

Aix-Marseille Université

Département des sciences de l'éducation

Licence 2011-2012

UE SCEF 53 : Éducation au développement durable

Responsable : Caroline Ladage

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Leçon 1. Enquête codisciplinaire & EDD

1.1. Enquêter : rappels et compléments

1.1.1. On a vu dans la troisième des *Leçons de didactique* 2011-2012 le schéma général de *l'enquête sur* une question Q – ou de *l'étude d'une* question Q –, dit *schéma herbartien* développé :

$$[S(X ; Y ; Q) \rightarrow M] \hookrightarrow R^\heartsuit, \text{ avec } M = \{R_1^\diamond, R_2^\diamond, \dots, R_n^\diamond, O_{n+1}, \dots, O_m\}.$$

Rappelons que M désigne le *milieu didactique* ou *milieu pour l'étude*, c'est-à-dire l'ensemble des outils et ressources rassemblés par le système didactique $S(X ; Y ; Q)$ en vue de construire la réponse $R^\heartsuit$ attendue. Le milieu est constitué d'*œuvres* – c'est-à-dire de créations humaines intentionnelles – dont on distingue ici seulement deux grandes catégories : d'une part, des *réponses* $R_1^\diamond, R_2^\diamond, \dots, R_n^\diamond$ à la question Q existant dans les institutions de la société ; d'autre part, *d'autres œuvres*, $O_{n+1}, \dots, O_m$. La nature de ces œuvres sera précisée en fonction des besoins ; en règle générale, on verra qu'elles relèveront de champ de connaissance divers : on parlera donc d'*enquêtes codisciplinaires* à propos des enquêtes que nous aurons à conduire.

1.1.2. *Enquêter sur une question donnée* est un type de tâches qu'on notera H (pour *historia*, mot grec qui signifie « enquête ») et autour duquel nous nous efforcerons de construire une *praxéologie de l'enquête*, $\mathfrak{H}$, qu'on peut noter $\mathfrak{H} = [H / \tau_H / \theta_H / \Theta_H]$. Le schéma herbartien

constitue un élément *technologique* clé ($\in \theta_H$) de cette praxéologie de l'enquête : il appelle divers gestes techniques sur lesquels nous allons revenir, tel celui consistant à se mettre *en quête de réponses* $R^\diamond$.

1.1.3. Le travail d'étude (ou d'enquête) peut en vérité emprunter une grande diversité de *parcours d'étude et de recherche* (PER).

- Dans un certain type de parcours, l'*enquêteur* (ou l'*étudiant*) va ignorer, volontairement ou non, les réponses $R^\diamond$ déposées dans la culture et s'essaiera à construire « directement » la réponse $R^\heartsuit$ recherchée, en s'appuyant sur des œuvres $O_{n+1}, \dots, O_m$ jugées par lui appropriées. Dans un tel PER, la part de la *recherche* est maximale, tandis que l'*étude* porte uniquement sur les œuvres O , qu'il s'agit d'apprendre à utiliser comme outils de cette recherche.

- Dans un autre type de parcours, on se mettra prioritairement en quête de réponses $R^\diamond$, et les œuvres O mobilisées auront alors pour premier objet d'aider à étudier les réponses $R^\diamond$ ainsi rassemblées, en vue de les « déconstruire » et d'en tirer des matériaux de construction de $R^\heartsuit$.

- Dans tous les cas ou presque, l'enquête se déroulera selon un parcours fait *d'une part d'étude* et *d'une part de recherche*, combinées dans des proportions variables selon le PER suivi.

- Notons que, parmi les œuvres O à considérer figureront des *questions* (qui sont des œuvres, des créations humaines) et en particulier des questions $Q_1, Q_2, \dots, Q_\ell$ engendrées par l'enquête en cours portant sur la question dite *génératrice* de l'enquête, Q .

1.1.4. Il est un cas qui *semble* échapper aux remarques précédentes : celui où X se contente de « recopier » – c'est-à-dire de reprendre *ne varietur* – une réponse existante, $R^\diamond$, à titre de réponse $R^\heartsuit$, ce qu'on peut représenter par le schéma herbartien *dégénéré* suivant :

$$[S(X ; Y ; Q) \rightarrow \{ R^\diamond \}] \hookrightarrow R^\diamond.$$

- Ce cas n'existe à l'état « pur » qu'à la condition que X n'ait pas à « répondre » de sa réponse $R^\heartsuit = R^\diamond$, c'est-à-dire ne soit pas tenu, en quelque façon, de la présenter, de la commenter, de l'analyser, la défendre, etc., par exemple devant un jury, ou devant le professeur et la classe.

• C'est ici le lieu de souligner qu'une enquête « complète » suppose l'accomplissement de cinq « gestes » de base, qui sont cinq types de tâches H_i consubstantiels à la situation d'enquête et qu'on peut formuler ainsi :

H_1 . Observer les réponses $R^\diamond$ déposées dans les institutions.

H_2 . Analyser, notamment au double plan expérimental et théorique, ces réponses $R^\diamond$.

H_3 . Évaluer ces mêmes réponses $R^\diamond$.

H_4 . Développer une réponse propre, $R^\heartsuit$.

H_5 . Diffuser et défendre la réponse $R^\heartsuit$ ainsi produite.

La technique τ_H évoquée plus haut consiste à accomplir de façon coordonnée (mais pas nécessairement linéaire) ces cinq types de tâches, dont chacun sera rencontré et précisé par la suite.

1.1.5. On s'arrête un instant sur H_5 . Si l'on construit une réponse $R^\heartsuit$ à une question Q , à moins de tout faire pour la garder secrète, elle *diffusera* et il faudra alors la *défendre*. Bien entendu, un tel processus est institutionnel (et obligatoire) lorsque, par exemple, la production de $R^\heartsuit$ se fait dans le cadre d'un doctorat ou d'un master. En un tel cas, la diffusion et la défense sont assurées par le *mémoire* rédigé, la *défense* se poursuivant devant un jury réuni expressément. Dans le cas de cette UE, semblablement, chacun devra réaliser une *enquête* et rédiger un *compte rendu d'enquête* qui assurera la diffusion et la défense des résultats de cette enquête.

1.1.6. La réalisation de tâches des types H_1 à H_5 suppose en particulier l'appel à des praxéologies appelées *dialectiques de l'enquête*, introduites également dans la troisième des dix *Leçons de didactique* 2010-2011, qui souvent prennent à *contre-pied* la culture didactique scolaire, et que l'on rappelle formellement ci-après, avant de les commenter plus loin, en fonction des besoins :

∂_1 . La première dialectique est celle *du sujet et du hors sujet* : contre le postulat scolaire du plus court chemin, qui ne conduit qu'à un but connu et déterminé à *l'avance*, elle pousse, dans une recherche en principe *ouverte*, à *risquer le hors sujet* tant en matière de recherche documentaire par exemple que dans le choix des questions Q_1 , Q_2 , etc., engendrées par l'étude de Q , et dont on décidera ou non d'entamer ou de poursuivre l'étude.

∂₂. La deuxième dialectique est celle *du parachutiste et du truffier* : contre le double habitus scolaire de la rareté documentaire et de la recherche de l'adéquation immédiate du document au projet d'étude et de recherche, elle conduit à « ratisser » de *vastes zones*, où l'on croit savoir *a priori* qu'on ne trouvera pas grand-chose, mais où pourra advenir *de l'inattendu*, et où l'on apprendra à repérer les rares « pépites » – les « truffes » –, souvent peu visibles, qui feront progresser la recherche.

