

UMR ADEF

JOURNAL DU SEMINAIRE TAD/IDD

Théorie Anthropologique du Didactique & Ingénierie Didactique du Développement

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-)

Ce canard n'a qu'un bec, et n'eut jamais envie / Ou de n'en plus avoir ou bien d'en avoir deux. Jean Richepin (1849-1926)

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 ambition : 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 7 – Vendredi 24 juin 2011

DIALECTIQUE PRAXÉOLOGICO-DIDACTIQUE

1. Analyses praxéologico-didactiques

a) L'outil désigné ici comme *dialectique praxéologico-didactique*, qu'on peut appeler aussi *dialectique du didactique et du praxéologique*, a déjà été commenté dans ce séminaire. Je soulignerai d'abord un point de vocabulaire – qui, bien entendu, n'est pas qu'une question de mots. Considérons un système didactique $S(X; Y; \heartsuit)$; l'analyse *didactique* d'un état (ou d'une séquence d'états) de ce système est, bien sûr, une analyse *praxéologique* – qui porte prioritairement sur les praxéologies, mises en œuvre par X , par Y ou, de façon coopérative, par $X \cup Y$, qu'on peut dire à *visée didactique*, sur

leur économie et sur leur écologie, soit sur les conditions et contraintes « sensibles », qu'elles soient préexistantes ou qu'elles aient été créées dans une intention didactique. Ce que j'ai appelé le *refoulement du didactique* porte non seulement sur ce contenu praxéologique, qu'on peut appeler plus familièrement *gestes didactiques*, mais aussi, solidairement, sur le contenu praxéologique de l'enjeu ♥ et, plus largement, de ce à quoi l'étude de ♥ renvoie – soit, lorsque ♥ est une question Q à étudier, les réponses $R^\diamond$ et les autres œuvres O qui apparaissent dans le schéma herbartien développé. Dans le cas où ♥ n'est pas une question, il faut ajouter à cela les complexes praxéologiques impliqués par l'étude des questions Q_i en quoi se décline l'étude de ♥. Le refoulement didactique tend à produire des descriptions (et des analyses) qui s'arrêtent prudemment aux gestes *pédagogiques* – lesquels relèvent certes de l'analyse didactique *lato sensu* – et « oublient » le niveau didactique *stricto sensu*. Quand on en arrive à ce niveau, une analyse praxéologique plus ou moins approfondie de l'enjeu ♥ est indispensable à l'analyse didactique. C'est là un acquis déjà ancien de la didactique, et c'en est même un caractère distinctif, quasi définitoire, qu'il convient au reste de questionner ; car ce qui importe n'est pas l'analyse praxéologique « en soi et pour soi », mais une analyse praxéologique *finalisée par l'analyse didactique* poursuivie (ce qui, au reste, peut conduire le didacticien à innover en la matière par rapport aux institutions « propriétaires » de ♥). L'analyse didactique de $S(X; Y; ♥)$ appelle l'analyse praxéologique de ♥.

b) Mais – et c'est là un point moins remarqué, je crois – *la réciproque est également vraie*. Lorsque, en une institution I donnée, on tente d'analyser une praxéologie $\mathcal{P}$, on est conduit à étudier comment « I a appris $\mathcal{P}$ », d'où $\mathcal{P}$ lui est venue, etc. C'est même là une exigence essentielle de l'enquête sur une question donnée : l'analyse d'une réponse $R^\diamond$ avancée par I conduit ainsi à se demander « comment le savent-ils dans I ? », « d'où cela leur vient-il ? », etc. Cela amène notamment à examiner la *dialectique des médias et des milieux* qui, si grossière soit-elle en nombre de cas, a pu susciter la validation de $R^\diamond$ par I . Cela conduit donc *par exemple* à examiner des raisonnements, des calculs ou des expériences, et en certains cas à les *refaire*, ce qui excède l'enquête purement « documentaire » sur $R^\diamond$. Si l'on considère que l'analyse praxéologique est une « capacité citoyenne », alors il en est de même (contre une évidence de nos sociétés, soumises qu'elles sont au refoulement dont j'ai parlé) de l'analyse didactique elle-même : tout citoyen doit être didacticien (et doit, en particulier, être familiarisé avec les arcanes de la transposition didactique). Bien entendu, tout cela s'applique aussi bien aux praxéologies *didactiques* (au sens large) : faire comme cela, ça vous vient d'où ? De qui, de quelle institution l'avez-vous appris ? La chose n'est pas simple, car on va ici contre les effets de naturalisation dont j'ai déjà parlé.

2. Un premier exemple : en 6^e

a) Je voudrais m'arrêter maintenant sur l'analyse didactique d'un texte narratif une séance dans une classe de 6^e. Il s'agit d'un texte que j'ai récemment soumis à la sagacité d'étudiants de licence de sciences de l'éducation lors d'un examen (et dont un court passage a au reste été commenté lors de la séance précédente de ce séminaire). Il est extrait d'un ouvrage plusieurs fois mentionné, *Un plaisir de collège* de Luc Cédelle (Seuil, 2008) ; le voici :

De 9 heures du matin à 10 h 40, [Vincent, professeur d'histoire-géographie,] prend la classe de 6^e pour un cours disciplinaire d'éducation civique. Le thème abordé est propice aux polémiques, puisqu'il s'agit des droits de l'homme : dans les débats sur l'éducation, certains considèrent que ce type d'enseignement relève d'un catéchisme « bien-pensant ». Vincent continue un chapitre du programme commencé la semaine précédente, sur le « droit à l'éducation », et prend comme base de travail un extrait du journal TDC (textes et documents pour la classe) reproduit dans le manuel. Texte et photos décrivent la journée d'une jeune Éthiopienne de 14 ans, nommée Woineshet, depuis sa corvée d'eau à 6 heures du matin jusqu'à ses devoirs la nuit tombée...

Les élèves travaillent par deux, avec un livre pour chaque binôme, mais chacun doit faire pour son propre compte (« en autonomie », selon l'expression consacrée), sur la page de gauche de son cahier, l'exercice demandé. Il s'agit de faire un tableau mettant en rapport les heures de la journée et les activités de la jeune villageoise. Un quart d'heure plus tard, la correction commence devant toute la classe. Trois élèves sont tirés au sort. Ce n'est pas le professeur qui les a désignés, mais un élève, détenant dans cette classe le rôle pédagogique précis de « distributeur de la parole par tirage au sort » (distinct de « distributeur de la parole au doigt levé »). Les trois élèves se succèdent, chacun pour un tiers de la journée décrite. Après la corvée d'eau matinale, Woineshet va au marché, puis se rend à l'école de 10 heures à midi, puis rentre chez elle pour accomplir des tâches domestiques, puis accomplit une nouvelle corvée d'eau le soir, avant de faire ses devoirs.

Sur leur cahier, les élèves ont sous les yeux une question, issue du cours précédent : « Le droit à l'éducation est-il le même pour tous dans le monde ? » C'est la « problématique » : le terme a beau être savant, il est usuel pour les élèves de Clithène, même en 6^e. « Ils savent, dit Vincent, que c'est une question que l'on se pose et à laquelle on va s'efforcer de répondre en cours. » Il est même arrivé qu'un élève lui fasse remarquer à la fin d'un cours : « Monsieur, on n'a pas fait la réponse à la problématique ! » Petite règle secondaire : au tableau, cette question est toujours écrite en couleur verte.

Après la correction, le professeur passe au cours dialogué, le but étant alors de reconstituer les déplacements de Woineshet au long de sa journée, « en respectant scrupuleusement le texte ». Il apparaît que son école est faite d'une « classe unique au centre du village », que le marché est « au-delà de la rivière », etc.

À ce stade, environ trois quarts d'heure se sont écoulés. Le professeur entoure, au tableau, les moments de travail scolaire – école ou devoirs à la maison – de la petite Éthiopienne, dont le texte précise qu'elle veut devenir médecin, et l'on constate que ce temps n'excède pas trois heures. Il demande ensuite à un élève de mettre en vis-à-vis son propre emploi du temps : huit heures quarante-cinq de travail scolaire ou assimilé en une seule journée... Question des élèves : « Est-ce qu'elle va vraiment devenir médecin ? », suivie d'une discussion à ce sujet. Vincent les convie à effectuer un calcul comparatif, dont il ressort (en tenant compte du fait que Woineshet est en classe unique), qu'il faudrait à la jeune fille entre quatre et six ans pour accomplir l'équivalent de leur seule année de 6^e...

Pour terminer, Vincent passe à la « trace écrite », c'est-à-dire la synthèse, que chaque élève doit recopier sur la page de droite de son cahier. Mais ce n'est pas lui qui va dicter. Deux élèves sont désignés responsables de cette synthèse. « Bien sûr, je les guide et, bien sûr, je suis toujours dans la posture du cours dialogué, mais c'est sous leur dictée que j'écris au tableau. L'avantage, outre leur plus grande implication, c'est qu'ils trouvent souvent des mots plus simples que les miens pour exprimer les mêmes choses. Et cela stimule aussi les échanges au sein de la classe... » (pp. 75-78)

b) Dans ce qui suit, on gardera en tête *l'échelle de codétermination didactique* et ses différents *niveaux*, que je ne rappelle pas.

- La situation à analyser prend place dans des cadres dont certains sont des plus classiques : ici l'école est un collège, dans lequel on considère une classe de 6^e, [X ; Y]. L'enjeu de l'étude ♥ lors de la séance décrite et commentée relève de l'éducation civique, ce qui, faute de professeur de sciences politiques, sélectionne au sein de Y le professeur d'histoire-géographie, y, ici prénommé Vincent. La séance décrite relève donc de la « sous-classe » [X ; y] et, plus particulièrement du « cours d'éducation civique ». On trouvera le programme d'histoire-géographie-éducation civique de 6^e alors en vigueur à l'adresse

<http://webcndp.cndp.fr/archivage/valid/67654/67654-11013-14052.pdf>
et celui actuellement en vigueur à l'adresse
http://media.education.gouv.fr/file/special_6/51/6/Programme_hist_geo_education_civique_6eme_33516.pdf.

• Hier comme aujourd'hui, l'éducation civique apparaît comme l'un des trois *domaines* composant la *discipline scolaire* « Histoire-géographie-éducation civique ». Le domaine de l'éducation civique est, lorsque l'observation de classe a lieu, composé, en 6^e, de trois grands *secteurs* : « Le sens de l'école », « Les droits et les devoirs de la personne », « Responsabilité vis-à-vis du cadre de vie et de l'environnement ». Le premier de ces secteurs est fait de deux *thèmes* : « La vie au collège » et « L'éducation : un droit pour tous ». Ce dernier thème comporte trois grands *sujets* : « Une conquête », « Une mission de service public » et « La laïcité dans l'éducation ». Notons, pour le contraste, que le programme actuel distingue peut-être plus éloquemment les trois *secteurs* que sont « Le collégien », « L'enfant » et « L'habitant », le premier secteur comportant lui-même deux *thèmes*, « Les missions et l'organisation du collège » et « L'éducation : un droit, une liberté, une nécessité ». Ce dernier thème comporte de façon plus explicite un *sujet* libellé en ces termes : « Les inégalités face à l'éducation en France et dans le monde : filles/garçons, enfants handicapés, différences sociales... » Sur ce *sujet*, la « problématique » adoptée est libellée ainsi par l'auteur de la description : « Le droit à l'éducation est-il le même pour tous dans le monde ? » Pour le dire en d'autres termes, la classe $[X; y]$ enquête sur la *question Q* ainsi précisée et constitue donc, *en principe*, au moment où nous l'observons par l'entremise de Luc Cédelle, un *système didactique* $S(X; y; Q)$. On a donc la suite d'emboîtements suivants :

Question. « Le droit à l'éducation est-il le même pour tous dans le monde ? »
 ⊂ Sujet. « Une mission de service public »
 ⊂ Thème. « L'éducation : un droit pour tous »
 ⊂ Secteur. « Le sens de l'école »
 ⊂ Domaine. « Éducation civique »
 ⊂ Discipline. « Hist.-géo.-éducation civique »

Dans le programme actuellement en vigueur, nous aurions les emboîtements suivants :

Question. « Le droit à l'éducation est-il le même pour tous dans le monde ? »
 ⊂ Sujet. « Les inégalités face à l'éducation en France et dans le monde... »
 ⊂ Thème. « L'éducation : un droit, une liberté, une nécessité »
 ⊂ Secteur. « Le collégien »
 ⊂ Domaine. « Éducation civique »
 ⊂ Discipline. « Hist.-géo.-éducation civique »

• Afin semble-t-il de bâtir une réponse $R^\forall$ à la question Q , $[X; y]$ examine un document dont l'identification est facile : paru d'abord dans le n° 782 – intitulé « Éducation et développement : un droit à réapprendre » – des *Textes*

et documents pour la classe du 15 octobre 1999, il est reproduit dans le manuel utilisé par cette classe de 6^e, où *y* l'a « sélectionné ». Du point de vue topogénétique, ce document ne résulte pas d'une recherche confiée aux élèves : constitué et publié à l'origine dans le numéro indiqué des TDC et reproduit ensuite dans le manuel de la classe en vue d'être utilisé avec des élèves, il est ici le choix du professeur. (Pour le contraste, observons que, sans demander aux élèves une recherche « ouverte » – sur Internet, par exemple –, *y* aurait pu leur demander de rechercher *dans leur manuel* des éléments de réponse à *Q* ; mais passons.) Intitulé « La journée de Woineshet, jeune fille éthiopienne », on y trouve ceci :

Je m'appelle Woineshet. J'ai 14 ans. Tôt le matin, vers 6 heures, je pars chercher de l'eau. Une corvée pénible : la rivière se trouve à un kilomètre de notre village. Et je fais le parcours 3 fois par jour, matin, midi et soir ! Deux heures par jour, en fin de matinée, je vais à l'école. Une classe unique regroupe tous les enfants du village pour leur apprendre à lire, à écrire, à compter, mais aussi à surveiller la santé et l'alimentation. Au retour, il faut aller cueillir les fruits de notre ferme, puis se rendre au marché, là-bas, de l'autre côté de la rivière, pour les vendre ou les échanger contre de la farine. Le soir, quand la nuit tombe déjà, c'est l'heure de faire les devoirs pour le lendemain. C'est difficile après une telle journée. Beaucoup de mes amies renoncent à apprendre. Pourtant, l'école est nécessaire pour réaliser ses rêves. Moi, plus tard, je voudrais être médecin !

