

Université de Provence - Département des sciences de l'éducation

Licence 2010-2011

UE SCEF 53 : Éducation au développement durable

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Sommaire

Leçon 1 – Enquête codisciplinaire & EDD

- 1.1. Enquêter : rappels & compléments (p. 3)
- 1.2. Enquêter sur une question sensible (p. 7)
- 1.3. Un exemple d'enquête (p. 9)
- 1.4. Le champ des questions (p. 20)
- 1.5. Des questions aux réponses (p. 26)

Leçon 2 – Vers une pédagogie de l'enquête

- 2.1. Un bilan d'étape (p. 31)
- 2.2. Réponses en question (p. 32)
- 2.3. Ébauche d'un modèle de référence (p. 41)
- 2.4. Questionner pour connaître (p. 50)
- 2.5. Le questionnement du monde (p. 61)

Leçon 3 –Enquêter sur le développement durable : un bilan d'étape

3.1. Le champ de l'EDD (p. 65)

3.2. Enquêtes en cours et comptes rendus d'enquête à venir (p. 71)

Annexe 1 : le champ de la soutenabilité (1) (p. 84)

Annexe 2 : le champ de la soutenabilité (2) (p. 89)

Annexe 3 : questions orthotypographiques (p. 94)

Annexe 4 : extrait d'un carnet de bord (p. 98)

Leçon 4. Quelle éducation au développement durable ?

4.1. L'institution scolaire : conditions et contraintes (p. 111)

4.2. Que disent les textes ? (p. 114)

4.3. Une éducation au rabais ? (p. 126)

4.4. Pour conclure provisoirement (p. 132)

Annexe 5 : un quiz sur les « défis » du développement durable (p. 140)

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Leçon 1. Enquête codisciplinaire & EDD

1.1. Enquêter : rappels & compléments

1.1.1. On a vu dans la troisième des *Leçons de didactique* 2010-2011 le schéma général de l'enquête sur une question Q – ou de l'étude d'une question Q –, dit *schéma herbartien développé* :

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

Rappelons que M désigne le *milieu didactique*, 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 construirons peu à peu 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'essayera 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 :

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

- 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, la commenter, 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 en peut recevoir.

∂₇. La septième dialectique est celle *de l'individu et du collectif*, ou *dialectique de l'autonomie et de la synnomie* : X est censé se comporter comme un *collectif* qui s'efforce d'étudier Q et de produire *solidairement* une réponse $R^\heartsuit$ assumée par tous, chaque $x \in X$

concourant à l'élaboration, non pas de *sa* réponse, mais de la réponse *du collectif X*, en étant, de ce fait, *coresponsable* de cette réponse.

1.1.7. Lors d'une enquête sur une question *Q*, la réponse *R♥* 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♥* devenant alors, pour la seconde enquête, une réponse *R♦* 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'étude 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 binôme 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 :

S₁. on s'autorisera sans façon à *ne pas savoir*, et cela en tout domaine (y compris, donc, dans son domaine de « spécialisation » éventuel) ;

S₂. 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 « rétroactif », *rétrocognitif*. 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 *proactive*, *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.

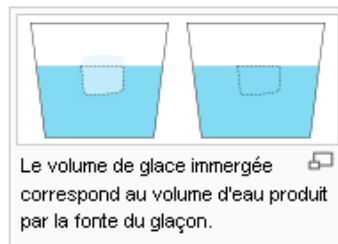
Le dernier minimum date d’il y a environ 20 000 ans, le niveau de la mer était un peu plus de 100 m plus bas qu’actuellement. Malgré cela, le niveau de la mer semble être de nos jours à l’un des niveaux les plus bas depuis plusieurs centaines de millions d’années.

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 O_0 , ou à un *ensemble* Θ (ou plutôt Θ) 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 ». Mais nous ne savons rien de plus là-dessus.

- 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 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 $0,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, 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, 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 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 qualitative 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, laquelle 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 $\mathcal{Q}$ 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 $\mathcal{Q}$ ». Deux grandes questions sont au cœur de la didactique de $\mathcal{Q}$:

$Q_1^{\mathcal{Q}}$. Que sont ou que pourraient être les praxéologies de $\mathcal{Q}$? 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 ?

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

- Pour illustrer la question $Q_1^{\mathcal{Q}}$ en se plaçant au plan de ce que peut faire l'*individu* lorsque $\mathcal{Q}$ 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 consom'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 ».

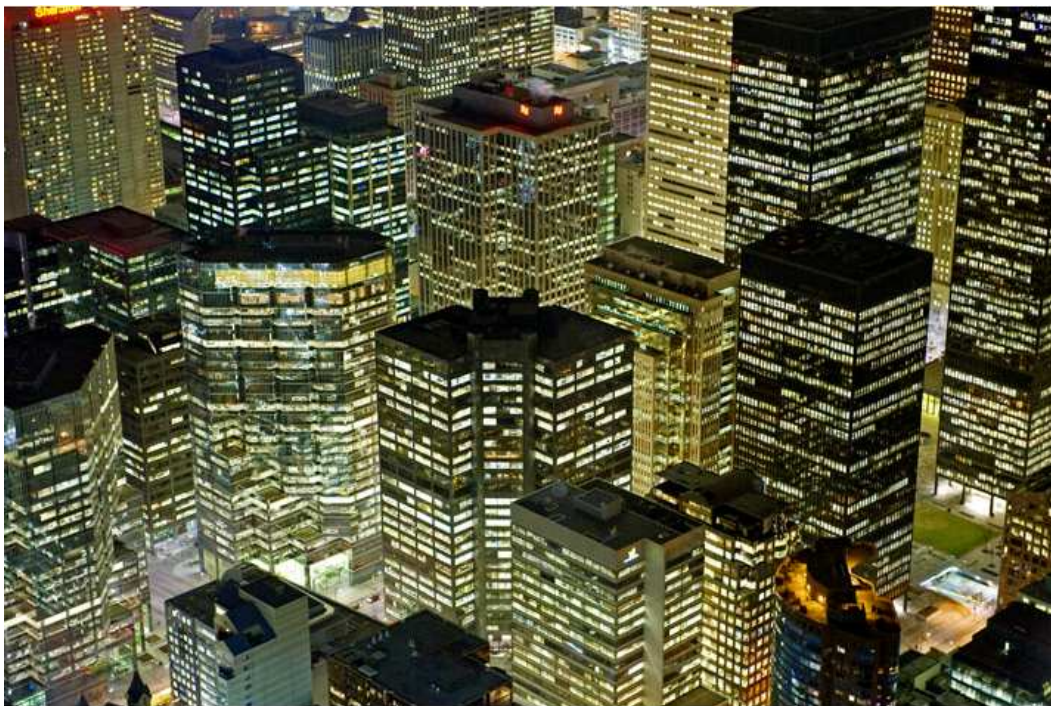
Notre planète ? Notre pays ? Notre cité ? Arrêter de consommer, manifester, contester, discuter, éteindre la télévision, se rebeller ? Non. Dans le paradis capitaliste, il suffit que nous fassions « les bons gestes pour la planète » et « les politiques et les industriels suivront ».

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^d . 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 *reciproque* : 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. On a rappelé que, 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 ? »).
- Pour mener à bien cette étape, on pourra s'appuyer sur divers « répertoires » relatifs au développement durable, telle la table des matières du chapitre 20 de *L'écologie pour les nuls* reproduite plus haut. On ajoute ici un autre répertoire, la table des matières de l'*Écologuide de A à Z pour les juniors* de la Fondation Nicolas Hulot (Le Cherche midi, 2004), qui pourra aider la recherche d'une question *Q* à étudier.

MILIEU NATUREL

Air / Amazonie / Antarctique / Arctique / Atmosphère / Baïkal (lac) / Biosphère / Biotope / Canopée / Chlorophylle / Climat / Écosystème / Forêt / Haie / Jardin / Météorologie / Nature / Parcs naturels / Planète / Réserves naturelles / Ressources naturelles

DÉSÉQUILIBRE ÉCOLOGIQUE

Accidents industriels / Aral (mer d') / Catastrophes naturelles / Déforestation / Désertification / Érosion / Eutrophisation / Incendie de forêt / Inondation / Sécheresse / Tempête / Terrorisme écologique

ÉNERGIE

Barrage / Biocarburant / Centrale électrique / Charbon / Consommation énergétique / Économies d'énergie / Électricité / Énergies fossiles / Énergies renouvelables (ENR) / Éolienne / Gaz naturel / Nucléaire civil / Panneau solaire et photopile / Pétrole / Pile à hydrogène / Radioactivité /

EAU

Aquaculture / Baignade / Cycle naturel / Eau potable / Fleuve / Glaces polaires / Glaciers / Guerre de l'eau / Lac / Mers et océans / Nappe phréatique (souterraine) / Pêche / Pisciculture / Traitement de l'eau

POLLUTION

Algues vertes / Amiante / Azote / Biodégradable / Bruit / CO₂ (gaz carbonique) / Composés organiques volatils (COV) / Couche d'ozone / Décharge / Déchets / Déchets nucléaires / Dégazage / Dioxines / Eaux usées (voir Traitement de l'eau) / Effet de serre / Emballage / Engrais (voir Agriculture et Azote) / Guerre / Instruments de mesure et bio-indicateurs / Marée noire / Métaux lourds / Ozone / Plastique / Pluies acides / Recyclage / Tri

AGRICULTURE

Banque de graines / Céréales / Compost / Élevage / Exode rural / Herbicide / Humus / Insecticides / Irrigation / OGM / Pesticides / Sol

ESPÈCES VIVANTES

Animaux / Animaux en danger / Animaux disparus / Animaux domestiques / Animaux nuisibles / Animaux protégés / Arbre (en ville) / Baleine / Biodiversité / Braconnage / Chaîne alimentaire / Chasse / Coraux / Éléphant / Endémique / Faune / Fleurs / Flore sauvage / Insectes / Loup / Mammifère / Ours / Plantes / Prédateurs et grands prédateurs / Réintroduction d'espèces / Trafic d'animaux et de plantes / Zoo

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Agenda 21 ou Action 21 / Associations / Biotechnologies / Commerce équitable / Conférences internationales / Démographie / Écobilan / Écologie / Empreinte écologique / Environnement / Équilibre naturel / Famine / Lobby / Mégalopole / Mondialisation / Nimby / OMC / OMS / Partis écologistes / Pauvreté / Principe de précaution / Réchauffement climatique / Tiers-monde / Transports / Ville

Annexes

- On pourra aussi visiter des sites Web « pratiques », tel *notre-planete.info*, dont on notera en particulier la page <http://www.notre-planete.info/ecologie/devdurable/ecocitoyen.php>.
- Rappelons que la question finalement choisie ne pourra être mise à l'étude qu'après sa validation par Caroline Ladage, responsable de cette UE.
- Soulignons que, en vertu du principe de procognition, une fois la question choisie et validée, 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 » $R^\heartsuit$ correspondant à l'avancement actuel de l'enquête pourrait être la suivante :

$R^\heartsuit$. 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 et dernier volet consistera en une brève *discussion* des résultats obtenus et de la réponse $R^\heartsuit$ 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_and_climate/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).

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>.

Université de Provence - Département des sciences de l'éducation

Licence 2009-2010

UE SCEF 53 : Éducation au développement durable

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Leçon 2. Vers une pédagogie de l'enquête

2.1. Un bilan d'étape

2.1.1. La Leçon 1 de ce cours était composée de cinq sections dont on rappelle les intitulés :

- 1.1. Enquêter : rappels & compléments
- 1.2. Enquêter sur une question sensible
- 1.3. Un exemple d'enquête
- 1.4. Le champ des questions
- 1.5. Des questions aux réponses

2.1.2. Dans ce qui suit, nous examinerons comment peuvent s'articuler le projet d'une *éducation au développement durable* et la *pédagogie de l'enquête* dont la Leçon 1 de ce cours a présenté quelques éléments. Cet examen est en effet d'autant plus pertinent que nombre de pratiques d'éducation au développement durable apparaissent aujourd'hui *dogmatiques*, visant plus à endoctriner qu'à instruire et à éclairer, comme il en va souvent, semble-t-il, dans les « éducations à... » (à la santé, à la sécurité, à la sexualité, à la nutrition), qui ont fleuri depuis deux décennies au moins. Dans ce but, nous examinerons d'abord comme la pratique de l'enquête permet de faire droit à une formation du citoyen fondée sur l'usage critique de la raison.

2.2. Réponses en question

2.2.1. On trouve aujourd'hui, sur Internet ou dans le commerce, des listes de questions et de réponses sur des thèmes divers. Ces réponses, qui peuvent constituer des jalons du parcours d'étude et de recherche appelé par une enquête – ce sont des $R^\diamond$ du schéma herbartien –, ne sont généralement pas satisfaisantes, même si elles peuvent être utiles pour orienter l'enquête. On examine ici un tel exemple. Dans un petit livre intitulé *La science est un jeu* (EJL, 2007), l'auteure, Régine Quéva, propose à son lecteur, à la page 78, la question suivante :

Au bout de combien de temps une bouteille en plastique se détruit-elle ?

- ☐ 5 ans
- ☐ 50 ans
- ☐ 5000 ans
- ☐ 5 000 ans

À la page 82, l'auteure avance la réponse que voici :

500 ans.

Le test de biodégradabilité d'une substance s'effectue avec des bactéries et une solution minérale sur la substance à tester. Un emballage en cellophane se dégrade au bout de 5 ans, en aluminium au bout de 200 ans. Le verre met plus de 3000 ans à se dégrader. Aujourd'hui, en France, la moitié seulement du verre et du plastique utilisés est recyclée.

On a là typiquement une réponse dogmatique, qui avance des affirmations, mais sans vraiment donner aux lecteurs les moyens de comprendre et, le cas échéant, de vérifier. Ici, la question essentielle, tout à la fois *naïve* et *critique*, qu'il convient de soulever est celle-ci :

Comment peut-on savoir qu'un objet sera entièrement détruit au bout de 500 ans ou de 3 000 ans puisqu'on ne peut observer la chose ?

Pour ne pas s'en tenir à un on-dit qui n'est pas plus sûr pour être même mille fois répété, il est indispensable d'enquêter sur la question soulevée par la réponse examinée.

2.2.2. Pour commencer l'enquête, on peut proposer au moteur de recherche Google la requête biodégradabilité. Google propose en retour plusieurs expressions, dont biodégradabilité du plastique, que l'on choisit. Voici alors les premiers résultats affichés par Google :



Le premier résultat renvoie à l'article « Biodégradation » de *Wikipédia*, dont les premières lignes sont les suivantes :

La biodégradation est la décomposition de matières organiques par des micro-organismes comme les bactéries, les champignons ou les algues. La biodégradabilité est la qualité d'une substance biodégradable. Elle s'apprécie en tenant compte à la fois du degré de décomposition d'une substance et du temps nécessaire pour obtenir cette décomposition [*Journal officiel du 12 avril 2009*]. Une substance est dite biodégradable si, sous l'action d'organismes vivants extérieure à sa substance, elle peut se décomposer en éléments divers dépourvus d'effets dommageables sur le milieu naturel [*Journal officiel du 12 avril 2009*].

L'article se poursuit par des lignes qui méritent aussi d'être citées (comme dans le passage précédemment cité, nous y avons corrigé plusieurs anomalies orthotypographiques) :

Un matériau est biodégradable s'il peut être converti en dioxyde de carbone, ou en méthane, en eau et en biomasse sous l'effet des micro-organismes qui utilisent le matériau comme nutriment. Dans un milieu anaérobie, c'est-à-dire sans oxygène, la biodégradation est plus lente car l'oxygène est nécessaire aux microorganismes aérobies mais il existe toute une population de microorganismes qui sont actifs en milieu anaérobie. Dans ces conditions la biodégradation peut quand même avoir lieu mais elle produit du méthane, gaz à effet de serre assez puissant s'il n'est pas récupéré.

On aperçoit ici le lien possible entre biodégradation et émission de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄), donc avec la question du développement durable. Cela noté, on peut être tenté d'aller voir le *Journal officiel* du 12 avril 2009. En suivant le lien proposé par l'article de Wikipédia (<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020506972&fastPos=1&fastReqId=1513112959&categorieLien=id&oldAction=rechTexte>), on arrive à ceci :

JORF n°0087 du 12 avril 2009 page 6438
texte n° 38

Vocabulaire de l'environnement (liste de termes, expressions et définitions adoptés)

NOR: CTNK0906417K

I. — *Termes et définitions*

biodégradabilité, n.f.
Domaine : Environnement.
Définition : Qualité d'une substance biodégradable.
Note : La biodégradabilité s'apprécie en prenant en compte à la fois le degré de décomposition d'une substance et le temps nécessaire pour obtenir cette décomposition.
Voir aussi : biodégradable.
Équivalent étranger : biodegradability.

biodégradable, adj.
Domaine : Environnement.
Définition : Se dit d'une substance qui peut, sous l'action d'organismes vivants, se décomposer en éléments divers dépourvus d'effet dommageable sur le milieu naturel.
Voir aussi : biodégradabilité.
Équivalent étranger : biodegradable.

On voit qu'on n'apprend là rien de plus concernant la question sur laquelle nous enquêtons... On pourrait poursuivre en examinant d'autres résultats affichés par Google (dont les premiers ont été reproduits plus haut). Mais on mettra en œuvre, maintenant, une stratégie souvent efficace : elle consiste à examiner l'article correspondant *en anglais* de l'encyclopédie

Wikipedia. Pour cela, il suffit d’aller dans la colonne de gauche de l’article « Biodégradation » et de cliquer sur *English* (voir ci-après).

▼ Autres langues	milieu anaérobie , c'est-à-dire sans oxygène, la bio
العربية	nécessaire aux microorganismes aérobies mais il
Català	qui sont actifs en milieu anaérobie . Dans ces con
Česky	lieu mais elle produit du méthane gaz a effet de se
Deutsch	C'est le cas des produits à base végétale par exem
English	permet la biodégradation des matières organiques
Esperanto	industriel et celui du fond du jardin . Le compostag
Español	pour le broyage, le compactage, l'aération, le reto
Suomi	compostable conforme à certaines normes l'est et
Galego	matières à composter doivent être soigneusement
Italiano	un exercice auquel chaque consommateur doit se
Bahasa Melayu	Les matières matières plastiques hydrobiodégrada
Nederlands	à base végétale comportent une fort addition de pr

2.2.3. On arrive ainsi à l’article “Biodegradation” de *Wikipedia*. Un simple regard sur l’article montre qu’il propose une table donnant le temps nécessaire mis pour qu’une substance se dégrade – ce qui est prometteur. Sous le titre *Approximated Time for Compounds to Biodegrade*, on trouve les indications suivantes :

Product	Time to biodegrade
Vegetables	5 days-1 month
Paper	2-5 months
Cotton Tshirts	6 months
Orange Peels	6 months
Trees Leaves	1 year
Wool Socks	1-5 years
Plastic Coated Milk Carton	5 years
Leather Shoes	24-40 years
Nylon Fabric	30-40 years
Tin Cans	50-100 years
Aluminum Cans	80-100 years
Glass Bottles	1 million years
Styrofoam Cups	500-forever
Plastic Bags	500-forever

Notons que, pour les bouteilles en verre (*Glass bottles*), on parle ici d'*un million* d'années alors que Régine Quéva parlait de 3000 ans. Cela dit, le tableau ci-dessus est précédé d'un paragraphe qu'il vaut la peine d'examiner :

Methods of Measuring Biodegradation

In nature, different materials biodegrade at different rates. To be able to work effectively, most microorganisms that assist the biodegradation need light, water and oxygen. Temperature is also an important factor in determining the rate of biodegradation. This is because microorganisms tend to reproduce faster in warmer conditions. Many products that are biodegradable in soil – such as tree trimmings, food wastes and paper – will not biodegrade when placed in landfills [*décharge, site d'enfouissement*], because the artificial landfill environment lacks the light, water and bacterial activity required for the decay process to begin. Biodegradation can be measured in a number of ways. Scientists often use respirometry tests for aerobic microbes. First one places a solid waste sample in a container with microorganisms and soil, and then aerate the mixture. Over the course of several days, microorganisms digest the sample bit by bit and produce carbon dioxide – the resulting amount of CO₂ serves as an indicator of degradation. Biodegradation can also be measured by anaerobic microbes and the amount of methane or alloy that they are able to produce. In formal scientific literature, the process is termed bio-remediation.²

Il semble que nous progressions – au moins jusqu'au point où l'auteure de la réponse dont nous sommes partis s'était arrêtée. On aura observé l'appel de note final (²) : celui-ci renvoie à un lien qui conduit à un article intitulé "Measuring biodegradability", lequel semble être au cœur de notre questionnement puisqu'il comporte le passage que voici :

How do we measure biodegradability?

Plastic bags have only been around for about 50 years, so how do the scientists know how long they take to degrade?

Avant d'aller plus loin là-dessus, toutefois, on peut examiner plus précisément ce qu'est ce site Web ; il se présente en ces termes :

SCIENCE LEARNING HUB

The Science Learning Hub provides resources for teachers for school years 5-10.

Our resources for teachers explore the latest research in science and technology in New Zealand and are closely linked to the science curriculum.

The Science Learning Hub is developed by educators and teachers in collaboration with New Zealand scientists. The project is funded by the Ministry of Science and Innovation (MSI), formerly MoRST, and managed by the University of Waikato.

Les éléments proposés par ce site devraient donc offrir une garantie du côté scientifique mais en même temps être adaptés à des élèves jeunes – ce qui peut laisser dans l'imprécision certains éléments de réponse que nous souhaiterions obtenir. L'article auquel nous nous intéressons se trouve à l'adresse suivante : <http://www.sciencelearn.org.nz/Contexts/Environmental/Looking-closer/Measuring-biodegradability>. En voici l'essentiel :

To make long-term estimates, scientists often use respirometry tests. The experimenters place a solid waste sample – like a newspaper, banana peel or plastic bag – in a container with microorganisms and soil, and then they aerate the mixture. Over the course of several days, microorganisms digest the sample bit by bit and produce carbon dioxide – the resulting amount of CO₂ serves as an indicator of degradation.

Respirometry tests work well for newspapers and banana peels, but when scientists test plastic bags, nothing happens – there's no CO₂ production and no decomposition. Why? The most common type of plastic shopping bag – the kind you get at supermarkets – is made of polyethylene, a man-made polymer that microorganisms don't recognise as food. So, if there is no CO₂ production for plastic in respirometry tests, where does the 500-year estimate come from? Although polyethylene bags don't biodegrade, they do photodegrade. When exposed to ultraviolet radiation from sunlight, polyethylene's polymer chains become brittle and start to crack. This suggests that plastic bags will eventually fragment into microscopic granules. As of yet, however, scientists aren't sure how many centuries it takes for the sun to work its magic. That's why some people give a 500 year estimate, while others prefer a more conservative 1,000 year lifespan. According to some plastics experts, all these figures are just another way of saying 'a really, really long time'.

La réponse a le mérite de la franchise : la réponse de 500 ans annoncée, à la façon d'une légende urbaine, serait donc une estimation au jugé. L'article consulté lui-même, notons-le en passant, indique "500 years to forever" pour les sacs en plastique. La phrase clé est sans doute celle-ci : "As of yet, however, scientists aren't sure how many centuries it takes..." : à ce jour,

les scientifiques ne savent pas dire de façon sûre combien de siècles seront nécessaires à la photodégradation du plastique.

2.2.4. On peut ajouter à ce qui précède un encadré qui se surajoute à l'article :

Nature of Science

Sometimes scientists use estimates to give data on biodegradability. These are usually based on known quantities and extrapolated to take account of time or other environmental factors.

C'est là une allusion, semble-t-il, à l'usage de *modèles* pour estimer la durée de biodégradation d'une substance. L'article "Biodegradation" renvoie en particulier à un autre article de *Wikipedia* intitulé "Biodegradability prediction" dans lequel on lit : "Biodegradability prediction is biologically inspired computing and attempts to predict biodegradability of anthropogenic materials in the environment." La poursuite de l'enquête devrait conduire à enquêter sur l'emploi éventuel de tels modèles à propos du plastique ; mais nous l'arrêterons là.

2.2.5. La situation que l'on vient d'analyser – la diffusion d'une réponse mal étayée, voire fantaisiste – est chose fréquente : beaucoup de questions reçoivent des réponses qui circulent sans pour autant être fondées. Voici, de la diffusion de tels on-dit, un exemple : celui d'un échange sur un « forum » où l'on voit les intervenants se contaminer entre eux alors même qu'ils semblent mus par un certain sens de l'entraide (<http://forums.futura-sciences.com/environnement-developpement-durable-ecologie/39963-duree-de-degradation-objets-divers.html>) :

Durée de dégradation des objets divers

[de Shokin, 26 ans, le 27/07/2005, 23 h 53]

Salut tout le monde,

je voulais savoir combien de temps mettent les objets les plus divers à se dégrader dans la nature, disons dans l'herbe verte (pas sur un trottoir) :

ou si vous avez un lien avec une grande liste

- un trognon de pomme
- une cigarette consommée
- une canette en alu de bière bue

- une bouteille en pet de coca bu
- une bouteille en verre de bière bue
- un mouchoir
- une pile (par exemple LR03 1.5v)
- un berlingot de thé froid
- un papiet comme ticket de caisse
- ...

je vous ai dit là les objets que je trouvais le plus à ramasser dans des terrains à côté d'une école.
J'imagine la nécessité de les ramasser (sauf les trognons de pomme, peut-être).

Shokin

Auto-détermination ! Fun ! Respect ! Écologie ! Pédagogie ! Diversité ! Souveraineté

Re : Durée de dégradation des objets divers

[de Maugwai, le 28/07/2005, 19 h 23]

salut shokin je peux te donner qq elements de duree de vie de dechets pour te faire une idee:

cigarette avec filtre 1 a 2 ans sans filtre 3 a 4 mois

canette en alu 200 a 500 ans

mouchoir 3 mois

trognon de pomme qq jours a 6 mois

sac plastique 450 ans

Bon courage

Re : Durée de dégradation des objets divers

[de Runa, le 28/07/2005, 19h58]

Hello.