∂₃. La troisième dialectique est celle *des boîtes noires et des boîtes claires* : contre le primat donné à la connaissance *déjà* disponible, elle invite à donner le primat à la connaissance *pertinente*, quel que soit *a priori* son statut au regard des savoirs enseignés, à limiter au nécessaire la clarification (les boîtes réputées « claires » sont *toujours* des boîtes *grises*), à prendre donc le risque, ponctuellement, a) de clarifier des boîtes noires situées à la limite du curriculum officiel, b) de laisser dans l'obscurité ce que, dans le curriculum familial, l'on vise par ailleurs à clarifier, c) de traquer les boîtes « invisibles » parce que « transparentes », pour *déconstruire les évidences* de la culture de l'institution *chaque fois que c'est utile*.

∂₄. La quatrième dialectique est celle qu'on peut appeler, classiquement, dialectique *de la conjecture et de la preuve*, mais que, dans une perspective plus large, on nomme aussi dialectique *des médias et des milieux* : contre la mise à l'épreuve plus ou moins réglée à l'avance d'assertions réputées sûres en vertu surtout de l'autorité de l'institution enseignante, elle engage à soumettre les assertions obtenues à la critique des diverses dialectiques et à évaluer le *degré d'incertitude* d'une assertion donnée.

∂₅. La cinquième dialectique est celle *de la lecture* (= de « l'excription ») et *de l'écriture* (= de l'inscription) : contre le recopiage formel de textes où ont été inscrites des réponses $R^\diamond$ que leur mise en texte a « dévitalisées », elle convie à entrer dans la dialectique de la lecture « excriptrice », qui redonne vie aux réponses $R^\diamond$ déposées dans les documents disponibles, et de l'écriture « inscriptrice » d'une réponse propre $R^\heartsuit$ qui prend forme peu à peu *par le croisement de plusieurs niveaux d'écrit* (carnet de bord, notes de synthèse, glossaire, production finale).

∂₆. La sixième dialectique est celle *de la diffusion et de la réception* : contre la tentation de ne pas défendre sa réponse $R^\heartsuit$, supposée par avance connue et reconnue par l'institution où elle est produite, contre l'opportunisme à l'endroit de $R^\heartsuit$ afin de complaire à qui l'on s'adresse, elle invite à *défendre $R^\heartsuit$* sans infidélité au travail accompli, mais dans l'attention à ce qu'autrui peut en recevoir.

1.1.7. Lors d'une enquête sur une question Q , la réponse $R^\heartsuit$ à laquelle X parvient (sous la supervision de Y) devra toujours être regardée comme *provisoire* (même si elle doit apparaître, rétrospectivement, « définitivement provisoire »). L'enquête pourra en effet être *relancée, reprise* ultérieurement, la réponse $R^\heartsuit$ devenant alors, pour la seconde enquête, une réponse $R^\diamond$ à l'instar des autres.

1.2. Enquêter sur une question sensible

1.2.1. La question du *développement durable* est une *question sensible*, notamment parce qu'elle est susceptible d'impliquer chacun de nous de façon souvent inattendue, nous le verrons. Il en résulte qu'elle est fréquemment l'objet de déclarations polémiques, tant de la part de militants du développement durable (ou de militants de la contestation du développement durable) que de « spectateurs engagés » fût-ce ponctuellement. Cela oblige à définir soigneusement, en droit comme en fait, la problématique de ce cours.

- Les points de vue divergents ou convergents des personnes et des institutions seront pour nous d'abord des *objets d'étude*. Dans cette perspective, nous leur ferons jouer quelquefois le rôle d'*outils* d'étude, et en particulier de révélateur de l'univers praxéologique complexe, non spontanément cohérent, dont ils procèdent. En revanche, ils ne constitueront nullement l'assise, tenue pour aller de soi, de notre travail. Ici plus qu'ailleurs, on doit répéter le précepte fameux formulé autrefois par Spinoza (1632-1677) dans son *Traité politique* (1670) : « ne pas railler, ne pas déplorer ni maudire, mais comprendre » (*non ridere, non lugere, neque detestari, sed intelligere*). Dans cette perspective, on s'efforcera de pratiquer le plus souvent possible la *suspension de jugement*, que les Anciens appelaient *epochè* : au lieu de prononcer sans attendre un jugement en termes de bien et de mal, de *pour* et de *contre*, on s'efforcera de comprendre l'enjeu de l'étude, réservant à d'autres lieux et à d'autres temps des engagements éventuels, fondés alors – du moins peut-on l'espérer – sur une meilleure connaissance de l'objet de ces engagements.

- Il s'agira donc, on l'aura compris, non d'être *pour* ou d'être *contre*, mais de tenter de *connaître*. Telle est la définition générale d'un *enseignement laïque*, qui ne veut ni faire aimer, ni faire détester, ni même engendrer l'indifférence (tous ces sentiments, en effet, appartiennent en propre aux enseignés, et ce serait amputer leur liberté de conscience que de vouloir les influencer), mais qui s'efforce droitement de *faire connaître*, ce qui est en règle générale une ambition *d'une bien plus grande difficulté*. Le grec *laos*, d'où vient l'adjectif

laïque, désigne le peuple entendu dans sa masse, sans exclusive, alors qu'*ethnos* renvoie à un groupe partageant (ou croyant partager) des origines communes et que *demos* désigne le rassemblement politique des citoyens (qui exclut bien des membres du *laos*). Un enseignement *laïque* veut ainsi pouvoir être reçu de *tous*, sans exclure quiconque : pour l'entendre, nul besoin de *croire* ceci ou cela, d'*aimer* ceci et de *détester* cela, etc. Il suffit de désirer connaître, et, sans doute, de renoncer momentanément à adopter, consciemment ou non, une posture *anti-laïque*.

1.2.2. L'objet d'étude principal est ici « l'éducation au développement durable ». L'abord didactique de cet objet (qui n'appartient pas exclusivement à l'institution scolaire) est du ressort de la *didactique du développement durable*. Que doit-on entendre par cette dernière expression ?

- Selon la définition générale formulée dans les *Leçons de didactique*, la didactique est la science des conditions et des contraintes de la diffusion sociale des praxéologies. La didactique *du développement durable* doit alors être entendue comme la science des conditions et des contraintes de la diffusion sociale des praxéologies *mises en œuvre (ou qui pourraient l'être) en matière ou à propos de développement durable*. Cette formulation pointe les deux questionnements principaux (et solidaires) que nous garderons en tête. D'une part, que sont ou que peuvent être ces « praxéologies du développement durable » ? D'autre part, et solidairement, par quels systèmes de conditions et de contraintes – à travers quelles successions de situations didactiques – une praxéologie de cette sorte parvient-elle ou pourrait-elle parvenir à intégrer l'équipement praxéologique de telle institution ou de telle personne ?

- Que faut-il savoir pour espérer pouvoir enquêter efficacement sur ce couple de questions ? À cette question, il n'existe à ce jour aucune réponse institutionnelle véritablement adéquate. Comme toujours, il ne suffit pas d'*être* ceci ou cela (biologiste, économiste, géographe, etc.) ; il convient bien plutôt de *devenir* praxéologiquement adéquat – c'est en cherchant à savoir que l'on devient « savant ». Le contenu de l'équipement praxéologique *utile* n'est lui-même pas défini à l'avance : nous le découvrirons au fur et à mesure, très partiellement. En attendant, nous nous efforcerons de mettre en œuvre, ici, les deux préceptes technologiques – énoncés dans la dixième et dernière des *Leçons de didactique* – qui devraient gouverner notre *rapport à l'ignorance* – la nôtre et celle d'autrui :

ℑ₁. on s'autorisera sans façon à *ne pas savoir*, et cela en tout domaine (y compris, donc, dans son domaine de « spécialisation » éventuel) ;

ℑ₂. on s'*interdira* de ne pas affronter son ignorance, *quel que soit le domaine* (même si celui-ci paraît d'abord parfaitement étranger), pour progresser autant que possible et autant *qu'il sera utile* vers une connaissance adéquate au projet que cette connaissance est censée servir.