On ne sait rien quant à l'authenticité de ce texte : nous sommes ici, peut-être, devant une « fiction scolaire véridique », à l'instar de ces problèmes d'arithmétique décrivant des couturières qui ourlent, des carreleurs qui carrèlent, etc. Quoi qu'il en soit, ce que nous rapporte l'auteur amène à penser que les élèves, eux, regardent ce récit comme vrai.

- En principe, l'examen du texte, son *questionnement*, ont pour objectif de dégager une éventuelle réponse $R^\diamond$ à la question *Q* : la réponse que ce texte pourrait porter en lui. Cet objectif est-il clairement présent à l'esprit des élèves ? La tâche qui leur est d'abord assignée (« faire un tableau mettant en rapport les heures de la journée et les activités de la jeune villageoise », si l'on suit l'auteur) est-elle vue comme concourant à mettre au jour une hypothétique réponse $R^\diamond$ ou, au contraire, borne-t-elle le champ de conscience de la classe au point que la question *Q* finit par être oubliée, ce qui, d'après l'auteur, est déjà arrivée ? Nous avons, sur ce point, le témoignage de *y* : « Ils savent, dit Vincent, que c'est une question que l'on se pose et à laquelle on va s'efforcer de répondre en cours. » L'entrée dans le *paradigme du questionnement du monde* n'en semble pas moins quelque peu incertaine.

- Le travail sur le texte paraît relativement important, depuis l'exercice demandé d'abord aux élèves, sa correction ensuite, enfin un « cours dialogué » à propos des déplacements de l'héroïne au cours de la journée – le tout occupant trois quarts d'heure d'une séance censée durer une heure quarante. Sa mise en relation avec la question *Q* semble réelle pour ce qui est du professeur *y*. En revanche, les élèves peuvent se contenter d'effectuer les tâches commandées par *y* tout en s'exonérant de la prise en charge de la relation de ces parties au tout, comme s'ils étaient de simples exécutants : on sait qu'il y a là un *difficile problème* d'organisation didactique, qui se formule en termes de *topos* et de dévolution.

- L'usage didactique du récit prêté à Woineshet semble courant (voir ainsi http://histgeo.ac-aix-marseille.fr/a/bma/bma023_droit.pdf). Dans la séance observée, ce qui apparaît un peu plus remarquable est le questionnement « quantitatif » du texte :

Le professeur entoure, au tableau, les moments de travail scolaire – école ou devoirs à la maison – de la petite Éthiopienne, dont le texte précise qu'elle veut devenir médecin, et l'on constate que ce temps n'excède pas trois heures. Il demande ensuite à un élève de mettre en vis-à-vis son propre emploi du temps : huit heures quarante-cinq de travail scolaire ou assimilé en une seule journée... Question des élèves : « Est-ce qu'elle va vraiment devenir médecin ? », suivie d'une discussion à ce sujet. Vincent les convie à effectuer un calcul comparatif, dont il ressort (en tenant compte du fait que Woineshet est en classe unique), qu'il faudrait à la jeune fille entre quatre et six ans pour accomplir l'équivalent de leur seule année de 6^e...

Nous ignorons le mode de calcul exactement utilisé. On peut simplement savoir que $8,75/3 \approx 2,9$, ce qui est assez loin du facteur estimé entre 4 et 6 par la classe. (Si l'on tient compte du fait d'une classe unique en supposant que, sur deux heures de présence, Woineshet travaille une heure seulement, on passe de $8,75/3$ à $8,75/2 \approx 4,4$.) Quoi qu'il en soit, ce travail quantitatif sur un texte est sans doute assez rare pour être remarqué.

- C'est sur cette base, semble-t-il, que la classe conclura, et cela sous forme écrite, dans ce que l'auteur nomme une « synthèse » : « le droit à l'éducation » semble ne pas être le même pour ces élèves de 6^e que pour la jeune Éthiopienne ; la question *Q* reçoit ainsi une réponse *négative*.

- En principe, comme je l'ai rappelé plus haut, l'analyse didactique de la séance décrite appelle une *analyse praxéologique* de l'enjeu didactique, en l'espèce de la question *Q* (« Le droit à l'éducation est-il le même pour tous

dans le monde ? »). Nous savons que le travail sur le thème « L'éducation : un droit pour tous » avait commencé la semaine précédente, mais nous ignorons ce qui a pu être fait en cette occasion. En fait, la question Q fait écho à ce commentaire apparemment sans appel figurant alors dans le programme :

En France, le droit à l'éducation est le même pour tous, quelles que soient l'origine, la nationalité, l'appartenance, la religion de chacun. Il confère à l'élève et aux parents des droits et des obligations. Il relève de la responsabilité de l'État qui le garantit dans le cadre du service public de l'éducation nationale.

En vérité, il n'est pas impossible que la question à laquelle la classe ait réellement répondu ait été, non la question Q, mais la question suivante : « L'éducation est-elle la même pour tous dans le monde ? » Ou, plus précisément peut-être : « La “quantité” d'éducation est-elle la même pour tous dans le monde ? » Répondre à la question Q suppose en vérité que l'on questionne la notion même de « droit à l'éducation ». On verra ainsi, dans l'article “Right to education” de *Wikipedia* qu'une référence connue est ce qu'on nomme en anglais “the 4 As framework”, le cadre des quatre A : “The fulfillment of the right to education can be assessed using the 4 As framework, which asserts that for education to be a meaningful right it must be *available*, *accessible*, *acceptable* and *adaptable*.” Voyons de plus près ce que sont ces « quatre A » :

- *Availability* – funded by governments, education is universal, free and compulsory. There should be proper infrastructure and facilities in place with adequate books and materials for students. Buildings should meet both safety and sanitation standards, such as having clean drinking water. Active recruitment, proper training and appropriate retention methods should ensure that enough qualified staff is available at each school.
- *Accessibility* – all children should have equal access to school services regardless of gender, race, religion, ethnicity or socio-economic status. Efforts should be made to ensure the inclusion of marginalized groups including children of refugees, the homeless or those with disabilities. There should be no forms of segregation or denial of access to any students. This includes ensuring that proper laws are in place against any child labour or exploitation to prevent children from obtaining primary or secondary education. Schools must be within a reasonable distance for children within the community, otherwise transportation should be provided to students, particularly those that might live in rural areas, to ensure ways to school are safe and convenient. Education should be affordable to all, with textbooks, supplies and uniforms provided to students at no additional costs.

- *Acceptability* – the quality of education provided should be free of discrimination, relevant and culturally appropriate for all students. Students should not be expected to conform to any specific religious or ideological views. Methods of teaching should be objective and unbiased and material available should reflect a wide array of ideas and beliefs. Health and safety should be emphasized within schools including the elimination of any forms of corporal punishment. Professionalism of staff and teachers should be maintained.
- *Adaptability* – educational programs should be flexible and able to adjust according to societal changes and the needs of the community. Observance of religious or cultural holidays should be respected by schools in order to accommodate students, along with providing adequate care to those students with disabilities

Ne pas s'interroger sur les caractères de l'éducation qui font que le droit à l'éducation peut être dit assuré – « les quatre A » ci-dessus *par exemple* – limite la validité de la réponse avancée. On ne peut s'empêcher ainsi de penser que, dans la classe observée, par delà le constat (évident) que les élèves de cette classe reçoivent une *quantité* plus importante d'éducation scolaire que la jeune Éthiopienne, on oublie de s'interroger sur la *qualité* de l'éducation proposée, et notamment sur sa *pertinence* (le fait qu'elle soit ou non "*relevant*"), ce qui *ne va jamais de soi* et mérite sans doute d'être examiné itérativement *tout au long des études secondaires* au moins.

- Les doutes évoqués dans ce qui précède ne peuvent pas être tranchés à partir du document dont nous disposons (les pages 75 à 78 de l'ouvrage de Luc Cédelle), et cela notamment parce que son auteur y met surtout l'accent sur les conditions *pédagogiques* « sortant de l'ordinaire » plutôt que sur le didactique *stricto sensu*. Bien entendu, ces conditions pédagogiques peuvent provoquer des variations didactiques déterminées et il convient donc, autant que faire se peut étant donné les informations dont nous disposons, de les analyser. À cet égard, la première notation de l'auteur ne renvoie à rien de bien nouveau, en dépit de l'allusion à une particularité du vocabulaire usité : « Les élèves travaillent par deux, avec un livre pour chaque binôme, mais chacun doit faire pour son propre compte (« en autonomie », selon l'expression consacrée), sur la page de gauche de son cahier, l'exercice demandé. » On peut simplement retenir ici que le travail demandé aux élèves demeure, en cette première étape, *individuel*. Est-ce à dire pour autant que chacun est ainsi appelé à contribuer à une « œuvre » collective, la réponse *R* supposée ?

- Le deuxième passage « pédagogique » est le suivant :

Un quart d'heure plus tard, la correction commence devant toute la classe. Trois élèves sont tirés au sort. Ce n'est pas le professeur qui les a désignés, mais un élève, détenant dans cette classe le rôle pédagogique précis de « distributeur de la parole par tirage au sort » (distinct de « distributeur de la parole au doigt levé »). Les trois élèves se succèdent, chacun pour un tiers de la journée décrite.

On peut penser que le dispositif mis en place pour désigner les élèves appelés à témoigner de leur production individuelle (on suppose qu'ils ne sont pas seulement les porte-craie du professeur), avec le personnage « distributeur de la parole par tirage au sort », centre davantage les élèves (ceux qui sont ainsi désignés mais aussi les autres) sur la tâche à accomplir, en coupant court à leurs interprétations éventuelles, souvent irréelles, quant aux intentions du professeur, à ses attentes, etc. Je parlerais volontiers, à cet égard, d'*assainissement didactique* – provoqué ici, typiquement, par une opération de *randomisation*.

- Si l'on excepte le « cours dialogué » (pour « reconstituer les déplacements de Woineshet au long de sa journée »), en lui-même très classique, un troisième passage mérite qu'on s'y arrête : l'auteur y mentionne l'organisation pédagogique du travail de *synthèse collective écrite* : deux élèves sont désignés – on ne nous dit pas comment – pour proposer un texte que le professeur écrit lui-même au tableau, contrôle et valide. Bien entendu, nous n'avons pas le contenu de ce travail coopératif entre professeur et élèves. S'agissant de la technique ainsi utilisée, *y* explicite ce qu'il regarde comme (un fragment de) la technologie associée : « L'avantage, outre leur plus grande implication, c'est qu'ils trouvent souvent des mots plus simples que les miens pour exprimer les mêmes choses. Et cela stimule aussi les échanges au sein de la classe... » On le voit, le fait de modifier le *topos* des élèves et de leur conférer ainsi davantage de responsabilité dans l'élaboration d'un « texte du savoir » *de la classe* – soit une explicitation de $R^\forall$ – est ici *entièrement ignoré*. Le professeur en reste, en effet, à une analyse *pédagogique* et semble ignorer le didactique *stricto sensu*, comme le fait d'ailleurs l'auteur du texte examiné lui-même. Ainsi ne savons-nous pas ce qu'inclura la « synthèse » – contient-elle véritablement une réponse explicite $R^\forall$ à la question Q et, si oui, laquelle ? On voit au passage que ce qui intéresse le didacticien n'intéresse guère la culture « pédagogique » commune, celle où évolue l'auteur, mais celle aussi où baigne le professeur sans doute. Notons que cet escamotage du didactique *stricto sensu*, qui ne laisse plus apercevoir que le pédagogique, est tout bénéfique pour les « anti-pédagogues » et donc dommageable pour Vincent et consorts.