Pour les plasitques j'ai vu de 100 à 1000 ans suivant le type de plastique (le brerlingot de thé froid fait partie de cette categorie car il contiend du plastique).

J'en ai encore un qui tiend la palme de durée de vie d'ordure ménagère, le verre, comptez env. 4000 ans.

Un homme qui ne lit jamais est plus cultivé qu'un homme qui ne lit que les journaux.

Re : Durée de dégradation des objets divers

[de Shokin, le 28/07/2005, 20 h 03]

Merci pour ces premières réponses !

Je vais me faire une tite liste, histoire de sensibiliser de mon entourage.

Shokin

Auto-détermination ! Fun ! Respect ! Écologie ! Pédagogie ! Diversité ! Souveraineté

Re : Durée de dégradation des objets divers

[de TitCrakinette, le 18/03/2008, 09 h 44]

Je pense que une bouteille en verre de bière met de 1000 a 2000 ans de décomposition, mais je n'en suis pas sûre donc voila !

Re : Durée de dégradation des objets divers

[de Faith, 31 ans, le 18/03/2008, 10 h 12]

Juste une réaction... un peu particulière :

Combien de temps met un caillou pour se « décomposer » ? Très longtemps, mais ça ne le rend pas dangereux pour la nature.

A mon avis (mais c'est vrai que ce n'est pas une vision commune), il n'y a pas de différence entre une bouteille en verre et un caillou. Que l'on évite de surcharger un terrain de bouteilles ou de cannettes, d'accord (tout comme je suis contre le fait de surcharger un terrain de cailloux)

Mais une ou deux cannettes ne font pas de mal à la nature, elles en font uniquement aux yeux des humains.

D'ailleurs, je pense que la biodiversité d'une décharge est plus importante que dans beaucoup de terrains.

Bref, je suis pour faire une lutte acharnée contre les produits polluants (toxiques) déversés dans la nature (frigos, télé, ...) mais je suis aussi pour ne pas placer le ramassage d'objets inertes (clope, bouteilles, sac, ...) dans le domaine de l'écologie, mais plus du côté « confort environnemental pour humains »

La connaissance, si l'on peut dire, apparaît ici comme une rumeur qui se colporte. *L'éducation se fait ainsi déséducation.* L'échange précédent, réamorcé le 18 mars 2008 ainsi qu'on l'a vu, se poursuivra jusqu'au 21 mars 2008. Le 19, Pilouflo, 41 ans, propose une nouvelle liste. Celle-ci indique que la durée de dégradation d'une pile électrique est de... 7864 ans ! Mikka, 26 ans, s'interroge alors : « Comment font-ils pour être aussi précis ? » Pilouflo : « Je me suis demandé aussi... surtout vu la diversité de piles... » La raison retrouverait-elle ses droits ? Un autre intervenant, streshydrique, 26 ans, observera le même jour : « Le milieu a une importance capitale, par exemple, la conservation d'os et de scellète sur des millénaires dans certains milieux, ou la conservation quasiment intacte de mamouth pris dans les glaces, et pourtant ce sont des matières entièrement biodégradables. Tous les chiffres très précis sont donc faux. » Ce passage, écrit en français « modernisé », peut être réécrit ainsi :

« Le milieu a une importance capitale, comme le montrent par exemple la conservation d'os et de squelettes durant des millénaires dans certains milieux ou la conservation quasiment parfaite de mammouths pris dans les glaces, et cela bien qu'il s'agisse de matières entièrement biodégradables. Tout chiffre très précis est donc faux. »

2.3. Ébauche d'un modèle de référence

2.3.1. Dans la Leçon 1 de ce cours, nous avons explicité les conclusions suivantes :

... 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 $\mathcal{A}$ est un domaine d'activité humaine, on appelle *didactique de $\mathcal{A}$* 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 $\mathcal{A}$ ». Deux grandes questions sont au cœur de la didactique de $\mathcal{A}$:

$Q_1^?$. Que sont ou que pourraient être les praxéologies de $\mathcal{A}$? 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 didactiques, telle praxéologie de $\mathcal{A}$ parvient-elle ou pourrait-elle parvenir à s'intégrer à l'équipement praxéologique de telle institution ou de telle personne ?

Il s'agit là de définitions et de problématiques générales, qu'il convient maintenant de spécifier lorsque le domaine d'activité $\mathcal{A}$ est le domaine, certes protéiforme, du développement durable.

2.3.2. Nous appellerons *fonctionnement praxéologique* (d'une institution ou d'une personne) la mise en œuvre, par cette institution ou cette personne, d'un certain *équipement praxéologique*. Cette notion précise et généralise à la fois la notion plus courante de *mode de vie*, qui s'applique surtout à la « vie quotidienne ». Un fonctionnement praxéologique a des effets sur une multiplicité de systèmes naturels ou artificiels. Un effet consiste en la modification de la valeur d'une variable d'état (on dit aussi *fonction d'état*) d'un système (ou des valeurs d'un « paquet » de telles variables d'état). De telles modifications peuvent être

souhaitées ou, au contraire, inattendues, qu'on les regarde en ce dernier cas comme heureuses ou comme « perverses ». Sur ce dernier point, l'article "Unintended consequence" de *Wikipedia* indique ceci :

Unintended consequences can be grouped into roughly three types: a positive unexpected benefit, usually referred to as serendipity or a windfall; a negative or perverse effect, that may be contrary to what was originally intended; a potential source of problems, such as described by Murphy's law. Discussions of unintended consequences usually refer to the situation of perverse results.

(La « loi de Murphy » s'énonce simplement ainsi : "Anything that can go wrong, will." Autrement dit : si quelque chose peut foirer, cela finira par foirer.)

2.3.3. On peut formuler *les deux grands types de tâches* qui sont au cœur des problématiques du développement durable :

T_1 . Déterminer les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur tel ou tel complexe de systèmes.

T_2 . Changer un fonctionnement praxéologique donné – et, en deçà, l'équipement praxéologique qu'il sollicite – pour modifier d'une façon déterminée l'état d'un complexe donné de systèmes.

Les « modifications » envisagées ici consistent à modifier la valeur de variables d'état, soit en diminuant ces valeurs, soit en les augmentant, selon le cas souhaité.

2.3.4. D'une façon très générale, on nommera « praxéologies *potentielles* du développement durable » les réponses apportées aux questions Q_{T_1} et Q_{T_2} associées aux types de tâches T_1 et T_2 :

Q_{T_1} . Comment déterminer les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur tel ou tel complexe de systèmes ?

Q_{T_2} . Comment changer un fonctionnement praxéologique donné – et, en deçà, l'équipement praxéologique qu'il sollicite – pour modifier d'une façon déterminée l'état d'un complexe donné de systèmes ?

2.3.5. On notera que les questions Q_{T_1} et Q_{T_2} n'intègre pas l'idée de durabilité : ce sont les usages des praxéologies qui leur répondent qui participeront, ou non, d'un développement durable. La durabilité d'un fonctionnement praxéologique par rapport à un complexe donné de systèmes se définit en première approximation par le fait que ses effets sur ces systèmes s'annulent à moyen terme, c'est-à-dire par la condition qu'il ne s'agisse pas d'effets durables à long terme. (Bien entendu, la signification donnée aux expressions « moyen terme » et « long terme » est sujette à débats.) Une notion utile à cet égard est celle de *résilience écologique* d'un système, introduite en 1973 par le Canadien C. S. Holling. Dans leur article de 2004 intitulé "Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems" et paru dans la revue *Ecology and Society* (<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>), les auteurs (B. Walker, C. S. Holling, S. R. Carpenter et A. Kinzig) écrivent ainsi : "Resilience is the capacity of a system to absorb disturbance and reorganize while undergoing change so as to still retain essentially the same function, structure, identity, and feedbacks." Notons que la résilience écologique est plus large que la capacité de revenir à l'état d'équilibre antérieur, que les mêmes auteurs nomment "engineering resilience".

2.3.6. Enquêter sur les questions Q_{T_1} et Q_{T_2} dans une perspective de développement durable, c'est-à-dire de changement compatible avec la résilience écologique de l'ensemble des systèmes, est un immense travail, pour lequel nous nous limiterons ici à proposer quelques repères. Déterminer les effets d'un certain fonctionnement praxéologique sur des systèmes donnés (T_1) ne va nullement de soi. Pour illustrer ce fait, on prendra ici l'exemple de l'emploi du plastique (ou plutôt des plastiques). L'article « Matière plastique » de *Wikipédia* décrit ainsi les effets de cet emploi :

Phase de production

- Les combustibles fossiles (pétrole en particulier) utilisés pour la fabrication des matières plastiques sont des sources importantes de gaz à effet de serre.
- De nombreux additifs toxiques (plomb, cadmium en particulier) ont été utilisés pour la fabrication de certaines matières plastiques courantes, telles le PVC. La directive 2000/53/EC de l'Union européenne en interdit désormais l'utilisation (plomb, cadmium, mercure, chrome VI).

Phase d'utilisation

- Des substances chimiques, en particulier présentes dans le plastique, seraient « au premier rang des accusés » de la chute de la qualité des spermatozoïdes (réduite de 50 % depuis 1950) et des maladies liées à l'appareil génital à travers les perturbateurs endocriniens. Le 25 novembre 2008, le gouvernement français (à travers l'IRESP, structure de recherche créée par l'INSERM

et 20 partenaires, et l'AFSSA) a organisé un colloque sur ce thème : « Environnement chimique, reproduction et développement de l'enfant ». Les principaux composés incriminés sont les phtalates et le bisphénol A (BPA), deux substances présentes dans certaines matières plastiques.

- Parmi les additifs les plus controversés figure le bisphénol A, très présent dans les plastiques alimentaires et notamment dans 90 % des biberons en 2008. Le BPA est soupçonné d'être un perturbateur endocrinien. L'Association médicale américaine a publié en octobre 2008 une étude concluant qu'une hausse de la concentration de BPA dans l'urine augmentait de 39 % les risques de diabète et de maladie cardiovasculaire. Au Canada, tous les biberons contenant du BPA ont été retirés du marché, en application du principe de précaution. En Europe, l'EFSA estime que les doses de BPA absorbées par les bébés sont trop faibles pour être dangereuses. Certains fabricants de biberons (Dodie ; Avent du groupe Philips) ont décidé en 2008 de fabriquer des biberons sans BPA mais commercialisés plus chers.

- L'émanation (relargage) de certains plastiques présents dans l'habitat urbain est connue.

Au stade « déchet »

- Les plastiques, à la différence des polymères naturels, sont peu dégradables et mal biodégradés. Parmi les produits finaux de dégradation, certains de leurs additifs sont des perturbateurs endocriniens, et d'autres (métaux lourds, colorants ou stabilisateurs) sont toxiques et non biodégradables. Dans les années 1980, on a constaté que des milliards de petits fragments de plastiques étaient présents jusque dans l'océan austral, bien au sud de la convergence antarctique, en mer de Ross. On en a depuis trouvé dans toutes les mers du globe. On ignore quels impacts environnementaux ils peuvent avoir à moyen et long terme, en particulier quand ils se dégradent en petites particules.

- Les plastiques flottants deviennent des déchets marins qui, même dans des zones éloignées (à plus de 2 000 miles marins du continent le plus proche pour l'atoll de Midway), tuent des espèces protégées et menacées. Les sacs plastique mangés par des tortues qui les confondent avec des méduses ne sont qu'un des exemples. Un autre problème est celui de nombreux albatros qui meurent, le gésier et l'estomac pleins de dizaines de jouets et objets en plastique, qu'ils ont ingéré en mer ou que leurs parents leur ont apportés au nid. Ces objets sont apportés par les parents à leurs poussins comme s'il s'agissait de nourriture (ils étaient couverts d'œufs ou d'organismes marins comestibles) et à la différence des os ou arêtes avalés par les oiseaux, ils ne peuvent être dissous par les sucs digestifs d'aucun animal, ni ressortir de l'estomac des poussins ou adultes qui finissent par en mourir. Les poussins d'albatros sont ainsi nombreux à mourir d'inanition après avoir ingéré parfois plusieurs dizaines d'objets en plastique (bouchons, morceaux de stylos, gadgets et autres jouets pour enfants, débris de récipients, etc.).

- Sur la rive nord de la Méditerranée, au large des grandes agglomérations, les déchets solides, constitués à 75 % de plastiques, infectent les fonds marins. La tortue marine, espèce en danger pour l'UICN, s'étouffe avec des sacs plastique qu'elle prend pour des méduses.
- La combustion de la plupart des matières plastiques libère de nombreux polluants et toxiques, en particulier lorsqu'il s'agit de PVC (organochlorés dont dioxines et furanes, mais aussi des métaux lourds, comme additifs anti-UV et colorants).
- Voir aussi l'article « Plaque de déchets du Pacifique nord ».

Poussons un peu l'enquête en allant voir l'article indiqué *in fine*, « Plaque de déchets du Pacifique nord ». On y lit ceci :

La plaque de déchets du Pacifique nord est une zone du gyre subtropical du Pacifique nord, aussi connue sous le nom de « soupe plastique » ou de « Huitième Continent » ou encore de « Grande zone d'ordures du Pacifique » (GPGP pour « Great Pacific Garbage Patch »). Une plaque similaire a été découverte dans le nord de l'Océan Atlantique.

C'est l'océanographe américain Charles Moore qui a découvert cette « Grande zone d'ordures du Pacifique » également nommée « Vortex d'ordures ». Étant donné que la mer de déchets est translucide et se situe juste sous la surface de l'eau, elle n'est pas détectable sur les photographies prises par des satellites. Elle est seulement visible du pont des bateaux.

Sur l'image ci-après (empruntée à l'article "Great Pacific Garbage Patch" de *Wikipedia*), on voit notamment le gyre du Pacifique Nord. (« Un gyre océanique est un gigantesque tourbillon d'eau océanique formé d'un ensemble de courants marins » indique l'article « Gyre océanique » de *Wikipédia*, article qui précise que les gyres sont provoqués par la force de Coriolis.)



Pour ce qui est de la « Plaque de déchets de l'Atlantique nord » (en anglais “North Atlantic Garbage Patch”), elle est présentée ainsi dans l'article de même nom de *Wikipédia* :

La plaque de déchets de l'Atlantique nord est une plaque de déchets marins occupant le gyre océanique de l'Atlantique nord. Son existence a été découverte récemment alors que celle de la plaque de déchets du Pacifique nord était déjà connue. On estime sa longueur à plusieurs centaines de kilomètres, et sa densité serait de 200 000 débris au kilomètre carré.

On notera encore les faits rapportés dans le passage ci-après, qui montrent et la difficulté du type de tâches T_1 (« Déterminer les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur tel ou tel complexe de systèmes »), et la possibilité éventuelle de réaliser le type de tâches T_2 (« Changer un fonctionnement praxéologique donné – et, en deçà, l'équipement praxéologique qu'il sollicite – pour modifier d'une façon déterminée l'état d'un complexe donné de systèmes ») :

Des océanographes de la *Sea Education Association* observent ce phénomène depuis 1986 : ils comptent notamment les morceaux de plastique récoltés dans un filet traîné par un navire. Les résultats de leurs mesures entre 1986 et 2008 montrent la présence de matière plastique dans 60 % des cas (essentiellement le polyéthylène et le polypropylène). Cependant, la quantité de morceaux de plastique piégés au centre de l'Atlantique nord n'a pas augmenté depuis plus de vingt ans. Plusieurs hypothèses sont émises : les polymères de plastique peuvent se fragmenter jusqu'à atteindre des tailles microscopiques (voire se décomposer en monomères et bisphénol A toxiques pour la faune marine), insaisissables par un filet mais pas par les organismes filtreurs du plancton qui pourront donc en ingérer ; ils peuvent aussi se fixer sur des organismes marins puis couler avec eux lors de leur mort ; enfin il se peut que les humains gèrent de mieux en mieux leurs déchets.

2.3.7. Il n'est pas facile de reconnaître les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur un complexe de systèmes donné. Considérons ainsi le cas de la consommation – lors du petit déjeuner par exemple – d'un verre de jus d'orange. Voici ce qu'indique Nicolas Buclet, responsable du Centre de recherches et d'études interdisciplinaires sur le développement durable (université de technologie de Troyes) et auteur du chapitre « Réconcilier l'homme et la nature grâce à l'écologie industrielle » de l'ouvrage dirigé par Pierre-Henri Gouyon et Hélène Leriche, *Aux origines de l'environnement* (Fayard, 2010) :

Le métabolisme du jus d'orange

Au début des années 1990, 55 millions de tonnes de jus d'orange étaient consommées à l'échelle mondiale, dont 90 % dans les pays de la Triade (Union européenne, États-Unis, Japon). Les quatre cinquièmes de la consommation germanique provenaient du Brésil. Le jus d'orange arrivait en Allemagne après avoir parcouru environ 12 000 kilomètres, concentré à 8 % de sa masse originelle, puis congelé à -18°C . Selon l'étude menée par Sacha Kranendonk et Stefan Bringezu (1993), du Wuppertal Institut, la moitié de l'énergie nécessaire à la production d'une tonne de jus d'orange provenait de la combustion de la bagasse (qui pourrait trouver d'autres usages), et l'autre moitié représentait l'équivalent de 8,1 litres de pétrole. Mieux : 22 verres d'eau étaient nécessaires pour la concentration puis la dilution d'un seul verre de jus d'orange consommé.

Et encore cette étude laissait-elle de côté l'ensemble des intrants nécessaires à l'extraction et au raffinage du pétrole, à la mise à disposition de l'eau, à la production des oranges ou encore à la fabrication des emballages. La méthode s'est considérablement affinée depuis. Les résultats de cette analyse n'en sont pas moins spectaculaires. Ils permettent de comprendre que même les gestes les plus anodins de notre quotidien ont un impact non négligeable sur la biosphère. (p. 386)

2.3.8. Un certain nombre d'outils généraux ont été élaborés pour mieux appréhender les effets d'un fonctionnement donné – par exemple la consommation de tel produit – sur des complexes de systèmes que, ainsi que le suggère l'exemple du jus d'orange, il faut situer au niveau planétaire. Le premier de ces outils est peut-être la notion d'*empreinte écologique* (*Ecological footprint*), à propos de laquelle l'article de ce nom dans *Wikipédia* indique ceci :

L'empreinte écologique comptabilise la demande exercée par les hommes envers les « services écologique » fournis par la nature. Plus précisément, elle mesure les surfaces biologiquement productives de terre et d'eau nécessaires pour produire les ressources qu'un individu, une population ou une activité consomme et pour absorber les déchets générés, compte tenu des technologies et de la gestion des ressources en vigueur. Cette surface est exprimée en hectares globaux (hag), c'est-à-dire en hectares ayant une productivité égale à la productivité moyenne. L'empreinte écologique s'efforce ainsi de répondre à une question scientifique précise, et non à tous les aspects de la durabilité, ni à toutes les préoccupations environnementales. Elle analyse la situation sous cet angle particulier, en partant de l'hypothèse que la capacité de régénération de la Terre pourrait être le facteur limitant pour l'économie humaine si elle continue à surexploiter ce que la biosphère est capable de renouveler.

Complétons cela par les lignes correspondantes de l'article en anglais, "Ecological footprint" :

The ecological footprint is a measure of human demand on the Earth's ecosystems. It compares human demand with planet Earth's ecological capacity to regenerate. It represents the amount of biologically productive land and sea area needed to regenerate the resources a human population consumes and to absorb and render harmless the corresponding waste. Using this assessment, it is possible to estimate how much of the Earth (or how many planet Earths) it would take to support humanity if everybody lived a given lifestyle. For 2006, humanity's total ecological footprint was estimated at 1.4 planet Earths – in other words, humanity uses ecological services 1.4 times as fast as Earth can renew them. Every year, this number is recalculated—with a three year lag due to the time it takes for the UN to collect and publish all the underlying statistics.

À la notion d'empreinte écologique, il faut ajouter la notion d'*analyse du cycle de vie* (ACV). Cette dernière notion est très normalisée (voir l'article de même nom dans *Wikipédia*). Nous n'en donnerons ici, volontairement, qu'une présentation « naïve », qui se réfère à la notion d'*éco-conception* (laquelle relève de la question Q_{T_2}), empruntée au petit livre de Nadia Boeglin, Danièle Clément et Stéphanie Guignard, *Changer d'ère... Pour construire une nouvelle relation à l'environnement* (Le Pommier / Cité des sciences et de l'industrie, 2006) :

L'éco-conception des produits de consommation courante

L'éco-conception est une démarche préventive consistant à tenir compte de l'environnement lors de la conception ou de l'amélioration d'un produit. Il s'agit d'augmenter la qualité écologique de celui-ci en réduisant ses impacts négatifs sur l'environnement tout au long de son cycle de vie, tout en conservant sa qualité d'usage.

En effet, tout produit nécessite :

- de la matière, de l'eau et de l'énergie pour être fabriqué ;
- et/ou de l'énergie pour être transporté ;
- et/ou des emballages pour être protégé ;

et il finira un jour sous forme de déchets, même après un ou plusieurs recyclages.

La notion de cycle de vie d'un produit est essentielle (...). Elle se caractérise par :

- une prise en compte de toutes les étapes du cycle de vie du produit, depuis l'extraction des matériaux nécessaires à sa fabrication jusqu'au traitement en fin de vie (valorisation ou mise en décharge), en passant par la fabrication, la distribution et l'utilisation ;

- une évaluation des impacts du produit sur l’environnement, sur les ressources non renouvelables, sur la consommation d’énergie, sur la pollution de l’air, de l’eau, du sol, sur la production de déchets, la contribution à l’effet de serre, etc. ;
- une réflexion sur le comportement et les attentes de la chaîne des acteurs concernés (industriels, distributeurs, consommateurs, collectivités), afin d’éviter que les efforts des uns ne soient annulés par le comportement des autres.

Dans un article intitulé *Empreinte Ecologique ! Analyse du Cycle de Vie ! Bilan Carbone !* (voir <http://sciencenvironment.wordpress.com/2009/09/04/empreinte-ecologique-analyse-du-cycle-de-vie-bilan-carbone/>), on trouve cette remarque, qui insiste sur ce fait que l’ACV est une analyse *multicritère* :

L’avantage de l’ACV, c’est que plus d’une douzaine d’impacts environnementaux sont pris en compte dans l’analyse du produit. On va donc calculer l’impact du produit sur l’effet de serre, sur la santé humaine, sur l’environnement, sur la couche d’ozone, sur la biodiversité, etc.

La troisième notion est celle de *bilan carbone*. L’article que l’on vient de citer indique à cet égard ceci :

Le Bilan Carbone est la dernière méthode à avoir vu le jour, en raison notamment de l’importance de l’effet de serre. Un BC prend en compte les mêmes gaz à effet de serre (GES) que ceux calculés dans l’analyse du cycle de vie et est souvent utilisé pour calculer la performance énergétique d’un bâtiment, d’une activité industrielle, d’une région sur une période définie. On pourra, par exemple, calculer le BC de la ville de Genève pour l’année 2009, mettre en place des mesures de réduction et recalculer le BC une, deux ou 3 années plus tard. C’est un outil très simple à utiliser et les résultats sont plus faciles à interpréter puisque mono-critère, par opposition à l’ACV où il va falloir analyser l’impact simultané de plusieurs catégories. Malheureusement la force du BC fait également sa faiblesse. Étant mono-critère, il permet « d’améliorer » un bâtiment en diminuant ses rejets de GES sans se préoccuper de ses déchets toxiques.

L’article « Bilan carbone » de *Wikipédia* souligne la distinction entre bilan carbone et empreinte écologique :

Bilan carbone et empreinte écologique: deux mesures distinctes

La comptabilité carbone en général – et le Bilan Carbone en particulier – se distingue de l’empreinte écologique par le fait qu’elle ramène tous les processus physiques dont dépend une activité à des émissions exprimées en équivalent carbone ou en équivalent CO₂, et non à des hectares comme l’empreinte écologique, ainsi que parce qu’elle ne concerne que les gaz à effet de serre, c’est-à-dire l’impact sur le climat à l’exclusion d’autres impacts sur l’environnement pouvant être inclus dans l’empreinte écologique.

2.3.9. Toutes ces notions ont un rôle à jouer dans le travail sur la question Q_{T_1} comme sur la question Q_{T_2} . Le tableau suivant, que l’on trouve dans l’article « Bilan des émissions de gaz à effet de serre » est à cet égard indicatif :

Un Bilan des émissions de gaz à effet de serre (ou BEGES) est un document listant et quantifiant les émissions annuelles des principaux gaz à effet de serre, pour une entité particulière (entreprise, collectivité territoriale, État), et à son échelle.

Il aide l’entité qui le produit à identifier où, quand et comment elle pourra le mieux économiser de l’énergie (et donc de l’argent) et moins polluer.

C’est un des outils nécessaires au calcul des analyses de cycle de vie (ACV), d’un écobilan ou d’une empreinte-produit.

Ce bilan est de plus en plus demandé, car permettant de comparer les performances environnementales de produits, procédés ou projets rendant le même service, sans ignorer les éventuels « déplacements de pollution liés aux différentes alternatives ». C’est aussi un outil nécessaire au « rapportage » et en particulier au reporting environnemental, ainsi qu’à la transition vers une économie verte et une société post-carbone. Il permet aussi d’agir pour diminuer la dépendance de l’entité au carbone fossile, sans nécessairement la remplacer par une autre dépendance (au nucléaire par exemple).

Ce bilan est produit par ou pour l’entité qui le souhaite ou le doit (entreprise ou collectivité territoriale en général), pour son propre compte et à son échelle territoriale et de compétence, et, de plus en plus souvent aussi à titre d’information environnementale et d’outil d’aide et de conseil.

2.4. Questionner pour connaître

2.4.1. L’amorce d’enquête sur les questions Q_{T_1} et Q_{T_2} réalisée dans ce qui précède laisse beaucoup de questions en suspens, qui mériteraient une enquête beaucoup plus approfondie.