- Selon une opposition rencontrée dans la dixième des *Leçons de didactique*, on ne cèdera pas à l'habitus largement induit par la prime éducation scolaire et universitaire qui nous fait « regarder en arrière » de manière réflexe vers les connaissances acquises *jusque-là*, lesquelles sont au reste souvent douteuses (quand elles n'ont pas disparu), en s'abandonnant ainsi en cela au réflexe *rétrrocognitif*. On s'efforcera au contraire de *se projeter vers l'avant*, vers les connaissances utiles pour l'enquête en cours, qu'on n'avait pas *jusqu'ici*, dans une tension *procognitive* – vers la connaissance à venir. On considérera en effet que, lorsqu'on aborde une question « ouverte » (pour soi, mais souvent pour quelques autres personnes aussi), *il n'est pas anormal* de « ne rien savoir » de cette question non plus que des outils – réponses $R^\diamond$ à Q et autres œuvres O – que son étude pourra requérir. C'est la question qui compte, non le fait qu'on dispose ou non, au moment de l'étudier, des outils pertinents – dont la pertinence ne saurait guère, au reste, être établie à l'avance.

1.2.3. Pourquoi enquêter ? Parce qu'il est bien rare que les connaissances, les praxéologies relatives à un sujet déterminé, *viennent spontanément à nous*. Même quand il semble en être ainsi, c'est-à-dire lorsque des nuées de réponses $R^\diamond$ nous sont proposées par les médias les plus divers, il convient *d'analyser et d'évaluer* ces réponses. De là que nombre d'acteurs de la vie sociale – scientifiques, journalistes, professeurs, « simples » citoyens, militants associatifs ou politiques, etc. – *aient à enquêter sur une diversité indéfinie de questions*. Nous en donnerons maintenant un exemple.

1.3. Un exemple d'enquête

1.3.1. On envisage ici, à titre d'exemple, l'une des innombrables questions qui peuvent être engendrées par l'étude du thème du développement durable : *Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ?*

- Nous recherchons d'abord des réponses $R^\diamond$ en commençant par les chercher sur Internet (et même, en premier lieu, sur l'encyclopédie en ligne *Wikipédia*), en combinant documents *en*

français et documents *en anglais*. Le premier document rencontré est ici l'article « Niveau de la mer » de *Wikipédia* [1].

Variations

Le niveau de la mer a varié de façon plus ou moins rapide, au cours des âges.

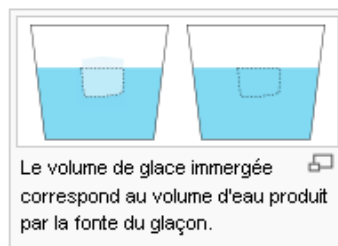
Le dernier minimum date d'il y a environ 20 000 ans, le niveau de la mer était un peu plus de 100 m plus bas qu'actuellement. Malgré cela, le niveau de la mer semble être de nos jours à l'un des niveaux les plus bas depuis plusieurs centaines de millions d'années.

Ses oscillations sont dues à de multiples facteurs, en particulier à des changements de climat, eux-mêmes déterminés par des causes diverses. Ces différents facteurs agissent principalement sur le stock de glace sur les terres (de nos jours : en Antarctique, au Groenland, etc.) : le niveau de la mer baisse lorsque ce stock augmente, et monte lorsque cette glace fond, ou se déverse dans la mer.

Noter qu'en revanche la glace flottante (icebergs, banquise arctique) n'a pas d'impact sur le niveau de la mer. De par le principe d'Archimède.

- Ce passage est fait – comme souvent – d'une suite d'affirmations *non justifiées*. Sur la question Q il n'apporte d'éléments de réponse qu'un peu obliquement. Des *causes diverses* – lesquelles ? – sont à l'origine de *multiples facteurs* – tels les *changements de climat* – qui « agissent principalement sur le stock de glace sur les terres », provoquant une hausse du niveau de la mer lorsque ce stock diminue, une baisse lorsque ce stock augmente.
- Bien entendu, on peut penser – mais cela n'est pas dit explicitement – que, s'il y a *réchauffement* climatique, alors le stock de glace sur les terres diminue (par fonte d'une partie de ce stock) et, en conséquence (selon le modèle proposé dans le texte examiné), le niveau de la mer monte.
- On notera que ce passage se réfère explicitement à une œuvre O_1 : « le principe d'Archimède ». Ce principe est invoqué pour justifier que la fonte de « glace flottante (icebergs, banquise arctique) n'a pas d'impact sur le niveau de la mer ». *Wikipédia* traite de cette œuvre dans un article intitulé « Poussée d'Archimède », où l'on trouve notamment le passage reproduit ci-après [2].

Il est facile de vérifier que la fonte d'un morceau de glace pure flottant sur de l'eau pure se produit sans changement de niveau de l'eau. Le volume de glace immergé correspond en effet au volume d'eau liquide nécessaire pour égaler le poids du glaçon. En fondant, le glaçon produit (par conservation de la masse) exactement ce volume d'eau, qui « bouche le trou laissé par la disparition de la glace solide ». Le niveau d'eau reste le même. Sur la figure [ci-dessous], le volume délimité en pointillé est, dans le verre de gauche, le volume de glace immergée, et dans le verre de droite, le volume d'eau liquide produit par la fonte du glaçon.



- On notera encore que le passage que nous avons examiné se réfère *implicitement* à une œuvre O_0 , qu'on pourrait écrire $\mathcal{O}_0$, ou à un *ensemble* $\mathcal{O}$ (ou plutôt $\mathcal{O}$) d'œuvres d'où seraient tirées les assertions non explicitement justifiées, telle celle-ci : « il y a environ 20 000 ans, le niveau de la mer était un peu plus de 100 m plus bas qu'actuellement ». Comment sait-on cela ? Nous n'en savons rien.

- L'article « Niveau de la mer » comporte encore un passage qui intéresse notre enquête ; le voici.

Prévision

Les prévisions donnent une élévation du niveau de la mer de 11 à 77 centimètres à la fin du XXI^e siècle. Si toute la glace qui se trouve sur le continent Antarctique et au Groenland fondait, le niveau de la mer s'élèverait de 70 mètres.

À nouveau, donc, le document met en avant la fonte de la glace « qui se trouve sur le continent Antarctique et au Groenland », en laissant implicite le rôle éventuel du réchauffement climatique dans cette fonte. On aura noté, en outre, une indication quantitative sur la hausse du niveau des mers ; la réponse $R_1^\diamond$ que *semble* contenir le texte examiné peut alors se formuler ainsi :

$R_1^\diamond$. Le réchauffement climatique provoque[rait] la fonte des glaces qui se trouvent sur la terre, au Groenland et en Antarctique, et c'est l'apport d'eau qui résulte[rait] de cette fonte qui amène[rait] la hausse du niveau des mers, laquelle pourrait se situer entre 11 et 77 centimètres à la fin du XXI^e siècle.

1.3.2. Le parcours suivi jusqu'ici peut comporter de multiples variantes, en fonction des questions que l'on soulève. On peut par exemple décider d'approfondir sa compréhension du phénomène que le principe d'Archimède est censé expliquer – celui de la « glace flottante », dont la fonte *ne fait pas* monter le niveau de la mer. On peut aussi examiner plus précisément la répartition des glaces qui sont « sur la terre » et de la « glace flottante » : pourquoi au juste parler du Groenland et non de l'Arctique, par exemple ?

