peut fort bien être *vide*. Enfin, troisième entité, un *programme d'études*, P : ce qu'est P constitue, en partie, le problème que je voudrais discuter ici.

1.2. Le *système didactique* ainsi constitué peut être noté $\Sigma = S(X ; Y ; P)$. Le *fonctionnement* de Σ devrait produire d'un même mouvement l'apparition (éventuellement par remaniement de rapports déjà existants) de *rapports personnels* déterminés, $R(x ; o)$, des membres x du collectif X à certains objets o qu'activent l'étude de P et l'émergence de *rapports institutionnels* $R_{\Sigma}(X, o)$, à la fois condition et conséquence de la création des rapports $R(x ; o)$, lesquels doivent se révéler *conformes* à ces rapports institutionnels : pour tout $x \in X$, $R(x ; o) \cong R_{\Sigma}(X ; o)$. (Ce que doivent être les rapports $R_{\Sigma}(X ; o)$ est une autre question, sur laquelle on reviendra.)

1.3. Deux ou trois questions solidaires se posent alors : qu'est-ce que P désigne comme « à étudier » ? Et qu'est-ce alors qu'étudier ce que P désigne ainsi ? En quoi cela consiste-t-il ? Et que sont les « produits » de l'étude ?

2. Le problème : un rapport formel à la connaissance

2.1. De quoi est fait le programme d'études et de recherche P , en général ? En nombre de « disciplines » établies dans le système scolaire, on trouve aujourd'hui une structure faite de plusieurs *niveaux*, que résume le schéma ci-après.



2.2. Les niveaux supérieurs sont généralement tout à fait explicites dans le texte d'un programme officiel, comme le montre la lecture du programme de physique-chimie (SPC) ou des sciences de la vie et de la Terre (SVT) du cycle central du collège.

Programme de physique-chimie du cycle central du collège (classes de 5^e et 4^e)

Domaine A. – À la découverte de notre environnement, la matière

Secteur A1. – L'eau dans notre environnement [20 h]

Secteur A2. – L'air qui nous entoure : le dioxygène [10 h]

Secteur A3. – Notre environnement (synthèse) [2 h]

Domaine B. – La Lumière [16 h]

Secteur B1. – Sources de lumière

Secteur B2. – Propagation rectiligne de la lumière

Secteur B3. – L'œil, un détecteur de lumière

Domaine C. – Le courant électrique [12 h]

Secteur C1. – Le courant électrique en circuit fermé

Secteur C2. – L'intensité et la tension en courant continu

Programme de sciences de la vie et de la Terre du cycle central du collège (classes de 5^e et 4^e)

Domaine A. – Fonctionnement du corps humain et santé [19 h]

Secteur A1. – Le mouvement et sa commande [6 h]

Secteur A2. – Fonctionnement du corps et nutrition [13 h]

Domaine B. – La transmission de la vie chez l'Homme [8 h]

Domaine C. – Des êtres vivants dans leur milieu [18 h]

Secteur C1. – Respiration et occupation des milieux [10 h]

Secteur C2. – Reproduction sexuée et pérennité des espèces dans les milieux [8 h]

Domaine D. – La Terre change en surface [28 h]

Secteur D1. – L'évolution des paysages : roches, eau, atmosphère, êtres vivants [16 h]

Secteur D2. – L'évolution des paysages : effets de l'activité interne du globe [12 h]

Domaine E. – La « machine Terre » [6 h]

Domaine F. – Histoire de la vie, histoire de la Terre [10 h]

2.3. Ces tableaux laissent voir le relatif arbitraire de la classification adoptée : on aurait pu par exemple s'attendre en SPC à deux grands domaines, le domaine de la chimie regroupant les secteurs de l'eau et de l'oxygène, celui de la physique juxtaposant optique et électricité. De même, on aurait pu attendre en SVT un sur-domaine de la biologie rassemblant les domaines A, B et C et un sur-domaine de la géologie (ou des sciences de la Terre) réunissant les domaines D, E et F. Notons en passant un fait qui, à plusieurs égards, n'est pas sans importance : la lisibilité *atténuée* du découpage effectivement adopté, pour l'œil de qui n'est pas du sérail...

2.4. Les niveaux plus fins de description programmatique – *thèmes* et *sujets* – font souvent l’objet d’un traitement plus flou. Il est utile, pour y voir plus net, de disposer d’un formalisme dont je rappelle rapidement les principaux éléments, en commençant par le cas le plus simple : on considère un certain *type de tâches* T et, pour accomplir les tâches t du type T , une *technique* τ reposant elle-même sur une certaine *technologie* θ , « discours » raisonné qui justifie, éclaire et permette de « produire » (ou de « rétro-produire ») la technique τ , cette technologie étant à son tour soutenue par une *théorie* Θ . On obtient ainsi un quadruplet noté $[T/\tau/\theta/\Theta]$, nommé *praxéologie* (ponctuelle, le « point » étant le type de tâches T) : $[T/\tau]$ y représente la *praxis* (ce qu’il y a à faire et comment le faire), ou la « pratique » (si l’on regarde plutôt du côté de T), ou le « savoir-faire » (si l’on regarde plutôt du côté de τ), tandis que $[\theta/\Theta]$ y figure le *logos* (comment penser le faire et comment penser cette pensée du faire), qu’on nomme encore le « savoir » (si l’on regarde plutôt du côté de θ) ou la « théorie » (si l’on regarde plutôt du côté de Θ), ces quasi-synonymies concrétisant une partie du problème traité ici. Cela noté, le type de tâches T , ou plutôt la question, qu’on peut noter Q_T , « Comment accomplir les tâches du type T ? », peut être regardé comme un *sujet d’étude* : la praxéologie $[T/\tau/\theta/\Theta]$ constitue alors ce que l’étude de T doit permettre de construire – la réponse R_T à la question Q_T . C’est ainsi que, dans le programme de SVT, le secteur A1 comporte l’étude du type de tâches suivant : « Expliquer un mouvement en identifiant les organes qui interviennent et leur rôle » et en particulier « compléter et annoter un schéma fonctionnel du dispositif mis en jeu lors d’un mouvement au niveau d’un membre ». Un commentaire du programme précise bien qu’il s’agit là d’un *type de tâches* :