Lorsqu'une personne ou une institution traverse des situations du monde où il est question d'un certain *problème praxéologique* – pour nous, il s'agit du problème du développement durable –, cette « instance » se livre spontanément, en règle générale, à ce qu'on peut nommer une *lecture inventoriante* de la situation, par laquelle elle prend connaissance de ce que la situation paraît offrir en fait de solutions audit problème : elle *inventorie* – plus ou moins attentivement – l'*offre praxéologique* de la situation. Mais il existe un autre mode de traversée des situations du monde, dans laquelle l'instance concernée – personne ou institution – se livre à une *lecture questionnante*, en interrogeant les situations traversées sur une question ou un ensemble de questions. On a là les deux composants d'une technologie intellectuelle qu'il faut apprendre à mettre en œuvre et qu'on peut nommer la *dialectique de l'inventaire et du questionnement*. La lecture inventoriante prend acte de ce que la situation montre de ce qu'elle porte en elle : elle conduit, si l'on peut dire, à une analyse praxéologique de surface de la situation. La lecture questionnante, par contraste, s'efforce de mettre au jour ce que la situation porte en elle sans le montrer expressément : elle conduit en principe à analyse praxéologique de la situation dans ses profondeurs.

2.4.2. Nous illustrerons les notions précédentes en « traversant » ensemble certaines situations créées par des textes de différente nature. Dans un ouvrage au titre éloquent, *CO₂ un mythe planétaire* (TF1 Entreprises / Les éditions du Toucan, 2009), Christian Gerondeau, président de la Fédération française des automobiles clubs, déjà auteur d'un pamphlet fustigeant le Grenelle de l'environnement (*Écologie, la grande arnaque*, Albin Michel, 2007), ouvre son premier chapitre intitulé « La fin du bons sens » par une formulation condensée d'un point important de la vision aujourd'hui majoritaire en matière d'environnement (il ne le fait, en l'espèce, que pour désigner la cible de ses attaques, et non pour l'approuver !).

Le climat change. Les glaciers fondent. Les ours blancs disparaissent. Il faut agir d'urgence pour éviter une catastrophe d'ampleur mondiale. Chacun doit se mobiliser et apporter sa pierre à l'édifice. Il n'est que temps de changer nos comportements pour sauver la planète. Allons-nous sacrifier nos enfants à notre égoïsme ? Nous sommes d'autant plus coupables que la solution est entre nos mains. Priorité des priorités, il faut réduire nos émissions de CO₂...

En écho à cette description, nous choisirons dans tout ce qui suit de nous intéresser à la question suivante, qui est en fait double :

Q_▲. Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ?

Nous allons d'abord imaginer qu'une personne *non spécialisée* – ce peut être un élève de collège par exemple – a rencontré un certain ensemble d'exposés touchant la question Q_▲, exposés dont elle a fait une simple lecture inventoriante ; et nous tenterons alors de recenser les éléments praxéologiques que cette personne a ainsi pu rencontrer, de même que les *manques* praxéologiques auxquels son parcours a pu l'exposer.

2.4.3. Le premier exposé que nous examinerons est celui proposé par un mensuel vendu en kiosque, destiné aux élèves de 5^e, 4^e et 3^e (12-15 ans), *I Love English*. Le numéro 167 paru en avril 2009 comportait un dossier abondamment illustré intitulé *Save the planet* (pp. 10-15), à l'occasion du Jour de la Terre célébré chaque année le 22 avril. On a reproduit ci-après les textes qui y figurent (en omettant les photos correspondantes).

Earth Day parade

These children in Lucknow, India, are in an Earth Day rally. They want to take care of the Earth. The planet has many problems today: pollution, deforestation, global warming, animals in danger of extinction... We can all do something to help. (p. 11)

What is Earth Day?

The first Earth Day was organized in the USA in 1970. Every year, on 22 April, people around the world do positive things to protect the environment. Here are some more examples of what people do... (p. 11)

Planting trees

Thousands of trees are destroyed every year. Deforestation causes global warming which can change the climate around the world. Trees purify the air and protect the soil. On Earth Day there are tree planting events around the world like this one in Los Angeles, USA. (p. 12).

YOU CAN plant a tree and use recycled paper

Recycle plastic

Did you know that plastic bags take from 6 months to 500 years to biodegrade? On Earth Day, people are encouraged to recycle plastic. This man is drying plastic bags for recycling by a lake in the Philippines. (p. 12)

YOU CAN make a difference by using bags made of cotton or paper, not plastic.

Animal friends

More than 11,000 animal species are in danger of extinction. The most endangered are the Black Rhino, the Giant Panda and the Tiger. They are hunted by man and their habitat is being destroyed. Earth Day is the occasion to help save animals, like the people in this photo. (p. 13)

YOU CAN help organizations like WWF which protect animals.

Stop pollution

Rubbish and toxic chemicals pollute the air, water and the soil. There are many ways we can help the environment. These people are collecting rubbish on the beach as part of Earth Day in Panama City, Panama. (p. 13)

YOU CAN clean up an area near you.

Respect nature

You can celebrate Earth Day in different ways. These people are drawing colourful images to celebrate Earth Day in Manila, Philippines. (p. 14)

YOU CAN celebrate nature by having a drawing or photography competition at your school.

Use less water

Water is a precious resource. This man is at an Earth Day rally in Los Angeles, USA. He wants people to stop wasting water. (p. 14)

YOU CAN save water by taking short showers.

Clean Energy

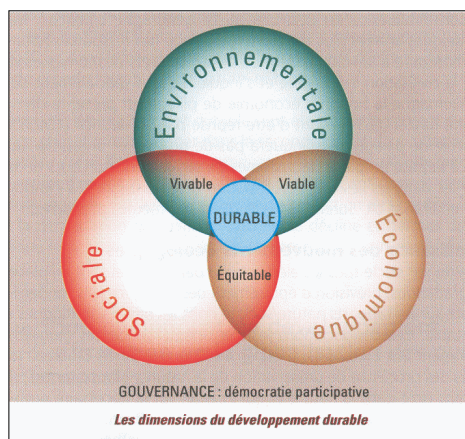
Cars create air pollution which destroys the ozone layer. The people in this photo are riding their bicycles to encourage people to stop using their cars. (p. 15)

YOU CAN walk or use a bicycle when possible.

Look and learn

Global warming is changing our ecosystem. Earth Day is a good time to learn about a specific environment. These divers are collecting starfish that have infested coastal areas. The starfish have been eating the coral! (p. 15)

YOU CAN be careful not to damage coral in the ocean. It is very fragile.



On notera que le dossier proposé aux jeunes lecteurs est centré sur le volet *environnemental* du développement durable et laisse de côté son volet *social* et son volet *économique*, qui permettent de faire apparaître le développement durable comme l'intersection du développement *équitable*, du développement *viable* et du développement *vivable* qu'illustre classiquement le schéma ci-contre (emprunté ici à l'ouvrage d'Yvette Veyret et al., *Comprendre le développement durable*,

CRDP d'Aquitaine, 2008, p. 13). Le dossier examiné est donc, à cet égard, partiel. Il est vrai

que son titre – *Save the planet* – n’en promettait pas tant. Les textes reproduits plus haut énoncent quelques *types de tâches* présentés comme aidant à « sauver la planète » et que le jeune lecteur du magazine est invité à mettre en œuvre ; rappelons-les sous une forme condensée :

You can

- plant a tree and use recycled paper,
- use bags made of cotton or paper, not plastic,
- help organizations like WWF which protect animals,
- clean up an area near you,
- celebrate nature by having a drawing or photography competition at your school,
- save water by taking short showers,
- walk or use a bicycle when possible,
- be careful not to damage coral in the ocean.

Dans la perspective de notre enquête sur la question Q_▲, on aura noté que le problème des émissions de CO₂ *n’apparaît nulle part explicitement* dans ce qui précède. Pour le connaisseur, il est cependant en filigrane dans l’assertion suivante : “Deforestation causes global warming which can change the climate around the world. Trees purify the air and protect the soil.” On remarquera l’affirmation selon laquelle “trees purify the air” : cette formulation euphémique permet sans doute de ne pas être trop « technique » en substituant à l’assertion selon laquelle les arbres « absorbent du CO₂ » une formulation métaphorique, plus allusive. On notera aussi qu’on ne perçoit, dans le texte du dossier, que des *fragments* de praxéologies : pour ce qui est de « planter un arbre », par exemple, on ne sait ni quel arbre planter, ni en quel endroit, ni comment le faire. Cet *allègement praxéologique* est lié ici à des contraintes didactiques : si le Jour de la Terre fonctionne bien ici comme une *école*, ce *manuel* que constitue le dossier proposé est soumis à des contraintes qui ne permettent guère d’explicitier plus avant les praxéologies qui y sont suggérées. Dans la rubrique des rencontres praxéologiques, on notera que ces textes conduisent à croiser notamment ces mots ou expressions : *pollution, deforestation, global warming, ozone layer*. Mais on voit que, en fin de bilan, à peu près rien ne peut être tiré des textes examinés, à ce stade, quant à la question Q_▲. On a là une situation fréquente lors d’une enquête : on peut traverser de nombreuses situations, faire de longues lectures sans trouver ce que l’on cherche – selon la rude loi de la dialectique *du parachutiste et du truffier*.

2.4.4. L'évitement de la question des émissions de CO₂ dans le dossier précédemment examiné peut paraître étroitement lié au *genre* d'exposé considéré. Examinons donc maintenant un exposé d'un autre genre : l'ouvrage de Gérard de Vecchi et Julien Pellegrino intitulé *Un projet pour... éduquer au développement durable* publié chez Delagrave en 2008, qui s'adresse cette fois aux *enseignants*. On y voit mentionné le CO₂ en deux passages différents, dont voici le premier :

Un petit jeu permettant d'identifier toutes les pollutions consécutives à la vie moderne (dans un pays développé) peut très facilement compléter l'activité précédente. À partir d'un texte simple, décrivant une journée type d'un élève (le texte peut même être réalisé par les élèves eux-mêmes dans une activité dépendant du français, à l'école primaire, ou avec le professeur de cette matière en collège).

Chaque groupe de travail doit identifier les « pollutions » causées par ses comportements quotidiens. Au cours de la synthèse, faite avec l'ensemble de la classe, le maître pourra mettre le doigt sur quelques idées qui ne seraient pas apparues et qui sont le plus souvent des *pollutions indirectes*.

Exemple :

→ **Je me lave** = rejet d'eaux usées

*En moyenne, chaque Français rejette 200 litres d'eaux usées par jour.*¹

→ **Je prends un petit-déjeuner** = pollutions produites par l'industrie agroalimentaire (engrais, pesticides et déchets comme emballages vides).

*Chaque Français rejette en moyenne plus de 1,5 kilogramme de déchets par jour, une grande part de ces déchets étant constituée par les emballages (33 %), qu'ils soient en carton, métal ou verre.*²

*Avec 76 100 tonnes de matières actives commercialisées en 2004, la France est le 3^e consommateur mondial et le 1^{er} consommateur européen de pesticides.*³

→ **Je vais à l'école** en voiture ou en transports en commun = rejet de CO₂ et de gaz polluants issus de la combustion du pétrole.

*Les transports représentent près du quart de l'énergie totale consommée en France : au total environ 52 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep), dont 25 Mtep pour les voitures individuelles.*⁴

→ **J'utilise des appareils électriques** (sans oublier ordinateurs et consoles de jeux) = consommation d'électricité : activité des centrales (rejet de déchets radioactifs et de CO₂).

En termes de rejets de CO₂, dus à la consommation d'énergie, la France émet 1,6 tonne de carbone (CO₂) par habitant et par an, ainsi que 1 950 000 m³ de déchets radioactifs, dont 250 000 tonnes de combustible appauvri ou irradié.⁵ (pp. 41-43)

1. http://www.inrp.fr/htm/le_traitement_cles_eaux_usees.html. Notons au passage que certains Africains en utilisent moins d'1 litre !

2. <http://www.ac-corse.fr/colleges/porticcio/tri/tri.htm>

3. http://www.fne.asso.fr/PA/agriculture/dos/campagne_pesticides.htm

4. http://sfp.in2p3.fr/Debat/debat_energie/websfp/France%20perspectives%20Acket%20Bacher.htm

5. http://www.industrie.gouv.fr/energie/nucleair/epr_1_2.htm et

<http://www.greenpeace.org/France/news/inventaire-des-dechets-nuclai>

Il est frappant de constater que le caractère *négatif* du rejet de CO₂ est ici *présupposé*, sans que les raisons de ce verdict soient mentionnées. Il s'agit là d'un *postulat*, qui fonde la condamnation de l'usage intensif de moyens de transports consommant du « pétrole » ou d'appareils fonctionnant à l'électricité. On aura noté aussi l'avalanche de données numériques « édifiantes », dont la signification n'est pas discutée (être le premier consommateur européen de pesticides ne signifie pas *en soi* consommer « beaucoup » ou même *trop* de pesticides, par exemple), un fait que l'on retrouve dans le second passage annoncé :

Le recyclage du papier permet d'économiser beaucoup !

Une tonne de papier recyclé épargne :

- 17 arbres,
- 20 000 litres d'eau,
- l'équivalent de 1 000 litres de pétrole et de nombreux rejets polluants, tout en diminuant de moitié la quantité de CO₂ relâché dans l'atmosphère.

Une telle situation laisse ouverte la possibilité d'un enseignement essentiellement *dogmatique*, où l'élève se trouve simplement exposé à des affirmations explicites ou implicites non discutées. À cet égard, le petit livre examiné ici n'est pas exempt d'ambiguïté : contre les protestations de vertu des auteurs, on y lit moins le projet d'instruire l'élève que de lui dicter des comportements et des attitudes tenues pour « correctes ». Dans un passage situé en marge d'un commentaire significatif (« De la neutralité... à l'honnêteté »), les auteurs écrivent notamment ceci (le sigle EEDD utilisé par les auteurs désigne l'ancienne appellation scolaire d'EDD : Éducation à l'environnement et au développement durable) :

L'école peut ainsi faire entrer dans les familles des réflexes écocitoyens par le biais de l'enfant. Il sera plus facile ensuite de généraliser ces comportements aux autres domaines de la vie quotidienne. L'école joue ici pleinement son rôle de formation du citoyen.

Pour cela, nous devons posséder des connaissances, bien sûr, mais le plus important n'est-il pas d'être *soi-même* un **citoyen responsable et engagé** ?

« **Le maître doit rester neutre** » : belle formule... mais n'est-elle pas un peu dépassée ?

Si l'EEDD s'appuie sur des analyses de situations réelles, sur leur approche critique et sur un engagement réel, il est indispensable que l'on accepte de s'appuyer sur des valeurs, plutôt que d'adopter une attitude neutre, en réalité manipulatrice et stérilisante ! (p. 115)

Contre ce point de vue, rappelons la doctrine simple et claire de la laïcité : en mathématiques, par exemple, on peut exiger des élèves qu'ils apprennent telle manière de résoudre tel type d'équations (et qu'ils le manifestent lors de telle épreuve d'évaluation) ; mais on ne saurait exiger d'eux qu'ils « adhèrent » à cette manière de faire ni leur imposer de l'adopter en-dehors de la classe de mathématiques. Ce serait là, en effet, prétendre à une emprise sur leur liberté de pensée et d'action que l'école laïque s'interdit par principe, sans que cela retranche rien à son « efficacité » définie en termes d'*offre* praxéologique.

2.4.5. Le troisième exposé que nous examinerons est plus substantiel : il s'agit de *l'Écologuide de A à Z pour les juniors* de la Fondation Nicolas Hulot (Le Cherche midi, 2004), ouvrage dont nous avons parcouru la table des matières dans la Leçon 1. On y aura peut-être noté une entrée « CO₂ (gaz carbonique) » ; en voici le texte :

CO₂ (GAZ CARBONIQUE)

Le CO₂ est un gaz naturellement présent dans l'**atmosphère**. Il provient des volcans et de la respiration des plantes ou des animaux. Avec d'autres gaz, il participe à l'**effet de serre**, ce phénomène naturel qui régule la température de notre planète.

Mais il est également produit et rejeté par l'Homme qui brûle bois, **charbon, gaz naturel, pétrole...** Ainsi, depuis le début de la révolution industrielle il y a deux siècles, la quantité de CO₂ dans l'atmosphère a augmenté de 30 %. Cette augmentation inquiète les scientifiques, car elle entraînera un **réchauffement de la planète** et peut-être un changement climatique dans les prochaines années, par effet de serre. Maîtriser les rejets de CO₂, c'est se donner le temps de trouver des solutions à ce réchauffement planétaire qui peut s'avérer catastrophique.

☺ **Comment réduire les rejets de CO₂ dans l'atmosphère ?**

- Favoriser les énergies qui ne rejettent pas de CO₂ (solaire, éolienne, géothermique, hydraulique, nucléaire...)
- Développer les transports en commun
- Faire la chasse au gaspillage d'énergie (meilleure isolation des logements, ampoules à basse consommation...)

Chiffres

Estimation des émissions de CO₂ par personne et par kilomètre selon le mode de transport utilisé en ville.

- Voiture (1 personne) : 309 g.
- Scooter : 170 g.
- Covoiturage (3 personnes) : 103 g.
- Bus : 80 g.
- Tramway : 20 g.
- Vélo, marche à pied : 0 g.

(sources : ADEME, CNRS)

On voit d'abord que le CO₂ éventuellement problématique est celui présent « dans l'atmosphère ». En outre, ce qui est « inquiétant », ce n'est pas tant ce CO₂ lui-même que *son augmentation sur les deux derniers siècles*, qui devrait provoquer un « réchauffement de la planète », et cela « par effet de serre ». On notera alors que ledit effet de serre est présenté d'abord comme un « phénomène naturel qui régule la température de notre planète » mais qui deviendrait problématique si, du fait d'un accroissement important du CO₂ dans l'atmosphère, il provoquait un réchauffement sensible de la planète, qui engendrerait lui-même un « changement climatique ». De nombreux points obscurs subsistent. Qu'est-ce, notamment, que « l'effet de serre » ? Comment ce phénomène pourrait-il provoquer le « réchauffement de la planète » ? En quoi pourrait consister le « changement climatique » et en quoi celui-ci aboutirait-il éventuellement à des modifications « catastrophiques » ? Dans la partie intitulée « Pollution » de la table des matières figure une entrée « Effet de serre » ; en voici le texte :

EFFET DE SERRE

Notre planète ressemble à une serre de jardinier ou à une voiture laissée au soleil. La lumière traverse les vitres et réchauffe l'intérieur. Pour la Terre, les rayons solaires passent à travers l'atmosphère, réchauffent le sol, l'eau, les plantes, mais la chaleur n'est pas capable de sortir vers l'extérieur. Elle s'accumule : il fait chaud.

Sans cet effet naturel bénéfique, la température moyenne à la surface de la Terre ne serait pas de + 15 °C mais de -18 °C ! L'effet de serre est dû à certains **gaz** naturels (CO₂, méthane, vapeur d'eau) ou d'origine humaine (CO₂ industriel, gaz des bombes aérosols ou des réfrigérants...). Si la chaleur piégée a permis l'apparition de **climats** accueillants pour la vie et pour l'homme, l'effet de serre anthropique, c'est-à-dire lié aux activités de l'Homme, accélère depuis deux siècles le **réchauffement** climatique : le cycle des saisons, les précipitations et les vents se modifient. Avec quelques degrés de plus, le niveau des océans s'élève et submerge le littoral et les îles les plus basses, des régions entières se désertifient sans que les habitants aient le temps de trouver des parades pour survivre. Si nous sommes tous responsables de l'augmentation de l'effet de serre, nous pouvons à l'inverse tous participer à sa réduction. Trier ses déchets, utiliser les **transports** en commun, produire et consommer bio, économiser l'**eau**, l'**électricité**, favoriser les **énergies** renouvelables, faire des achats réfléchis ont des effets positifs sur l'air, le sol, l'eau, les ressources, la **biodiversité** en vue de tendre vers un **développement durable**.

Chiffres

- Une télévision qui reste en veille toute la journée, c'est comme si vous regardiez deux films.
- Un bus transporte autant de personnes que seize voitures.
- Douze litres par minute : c'est le débit courant d'un robinet. Laisser couler l'eau, c'est gaspiller environ 10 000 litres d'eau par an.
- Un fruit importé hors saison par avion consomme pour son transport 10 à 20 fois plus de **pétrole** que le même fruit produit localement et acheté en saison.

On en apprend ici un peu plus. L'effet de serre est « défini » par la métaphore de la serre, dont les vitres seraient remplacées par l'atmosphère terrestre, ou plutôt par certains gaz présents dans l'atmosphère terrestre. Comment au juste ces gaz jouent-ils le rôle d'une serre, cela n'est pas précisé. Mais on voit s'affirmer une opposition qui était déjà présente dans la notice sur le CO₂ : il y aurait le « bon » effet de serre dû à des gaz « naturels », qui a donné à la Terre sa température moyenne et ses climats, et un « mauvais » effet de serre lié au rejet de gaz (dont le même CO₂) « d'origine humaine » (dont le « CO₂ industriel »). L'exposé nous révèle alors les « catastrophes » entraînées par le réchauffement supplémentaire provoqué par ce mauvais effet de serre : « Avec quelques degrés de plus, le niveau des océans s'élève et submerge le littoral et les îles les plus basses, des régions entières se désertifient sans que les habitants aient le temps de trouver des parades pour survivre. » Comme dans la notice sur le CO₂, l'idée est présente d'une *course de vitesse* contre l'évolution « catastrophique » en cours : « Maîtriser les rejets de CO₂, c'est se donner le temps de trouver des solutions... », lisait-on plus haut.

2.4.6. On aura observé que, au-delà de ces explications qu'on peut supposer *abrégées*, l'exposé insiste sur les « gestes simples à mettre en œuvre au quotidien ». On retrouve ainsi un répertoire de gestes déjà plus ou moins rencontrés. Certains d'entre eux sans doute sont collectifs – tel le fait de « favoriser les énergies qui ne rejettent pas de CO₂ » – mais d'autres s'adressent à chacun : prendre le bus plutôt que sa voiture, faire isoler son logement, utiliser des ampoules à basse consommation, éteindre la télévision quand on ne la regarde pas, ne pas gaspiller l'eau en laissant couler les robinets, manger « local » et non pas « hors saison »... La liste peut être allongée, nous le savons : prendre des douches et non des bains, et prendre même des *short showers*, etc. Mais on reste sur notre faim quant à la première partie de la question Q_▲ : *pourquoi* faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? On aura remarqué l'existence d'une autre entrée susceptible de nous éclairer : « Réchauffement climatique » ; en voici le texte :

RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Notre **planète** se réchauffe : la température a augmenté en moyenne de 0,5 °C durant le XX^e siècle. Il est pratiquement certain que les activités humaines en sont responsables. Depuis plus de deux siècles en effet, nous rejetons d'énormes quantités de **gaz** qui renforcent l'**effet de serre** et peuvent ainsi augmenter la température de l'**atmosphère**. Si nous ne ralentissons pas nos rejets de gaz à effet de serre, la température risque de grimper de 1,5 °C à 6 °C d'ici à la fin du XXI^e siècle. Les conséquences pourraient alors être nombreuses et catastrophiques :

- Les déserts et les régions arides deviendront plus grands, la **désertification** s'étendra.
- L'eau des mers et des océans montera de 20 cm à 1 m et les rivages seront submergés.
- Les **tempêtes**, les ouragans et les cyclones seront plus nombreux.
- Les **glaciers** des montagnes fondront.

☺ Comment lutter ?

Pour lutter contre le réchauffement de la planète, il n'y a qu'une seule solution : réduire l'émission des gaz à effet de serre dans l'**air**. Pour l'instant, c'est l'inverse qui se produit. La population de la planète augmente et les émissions de gaz également. Les premiers à faire des efforts devraient être les pays industrialisés, responsables de 80 % des rejets de gaz à effet de serre. Malheureusement, certains d'entre eux comme les États-Unis, pourtant premiers producteurs de ces gaz, refusent de réduire leurs rejets de peur de ralentir leur croissance économique.

► Quelques gaz à effet de serre produits par l'Homme

- Le **CO₂**. En brûlant **charbon, pétrole et gaz naturel**, et en coupant les forêts, l'Homme a considérablement accru la quantité de CO₂ dans l'air : 30 % en deux siècles !
- Le méthane. Il provient de la dégradation de la matière vivante dans les milieux privés d'oxygène (marais, intestins d'**animaux...**). L'extension des rizières, le développement de l'**élevage** bovin ou la multiplication des **décharges** sont à l'origine de son augmentation dans l'air.
- Les halocarbones (CFC, HCFC, HFC...). Ces composés fabriqués industriellement trouent la **couche d'ozone** et renforcent l'effet de serre. Les plus connus sont les CFC, utilisés dans les réfrigérateurs et les bombes aérosols. Leur production est interdite depuis 1995 et leur utilisation fortement limitée. Leurs remplaçants, les HCFC et les HFC, sont également des gaz à effet de serre, mais moins actifs.

☺ **Comment lutter contre l'effet de serre ?**

- Limiter autant que faire se peut les déplacements en voiture inutiles.
- Privilégier les véhicules économes en essence.
- N'utiliser que les bombes aérosols qui fonctionnent à l'air comprimé.
- Consommer mieux, c'est-à-dire consommer moins.

La liste des « bons gestes » s'accroît un peu. S'ajoute ici, par exemple, le conseil de « n'utiliser que les bombes aérosols qui fonctionnent à l'air comprimé » et surtout ce précepte lourd de conséquences : consommer « mieux », c'est consommer *moins* ! On trouve encore, outre quelques précisions sur la nature des « gaz à effet de serre » (expression que nous n'avions pas rencontrée jusqu'ici), une affirmation décisive : « Pour lutter contre le réchauffement de la planète, il n'y a qu'une seule solution : réduire l'émission des gaz à effet de serre dans l'air. » Bien entendu, cette affirmation n'est pas, ici, justifiée. De plus, nous ignorons toujours en quoi consiste au juste « l'effet de serre ». Pour en savoir plus, nous devrions passer maintenant à une *lecture questionnante*, semblable à celle exposée, à propos de la question « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? », dans la Leçon 1. Nous reviendrons là-dessus.