- Nous laisserons de côté, ici, ces « suppléments d'enquête » éventuels. Comment alors continuer le parcours amorcé ? Il existe au moins *trois* directions dans lesquelles on peut envisager d'avancer. La première direction risque fort de passer inaperçue à l'enquêteur pressé : un appel de note figure en effet à la fin du passage intitulé « Prévision », qui renvoie à un lien hypertexte que l'on peut décider de suivre, ou que l'on peut ignorer. La deuxième direction est offerte par l'un des liens figurant dans la rubrique « Articles connexes » de l'article examiné jusqu'ici : celui qui renvoie à l'article « Élévation du niveau de la mer » de *Wikipédia*. Enfin une troisième direction possible conduit à aller examiner l'article correspondant, intitulé “Sea level”, dans l'encyclopédie *Wikipedia* en langue anglaise (on clique pour cela, dans la colonne de gauche, dans la rubrique « Autres langues », sur le lien [English](#)).

- On peut décider – c'est ce que nous ferons ici – d'aller voir l'article « Élévation du niveau de la mer » de *Wikipédia* [3], pour cette raison notamment que, à y réfléchir *après coup*, c'est sans doute *de là* que nous aurions dû partir (plutôt que de l'article « Niveau de la mer »). L'examen de cet article fait apparaître d'emblée une réponse $R_2^\diamond$ à la question Q :

$R_2^\diamond$. « L'élévation du niveau de la mer peut être une conséquence du réchauffement climatique à travers deux processus principaux : la dilatation de l'eau [...] de la mer (puisque les océans se réchauffent), et la fonte des glaces terrestres. »

On retrouve ici l'évocation de la « fonte des glaces terrestres » et on rencontre l'affirmation explicite que cette fonte serait provoquée par le « réchauffement climatique ». Mais surtout on voit apparaître un *second* facteur « principal » : la « dilatation de l'eau ». De quoi s'agit-il ?

- *Wikipédia* contient un article « Dilatation thermique », dans lequel on lit d’abord ceci [4] :

La dilatation est l’expansion du volume d’un corps occasionné par son réchauffement, généralement imperceptible. Dans le cas d’un gaz, il y a dilatation à pression constante ou maintien du volume et augmentation de la pression.

À propos de l’eau, on lit seulement ceci :

L’eau présente un comportement particulier entre 0 °C et + 4 °C : lorsque la température augmente dans cet intervalle l’eau se contracte et son volume massique diminue, ce qui correspond à un coefficient de dilatation thermique négatif.

Rien n’est simple ! Le même document comporte encore cette observation concernant la dilatation des *liquides* :

La dilatation d’un liquide est souvent négligeable par rapport à son ébullition, mais peut expliquer certains phénomènes, notamment avec des récipients rigides.

On se gardera donc de confondre *dilatation* de l’eau *liquide* et ébullition de l’eau avec changement d’état (passage de l’état liquide à l’état gazeux).

- Nos connaissances sur la dilatation de l’eau méritent sans doute d’être quelque peu enrichies. Pour cela, on peut aller voir l’article correspondant *en anglais* : il s’intitule “Thermal expansion” – on découvre ainsi (si on ne le savait pas déjà) comment l’on dit « dilatation thermique » en anglais ! Cet article commence par les lignes suivantes [5] :

Thermal expansion is the tendency of matter to change in volume in response to a change in temperature. When a substance is heated, its particles begin moving and become active thus maintaining a greater average separation. Materials which contract with increasing temperature are rare; this effect is limited in size, and only occurs within limited temperature ranges.

On voit donc que le comportement de l'eau entre 0 et 4 °C, déjà rencontré, serait un fait *rare*. On notera encore ceci, où l'on voit l'une des utilisations de la dilatation thermique de liquides :

Thermometers are another example of an application of thermal expansion—most contain a liquid which is constrained to flow in only one direction (along the tube) due to changes in volume brought about by changes in temperature.

- Tout cela ne nous fait pas énormément progresser ! Comment poursuivre notre enquête sur la dilatation de l'eau ? Lorsqu'on propose à Google la requête "water thermal expansion", on voit s'afficher différents résultats dont l'un renvoie à une page Web donnant différentes informations à propos de l'eau, dont ceci [6].

The following table shows the volume that 1 gram of water occupies as temperature varies. Data corrected for buoyancy and for the thermal expansion of the container.

Temperature (°C)	Volume (mL)
17.0	1.0022
18.0	1.0024
19.0	1.0026
20.0	1.0028
21.0	1.0030
22.0	1.0033
23.0	1.0035
24.0	1.0037
25.0	1.0040
26.0	1.0043

The thermal coefficient of expansion of water is 0.00021 per 1° Celsius at 20° Celsius.

Si l'on se fie à cette table, on est un peu mieux renseigné. Dans le cas d'une piscine remplie de 2,4 m d'eau à 17 °C, les données précédentes permettent en effet d'établir que, si la

température de l'eau est augmentée jusqu'à atteindre 26 °C, le niveau de l'eau dans la piscine augmentera d'environ un demi-centimètre : l'augmentation x (en mètres) est en effet donnée par

$$\frac{2,4 \text{ m} + x}{2,4 \text{ m}} = \frac{1,0043}{1,0022}$$

équation du premier degré en x qui se résout en

$$x = 2,4 \text{ m} \times \frac{1,0043}{1,0022} - 2,4 \text{ m} \approx 0,00503 \text{ m} = 0,503 \text{ cm}.$$

1.3.3. Bien entendu, notre enquête sur la dilatation de l'eau reste « minimaliste », volontairement. Cela dit, on peut observer que nous sommes resté *en anglais* (avec la requête "water thermal expansion") au lieu de revenir au français en demandant à Google de répondre à la requête « Dilatation thermique de l'eau ».

- En avançant cette dernière requête, on obtient un premier résultat qui renvoie à une page intitulée « Fonte des glaces, dilatation thermique de l'eau et montée du niveau marin », comme on le voit ici [7].

**FONTE DES GLACES, DILATATION THERMIQUE DE L'EAU ET
MONTÉE DU NIVEAU MARIN.**

Pierre Thomas
Laboratoire de Sciences de la Terre, ENS-Lyon.

Publié par
Florence Kalfoun

01 - 03 - 2004

Résumé

Quel est le facteur principal influant sur la montée du niveau des mers: fonte des glaces ou dilatation thermique ?

On voit aussi que l'on rencontre une question que nous n'avions pas encore posée !

Question

« Selon vous parmi ces 2 facteurs, fonte des glaces et dilatation de l'eau due à l'élévation de température, quel est le plus impliqué dans la montée du niveau marin ? »

Réponse

Depuis un siècle, le niveau moyen des mers est monté d'une quinzaine de centimètres. Pendant la même période, la température moyenne de la Terre a augmenté de 0,6 °C. Le coefficient de dilatation thermique de l'eau est de $2,6 \times 10^{-4} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. La tranche d'eau des océans est divisée par la thermocline, qui sépare les eaux profondes, froides, des eaux superficielles en équilibre avec la température de l'atmosphère. Cette thermocline se situe en moyenne vers 1 000 m de profondeur.

Si le 1er km de la mer (10^5 cm) voit sa température monter de 0,6 °C, cela entraîne une dilatation de : $10^5 \times 2,6 \times 10^{-4} \times 0,6 = 15,6 \text{ cm}$. On voit donc que l'ordre de grandeur de la dilatation thermique correspond à peu près à la dilatation observée, ce qui permet de dire que pour l'instant la fonte des glaciers n'a qu'un rôle négligeable (ou du moins largement minoritaire).

Remarque : Les glaciers qui ont fondu notablement depuis un siècle ne sont que les glaciers de montagnes. La fonte des 2 grandes calottes (Groenland et Antarctique) n'a pas encore commencé de façon significative.