« Les os, muscles, articulations sont désignés, mais c’est leur rôle dans le mouvement qu’il s’agit de comprendre. Lors d’une évaluation portant sur un autre mouvement, les noms des organes étant fournis, l’élève doit pouvoir identifier ce rôle. Ainsi, utilisés dans l’étude du mouvement choisi, lors d’évaluations portant sur d’autres mouvements ou à propos d’accidents du squelette, les noms des principaux os des membres et de leurs articulations sont à retenir. »

Un élément d’une technique possible est explicité en ces termes :

« Description des déformations musculaires perçues sous la peau lors d’un mouvement simple. »

Un élément technologique éventuel est condensé dans l’énoncé suivant :

« Les os, organes rigides, se déplacent les uns par rapport aux autres au niveau des articulations, où ils sont maintenus entre eux par des ligaments ; le cartilage articulaire et la synovie facilitent leur glissement. »

Et on peut sans doute voir dans le passage suivant l’affirmation d’un élément *théorique* (à ce niveau d’étude), qui prend ici la forme d’un principe de « complémentarité » :

« À propos d’une activité motrice, sportive par exemple, le rôle complémentaire des différentes fonctions est mis en évidence : c’est dans cette perspective de complémentarité que chacune de ces fonctions est envisagée. »

2.5. La structure du programme assure qu’une praxéologie ponctuelle n’est pas isolée : très généralement, elle partage avec d’autres praxéologies ponctuelles une commune technologie. Dans le cas pris en exemple jusqu’ici, on voit ainsi le programme désigner quatre types de tâches T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , qu’on peut regarder comme soutenues par un même ensemble technologique réuni sous la juridiction du principe de « complémentarité », que chacune des praxéologies ponctuelles mobilise de manière spécifique :

T_1 . « Compléter et annoter un schéma fonctionnel du dispositif mis en jeu lors d’un mouvement au niveau d’un membre. »

T_2 . « Identifier, à partir d'un document, les organes susceptibles d'intervenir, et indiquer le trajet des messages nerveux, dans la commande d'un mouvement. »

T_3 . « Identifier, à partir de documents, la nature d'une lésion du squelette ou de la musculature affectant le mouvement. »

T_4 . « Relier des déformations du squelette à des habitudes posturales, des défaillances du système nerveux à des habitudes de vie. »

On passe ainsi de praxéologies ponctuelles, sortes d'isolats épistémologiques, à une praxéologie *locale*, qu'on peut noter $[T_i/\tau_i/\theta/\Theta]_{1 \leq i \leq 4}$.

2.6. C'est alors qu'un renversement déterminant peut se produire dont on brosse ici le mécanisme préparatoire (en se limitant à θ : des remarques analogues pourraient être faites pour Θ). Dans une praxéologie locale $[T_i/\tau_i/\theta/\Theta]_{1 \leq i \leq n}$, la structure du bloc technologique θ peut en règle générale s'exprimer sous la forme $\theta = \check{\theta} \oplus \sum_{1 \leq i \leq n} \theta_i$. À un noyau technologique $\check{\theta}$ (« θ caron ») se sont agrégés des « compléments » technologiques propres à fournir une technologie $\check{\theta} \oplus \theta_i$ spécifique de τ_i , pour $i = 1, 2, \dots, n$. Cette structure conserve ainsi la trace d'une genèse que l'on peut dépeindre ainsi : tirant profit d'un noyau technologico-théorique primitif, fruit de genèses praxéologiques antérieures, l'étude du type de tâches T_1 a produit une première praxéologie (ponctuelle) de la forme $[T/\tau/\dots/\dots]$, qui intègre un bloc technologico-théorique enrichi de manière appropriée. À cela a alors succédé l'étude d'un nouveau type de tâches, T_2 , appuyée sur ce bloc technologico-théorique et l'enrichissant à son tour en fonction des besoins de l'étude. Et ainsi de suite. Une « décantation » du bloc technologico-théorique permet ensuite de réorganiser la praxéologie locale de la forme $[T_i/\tau_i/\dots/\dots]_{1 \leq i \leq n}$ obtenue par ce procédé, en dégageant un noyau technologique $\check{\theta}$ et des compléments spécifiques θ_i .

2.7. Une certaine patine institutionnelle va alors effacer la différenciation interne de θ en ses composants technologiques hétérogènes que sont $\check{\theta}$ et les θ_i ($1 \leq i \leq n$), pour ne plus donner à voir que *la* technologie θ , celle-ci formant, en association avec quelques éléments théoriques, un bloc de savoir $[\theta/\Theta]$ supposé porter en lui-même le principe de sa genèse. Le programme d'études s'énoncera dès lors, non en termes de questions Q_1, \dots, Q_m génératrices des savoirs $S_1 = [\theta_1/\Theta_1], \dots, S_m = [\theta_m/\Theta_m]$, *mais directement en termes de savoirs*. En d'autres termes, les « savoirs à enseigner », qui, en bonne épistémologie, sont créés fonctionnellement comme des outils de production et de justification des réponses $R_1 = [T_1/\tau_1], \dots, R_m = [T_m/\tau_m]$ aux questions Q_1, \dots, Q_m , deviennent des œuvres regardées comme ayant valeur en soi, et commandent désormais toute la diffusion scolaire des connaissances. Un pas de plus, et on risque fort d'oublier d'abord les questions Q , ensuite les réponses R (qui, lorsque les questions ont été oubliées, n'apparaissent déjà plus comme des réponses), pour ne retenir que ce qui aurait dû permettre de les engendrer, les savoirs $S_j = [\theta_j/\Theta_j]$. On est là sur la pente de la *monumentalisation* des savoirs enseignés et d'un enseignement *formel* et *immotivé* procédant par pur « recopiage », lieu d'une consommation culturelle engendrant, à côté de quelques boulimies de connaissances, d'innombrables anorexies scolaires.