• On retrouve encore ici, implicitement, un phénomène observé par exemple en matière de TPE : l'accent est mis sur le *processus*, sur la « démarche », plus que sur le *produit* – la réponse apportée *in fine* à la question étudiée (qui, par sa qualité, pourrait annuler la critique « anti-pédagogique »). Soulignons qu'il ne s'agit pas là d'un fait caractéristique d'un contexte de formation – par contraste avec un contexte d'action pure. Certes, on comprend que, dans ce dernier cas, la « qualité » de ce qui se passe en cuisine importe moins que la « qualité » du plat effectivement servi dans la salle de restaurant. Mais même dans un contexte de formation, c'est bien le plat servi qui est, sinon le tout, du moins l'alpha et l'oméga de l'affaire : c'est de lui qu'on partira pour remonter au détail de sa production afin de corriger ce qui aura pu provoquer les imperfections constatées dans le produit, et c'est à lui qu'on reviendra pour s'assurer que les modifications imprimées au processus de production ont bien eu les effets souhaités. C'est donc vers une autre contrainte qu'il convient de se tourner pour expliquer le phénomène observé : la préséance *notamment culturelle* du pédagogique sur le didactique *stricto sensu*.

• Cette éclipse recommencée du didactique n'est pas sans conséquences. Dans sa description, Luc Cédelle se fait l'écho d'une pression hostile à l'étude de la question des droits de l'homme : « Le thème abordé, écrit-il, est propice aux polémiques, puisqu'il s'agit des droits de l'homme : dans les débats sur l'éducation, certains considèrent que ce type d'enseignement relève d'un catéchisme "bien-pensant". » Or, redisons-le, on peut penser que c'est en rendant visible le contenu du travail réalisé, de ses étapes et de ses *résultats*, au lieu d'escamoter ce supposé « détail » au motif qu'il « n'intéresserait pas le lecteur » (lequel est censé n'avoir de curiosité, au mieux, que pour le niveau *pédagogique*), que l'on contrebattrait le plus adéquatement et le plus efficacement des critiques aprioriques que la vue sans fard de la réalité met en déroute comme l'ail repousse les vampires. J'ajoute que cela est un « simple » cas particulier d'un combat beaucoup plus large : celui de *l'éducation didactique du citoyen* – dont le socle est la capacité – encore à construire ! – de regarder sans fuir, toujours et partout, l'enjeu didactique ♥ et les gestes strictement didactiques qu'il motive.

c) Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, le texte analysé a été proposé aux candidats à la deuxième session (tenue le 9 juin dernier) de l'examen de l'UE de didactique dont je suis le responsable. Étant donné les conditions dans lesquelles l'analyse demandée doit être produite (en temps limité, sans pouvoir prévoir les documents qu'il pourrait être pertinent de consulter), il n'est guère possible de produire une analyse approfondie au plan praxéologique. J'ajoute qu'il en va en principe autrement s'agissant de l'analyse praxéologique d'un texte demandée par ailleurs dans le même

examen : en ce cas, le candidat peut étudier à l'avance le texte qu'il aura lui-même choisi, en enquêtant autant que nécessaire – ce que beaucoup, il est vrai, néglige de faire.

3. Intermède : au collège Vieux Port

a) La construction d'une *pédagogie de l'enquête* est une affaire de longue haleine. Je saisis l'occasion de l'analyse du texte précédent pour mettre en relief certaines différences entre ce que nous venons d'examiner – une classe de sixième, un professeur, une question mise à l'étude – et ce que nous tentons d'inventer dans le cadre de l'Atelier « Enquêtes sur Internet », que je ne présente pas davantage ici. J'avais indiqué, lors de la séance précédente, que cet Atelier venait de commencer à travailler sur la question que voici :

Un voyageur va de Paris (France) à São Paulo (Brésil). Le vol dure environ 12 heures. Il rêve que la Terre soit deux fois plus petite qu'elle est, pour raccourcir le voyage. Que se passerait-il pour les humains si la Terre était comme il le rêve ? La vie sur Terre serait-elle la même ? En quoi changerait-elle ?

Faute de temps (il ne restait plus qu'une séance, la 10^e de l'année, tenue également le 9 juin dernier), l'étude de cette question n'aura pu être menée à son terme. Mais cela donne l'occasion de souligner certains aspects qui différencient un tel projet didactique (et sa réalisation) de celui vraisemblablement mis en œuvre dans la classe de 6^e que nous avons visitée en suivant Luc Cédelle.

b) Un premier point, déjà souligné, tient à ce que, ici, la question étudiée est *tout* : elle n'est ni un alibi, ni un paravent pour des projets didactiques « cachés », qu'elle permettrait de réaliser en quelque sorte obliquement, subrepticement. En réalité, faute de temps, l'ultime séance de l'Atelier s'est achevée sans qu'une ébauche de réponse ait pu être rédigée ; mais le peu de travail accompli visait bien à réunir des matériaux en vue d'une telle rédaction.

c) Un deuxième point, essentiel, est que les documents examinés (en vue d'identifier les $R^\diamond$ ou les O du schéma herbartien) n'ont pas été « créés » de manière à « s'adapter » aux élèves de l'Atelier (qui, en l'espèce, sont des élèves de 3^e). C'est la *réponse* $R^\heartsuit$ de l'Atelier qui doit, autant que faire se peut, être adéquate à sa réception par les « publics » visés (d'abord les élèves de l'Atelier eux-mêmes, et par exemple d'autres élèves de 3^e, ou leurs parents, ou d'autres encore), c'est-à-dire satisfaire un certain nombre de contraintes *a priori*.

d) Dans la majorité des cas, ces documents sont ceux que les élèves de l'Atelier ont découverts *motu proprio*. Dans quelques cas, ces documents sont introduits par l'animateur de l'Atelier. Dans le cas de la question ci-dessus, la situation a été compliquée par deux contraintes inhabituelles. La première découlait, de façon plutôt inattendue, de la question elle-même. Si l'on demande à Google de nous livrer les documents que ce moteur de recherche associe à la requête **Si la Terre était plus petite**, on arrive *notamment* à des documents de propagande théiste, plusieurs sites « chrétiens » ou « islamiques » exploitant l'argument général suivant : si la Terre avait été plus petite ou plus grande, ou plus proche du Soleil, etc., la vie humaine n'y aurait pas été possible ; il faut donc supposer l'intervention avisée d'un être supérieur, etc. Il s'agit là d'une situation que nous n'avions pas véritablement rencontrée au cours des années passées. Lors de la séance précédente (la 9^e de l'année), une telle rencontre avait donné lieu dans le *Journal* de la séance à la notation suivante :

Louisianne tombe sur un texte qui lui semble tendancieux. Y fait observer que cela n'empêche pas *a priori* qu'on puisse éventuellement y trouver des indications utiles – et bien sûr à vérifier – à propos de la question étudiée.

Nonobstant cette remarque, dont la portée est très générale (un document à faible crédibilité apparente peut contenir à son insu des informations exploitables), et devant la difficulté éprouvée, en préparant la 10^e séance, pour mettre au jour des documents plus pertinents, j'avais décidé que le choix des documents examinés serait pour une fois entièrement imposé, et cela d'autant plus que s'élevait une autre contrainte, autrement dirimante : l'impossibilité absolue de prolonger le travail de l'Atelier.

e) Cela n'enlève rien au fait que les documents soumis à la sagacité des élèves, choisis *pour* étudier la question posée, n'étaient en rien *faits pour eux*. Le contenu du premier document est reproduit ci-après. À la question *If the earth were smaller would it have a less dense atmosphere?*, il apporte cette réponse (<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20110129040812AAjNPUw>) :

Assuming the same rate of insolation, yes. If the earth were MUCH smaller, say, Mars-sized, it would have NO atmosphere, at its current distance from the sun. A smaller earth would have less gravity, which depending on the degree of smallness, could mean not only greater separation of gas molecules but the LOSS of them to space. But there are circumstances under which density would INCREASE even on a smaller earth. Venus, for example, is smaller than earth yet has a denser atmosphere. If the earth were the size of venus, at its distance from the sun, it would be the same.

On rencontre ici deux assertions sur lesquelles l'enquête peut raisonnablement s'arrêter. La première suffirait pour conduire à une conclusion radicale : si la Terre était beaucoup plus petite, par exemple de la taille de Mars (qui se trouve être à peu près deux fois plus petite que la Terre), sa distance au Soleil n'étant pas modifiée, la Terre n'aurait pas d'atmosphère et la vie humaine actuelle y deviendrait donc impossible. La seconde assertion expliquerait cette absence d'atmosphère : une Terre plus petite aurait une gravité plus petite, ce qui, à partir d'un certain seuil, entraînerait la disparition dans l'espace des molécules des gaz atmosphériques. On doit noter, en outre, que l'auteur de la réponse prend soin de souligner que d'autres paramètres peuvent varier qui conduirait à un effet contraire ; mais on peut à ce stade ignorer la chose puisque la suggestion naïve contenue dans la question étudiée est celle d'une Terre qui serait « *la même* en deux fois plus petit ».

f) Je m'arrête un instant sur une question clé. Il se peut que « l'enquêteur » rencontre ici pour la première fois certaines réalités : l'atmosphère comme composée de molécules gazeuses, l'attraction exercée par la Terre (ou la planète considérée) sur les molécules de gaz de l'atmosphère, etc. Tout dépend en l'espèce des *connaissances actuellement disponibles* (appelées « connaissances antécédentes » dans certains textes plus anciens sur la modélisation). En l'espèce, la question était étudiée avec des élèves de 3^e en fin d'année, alors qu'ils ont étudié la quasi-totalité du programme de physique, lequel contient le tableau qu'on a reproduit ci-dessous (<http://www.education.gouv.fr/cid22120/mene0817023a.html>). Comme on le verra, la formule $P = mg$ devrait être connue des élèves de l'Atelier, ce qui semble être à peu près le cas. Le point le plus incertain peut-être concerne l'action de la pesanteur terrestre sur les molécules de gaz de l'atmosphère : ces molécules sont-elles regardées, dans la culture des élèves, comme faisant partie de ces « objets » dont parle à cet égard le programme ? La chose semble plus douteuse. Comme on le verra, la formule $P = mg$ devrait être connue des élèves de l'Atelier, ce qui semble bien être à peu près le cas. Le point le plus incertain peut-être concerne l'action de la pesanteur terrestre sur les molécules de gaz de l'atmosphère : ces molécules sont-elles regardées, dans la culture des élèves, comme faisant partie de ces « objets » dont parle à cet égard le programme ? La chose semble plus douteuse.

g) En ce point de l'enquête, un deuxième document va être soumis aux élèves (http://prof.cchic.ca/svilleneuve/astonomie/seti/planete_habitable.htm). Il s'agit d'une page Web intitulée « Planète habitable » figurant sur le site du Cégep de Chicoutimi. Nous laisserons le lecteur visiter lui-même cette page.

Connaissances	Capacités	Commentaires	gravité
NOTION DE GRAVITATION : pourquoi les planètes gravitent-elles autour du Soleil et les satellites autour de la Terre ?			
Présentation succincte du système solaire. Action attractive à distance exercée par : - le Soleil sur chaque planète ; - une planète sur un objet proche d'elle ; - un objet sur un autre objet du fait de leur masse. La gravitation est une interaction attractive entre deux objets qui ont une masse ; elle dépend de leur distance. <i>La gravitation gouverne tout l'Univers (système solaire, étoiles et galaxies).</i>	Suivre un raisonnement scientifique afin de comparer, en analysant les analogies et les différences, le mouvement d'une fronde à celui d'une planète autour du Soleil.	L'élève n'a pas à connaître les noms et la place de chacune des planètes au sein du système solaire. L'expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux masses est hors programme.	
POIDS ET MASSE D'UN CORPS : pourquoi un corps a-t-il un poids ? Quelle est la relation entre le poids et la masse d'un objet ?			
Action à distance exercée par la Terre sur un objet situé dans son voisinage : poids d'un corps.			
Le poids P et la masse m d'un objet sont deux grandeurs de nature différente ; elles sont proportionnelles. <i>L'unité de poids est le newton (N). La relation de proportionnalité se traduit par $P = m g$</i>	Pratiquer une démarche expérimentale pour établir la relation entre le poids et la masse. Construire et exploiter un graphique représentant les variations du poids en fonction de la masse. Calculer, utiliser une formule.	Toute étude vectorielle (expression, représentation) est hors programme au collège.	
ENERGIE MECANIQUE : comment évolue l'énergie d'un objet qui tombe sur Terre ?			
<i>Un objet possède : - une énergie de position au voisinage de la Terre ; - une énergie de mouvement appelée énergie cinétique. La somme de ses énergies de position et cinétique constitue son énergie mécanique. Conversion d'énergie au cours d'une chute.</i>	<i>Raisonnement, argumenter pour interpréter l'énergie de mouvement acquise par l'eau dans sa chute par une diminution de son énergie de position.</i>	Les énergies de position, cinétique et mécanique sont abordées uniquement pour expliquer qualitativement les conversions d'énergie dans une chute d'eau (barrage hydraulique). Thèmes de convergence : sécurité, énergie	

h) Comme on l'aura observé, en substance, l'auteur s'interroge – et répond – dans les termes suivants :

Pourquoi une planète telle que Mars ne peut-elle pas « retenir » une atmosphère viable pour le développement de vie « intelligente » ? Parce que la vitesse (résultant de la température moyenne à la surface de Mars) des particules composant une atmosphère viable surpasse la vitesse de libération de Mars (résultant de la masse et du rayon de Mars).