- Avec ce texte, on rencontre une troisième réponse, $R_3^{\diamond}$, que l'on peut formuler ainsi :

$R_3^{\diamond}$. L'élévation du niveau des mers sous l'effet du réchauffement climatique est dû à deux grands facteurs : la dilatation de l'eau, d'une part, l'apport d'eau dû à la fonte des glaces terrestres, d'autre part. En attendant une éventuelle fonte significative des glaces du Groenland et de l'Antarctique, le facteur essentiel de l'élévation du niveau des mers a été jusqu'ici la dilatation thermique de l'eau.

- Nous n'avons vu pour le moment qu'un seul document apportant une telle réponse : l'enquête doit donc, à cet égard, être poursuivie. Pour cela, on peut revenir à la première des trois directions recensées à l'issue de l'examen de l'article « Élévation du niveau de la mer » de *Wikipédia* [8]. Voici une partie importante du texte qui y est proposé.

Qu'est-ce qui influe sur le niveau de la mer et de combien augmente-t-il ?

Les données géologiques montrent que, au cours des 6000 dernières années, le niveau de la mer s'est élevé en moyenne de 0,5 à 1,0 millimètres chaque année. Cette augmentation du niveau a varié selon l'endroit, mais cependant d'une façon générale, la dilatation de l'eau et les apports de la glace continentale ayant fondu ont causé une élévation moyenne du niveau de la mer. Au cours des 3000 dernières années, le niveau de la mer a augmenté plus lentement, en moyenne de 0,1 à 0,2 millimètres par an. Par contre durant le 20^e siècle, le taux d'élévation du niveau de la

mer a de nouveau augmenté et est aujourd'hui environ 10 fois plus rapide, soit entre 1,0 et 2,0 millimètres chaque année. Pour une élévation du niveau de la mer de 1 centimètre, c'est environ un mètre de terre côtière qui s'enfonce dans la mer.

Beaucoup de gens pensent que l'élévation du niveau de la mer est due à la fonte des glaces qui sont sur la terre. En réalité, le facteur le plus important est simplement que la densité de l'eau diminue lorsqu'elle se réchauffe. Ainsi le volume de l'eau augmente, c'est ce qu'on appelle la **dilatation thermique**. Les océans étant comme de l'eau dans une cuvette, leur seule façon de faire face à l'augmentation du volume est d'élever leur niveau.

La **fonte des glaces continentales** est la deuxième cause la plus importante de l'élévation du niveau de la mer (la fonte des icebergs qui flottent sur la mer n'a pas d'effet sur son niveau, c'est un exemple du principe d'Archimède). Si toute la glace qui se trouve sur le continent Antarctique et au Groenland fondait, le niveau de la mer s'élèverait de 70 mètres ! Ceci signifie qu'une faible variation des quantités de glace qui sont sur la terre ferme peut avoir de graves conséquences sur le niveau de la mer. Même les plus petites calottes glaciaires et les glaciers beaucoup plus petits sur le reste de la terre contiennent assez d'eau pour faire s'élever le niveau de la mer de 0,5 mètre.

Bien que la glace qui couvre l'Antarctique représente des quantités énormes d'eau, les scientifiques pensent qu'elle n'a pas réellement contribué à l'élévation du niveau de la mer au cours du siècle passé. Même malgré le réchauffement du climat, l'élévation de température en été n'est pas assez élevée pour faire fondre beaucoup de glace. Il semble même plutôt que le réchauffement climatique fasse davantage tomber de neige, favorise la formation de glace et fasse ainsi baisser le niveau de la mer dans cette région. De nombreuses études ont été menées sur la banquise de l'ouest de l'Antarctique, car elle contient à elle seule assez d'eau pour faire augmenter de six mètres le niveau de la mer. Récemment, un grand morceau (grand comme la moitié de la Corse) de la plate-forme glaciaire de Larsen en Antarctique s'est détaché. Le problème est que ceci peut rendre les calottes glaciaires Antarctique moins stables, qui pourraient alors glisser dans la mer et faire énormément augmenter le niveau.

Par contre, les températures d'été au Groenland sont assez élevées pour faire fondre les calottes glaciaires de cette zone, qui est donc davantage susceptible de contribuer à l'élévation de niveau de la mer que l'Antarctique.

La modification des **quantités d'eau liquide stockée sur la terre**, dans les réservoirs et les eaux souterraines, est aussi susceptible de faire changer le niveau de la mer, mais nous ne savons pas encore dans quelle proportion.

Les modèles informatiques prévoient que le niveau de la mer continuera à s'élever au cours du siècle à venir. Les incertitudes sont énormes, car nous ne disposons pas de suffisamment de données à long terme et réparties sur toute la planète pour tester convenablement ces modèles. Cependant, les meilleures prévisions donnent une élévation du niveau de la mer de 11 à 77 centimètres à la fin du 21^e siècle. Même si ces estimations sont variables, toutes les études montrent que l'élévation du niveau de la mer ne sera pas identique partout dans le monde.

On trouve donc ici une confirmation de la réponse $R_3^\diamond$, avec quelques détails de plus. Bien entendu, la convergence constatée jusqu'à présent se fait autour de données numériques identiques, qui laissent penser à une source unique, que, pour le moment, nous n'avons pas identifiée ; sur ce point encore, l'enquête devrait être poursuivie.

1.3.4. On doit en priorité chercher à *corroborer* (ou à réfuter) les éléments de réponse rencontrés jusqu'ici. On peut le faire en questionnant des textes divers, qui *pourraient* aborder la question Q.

- Considérons ainsi le gros ouvrage – plus de 400 pages – d'un spécialiste peu contestable, Franck Courchamp, *L'écologie pour les nuls* [9]. L'index contient une entrée *mer* avec deux sous-entrées : « élévation du niveau », « hausse du niveau ». La première renvoie à la page 177, la seconde à la page 309. Évoquant l'hypothèse d'un réchauffement global moyen de 3 °C, l'auteur note simplement page 177 : « ... de nombreux habitats seront rendus indisponibles car détruits par des tempêtes plus fréquentes, ou par l'élévation du niveau des mers. » La page 309 est plus riche d'indications ; la voici.

La température à la surface de la Terre a déjà augmenté en moyenne d'environ 0,65 °C au cours des cinquante dernières années, ce qui, ne nous y trompons pas, est énorme. En près d'un siècle et demi de relevés météo, les dix années les plus chaudes... sont les dix dernières ! Les sept années record depuis 1872 étant... 1998, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 et 2007 ! On sait aussi que le rythme du réchauffement, des cyclones tropicaux les plus intenses, des épisodes de sécheresse et de l'augmentation du niveau des mers s'est accéléré au cours des dernières décennies; avec là aussi des records pour les dernières années.

D'après ce rapport, la température de notre planète devrait augmenter de 6 °C au cours de ce siècle si la croissance économique intense se poursuit et que nous continuons à utiliser les énergies fossiles comme nous le faisons actuellement. Cette hausse ne serait « que » de 2 à 3 °C

si nous parvenions à mener une politique de changement radical de notre mode de vie dans le très court terme. Rappelons que 6 °C c'est exactement la différence de température entre notre époque et la dernière glaciation. Si la température moyenne de la Terre était inférieure de 5 °C, il serait possible de passer de la France à l'Angleterre par voie terrestre (avec des skis).

Ça va chauffer !

Cette hausse de température risque de précipiter plusieurs changements dans l'ensemble du système climatique : hausse du niveau des mers, changement des régimes de précipitations, augmentation des événements climatiques extrêmes, diminution des réserves d'eau douce, le tout avec comme corollaire, perte massive de la biodiversité et bouleversements socio-économiques majeurs dans la plupart des pays du monde.