3. Vers un rapport fonctionnel à la connaissance

3.1. L'évolution dépeinte dans ce qui précède a suscité, de la part de l'institution scolaire (et d'abord de sa noosphère), une réaction dont le principe a déjà été évoqué : un savoir S est une conséquence et une condition de la volonté d'apporter des réponses R à des questions Q , et c'est ainsi que l'École doit le faire apparaître – non comme un produit anhistorique, mais comme le résultat d'un processus de création et de recréation (par transposition) impulsé par

une histoire vécue *hic et nunc*. D'où le fait de vouloir « partir » de questions, qu'atteste certains programmes scolaires actuels. À propos de l'étude (en 5^e) du secteur A1, « L'eau dans notre environnement », les questions suivantes sont ainsi mises en avant par le programme de SPC :

Q₁₁. « Où trouve-t-on de l'eau ? Quel rôle joue-t-elle dans notre environnement et dans notre alimentation ? »

Q₁₂. « Comment obtenir de l'eau "limpide" ? Une eau limpide est-elle une eau pure ? »

Q₁₃. « Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous la pression atmosphérique) ? »

Q₁₄. « Peut-on dissoudre dans l'eau n'importe quoi et en n'importe quelle quantité (sucre, sel, sable...) ? »

Q₁₅. « Peut-on mélanger de l'eau avec d'autres liquides (alcool, huile, pétrole) ? »

Semblablement, à propos de l'étude (en 4^e) du secteur A2, « L'air qui nous entoure : le dioxygène », les questions suivantes sont mises en exergue :

Q₂₁. « De quoi est composé l'air que nous respirons ? Est-il un corps pur ? »

Q₂₂. « L'air a-t-il un volume propre ? A-t-il une masse ? »

Q₂₃. « Qu'est-ce que brûler ? »

Q₂₄. « Comment peut-on obtenir du dioxygène ? »

Mais on ne s'arrache par là que très partiellement à la dérive monumentaliste : dans une continuité non entamée avec la pensée *applicatinniste* de l'épistémologie scolaire classique, il semble que, plutôt qu'elle n'est *forcée* – comme moyen, non comme fin – par le *projet* de répondre aux questions ci-dessus, la visite de certains « monuments » des sciences physiques et chimiques est ici simplement l'*occasion* de répondre à quelques questions d'allure plus ou moins familière... Ainsi, s'agissant de la question « Que se passe-t-il quand on chauffe ou refroidit de l'eau (sous la pression atmosphérique) ? » (Q₁₃), le programme énonce-t-il les éléments technologiques suivants :

θ_{131} . « Sous une pression donnée, la température de changement d'état est fixe. »

θ_{132} . « Le changement d'état est inversible :

– par chauffage, l'eau passe de l'état solide à l'état liquide, de l'état liquide à l'état gazeux ;

– par refroidissement, l'eau passe de l'état gazeux à l'état liquide, de l'état liquide à l'état solide. »

De fait, le programme propose les questions reproduites ci-dessus sous une rubrique intitulée *Exemples d'activités* : ces questions se présentent ainsi comme subordonnées à ce que le programme range sous l'étiquette *Contenus-notions*, éléments technologiques (tels θ_{131} et θ_{132}) qu'il s'agit d'« amener » à partir d'« activités », par contiguïté culturelle ou formelle plutôt que par la recherche d'une réponse scientifiquement construite à une question génératrice.

3.2. La « révolution » épistémologique n'est ici qu'incomplètement accomplie. Selon le mot d'Antonio Gramsci (1891-1937), « *il vecchio muore e il nuovo non può nascere* » : l'épistémologie scolaire ne parvient pas à se réformer. D'un côté, formalisme et monumentalisme dessinent, on l'a suggéré, la forme principale de nécrose de l'enseignement scolaire. Cette dérive spontanée est aussi, notons-le en passant, le choix délibéré d'une réaction qui s'autoproclame salvatrice – « Sauvons les maths ! », « Sauvons les lettres ! » – et qui, enivrée de *vintage mathematics* et autres passésismes, prône un retour aux savoirs supposés « fondamentaux » – *Back to Basics!* –, guidé en cela par un mimétisme nostalgique qui, parce qu'elle refuse d'assumer le fonctionnement effectif des connaissances et des savoirs, tend à ramener l'enseignement scolaire à une muséographie d'œuvres sanctifiées. D'un autre côté, pourtant, lorsqu'on tente de parcourir une autre voie en mettant les questions *Q* au point de départ et les réponses *R* au point d'arrivée, la pesanteur du passé se traduit par

la domination à peine paradoxale d'une posture en vérité occasionnaliste. Peu importe alors, à la limite, la réponse R apportée à la question Q , pourrait-on dire ; il suffira que son élaboration soit l'occasion de rencontrer des savoirs reconnus et d'amorcer des apprentissages orthodoxes ! On aperçoit ici une forme seconde, mais non moins agissante, de dépérissement – celui d'une École où le désir de connaissance s'émeuse au profit du « faire semblant », où la recherche de la vérité importe plus comme attitude culturelle que par la vérité qu'elle permet d'établir et de diffuser, où les savoirs sont des biens culturels distinctifs sans fonction épistémologique autre qu'occasionnelle.

3.3. Face à ces régressions explicites ou dissimulées, une autre voie, à peine reconnue à ce jour, s'ouvre. Son tracé procède d'un point de vue autre, au double plan épistémologique et didactique. Première balise : les savoirs S sont des machines à produire des connaissances utiles à la création de réponses R à des questions Q . C'est ainsi que, dans l'activité humaine extrascolaire, les savoirs ont été engendrés et sont mobilisés, remaniés, développés, élagués, etc. – et non pour être exposés comme en un musée, visités, vénérés. Deuxième balise : contre le point de vue *monumentaliste*, qui donne le primat à l'étude « à vide » des savoirs et rejette au second plan, voire oblitère, les couples (Q, R) , le point de vue *fonctionnel* met au premier plan les couples (Q, R) , et ne promeut un savoir S qu'à proportion de son utilité éprouvée dans l'étude de questions Q et l'élaboration de réponses R . Le premier point de vue sacrifie sans ambages les *fonctions* d'un savoir S comme outil de production de connaissances au profit de la rencontre « directe », explicite, formelle avec la *structure* de S – le pari étant, quand pari il y a, que les usages idoines de S s'imposeront d'eux-mêmes le moment venu. Le second point de vue conduit à considérer au contraire qu'un savoir est sacrifié, y compris dans ses usages ultérieurs éventuels, dès lors qu'il n'est jamais apparu comme ce qui permet de répondre à certaines questions, de résoudre certains problèmes, lorsque, donc, on ne l'a jamais rencontré dans le cadre d'une mobilisation transpositive de nature *fonctionnelle*. Tels sont les principes du tracé d'un « nouveau cours » qui ne serait pas un excursus...