D'emblée on voit ici apparaître la notion de « vitesse de libération » (dont on peut supposer qu'on ne la connaissait pas). L'auteur précise ensuite ceci :

Je vais prouver ce dernier point physiquement en comparant tout d'abord la vitesse de libération de la Terre et celle de Mars, ensuite en montrant le rapport entre la vitesse thermique quadratique moyenne des molécules d'oxygène (la vitesse moyenne des molécules d'oxygène si vous préférez) et la vitesse de libération des 2 planètes.

Voilà donc une autre notion « inconnue » : « la vitesse moyenne des molécules d'oxygène ». En fait, le document mériterait d'être suivi dans son

détail (comme le lecteur pourra le faire). Dans l'Atelier, cependant, on n'en examine que certains éléments, notamment celui-ci : la vitesse de libération serait, sur la Terre, d'environ 12 km/s et, sur Mars, d'à peu près 5 km/s. L'auteur calcule ensuite que la vitesse moyenne de l'oxygène ne représenterait qu'un peu plus de 12 % de « la vitesse de libération martienne » ; mais il ajoute : « Les chercheurs s'entendent pour dire que lorsque la vitesse moyenne quadratique d'une molécule atteint un dixième de la vitesse de libération d'une planète, cette molécule s'échappe dans l'espace. » Tout cela, bien sûr, serait à fouiller plus avant : à ce stade de l'étude, cela reste une conjecture.

i) Une autre question à explorer est la suivante : si les molécules s'échappent dans l'espace, c'est que la gravité est insuffisante pour les retenir, leur poids $P = mg$ étant alors trop faible ; mais comment varie g avec la taille de la planète ? Le document précédent indique que la « force gravitationnelle est donnée par $F = GM_t m / R_t^2$, où M_t et R_t sont respectivement la masse de la Terre et le rayon de la Terre, G étant « la constante gravitationnelle ». Cela pourrait conduire à penser que l'on a en fait $g = GM_t / R_t^2$. Un troisième document, l'article « Pesanteur » de *Wikipédia*, est alors proposé : les élèves y retrouvent très vite la formule $g = G \frac{M}{R^2}$.

Origine de la pesanteur [modifier]

La première description quantitative de la pesanteur a été donnée par la [loi universelle de la gravitation](#) de [Newton](#). La pesanteur à la distance R du centre d'un astre sphérique isolé formé de couches [homogènes](#), et de masse totale M est dirigée vers le centre de l'astre et vaut $g = G \frac{M}{R^2}$. D'après Newton, il existe une force instantanée à distance entre deux masses m et M , valant $G \frac{mM}{R^2}$.
 $G = 6,674 \times 10^{-11} \cdot m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$ ou $N \cdot m^2 \cdot kg^{-2}$.

Que se passe-t-il alors si l'on suppose que le rayon R devient deux fois plus petit ? Les élèves savent (mais ils pourraient le trouver rapidement s'ils l'ignoraient) que le volume V d'une sphère de rayon R est donné par

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3.$$

Désignons par V' , M' et g' les valeurs du volume, de la masse et de la pesanteur quand le rayon de la Terre prend la valeur $R' = \frac{1}{2} R$. On a alors $V' = \frac{1}{8} V$. Si l'on suppose que la masse volumique moyenne de la Terre ne varie pas, la masse M' est proportionnelle à V' et donc $M' = \frac{1}{8} M$. Il en résulte que l'on peut écrire *par exemple* :

$$\frac{g'}{g} = \frac{G \frac{M'}{R'^2}}{G \frac{M}{R^2}} = \frac{M'}{M} \frac{R^2}{R'^2} = \frac{1}{8} \left(\frac{R}{R'} \right)^2 = \frac{1}{8} 2^2 = \frac{1}{2}.$$

La valeur de g est donc divisée par 2 : tout objet *pèse deux fois moins*. Je note ici que l'on n'utilise plus aujourd'hui le « calcul proportionnel », dont témoigne encore le symbole $\propto$, et qui donnerait ici :

$$g = G \frac{M}{R^2} \propto \frac{M}{R^2} \propto \frac{V}{R^2} \propto \frac{R^3}{R^2} = R.$$

La conclusion précédente en découle aussitôt.

j) En cette étape de l'enquête, nous avons déjà un petit acquis – en même temps que plusieurs questions se posent ! Pour ce qui est de l'acquis – conjectural –, il convient bien sûr de chercher à le vérifier. Un quatrième document pourra y aider : l'article « Habitabilité d'une planète » de *Wikipédia*. Son examen rapide permet d'y localiser ce passage :

Les planètes de faible masse seraient de mauvaises candidates pour accueillir la vie pour deux raisons. Tout d'abord, leur [gravité](#) plus faible tend à rendre leur [atmosphère](#) plus ténue. Les molécules constitutantes de la vie ont une probabilité beaucoup plus élevée d'atteindre la [vitesse de libération](#) et d'être éjectées dans l'espace lorsqu'elles sont propulsées par le vent solaire ou par une collision. Les planètes dont l'atmosphère n'est pas épaisse ne disposeraient pas de suffisamment de matière pour la [biochimie](#) initiale, ont peu d'isolation et un mauvais [transfert thermique](#) à travers leur surface (par exemple, [Mars](#) avec sa fine atmosphère, est plus froide que l'aurait été la Terre à la même distance) et moins de protection contre les radiations haute-fréquence et les [météoroïdes](#). De plus, les planètes plus petites ont un diamètre plus petit et donc de plus grands ratios surface-volume que leurs cousines de grande taille. De tels corps ont tendance à voir leur énergie s'échapper beaucoup plus rapidement après leur formation et ont donc peu d'activité géologique. Ils n'ont pas de [volcans](#), de [tremblements de terre](#) et d'[activité tectonique](#) qui fournissent à la surface des éléments favorisant la vie et à l'atmosphère des molécules régulant la température (comme le [dioxyde de carbone](#)).

L'une des questions clés à examiner est évoquée en passant : quel lien y a-t-il entre g , la vitesse de libération et la vitesse des molécules de tel gaz ? On rencontre aussi une entité nouvelle : le « vent solaire ». Un autre point peut encore être interrogé, que l'article formule ainsi : « les planètes plus petites ont un diamètre plus petit et donc de plus grands ratios surface-volume que leurs cousines de grande taille. De tels corps ont tendance à voir leur énergie s'échapper beaucoup plus rapidement après leur formation... » Le « ratio » en

question – encore un mot nouveau – peut être explicité. Les élèves de l'Atelier connaissent la formule donnant l'aire d'une sphère : $S = 4\pi R^2$. Le rapport mentionné s'écrit donc :

$$\frac{S}{V} = \frac{4\pi R^2}{\frac{4}{3}\pi R^3} \propto \frac{R^2}{R^3} = \frac{1}{R}.$$

Si l'énergie produite est proportionnelle au volume, l'énergie dissipée étant proportionnelle à l'aire, le rapport énergie dissipée/énergie produite augmente quand R diminue : il est deux fois plus grand quand R est deux fois plus petit.

k) Bien entendu, ce qui précède n'est encore que l'ébauche d'une enquête qui pourrait continuer plus ou moins encore, avant qu'on en établisse le bilan – lequel comprendra la réponse élaborée ainsi que la mention ou l'exposé des œuvres indispensables pour justifier, jusqu'à un certain point, cette réponse. On sait que ce qui nous importe est l'élaboration d'une *pédagogie de l'enquête* compatible avec une institution scolaire nécessairement transformée. Pour cela, il y a bien du chemin à faire encore. Mais je voudrais évoquer à ce propos une difficulté qui n'est, à mon sens, que le résultat d'une mise en scène curriculaire. Ce qui se construit autour d'une question étudiée, c'est une organisation praxéologique qui apparaît fréquemment à qui l'observe depuis l'univers traditionnel de la visite des œuvres comme peu solide. On dira par exemple : vous parlez d'énergie ; mais qu'est-ce que l'énergie ? Contre cela, j'avancerai l'idée que, dans le paradigme de la visite des œuvres, une fiction *scolaire* prévaut : si le *programme* prescrit l'étude d'une certaine notion, cette étude faite on pourra légitimement se référer à cette notion, sans s'interroger davantage sur sa solidité, son degré d'approfondissement, son extension, etc. *Le programme est l'institution de légitimation de l'épistémologie scolaire*. C'est le programme qui joue le rôle de « grand autorisateur » : la connaissance qu'il prescrit est, par définition, légitime. Je ne prendrai ici qu'un exemple. On a rencontré plus haut la constante « universelle » G . On ne sait rien d'elle, sinon qu'elle apparaît dans la formule $g = G \frac{M}{R^2}$, ce qui est déjà quelque chose. Est-ce suffisant ? Pour en savoir plus à son propos, on peut jeter un coup d'œil sur l'article « Constante gravitationnelle » de *Wikipédia*. Cet article commence ainsi :

En [physique](#), la constante de proportionnalité de la loi de la [gravitation](#) est notée G , et est appelée **constante gravitationnelle**, ou **constante universelle de gravitation**, ou **constante de Newton**, ou plus simplement **grand G**.

La *constante gravitationnelle* est une [constante physique](#) fondamentale qui apparaît dans la loi d'[Isaac Newton](#) sur la [gravitation universelle](#) et les lois qui en découlent ([Lois de Képler](#), ...).

La *constante gravitationnelle* apparaît aussi dans la théorie de la [relativité générale](#) d'[Albert Einstein](#).

La [force](#) d'attraction entre deux corps massifs est proportionnelle au produit de leur [masse](#) et inversement proportionnelle au carré de la [distance](#) qui sépare leurs centres de masse respectifs : $|\mathbf{F}| = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$.

Mais je m'arrêterai ici sur un autre document, le petit livre de Gilles Cohen-Tannoudji intitulé *Les constantes universelles* (Hachette Littératures, 1998).

Se référant implicitement à la formule $F = \frac{M m}{r^2}$, l'auteur note ceci :

Une loi physique exprime une relation entre des quantités physiques qui ont le même contenu dimensionnel. Or, si l'on considère précisément la loi de la gravitation, on voit que dans le rapport posé il n'y a pas, des deux côtés du signe =, le même contenu dimensionnel ! Quel est en effet le contenu dimensionnel d'une force ? Il s'agit, comme nous l'enseigne l'une des premières lois de Newton, du produit d'une masse par une accélération ; donc d'une masse que multiplie une longueur divisée par le carré d'un temps. Tel se présente donc le terme de gauche de l'équation newtonienne de la gravitation. Or, lorsque l'on considère le terme qui se trouve à droite, on voit qu'il s'agit d'une masse portée au carré, puisqu'on a affaire au produit de deux masses, que divise le carré d'une longueur. Il y manque donc du temps, des masses, etc. C'est pour annuler ce déséquilibre qu'on introduit la constante G que l'on attribue à Newton, alors qu'en fait il ne l'a jamais lui-même explicitée. Elle permet de rétablir l'homogénéité du contenu dimensionnel du côté gauche et du côté droit de l'équation qui exprime en langage mathématique moderne la loi de Newton : $F = G Mm/r^2$ (m est la masse du corps, M la masse de la Terre et r la distance du corps au centre de la Terre). (p. 30)

Il ajoute ensuite :

Une telle constante, on le voit, n'a pas d'abord été pensée comme une caractéristique essentielle de la nature, elle a, au stade où nous sommes de notre exposé, un contenu « utilitaire ». Elle apparaît seulement comme une quantité nécessaire à la formulation mathématiquement correcte de la loi ; une quantité, de contenu dimensionnel étrange (le cube d'une longueur divisé par une masse et le carré d'un temps, $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, pour être précis) dont pour le moment nous ne comprenons pas bien la signification. À vrai dire, l'introduction de cette constante ne semble, à première vue, que perturber la beauté, l'harmonie et l'élégance de la loi qui, depuis Newton, frappent tous les esprits et donnent lieu à l'essentiel des spéculations philosophiques. Un physicien n'aime guère introduire une grandeur que semblent lui imposer les seules nécessités du calcul. (p. 31)

Il conclut alors provisoirement :

Plus tard, vers la fin de l'ouvrage, lorsque nous l'associerons à c et h , nous verrons que G acquiert une signification tout à fait surprenante, concernant la structure microscopique (c'est-à-dire lorsqu'il s'agit des réalités subatomiques) de l'espace et du temps. (pp. 31-32)

Prolongeons cela en citant l'article « Constante gravitationnelle » de *Wikipédia* déjà sollicité :

La valeur de G dans les dimensions assignées à la constante gravitationnelle (le cube de la longueur en [mètre](#), divisé par la masse en [kg](#) et le carré du temps en [secondes](#)) est celle couramment utilisée.