2.5. Le questionnement du monde

2.5.1. On a rencontré chemin faisant plusieurs questions relevant du développement durable, telle celle examinée plus haut (« Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? »). Pourtant, l'habitus de la lecture inventoriante qui imprègne l'éducation ordinaire – scolaire et non scolaire – et l'absence corrélative d'un « réflexe » de lecture

questionnante sont des gênes pour questionner le monde. Il existe ainsi une autre technologie intellectuelle à découvrir, à pratiquer, à maîtriser : celle de la *lecture « excriptrice »* d'un texte, qui explicite – qui « excrit » – les *questions* que ce texte *porte en lui* sans pour autant les formuler. Au lieu de questionner un texte sur les éléments de réponse qu'il comporte relativement à une question donnée (lecture questionnante), on le questionne sur les questions qu'il aborde de fait à travers ce qui apparaît comme des éléments de réponse à ces questions non formulées (lecture excriptrice).

2.5.2. C'est à un tel exercice que nous nous livrerons maintenant à l'aide d'un ouvrage pour enfants intitulé *Le développement durable à petits pas*, signé de Catherine Stern et illustré par Pénélope Paicheler (Actes Sud, 2006). Nous nous arrêterons seulement sur le tout début de cet ouvrage (pp. 4-5).

Il était une fois la Terre

La Terre est née il y a 4,5 milliards d'années. Seule planète du système solaire à posséder de l'eau liquide à sa surface, elle a permis la naissance de la vie : d'abord des micro-organismes dans les océans, puis des végétaux et des animaux.

Bien plus tard, il y a 7 millions d'années seulement, sont apparus les ancêtres des hommes. D'abord cueilleurs et chasseurs, les hommes ont commencé à élever des animaux et à faire de l'agriculture pour leur subsistance. Puis ils ont découvert les énergies fossiles, le charbon, le gaz et le pétrole, qui leur ont permis de faire fonctionner des machines pour aller toujours plus vite, toujours plus loin. L'espèce humaine a connu un formidable développement : elle a inventé le train, l'avion, la voiture, les médicaments, des outils toujours plus perfectionnés pour communiquer, elle a envoyé des hommes sur la Lune, des engins sur Mars.

Mais certains commencent à se demander si l'homme n'est pas allé un peu trop loin, un peu trop vite. Et s'il ne va pas rendre sa belle planète Terre invivable.

Combien de temps cela va-t-il pouvoir durer encore ?

Les rivières sont polluées par les produits chimiques de l'agriculture. La Terre se réchauffe à cause des émissions de CO₂¹ des voitures, des avions, du chauffage des bâtiments, ce qui fait fondre les glaciers et provoquera de plus en plus d'événements météorologiques graves comme des canicules, des sécheresses, des orages très violents, des inondations... Des espèces animales et végétales disparaissent par dizaines chaque jour. Et pourtant, un habitant de la planète sur cinq ne mange pas à sa faim, un sur six n'a pas accès à l'**eau potable**^{*}, de nombreux enfants ne peuvent pas aller à l'école...

1. Voir explications page 19.

Le texte est fait d'abord d'affirmations « nues », A. Pour chacune de celles-ci, on peut écrire trois questions solidaires : « Est-il vrai que A ? », « Comment sait-on que A ? », « À quoi le fait de savoir que A est-il utile ? ». Cela donnera par exemple : « Est-il vrai que la Terre est née il y a 4,5 milliards d'années ? », « Comment sait-on que la Terre est née il y a 4,5 milliards d'années ? », « À quoi le fait de savoir que la Terre est née il y a 4,5 milliards d'années est-il utile ? ». En ce cas, si l'on s'intéresse au développement durable, on pourra aussi demander :

☞ De quel état de la Terre (celui d'aujourd'hui, celui d'il y a mille ans, celui qui pourrait prévaloir dans deux siècles, etc. ?) est-il question d'assurer la durabilité dans le cadre actuel du développement durable ?

D'une manière générale, on peut aller vers des questions qui interrogent les affirmations du texte examiné *d'un point de vue donné*, ici, donc, celui du développement durable. Considérons ainsi ce passage : « D'abord cueilleurs et chasseurs, les hommes ont commencé à élever des animaux et à faire de l'agriculture pour leur subsistance. » On peut écrire de là deux questions :

☞ L'organisation économique des sociétés de chasseurs-cueilleurs était-elle durable ? Pourquoi a-t-elle décliné ? Est-elle envisageable aujourd'hui ?

☞ L'organisation économique des sociétés d'éleveurs et de cultivateurs était-elle durable ? Pourquoi a-t-elle décliné ? Est-elle envisageable aujourd'hui ?

En règle générale, nombre d'affirmations peuvent être interrogées sur ce qu'elles disent – on l'a vu – mais aussi sur ce qu'elles *suggèrent* en fonction du contexte. Par exemple, l'affirmation « Les rivières sont polluées par les produits chimiques de l'agriculture » peut donner lieu à la question suivante :

☞ Pourquoi la pollution des rivières par les produits chimiques de l'agriculture ne peut-elle être prise en charge de façon durable ?

Bien d'autres affirmations du texte conduisent à écrire des questions relevant du développement durable ; par exemple celles-ci :

- ☛ Pourquoi – par quels mécanismes – le réchauffement climatique provoquerait-il de plus en plus d'événements météorologiques graves (canicules, sécheresses, inondation, etc.) ?
- ☛ Y a-t-il un lien entre l'augmentation du CO₂ atmosphérique et la disparition d'espèces animales ou végétales ? Lequel ?
- ☛ À quoi est dû le manque actuel d'eau potable pour une grande partie des habitants de la planète ?

2.5.3. Le travail d'excription fait sur un texte déterminé peut aussi être fait sur les discours, écrits ou non, que chacun peut entendre régulièrement, en provenance de médias divers – que ce soit des grands médias d'information ou des médias familiaux (ce qui se dit dans une famille) par exemple. Ainsi en va-t-il avec les questions suivantes, choisies parmi des dizaines d'autres :

- ☛ On entend souvent parler des coraux à propos de l'état de la planète ; qu'est-ce que les coraux ont à voir avec le développement durable ?
- ☛ Pourquoi entend-on dire du mal de l'eau en bouteille ?
- ☛ En quoi le développement durable est-il lié au commerce équitable ?

On aura remarqué que les questions mentionnées ici sont en règle générale des questions *naïves*, ce qui est un critère d'authenticité. Les *réponses* à construire, en revanche, devront s'affranchir autant que possible de la vision immédiate, ordinaire, souvent partisane, rarement étayée, trop souvent dogmatique du problème du développement durable.



2.5.4. En tout cela, on s'efforcera de ne pas tomber dans l'adhésion unilatérale à un point de vue ou à un autre, laquelle diminue parfois à l'extrême la distance critique indispensable à l'abord des questions à étudier. À cet égard, on pourra *notamment* écouter le propos légèrement hétérodoxe de la géographe Sylvie Brunel dans la vidéo que l'on trouvera à l'adresse suivante : [http://www.dailymotion.com/video/xamt65_sylvie](http://www.dailymotion.com/video/xamt65_sylvie-brunel-l-homme-face-au-clima_news)

[-brunel-l-homme-face-au-clima_news](http://www.dailymotion.com/video/xamt65_sylvie-brunel-l-homme-face-au-clima_news).

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Leçon 3. Enquêter sur le développement durable : un bilan d'étape

3.1. Le champ de l'EDD

3.1.1. Lorsqu'on veut étudier un champ nouveau de l'éducation, il convient de disposer d'un *modèle didactique de référence*. Celui-ci suppose en particulier un *modèle praxéologique de référence*, qui modélise les contenus praxéologiques du champ éducatif considéré, et un *modèle pédagogique de référence*, que nous avons esquissé dans les leçons précédentes sous le nom de *pédagogie de l'enquête* et auquel nous reviendrons plus loin dans la présente leçon :

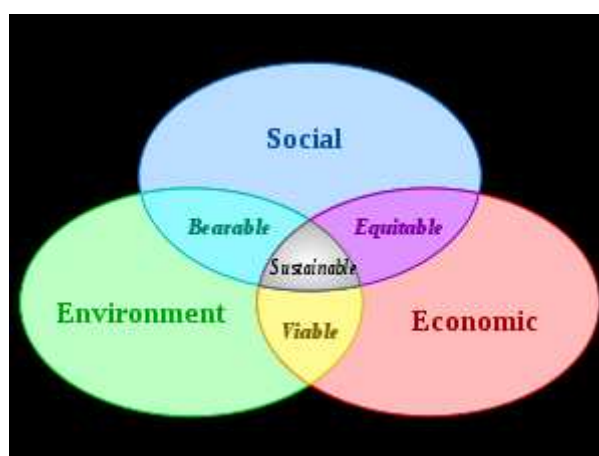
Modèle didactique de référence → {
Modèle praxéologique de référence
Modèle pédagogique de référence

Nous nous arrêterons d'abord, dans ce qui suit, sur la question du modèle praxéologique de référence. Si nous nous intéressions à l'éducation *aux mathématiques* (et non *au développement durable*), notre modèle praxéologique de référence serait bien évidemment fondé sur la « science mathématique », avec ses différents domaines : arithmétique, algèbre, géométrie, probabilités, statistique, etc. Mais alors que la science mathématique a plusieurs millénaires d'existence, la « science de la durabilité », la *sustainability science*, ainsi qu'on la nomme en anglais, est toute récente (voir l'article “Sustainability science” de *Wikipedia*). C'est en référence à ce *champ scientifique émergent* que l'on doit en particulier se situer dans

l'élaboration d'un modèle praxéologique de référence pour l'éducation au développement durable.

3.1.2. L'article "Education for Sustainable Development" de l'encyclopédie *Wikipedia* commence ainsi : "*Sustainability education (ES), Education for Sustainability (EfS), and Education for Sustainable Development (ESD) are interchangeable terms describing the practice of teaching for sustainability.*" Le même document précise que l'expression *Education for Sustainable Development (ESD)* est la plus usuelle aujourd'hui au niveau international. Mais l'expression *Sustainability education (ES)*, éducation à la soutenabilité (ou : à la durabilité), ne manque pas d'intérêt ; car de la même façon que, comme le précise l'article de même nom de *Wikipedia*, l'expression *mathematics education* désigne "the practice of teaching and learning mathematics, along with the associated scholarly research", on peut entendre par *éducation à la soutenabilité* tout à la fois la pratique de l'enseignement et de l'apprentissage de la soutenabilité *et* la recherche en cette matière, c'est-à-dire en ce qu'on nommera en français la *didactique de la soutenabilité*, ou de la durabilité, ou du développement durable.

3.1.3. Que sont les domaines (et les sous-domaines, etc.) qui composent aujourd'hui le champ de l'éducation à la soutenabilité ? Nous avons vu que ce champ comporte trois grands domaines, représentés sur le schéma bien connu ci-après (qui est ici en anglais) :



En l'espèce, ce schéma est emprunté à l'article "Sustainability" de *Wikipedia*, lequel propose un découpage du champ de la soutenabilité que l'on reproduit ci-après en indiquant les principaux renvois à des articles de la même encyclopédie en ligne qui s'y trouvent mentionnés :

Sustainability

From Wikipedia, the free encyclopedia

Contents

1 Definition

2 History ➡ [History of sustainability](#)

3 Principles and concepts ➡ [Sustainability science](#)

3.1 Scale and context

3.2 Consumption — population, technology, resources

4 Measurement ➡ [Sustainability measurement](#)

4.1 Population ➡ [Human population control](#)

4.2 Carrying capacity ➡ [Carrying capacity](#)

4.3 Global human impact on biodiversity ➡ [Millennium Ecosystem Assessment](#)

5 Environmental dimension

5.1 Environmental management ➡ [Sustainability and environmental management](#)

5.1.1 Atmosphere

5.1.2 Freshwater and Oceans

5.1.3 Land use

5.2 Management of human consumption ➡ [Consumption \(economics\)](#)

5.2.1 Energy ➡ [Sustainable energy](#), [Renewable energy](#), [Efficient energy use](#)

5.2.2 Water ➡ [Water resources](#)

5.2.3 Food ➡ [Food](#), [Food security](#)

5.2.4 Materials, toxic substances, waste

6 Economic dimension ➡ [Ecological economics](#), [Environmental economics](#)

6.1 Decoupling environmental degradation and economic growth ➡ [Ecological economics](#)

6.2 Nature as an economic externality ➡ [Ecosystem services](#)

6.3 Economic opportunity

7 Social dimension ➡ [Social sustainability](#)

7.1 Peace, security, social justice ➡ [Peace](#), [Social justice](#)

7.2 Human relationship to nature

7.3 Human settlements

On peut compléter ce premier tableau par celui brossé dans un autre article de la même encyclopédie, “Outline of sustainability”, qui se propose comme “an overview of and topical guide to sustainability” : on le trouvera dans l’annexe 1 à la présente leçon.

3.1.4. Imaginons un groupe de personnes *X* qui étudie le développement durable – la soutenabilité – sous la direction d’une équipe *Y* d’aides à l’étude. Pour appréhender l’activité d’étude de la « classe » [*X* ; *Y*], nous pouvons examiner le répertoire des *questions* étudiées. Par exemple, dans la Leçon 1, nous avons envisagé la question suivante : « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? » Dans la Leçon 2, nous avons de même amorcé l’étude de la question que voici : « Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? » Dans la classe formée dans le cadre de la présente UE, les questions suivantes sont en principe en cours d’étude :

1. Quels sont les effets estimés de la demande commerciale actuelle de thon rouge (*Thunnus thynnus*) sur l’espèce elle-même et sur les écosystèmes impliqués dans sa pêche et son élevage ? Quelles dispositions – éventuellement conflictuelles – visant à corriger ou à réguler ces effets sont aujourd’hui envisagées ? [Philippe Amsellem]
2. Quels sont, au double plan qualitatif et quantitatif, et du point de vue du développement durable, les arguments justifiant l’incitation à consommer moins de viande ? [Thibaud Bedel]
3. Dans quelle mesure, et comment, le mot d’ordre « Consommez local ! » est-il compatible avec l’exigence de « commerce équitable » ou même de « commerce éthique » à l’échelle mondiale ? Pour le dire autrement, le fait de consommer local est-il globalement durable ? [Marion Blondet]
4. Quels problèmes de développement durable posent la production et le commerce des fleurs ? Comment ces problèmes sont-ils actuellement traités ? [Clémence Brenuchon]
5. Quelle part pourrait prendre l’énergie océanique dans le remplacement des énergie fossiles au cours des prochaines décennies ? [Marie Carboulet]
6. Pour quelles raisons précises a-t-on incriminé certaines activités humaines dans la formation du trou dans la couche d’ozone qui entoure la terre ? Où en est-on aujourd’hui ? Quelles sont les conséquences de ce phénomène ? [Laura Catinaud]
7. Comment tente-t-on actuellement de sensibiliser les citoyens à la bonne gestion des ressources naturelles dans une perspective de développement durable ? En quoi cela peut-il apparaître insuffisant ou parfois même contre-productif ? [Sarah Combaud]
8. Comment et dans quelle mesure l’usage de l’automobile et, plus largement, son cycle de vie sont-ils nuisibles à l’environnement ? [Charline Comte]
9. Quels moyens la société met-elle en place pour inciter les citoyens à participer activement au tri sélectif ? Pourquoi certaines villes sont-elles à cet égard en avance par rapport à d’autres ? [Solène Curli]

- 10.** Quels sont les critères pour faire des achats éco-responsables ? Comment sont-ils justifiés ?
[Caroline Dastru]
- 11.** Les biocarburants sont-ils une alternative durable aux énergies fossiles ? [Mélissa Dolcemascolo]
- 12.** Quelles sont les contraintes de développement durable que le secteur de la construction s'efforce de prendre en compte aujourd'hui ? Quelles difficultés les pratiques actuelles d'écoconstruction laissent-elles encore non résolues ou mal résolues ? [Justine Emonet]
- 13.** Comment et dans quelle mesure le mouvement du *freecycling* et ses développements (*Any Good To You*, etc.) participent-ils à la réduction de la consommation d'énergie et de la production de déchets ? En quoi et dans quelle mesure s'inscrivent-ils dans un projet de développement durable ? De ce point de vue, peuvent-ils avoir d'éventuels effets pervers ?
[Roxane Karabi]
- 14.** Pourquoi (et dans quelle mesure) le souci de nourrir les populations de la planète pourrait-il mettre en danger la biodiversité ? [Naïssa Khamdjadji]
- 15.** Un certain nombre de cyberactions ont un objectif qui semble inspiré par un souci de développement durable (DD). À quels thèmes du DD se réfèrent-elles préférentiellement et quels thèmes tendent-elles au contraire à ignorer ? Quel que soit le thème, dans quelle mesure et comment ces cyberactions pro-DD apparaissent-elles justifiées par leurs initiateurs ? Qu'est-ce que l'étude de ces cyberactions pourrait apporter à une éducation au DD et que semble-t-elle incapable de lui apporter ? [Charlotte Largatinho]
- 16.** En dehors de ses conséquences éventuelles sur la santé des consommateurs, en quoi la cuisine peut-elle contribuer positivement au développement durable ou au contraire lui être dommageable ? Que dire, de ce point de vue, d'une part de la nourriture servie dans la restauration rapide (*fast food*), d'autre part de l'usage dans la cuisine de produits dits *bio* ?
[Yuxin Li]
- 17.** En quoi la "prime à la casse" participe-t-elle d'une politique visant à favoriser le développement durable ? Quelles sont toutefois, de ce point de vue, les limites éventuelles, voire les conséquences regardées comme négatives, d'une telle mesure ? [Charlotte Pellegrin-Cerato]
- 18.** En quoi l'état de santé d'une société est-il un indicateur de développement durable ? Comment peut-il entraver le développement durable de cette société ? [Charlotte Pichard]
- 19.** En quoi et dans quelle mesure le vélo électrique est-il censé contribuer à la modification des émissions de gaz à effet de serre ? [Alexandra Pietri]
- 20.** La recommandation de rapporter à une pharmacie les médicaments périmés ou inutilisés a-t-elle un lien avec le souci du développement durable ? Plus généralement, que sont les

« comportements durables » recommandés en matière de consommation de médicaments et comment sont-ils justifiés ? [Christelle Tanzé]

21. Certains pays s'efforcent de développer le recyclage de l'eau. En quoi cela consiste-t-il ? À quels obstacles (scientifiques et techniques, environnementaux, économiques, culturels, etc.) ces pratiques se heurtent-elles éventuellement ? Quel rôle pourrait jouer ce recyclage dans une gestion "vertueuse" des ressources en eau d'une région ? [Émilie Viennot]

3.1.5. Pour juger de la « couverture » du champ de la soutenabilité que réalise cet ensemble de questions, on peut tenter d'identifier les « parties » de ce champ dans lesquelles s'inscrivent les 21 questions précédentes. Mais cette identification ne saurait être réalisée de façon raisonnablement complète *avant* que les enquêtes lancées aient été arrêtées et leurs conclusions formulées. En effet, d'après le schéma herbartien, à savoir

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

ce que l'enquête sur une question Q conduit à étudier, et notamment les « œuvres » $O_{n+1}, \dots, O_m$, *n'est pas fixé à l'avance* (par le seul énoncé de la question Q), de même que *n'est pas fixé* au préalable le *degré d'approfondissement* de l'étude des œuvres $O_{n+1}, \dots, O_m$ rencontrées. Or, parmi ces œuvres, certaines relèvent sans doute essentiellement de la « science de soutenabilité » (tandis que d'autres peuvent relever de champ auxiliaires de l'étude : mathématiques, physique, chimie, biologie, droit, histoire, etc.). Le temps venu, le repérage évoqué ici pourra avoir lieu, *à condition évidemment de disposer d'une description du champ du développement durable*. Outre les descriptions déjà introduites, on pourra se référer à cet égard à la nomenclature extensive (mais non structurée) proposée par l'article "Index of sustainability articles" de *Wikipedia*, que l'on a reproduite dans l'annexe 2 à cette leçon (dans l'original, chacune des expressions qui y figure porte un lien vers un article de *Wikipedia*).

3.1.6. Il sera tout aussi important de croiser la pluralité thématique du répertoire des 21 questions et de leur étude avec un autre critère, celui du ou des *niveaux* auxquels une question donnée renvoie – niveau de l'individu, de la cellule familiale, du quartier, d'une région, ..., de la Terre entière. La notion de niveau (*scale*) en ce sens est introduite dans les termes suivants par l'article "Sustainability" de *Wikipedia* :

Sustainability is studied and managed over many scales (levels or frames of reference) of time and space and in many contexts of environmental, social and economic organization. The focus ranges from the total carrying capacity (sustainability) of planet Earth to the sustainability of

economic sectors, ecosystems, countries, municipalities, neighbourhoods, home gardens, individual lives, individual goods and services, occupations, lifestyles, behaviour patterns and so on.

Le même texte précise encore ceci :

Careful resource management can be applied at many scales, from economic sectors like agriculture, manufacturing and industry, to work organizations, the consumption patterns of households and individuals and to the resource demands of individual goods and services.

Autant que faire se peut, une éducation au développement durable doit, peut-on penser, s'efforcer de mettre en relation les différents niveaux d'analyse et d'action en matière de soutenabilité, en donnant à voir, pour cela, les articulations et intrications causales complexes qui les unissent.

3.2. Enquêtes en cours et comptes rendus d'enquête à venir

3.2.1. Une éducation au développement durable fondée sur la pédagogie de l'enquête rencontre un certain nombre d'obstacles dont, au niveau universitaire, une part non négligeable se trouve dans l'équipement praxéologique même des étudiants (et des enseignants, pour certains d'entre eux). Le *Forum des questions* (en ligne par ailleurs) apporte de ce point de vue quelques lumières et nous examinerons une partie de ce qu'il permet de mettre ainsi en évidence.

3.2.2. Commençons par un point sur lequel le *Forum des questions* éclaire peu de par sa construction même : *le déficit orthographique, typographique et stylistique* de la plupart des courriels que, en vérité, on a reproduit dans le *Forum* en les corrigeant de ce triple point de vue. L'utilisation du traitement de textes est à cet égard cruelle – si, du moins, on ne neutralise pas le vérificateur orthographique et grammatical (qu'il faut absolument utiliser : même s'il est faillible, il a une fonction d'alerte des plus utiles). Faute de pouvoir faire plus, on renvoie ici à l'ouvrage de Bénédicte Gaillard et Jean-Pierre Colignon dont la référence est la suivante :

Gaillard, B. & Colignon, J.-P. (2005). *Toute l'orthographe*. Paris : Albin Michel et Magnard.

On a reproduit dans l'annexe 3 *quelques-uns* des « conseils de bas de page » que propose cet ouvrage. Bien entendu, ces courts extraits ne sauraient couvrir le champ des anomalies orthographiques et typographiques les plus fréquemment constatées.

3.2.3. À propos des questions d'enquête elles-mêmes, plusieurs remarques générales mais *cruciales* pour la bonne conduite de l'enquête et la rédaction adéquate de son compte rendu doivent être faites.

a) Les questions doivent être formulées – ou du moins doivent être comprises – de façon à donner lieu à une enquête « à charge et à décharge », et non à une enquête unilatérale, seulement positive ou seulement négative. On enquêtera par exemple sur la question « Quelles sont les raisons d'être de la notion d'empreinte écologique, comment est-elle définie et quelles en sont les limites reconnues ? » plutôt que sur la question « Que désigne l'expression d'empreinte écologique et comme peut-on connaître son empreinte écologique ? ».

b) Ensuite, lorsque l'enquête porte sur une pratique supposée contribuer au développement durable, la question puis l'enquête doivent porter non seulement sur cette pratique comme telle, mais encore sur les *justifications* avancées en sa faveur en tant que pratique supposée de développement durable ; non seulement, donc, sur la *praxis*, mais encore sur le *logos*. On se demandera par exemple « Quels sont les conseils donnés aux automobilistes pour diminuer les émissions de polluants ? Comment ces conseils sont-ils justifiés ? Quelle critique peut-on en faire ? » plutôt que « Que faire pour diminuer les émissions de polluants lorsqu'on conduit une automobile ? ».

c) Lorsque des effets *quantifiables* sont envisagés dans la question d'enquête, celle-ci devra intégrer le souci de la quantification de ces effets. Ainsi se demandera-t-on par exemple « Est-il exact que le remplacement d'une forêt par des terres cultivées diminue le volume du CO₂ piégé par photosynthèse ? Dans quelle proportion ? » plutôt que « L'extension des terres cultivées augmente-t-elle ou diminue-t-elle l'absorption du CO₂ par photosynthèse ? ».

d) Lorsqu'on examine l'utilisation d'un produit (moyen de transport, nourriture, etc.), il convient de prendre en compte, dans les bilans que l'on peut être amené à faire, *l'ensemble du cycle de vie* du produit : ce qu'il coûte à produire, à transporter, ce que coûtent son utilisation, son recyclage éventuel et sa fin de vie (y compris les effets toxiques qui peuvent en résulter).

On se demandera ainsi « Quelles sortes d'économies l'usage d'ampoules dites "basse consommation" permet-il ? Y a-t-il des incidences sur l'environnement ? Lesquelles ? Pourquoi a-t-on pu dire que ces ampoules polluent... en Chine ? » plutôt que « Quels sont les avantages et les inconvénients des lampes fluorescentes pour l'éclairage domestique ? ».