3.4. La mise en œuvre d'un semblant de point de vue fonctionnel a été corrélée, depuis deux décennies environ, avec la promotion didactique des « activités ». Cette pratique « activiste » est aujourd'hui assez ancienne pour qu'un fait soit regardé ici comme acquis : les « activités » n'ont pas véritablement permis de passer d'une pratique monumentaliste à une pratique fonctionnelle. Deux points d'arrêt peuvent, à cet égard, être identifiés. Le premier tient en un effet de domination de l'idéologie monumentaliste : en règle générale, les « activités » proposées ont moins pour but de répondre à quelque question Q jugée cruciale, et dont l'étude rendrait très improbable le fait de ne pas rencontrer, à titre d'outil efficace voire exclusif, un certain savoir S désigné par avance, que de ménager une transition avec le moment, tenu pour seul décisif, de la rencontre *frontale* avec (la structure de) S ; d'où, au reste, l'habitude, si naïvement révélatrice, de les désigner comme des activités *préparatoires*. Le second point d'arrêt est d'une autre nature (même si, en pratique, il paraît lié au premier, dont on peut mettre du temps à le distinguer). Supposant en effet dépassé le premier obstacle, les « activités » ayant fait place à des AER, des *activités d'étude et de recherche*, ordonnées à la co-construction de réponses R à une question Q et de savoirs S fonctionnellement désirables, le « nouveau cours » bute sur un autre obstacle : des AER réputées *ad hoc*, et donc isolées, structurellement et fonctionnellement, ne résistent guère à une écologie scolaire encore fortement monumentaliste : très rapidement, elles sont comme emportées par la formidable pression exercée par les savoirs en manque d'enseignement...

3.5. Dans le cas de la classe de mathématiques, ce blocage dirimant conduit à envisager une modification décisive de l'écologie de l'étude scolaire, par l'arrimage du temps didactique

non plus à la succession des savoirs à enseigner abordés d'un point structurel (comme dans la pratique classique, encore essentiellement dominante), et pas davantage à une succession d'AER dont chacune ne ferait guère que représenter, telle une ambassade avenante, un savoir monumental prenant sa place dans une procession pour l'essentiel inchangée (comme on le voit dans l'enseignement semi-rénové actuel), mais à ce qu'on nommera des *parcours d'étude et de recherche* – des PER –, chantiers bien trop vastes et, *a priori*, bien trop sous-déterminés pour qu'on les prétende dédiés au « forçage » de tel ou tel ensemble *précis* de savoirs *S*. Un PER est engendré par une question *Q* à *fort pouvoir générateur*, susceptible d'imposer de nombreuses questions dérivées et de conduire ainsi à rencontrer un grand nombre de savoirs à enseigner – et quelques autres, qui marqueront la limite provisoire du chantier. L'ensemble des PER d'une année scolaire doit idéalement permettre de « couvrir » le programme sans lacune, mais non sans un certain nombre de redondances utiles aux apprentissages. Sans viser aucunement à satisfaire ici ce critère de bonne couverture, donnons, à titre de simple illustration, quelques thèmes de PER que l'on pourrait situer dans une classe de mathématiques de 4^e. On pourra, dans ce cadre, envisager par exemple un PER portant sur la question « Comment calculer sur des “grands nombres” ? » – comment, par exemple, obtenir de manière fiable l'expression décimale exacte de l'entier 123456789⁴ quand on ne dispose que d'une petite calculatrice ? (On a $123456789^4 = 232305722798259244150093798251441$, résultat à portée de calculatrice – et de main – en écrivant que $123456789 = 123 \times 10^6 + 456 \times 10^3 + 789$, etc.) On pourra encore lancer un PER centré sur la question « Comment contrôler au mieux ses calculs (numériques, mais aussi algébriques) à l'aide d'une calculatrice ? » – comment, par exemple, s'assurer si l'on a bien l'égalité $\frac{420}{595} = \frac{12}{17}$ ou l'identité $(5x + 1)(2x - 3) = 10x^2 - 13x - 3$? On pourra, de même, proposer aux élèves de s'interroger au long cours sur la question « Comment déterminer si la réciproque d'un théorème est démontrable ou, au contraire, est réfutable ? » – comment déterminer par exemple si un triangle dont deux bissectrices ont même longueur est bien isocèle ? Mais on pourra aussi articuler le temps didactique à des PER d'apparence plus ciblés, afin d'amener sur le devant de la scène didactique des ingrédients du programme qui risqueraient sinon d'en être refoulés, comme il en va, entre autres, avec la notion d'*indice* en 4^e. (Comment, ainsi, par exemple, comparer les variations de deux quantités variables ? Un prix qui passe de 3,5 € à 5,2 € augmente-t-il plus, ou moins, qu'un prix qui augmente de 4,7 € à 6,9 € ? Etc.)

3.6. Du fait même de son caractère ouvert, le questionnement engendré par un PER « disciplinaire » (en mathématiques, en physique, en biologie, en histoire, etc.) déborde généralement du cadre strict de la discipline au sein de laquelle il est envisagé. Comment, en classe de mathématiques, parler valablement d'*indice*, par exemple, sans mentionner quelques-uns des usages les plus communs en dehors des mathématiques (le programme mentionne... la géographie) de cet outil numérique ? Considérons encore cet autre exemple, qui participe du même souci de mettre en avant une question souvent parcimonieusement travaillée, celle des *volumes* : « Comment calculer le volume d'un objet ? » – comment, par exemple, calculer le volume d'un tas de pierres, d'un talus, d'un fossé ? On touche, avec cette dernière question, à des pratiques sociales immémoriales, dont toute trace a été anciennement gommée de l'enseignement général et qui devront pourtant, sauf à limiter arbitrairement le travail à accomplir, faire l'objet d'une *enquête* même rapide – par exemple autour de la question « Qui se soucie de calculer des volumes aujourd'hui ? »... Un PER « en mathématiques » est ainsi presque nécessairement, de par son absence de normalisation épistémologique *a priori*, une affaire de mathématiques *mixtes*, où des objets mathématiques, majoritaires, se mêlent à des objets relevant d'autres univers de l'activité humaine.