Les raisons de l'incertitude quant aux répercussions précises du changement climatique sont principalement liées à la difficulté de prévoir tous les effets en cascade qui peuvent découler de la simple augmentation de température. Par exemple, le réchauffement détériore la capacité des végétaux à absorber le carbone. Plus de sécheresse signifie plus de feux de forêts, et donc moins d'arbres pour fixer le carbone. Autre exemple : étant toute blanche, la banquise absorbe douze fois plus [sic] de chaleur que l'eau qui va la remplacer lorsqu'elle aura fondu. La fonte des glaces accélère donc le réchauffement. Tous ces effets peuvent faire boule de neige. Si l'on imagine l'océan mondial comme une immense baignoire dont les continents seraient les bords, on comprend bien que la dilatation de l'eau sous l'effet de la chaleur (plus que la fonte des glaces en elle-même), va faire augmenter le volume de l'eau, et donc son niveau dans la baignoire. Si l'eau monte globalement d'un mètre, elle risque de déborder à pas mal d'endroits, à commencer par les îles et certaines régions côtières basses. D'après un rapport de l'OCDE, entre cette augmentation du niveau des mers et l'intensification de l'urbanisation, ce sont trois fois plus de personnes qui pourraient être exposées à des inondations côtières dans le monde d'ici à 2070.

Dans ce vaste tableau, ce qui nous intéresse n'est mentionné qu'en passant ; mais ce document confirme – sans précision quantitative toutefois – que la dilatation de l'eau jouerait un rôle plus important que la fonte des glaces. On aura noté aussi que le passage examiné évoque un certain rapport (« D'après ce rapport, ... »), mais l'exploration des pages environnantes ne permet pas d'en déterminer l'identité.

- Interrogeons maintenant un ouvrage en anglais, dû à Mark Maslin, intitulé *Global warming* [10]. L'index comporte une entrée "Sea level rises" qui permet d'arriver au passage suivant, lequel figure à la page 52.

In summary, between 1961 and 2003 the global average sea level rose by 1.8mm per year, with the fastest rate being observed between 1993 and 2003 of 3.1mm per year. The 1993-2003 rate is made up of the following contributions: thermal expansion of the ocean contributed 1.6mm per year (~50%); Antarctic ice sheet 0.21mm (~7%); Greenland ice sheet 0.21mm (~7%); and glaciers and other ice caps 0.77mm per year (~25%); with approximately, 0.3mm per year (10%) unaccounted for. These new data clearly show that the Greenland and Antarctic ice sheets have contributed to recent sea-level rise.

On rencontre ici des précisions plus grandes que celles déjà vues, et même des précisions en apparent désaccord avec certaines des indications précédemment glanées (puisque au moins un document semble expliquer la hausse du niveau des mers par la seule dilatation de l'eau). On peut donc enregistrer une quatrième réponse, $R_4^\diamond$:

$R_4^\diamond$. Pour la période 1993-2003, l'élévation du niveau de la mer a été de 3,1 mm par an. Cette élévation est due pour l'essentiel à la dilatation de l'eau, qui en explique environ 50 %, et à la fonte des glaces terrestres (qui en explique environ 40 %).

- L'examen du contexte où apparaît le texte précédent montre que l'auteur se réfère ici aux "IPPC reports". Il resterait à voir ce que sont ces rapports, qui sembleraient être à la source de la plupart des « informations » rencontrées jusqu'ici. Mais c'est en ce point que s'arrêtera – provisoirement – cette première enquête.

1.4. Le champ des questions

1.4.1. Dans l'enquête sur la question « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? », nous ne nous sommes guère intéressés qu'au « Pourquoi ? » et nous avons délaissé le « De combien ? », on l'aura remarqué. Ce qui importe surtout, pourtant, est de s'interroger sur les *raisons d'être* de cette question et de son inscription dans le champ des questions du développement durable.

- Nous avons vu que la *didactique du développement durable* est la science des conditions et des contraintes de la diffusion sociale des praxéologies mises en œuvre (ou qui pourraient l'être) en matière ou à propos de développement durable. Cette formulation est générique : d'une façon générale, en effet, si @ est un domaine d'activité humaine, on appelle *didactique de @* la science des conditions et des contraintes de la diffusion sociale des praxéologies « mises en œuvre ou qui pourraient être mises en œuvre dans le domaine d'activité @ ». Deux grandes questions sont au cœur de la didactique de @ :

$Q_1^?$. Que sont ou que pourraient être les praxéologies de @ ? En d'autres termes, quels types de tâches T accomplir ? Et comment, c'est-à-dire selon quelles techniques τ ? Et encore pourquoi, c'est-à-dire en vertu de quelles technologies θ et de quelles théories Θ ?

$Q_2^?$. Par quels systèmes de conditions et de contraintes, c'est-à-dire à travers quelles successions de situations, telle praxéologie de @ parvient-elle ou pourrait-elle parvenir à s'intégrer à l'équipement praxéologique de telle institution ou de telle personne ?

- Pour illustrer la question $Q_1^?$ en se plaçant au plan de ce que peut faire l'individu lorsque @ est le domaine du développement durable, voici la table des matières du dernier chapitre de l'ouvrage *L'écologie pour les nuls* cité plus haut : on y trouvera le florilège habituel des types de tâches T que commanderait le souci d'un développement durable.

Chapitre 20 : Dix gestes pour l'environnement 361

Consommer l'eau avec modération 362

La chasse au gaspi 362

Éviter d'utiliser des produits chimiques 364

Réaliser des économies d'énergie 364

Les appareils domestiques 365

Investir dans des appareils performants 366

Le chauffage 367

Changer ses habitudes de transport 367

En finir avec le tout-voiture 367

Le choix du modèle 368

L'entretien du véhicule et la climatisation 368

Garder les pieds sur terre 369

Manger plus sainement 369

Choisir des produits de saison locaux 369

Limiter sa consommation de viande 370
 Séparer le bon grain de l'ivraie 370
 Limiter sa production de déchets 371
 N'en jetez plus ! 371
 Faire le tri 372
 Dire non à la publicité 373
 Éviter les emballages volumineux 373
 Adopter des réflexes écologiques au travail 373
 Faire bonne impression 374
 Limiter sa consommation d'énergie 374
 Faire des choix responsables 375
 Pratiquer des loisirs écologiques 376
 Faire preuve de bon sens tout en s'amusant 376
 Le jardinage vert 376
 S'engager dans la vie publique 377
 Passer le message 377
 Faire pression sur les élus 378
 Donner de sa personne 379
 Calculer (et réduire) son impact sur l'environnement 379

- La liste précédente n'est en rien limitative : plusieurs aspects du problème du développement durable peuvent être les oubliés d'une certaine éducation *individualiste* au développement durable. Spontanément, nous tendons ainsi à distinguer ce qui peut nous être demandé en la matière et ce qui échapperait par principe à semblable exigence. En voici un exemple, dans un travail scientifique paru en 2007 dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* (on le trouvera à l'adresse suivante : <http://www.pnas.org/content/104/51/20629.full.pdf+html>).

Divorce is increasingly common around the world. Its causes, dynamics, and socioeconomic impacts have been widely studied, but little research has addressed its environmental impacts. We found that average household size (number of people in a household) in divorced households (households with divorced heads) was 27–41% smaller than married households (households with married heads) in 12 countries across the world around the year 2000 (between 1998 and 2002). If divorced households had combined to have the same average

household size as married households, there could have been 7.4 million fewer households in these countries. Meanwhile, the number of rooms per person in divorced households was 33–95% greater than in married households. In the United States (U.S.) in 2005, divorced households spent 46% and 56% more on electricity and water per person than married households. Divorced households in the U.S. could have saved more than 38 million rooms, 73 billion kilowatt-hours of electricity, and 627 billion gallons of water in 2005 alone if their resource-use efficiency had been comparable to married households. Furthermore, U.S. households that experienced divorce used 42–61% more resources per person than before their dissolution. Remarriage of divorced household heads increased household size and reduced resource use to levels similar to those of married households. The results suggest that mitigating the impacts of resource-inefficient lifestyles such as divorce helps to achieve global environmental sustainability and saves money for households.