3.2.4. Le *Forum des questions* auquel nous nous référerons ici (de la question 1 à la question 46) conduit à souligner certaines incompréhensions touchant la *conception même* du travail demandé.

a) Pour l'essentiel, celui-ci tient en deux volets : *une question, une réponse à cette question*. À titre d'illustration, voici une question déjà rencontrée et la réponse qui lui a été apportée par un atelier d'élèves de 4^e durant l'année 2009-2010 :

Question

Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ?

Réponse

Les ressources consultées sur Internet, complétées par la consultation de deux ouvrages imprimés, permettent d'apporter à la question « Pourquoi – et de combien – le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? » la réponse suivante. La montée du niveau des mers est due à deux grandes causes :

- 1) le réchauffement des mers (qui dilate l'eau) ;
- 2) l'apport d'eau résultant de la fonte des glaces continentales (glaciers de montagne, inlandsis).

Notons que le volume d'une quantité d'eau augmentant quand sa salinité diminue, l'apport d'eau douce dû à la fonte des glaces continentales fait augmenter le niveau des mers pour deux raisons : parce que la quantité d'eau augmente et parce que la salinité diminue.

Dans la période 1950-2000, la seconde cause – la fonte des glaces continentales – était la plus importante (environ 55 %) tandis que la première cause n'expliquait que 22 % ; dans la période plus récente allant de 1993 à 2003, où l'augmentation observée a été supérieure à 3 cm, la première cause est devenue la plus importante : elle explique 50 % environ de la hausse, la fonte des glaces du Groenland et de l'Antarctique expliquant chacune 7 % environ, tandis que la fonte des autres réserves de glace expliquerait 25 % environ (il reste environ 10 % de l'élévation observée qui est inexpliquée).

b) Pour réaliser un tel travail, plusieurs conditions sont requises. La première est peut-être celle-ci : si naïve semble-t-elle parfois, il convient de prendre la question à étudier *au sérieux*. En d'autres termes, il convient de la regarder comme *une question qui attend une réponse* – et une réponse *qu'on ne connaît pas à l'avance* (hormis peut-être quelques rares spécialistes). Il ne s'agit pas de ce qu'on appelle une *fausse question*, telle celle que pose un professeur à des élèves pour vérifier qu'ils connaissent la réponse que lui-même leur a donnée peu auparavant... Les questions d'enquête validées ici sont de *vraies questions*, dont la réponse est attendue de la personne à qui l'étude en est confiée. Et, comme il en va dans le cas de la réponse élaborée dans un atelier de 4^e et rapportée ci-dessus, lorsqu'on lit la réponse proposée, on doit avoir le sentiment de lire *une vraie réponse à une vraie question*. Cela, au reste, donne à la réponse un intérêt objectif, au-delà de la valeur formatrice de son élaboration. Dans le cas des questions d'enquête étudiées dans cette UE, un document mis en ligne sur la plateforme Moodle devrait présenter un florilège le plus large possible des questions étudiées et des réponses apportées : ce document entrera alors – si, du moins, il devenait librement accessible sur Internet – dans la collection des réponses $R^\diamond$ offertes à tous les internautes intéressés en vue de nouvelles enquêtes sur les mêmes questions ou sur des questions voisines.

c) Faute de moyens adéquats, les réponses apportées procèdent de recherches *documentaires* seulement, et non de recherches théoriques ou, surtout, « expérimentales » au sens large du terme (ce qui peut inclure l'examen d'archives connues ou inédites, par exemple). De telles enquêtes « extradocumentaires » ne commenceront, en principe, qu'avec le travail conduisant au mémoire de première année de master. Par contraste, ici, toute question d'enquête Q doit être entendue ainsi : « Quelle réponse les ressources disponibles sur Internet et ailleurs permettent-elles d'apporter à la question Q ? » Par exemple, la question

Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ?

doit être entendue comme suit :

Quelle réponse les ressources disponibles sur Internet et ailleurs permettent-elles d'apporter à la question « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? » ?

Il y a là un geste intellectuel essentiel : examiner ce que la « littérature » disponible offre sur la question étudiée.

3.2.5. Le travail demandé commence par la tenue d'un *carnet de bord* (ou, pour employer un mot peu usité, d'un *spicilège*) où l'on rassemble et commente ce que les recherches documentaires menées conduisent à découvrir (par la mise en œuvre des *dialectiques de l'enquête* rappelées dans la Leçon 1). *C'est le contenu d'un tel spicilège qui a été présenté à plusieurs reprises* dans les Leçons 1 et 2, à propos d'abord de la question « Pourquoi (et de combien) le réchauffement climatique ferait-il monter le niveau des mers ? » (Leçon 1), puis de la question « Comment peut-on savoir qu'un objet sera entièrement détruit au bout de 500 ans ou de 3 000 ans puisqu'on ne peut observer la chose ? » (Leçon 2) et enfin de la question « Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? » (toujours dans la Leçon 2).

a) À titre d'illustration, on trouvera dans l'annexe 4 à cette leçon une partie d'un carnet de bord relatif à la question « Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? » ; en voici un court extrait :

.....

e) Un aspect inattendu que l'on peut découvrir au passage concerne l'expression même d'effet de serre. L'article "Greenhouse effect" comporte encore, en effet, le passage suivant :

The term "greenhouse effect" can be a source of confusion as actual greenhouses do not function by the same mechanism the atmosphere does. Various materials at times imply incorrectly that they do, or do not make the distinction between the processes of radiation and convection.

The term "greenhouse effect" originally came from the greenhouses used for gardening, but as mentioned the mechanism for greenhouses operates differently. Many sources make the "heat trapping" analogy of how a greenhouse limits convection to how the atmosphere performs a similar function through the different mechanism of infrared absorbing gases.

A greenhouse is usually built of glass, plastic, or a plastic-type material. It heats up mainly because the sun warms the ground inside it, which then warms the air in the greenhouse. The air continues to heat because it is confined within the greenhouse, unlike the environment outside the greenhouse where warm air near the surface rises and mixes with cooler air aloft. This can be demonstrated by opening a small window near the roof of a greenhouse: the temperature will drop considerably. It has also been demonstrated experimentally (Wood, 1909) that a "greenhouse" with a cover of rock salt heats up an

enclosure similarly to one with a glass cover. Greenhouses thus work primarily by preventing convection; the atmospheric greenhouse effect however reduces radiation loss, not convection.

Dans l'article mentionné de R. W. Wood (1909), "Note on the Theory of the Greenhouse", on lit notamment ceci :

I have always felt some doubt as to whether this action played any very large part in the elevation of temperature. It appeared much more probable that the part played by the glass was the prevention of the escape of the warm air heated by the ground within the enclosure. If we open the doors of a greenhouse on a cold and windy day, the trapping of radiation appears to lose much of its efficacy. As a matter of fact I am of the opinion that a greenhouse made of a glass transparent to waves of every possible length would show a temperature nearly, if not quite, as high as that observed in a glass house. The transparent screen allows the solar radiation to warm the ground, and the ground in turn warms the air, but only the limited amount within the enclosure. In the "open," the ground is continually brought into contact with cold air by convection currents.

A5. Ce qui a été fait jusqu'ici rappelle que l'« information » reçue spontanément à travers les grands médias et même par des canaux plus spécialisés suppose en règle générale une *réception critique*.

a) L'effet de serre, par exemple, ne saurait être compris à partir de la seule comparaison avec une serre de jardin. De même, le passage suivant, rencontré plus haut, devrait alerter l'esprit critique du citoyen ou du futur citoyen : « Sans cet effet naturel bénéfique, la température moyenne à la surface de la Terre ne serait pas de + 15 °C mais de -18 °C ! » On doit en effet s'interroger à propos de la dissymétrie entre les deux températures avancées : +15 °C et - 18 °C. D'où ces valeurs numériques peuvent-elles bien provenir ?

.....

b) Quand arrêter la recherche documentaire nourrissant le carnet de bord ? Le « critère d'arrêt » a été exposé dans la réponse à la question 41 du *Forum des questions*. On reproduit ici l'essentiel de cette réponse (qui se réfère, en l'espèce, à la question « En quoi et dans quelle mesure le vélo électrique est-il censé contribuer à la modification des émissions de gaz à effet de serre ? ») :

Pour répondre, il faut se représenter l'enquête non pas comme faite d'une première étape dans laquelle vous rassembleriez des documents, suivie d'une seconde étape dans laquelle vous construiriez votre réponse à partir des documents rassemblés. Dès le premier document

apportant à la question posée des éléments de réponse (à vérifier !), vous devez esquisser une réponse provisoire. Soyez attentive au fait qu'un document qui prétend « parler » de vélos électriques ne contient peut-être *aucun* élément de réponse à la question étudiée, ou aucun élément *exploitable* : s'il en est ainsi, ce document devra être écarté de la série des documents recueillis. Cheminant ainsi dans la série de documents $D_1, D_2, D_3, \dots, D_{10}, \dots$ que vous aurez rassemblés, vous vous arrêterez lorsque aucun document ultérieur ne vous conduira plus à apporter de remaniement substantiel à votre réponse en cours d'élaboration. Si, par exemple, ayant exploité de façon rigoureuse les dix premiers documents, vous vous apercevez que les dix documents suivants n'apportent plus d'informations supplémentaires, dans un sens ou un autre, c'est que votre petit corpus documentaire sera pratiquement *saturé*. La découverte ultérieure éventuelle de documents contenant des éléments non déjà rencontrés pourrait conduire à *relancer* l'enquête : mais, ici, vous devez vous limiter sagement à une *première* enquête – qui n'en soit pas moins une enquête *sérieuse*.

(La notion de *corpus saturé* vient de la linguistique ; mais elle n'y est aucunement confinée.)

3.2.6. C'est à partir du contenu du carnet de bord – du spicilège – que se construira le dossier demandé.

a) On a indiqué, dans le *Forum des questions*, que le travail remis devait comporter *quatre* parties inégalement longues (auxquelles, idéalement, devrait s'ajouter une cinquième partie que l'on a mentionnée ci-après mais qui, ici, *n'est pas demandée*) : un *glossaire* expliquant les termes « difficiles » apparaissant dans la réponse (tel *inlandsis* dans la réponse des élèves de 4^e). Ces quatre parties seront notées respectivement sur 2, 6, 6 et 6 points, la somme des points obtenus étant finalement exprimée sur 10 points :

- I. La question étudiée
- II. Le parcours d'étude et de recherche
- III. La réponse à la question étudiée
- IV. Discussion
- V. Glossaire

b) La partie I est, par nature, la plus concise. L'illustration suivante est empruntée à la réponse à la question 23 du *Forum des questions* :

I. La question étudiée

Énoncé de la question

Les biocarburants sont-ils une alternative durable aux énergies fossiles ?

Commentaire de la question

Dans une perspective de développement durable, les énergies fossiles posent notamment deux grands problèmes : d'une part, les réserves en énergies fossiles ne sont pas inépuisables ; d'autre part, la consommation d'énergies fossiles libère dans l'atmosphère du CO₂ « neuf ». Les biocarburants échappent-ils à ces difficultés ? N'en créent-ils pas d'autres ?

Le *commentaire* de la question doit indiquer succinctement en quoi la question étudiée se rattache au champ du développement durable. Dans certains cas, la chose est à peu près évidente ; dans d'autres, elle appelle une explicitation concise mais adéquate.

b) Le compte rendu d'enquête *stricto sensu* fait l'objet de la partie II. Dans celle-ci, il convient de rendre compte du parcours d'enquête qui a été effectivement suivi (et qui aurait pu être autre qu'il a été). Il s'agit là de la partie normalement *la plus longue* des quatre. L'exemple illustratif suivant est emprunté à la réponse donnée à la question 44 dans le *Forum des questions* et se rapporte toujours à la question « Les biocarburants sont-ils une alternative durable aux énergies fossiles ? » ; comme on le verra ci-après, le compte rendu peut être scindé en *étapes* :

II. Le parcours d'étude et de recherche

Étape 1

L'examen des premiers documents que nous avons pu réunir nous a permis de mettre en évidence tout d'abord ce qui est, semble-t-il, l'argument principal des partisans des biocarburants, à savoir, comme l'a écrit Franck Lachamp (2009, p. 294), le fait que « les émissions de CO₂ qu'ils [les biocarburants] génèrent lors de leur combustion seraient compensées par l'absorption de CO₂ par la plante avant leur récolte ». Mais cet avantage semble fortement contesté : l'industrie des biocarburants conduirait, faute de terres cultivables disponibles, à défricher forêts et mangroves ; or « ce qu'absorbe la plante cultivée est bien moindre que ce qu'absorbaient les arbres centenaires qui lui ont cédé la place » (Lachamp, 2009, p. 294). De même, les mangroves sont parmi les écosystèmes qui captent le plus de carbone (« Mangrove », 2011) ; en outre, leur assèchement pour les rendre cultivables libérerait d'énormes quantités de méthane, gaz à effet de serre presque 30 fois plus néfaste

que le CO₂ (Lachamp, 2009, p. 294). À cela s'ajoutent d'autres insuffisances. Utilisant la notion d'*énergie nette*, c'est-à-dire « le rapport entre la quantité d'énergie récupérée et celle qui a été investie pour y parvenir » (Cochet, 2009, p. 150), le député Vert Yves Cochet souligne (pp. 151-152) que, alors que ce rapport est de 15 pour 1 pour le pétrole, de plus de 100 pour 1 pour l'hydroélectricité, de 18 pour 1 pour l'énergie éolienne, etc., il varie entre 0,8 et 1,5 pour l'éthanol ! Cet auteur conclut abruptement que les agrocarburants, « censés remplacer partiellement le pétrole, doivent être abandonnés au plus vite ». La critique des agrocarburants fait état, en outre, d'effets « pervers » déjà notés : c'est ainsi que, en écho à un rapport conjoint des Amis de la Terre Europe et des Amis de la Terre Afrique (2010), un article du site Reporterre peut s'intituler significativement « Les agrocarburants vampirisent l'Afrique » (2010). Tout cela ne milite pas en faveur des agrocarburants. On apprenait fin janvier que le *Public Eye People Award 2011*, appelé quelquefois le prix de la pire entreprise, venait d'être attribué au producteur finlandais d'agrocarburants Neste Oil, dont le « Green Diesel », constitué notamment d'huile de palme, met en péril les forêts indonésiennes et malaises. (Les entreprises classées en deuxième et en troisième position étaient BP et Philip Morris.)

Étape 2

Devant cette première collecte de réponses *négligées* à la question étudiée – les biocarburants *n'offriraient pas* d'alternative durable aux énergies fossiles –, nous avons cherché à identifier plus précisément quels arguments pouvaient être avancés en faveur des biocarburants. Tout d'abord, nous avons cherché à mieux cerner le fait positif central, qui concerne les émissions de CO₂. Lors de la photosynthèse des végétaux, une réaction chimique fait que du CO₂ présent dans l'atmosphère, de l'eau (H₂O) et de l'énergie (sous forme de lumière solaire) produisent ensemble un composé hydrocarboné tandis que se dégage de l'oxygène (O₂). Lorsqu'on utilise la biomasse ainsi formée, le CO₂ piégé lors de la formation de cette biomasse se libère. Sur une courte période de temps, le bilan de CO₂ est donc nul : le CO₂ qui se dégage n'est rien d'autre que le CO₂ qui a été piégé quelque temps avant, lors de la formation de la biomasse. Par contraste, le pétrole (par exemple) résulte d'une photosynthèse – et donc d'un piégeage de CO₂ – qui s'est réalisé il y a quelque cent millions d'années : le rejet de CO₂ lors de la consommation de pétrole apporte dans l'atmosphère du CO₂ « neuf ». Cela dit, le fait éminemment favorable que le bilan de CO₂ soit nul dans le cas des biocarburants (et, plus largement, de la biomasse), suppose que l'utilisation de la biomasse se fasse au même rythme annuel (disons) que sa formation, ce qui n'est pas toujours le cas : lorsqu'on brûle une forêt, par exemple, du CO₂ se dégage en quelques jours alors qu'il aura fallu des décennies pour le piéger (Mathis, 2007)....

.....

Étape 3

.....

.....

c) Dans la partie II, les citations longues (de 40 mots et plus) qui faisaient l'essentiel du carnet de bord sont désormais exceptionnelles. En passant du carnet de bord au compte rendu d'enquête *stricto sensu* (c'est-à-dire à la partie II du travail demandé), on passe du style direct au style indirect, même si l'on ne s'interdit pas de faire quelques citations « courtes » (de moins de 40 mots). On notera que les références suivent le système dit auteur-date : ce n'est que de façon exceptionnelle (et pour des raisons précises) que l'on notera aussi le *titre* du document dans la partie II (ce titre apparaîtra dans la partie IV)

d) La partie III expose la réponse ; celle-ci, idéalement, devrait être *d'un tenant* et devrait pouvoir se lire *d'un trait*. L'exemple que voici est encore empruntée à la réponse à la question 44 du *Forum des questions* :

III. La réponse à la question étudiée

La question

Les biocarburants sont-ils une alternative durable aux énergies fossiles ?

La réponse

L'intérêt principal des biocarburants tiendrait dans le fait que, contrairement à ce qui se passe avec les carburants fossiles formés il y a des millions d'années, leur utilisation relâche dans l'atmosphère du dioxyde de carbone (CO₂) qui s'y trouvait peu auparavant, si bien que le bilan de CO₂ serait, à court et moyen termes, nul. Mais ce principe clé semble assez largement théorique. Tout d'abord, pour un bilan nul, il conviendrait, à l'échelle de la planète, de respecter le rythme annuel de reconstitution de la biomasse, ce qui ne semble pas être actuellement le cas. De plus, la transformation de forêts ou de mangroves en terres cultivées pour la production d'agrocarburants réalise le remplacement souvent brutal d'écosystèmes qui absorbent beaucoup de CO₂ par des écosystèmes dont la capacité de piégeage du CO₂ est moindre. Ensuite, le rapport entre la quantité d'énergie utilisable et celle investie pour la rendre disponible au consommateur (énergie nette), qui serait d'environ 15 pour 1 pour le pétrole, de 100 pour 1 pour l'hydroélectricité, de 18 pour 1 pour l'énergie éolienne, tombe à 1,5, voire moins, pour l'éthanol ! Enfin...

.....

e) On aura noté l'emploi délibéré du conditionnel et de verbes comme *sembler* pour marquer une distance méthodique avec la réponse que l'on propose. Celle-ci est *la plus vraisemblable* à laquelle l'enquêteur aura pu parvenir, mais elle ne doit pas pour autant être reçue comme « absolument vraie » : elle est une réponse *partielle*, quoique voulue *impartiale*, et *provisoire*, car susceptible d'être remaniée si une reprise de l'enquête avait lieu. Tout cela, qui est donc suggéré dans la partie III, sera explicité à certains égards dans la partie IV, dont voici un exemple empruntée encore à la même source :

IV. Discussion

Références des documents exploités

[1] Biocarburant. (2011, 31 janvier). Dans *Wikipédia, l'encyclopédie libre*.

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Biocarburant>

[2] Biofuel. (2011, 11 février). Dans *Wikipedia, the free encyclopedia*.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Biofuel>

.....

[5] Mathis, P. (2007). *Quel avenir pour les biocarburants ?* Paris : Le Pommier.

☛ Publié dans la collection *Les Petites Pommes du Savoir*, cet exposé est dû à Paul Mathis, auteur déjà d'une « Petite Pomme » intitulée *Les énergies renouvelables ont-elles un avenir ?* Selon l'éditeur, Paul Mathis est ingénieur agronome de formation, docteur ès sciences physiques et a assuré la direction du laboratoire de photosynthèse et de la section de bioénergétique du CEA (Commissariat à l'énergie atomique).

.....

Interrogations sur la réponse proposée

.....

La rubrique « Interrogations sur la réponse proposée », peut-on lire dans le *Forum des questions*, a pour objet de préciser le *degré de confiance* que l'enquêteur attribue aux éléments composant sa réponse et d'expliciter les *interrogations* qui, à ses yeux, restent ouvertes à l'issue de son enquête. Alors que la partie III – la réponse – doit s'achever par une conclusion aussi nette qu'il est possible, les interrogations sur la réponse proposée se termineront de façon ouverte en évoquant le cas échéant des développements possibles de l'enquête réalisée.

f) Les *références* des documents exploités ne doivent concerner *que les documents effectivement mentionnés* dans le compte rendu d'enquête *stricto sensu* de la partie II : telle est la règle appliquée dans les publications scientifiques. Le format de ces références est en principe celui défini de l'APA (l'*American Psychological Association*), adaptées pour tenir des règles typographiques et grammaticales du français. Voici un exemple emprunté à la réponse à la question 28 du *Forum des questions*. La partie II est supposée comporter ce passage :

II. Le parcours d'étude et de recherche

Étape 1

.....

L'un des problèmes que notre enquête nous a fait découvrir est en effet la difficulté qu'il y a parfois à substituer des produits locaux à des produits de provenance parfois lointaine mais largement consommés, telle la viande, à laquelle les Français consacraient aujourd'hui 23 % de leur budget repas, soit deux fois plus qu'en 1960 (Laget, 2009, p. 44). Dans de tels cas, il existe au reste des exceptions : c'est ainsi que l'agneau surgelé de Nouvelle-Zélande aurait un « contenu carbone » inférieur à celui de l'agneau européen (Castelain Meunier & Meunier, 2011, p. 154) et pourrait donc, à ce titre, lui être préféré.

.....

Comme on le voit, on note entre parenthèses le nom de l'auteur (Laget), la date de publication (2009), la page à laquelle on se réfère (p. 44). Dans la partie IV, on écrira alors ceci :

IV. Discussion

Références des documents exploités

.....

[4] Laget, P. (2009). *Les chiffres d'une planète de fous... ou de l'urgence d'un développement durable*. La Tour d'Aigues : Les éditions de l'aube.

☛ Philippe Laget est « l'auteur de nombreux articles sur le développement durable et d'un essai remarqué, *Responsabilité d'entreprise et éthique sont-elles solubles dans la mondialisation ?* paru aux éditions de l'Aube » (4^e de couv.). Son ouvrage est un recueil de résultats chiffrés portant notamment sur le social et l'économie, la santé, le changement climatique, l'énergie, les transports, l'eau, la biodiversité, les déchets et l'économie de l'environnement.

[5] Castelain Meunier, C. & Meunier, F. (2011). *De quoi est fait mon pull ? Pas à pas vers l'écocitoyenneté*. Arles : Actes Sud.

☛ Christine Castelain Meunier est sociologue au CNRS ; Francis Meunier est physicien. Dans cet ouvrage, à partir de questions « que tout le monde se pose », ils « mettent en lumière les conditions indispensables pour l'avènement d'une écocitoyenneté responsable et décontractée » (4^e de couv.).

.....

Les exemples choisis n'épuisent pas les cas devant lesquels on peut se trouver. On aura pu voir ainsi, un peu plus haut dans cette leçon, comment on rédigera la référence d'un article de *Wikipédia*. De même, on trouvera dans la réponse à la question 40 du *Forum des questions* des indications relatives au cas d'un document disponible sur le Web (sur la Toile). Pour toute référence qui ne relèverait pas de l'un des cas examinés jusqu'ici, il conviendra d'adresser un courriel à la responsable de l'UE en précisant autant qu'il est possible le document qu'il s'agit de référencer (en particulier en donnant l'URL s'il s'agit d'un document en ligne). Selon l'usage, la réponse à la question posée sera mise à la disposition de chacun dans le *Forum des questions*.