3.7. Le phénomène de débordement disciplinaire est évidemment plus net encore si l'on choisit de s'interroger, fût-ce à *partir* des mathématiques ou de telle autre discipline que l'on voudra, sur des phénomènes qui relèvent plus franchement encore d'une sphère *a priori* tout autre : ainsi en irait-il, par exemple, si l'on décidait d'un parcours d'étude et de recherche impulsé par la question « Pourquoi existe-t-il différents modes de scrutin ? », cas dans lequel des coopérations entre plusieurs disciplines scolaires seraient sans doute envisagées. En vérité, rester mentalement dans le cadre des disciplines établies, c'est encore donner une secrète primauté à la logique monumentaliste. Car on doit admettre qu'une question Q soulevée en une institution donnée n'est pas *a priori* « territorialisée » sur la carte des disciplines de connaissance reconnues et qui pourraient concourir à son élucidation – sauf à prendre le risque de laisser jouer de pures connivences culturelles, sources d'éventuelles méprises épistémologiques. (Avant la Seconde Guerre mondiale, les services britanniques chargés de « casser » les codes employés par l'armée allemande avaient cru bon de recourir à des épigraphistes spécialistes des langues anciennes, qui furent regardés en un premier temps comme les mieux à même de déchiffrer les messages interceptés... Ce n'est qu'à la veille de la guerre qu'ils feront appel à des mathématiciens de haut niveau, parmi lesquels Alan Turing lui-même.) Il restait donc un pas à franchir, en posant la question Q à étudier hors de tout cadrage disciplinaire strictement déterminé. On sait que la chose se pratique aujourd'hui quasiment, dans le système éducatif français, depuis la création, à la rentrée 2000 (en classe de 1^{re}), des *travaux personnels encadrés* (TPE), dont l'ancêtre immédiat sont les *travaux d'initiative personnelle encadrés* (TIPE) introduits dans les classes préparatoires aux grandes écoles (CPGE) à la rentrée 1995, et dont l'un des cousins sont les *itinéraires de découverte* (IDD) mis en place en 5^e à la rentrée 2002. Sans entrer ici dans le détail de ces dispositifs institutionnels particuliers, on soulignera simplement, pour avancer, que, saisis à un certain niveau de généralité, ils relèvent d'un schéma épistémologique commun, celui de ce que l'on continuera ici de nommer, de façon générale, un PER – un parcours d'étude et de recherche.

4. Vers une didactique des PER

4.1. « En quoi la radioactivité est-elle dangereuse ? » La question est plus souvent posée qu'elle n'est travaillée de manière précise. En terminale scientifique, par exemple, la radioactivité a les honneurs de la classe de mathématiques, où l'on fait référence à son propos au cours de physique, dans lequel ce thème occupe en effet une place non négligeable. Mais nulle place véritable n'est dévolue aux *dangers* de la radioactivité : le programme de SVT, par exemple, ne se préoccupe de radioactivité qu'en sciences de la Terre, à propos de... *datation*. C'est ainsi donc qu'un lycéen d'aujourd'hui découvrira le modèle mathématique de la désintégration radioactive – qui, à condition de négliger les ordres de grandeur, porterait à l'optimisme... –, alors que sa rencontre restera très improbable avec tel autre modèle exponentiel, beaucoup plus sombre (le nombre n de molécules *non* endommagées lorsqu'une cellule est soumise à une dose D de radiations ionisantes est de la forme $n = n_0 e^{-kD}$, $k > 0$: ce nombre *décroît* donc *exponentiellement*). Poser la question des « dangers de la radioactivité » est ainsi une manière de pointer un blanc des discours que, en un sens large – en y incluant notamment le discours scolaire –, nous nommerons « médiatiques ».

4.2. L'exemple précédent illustre deux ordres de faits. D'une part, il suggère que, sauf exception, et au moins dans le cadre des études scolaires, un PER se voit tenu de se situer par rapport à un certain « programme », qu'il ne devra déborder qu'exceptionnellement. Cette limitation formelle peut toutefois être modifiée, sinon à volonté, du moins assez largement, par la création de dispositifs de formation scolaire organisant par exemple la mise en synergie de plusieurs disciplines, c'est-à-dire permettant – voire impulsant – l'abord *codisciplinaire* de

la question *Q* au principe du PER. Ainsi en va-t-il actuellement, même si la réalité est imparfaite, avec les TPE, où un travail sur les dangers de la radioactivité pouvait fort bien être développé récemment encore – à l’enseigne du thème « Risques naturels et technologiques » officiellement retenu par le ministère de l’Éducation nationale – en associant les trois disciplines citées plus haut (mathématiques, SPC, SVT). (Notons que, à propos de radioactivité, le programme de SVT prend soin de préciser : « une coordination entre les enseignants des disciplines scientifiques pourra être développée à ce sujet » ; mais il ne s’agit alors de coordonner que ce qui, en matière de radioactivité, est inclus dans les programmes actuels.) D’autre part, ce même exemple des dangers de la radioactivité rappelle que les questions mises au principe d’un PER sont rarement un donné évident, et sont souvent, si l’on peut dire, un « refusé », qu’il faut conquérir *contre* l’inertie du questionnement institutionnel et personnel « orthodoxe » ; contre, en conséquence, une certaine *censure*, qui définit, au niveau institutionnel ou, simplement, personnel, le correct et le moins correct, ou le tout à fait incorrect, s’agissant des questions qu’on osera poser, c’est-à-dire des ignorances qu’on osera proclamer. La pratique du questionnement « libre », c’est-à-dire, si peu que ce soit, libéré, et libérateur bien sûr, voit ainsi fleurir des obstacles prenant la forme de *questions-écrans*, formations de compromis qui travestissent et font méconnaître les interrogations « ombilicales » qu’une personne ou une institution porte en elle.