Cependant, cette valeur a une signification fondamentale selon les [unités de Planck](#) : la constante gravitationnelle est égale numériquement et aussi dimensionnellement au cube de la [longueur de Planck](#), divisé par la [masse de Planck](#) et le carré du [temps de Planck](#).

Un regard à l'article « Unités de Planck » fait alors découvrir cette formule « exacte » : $G = \frac{l_p^3}{m_P t_p^2}$ (avec des notations « évidentes »). Faudrait-il donc aller jusque-là pour se mettre à l'abri des critiques des visiteurs d'œuvres ?

4. Un deuxième exemple : en master

a) Le titre de ce séminaire comporte le sigle IDD qui signifie, je le rappelle, « Ingénierie didactique du développement ». Je prendrai ici un exemple relevant de cette problématique, à propos d'une formation de master en un domaine que nous allons découvrir dans un instant. Pour situer le document à analyser, je précise qu'il existe à l'université de Provence un master *professionnel* de sciences de l'éducation étiqueté « Formateurs, responsables de formation ». Ce master a existé, au cours de cette année 2010-2011, sous deux formes : *en présence* et *en ligne*. Au cours de l'année qui s'achève, j'ai eu à assurer dans le master *en ligne* une UE pour laquelle j'avais proposé cette dénomination : « Didactique fondamentale et professionnalités ». Dans ce cadre, j'ai proposé récemment aux étudiants concernés, en guise de travail libre, d'effectuer une analyse didactique d'un texte extrait d'un ouvrage du collectif Adret paru en 2011 aux éditions Autrement sous le titre *La révolution des métiers verts. 20 passionnés témoignent*. Ce texte est le début d'un entretien – intitulé « Former des étudiants aux métiers de l'environnement » – avec Jean-Paul Vanderlinden, lequel y est présenté comme le responsable des masters « Sciences de l'environnement, du

territoire et de l'économie » de l'université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines. Le titre même de ces masters appelle un commentaire. Tout d'abord, l'étudiant concerné peut s'attendre à devoir y étudier des *sciences*. Même si ce mot à une extension large, il semble dire quelque chose du contenu *vraisemblable* de la formation promise. Ensuite, même si le titre comporte une conjonction (« de l'environnement, du territoire *et* de l'économie »), et non une disjonction, cet étudiant peut en faire une lecture qui privilégie l'un des trois descripteurs et « oublie » les deux autres. On peut ainsi être attiré par « environnement » ou au contraire par « territoire » ou par « économie ». Le *titre* de l'entretien – « Former des étudiants aux métiers de l'environnement » – met lui-même l'accent sur « environnement » plutôt que sur « territoire » ou « économie ». On va voir que cette première petite analyse, dont le contenu peut d'abord sembler bien fragile, est du moins en consonance avec ce que l'entretien révélera.

b) Pour faciliter les choses, j'analyserai le texte proposé (que l'on trouve aux pages 132 à 134 de l'ouvrage indiqué) en le scindant selon la succession des questions posées et des réponses formulées. Voici donc le premier bloc question-réponse :

Quelles sont les motivations des étudiants qui suivent vos masters ?

Parmi les 250 qui s'inscrivent, je distinguerais deux groupes. D'un côté ceux qui, sans être particulièrement sensibilisés aux questions d'environnement, ont entendu dire que nous avons un bon taux de placement à la sortie et veulent avant tout trouver du travail. De l'autre, ceux qui ont envie de changer les choses.

Vis-à-vis des étudiants du premier groupe, notre objectif est d'expliquer que, pour être efficaces, il ne leur suffira pas de faire correctement leur travail, ils devront aussi à chaque étape se demander si la direction suivie est la bonne. Quant aux autres, on reconnaît leur engagement dans un projet de société à leur allure, leur comportement, leur façon de parler. Nous essayons de leur montrer que l'entreprise ce n'est pas Satan ; nous réfrénons leur impatience en leur disant : « Vos valeurs sont certes importantes, elles vous porteront tout au long de votre vie professionnelle, mais il faudra aussi être pragmatique et faire parfois des compromis. »

La formation proposée peut être regardée comme composée d'un complexe de systèmes didactiques $S(X; Y; O)$. Ici, le responsable de la formation, $\hat{y}$, évoque les « instances étudiantes » X en faisant connaître à celui qui l'interroge, $\hat{z}$, certains de leurs assujettissements, lesquels sont autant de *contraintes* dont ces instances X seraient porteuses. En fait, $\hat{y}$ les présente comme de nature à *gêner* la mise en place et la réception des *conditions* consubstantielles à la formation visée. Il est remarquable que ces

assujettissements « contraires » apparaissent ici comme étant les « motivations » principales des étudiants : les « motivations » prêtées aux étudiants seraient donc des obstacles à la formation ! Je ne commenterai pas davantage ici ces « motivations » : des étudiants au souffle court d'un côté, qui retiennent surtout les mots « économie » et « territoire », de l'autre des indignés qui, comme on dit dans leur langage, « ont flashé sur » le mot « environnement ». Le fait principal de ce passage, redisons-le, est que les « motivations » des $x \in X$ sont reçues comme « dangereuses » ou au moins comme « délicates » par le responsable de la formation $\hat{y}$. Est-ce là un cas général ou est-ce une exception ? Une hypothèse plus large serait que, assez généralement, les responsables d'une formation sont attentifs à ce qui, dans les motivations des étudiants, peut venir faire obstacle à leur entrée réussie dans la formation proposée – alors même sans doute que les $x \in X$ ne voient eux-mêmes dans ces « motivations » rien que de positif.

c) Examinons maintenant le deuxième des trois blocs question-réponse, qui est aussi le plus long des trois :

Quelles sont les principales matières enseignées ?

Nous avons pour principe de recevoir des étudiants venus d'horizons très divers. Seule condition : être titulaire d'une licence. Certains viennent des sciences de la nature, d'autres des sciences sociales et humaines. Nous avons même des étudiants qui arrivent avec une licence d'anglais ou d'espagnol ; ils sont les bienvenus, nous les prévenons que pour rattraper les autres ils devront travailler davantage, et en général ils y arrivent grâce à une solide motivation.

La première année, les étudiants suivent une mise à niveau dans les matières qu'ils n'ont pas vues depuis le lycée : pour ceux qui viennent des sciences sociales et humaines, une introduction à la physique et à la chimie afin qu'ils comprennent notamment les processus en jeu dans le climat ; pour ceux qui viennent des sciences de la nature, des éléments de science économique afin qu'ils se familiarisent avec les outils et les principes de l'économie.

En parallèle, un tronc commun comprend du droit, des langues et des enseignements pluridisciplinaires dont le but principal est d'entraîner les étudiants à jeter des ponts entre des mondes différents. Ainsi, par exemple, le cours « Sciences de l'environnement et société » présente des connaissances d'ordre scientifique, économique, sociologique, en insistant sur les conditions socio-historiques. L'important est que les étudiants soient conscients des priorités fixées par le contexte social, qu'ils puissent faire un pas de côté et prendre du recul.

Certains étudiants ne voient pas l'intérêt et se plaignent dès le premier cours : « M'sieur, l'épistémologie et l'histoire, ça ne nous intéresse pas ; nous ne devons plus faire de philo après le bac. Pour travailler dans la physique du

climat, la philosophie ne nous servira à rien. » On essaie de les convaincre : « Vous ne pourrez pas travailler sans vous demander d'où vient la science, où elle va ; l'histoire a façonné notre perception du monde ; la philosophie est fondamentale, maîtriser les concepts, c'est maîtriser notre existence. » Si dès le lycée on donnait à lire le petit livre de Schopenhauer *L'Art d'avoir toujours raison*, dans lequel le philosophe démonte les ressorts les plus usuels de la mauvaise foi, les gens seraient armés pour démystifier le discours d'un Claude Allègre.

Dans un autre cours, obligatoire lui aussi, « Climat, environnement, société », il est demandé aux étudiants de travailler en équipe et de présenter sur un thème donné une synthèse d'approches venant de disciplines différentes. Le thème peut être aussi général que « L'Arctique », ou « Le passage à l'économie verte », ou encore « La croissance urbaine en Inde », et les équipes sont constituées de façon que travaillent ensemble des étudiants venus des sciences, de la géographie, de l'économie, etc.

La deuxième année, les cours sont orientés vers les métiers. « Climat-environnement » prépare à la recherche en sciences du climat, « Économie écologique » à la recherche en économie non traditionnelle ; « Stratégies de développement durable et responsabilité sociale des entreprises » s'adresse à ceux qui occuperont un poste environnemental dans une entreprise ; « Médiation des connaissances environnementales », à des gens qui auront à identifier les connaissances utiles (scientifiques, juridiques, économiques) et à les relayer (via Internet, via la réalisation de documents, ou encore via l'organisation de réunions) ; « Logistique durable » forme des professionnels qui vont s'occuper de gérer des chaînes de listes, achats, transports, mais en intégrant à chaque étape les questions d'énergie, de matières premières – toutes les questions environnement et développement durable.

- Ici, la question de $\tilde{z}$ porte explicitement sur les principales « matières » étudiées, c'est-à-dire sur les grandes œuvres $O_1, O_2, \dots, O_n$ donnant lieu, dans la formation, à des systèmes didactiques principaux $S(X_i ; Y_i ; O_i)$. Il est remarquable que, dans sa réponse, $\hat{y}$ commence – à nouveau – par évoquer des *contraintes* dont les étudiants concernés peuvent être porteurs à *l'encontre du projet de formation*. On soulignera que la condition d'accès à la formation est *rien moins que spécifique de cette formation* – il suffit d'être titulaire d'une licence, *quelle qu'elle soit*. Cela a évidemment des conséquences, sur lesquelles nous nous arrêterons un instant. Mais avant cela même, on peut s'interroger sur ce qui a pu motiver une telle décision – ne demander qu'une licence, sans plus. Une foule de conditions et de contraintes peuvent être invoquées, tel le fait qu'existe aujourd'hui tout un discours théorico-technologique flottant dans la société d'après lequel les formations « littéraires » n'auraient pas – ou, du moins, ne devraient pas avoir – moins de « valeur » que les autres sur le marché des professions.

Quoi qu'il en soit, la condition de recrutement, qui, peut-on penser, n'est pas ici le fruit d'une pure réglementation imposée par l'État, est partie prenante de la « présentation de soi » de la formation offerte : qu'on le veuille ou non, elle énonce que ce qui va advenir dans la formation *ne devra rien ou presque au passé*, sera quasi indépendant de lui, ou, du moins, *sera rendu* quasi indépendant de lui. On retrouve ici le slogan de tout assujettissement fort et nouveau : « la vie commence avec moi, oublie le passé », semble dire cette formation à ceux qui la choisiront. Ce qui du passé mériterait d'être conservé sera vécu *à nouveaux frais*, pris dans l'énigmatique luxuriance, dans l'apparente prodigalité de la formation. Tel serait le slogan d'une institution d'élite, qui prétendrait rendre le reste du monde inutile.