Annexe 1 : le champ de la soutenabilité (1)

Outline of sustainability

Contents

1 Essence of sustainability ➡ [Sustainability](#)

- ➡ [Environmentalism](#)
- ➡ [Environmental ethics](#)
- ➡ [Sustainable development](#)
- ➡ [Sustainability science](#)
- ➡ [Sustainability accounting](#)
- ➡ [Sustainability governance](#)
- ➡ [Sustainability education](#)

2 Branches of sustainability

2.1 Sub-fields of sustainability science ➡ [Sustainability](#)

- ➡ [Environmental impact assessment](#)
- ➡ [Environmental psychology](#)
- ➡ [Environmental philosophy](#)
- ➡ [Environmental law](#)
- ➡ [Sustainability measurement](#)

2.2 Sub-fields of sustainability governance ➡ [Sustainability governance](#)

- Political
- Economic sector
 - ➡ [Sustainable art](#)
 - ➡ [Sustainable advertising](#)
 - ➡ [Sustainable architecture](#)
 - ➡ [Sustainable business](#)
 - ➡ [Sustainable fashion](#)
 - ➡ [Sustainable industries](#)
 - ➡ [Sustainable landscape architecture](#)
 - ➡ [Sustainable packaging](#)
 - ➡ [Sustainable procurement](#)
 - ➡ [Sustainable tourism](#)
 - ➡ [Sustainable transport](#)
- Organization

- ☞ [Fisheries management](#)
- ☞ [Sustainable forest management](#)
- ☞ [Sustainable city](#)
 - ☞ [Sustainable urban infrastructure](#)
 - ☞ [Sustainable urban drainage systems](#)
- ☞ [Sustainable community](#)
 - ☞ [Sustainable Communities Plan](#)
- ☞ [Sustainability reporting](#)
- Activity
 - ☞ [Sustainable design](#)
 - ☞ [Sustainable living](#)
 - ☞ [Sustainable yield](#)

2.3 Related disciplines

- ☞ [Conservation biology](#)
- ☞ [Ecological humanities](#)
- ☞ [Environmental biotechnology](#)
- ☞ [Environmental chemistry](#)
- ☞ [Environmental design](#)
- ☞ [Environmental economics](#)
- ☞ [Environmental engineering](#)
- ☞ [Environmental ethics](#)
- ☞ [Environmental history](#)
- ☞ [Environmental law](#)
- ☞ [Environmental psychology](#)
- ☞ [Environmental science](#)
- ☞ [Environmental sociology](#)
- ☞ [Green politics](#)

3 History of sustainability ☞ [History of sustainability](#)

- ☞ [History of conservation](#)
- ☞ [History of environmentalism](#)

4 Biodiversity ☞ [Biodiversity](#)

- ☞ [Bio security](#)
- ☞ [Biosphere](#)
- ☞ [Endangered species](#)
- ☞ [Holocene extinction event](#)

☞ [Invasive species](#)

4.1 Levels of biological organisation

☞ [World ecosystems](#)

☞ [Spatial systems](#)

5 Politics of sustainability ☞ [Politics of sustainability](#)

☞ [Rio Declaration on Environment and Development](#)

International reports and agreements

☞ [United Nations Conference on the Human Environment \(Stockholm 1972\)](#)

☞ [Brundtlandt Commission Report, 1983](#)

☞ [Our Common Future, 1987](#)

☞ [Earth Summit \(1992\)](#)

☞ [Agenda 21 \(1992\)](#)

☞ [Convention on Biological Diversity \(1992\)](#)

☞ [ICPD Programme of Action \(1994\)](#)

☞ [Earth Charter](#)

☞ [Millennium Declaration \(2000\)](#)

☞ [Millennium Ecosystem Assessment \(2005\)](#)

6 Population control ☞ [Population control](#)

☞ [Birth control](#)

☞ [Family planning](#)

☞ [Overpopulation](#)

☞ [Unintended pregnancy](#)

☞ [Zero population growth](#)

7 Environmental technology ☞ [Environmental technology](#)

☞ [Renewable energy](#)

☞ [Bio fuel](#)

☞ [Biomass](#)

☞ [Geothermal power](#)

☞ [Hydroelectricity](#)

☞ [Solar energy](#)

☞ [Tidal power](#)

☞ [Wave power](#)

☞ [Wind power](#)

8 Resource use and conservation ☞ [Resource use and conservation](#)

8.1 Energy conservation ☞ [Energy conservation](#)

- ☞ [Carbon footprint](#)
- ☞ [Emissions trading](#)
- ☞ [Energy descent](#)
- ☞ [Peak oil](#)
- ☞ [Renewable energy](#) (see above)

8.2 Over consumption ☞ [Over consumption](#)

- ☞ [Anti-consumerism](#)
- ☞ [Ecological footprint](#)
- ☞ [Ethical consumerism](#)
- ☞ [Tragedy of the commons](#)

8.3 Food

Further information: Food

- ☞ [Food security](#)
- ☞ [Local food](#)
- ☞ [Permaculture](#)
- ☞ [Sustainable agriculture](#)
- ☞ [Sustainable fisheries](#)
- ☞ [Urban horticulture](#)

8.4 Water

Further information: Water

- ☞ [Water footprint](#)
- ☞ [Water crisis](#)
- ☞ [Water efficiency](#)
- ☞ [Water conservation](#)

8.5 Materials

Further information: Materials

- ☞ [Industrial ecology](#)
- ☞ [Recycling](#)
- ☞ [Waste](#)
- ☞ [Zero waste](#)

9 Scholars of sustainability

Ø

10 Leaders in sustainability

Ø

11 Sustainability lists ☞ [List of sustainability topics](#)

- ☞ [Association of Environmental Professionals](#)
- ☞ [List of climate change topics](#)
- ☞ [List of conservation issues](#)
- ☞ [List of conservation topics](#)
- ☞ [List of environmental agreements](#)
- ☞ [List of environmental health hazards](#)
- ☞ [List of environmental issues](#)
- ☞ [List of environmental organizations](#)
- ☞ [Lists of environmental topics](#)
 - ☞ [List of environmental sound topics](#)
 - ☞ [List of environmental studies topics](#)
- ☞ [List of global sustainability statistics](#)

11.1 Glossaries

- ☞ [Glossary of climate change](#)
- ☞ [Glossary of environmental science](#)

Annexe 2 : le champ de la soutenabilité (2)

Index of sustainability articles

From Wikipedia, the free encyclopedia

0-9

1907 populations

A

Adiabatic lapse rate - Air pollution control - Air pollution dispersion modeling - Allotment (gardening) - Alternative energy - American Green Chamber of Commerce - Anaerobic digestion - Anthropogenic - Anthroposystem - Applied Sustainability - Appropriate technology - Aquaculture - Aquatic ecosystem - Ashden Awards

B

Back-to-the-land movement - Bagasse - Behavioral ecology - Biobutanol - Biodegradable plastics - Bioenergy - Bioenergy Village - Biofuel in Brazil - Biofuel in the United States - Biofuel - Biofuelwatch - Biogas - Biogas powerplant - Biogeochemistry - Blue bag

C

Carbon accounting - Carbon Economy - Carbon footprint - Catchwater - Causal layered analysis - Center for Environmental Technology - Centre on Sustainable Consumption and Production - Clean technology - Cleaner production - Climate change - Coal depletion - Commission on Sustainable Development - Compost - Composting - Confederation of European Environmental Engineering Societies - Conservation biology - Conservation Commons - Conservation development - Conservation ethic - Conservation movement - Consumables - Convention on the Prohibition of Military or Any Other Hostile Use of Environmental Modification Techniques - Cornucopian - Corporate social responsibility - Corporate sustainability - Cradle to Cradle Design

D

Deforestation - Demography - Depopulation - Desertification - Directive on the Promotion of the use of biofuels and other renewable fuels for transport - Diseases of poverty - Downsizer - Drawbridge mentality

E

Earth Charter - Earth observation satellite - Earthscan - Eco hotels - Eco-efficiency - Eco-industrial park - Eco-innovation and eco-development - Eco-sufficiency - Ecoforestry - Ecolabel - Ecological deficit - Ecological economics - Ecological footprint - Ecological humanities - Ecological literacy - Ecological sanitation - Ecological threshold - Ecologically

sustainable development - Economics of sustainability - Ecosharing - Ecosystem - Ecotax - Ecotechnology - Ecotourism - Ecovillages - Electric vehicle - Emissions trading - Energy conservation - Energy content of biofuel - Energy crop - Energy density - Energy descent - Energy development - Energy economics - Efficient energy use - Energy Globe Award - Energy Policy Act of 2005 - Energy saving modules - Energy security - Environmental accounting - Environmental and social studies - Environmental archaeology - Environmental audits - Environmental benefits of vegetarianism - Environmental biotechnology - Environmental Change Network - Environmental chemistry - Environmental compensation - Environmental concerns with electricity generation - Environmental consulting - Environmental control system - Environmental defense - Environmental design - Environmental design and planning - Environmental disaster - Environmental determinism - Environmental economics - Environmental effects of fishing - Environmental effects on physiology - Environmental engineering - Environmental enterprise - Environmental ethics - Environmental factor - Environmental finance - Environmental geography - Environmental geology - Environmental gradient - Environmental hazard - Environmental health - Environmental impact assessment - Environmental impact report - Environmental Information Regulations 2004 - Environmental journalism - Environmental justice - Environmental law - Environmental Law Service - Environmental Life Force - Environmental management - Environmental management scheme - Environmental Measurements Laboratory - Environmental medicine - Environmental microbiology - Environmental Modeling Center - Environmental movement - Environmental movement in New Zealand - Environmental movement in the United States - Environmental planning - Environmental preservation - Environmental pricing reform - Environmental protection in japan - Environmental psychology - Environmental Quality Improvement Act - Environmental racism - Environmental remediation - Environmental Research Letters - Environmental resistance - Environmental restoration - Environmental Risk Management Authority - Environmental science - Environmental security - Environmental skepticism - Environmental sociology - Environmental standard - Environmental studies - Environmental suit - Environmental Sustainability Index - Environmental technology - Environmental Technology Laboratory - Environmental Technology Verification Program - Environmental toxins and fetal development - Environmental transport association - Environmental vandalism - Environmental vegetarianism - Environmental, Safety and Health Communication - Environmentalism - EPA Sustainability - Epidemics - Ethanol fuel - Ethical consumerism - Eugenics - European Biofuels Technology Platform -

F

Famine - Farmer field school - Five Capitals - Food Race - Food Routes Network - Food security - Food, Conservation, and Energy Act of 2008 - Foreshoreway

G

Gasification - Global Environment Outlook - Global Reporting Initiative - Global warming - Glossary of climate change - Glossary of environmental science - Green anarchy - Green banking - Green brands - Green building - Green cities - Green cleaning - Green computing - Green conventions - Green crude - Green development - Green Earth Market - Green energy design - Green gross domestic product - Green museum - Green Revolution - Green syndicalism - Ground-coupled heat exchanger

H

Hannover Principles - Heating oil - Holocene extinction event - Hubbert Peak Theory - Human development index - Human development theory - Human migration - Humanistic capitalism - Hybrid vehicle - Hydrogen technologies

I

Immigration - Immigration reduction - Import substitution industries - Inclusive business - Industrial biotechnology - Industrial ecology - Industrial symbiosis - Industrial wastewater treatment - Inhabitat - Institute for Sustainable Communication - Integrated catchment management - Integrated Multi-trophic Aquaculture - International Institute for Environment and Development - International Sustainable Energy Agency - International Year of Forests

J

Joint Forest Management –

K

Kauaian Institute - Kyoto Protocol

L

Langkawi Declaration - Life cycle assessment - Lifeboat ethics - List of climate change topics - List of conservation topics - List of environmental health hazards - List of environmental issues - List of environmental studies topics - List of global sustainability statistics - List of large wind farms - List of most overpopulated countries - List of religious populations - List of renewable energy topics by country - List of sustainability principles - List of vegetable oils - Local food - Low impact development - Low-carbon economy - Lyle Center for Regenerative Studies

M

Maldevelopment - Material efficiency - Material input per unit of service - Medieval demography - Megalopolis (city type) - Melbourne Principles - Metapattern - Mitigation of peak oil - Multiple chemical sensitivity - Micro-Sustainability

N

National Venture Capital Association - Natural building - Natural cleaning product - Natural resource management - Net metering - Not just for profit - Nurgaliev's law –

O

O2 Global Network - Oceanway - Over-consumption - Overpopulation

P

Participatory technology development - Peak coal - Peak copper - Peak gas - Peak oil - Peak uranium - Permaculture - Permeable paving - Photovoltaic array - Photovoltaics in transport - Population ageing - Population biology - Population control - Population decline - Population density - Population ecology - Population growth - Population pyramid - Promession - Public ecology

R

Rain garden - Rainwater tank - Reconciliation ecology - Recycling - Reef Check - Renewable energy development - Renewable energy - Renewable resources - Rio Declaration on Environment and Development - Risks to civilization, humans and planet Earth - Rain garden - Rainwater tank - Reconciliation ecology - Recycling - Reef Check - Renewable energy development - Renewable energy - Renewable resources - Rio Declaration on Environment and Development - Risks to civilization, humans and planet Earth

S

Seafood watch - Self-sufficiency - Seven generation sustainability - Silicon valley - Simple living - Smithsonian Environmental Research Center - Soil conservation - Soil erosion - Soil health - Solar cell - Solar heating - Solar lamp - Solar power - Solar power satellite - Solar savings fraction - Spaceship earth - Straight vegetable oil - Strategic Environmental Assessment - Strategic Sustainable Development - strong versus weak sustainability - Sustainability - Sustainability accounting - Sustainability Advocates - Sustainability Appraisal - Sustainability books - Sustainability governance - Sustainability modelling - Sustainability organisations - Sustainability reporting - Sustainability stubs - Sustainable advertising - Sustainable agriculture - Sustainable architecture - Sustainable art - Sustainable building - Sustainable business - Sustainable city - Sustainable community - Sustainable design - Sustainable development - Sustainable food system - Sustainable energy - Sustainable fashion - Sustainable forest management - Sustainable graphic design - Sustainable habitat - Sustainable industries - Sustainable landscape architecture - Sustainable lighting - Sustainable living - Sustainable national income - Sustainable packaging - Sustainable practices by country - Sustainable procurement - Sustainable product development - Sustainable product development and design - Sustainable regional development - Sustainable resource extraction

- Sustainable technology - Sustainable tourism - Sustainable tourism crc - Sustainable transport - Sustainable urban drainage systems - Sustainable urban infrastructure - EPIC Sustainable Living Expo -

T

The 2010 Imperative - The good life - The Human Farm (book) - The Institution of Environmental Sciences - The Natural Step - The People & Planet Green League - The Science of Survival - Tragedy of the commons - Transition Towns - Tricycle Inc.

U

United Nations Environment Programme - Urban density - Urban horticulture - Urban oasis - Urban sprawl

V

Value of Earth - Variable retention - Vegetable oil economy

W

Waste management - Waste vegetable oil - Waste water treatment - Water conservation - Water crisis - Water purification - Wave farm - White flight - Wind power - Wind power in the United Kingdom - Wind turbine - World energy consumption - World largest cities

See also

- ☛ List of environmental issues
- ☛ Lists of environmental topics
- ☛ List of conservation topics

Annexe 3 : questions orthotypographiques

Extrait 1

Si une phrase se termine par une abréviation comportant un point, le point abrégatif et le point de phrase se confondent : on ne mettra donc qu'un seul point.

En fait, Guy n'est qu'un être odieux, inconscient, égoïste, cynique, roublard, lâche, hypocrite, etc. (p. 15)

Extrait 2

Ce qui est mis entre virgules peut toujours être supprimé. Un sujet, un complément essentiel ne peuvent jamais être supprimés. Ils ne sont donc jamais séparés du verbe par une virgule et ce quelle que soit leur longueur.

Ceux qui avaient vraiment confiance en lui ont regretté son départ.

(et non ~~Ceux qui avaient vraiment confiance en lui, ont regretté son départ.~~) (p. 21)

Extrait 3

Avec un traitement de textes, on veillera à ne pas confondre :

➤ le tiret que l'on obtient en maintenant la touche **[Alt]** enfoncée en tapant 0150 sur PC et **[Alt]**, **[Majuscule]** et **[-]** sur Macintosh ;

➤ et le trait d'union qui est plus court et qui sert essentiellement dans les mots composés [voir p. 43]

Dites-le avec des fleurs – notamment avec des roses ! (p. 26)

Extrait 4

Les chiffres arabes (1, 2, 3...) et les chiffres romains (I, II, IV...) sont également des symboles [...]. Ainsi, l'unité de mesure ne peut être donnée sous forme de symbole que si la valeur est elle-même écrite en chiffres.

une distance de 50 km (et non ~~une distance de cinquante km~~) (p. 30)

Extrait 5

- Les acronymes qui ont donné lieu à un nouveau nom commun forment leur pluriel comme les autres noms.

des ovnis, des faqs, des radars

- Les sigles, eux, ne portent pas de marque du pluriel.

des CD (et non ~~des CDs~~), *des CDD* (p. 31)

Extrait 6

Ce n'est pas parce que les sigles permettant d'abréger des dénominations s'écrivent avec des majuscules qu'il faut en mettre partout quand elles sont écrites sous leur forme développée

*Le PC mais le **P**arti communiste (et non ~~le Parti Communiste~~)*

*l'ANPE mais l'**A**gence nationale pour l'emploi (et non ~~l'Agence Nationale Pour l'Emploi~~)*
(p. 40)

Extrait 7

Puisque le trait d'union sert à relier deux mots, il n'est jamais précédé d'espace ni avant ni après.

un chou-fleur (et non ~~un chou fleur~~) (p. 43)

Extrait 8

Retenez cette règle simple : avec un nom, *non* et *quasi* sont suivis d'un trait d'union ; avec un adjectif ou un adverbe, on ne met pas de trait d'union. (p. 49)

Extrait 9

Les noms de jour et de mois sont des substantifs. Tout comme les autres substantifs, ils prennent un s au pluriel.

Boutique fermée les dimanches et lundis

« Ces après-midi indécises et encore froides des avrils de Bretagne » (Pierre Loti) (p. 52)

Extrait 10

Il faut choisir l'une ou l'autre façon d'exprimer l'heure et ne pas mélanger les deux.

Midi moins vingt (et non ~~12 h moins vingt~~)

Dix heures et demie ou 10 h 30 (et non ~~10 h et demie~~)

Trois heures et quart de l'après-midi ou 15 h 15 (et non ~~3 h 15 de l'après-midi~~) (p. 52)

Extrait 11

À la fin d'une énumération, on fait précéder *etc.* d'une virgule (on peut se rappeler que *etc.*, bien qu'étant une abréviation, reste un mot que l'on coordonne, au même titre que les autres mots, avec la virgule). En revanche, pas de virgule avant les points de suspension (on peut se rappeler que deux signes de ponctuation se suivent rarement).

Les Lilliputiens apprécient Gulliver pour sa gentillesse, son courage, sa bonté, etc. (ou pour sa gentillesse, son courage, sa bonté...) (p. 20)

Extrait 12

Les crochets suivent les mêmes règles d'emploi que les parenthèses : on ne les fera donc jamais précéder d'une virgule, d'un point-virgule ou d'un deux-points. (p. 25)

Extrait 13

La plupart des noms de religion ne dérivent pas d'un nom propre et on les écrit de façon naturelle sans majuscule. Il n'y a pas de raison de faire autrement pour ceux qui sont formés sur un nom propre.

le catholicisme, le judaïsme, le protestantisme, l'islam (p. 38)

Extrait 14

- On ne met jamais de trait d'union après les pronoms qui précèdent le verbe. Ainsi, il ne peut y avoir de trait d'union entre *y* et *a* dans *y a-t-il...* ou entre *il, vous* (ou *te*) et *plaît* dans *s'il vous plaît* (*s'il te plaît*).
- De même, on ne met pas de trait d'union entre *ce* et *que* dans *est-ce que*, car *que* n'est pas un pronom. (p. 46)

Extrait 15

À la 3^e personne du pluriel, le verbe se termine toujours par *t*. Il n'y a donc jamais besoin de mettre *-t-* devant les pronoms *ils* et *elles*.

Prennent-ils ces remarques au sérieux ? (et non ~~*prennent-t-ils...*~~)

Qu'attendent-elles de lui ? (et non ~~*qu'attendent-t-elles...*~~) (p. 47)

Extrait 16

Il ne faut pas confondre la locution adverbiale *à demi* (employée avec un adjectif et qui n'est jamais suivie du trait d'union) avec la construction dans laquelle *à* est suivi d'un nom composé avec *demi*, qui est alors toujours suivi du trait d'union.

Une porte à demi ouverte est à demi fermée.

Vous pouvez voyager à demi-tarif sous certaines conditions. (p. 51)

Extrait 17

Pour s'assurer qu'un participe passé reste invariable devant un nom, on vérifie qu'on peut le remplacer par une préposition ou une locution prépositive.

vu la cruauté du Minotaure (= à cause de la cruauté du Minotaure) *personne, excepté Ariane et Thésée* (= personne, sauf Ariane et Thésée) (p. 138)

Extrait 18

Lorsque *avoir l'air* s'applique à un nom non animé (objet, chose), il est à prendre dans le sens de « sembler, paraître ». L'adjectif s'accorde alors avec ce nom.

Les deux détectives trouvent que leur enquête a l'air bien compliquée. (p. 147)

Extrait 19

Pas de *s* sans *x* ni de *x* sans *s* : aucune de ces deux lettres ne s'entend. Il faut donc bien penser à les mettre toutes les deux quand le pronom est au pluriel.

le combat auquel les mineurs participent
les combats auxquels les mineurs participent
les luttes auxquelles les mineurs participent (p. 159)

Extrait 20

- On peut se rappeler que *un* reste invariable quand il est ordinal, en pensant aux années : on dira bien *un* et non pas *une* pour *année* 2001, ce qui prouve qu'il n'y a pas d'accord.
- *Un* ne peut se mettre au pluriel que dans les pronoms indéfinis (il ne sert pas à exprimer un nombre) : *quelques-uns, les uns...*

Quand il est ordinal ou cardinal (il exprime un nombre), il ne prend jamais la marque du pluriel.

*les trente et **un** jours des mois impairs* (et non *les ~~trente-et-uns-jours~~*) (p. 175)

Annexe 4 : extrait d'un carnet de bord

A1. On poursuit ici l'enquête sur la question « Pourquoi faudrait-il réduire les émissions de CO₂ et comment le faire ? ».

a) Penchons-nous sur l'extrait suivant, signé par la géographe Yvette Veyret, de l'ouvrage *Comprendre le développement durable* (pp. 41-42) :

Le réchauffement climatique

Depuis la Conférence de Rio, le thème du réchauffement climatique n'a cessé d'occuper le devant de la scène médiatique; les discours tous plus dramatiques les uns que les autres ont montré les conséquences du processus de réchauffement : montée du niveau marin, disparition de certaines îles du Pacifique, ennoyage des espaces littoraux bas, déplacement des grands domaines climatiques, modification des précipitations, fonte du pergélisol, des glaciers y compris les grands inlandsis, augmentation des temps forts du climat, donc des risques pour les populations, modifications des écosystèmes et donc de la biodiversité. Ces derniers sont particulièrement inacceptables pour les tenants d'une « nature en équilibre », celle des permanences et de l'atemporalité que nous avons évoquée dans le chapitre II.

Le réchauffement s'inscrit dans les fluctuations naturelles des climats terrestres survenues à diverses échelles temporelles, plusieurs millions d'années, cent mille ans, et dix mille (au Quaternaire), puis mille ans (au cours de l'Holocène) et de manière plus brève encore quelques siècles (Petit Age Glaciaire) ou quelques années. Il pose la question de la part des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans le processus. En dépit du large consensus qui semble émaner du groupe d'experts chargés d'analyser le climat et son évolution (GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, créé en 1988), le constat d'un réchauffement de la planète ne fait pas l'unanimité. Certains travaux semblent indiquer que si des espaces se réchauffent (Sud de la Russie, Asie méridionale, Australie, Europe de l'Ouest) d'autres se refroidissent : Nord-Est de l'Afrique, bassin méditerranéen central et oriental, extrême Nord de l'Europe, Nord-Est de l'Amérique. Comment interpréter cela ? Quelle sera la durée de cet épisode ?

Mais des questions plus complexes encore surgissent quand on envisage les modèles proposés par les physiciens de l'atmosphère. Le nombre de paramètres est tel et leurs interrelations si complexes que l'on doit s'interroger sur les marges d'incertitudes associées à la modélisation. On est loin des certitudes, ou à tout le moins de ce que les médias présentent comme des

certitudes. La rigueur scientifique doit conduire à plus de nuances, ce qui n'exclut pas de mettre en œuvre le principe de précaution et les autres solutions évoquées dans le chapitre I.

b) Ici, le fait du réchauffement de la planète cesse d'être un postulat non questionnable ; et surtout « la part des gaz à effet de serre d'origine anthropique dans le processus » du réchauffement éventuel apparaît elle-même comme plus incertaine que cela ne nous était apparu jusqu'ici. Ce tableau plus nuancé, plus incertain invite d'autant plus à aller plus loin dans l'enquête amorcée.

A2. Une enquête sur une question donnée peut se matérialiser en un ou plusieurs *parcours d'étude et de recherche*

a) Étant donné ce que nous avons rencontré jusqu'ici, un point de départ non déraisonnable consiste à interroger l'article que l'encyclopédie Wikipédia consacre à l'effet de serre (http://fr.wikipedia.org/wiki/Effet_de_serre). Voici d'abord le texte de la section intitulée « Mécanisme sur Terre » (de l'effet de serre). Les mots ou expressions **en bleu** portent des liens vers les articles correspondants de l'encyclopédie :

Lorsque le **rayonnement solaire** atteint l'**atmosphère terrestre**, une partie (environ 28,3 %) est directement **réfléchie**, c'est-à-dire renvoyée vers l'espace, par l'**air**, les **nuages** blancs et la surface claire de la **Terre**, en particulier les régions blanches et glacées comme l'**Arctique** et l'**Antarctique**, c'est l'**albédo** qui n'est pas représenté sur le schéma. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (20,7 %) et/ou la surface terrestre (51 %).

Cette dernière partie du **rayonnement** absorbée par la surface du sol lui apporte de la **chaleur**, autrement dit de l'**énergie**, qu'elle restitue à son tour, le jour comme la nuit, en direction de l'atmosphère sous forme de **rayons infrarouges** lointains en l'occurrence, dans la plage 8-13 μm principalement. C'est le « rayonnement du **corps noir** ». Ce rayonnement est alors absorbé en partie par les **gaz à effet de serre**, ce qui réchauffe l'atmosphère. Puis dans un troisième temps, cette **chaleur** est réémise dans toutes les directions, notamment vers la Terre.

C'est ce **rayonnement** qui retourne vers la Terre qui constitue l'effet de serre, il est à l'origine d'un apport supplémentaire de **chaleur** à la surface terrestre. Sans ce phénomène, la température moyenne sur Terre chuterait d'abord à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Puis, la **glace** s'étendant sur le globe, l'albédo terrestre augmenterait et la température se stabiliserait vraisemblablement à $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

On peut considérer l'atmosphère comme un réservoir d'énergie. Si l'effet de serre est plus efficace pour retenir l'énergie, en fait ralentir la déperdition de l'énergie, de ce réservoir se remplit – et l'énergie emmagasinée par la surface terrestre augmente.

En moyenne, l'énergie venue de l'espace et reçue par la Terre, et l'énergie de la Terre émise vers l'espace sont quasiment égales. Si ce n'était pas le cas, la température de surface de la Terre augmenterait sans cesse ou diminuerait sans cesse. En effet, si les échanges moyens d'énergie avec l'espace ne sont pas équilibrés, il y aura un stockage ou un déstockage d'énergie par la Terre. Ce déséquilibre provoquerait alors un changement de température de l'atmosphère (voir Réchauffement climatique).

L'effet de serre doit son nom à l'analogie entre l'atmosphère terrestre et une serre destinée à abriter des plantes. Les parois vitrées de la serre laissent entrer le rayonnement visible, qui transporte la majeure partie de l'énergie solaire, mais réfléchissent des rayonnements infrarouges, cause importante des pertes thermiques de tout corps (loi du corps noir). Le verre de la serre joue donc un rôle analogue à celui de l'atmosphère, qui contient les gaz à effet de serre.