4.3. À quelque niveau d’érudition qu’elle se formule, une question authentique a quelque chose de *naïf*, parce que la matière sur laquelle elle porte est par définition mal connue. Telle est l’une des raisons qui font de la formulation de questions une *ascèse intellectuelle, personnelle et institutionnelle*. Cette ascèse, il est vrai, semble être devenue largement étrangère à la culture scolaire moyenne, toute pétrie de *dénégation de l’ignorance*. Cet état de choses, qui, de manière à peine paradoxale, s’est imposé au public cultivé à partir de la seconde moitié du XVIII^e siècle, doit ici faire leur place à certains aspects d’un rapport à l’ignorance familier encore aux membres de la « République des Lettres » dans la première moitié du XVII^e siècle, *et qui reste celui des chercheurs* dans l’ensemble des domaines où se déploie aujourd’hui l’activité scientifique : on rappellera, à cet égard, l’illustre figure de Marin Mersenne (1588-1648) et sa riche moisson de questions « inouyes », dont quelques-unes sont reproduites ci-après.

« A sçavoir si l’art de voler est possible, et si les hommes peuvent voler aussi haut, aussi loin et aussi viste que les oyseaux ? »

« Pourquoi l’eau qui est dessus un homme qui va au fond d’une rivière, ne pese-elle point sur luy ? »

« Peut-on sçavoir en quelle proportion la lumière se diminue ou s’augmente en s’esloignant ou en s’approchant du Soleil, ou de quelque autre luminaire ? »

« Est-il vray que le pain ou le fer chaud, ou enflammé, soient plus legers que quand ils sont froids »

« Peut-on faire des navires, et des bateaux qui nagent entre deux eaux. »

« A sçavoir si l’on peut, et si l’on doit establir un mesme commencement de jours par toute la terre, et par tout le monde. »

« A-t’on maintenant plus de cognoissance de quelque art ou de quelque science que les Anciens ? »

« Est-on plus leger après que l’on a desjeuné que devant desjeuner ? »

« Pourquoi l’aymant attire-t-il le fer, et pourquoi se tourne-t’il vers le Pole. »

« Quelles raisons peut-on avoir pour croire que la terre se meut autour du Soleil, que l’on met au centre du monde ? »

Ce qu’il s’agit donc de faire, c’est de confier à *chacun* ce travail de l’évidence que, se faisant à son insu l’écho d’une très ancienne tradition, un élève de l’école primaire assignait naguère

aux seuls philosophes dans des réponses citées par l'auteur d'un livre au titre significatif (Ayyam Sureau, *Qu'est-ce qu'on ne sait pas ?*, Découvertes Gallimard, 1995) :

« Explique : ① Qu'est-ce qu'un "philosophe" ? C'est un homme ou enfant qui se pose beaucoup de question. Comme pourquoi la terre tourne ? (ect....). ② à quoi sert la philosophie ? Ça sert à ce posé beaucoup de questions. »

4.4. Blaise Pascal, introduit très jeune par son père dans le cercle des familiers de Mersenne, fera plus tard l'éloge aigre-doux d'un talent exceptionnel :

« Il avait un talent tout particulier pour former de belles questions ; en quoi il n'avait peut-être pas de semblable : mais encore qu'il n'eût pas un pareil bonheur à les résoudre, et que ce soit proprement en ceci que consiste tout l'honneur, il est vrai néanmoins qu'on lui a obligation, et qu'il a donné l'occasion de plusieurs belles découvertes, qui peut-être n'auraient jamais été faites s'il n'y eût excité les savants. »

La question Q étant posée, d'autres questions, secondes, vont émerger, qui elles-mêmes pourront être censurées, dénaturées, méconnues : de ce point de vue, la vigilance critique (et autocritique) à l'endroit des questions-écrans doit être constante. Mais le critère essentiel de la pertinence de ces questions *cruciales* Q_1, Q_2, \dots, Q_k est alors celui de la *construction d'une réponse* R , que l'on notera ici R^\heartsuit , à la question Q : servent-elles ou non ce projet, conduisent-elles vers une réponse R^\heartsuit , ou au contraire font-elles diversion, barrage, etc. ? La difficulté de choisir les questions cruciales est au cœur de tout travail d'étude et de recherche. Mais elle est en outre contiguë à l'une des disgrâces les plus cruelles qui aient affecté l'expérience récente des TPE : la tentation de substituer à la question Q une question de complaisance, Q^* , dont l'unique vertu sera qu'une réponse R^* toute faite est disponible à faible prix dans la culture aisément accessible. Ainsi sera-t-on tenté de substituer à la question naïve « Comment se fait-il qu'on n'attrape plus la peste aujourd'hui en France ? » quelque « question » non explicitée à propos par exemple de « la peste de 1720 à Marseille » ou de « la peste noire au Moyen Âge », cette substitution confortant l'habitus du *recopiage culturel*, qui constitue le niveau zéro du didactique mais aussi, trop fréquemment, l'unique viatique commun en matière de connaître. Bien entendu, on voit en pratique ceux qui n'ont jamais pensé qu'on puisse faire autre chose que recopier plus ou moins mal un fragment de culture ne pas même se donner la peine de substituer une question opportuniste à la question initiale : très souvent, il n'y a, en vérité, pas de question de départ, comme par exemple en tel TPE sur « l'ongle et le cheveu à travers les âges »...

4.5. Lorsque de semblables obstacles sont déjoués, de nouvelles difficultés se présentent. À la question Q on veut apporter une réponse R^\heartsuit ; mais comment « construire » R^\heartsuit ? Une réponse générale, qu'il faudra chaque fois spécifier, et qui vaudra aussi bien pour les différentes questions cruciales Q_1, Q_2, \dots, Q_k subséquentes, peut être apportée dans les termes suivants : on va se tourner vers les (ébauches de) réponses R existant dans la culture, qu'on note ici R^\diamond (« R poinçon »). On va *observer* ces réponses, les *analyser*, les *évaluer* dans la perspective d'en reprendre les « matériaux » pour *développer* la réponse R^\heartsuit qu'on entend *diffuser* auprès d'un certain *public* devant lequel on s'apprête à la *défendre*. Ce schéma appelle quelques commentaires.