Un billet intitulé “The Environmental Impact of Divorce” mis en ligne le 9 décembre 2007 sur le blog *The Monkey Cage* fait écho en ces termes au travail précédemment cité : “Want to save the environment? Get married. Or if you’re already married, take in a boarder.” Il y a là un fait étonnant, dont on devra se demander la place qu’il doit occuper dans le domaine du développement durable...

- Le problème de la réduction du développement durable à ses aspects *individuels* est abordé plus explicitement par Hervé Kempf, journaliste du quotidien *Le Monde*, qui s’est engagé dans une réflexion écologiste après la catastrophe de Tchernobyl (1986) et qui créera un peu plus tard le site *Reporterre* (dont la maxime est « Consommer moins, répartir mieux »). Voici un extrait de son livre *Pour sauver la planète, sortez du capitalisme* (Seuil, 2009) relatif à ce qu’il nomme « l’oubli du collectif » (pp. 51-52).

Cet oubli du collectif est très présent dans la bien-pensance écologique, niché dans les détails. Par exemple, selon l’association Planète éolienne, « une éolienne de 1 mégawatt (MW) avec 2200 heures de fonctionnement pleine puissance par an produira 2 200 000 kilowattheures (kWh), soit la consommation de 1000 foyers français alimentés en électricité ». Chaque foyer serait ainsi censé consommer 2200 kWh par an. En fait, les 25,7 millions de foyers français consomment au total 480 terawattheures, soit 18 680 kWh par ménage ! D’où vient cette différence étonnante ? De l’inconscient individualiste qui parle à travers le zèle des promoteurs de l’énergie éolienne : ils ne comptent que l’électricité consommée à la maison, par les

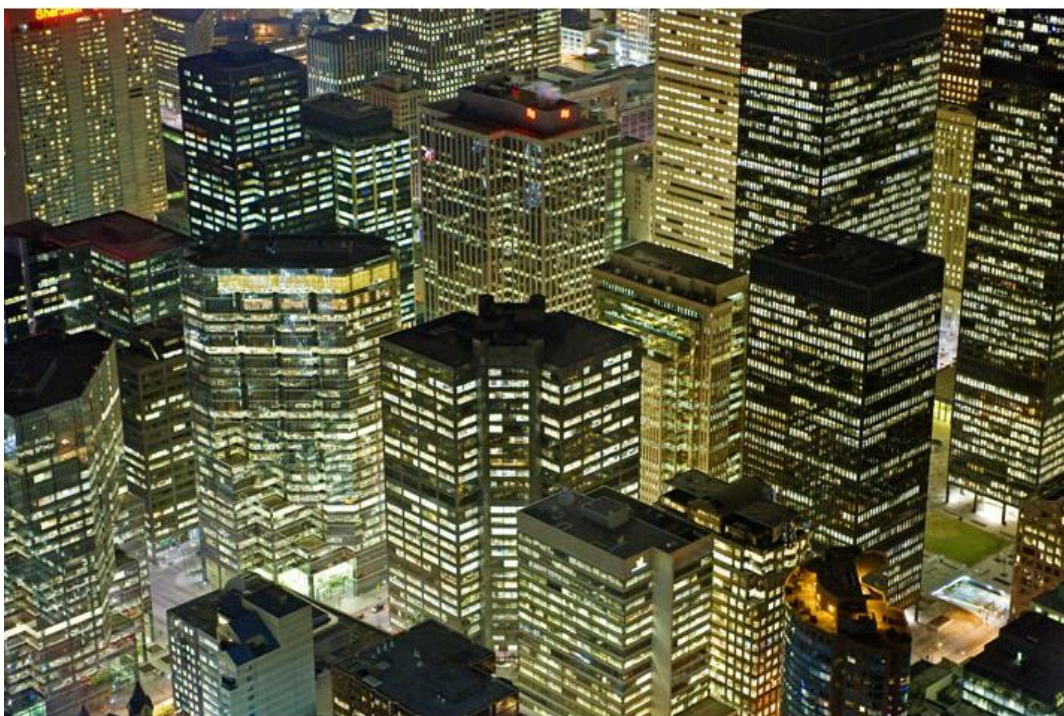
ampoules, les téléviseurs, les ordinateurs et autres machines qui forment l'ordinaire de l'Occidental. Mais oublie que le même Occidental va au travail dans des locaux à air conditionné, fait ses courses au supermarché chauffé et conditionné, bénéficie de l'éclairage public, assiste à des matchs de football illuminés, achète des produits qui ont requis de l'électricité pour être fabriqués, prend le train... Bref, que le « ménage » vit en société et qu'il participe donc à la consommation collective. En réalité, une éolienne de 1 MW assure la consommation électrique de 117 ménages participant à la société...

De la même façon, tous les guides expliquant comment vivre en « vert » se situent du point de vue de l'individu, jamais du collectif. Ainsi, *Le Petit Livre vert pour la Terre*, de la Fondation Nicolas Hulot, explique que « je me préserve des grosses chaleurs », « je réutilise mes objets », « je refuse les traitements chimiques », « je démarre en douceur », etc. *Être consomm'acteur*, chez Nature et Découvertes, invite à « consommer engagé », puisque « consommer = voter », et range les actions entre « ma cuisine », « ma trousse de toilette », « mon garage », « mon atelier », etc. Électricité de France diffuse le guide *E = moins de CO₂* pour « comprendre et agir au quotidien », et range l'univers entre « ma planète », « mon pays », et « ma maison ».

Notre planète ? Notre pays ? Notre cité ? Arrêter de consommer, manifester, contester, discuter, éteindre la télévision, se rebeller ? Non. Dans le paradis capitaliste, il suffit que nous fassions « les bons gestes pour la planète » et « les politiques et les industriels suivront ».

1.4.2. Devant toute praxéologie *suggérée* (voire *imposée*) en matière de développement durable, qu'elle soit à réalisation *individuelle* ou à réalisation *collective*, on devra s'interroger sur cette praxéologie elle-même, ainsi que le rappelle la formulation de la question Q_1° . Mais on doit s'interroger aussi sur ses *raisons d'être* : à quelle(s) question(s) cette praxéologie est-elle un moyen de répondre ? Cela nous conduit tout aussitôt à l'interrogation *réciproque* : étant donné une question de développement durable, quelle réponse lui est apportée ? Pour le dire autrement, dans l'étude du développement durable comme domaine d'activité, on peut partir soit d'une *réponse* (pour remonter vers la question), soit d'une *question* (pour aller vers la réponse) : « Trier ses déchets » est une réponse (c'est, formellement, un type de tâches, métonymie d'une praxéologie à analyser et à évaluer) à une question qu'il convient d'abord de rechercher ; « Comment gérer les déchets de l'activité humaine ? » est une question à laquelle existent des réponses qu'il faut rechercher, analyser, enfin évaluer en fonction de tel ou tel projet de développement.