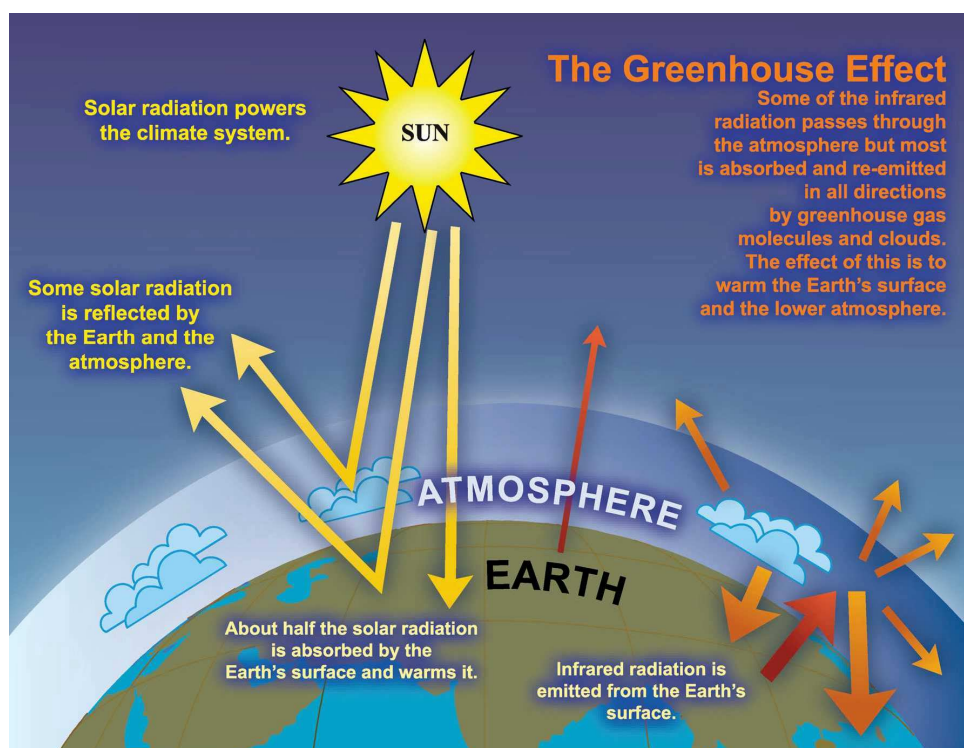
b) On en apprend ici un peu plus sur le rôle qui serait celui du CO₂ et des autres GES : ces gaz absorberaient une partie du « rayonnement infrarouge » provenant de la Terre, puis relâcherait la chaleur correspondante « dans toutes les directions, notamment vers la Terre ». On en vient alors à cette « définition » de l'effet de serre : « c'est ce rayonnement qui retourne vers la Terre qui constitue l'effet de serre. » Bien entendu, des points de difficulté nouveaux apparaissent. On peut par exemple trouver avantage à savoir ce que désigne le terme d'albédo, ce que précise ce court extrait de l'article de même nom de Wikipédia :

L'albédo est le rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente. On utilise une échelle graduée de 0 à 1, avec 0 correspondant au noir, pour un corps sans aucune réflexion, et 1 au miroir parfait, pour un corps diffusant dans toutes les directions et n'absorbant rien du rayonnement électromagnétique visible qu'il reçoit.

Dans la pratique, un corps est perçu comme blanc dès qu'il réfléchit au moins 80 % de la lumière d'une source lumineuse blanche. À l'inverse tout corps réfléchissant moins de 3 % de la lumière incidente paraît noir.

c) La description proposée de l'effet de serre peut être illustrée par le schéma ci-après, qui figure dans le chapitre 1 d'un document mentionné par Yves Cochet sous le titre *Climate*

Change 2007, qui n'est autre que le rapport du GIEC 2007 (on le trouvera à l'adresse suivante : http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_Ch01.pdf).



A3. Avant de s'arrêter à nouveau sur ce qui peut demeurer opaque pour nous, on contrôlera le passage cité par le ou les passages analogues de l'article correspondant *en anglais* (auquel on accède en cliquant, dans la marge de droite, dans l'encadré « Autres langues », sur [English](#)). On arrive ainsi à l'article "Greenhouse effect" qui offre d'abord la description suivante du mécanisme de base ("Basic mechanism") de l'effet de serre :

The Earth receives energy from the Sun mostly in the form of visible light. The bulk of this energy is not absorbed by the atmosphere since the atmosphere is transparent to visible light. 50% of the sun's energy reaches the Earth and is absorbed by the surface as heat. Because of its temperature, the Earth's surface radiates energy in infrared range. The Greenhouse gases are not transparent to infrared radiation so they absorb infrared radiation. Infrared radiation is absorbed from all directions and is passed as heat to all gases in the atmosphere. The atmosphere also radiates in the infrared range (because of its temperature, in the same way the Earth's surface does) and does so in all directions. The surface and lower atmosphere are warmed because of the greenhouse gases and makes our life on earth possible.

a) Cet extrait comporte quelques points qui méritent une compréhension plus approfondie. À cause de sa température, y lit-on, la Terre émet de l'énergie sous forme de radiations infrarouges. Le fait qu'il s'agisse d'ondes infrarouges serait donc lié à la température du corps qui émet l'énergie. Apparemment, ces radiations infrarouges – qui, d'après l'article en français, auraient une longueur d'onde comprise environ entre 8 et 13 μm (un micromètre est égal à un millième de millimètre) – sont alors absorbées par les GES présents dans l'atmosphère et la chaleur qui en résulte diffuse dans l'atmosphère. Toujours pour des raisons de température (de l'atmosphère, cette fois), l'atmosphère émet des radiations infrarouges, dont une partie va chauffer les basses couches de l'atmosphère et la Terre – ce serait cela « l'effet de serre ».

b) Il peut être utile, en ce point, de clarifier un peu la question des « radiations infrarouges ». On a vu plus haut que le passage de l'article « Effet de serre » proposait un lien porté par l'expression [rayons infrarouges](#) : ce lien conduit à l'article « Infrarouge », dans lequel on trouve le développement que voici (on se rappellera qu'un nanomètre, 1 nm, est égal à 10^{-9} mètre, donc à un millième de micromètre – le micromètre était appelé autrefois *micron* ; et que le zéro de la température absolue, 0 K, se situe à $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ environ) :

Le nom signifie « en deçà du rouge » (du [latin](#) *infra* : « plus bas »), car l'infrarouge est une onde [électromagnétique](#) de fréquence inférieure à celle de la lumière rouge (et donc de longueur d'onde supérieure à celle du [rouge](#) qui va de 500 à 780 nm. La longueur d'onde de l'infrarouge est comprise entre 780 nm et 1 000 000 nm.

L'infrarouge est subdivisé en IR proche (PIR : de 0,78 μm à 1,4 μm), IR moyen (MIR : de 1,4 à 3 μm) et IR lointain (de 3 μm à 1 000 μm). Cette classification n'est cependant pas universelle : les frontières varient d'un domaine de compétence à l'autre sans que l'on ne puisse donner raison à qui que ce soit. Le découpage peut être lié à la longueur d'onde (ou à la fréquence) des émetteurs, des récepteurs (détecteurs), ou encore aux bandes de transmission atmosphérique.

L'infrarouge est associé à la [chaleur](#) car, à [température](#) ambiante ordinaire, les objets émettent spontanément des radiations dans le domaine infrarouge ; la relation est modélisée par la loi du rayonnement du [corps noir](#) dite aussi [loi de Planck](#). La longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir porté à une [température](#) absolue T (en [kelvin](#)) est donnée par la relation $2\,898/T$ connue sous le nom de loi du [déplacement de Wien](#). Cela signifie qu'à température ambiante ordinaire (T aux environs de 300 K), le maximum d'émission se situe aux alentours de 10 μm , la plage concernée étant 8-13 μm . Sur la terre, un [téléscope](#) observant dans cette gamme de longueur d'onde serait donc aveuglé par le [fond thermique](#) émis par les objets

environnants, c'est pourquoi on envoie les télescopes infrarouges dans l'espace. Cette association entre l'infrarouge et la chaleur n'est cependant due qu'à la gamme de température observée sur la terre. Il est parfaitement possible de générer un rayonnement infrarouge qui ne soit pas thermique, c'est-à-dire dont le spectre ne soit pas celui du corps noir ; par exemple, les [diodes électroluminescentes](#) utilisées dans les [télécommandes](#) « n'émettent pas de chaleur ».

c) Plus encore que dans les textes antérieurement examinés, on doit ici faire fonctionner la *dialectique des boîtes noires et des boîtes claires*, associée à quelques gestes « excriptifs » simples – par exemple le calcul du quotient de 2898 par 300 (on a $2898 \div 300 = 9,66$) pour contrôler l'affirmation que « le maximum d'émission se situe aux alentours de $10\ \mu\text{m}$ ». En un premier parcours, on pourra laisser leur statut (éventuel) de boîtes noires aux expressions « corps noir », « loi de Planck », etc. Pour abaisser un peu le niveau de gris, on peut par exemple considérer le graphique ci-après, extrait de l'article « Infrarouge » déjà cité.

Spectre électromagnétique															[Enrouler]
Spectre électromagnétique : Radioélectricité • Spectre radiofréquence • Bandes VHF-UHF • Spectre micro-ondes															
Fréquence Longueur d'onde	9 kHz 33 km	1 GHz 30 cm	300 GHz 1 mm	3 THz 100 μm	405 THz 746 nm	480 THz 625 nm	508 THz 590 nm	530 THz 565 nm	577 THz 520 nm	612 THz 490 nm	690 THz 435 nm	750 THz 400 nm	30 PHz 10 nm	30 EHz 5 pm	
Bande		ondes radio	micro-ondes	térahertz	infrarouge	rouge	orange	jaune	vert	cyan	bleu	violet	ultraviolet	rayons X	rayons γ
			rayonnements pénétrants			lumière visible								rayonnements ionisants	

On peut aussi trouver éclairant tel passage que, *a priori*, on n'aurait peut-être pas pensé à examiner ; ainsi en va-t-il ici du passage suivant relatif à l'« histoire » de l'infrarouge :

Le rayonnement infrarouge est intuitivement perceptible par la simple exposition de la peau à la chaleur émise par une source chaude dans le noir, mais il ne fut prouvé qu'en 1800 par [William Herschel](#), un [astronome anglais](#) d'origine [allemande](#), au moyen d'une expérience très simple : Herschel a eu l'idée de placer un [thermomètre](#) à [mercure](#) dans le [spectre](#) obtenu par un [prisme](#) de verre afin de mesurer la chaleur propre à chaque couleur. Le thermomètre indique que la chaleur reçue est la plus forte du côté rouge du spectre, y compris au delà de la zone de lumière visible, là où il n'y avait plus de lumière. C'était la première expérience montrant que la chaleur pouvait se transmettre indépendamment d'une lumière visible (ce phénomène était parfois appelé à l'époque la *chaleur obscure*).

Il a dans le même temps montré qu'un prisme pouvait dévier un rayon calorique.

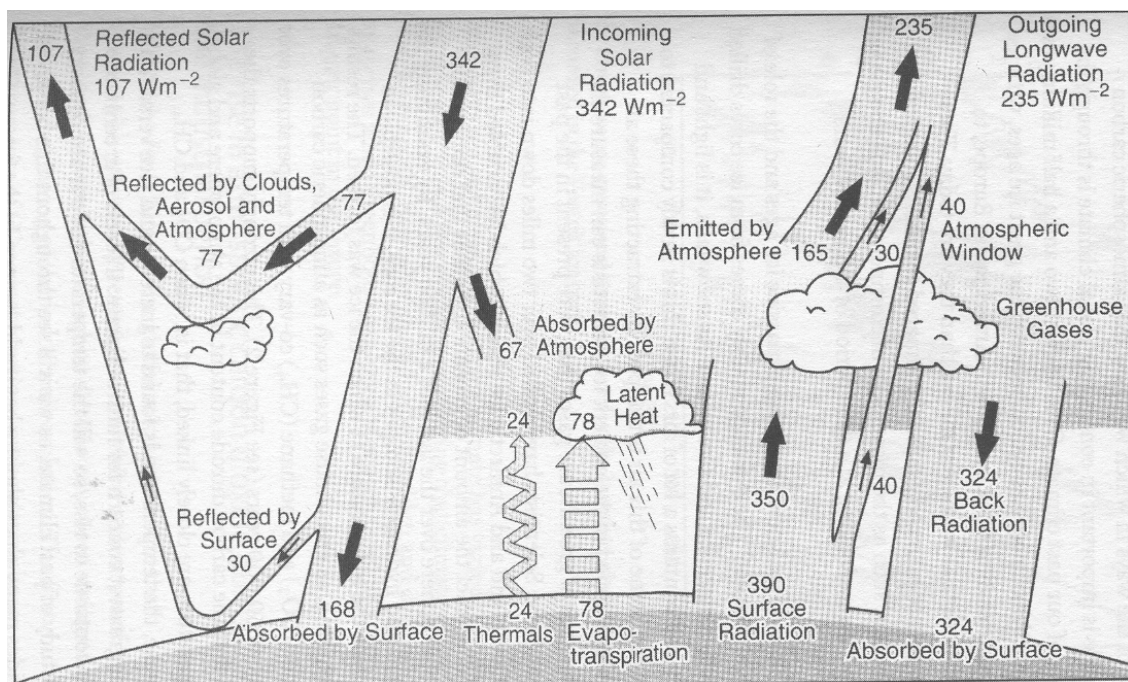
A4. Poursuivons maintenant le « contrôle » de l'article « Effet de serre » (en français) à l'aide de l'article “Greenhouse effect” (en anglais).

a) Après la section intitulée “Basic mechanism” figure une section plus développée, ainsi que son nom l’indique : “Detailed explanation”. Il s’agit là d’un passage qui suppose une certaine *persévérance épistémologique et didactique*. Nous le découvrirons en deux temps : en voici la première partie :

The Earth receives energy from the Sun in the form of **radiation**. Most of the energy is in visible wavelengths and in infrared wavelengths that are near the visible range (often called “near infrared”). The Earth **reflects** about 30% of the incoming solar radiation. The remaining 70% is absorbed, warming the land, atmosphere and ocean.

For the Earth’s temperature to be in **steady state** so that the Earth does not rapidly heat or cool, this absorbed **solar radiation** must be very closely balanced by energy radiated back to space in the **infrared** wavelengths. Since the intensity of infrared radiation **increases with increasing temperature**, one can think of the Earth’s temperature as being determined by the infrared flux needed to balance the absorbed solar flux. The **visible solar radiation** mostly heats the surface, not the atmosphere, whereas most of the infrared radiation escaping to space is emitted from the upper atmosphere, not the surface. The infrared photons emitted by the surface are mostly absorbed in the atmosphere by greenhouse gases and clouds and do not escape directly to space. The reason this warms the surface is most easily understood by starting with a simplified model of a purely radiative greenhouse effect that ignores energy transfer in the atmosphere by **convection** (sensible heat transport, **Sensible heat flux**) and by the **evaporation** and **condensation** of **water vapor** (latent heat transport, **Latent heat flux**). In this purely radiative case, one can think of the atmosphere as emitting infrared radiation both upwards and downwards. The upward infrared flux emitted by the surface must balance not only the absorbed solar flux but also this downward infrared flux emitted by the atmosphere. The surface temperature will rise until it generates thermal radiation equivalent to the sum of the incoming solar and infrared radiation.

b) Explicitement, on a là une description « simplifiée », qui permet d’imaginer le mécanisme de réchauffement éventuel (quand on a dépassé les conditions du *steady state*, de l’état stationnaire) : l’élévation de la température de la Terre engendre un flux d’énergie vers l’atmosphère qui va compenser le flux de l’énergie solaire absorbée par la Terre *plus* le rayonnement infrarouge envoyé vers la Terre par l’effet de serre. On peut visualiser ce modèle, de façon plus précise, par le schéma reproduit par Mark Maslin dans son livre *Global Warming. A Very Short Introduction* (Oxford University Press, 2009, p. 5), sur lequel un certain travail peut être accompli.



c) Voici maintenant la seconde partie du passage visité :

A more realistic picture taking into account the convective and latent heat fluxes is somewhat more complex. But the following simple model captures the essence. The starting point is to note that the opacity of the atmosphere to infrared radiation determines the height in the atmosphere from which most of the photons are emitted into space. If the atmosphere is more opaque, the typical photon escaping to space will be emitted from higher in the atmosphere, because one then has to go to higher altitudes to see out to space in the infrared. Since the emission of infrared radiation is a function of temperature, it is the temperature of the atmosphere at this emission level that is effectively determined by the requirement that the emitted flux balance the absorbed solar flux.

But the temperature of the atmosphere generally decreases with height above the surface, at a rate of roughly 6.5 °C per kilometer on average, until one reaches the [stratosphere](#) 10-15 km above the surface. (Most infrared photons escaping to space are emitted by the [troposphere](#), the region bounded by the surface and the stratosphere, so we can ignore the stratosphere in this simple picture.) A very simple model, but one that proves to be remarkably useful, involves the assumption that this temperature profile is simply fixed, by the non-radiative energy fluxes. Given the temperature at the emission level of the infrared flux escaping to space, one then computes the surface temperature by increasing temperature at the rate of 6.5 °C per kilometer, the environmental [lapse rate](#), until one reaches the surface. The more opaque the atmosphere,

and the higher the emission level of the escaping infrared radiation, the warmer the surface, since one then needs to follow this lapse rate over a larger distance in the vertical. While less intuitive than the purely radiative greenhouse effect, this less familiar *radiative-convective* picture is the starting point for most discussions of the greenhouse effect in the [climate modeling](#) literature.

d) Pour les besoins de la cause, nous admettrons ici que le mécanisme proposé ici nous reste... opaque ; et nous retiendrons seulement la fin de l'extrait, qui indique que le modèle évoqué est le point de départ de la plupart des débats à propos du rôle de l'effet de serre dans les prédictions climatiques actuelles – ce qui indique au moins qu'il y a débat entre les spécialistes eux-mêmes !

e) Un aspect inattendu que l'on peut découvrir au passage concerne l'expression même d'effet de serre. L'article "Greenhouse effect" comporte encore, en effet, le passage suivant :

The term "greenhouse effect" can be a source of confusion as actual greenhouses do not function by the same mechanism the atmosphere does. Various materials at times imply incorrectly that they do, or do not make the distinction between the processes of radiation and convection.

The term "greenhouse effect" originally came from the greenhouses used for gardening, but as mentioned the mechanism for greenhouses operates differently. Many sources make the "heat trapping" analogy of how a greenhouse limits convection to how the atmosphere performs a similar function through the different mechanism of infrared absorbing gases.

A greenhouse is usually built of glass, plastic, or a plastic-type material. It heats up mainly because the sun warms the ground inside it, which then warms the air in the greenhouse. The air continues to heat because it is confined within the greenhouse, unlike the environment outside the greenhouse where warm air near the surface rises and mixes with cooler air aloft. This can be demonstrated by opening a small window near the roof of a greenhouse: the temperature will drop considerably. It has also been demonstrated experimentally (Wood, 1909) that a "greenhouse" with a cover of rock salt heats up an enclosure similarly to one with a glass cover. Greenhouses thus work primarily by preventing convection; the atmospheric greenhouse effect however reduces radiation loss, not convection.

Dans l'article mentionné de R. W. Wood (1909), "Note on the Theory of the Greenhouse", on lit notamment ceci.

I have always felt some doubt as to whether this action played any very large part in the elevation of temperature. It appeared much more probable that the part played by the glass was the prevention of the escape of the warm air heated by the ground within the enclosure. If we open the doors of a greenhouse on a cold and windy day, the trapping of radiation appears to lose much of its efficacy. As a matter of fact I am of the opinion that a greenhouse made of a glass transparent to waves of every possible length would show a temperature nearly, if not quite, as high as that observed in a glass house. The transparent screen allows the solar radiation to warm the ground, and the ground in turn warms the air, but only the limited amount within the enclosure. In the "open," the ground is continually brought into contact with cold air by convection currents.

A5. Ce qui a été fait jusqu'ici rappelle que l'« information » reçue spontanément à travers les grands médias et même par des canaux plus spécialisés suppose en règle générale une *réception critique*.

a) L'effet de serre, par exemple, ne saurait être compris à partir de la seule comparaison avec une serre de jardin. De même, le passage suivant, rencontré plus haut, devrait alerter l'esprit critique du citoyen ou du futur citoyen : « Sans cet effet naturel bénéfique, la température moyenne à la surface de la Terre ne serait pas de + 15 °C mais de -18 °C ! » On doit en effet s'interroger à propos de la dissymétrie entre les deux températures avancées : +15 °C et - 18 °C. D'où ces valeurs numériques peuvent-elles bien provenir ?

b) Pour la première, il s'agit, peut-on penser, du résultat d'un calcul exploitant des relevés de températures faits tout autour du globe terrestre. C'est ce que semble confirmer ce passage d'un ouvrage écrit par deux chercheurs spécialistes, Hervé Le Treut et Jean-Marc Jancovici, *L'effet de serre. Allons-nous changer le climat ?* (Flammarion, 2004, pp. 79-80) :

Établir un diagnostic de l'évolution du climat requiert de choisir des indices intégrant ce qui peut se passer un peu partout sur la planète. Le plus utilisé est la température moyenne au sol, température qui, depuis le début de l'ère industrielle, a augmenté de 0,6 à 0,9 degré – une augmentation qui paraît supérieure aux variations naturelles du climat estimées sur le dernier millénaire.

Quel crédit accorder à cette estimation ? La mesure des températures moyennes au sol est certes difficile, mais s'est affinée au fil des années. La mise en place d'un réseau de mesures

météorologiques systématiques sur les continents date d'à peine plus d'un siècle. Les équipes scientifiques qui ont entrepris d'analyser ces données ont dû rapidement travailler à l'élimination de plusieurs sources d'erreurs, dues notamment à l'interaction de facteurs non strictement climatiques. Les stations situées au centre d'agglomérations en plein développement sont affectées par l'effet « îlot de chaleur » d'une concentration urbaine, qui provient à la fois du chauffage, de la circulation automobile et de l'inertie thermique des bâtiments. Certaines ont néanmoins pu être placées à proximité des aéroports. Pendant la même période, les mesures systématiques de la température de l'eau de mer par les bateaux se sont généralisées. Là aussi, l'analyse de ces données a réclamé un travail difficile et soigneux : les équipes scientifiques qui ont effectué ces études ont recensé les méthodes en usage dans chaque marine, civile ou militaire, pour en corriger les biais : la température varie selon qu'on utilise un seau en bois plutôt qu'un seau en fer pour recueillir l'eau ; de même, la température mesurée sur le bateau à la prise d'eau des machines est différente de celle mesurée par un thermomètre directement plongé dans l'eau. Ces scientifiques ont également recoupé les données marines et terrestres en utilisant les stations météorologiques sur les îles, afin de réduire leur marge d'erreur. Autre obstacle à une mesure précise : les points de mesure ne sont pas distribués de manière égale à la surface du globe, et des méthodes statistiques sophistiquées ont été nécessaires pour pondérer les moyennes en fonction de la représentativité de chaque mesure.

Nous avons désormais une base beaucoup plus solide pour valider ces calculs : depuis deux décennies, des satellites effectuent des mesures de la température de surface, mesures régulièrement distribuées sur la planète, et permettent d'établir des moyennes en bonne continuité avec les estimations antérieures.

c) On notera que cette température moyenne est le fruit d'une procédure complexe, qui requiert, selon les auteurs, des techniques mathématiques « sophistiquées ». Cela dit, d'où provient alors la température -18°C ? Celle-ci ne peut guère avoir été *mesurée* (ou du moins déterminée par prise de moyenne à partir de relevés de températures). Il est raisonnable de penser qu'elle provient d'un *modèle théorique mathématique* : là-dessus, le lecteur intéressé pourra poursuivre l'enquête, par exemple en suivant, dans l'article "Greenhouse effect" de Wikipedia, le lien porté par le texte "Idealized greenhouse model"...

A6. Faute d'une réception critique appropriée, le corpus des praxéologies qui diffusent dans la société (parfois par le truchement de l'école !) tend à constituer un credo dogmatique et naïf, outillage fragile générateur de débats et de prises de position sinon toxiques, du moins souvent sans pertinence.

a) La simplification qui va de pair, en règle générale, avec la fabrication d'un « catéchisme » peut laisser à la merci d'informations « paradoxales » pour une culture de sens commun en matière de développement durable. Voici un exemple décrit par un article paru dans le quotidien *Le Monde* dans son édition du 24 avril 2009 sous la signature de Véronique Labonté (l'article de la revue *Nature* qui y est mentionné peut être obtenu à l'adresse suivante : <http://www.nature.com/nature/journal/v458/n7241/full/nature07949.html>) :

La pollution de l'air freinerait le réchauffement

Dépolluer l'atmosphère peut-il aggraver le réchauffement du climat ? Il y a quelques semaines, des chercheurs avaient annoncé qu'un ciel plus clair, débarrassé de ses aérosols, pourrait contribuer à augmenter les températures au sol. Une équipe britannique décrit dans la revue *Nature* du 23 avril un autre phénomène, qui concourt au même résultat.

Elle a ainsi calculé que les particules en suspension dans l'atmosphère, en contribuant à la diffusion du rayonnement solaire, ont tendance à accroître le processus de photosynthèse et, par conséquent, à augmenter l'absorption par le sol et les plantes du CO₂, principal gaz à effet de serre. Quand l'air est pur, au contraire, le rayonnement est direct et les végétaux se font eux-mêmes de l'ombre, ce qui diminue leur capacité à capter le CO₂ atmosphérique.

L'accroissement de la pollution de l'air entre 1960 et 1999 aurait conduit à une augmentation de 25 % du stockage de carbone par les végétaux. « *L'augmentation de la photosynthèse par le rayonnement diffus était quelque chose de connu, mais il n'avait jamais été appliqué au cycle du carbone* », explique Olivier Boucher, directeur de l'équipe climat, chimie et écosystèmes au Met Hadley Center, et cosignataire de l'étude.