- La réalité telle qu'elle est représentée par $\hat{y}$ apparaît sans doute en retrait par rapport à cette « théorie » que je prête un instant à l'institution. Cela noté, la présentation du contenu étudié au cours des deux années appelle plusieurs observations fondamentales. La première est que l'organisation du cursus procède, de façon il est vrai toute classique, d'une vision *rétrrocognitive* d'un cursus d'études. La première année du master, dit $\hat{y}$, est constituée d'UE de *mise à niveau* et d'un *tronc commun*. L'habitus rétrrocognitif est d'abord dans la notion même de « mise à niveau », qu'on peut entendre ici comme une « remise à niveau » (puisque'elle porte sur les matières « qu'ils n'ont pas vues depuis le lycée »). Parler de mise à niveau se justifierait s'il y avait un « niveau » *requis* pour entamer ces études de master, ce qui, justement, *n'est pas le cas* (puisque une licence quelconque suffit pour y accéder). L'habitus rétrrocognitif se trouve encore dans l'existence d'un « tronc commun », qui est en fait – la chose va tellement de soi qu'elle n'est pas explicitée – *préparatoire* à la deuxième année. En d'autres termes, en deuxième année, il faudra tirer sur ce qui aura été vu en première année – cela peut sembler aller de soi, tellement l'habitus rétrrocognitif est induré dans la culture commune, mais je vais revenir là-dessus. C'est ce même habitus qui s'exprime sans fard dans la réaction de certains étudiants, telle que la rapporte $\hat{y}$. Leur réaction de contestation se fonde sur deux faits. Tout d'abord, ils reconnaissent dans ce qui leur est enseigné des matières « *passées* » – histoire et (surtout) philosophie. Cette rétro-identification justifie alors qu'ils dénoncent en cela la *rupture d'un contrat* qui, apparemment, pour eux, s'impose à *toute institution de formation possible* : le bac obtenu, ces matières étaient censées, prétendent-ils, être à tout jamais « dépassées » et ils ne devaient donc plus jamais *les avoir* « devant eux » : « faire de la philo », semblent-ils plaider, est une obligation dont ils se sont acquittés *une fois pour toutes* ! J'ai déjà évoqué ce type de contrat épistémique, le deuxième des trois types distingués lors de la séance 5 de ce séminaire.

- Je voudrais m'arrêter un instant sur ce point, qui apparaît marqué d'une forme de déraison didactique. Pour étudier l'œuvre O , dit l'institution, il vous faut connaître – et donc étudier – d'abord l'œuvre $\tilde{O}$. C'est là que se noue un formidable malentendu coextensif à une implacable contradiction : X (et chaque $x \in X$) étudiera donc $\tilde{O}$, et acceptera de soumettre son rapport à $\tilde{O}$ à une évaluation ; si celle-ci est positive, pense X (et chaque $x \in X$), il n'aura plus jamais à avoir commerce avec $\tilde{O}$ – « connaître » $\tilde{O}$ est une obligation dont il se sera acquitté sans retour ! C'est ce que j'ai appelé trivialement le principe « Corbeille, vider corbeille ! ». Or l'obligation ainsi imposée avait pour objectif de rendre la connaissance de $\tilde{O}$ disponible pour, ensuite, étudier O ! L'organisation « rétrocognitive » d'un cursus de formation, qui est, dans son principe, compatible avec les contrats épistémiques des premier et troisième types, se heurte ici de plein fouet aux contrats du deuxième type.

- Notons encore ceci : pour tenter de désarmer l'hostilité des étudiants, $\hat{y}$ invoque lui-même une stratégie rétrocognitive : si ces étudiants avaient, au lycée, étudié l'opuscule de Schopenhauer intitulé *L'art d'avoir toujours raison*, rêve-t-il, de telles attitudes n'auraient pas lieu d'être (et on serait, en prime, débarrassé de Claude Allègre et consorts). (Je signale que ce texte, publié en 1830-1831 sous le titre *Die Kunst, Recht zu behalten*, et que l'on trouve dans les bonnes librairies, est aussi disponible en ligne sur *Wikisource*.) L'habitus rétrocognitif semble ici rendre impossible une idée pourtant toute simple : si ce texte est si important, si son étude est si efficace en ses effets de restructuration cognitive, pourquoi ne pas l'étudier *maintenant* ? Cela serait au reste en consonance avec le principe selon lequel « la vie commence avec moi » (principe dont on aura noté qu'il est contradictoire avec une organisation strictement rétrocognitive) ! Notons aussi que ce qu'évoque $\hat{y}$ pour lutter contre le rejet par certains étudiants de la philo-après-le-bac (dont par ailleurs tant de bobos-blaireaux se repaissent aujourd'hui dans les « cafés philosophiques » et autres lieux du même acabit) serait spécifique de la « philo ». Or, selon l'analyse développée plus haut, le problème serait plus profond et plus général, tenant à la malheureuse rencontre entre un contrat épistémique du deuxième type et une organisation rétrocognitive du cursus des études. Le même argument – « Pas après le bac ! » – vaudrait pour les mathématiques, la géographie, etc., dès lors que les étudiants auraient choisi un cursus d'études qui ne relève pas, à leurs yeux, des mathématiques, ou de la géographie, etc.

- Le cours obligatoire – il fait partie, semble-t-il, du « tronc commun » – intitulé « Climat, environnement, société » pourrait être regardé comme une initiation à l'enquête codisciplinaire, soit à ce que je décrirai ainsi (en référence au schéma herbartien) : étant donné une question Q , élaborer une réponse $R^\forall$ dont la construction suppose de « faire travailler ensemble » des

éléments pris dans des champs praxéologiques différents. Notez que ce qui est mis ici « en synergie », ainsi, ce sont des éléments praxéologiques, non des représentants patentés des champs praxéologiques sollicités, ce qui est toujours délicat, bien que cela le soit moins peut-être s'agissant d'étudiants que (par exemple) de professeurs de l'enseignement secondaire. Le problème est que, dans ce que décrit *ŷ*, on ne voit nulle ombre de question à laquelle il conviendrait d'apporter réponse : on reste en fait dans le classique schéma dissertationnel. Même si la dissertation est nommée ici « synthèse », les étudiants n'ont pas à apporter réponse à une question mais à « traiter un sujet », que ce soit « L'Arctique », « Le passage à l'économie verte » ou encore « La croissance urbaine en Inde »...

- Le contenu des études de deuxième année est censé correspondre à des métiers différents : (1) « Climat-environnement » ; (2) « Économie écologique » ; (3) « Stratégies de développement durable et responsabilité sociale des entreprises » ; (4) « Médiation des connaissances environnementales » ; (5) « Logistique durable ». Ici, peut-on penser, c'est le système *questions du métier / réponses proposées* qui devrait fonctionner, avec un *topos* étudiant non précisé (quelle part prennent-ils dans l'identification des questions et la création des réponses ?). En fait le lecteur reste sur sa faim. Il n'est cependant pas déraisonnable de supposer que le bilan global du travail réalisé dans chacune des cinq préparations à un métier peut s'énoncer en termes de couples (Q , $R^\forall$) ; cette supposition nous sera du moins utile pour la suite de l'analyse.

d) Passons donc au troisième et dernier bloc du texte à analyser :

L'idée qu'il n'y a pas nécessairement de réponse technique à tous les problèmes vous semble-t-elle importante à faire passer auprès des étudiants ?

Ces dix dernières années, les attitudes à l'égard des solutions techniques ont évolué. Les jeunes sont moins naïfs, plus critiques qu'il y a dix ans ; et certainement plus qu'il y a vingt ans lorsque j'étais étudiant en agronomie, typiquement une science qui proposait des solutions techniques : telle plante ne produit pas assez, on va faire ce qu'il faut, elle produira plus et la faim dans le monde sera réglée. On s'est rendu compte que ça ne marchait pas ; que bien souvent les choix importants étaient autant politiques que techniques. On a appris à se méfier des solutions globales, applicables à tout le monde.

Cela dit, il faut en même temps mettre en garde contre l'excès inverse, à savoir le relativisme sauvage dans lequel tombent des jeunes gens qui, étant arrivés à l'université pleins d'enthousiasme et d'envie d'étudier, pétris d'absolu, persuadés que la science allait fournir des réponses définitives à tout, se retrouvent deux ans plus tard désenchantés, ne sachant plus très bien quoi

penser, et déclarent que tout est relatif, que toutes les pensées se valent, qu'il n'existe aucune solution. Notre rôle est d'expliquer que des solutions existent, mais qu'elles sont imparfaites, souvent chargées d'incertitudes, toujours à remettre en chantier, à corriger, à améliorer. Et que ce n'est pas parce que les solutions sont incertaines et imparfaites qu'il faut rester immobile et ne rien faire. En disant cela, on avance un peu sur une corde raide, c'est une façon de penser difficile à faire accepter, surtout dans un pays comme la France, avec sa tradition des Lumières. Nous devons habituer les étudiants à cette idée que le monde est incertain, que l'avenir est aléatoire et qu'il y aura dans leur métier des moments où ils devront reconnaître qu'ils ne savent pas.

- On en arrive ici à un problème crucial entre tous : celui, globalement, de la « valeur » des réponses $R^\heartsuit$ apportées relativement aux projets professionnels ultérieurs des formés. La nature de la *topogenèse* de ces réponses est, en ce cas, essentielle. Si une réponse est reçue par les étudiants comme étant *la* réponse dogmatiquement imposée par le formateur y , si, donc, on a $R^\heartsuit = R_y^\diamond$, $x \in X$ sera porté, sinon forcé, à la prendre comme un absolu, auquel on est sommé de faire confiance. Les choses iraient autrement si X avait été associé, voire *longuement associé* (je vais revenir sur ce point) à l'élaboration (et en particulier à l'évaluation) de $R^\heartsuit$ telle que la suggère le schéma herbartien.

- Le responsable $\hat{y}$ évoque un changement supposé – qui se serait produit au cours des dix ou vingt dernières années – dans le bloc technologico-théorique relatif à l'assignation d'une réponse $R^\heartsuit$ à une question Q . On serait passé d'une attitude faiblement critique face à ce que la formation apporte à une attitude bipolaire : enthousiasme devant l'idée de disposer d'une réponse, désenchantement quand on doit admettre que celle-ci n'a pas la valeur quasi absolue qu'on pouvait lui prêter. Si le phénomène est avéré, il devient crucial, dans les formations, d'associer fortement les formés à la construction des réponses afin que ces dernières leur apparaissent comme tout à la fois longuement travaillées, validées autant que faire se peut et malgré cela nécessairement évolutives – c'est là un point sur lequel je vais revenir.

e) Pour le contraste, je voudrais en effet brosser maintenant, bien trop rapidement sans doute, le tableau d'une organisation de la formation qui tente d'éviter les pièges analysés dans ce qui précède. Le principe général est d'adopter une *organisation procognitive de la formation*. Cela entraîne un autre principe : les questions Q au cœur de la formation, c'est-à-dire au cœur des métiers du développement durable auxquels on entend former, ces questions *doivent être abordées dès la première année et leur étude doit être poursuivie au long des deux années*.

- On peut imaginer d'abord, dans cette perspective, une UE commune aux étudiants de première et deuxième années, qui serait un *forum des questions* intitulé par exemple « Enquêtes sur les métiers et les savoirs du développement durable » ; cette UE comporterait deux volets. Dans un volet de *présentation de questions*, les étudiants de 1^{re} année occuperaient une place essentielle : chacun d'eux devra y intervenir dans une forme appropriée (orale avec version écrite), l'intervention réalisée étant évaluée en vue de la validation de la première année. Dans un second volet seraient présentés des *plans d'études de questions*. Les étudiants de 2^e année y occuperaient une place essentielle, chacun devant y intervenir dans une forme appropriée (orale avec version écrite) et l'intervention réalisée étant évaluée en vue de la validation de la deuxième année. L'intervention consistera à présenter, à commenter et à justifier, pour une question Q donnée, une ébauche de plan d'études identifiant, avec les principales réponses R° connues, les principales œuvres (relevant des champs des mathématiques, de la physique, de la chimie, de la biologie, de la climatologie, du droit, de l'histoire des idées, etc.) utiles dans l'étude de Q . Les présentations de questions et de plans d'études seront chaque fois soumises au débat d'abord d'une équipe d'étudiants sollicités à l'avance, ensuite de l'ensemble des étudiants présents, enfin de l'équipe enseignante.

- L'UE « Enquêtes sur les métiers et les savoirs du développement durable » fournira le *cadre directeur* de la formation. Celle-ci sera articulée à un double système de moyens de formation que j'énoncerai en usant d'une terminologie déjà évoquée notamment dans la séance 4 du séminaire TAD/IDD 2008-2009. Tout d'abord, il y a le *Forum* général – l'UE « Enquêtes... » –, à quoi pourront s'adjoindre en 2^e année des forums « par métier ». Il y a ensuite des UE *Boutiques*, accessibles à l'ensemble des étudiants des deux années mais étagées sur trois niveaux (débutants absolus, faux débutants, connaisseurs) : on y étudiera, de manière largement finalisée, des champs praxéologiques *fondamentaux* – ce qualificatif signifiant que leurs éléments ne sont pas immédiatement, « opérationnels » (mathématiques, physique, économie, etc.), mais qu'ils doivent encore être déclinés en outils d'étude de questions des métiers du développement durable. Il y a enfin des *Ateliers* où, précisément, se fabriquent les réponses $R^\heartsuit$ aux questions Q qu'on y étudie : c'est là notamment que les œuvres étudiées dans les *Boutiques* seront mises à l'épreuve de leur emploi étroitement finalisé dans l'étude de questions diverses.