- Il y a une *dialectique des questions et des réponses*. À la question « Comment réduire les dépenses d'énergie ? » est associé en amont un ensemble de raisons à étudier (« Pourquoi réduirait-on les dépenses d'énergie ?... ») et en aval un ensemble de praxéologies, individuelles ou collectives, dont chacune peut être étudiée en tant que réponse à la question sur la manière de réduire les dépenses d'énergie – est-elle par exemple une réponse optimale sous tel ou tel système de contraintes ?
- Voici une question à laquelle beaucoup de personnes semblent encore insensibles : celui de la *pollution lumineuse*. La question « Comment réduire la pollution lumineuse ? » a ses raisons d'être, qu'il faut étudier, et ses réponses, qu'il faut également étudier ainsi qu'on doit le faire de toute praxéologie individuelle ou collective. Sur le *fait* de la pollution lumineuse, le site *National Geographic* note sous le titre “Our Vanishing Night” : “For most of human history, the phrase ‘light pollution’ would have made no sense. Now most of humanity lives under intersecting domes of reflected, refracted light.” Sur ce point, on laissera le lecteur méditer la photo due à Jim Richardson reproduite ci-après avec un commentaire (<http://ngm.nationalgeographic.com/2008/11/light-pollution/richardson-photography>).



Artificial light from buildings in Toronto confuses and traps birds, with deadly results. The Fatal Light Awareness Program (FLAP) estimates that in North America at least 100 million birds, mostly low-flying songbirds, die each year in collisions with man-made structures. Glass

windows—baffling to birds both day and night—are the biggest contact killers, while disoriented birds may simply exhaust themselves trying to exit the city maze.

1.5. Des questions aux réponses

1.5.1. Dans le cadre de cette UE, chacun devra réaliser une *enquête* et rédiger un *compte rendu d'enquête* assurant la diffusion et la défense des résultats de cette enquête. Comment procéder ? On donne ci-après quelques indications rapides, qui pourront être complétées ultérieurement.

- La *première étape* consiste en le choix d'une question Q à étudier. Il est indispensable de faire apparaître Q comme *relevant bien du développement durable*, soit à titre de question « première », « génératrice » (par exemple « Comment organiser l'utilisation durable des environnements côtiers et de leurs ressources ? »), soit en tant que question « seconde », « engendrée » par une question première (par exemple « De combien doit-on s'attendre à voir monter le niveau de la mer le long de telle côte dans les cinquante prochaines années ? »).
- Soulignons que, en vertu du principe de procognition, une fois la question choisie, on mettra entre parenthèses tout ce que l'on croirait savoir *a priori* sur la question elle-même, sur une réponse possible, sur les outils appropriés pour l'étudier : dans tous les cas, on engagera l'étude de la question *ab ovo*, et dans tous les cas *à nouveaux frais*.

1.5.2. L'enquête sur la question Q ainsi retenue devra faire l'objet d'un compte rendu écrit comportant plusieurs volets.

- Le premier volet présentera la *question* étudiée et les *raisons d'être* qui la rattachent au *développement durable*.
- Le deuxième volet décrira le *parcours d'étude et de recherche* suivi, en indiquant (de façon concise) les réponses $R^\diamond$ rencontrées et les outils O mobilisés. Ce volet est en principe la partie du compte rendu à rédiger qui occupera le plus de place.
- Le troisième volet présentera la *réponse* $R^\heartsuit$ à laquelle on sera parvenu. Dans le cas de la question « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau

des mers ? », par exemple, la réponse « provisoire » $R^{\vee}$ correspondant à l'avancement actuel de l'enquête pourrait être la suivante :

$R^{\vee}$. L'élévation moyenne du niveau des mers est actuellement d'environ 3 mm par an. Cette élévation est due surtout à la dilatation thermique de l'eau et secondairement (quoique de façon non négligeable) à la fonte des glaces terrestres. (La fonte des glaces flottantes n'intervient pas, d'après le principe d'Archimède.)

• Le quatrième volet consistera en une brève *discussion* des résultats obtenus et de la réponse $R^{\vee}$ formulée. Cette discussion comportera *notamment* une présentation brièvement commentée des documents utilisés dans l'enquête. Voici ce que pourrait être cette partie documentaire du quatrième volet dans le cas de l'enquête sur l'élévation du niveau des mers présentée plus haut.

[1] Niveau de la mer. (2010, 18 février). Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Niveau_de_la_mer#cite_note-0

[2] Poussée d'Archimède. (2010, 8 février). Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Pouss%C3%A9e_d%27Archim%C3%A8de

[3] Élévation du niveau des mers. (2010, 21 février). Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*.

http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89l%C3%A9vation_du_niveau_de_la_mer

[4] Dilatation thermique. (2010, 19 février). Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*.

http://fr.wikipedia.org/wiki/Dilatation_thermique

[5] Thermal expansion. (2010, 1^{er} mars). Dans *Wikipedia, the free encyclopedia*.

http://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_expansion

[6] Walker, R. (2010, 11 février). Mass, Weight, Density or Specific Gravity of water at various temperatures C and thermal coefficient of expansion of water. *Simetric*.

http://www.simetric.co.uk/si_water.htm

☛ Site animé par Roger Walker fournissant des moyens de conversion entre différents systèmes d'unités ainsi que des tables de valeurs (masses volumiques, etc.).

[7] Thomas, P. (2004). Fonte des glaces, dilatation thermique de l'eau et montée du niveau marin. *Planet-terre*.

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/planetterre/XML/db/planetterre/metadata/LOM-montee-mer.xml>

☛ Pierre Thomas est professeur à l'École normale supérieure de Lyon (Laboratoire de sciences de la Terre).

[8] Spokes, L. (2004, 22 juin). L'augmentation du niveau de la mer. *Espere*.

http://www.atmosphere.mpg.de/enid/1_Oceans_et_climat/-Elvation_du_niveau_de_la_mer_3hc.html

☛ Site européen fait par des scientifiques et intitulé *Environmental Science Published for Everybody Round the Earth* (ESPERE). Il propose une « encyclopédie climatique ». Le texte utilisé est dû à Lucinda Spokes, alors à la “School of Environmental Sciences” de l’Université d’East Anglia en Grande-Bretagne.

[9] Courchamp, F. (2009). *L’écologie pour les nuls*. Paris : First.

☛ Franck Courchamp est écologue, directeur de recherches au CNRS.

[10] Maslin, M. (2009). *Global warming. A very short introduction*. Oxford : Oxford University Press.

☛ Mark Maslin est professeur au Département de géographie de l’University College London, où il dirige l’Institut de l’environnement. Le passage cité est issu de la deuxième édition de son livre, parue en 2008 (la première avait paru en 2004).

Dans ce qui précède, on aura noté que les articles de *Wikipédia* ou de *Wikipedia* ne font pas l’objet de commentaires. Sur l’utilisation de cette encyclopédie en ligne, on pourra se reporter à l’opuscule de Florence Devouard et Guillaume Pommier, *Wikipédia. Découvrir, utiliser, contribuer* (PUG, 2009), en ligne à l’adresse <http://fr.wikibooks.org/wiki/Wikipedia>. Sur l’encyclopédie *Wikipedia* en langue anglaise, on pourra consulter l’opuscule de John Broughton, *Wikipedia Reader’s Guide. The Missing Manual* (O’Reilly, 2008).

- Le cinquième et dernier volet sera constitué d’un bref *glossaire* expliquant de façon concise quelques-uns des mots peu familiers dont on aura dû user dans le compte rendu d’enquête.

1.5.3. La technique d’enquête à mettre en œuvre a été illustrée dans ce qui précède.

- Le démarrage de l’enquête sur Internet, et même, plus précisément, dans l’encyclopédie *Wikipédia*, constitue, pour un non-spécialiste, une stratégie souvent efficace.
- On se gardera autant que possible de tout prosélytisme, de toute propagande dans un sens ou un autre. Pour prendre un peu de distance, on pourra visionner une petite fiction due à l’équipe de l’émission télévisée *Groland* que l’on trouvera à l’adresse suivante : <http://vu-et-a-voir.blogspot.com/2008/08/ecolo-bobo.html>.