4.6. On accède à des réponses R^\diamond par le truchement des *médias*, en donnant ici au mot de média un sens étendu, celui de système de mise en représentation du monde (ou d'une partie du monde) à l'adresse d'un certain type de publics. (Un traité savant est ainsi un média, ou plus exactement une production relevant d'un certain genre médiatique.) Sans vouloir caricaturer, on peut dire en première approximation que, dans un certain type d'enseignement, l'unique média que fréquente l'élève est le *cours du professeur*, qui lui fournit des réponses

R^\diamond dont il est censé faire ses R^\heartsuit sans davantage barguigner. Un second média scolaire classique est le *manuel*, que, par un archaïsme significatif, élèves et professeurs appellent souvent « le livre », et dont le professeur se charge régulièrement de promouvoir la déchéance. Un troisième média, souvent ignoré par le professeur, est constitué des ouvrages dits *parascolaires* – recueil d'exercices corrigés, annales, etc. Ce monde étriqué contraste avec l'univers des médias que l'on s'imposera ordinairement de parcourir pour y traquer les réponses R^\diamond , en se soumettant alors à ce qu'on peut, de manière parodique, appeler la *dialectique du parachutiste et du truffier* : contre le double habitus scolaire de la rareté documentaire et de la recherche de l'adéquation immédiate du document au projet, on devra en effet souvent, à l'instar du parachutiste, « ratisser » de vastes zones, où l'on saura *a priori* devoir ne pas trouver grand-chose, mais où pourra advenir *de l'inattendu*, et où, à la façon d'un chien truffier, on apprendra à repérer les rares « pépites », souvent peu visibles, qui feront progresser la recherche. Dans cette quête, au demeurant, une autre dialectique s'impose, elle aussi largement étrangère à la culture scolaire usuelle, où elle n'apparaît guère que comme une pathologie de l'étude : la dialectique *du sujet et du hors-sujet*. Contre le postulat scolaire du plus court chemin, qui ne conduit qu'à un but connu et déterminé *à l'avance*, elle pousse, dans une recherche en principe *ouverte*, à risquer le hors-sujet tant en matière de recherche des R^\diamond que dans le choix des questions cruciales Q_1, Q_2, \dots, Q_k jalonnant l'étude de Q , et dont on décidera ou non d'entamer ou de poursuivre l'étude.

4.7. Il ne s'agit pas seulement de construire R^\heartsuit à partir des matériaux issus de l'analyse et de l'évaluation d'une pluralité de R^\diamond attentivement observés ; il est souvent nécessaire de *déconstruire* des R^\diamond « dominants », qui étouffent le questionnement et qui gêneraient la réception de la réponse R^\heartsuit . À propos par exemple de la question « Comment contrôler au mieux ses calculs à l'aide d'une calculatrice ? », une réponse R^\diamond concernant le contrôle d'une égalité comme celle des fractions $\frac{420}{595}$ et $\frac{12}{17}$ est que le verdict de la calculatrice (qui affiche ici, pour l'une et l'autre fraction, une *même* expression décimale : 0,70588...) n'est pas fiable, parce qu'il pourrait se faire que, en poursuivant la division, on découvre que les deux suites de décimales diffèrent par exemple à la 15^e place, ou à la 40^e place, etc. Or cette réponse est lourdement *fausse*. Supposons en effet qu'on forme l'expression $\frac{420}{595} - \frac{12}{17}$; puisque 595 est un multiple de 17 (on a $17 \times 35 = 595$), on est certain, d'après les règles usuelles du calcul sur les fractions, que cette expression s'écrit sous la forme $\frac{\pm k}{595}$ (où k est un entier positif ou nul). Si k n'est pas nul, $\frac{k}{595}$ est supérieur ou égal à $\frac{1}{595} = 0,00168\dots$. Pour que k soit non nul, il faudrait donc qu'une différence apparaisse au moins dès la *troisième* décimale : on a ainsi $\frac{419}{595} = 0,70420\dots$ ou $\frac{421}{595} = 0,70756\dots$ alors que $\frac{12}{17} = 0,70588\dots$. Il suffit donc ici, pour conclure que $\frac{420}{595} = \frac{12}{17}$, de vérifier que les écritures décimales de ces fractions sont identiques *jusqu'à la troisième décimale* (ce qui est bien le cas) : ils le seront alors à n'importe quel rang. D'une manière générale, le « travail » des réponses R^\diamond , et en particulier la mise à bas de certaines réponses qui participent de tel ou tel *folklore* – ce mot désignant le système des connaissances majoritairement tenues pour assurées dans un public donné –, l'intégration subséquente des fruits de ce travail dans la réponse R^\heartsuit sont un élément essentiel de tout acte d'étude et de recherche, qui est toujours, si peu que ce soit, intervention didactique, c'est-à-dire

intervention sociale visant à diffuser des connaissances auprès d'un certain public – celui que constituent les élèves d'une classe, les membres d'un jury d'examen ou de concours, etc. Une didactique des PER doit ainsi s'assimiler une autre dialectique, la dialectique *de la diffusion et de la réception* : contre la tentation de ne pas défendre sa réponse R^\heartsuit , supposée par avance bien connue de l'institution où elle est produite, contre, aussi bien, un opportunisme intéressé à l'endroit de R^\heartsuit afin de complaire à qui l'on s'adresse, elle invite à construire R^\heartsuit dans une attention ambitieuse à ce qu'autrui en pourra recevoir puis à la *défendre* sans infidélité au travail ainsi accompli.