- Ce qui précède n'est évidemment qu'une esquisse grossière, un schéma flottant dont le but principal est d'illustrer un peu plus la notion d'organisation procognitive d'une formation, c'est-à-dire d'une organisation

qui s'efforce de minimiser l'emprise du passé et de ses fantasmes sur la réalité présente et à venir. J'indique ici que l'entretien que nous avons suivi se poursuit avec cette question (p. 134) : *Les enseignants de vos masters, d'où viennent-ils ?* Je laisse le lecteur intéressé découvrir par lui-même la réponse du responsable interrogé.

NOUVELLES DU FRONT

1. Écriture et prononciation

a) Après avoir évoqué le champ des praxéologies du développement durable (à la didactique duquel ce séminaire n'est pas étranger, on le sait), je m'arrête un court instant sur le champ des praxéologies langagières, dans lequel nous avons distingué le champ des praxéologies de l'écriture des langues (du français, mais aussi de l'anglais et éventuellement d'autres langues encore) que nous avons appelé le champ du *style*.

b) Un point d'abord sur la grande question de l'*orthotypographie*, à propos de laquelle la correction des copies des candidats à un examen apporte toujours quelque matériau, nouveau ou confirmatoire. Je reviens ici au texte analysé plus haut touchant l'activité d'une classe de *sixième*. Aussi bien dans l'ouvrage de Luc Cédelle (d'où le texte est extrait) que dans l'énoncé mis entre les mains des candidats, l'adjectif ordinal « sixième » est abrégé, ainsi qu'il convient, en « 6^e ». Qu'ont fait les candidats avec cet adjectif ordinal ? Aux huit copies remises par des étudiants de licence s'ajoute une neuvième copie provenant d'une étudiante de master 1 qui devait au même moment analyser le même texte, toujours dans le cadre d'une deuxième session d'examen. Le constat est le suivant : sur les neuf candidats, six ont utilisé l'abréviation 6^{ème} ou des variantes (6ème, 6^{eme}, 6^{em}) ; deux ont utilisé l'abréviation 6^o (qui signifie *sexto*, ou sixièmement) ; un seul candidat a utilisé l'abréviation 6^e, mais cela, en vérité, dans une citation tirée du texte à analyser et enchâssée maladroitement dans une phrase – « ... où X est "la classe de 6^e" du Collège Clithène... » –, qui pourrait laisser croire que le collège ne dispose que d'une classe de 6^e. Tel est donc l'état de choses que, examen après examen, écrit après écrit, on doit constater. On voit ici une norme typographique populaire assez prégnante pour ignorer la norme des « professionnels » de l'écriture : apparemment, cette norme « spontanée » résiste à une rencontre « en situation » avec la norme classique aussi bien qu'à un enseignement explicite...

b) Je voudrais ajouter à cela un petit développement sur la *prononciation* et donc sur la langue « orale ». Récemment, pour de tristes raisons, les médias ont bruisé du nom d'une bactérie, nommée en abrégé « E. coli » mais dont le

nom développé est *Escherichia coli*. L'expression pose un problème de prononciation : dit-on *eskérikia* ou *eschérikia* ou *eschérichia*, par exemple ? Vous savez qu'une attitude s'est développée depuis des décennies dans la société française qui conduit à répondre à une telle question : « Oh, dites comme vous voulez !... » Il y a là quelque chose de remarquable. Examinons le début de l'article consacré à la bactérie *E. coli* dans *Wikipédia*, successivement en français, en anglais et en espagnol :

Escherichia coli, également appelé **colibacille** ou ***E. coli***, est une bactérie intestinale des mammifères, très commune chez l'être humain. Découverte en 1885 par Theodor Escherich, dans des selles de nourrissons, c'est un coliforme fécal généralement commensal. Cependant, certaines souches d'*E. coli* peuvent être pathogènes entraînant alors des gastro-entérites, infections urinaires, méningites, ou septicémies.

Escherichia coli (IPA: /ɛʃəˈɾɪkiə ˈkɒli/ Anglicized to IPA: /ɛʃəˈɾɪkiə ˈkɒlɪ/; commonly abbreviated ***E. coli***; named after Theodor Escherich) is a Gram-negative, rod-shaped bacterium that is commonly found in the lower intestine of warm-blooded organisms (endotherms). Most *E. coli* strains are harmless, but some serotypes can cause serious food poisoning in humans, and are occasionally responsible for product recalls.^{[1][2]} The harmless strains are part of the normal flora of the gut, and can benefit their hosts by producing vitamin K₂,^[3] and by preventing the establishment of pathogenic bacteria within the intestine.^{[4][5]}

La ***Escherichia coli*** (pronunciado /eskeˈɾɪkiə ˈkɒli/), también conocida por la abreviación de su nombre, ***E. coli***, es quizás el organismo procariota más estudiado por el ser humano. Se trata de una bacteria que se encuentra generalmente en los intestinos animales, y por ende en las aguas negras. Fue descrita por primera vez en 1885 por Theodore von Escherich, bacteriólogo alemán, quien la denominó *Bacterium coli*. Posteriormente la taxonomía le adjudicó el nombre de *Escherichia coli*, en honor a su descubridor.

Ce qui est à noter, ici, c'est que, alors que, en anglais ou en espagnol, la question de la prononciation est abordée explicitement, elle est ignorée en français. En fait, il semble que, dans l'épisode récent évoqué plus haut, les journalistes de la télévision et de la radio se soient donné le mot pour prononcer *eschérichia*. On trouve même une justification à la chose : le mot a été formé d'après le nom du découvreur de la bactérie, Escherich ; d'où, nous dit-on (voir par exemple <http://bacterioblog.over-blog.com/article-13415709.html>), sa prononciation. L'affaire paraît trop simple : ne sont-ce pas à peu près les mêmes délicats germanistes qui, à la radio ou à la télévision, prononcent (ou prononçaient) *mikaël* le prénom du coureur automobile Michael Schumacher ?

c) L'indifférence française à ce type de problème contraste avec le souci ordinaire de la prononciation qui anime d'autres communautés linguistiques

nationales ou transnationales, comme en témoignent ces échanges sur Internet (<http://answers.yahoo.com/question/index?qid=20080116162637AAfuCcV>):

Resolved Question Show me more

How do you pronounce escherichia coli?

I need to know how to say this for my science fair project! Please help!

3 years ago Report

Best Answer - Chosen by Voters

esh-e-reek-e-uh cole-eye

<http://medical.merriam-webster.com/medic...>

3 years ago Report

100% 1 Vote

1 person rated this as **good**

Interesting! Email Comment (0) + Save

2 Show: All Answers

Most scientists and medical people just call it e coli pronounced ee kol eye.

3 years ago Report

Un journaliste britannique, Christopher Howse, donne dans ce qui suit quelques précisions sur le problème posé en anglais par la prononciation du mot (http://blogs.telegraph.co.uk/culture/christopherhowse/3647371/Difficult_to_pronounce/) :

That bacillus is named after Theodore Escherich (1857-1911), and its full name is *Escherichia coli*.

Coli is Latin for “of the colon”. It is pronounced “coal-eye” according to an old-fashioned English way of pronouncing Latin. Classical Latin would pronounce it “colly”.

As for *Escherichia*, it is no easy matter to decide how it should be pronounced. Dr Escherich would have spoken his own name as “Esh-er-ikh”. But in Latin “Escher” would be pronounced “Esker”, making the pronunciation of the whole name “Eskerikia”.

Si l'on fabrique un mot « latin », fût-ce avec un matériau linguistique germanique, la prononciation de ce mot devrait peut-être suivre les règles de la prononciation du latin : l'argument n'est certes pas imparable, mais il n'est pas sans force. Latin ou allemand, tel serait donc le dilemme. Je ne

suis pas sûr, cependant, que le problème ait été posé en ces termes par les journalistes français qui vont prononçant *eschérichia*.

d) Les questions que j'agite ici ne se rencontrent pas si souvent dans la littérature « ordinaire ». On vient de republier une conférence prononcée par Paul Valéry (1871-1945) le 16 janvier 1935 : *Bilan de l'intelligence* (Allia, Paris, 2011). Au nom notamment de la poésie et des poètes, Valéry y proteste contre l'incurie française en matière de prononciation. La chose semble assez rare pour qu'on s'y arrête brièvement ; voici :

... je reviens à la langue parlée. Croyez-vous que notre littérature, et singulièrement notre poésie, ne pâtisse pas de notre négligence dans l'éducation de la parole ? Que voulez-vous que devienne un poète, un véritable poète, un homme pour qui les sons du langage ont une importance égale (*égale, vous m'entendez bien !*) à celle du sens, quand, ayant calculé de son mieux ses figures rythmiques, la valeur de la voix et des timbres, il lui arrive d'entendre cette musique si particulière qu'est la poésie, interprétée, ou plutôt massacrée, selon l'un des divers accents que je vous ai énumérés ? Mais même lorsque l'accent est celui du véritable français, la diction scolaire telle qu'elle est pratiquée est tout bonnement criminelle. Allez donc entendre du La Fontaine, du Racine, récité dans une école quelconque ! La consigne est littéralement d'annoncer, et, d'ailleurs, jamais la moindre idée du rythme, des assonances et des allitérations qui constituent la substance sonore de la poésie n'est donnée et démontrée aux enfants. On considère sans doute comme futilités ce qui est la substance même de la poésie. Mais, en revanche, on exigera des candidats aux examens une certaine connaissance de la poésie et des poètes. Quelle étrange connaissance ! N'est-il pas étonnant que l'on substitue cette connaissance purement abstraite (et qui n'a d'ailleurs qu'un rapport lointain avec la poésie), à la sensation même du poème ? (pp. 51-52)

Une « éducation de la parole » négligée : voilà ce que Valéry constate et réproouve. C'est qu'il a découvert « une chose immense », à savoir qu'il n'est à peu près pas possible d'apprendre à prononcer le français en France ; écoutons-le :

Mais passons au français. Il me suffira, sur ce point, de vous apprendre une chose immense : la France est le seul pays du monde où l'on ne puisse absolument pas apprendre à parler le français. Allez à Tokyo, à Hambourg, à Melbourne, il n'est pas impossible que l'on vous y enseigne à prononcer correctement votre langue. Mais faites, au contraire, le tour de France, c'est-à-dire le tour des accents, et vous connaîtrez Babel. Rien de moins étonnant : on ne prononce spontanément le véritable français que dans les régions où le français s'est formé. Mais ce qui, au contraire, peut étonner l'observateur,

–mais qui semble ne pas étonner les éducateurs, – c’est que ces diverses prononciations françaises : accent marseillais, picard, lyonnais, limousin, corse ou germanique, ne soient, dans une nation dont on connaît les goûts très vifs pour l’unification, réformés, corrigés, de manière que tous les français puissent reconnaître leur langue, en tous les points du territoire. (pp. 48-49)

L’affirmation du poète pourra surprendre. Elle semble pourtant exacte. Pour apprendre, lorsqu’on l’ignore, que *je parlerai* (futur) se dit – ou se disait ? – autrement que *je parlerais* (conditionnel), il vaut mieux, sur Internet, questionner des sites destinés à des anglophones désireux d’apprendre le français. Mais cela même est aujourd’hui attaqué ! Il y a deux ans, dans la séance 2 du séminaire TAD/IDD 2008-2009, j’avais reproduit ce texte dû à Laura K. Lawless (<http://french.about.com/od/pronunciation/a/ai.htm>) :

The letters **AI** in French can be pronounced in one of three ways. The following are general guidelines to the pronunciation of AI (though there are, as always, exceptions):

1. **AI** is usually pronounced like **Ê** (like the E in "bed"), including when it is followed by S.
2. When a verb ends in **AI**, it is pronounced like **É** (more or less like the A in "gave").

It is important to distinguish between these two sounds, because they can change the meaning. *Je parlai* ([passé simple](#)) is not pronounced like *je parlais* ([imparfait](#)). The same phenomenon occurs with *je parlerai* ([futur](#)) and *je parlerais* ([conditionnel](#)). You must be able to hear and pronounce the difference.

Depuis, des francophones qui croient correcte leur prononciation du français – il s’agit bien sûr de gens « du nord », je suppose – ont réagi. À la place de ce qui précède, on trouve maintenant ceci, où, il est vrai, Laura K. Lawless persiste et signe :

It is important to distinguish between these two sounds, because they can change the meaning. *Je parlai* ([passé simple](#)) is not pronounced like *je parlais* ([imperfect](#)).

Sponsored Links

[Listen in Slow French](#)

World news, grammar, expressions
everything in Slow French!
www.NewsInSlowFrench.com

[Learn French Easily](#)

Online, Efficient and with Fun. Try it
Now Free!
babbel.com

[French Course In France](#)

Learn French Language Fast in the
City Of Montpellier, Book Now!
la-France.com/French_Courses

The same phenomenon occurs with *je parlerai* ([future](#)) and *je parlerais* ([conditional](#)), at least according to some French speakers. There have been numerous debates about this on the forum,* but basically it comes down to regional variations: some native speakers pronounce them differently. Anyone who claims that there is no difference simply doesn't pronounce or even hear it.