4.8. Le travail des R^\diamond évoqué – et illustré ci-dessus à propos d'une réponse R^\diamond –, mais aussi l'élaboration d'une réponse R^\heartsuit (qu'il faut régulièrement observer, analyser, évaluer au cours même de sa construction) suppose des « ressources » ou, pour employer un mot que la didactique a consacré, des *milieux* – en appelant ainsi tout système regardé comme dénué d'intention « didactique » dans la réponse qu'il peut apporter (de manière éventuellement implicite : il faudra en ce cas interpréter son « comportement de réponse ») à telle question déterminée, en sorte qu'il se comporte *à son égard* comme un fragment de nature. Se dessine ainsi une sur-dialectique, celle *des médias et des milieux*, dont les exigences semblent aujourd'hui très au-dessus de ce qu'offrent les didactiques scolaires établies. Tout discours médiatique s'autorise davantage de lui-même que de la confrontation explicite (et intelligible pour le public concerné) de ses énoncés à des milieux appropriés : nous sommes là au pied du mur. Que faire ? Une réponse R (qu'elle soit R^\diamond ou R^\heartsuit) s'inscrit en un « texte » (que nous recevons ou que d'autres recevront). Une lecture de surface condamne à un recopiage sans fin. Il faut donc tenter d'entrer dans une dialectique de *l'inscription et de l'excription* (de l'extraction), qui permette de redonner vie à la réponse R^\diamond que son inscription en ce texte aura peu ou prou « dévitalisée », et qui conduira à inscrire en un texte la réponse R^\heartsuit de façon à en faciliter l'excription ultérieure par le public visé.

4.9. La capacité à effectuer une lecture excriptrice des médias suppose un équipement praxéologique indispensable à chacun si l'École ne veut pas se condamner à fabriquer des nuées de petits recopieurs. Lisons par exemple ceci (Pierre Dhombres, *Énigmes, paradoxes et curiosités*, France Loisirs, 2000) :

« La différence de taille entre la Terre et le Soleil d'une part, et les distances qui les séparent, d'autre part, sont tellement énormes qu'il est, en pratique, impossible de représenter les deux astres sur une même page. [...] En fait, on peut essayer de les représenter à 10 centimètres l'un de l'autre comme sur le croquis initial : mais il faut alors dessiner un Soleil de 1/2 millimètre, et une Terre de 2 microns (c'est-à-dire 2 millièmes de millimètre). »

Le fait est frappant. Un autre fait frappant est le suivant : le Soleil est si gros qu'il ne passerait pas entre la Terre et la Lune. Ces faits, nous serons tentés de les colporter. Pourtant, observons que les lignes précédentes ne nous disent pas si « un Soleil de 1/2 millimètre », cela signifie une boule de 0,5 mm de *rayon* ou de 0,5 mm de *diamètre* – et de même pour les deux microns de la Terre. Incertitude du simple au double ! Quel milieu pourrait nous aider à lever cette incertitude ? Un calcul élémentaire fera *en partie* l'affaire, à condition que l'on dispose de certaines données numériques *réelles*, notamment la distance moyenne de la Terre au Soleil, que l'on prendra ici égale à 150 millions de kilomètres (en suivant une indication de l'auteur cité). L'échelle de la maquette envisagée est alors égale à $\frac{10^{-1} \text{ m}}{15 \cdot 10^{10} \text{ m}} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-12}$. Si l'on admet, toujours avec l'auteur, que le Soleil a un diamètre 1 400 000 kilomètres, le diamètre du Soleil de la maquette devrait être égal à $\frac{2}{3} \cdot 10^{-12} \times 14 \cdot 10^5 \text{ km}$, soit environ 0,93 mm. Lorsque

l'auteur parle d'un Soleil de 1/2 millimètre, il parle donc d'un Soleil de *rayon* égal à 0,5 mm – la moitié *environ* de 0,93 mm. Cette interprétation peut être mise à l'épreuve de l'affirmation selon laquelle il convient en même temps de dessiner une Terre de 2 millièmes de millimètre.

Le diamètre de la Terre de la maquette est en effet égal alors à $\frac{2}{3} \cdot 10^{-12} \times 12\,700\text{ km}$, soit environ $8,47 \cdot 10^{-3}$ mm. Cette fois, il semble que l'auteur ait commis une erreur : le rayon du dessin de la Terre serait de 4 microns environ, et non de 2. Peut-être notre auteur a-t-il divisé deux fois par 2, là où une division suffisait ; mais sa conclusion reste bien entendu valable.

4.10. L'exemple précédent illustre les multiples petites manipulations que peut inspirer le souci d'une réception facile, peut être insuffisamment ambitieuse, mais non illégitime, ainsi que les erreurs vénielles dont peut être porteur un média à *l'insu* de son lecteur dès lors que celui-ci en fait une lecture de connivence. Il montre aussi que le travail d'excription est toujours conditionné par les milieux que nous savons nous rendre disponibles (comment vérifier les distances réelles utilisées, par exemple ? Serions-nous condamnés, en l'espèce, à les recopier ?). Il suggère encore qu'une didactique des PER doit s'incorporer un savoir vital, la dialectique *des boîtes noires et des boîtes claires*, qui, contre le primat donné à la connaissance *déjà* disponible (et contre la propension académique à clarifier les boîtes... claires), favorise le questionnement *pertinent*, même quand celui-ci requiert l'emploi de savoirs non encore disponibles, ce questionnement ayant pour objet de clarifier des boîtes au niveau de gris jugé trop élevé, non de façon intrinsèque, mais parce que la chose risquerait d'hypothéquer la poursuite de la construction de R^\heartsuit (et sa réception subséquente). Pour le dire autrement, le maniement de cette dialectique devra donc, idéalement, permettre de déterminer, pour chaque « boîte grise » rencontrée (les boîtes réputées « claires » sont *toujours* des boîtes grises), *le bon niveau de gris* pour le travail d'étude et de recherche engagé.

4.11. Ce qui précède est dominé par la dialectique clé de la connaissance rationnelle, la dialectique *de la conjecture et de la preuve*, constamment nécessaire pour manipuler de manière critique des assertions dont la certitude est rarement totale, sans les rejeter, mais sans renoncer non plus à l'exigence de preuve, en apprenant donc à estimer (au double sens du terme) leur *degré actuel d'incertitude*. Cette dialectique est au cœur du ballet entre médias et milieux et rappelle combien les milieux sont choses précieuses. Elle doit inviter du même coup à une appréciation nouvelle des *savoirs*, qui permettent de concevoir, de produire et de faire fonctionner les milieux appropriés à tout effort de connaissance. Tels sont quelques-uns des problèmes cruciaux auxquels une didactique des PER, par obligation codisciplinaire, doit aujourd'hui s'affronter, sans égard pour les narcissismes disciplinaires non strictement ordonnés à la création de connaissances.