[*AI vs AIS discussion 1](#)
[AI vs AIS discussion 2](#)
[AI vs AIS discussion 3](#)

Je laisserai le lecteur intéressé parcourir le forum annoncé, dont je ne retiendrai ici que deux *posts*. Le premier est d'une autorité autoproclamée en matière de français, une jeune femme appelée Laura (de Menton) qui se présente comme *French Guide* (j'ai conservé dans ce qui suit ses idiosyncrasies orthotypographiques) :

Hi Tom

i just read your post and don't worry there is no stupid question. In fact there is no difference in pronunciation between those 2 words. The only difference is written and in their use in the french language.

Voici maintenant l'intervention d'un certain Andy, 56 ans, américain de l'Ohio :

The thing I find strange, I was taught in adult French courses that there is a difference. My nephews in a Quebec elementary school, were also taught that there was a difference. My mother in law, however, was taught in a Parisian school that there is no difference.

I'm wondering if this is a Quebec/European conflict, or a generational gap. Perhaps it was taught one way then it changed. Or perhaps some people just can't hear the difference so they think it is the same.

I would like to know if both ways are considered correct.

Thanks

En France, l'invitation à ignorer les différences – parce qu'on ne les pratique pas soi-même : cela suffit aux gens « autorisés » – semble de plus en plus forte. Je ne sais si vous avez essayé, depuis deux ans, d'écouter la différence. Voici une observation que j'ai pu faire et que vous pourrez essayer de vérifier : tombant par hasard, à la radio, sur un récital de Jane Birkin à La Rochelle, je me suis aperçu que cette chanteuse à l'accent britannique bien connu distinguait de façon systématique *ai* et *ais* – peut-être pour avoir appris le français hors de France...

e) D'une certaine évolution en cours, qui n'est nullement spontanée quoi que certains spécialistes en disent, voici un repérage en trois documents. Le premier a été présenté il y a deux ans ; il est extrait de l'ouvrage de Maurice Grammont intitulé *La prononciation française. Traité pratique*, paru en 1914 et consulté dans une édition de 1966 :

Lorsqu'il [l'e fermé] est écrit *-ai*, il est fermé dans toutes les formes verbales, comme

j'ai, j'aurai, je donnerai,

mais dans une seule forme nominale avec ses quatre graphies :

gai, gaie, gais, gaies.

Écrit *-ais* ou *-ait*, il n'est fermé que dans les formes verbales *sais, sait, vais*.

Ici, l'opposition *je parlerai / je parlerais* est pleinement présente : elle est la norme. Le deuxième document est tiré de l'ouvrage « moderne » de Monique et Pierre Léon, *La prononciation du français*, paru chez Nathan en 1997. À la page 49, on trouve l'exercice suivant :

Trouvez des paires minimales à partir des mots suivants :

ferai / ; jeûne / ; cotte / ; haute / ; mâle / ; mangeai / ; entraît / ; roc / ; Beauce / ; môle /. (p. 49)

Le corrigé de cet exercice est le suivant :

ferai / ferais ; jeûne / jeune ; cotte / côte ; haute / hotte ; mâle / mal ; mangeai / mangeait ; entraît / entrez ; roc / rauque ; Beauce / bosse ; molle / môle [sic]. (p. 114)

On pourrait croire que les auteurs font reconnaître par cela la différence de prononciation entre les mots ainsi appariés. En vérité, l'exercice est appendu à une section intitulée « Changement et rendement phonologique » : la *disparition* des différences y est appréciée à l'aune de leur « rendement phonologique ». C'est ainsi que les oppositions *brin/brun, patte/pâte, jeûne/jeune* « sont en train de disparaître ou ont déjà disparu » (p. 48), et l'on nous promet la même chose de *veule/veulent...* Les locuteurs français (du nord) qui ne se doutent pas qu'on puisse confondre dans la prononciation *jeûne* et *jeune* protesteront ; alors même qu'eux-mêmes ne se doutent pas que nombreux sont les francophones, dans le Midi notamment, qui ont du mal à imaginer qu'on puisse prononcer à l'identique *brin* et *brun*. Chacun voit midi à sa porte.

f) Mais voici le troisième document annoncé. Il semble que ce soit le narcissisme de la langue personnellement prononcée qui emporte Olivier Houdart et Sylvie Prioul, le premier correcteur au *Monde*, la seconde journaliste au *Nouvel Observateur*, quand, dans leur livre *La grammaire c'est pas de la tarte !* (Seuil, Paris, 2009), ils écrivent sans façon (après avoir consulté, je suppose, leur propre manière de dire) :

Il semble qu'il y ait une sorte de désamour pour le temps futur dans l'expression orale. Peut-être pâtit-il, entre autres causes, de sa proximité avec le conditionnel, les premières personnes du singulier de ces deux temps étant homophones. Il n'est d'ailleurs pas rare que des futurs soient confondus par les journalistes avec des conditionnels. (p. 159)

La première personne du singulier du futur et celle du conditionnel seraient donc homophones ! Ici, plus de discussion, comme sur le site de Laura K. Lawless : l'affaire est entendue ! La langue se règle sur celle des journalistes. Le débat disparaît, pour des raisons qui mériteraient examen. Je ne me *livrerai* pas un tel examen ici, faute de place ; mais je le *ferais* volontiers quelque jour, si l'occasion se présente.

2. Mathématiques *ad usum Delphini*

a) La période qui va bientôt s'ouvrir, celles des vacances universitaires, sera occupée par deux perspectives de recherche non indépendantes. La première est celle de l'étude des conditions et contraintes de la *disponibilité opérationnelle proximale* d'un certain niveau de connaissances mathématiques chez des publics non spécialisés. Plus largement, cette recherche au long cours porte sur les conditions et contraintes favorisant de concert (a) la minoration des contrats épistémiques du deuxième type au profit de contrats du premier ou, surtout, du troisième type, (b) la diffusion d'un habitus *procognitif* dans l'abord des problèmes, de quelque nature qu'ils soient. Les conditions a et b ne concernent évidemment pas que le champ des mathématiques, même si la recherche en cours se donne pour principale pierre de touche et pour objet d'étude central ce champ praxéologique-là – en particulier parce que, encore une fois, il apparaît plus susceptible que d'autres (pour des raisons dans lesquelles je n'entrerai pas ici) de révéler certaines clés de l'énigme à laquelle nous sommes confrontés.

b) L'autre perspective de recherche est celle du rôle *possible* de l'enseignement secondaire des mathématiques – tel qu'il est ou tel qu'il pourrait devenir à moyen terme – pour conforter ou au contraire pour contrebattre l'état actuel du « régime » des connaissances mathématiques dans nos sociétés, et cela en particulier à travers l'action des professeurs actuels ou futurs. Une échéance proche de cette recherche est, je le rappelle, la 16^e école d'été de didactique des mathématiques qui se tiendra à Carcassonne du 19 au 25 août 2011.

c) Je serai amené à combiner tous ces points de vue dans l'exposé que je ferai le 14 octobre 2011, dans le cadre du *Colloquium* organisé conjointement par l'ARDM et la CFEM (la Commission Française pour l'Enseignement des Mathématiques), exposé qui aura pour titre : *Didactique et diffusion des connaissances mathématiques : questionnements et perspectives*. Tout cela noté, je voudrais terminer sur une note, hélas !, morose quant à l'état actuel de l'enseignement des mathématiques. J'ai eu le plaisir et l'honneur de participer, le 7 juin dernier, à l'université de Liège, au jury de thèse de Pierre

Job, dont Maggy Schneider avait dirigé la thèse. Je passe sur ce travail de grande qualité, qui méritera encore longtemps d'être lu et médité, et dont l'un des « personnages » centraux est la notion de *limite*. Je n'en extrais ici qu'un court épisode en trois parties. Mais avant cela, je reproduis, pour que chacun dispose d'un repère adéquat, le passage suivant de l'ouvrage de H. B. Griffiths et P. Hilton, *A Comprehensive Textbook of Classical Mathematics. A Contemporary Interpretation* (Springer-Verlag, New York, 1970) :

We are going to say what we mean by the sentence

27.1.1 $f(x)$ converges to the limit l on I as x converges to c .

Informally, we mean that the number $f(x)$ will become (and remain) arbitrarily close to l , provided we take x (in I) sufficiently close to c , but not at c .

The technical reasons for ignoring the value of f at c will appear later; but we emphasize: c need not lie in I . A formal definition, which eliminates the vague words like 'become', is as follows:

27.1.2 DEFINITION. $f(x)$ converges to l on I as x converges to c provided, given $\varepsilon > 0$, there exists a $\delta > 0$, such that for all $x \in I$,

$$(0 < |x - c| < \delta) \Rightarrow (|f(x) - l| < \varepsilon).$$

(p. 458)

Voici alors le point de départ de l'épisode annoncé :

Amélie, étudiante en agrégation, discute avec Bernadette, le professeur en charge du cours de didactique pour lequel elle doit préparer, dans le cadre de ses stages, un cours sur le concept de limite. Elle pense définir « b est la limite en a de la fonction f » par la condition

$$\forall \varepsilon > 0, |f(x) - b| < \varepsilon.$$

Bernadette la questionne sur cette définition, lui faisant remarquer que $f(x) = b$ lorsque la condition $\forall \varepsilon > 0, |f(x) - b| < \varepsilon$ est satisfaite, et donc que la fonction f est constante. Amélie lui répond que cela aurait été le cas seulement si elle avait considéré $\varepsilon \geq 0$ au lieu de $\varepsilon > 0$ dans la condition $\forall \varepsilon > 0, |f(x) - b| < \varepsilon$.

(p. 33)

Il est étonnant qu'une candidate au professorat de mathématiques soit si peu au clair sur ce genre de choses. L'auteur de la thèse s'interroge :

La définition proposée par Amélie soulève d'emblée des interrogations concernant sa cohérence logique. Où intervient a dans la définition ? Quel est le statut de x ? S'agit-il d'une constante, d'une variable ? Dans ce dernier cas, x est-elle quantifiée existentiellement, universellement ? Comment se positionne alors cette quantification par rapport à la quantification universelle portant sur ε ? Pareille définition ne témoigne-t-elle pas d'une

incompréhension manifeste de la logique des prédicats ? Cette incompréhension est-elle à l'origine de la définition proposée par Amélie ? (p. 33)

En comparant la « définition » amélienne à la définition donnée par Griffiths et Hilton, on observe, formellement, qu'elle introduit une simplification notable. On aurait dû avoir quelque chose comme :

$$\forall \varepsilon > 0 \exists \delta > 0 (0 < |x - a| < \delta \Rightarrow |f(x) - b| < \varepsilon).$$

Ce qu'Amélie a conservé est ici souligné par une vague : le problème didactique lié à la difficulté conceptuelle de cette définition serait-il soluble par évidence ?

d) Jusque-là, le lecteur averti de ces questions aura pu déplorer les faiblesses évidentes d'une candidate au professorat de mathématiques. Mais voici *plus* avec ce troisième extrait de la thèse de P. Job :

Revenons au stage d'agrégation évoqué au point précédent et poursuivons avec la réaction de Camille, maître de stage d'Amélie. Bernadette relate à Camille l'épisode qu'elle a vécu avec Amélie et lui demande ce qu'elle en pense. Camille lui réplique qu'elle procède de même. Il s'agit, pour elle, d'une « stratégie didactique » visant à éclater la complexité de la définition usuelle de limite. Au lieu d'une définition où des conditions, portant sur a et x , d'une part, et sur b et $f(x)$, d'autre part, se retrouvent imbriquées les unes dans les autres, ce qui semble « complexe », elle propose, par le truchement de deux « définitions », $f(x)$ tend vers b si $\forall \varepsilon > 0, |f(x) - b| < \varepsilon$ et x tend vers a si $\forall \varepsilon > 0, |x - a| < \varepsilon$, une présentation où les deux conditions sont en quelque sorte « séparées ». Il est alors plus facile d'étudier séparément les deux définitions, pour ensuite former la « définition » de limite qui devient alors « triviale » : b est la limite de f en a si $f(x)$ tend vers b lorsque x tend vers a . (pp. 38-39)

Le mal est plus grand qu'on n'avait pu le croire d'abord ! On voit là des « mathématiques » qu'on eût peut-être appelées autrefois *ad usum Delphini*, « à l'usage du Dauphin » (c'est-à-dire du fils de Louis XIV, pour l'instruction duquel avait été créée une édition des classiques grecs et latins amputés des passages « scabreux »). Mais la maîtresse de stage d'Amélie enseigne-t-elle encore, à ce moment-là, des mathématiques ? Je vous laisse avec cette grave question et vous souhaite de bonnes vacances.

That's all, folks!