La pollution atmosphérique a cependant un autre effet, antagoniste : plus l'air est pollué, moins les rayons du Soleil parviennent à la surface de la Terre. C'est ce qu'on appelle l'obscurcissement global. Si l'on déduit la perte de stockage de CO₂ causée par ce phénomène, les chercheurs estiment à 10 % l'augmentation nette du puits de carbone causée par la pollution atmosphérique.

UNE SEULE SOLUTION...

« *Nous avons des études parcellaires sur le phénomène, réalisées dans certaines régions géographiques précises, mais c'est la première fois qu'une étude mondiale est effectuée* », explique l'auteur principal, Lina Mercado.

Ces résultats viennent ajouter une nouvelle dimension à la lutte contre le réchauffement climatique. « *L'effet de réduction de la pollution de l'air au cours du prochain siècle ne sera pas dramatique puisqu'il est impossible d'éliminer toutes les particules en suspension dans*

l'atmosphère », estime Olivier Boucher. Mais ces nouvelles données soulignent le risque à long terme d'une perte de capacité du puits de carbone végétal. Pour contrer ce phénomène, il ne semble y avoir qu'une seule solution... réduire au maximum les émissions de CO₂.

b) Dans le travail à réaliser, il faudra éviter de « recopier » hâtivement des passages d'ouvrages dont la première vertu est leur diffusion commerciale, et cela à propos d'une question qui elle-même aurait été choisie parce qu'on avait cru trouver dans ces ouvrages une réponse toute faite – la question se déduisant alors de la « réponse » supposée ! Une telle façon de faire, inspirée peut-être de mauvaises pratiques scolaires ou universitaires, est à l'opposé de l'idée d'*enquête*...

Université de Provence - Département des sciences de l'éducation

Licence 2010-2011

UE SCEF 53 : Éducation au développement durable

Yves Chevallard

y.chevallard@free.fr

Éléments de didactique du développement durable

Notes & documents

Leçon 4. Quelle éducation au développement durable ?

4.1. L'institution scolaire : conditions et contraintes

4.1.1. Quelle éducation au développement durable diffuse l'école française ? Telle est la question que nous étudierons sommairement dans ce qui suit. Le site Web du ministère de l'Éducation nationale propose une page intitulée « L'éducation au développement durable » (<http://www.education.gouv.fr/cid205/l-education-au-developpement-durable.html>). Un bref chapeau donne le ton :

L'éducation au développement durable (EDD) permet d'appréhender la complexité du monde dans ses dimensions scientifiques, éthiques et civiques. Transversale, elle figure dans les programmes d'enseignement. Enseignants et personnels d'encadrement y sont formés et l'intègrent dans le fonctionnement des établissements.

La première assertion ne dit pas ce que serait l'EDD mais en expose l'un des buts, « appréhender la complexité du monde dans ses dimensions scientifiques, éthiques et civiques », ce qui n'est peut-être pas spécifique de l'EDD. La deuxième assertion, qui articule deux propositions dont le rapprochement paraît troublant, énonce une disposition cruciale : l'EDD est « transversale » (elle n'appartient en propre à aucune des disciplines enseignées), en même temps qu'elle « figure dans les programmes d'enseignement », c'est-à-dire qu'elle

est donnée en partage à l'ensemble des disciplines d'enseignement... En d'autres termes, le développement durable ne fait pas l'objet d'une « sous-discipline » de l'une des disciplines enseignées « de plein exercice » mais est distribué entre l'ensemble des matières scolaires ; à plus forte raison ne fait-il pas l'objet d'une discipline à part entière ! La troisième assertion, elle-même double comme l'assertion précédente, indique que l'EDD n'est pas davantage l'affaire d'une catégorie de personnel particulière : chacun dans l'établissement doit en avoir le souci et y est reconnu apte. En d'autres termes, il n'y a pas – officiellement – de personnel spécialisé, pas d'horaires, pas de compétences certifiées – à chacun d'agir !

4.1.2. La page Web évoquée dans ce qui précède a le sommaire que voici :

Objectifs

Une mise en œuvre progressive

Une éducation ancrée dans toutes les disciplines

Textes de référence

On notera d'emblée le titre de la troisième section : « Une éducation ancrée dans toutes les disciplines ». Commençons par les objectifs de l'EDD, formulés ainsi :

La compréhension des relations entre les questions environnementales, économiques, socioculturelles doit aider les élèves à mieux percevoir :

- l'interdépendance des sociétés humaines
- la nécessité d'adopter des comportements qui tiennent compte de ces équilibres
- l'importance d'une solidarité à l'échelle mondiale

On retrouve ici l'insistance sur l'abord de la complexité du monde. Mais on notera aussi le risque de conflit entre les deux premiers points en lesquels ce souci se déploie : ainsi qu'on l'a vu, le deuxième point – « la nécessité d'adopter des comportements qui tiennent compte de ces équilibres » – est fréquemment interprété en termes solipsistes, égocentrés, alors que le premier point – « l'interdépendance des sociétés humaines » – requiert, semble-t-il, un point de vue *excentré par rapport à soi* et, notamment, une familiarité avec *la dialectique de l'individu et du collectif* (sur laquelle nous allons revenir). Le troisième point est ambigu : sa prise en compte semble pouvoir se satisfaire, paradoxalement, d'un point de vue autocentré, qui appréhende le monde – le macrocosme – à partir seulement de son petit monde à soi – son microcosme.

4.1.3. La section intitulée « Une mise en œuvre progressive » rappelle d’abord trois dates clés :

1977 : une circulaire donne naissance à l’éducation à l’environnement en France

2004 : elle devient l’éducation à l’environnement et au développement durable

2007 : une circulaire définit « l’éducation au développement durable »

On notera trois expressions successives : tout d’abord (1977), on parle d’éducation à *l’environnement* ; ensuite (2004), d’éducation à *l’environnement et au développement durable* (qui donne lieu au sigle EEDD) ; enfin (2007), d’éducation *au développement durable* (EDD). Cette section souligne en outre que l’EDD est la contribution de l’école à une « stratégie » *nationale* :

L’éducation au développement durable accompagne la stratégie nationale de développement durable. L’EDD fait partie intégrante de la formation initiale des élèves, dans l’ensemble des écoles et des établissements scolaires.

En d’autres termes, chaque futur citoyen reçoit à l’école une formation spécifique au développement durable, qui lui donne, en la matière, une partie de son « équipement praxéologique » sur laquelle la Nation doit pouvoir compter.

4.1.4. La troisième section, intitulée dans le sommaire reproduit ci-dessus « Une éducation ancrée dans toutes les disciplines », s’intitule en fait, plus complètement, « Une éducation ancrée dans toutes les disciplines, tout au long de la scolarité ». Ainsi sont soulignés deux principes : d’abord, toutes les disciplines concourent à l’EDD sans qu’aucune en ait l’apanage ; ensuite, cette éducation se poursuit tout au long de la formation scolaire : elle n’est pas l’affaire d’une période particulière des études scolaires. Le texte appendu précise alors succinctement la place de l’EDD dans le paysage des études scolaires :

L’EDD intervient :

- dans les disciplines existantes : les problématiques du développement durable sont introduites dans les programmes et enseignements et par le biais de thèmes tels que l’eau ou l’énergie
- à des moments spécifiques : classes vertes, actions éducatives conduites avec des partenaires, etc.

Nous reviendrons sur ces indications ; le texte examiné précise alors que l'EDD se réalise notamment sous la forme « d'actions de sensibilisations » avant d'énumérer des sous-champs supposés du champ de la soutenabilité :

Plusieurs centaines d'actions de sensibilisations existent dans différents domaines :

- commerce équitable
- biodiversité
- alimentation
- santé
- nouvelles énergies
- tri des déchets
- etc.

Le travail producteur d'une supposée éducation au développement durable apparaît ainsi, *a priori*, éclaté en des « centaines » de morceaux, sans qu'à aucun moment une place semble donnée à un « enseignement suivi ».

4.1.5. La quatrième section de la page Web précise les « Textes de référence », au nombre de trois. Le premier est le texte de 2004 annoncé plus haut : il est intitulé « Généralisation d'une éducation à l'environnement pour un développement durable (EEDD) » et prend la forme d'une circulaire (n° 2004-110 du 8 juillet 2004) qu'on trouvera en ligne à l'adresse <http://www.education.gouv.fr/bo/2004/28/MENE0400752C.htm>. Le deuxième est le texte de 2007 déjà évoqué : intitulé « Seconde phase de généralisation de l'éducation au développement durable (EDD) », c'est une circulaire (n° 2007-077 du 29 mars 2007) qu'on trouvera à l'adresse <http://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm> (nous y revenons ci-après). Le troisième texte, enfin, est de 2008 : il s'agit d'une simple note de service (n° 2008-077 du 5 juin 2008) intitulée « Éducation au développement et à la solidarité internationale » (voir <http://www.education.gouv.fr/bo/2008/25/MENC0800492N.htm>). Dans ce qui suit, nous nous arrêterons un peu plus longuement sur les textes qui « encadrent », en principe, les pratiques scolaires relevant de l'EDD.

4.2. Que disent les textes ?

4.2.1. Examinons d'abord la circulaire du 29 mars 2007 ; en voici la première partie :

Enseignements élémentaire et secondaire

ÉDUCATION AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Seconde phase de généralisation de l'éducation au développement durable (EDD)

NOR : MENE0700821C

RLR : 525-0

CIRCULAIRE N°2007-077 DU 29-3-2007

MEN

DGESCO A1

Mivip

Texte adressé aux rectrices et recteurs d'académie ; aux inspectrices et inspecteurs d'académie, directrices et directeurs des services départementaux de l'éducation nationale ; aux responsables académiques de l'éducation au développement durable

C'est en 2004 que le premier plan triennal de généralisation de l'éducation à l'environnement pour un développement durable a été lancé. Depuis cette date, les programmes scolaires la prennent en compte progressivement, notamment ceux de sciences de la vie et de la Terre (SVT) et d'histoire-géographie. Par ailleurs, depuis 2005, les nouveaux programmes de mathématiques, de SVT, de sciences physiques et de chimie du cycle central du collège intègrent explicitement les questions de développement durable et préconisent des croisements disciplinaires.

Partout les projets se sont multipliés avec l'appui des ressources locales et parfois une dimension européenne. L'éducation nationale a su se mobiliser en faveur du développement durable et la première étape de la généralisation est largement une réussite.

Aujourd'hui, il s'agit d'aller plus loin en lançant la deuxième phase de généralisation. Le nouveau plan triennal en faveur de l'éducation au développement durable (EDD) couvrira la période 2007-2010 et s'articulera autour de trois axes prioritaires :

- Inscrire plus largement l'éducation au développement durable dans les programmes d'enseignement.
- Multiplier les démarches globales d'éducation au développement durable dans les établissements et les écoles.
- Former les professeurs et les autres personnels impliqués dans cette éducation.

Cette deuxième phase se développe dans un double contexte :

- un cadre institutionnel, avec la Charte de l’environnement qui inscrit les questions environnementales dans les grands principes de la République française depuis mars 2005 ;
- un nouveau cadre mondial voulu par l’Organisation des Nations unies : “la Décennie pour l’éducation au développement durable” déclinée au niveau européen par la stratégie de Vilnius. Elle élargit son champ à de nouvelles problématiques et à de nouveaux thèmes pour prendre pleinement en compte les trois volets – environnemental, économique, social et culturel – qui fondent le développement durable.

On retrouve là, bien entendu, des aspects déjà rencontrés : la circulaire invite ainsi à une meilleure prise en charge des questions de développement durable *par les diverses disciplines existantes*, en même temps qu’elle incite à « multiplier les démarches globales d’éducation au développement durable dans les établissements et les écoles », tout en mentionnant au passage la formation que devrait recevoir « les professeurs et les autres personnels impliqués dans cette éducation ».

4.2.2. Ce texte mentionne aussi plusieurs autres textes officiels. La *Charte de l’environnement*, promulguée le 1^{er} mars 2005, comporte dix articles (se reporter à l’adresse <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000790249&dateTexte=>) dont nous ne reproduisons ici que les articles 8 et 9 :

Article 8. – L’éducation et la formation à l’environnement doivent contribuer à l’exercice des droits et devoirs définis par la présente Charte.

Article 9. – La recherche et l’innovation doivent apporter leur concours à la préservation et à la mise en valeur de l’environnement.

Le deuxième texte mentionné est celui de la *Stratégie de la CEE pour l’éducation en vue du développement durable* adopté lors d’une « réunion de haut niveau des ministères de l’environnement et de l’éducation » tenue à Vilnius les 17 et 18 mars 2005. En voici un extrait significatif (<http://www.associations21.org/IMG/pdf/cep.ac.13.2005.3.rev.1.f.pdf>).

III. PRINCIPES

13. Il faut garder à l’esprit le fait que le sens du développement durable évolue. La construction d’une société viable devrait donc être considérée comme un processus d’apprentissage permanent, s’accompagnant d’une réflexion sur les problèmes et les difficultés, et dans lequel les bonnes réponses et les bonnes solutions ne cessent d’évoluer avec l’expérience. Les objectifs

de l'apprentissage en matière d'éducation en vue du développement durable devraient englober les connaissances, les compétences, la compréhension, les comportements et les valeurs.

14. L'éducation en vue du développement durable est encore en devenir en tant que notion large et globale recouvrant des questions interdépendantes d'ordre environnemental, économique et social. Elle élargit la notion d'éducation à l'environnement, qui de plus en plus aborde un vaste éventail de questions se rapportant au développement, et englobe aussi divers éléments du développement et d'autres formes d'éducation qui sont ciblées. L'éducation à l'environnement devrait donc être développée et complétée par d'autres disciplines dans le cadre d'une démarche globale.

15. Parmi les principaux thèmes du développement durable, citons la lutte contre la pauvreté, la citoyenneté, la paix, l'éthique, la responsabilité aux échelons local et mondial, la démocratie et la gouvernance, la justice, la sécurité, les droits de l'homme, la santé, l'égalité hommes-femmes, la diversité culturelle, l'aménagement rural et urbain, l'économie, les modes de production et de consommation, la responsabilité des entreprises, la protection de l'environnement, la gestion des ressources naturelles et la diversité biologique et du paysage. Il faut pour intégrer ces différents thèmes dans l'éducation en vue du développement durable adopter une approche intégrée.

16. La mise en œuvre de la Stratégie pour l'éducation en vue du développement durable devrait tenir compte des nécessités suivantes : amélioration de l'éducation de base, réorientation de l'éducation vers le développement durable, sensibilisation accrue du public et promotion de la formation.

17. L'éducation en vue du développement durable devrait encourager le respect et la compréhension des différentes cultures et intégrer leurs contributions. Il faudrait reconnaître le rôle des peuples autochtones qui devraient être associés à l'élaboration des programmes éducatifs. Les connaissances traditionnelles devraient être considérées et conservées comme faisant partie intégrante de l'éducation en vue du développement durable.

18. Il conviendrait d'inciter les apprenants, à tous les niveaux, à engager une analyse et une réflexion systémiques, critiques et créatives dans un contexte aussi bien local que global, comme préalable à des mesures concrètes en faveur du développement durable.

19. L'éducation en vue du développement durable est un processus permanent qui va de l'éducation préscolaire à l'enseignement supérieur et l'éducation des adultes et dépasse le cadre de l'éducation formelle. Comme les valeurs, le mode de vie et le comportement s'acquièrent très tôt, l'éducation est particulièrement importante pour les enfants. Du fait que l'apprentissage se fait à mesure que nous assumons nos différents rôles dans l'existence, l'éducation en vue du développement durable doit être considérée comme un processus « embrassant tous les aspects de la vie ». Il devrait imprégner les programmes d'enseignement à tous les niveaux, y compris

la formation professionnelle, la formation des éducateurs et la formation continue des cadres et des décideurs.

20. L'enseignement supérieur devrait contribuer sensiblement à l'éducation en vue du développement durable en inculquant les connaissances et les compétences appropriées.

21. L'éducation en vue du développement durable devrait tenir compte des diverses situations locales, nationales et régionales ainsi que du contexte mondial, et s'efforcer de parvenir à un équilibre entre les intérêts mondiaux et locaux.

22. L'éducation en vue du développement durable pourrait aussi contribuer au développement des zones rurales et urbaines en rendant l'éducation plus accessible et en améliorant la qualité. Les habitants des zones rurales, en particulier, en tireraient le plus grand profit.

23. La prise en compte de la dimension éthique, y compris les questions d'équité, de solidarité et d'interdépendance au sein de la génération actuelle et entre les générations, ainsi que des relations entre l'homme et la nature et entre les riches et les pauvres, est un élément central du développement durable et, partant, de l'éducation en vue du développement durable. La responsabilité, qui est le propre de l'éthique, acquiert un caractère concret dans le contexte de l'éducation en vue du développement durable.

24. L'éducation en vue du développement durable formelle devrait s'inspirer de l'expérience de la vie réelle et du travail en dehors de la salle de classe. Les éducateurs concernés jouent un rôle important en favorisant ce processus et en encourageant le dialogue entre les élèves et les étudiants, d'une part, et les autorités et la société civile, d'autre part. De cette manière, l'éducation en vue du développement durable permet à l'enseignement de sortir de son isolement par rapport à la société.

25. L'éducation en vue du développement durable met en œuvre des initiatives visant à instaurer un esprit de respect mutuel dans la communication et la prise des décisions, en privilégiant l'apprentissage participatif au lieu de se contenter de transmettre une information. Il faudrait donc reconnaître la contribution de cette éducation à un processus interactif et intégré de prise de décisions. Il faudrait aussi étudier sa contribution au développement et au renforcement de la démocratie participative, en particulier en rapport avec le règlement des conflits sociaux et la justice, notamment au moyen d'Action locale 21.

26. L'éducation en vue du développement durable exige une coopération et des partenariats entre toutes les parties prenantes. Les principaux acteurs sont les pouvoirs publics et les autorités locales, les enseignants et les scientifiques, le secteur de la santé, le secteur privé, l'industrie, les secteurs des transports et de l'agriculture, les syndicats, les médias, les organisations non gouvernementales, diverses communautés, les peuples autochtones et les organisations internationales.

27. L'éducation en vue du développement durable devrait promouvoir les accords multilatéraux sur l'environnement et les accords internationaux pertinents intéressant le développement durable.

a) On aura noté la dénomination « éducation *en vue* du développement durable », qui correspond à un double projet : un projet *éducatif* (doter les « individus » d'un certain équipement praxéologique) au service d'un projet *social et culturel* – que ces individus puissent œuvrer « en faveur d'une vie saine et féconde en harmonie avec la nature et respectueuse des valeurs sociales, de l'égalité entre les sexes et de la diversité culturelle ». Notons que, dans le cadre d'un enseignement *laïque*, on peut faire étudier – pour faire *connaître* – de supposées « valeurs », mais on ne saurait *inculquer* des valeurs, quelles qu'elles soient. (Il fut un temps où, par exemple, c'est le contraire de « l'égalité entre les sexes » qui était une « valeur » dans nos sociétés.) On pourra à cet égard s'interroger sur le contenu – ou plutôt sur les différents contenus, non nécessairement compatibles entre eux – de la notion de « vie saine », etc.

b) À ces difficultés, le texte examiné semble apporter une possibilité de résolution en affirmant que le contenu éducatif puisse varier selon les situations : « L'éducation en vue du développement durable doit tenir compte des situations locales, nationales et régionales, de sorte qu'elle peut mettre l'accent, à des degrés différents, sur les divers aspects du développement durable, selon le pays et le domaine d'éducation. » On peut évidemment s'interroger : cette extension ne dilue-t-elle pas à l'infini la notion d'éducation en vue du développement durable ? La variabilité assumée de la notion vaut aussi *dans le temps* – le temps de la vie des personnes et celui de la vie des institutions : le sens de la notion est dynamique, nous dit-on, car « l'éducation en vue du développement durable est encore en devenir en tant que notion large et globale recouvrant des questions interdépendantes d'ordre environnemental, économique et social ».

c) On aura noté encore que la notion d'éducation en vue du développement durable est regardée ici comme *élargissant* « la notion d'éducation à l'environnement ». Dès aujourd'hui, le développement durable comporte un grand nombre de thèmes, dont « la lutte contre la pauvreté, la citoyenneté, la paix, l'éthique, la responsabilité aux échelons local et mondial, la démocratie et la gouvernance, la justice, la sécurité, les droits de l'homme, la santé, l'égalité hommes-femmes, la diversité culturelle, l'aménagement rural et urbain, l'économie, les modes de production et de consommation, la responsabilité des entreprises, la protection de

l'environnement, la gestion des ressources naturelles et la diversité biologique et du paysage », à quoi s'ajoutent encore « les questions d'équité, de solidarité et d'interdépendance au sein de la génération actuelle et entre les générations, ainsi que des relations entre l'homme et la nature et entre les riches et les pauvres ». On ne s'étonnera pas, alors, de cette recommandation : « Il faut pour intégrer ces différents thèmes dans l'éducation en vue du développement durable adopter une approche intégrée. »

d) Un certain nombre de recommandations ou de demandes exprimée dans la « Stratégie de Vilnius » ont trait aux praxéologies *didactiques* relatives aux praxéologies du développement durable. L'éducation en vue du développement durable doit ainsi être regardée comme « embrassant tous les aspects de la vie » et tous les âges de la vie, en commençant tôt – elle s'étend de « l'éducation préscolaire à l'enseignement supérieur et l'éducation des adultes ». Cette éducation doit lier constamment école et société, études et vie réelle, et ses promoteurs doivent encourager « le dialogue entre les élèves et les étudiants, d'une part, et les autorités et la société civile, d'autre part », tout cela « en privilégiant l'apprentissage participatif au lieu de se contenter de transmettre une information », ce qui fait de l'éducation en vue du développement durable un levier pour instaurer « un esprit de respect mutuel dans la communication et la prise des décisions » et contribuer « au développement et au renforcement de la démocratie participative ». Notons que le souhait de permettre à « l'enseignement de sortir de son isolement par rapport à la société » n'est, en l'état actuel, pas difficile à satisfaire : le travail de transposition didactique étant à peine amorcé, pour étudier à *l'école* les praxéologies du développement durable, il faut aller les observer *hors de l'école*, « en vraie grandeur », non scolairement transposées.

4.2.3. Outre la référence à la Charte de l'environnement et à la stratégie de Vilnius, on aura observé la référence aux « nouveaux programmes de mathématiques, de SVT, de sciences physiques et de chimie du cycle central du collège ». Voici un extrait des programmes parus dans le *Bulletin officiel* spécial n° 6 du 28 août 2008 : il a trait à l'un des six *thèmes de convergence* au programme du cycle central :

Thème 1. Importance du mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde

Thème 2. Développement durable

Thème 3. Énergie

Thème 4. Météorologie et climatologie

Thème 5. Santé

Thème 6. Sécurité

On notera que plusieurs des thèmes (par exemple le thème de l'énergie, celui de la climatologie ou celui de la santé), et pas seulement le thème 2, font écho au souci d'une éducation à la soutenabilité.

a) Que s'agit-il de faire ? Voici la réponse proposée par le texte cité : elle vaut pour l'ensemble des thèmes de convergence ; on notera la référence à des domaines de formation « essentiels pour le futur citoyen » :

Pour chaque enseignement disciplinaire, il s'agit de contribuer, de façon coordonnée, à l'appropriation par les élèves de savoirs relatifs à ces différents thèmes, éléments d'une culture partagée. Cette démarche doit en particulier donner plus de cohérence à la formation que reçoivent les élèves dans des domaines tels que la santé, la sécurité et l'environnement qui sont essentiels pour le futur citoyen. Elle vise aussi, à travers des thèmes tels que la météorologie ou l'énergie mais aussi la pensée statistique, à faire prendre conscience de ce que la science est plus que la simple juxtaposition de ses disciplines constitutives et donne accès à une compréhension globale d'un monde complexe notamment au travers des modes de pensée qu'elle met en œuvre.

b) Voici maintenant la présentation du thème 2, « Développement durable ».

THÈME 2 : DÉVELOPPEMENT DURABLE

Depuis son origine, l'espèce humaine manifeste une aptitude inégalée à modifier un environnement compatible, jusqu'à ce jour, avec ses conditions de vie. La surexploitation des ressources naturelles liée à la croissance économique et démographique a conduit la société civile à prendre conscience de l'urgence d'une solidarité planétaire pour faire face aux grands bouleversements des équilibres naturels. Cette solidarité est indissociable d'un développement durable, c'est-à-dire d'un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs (rapport Brundtland, ONU 1987).

Objectifs

En fin de collège, l'élève doit avoir une vue d'ensemble d'un monde avec lequel l'Homme est en interaction, monde qu'il a profondément transformé. Sans que lui soient dissimulés les problèmes qui restent posés par cette transformation, il doit avoir pris conscience de tout ce que son mode de vie doit aux progrès des sciences et des techniques et de la nécessité de celles-ci pour faire face aux défis du XXI^e siècle.

Il s'agit simplement de croiser les apports disciplinaires afin de parvenir à une compréhension rationnelle tant de préconisations simples (tri des déchets, économie de l'eau...) que des argumentaires de débat public.

Une analyse tant soit peu approfondie des problèmes d'environnement demande à être faite dans une approche systémique : identifier les systèmes en relation et la nature de ces interconnexions ; mais cette étude ne peut être abordée que de manière très élémentaire au niveau du collège.

L'essentiel est de faire comprendre que l'analyse d'une réalité complexe demande de croiser systématiquement les regards, ceux des différentes disciplines mais aussi ceux des partenaires impliqués sur le terrain dans la gestion de l'environnement pour un développement durable. Même s'il est exclu de s'imposer cette méthode de façon exhaustive, la convergence des apports disciplinaires et partenariaux prend ici toute sa dimension.

On notera que, vingt ans à peine après le rapport Brundtland (1987), ce texte intègre la référence au développement durable. Mais on aura noté aussi qu'il n'est pas question ici de jeter aux oubliettes ce que les « progrès des sciences et des techniques » ont apporté à nos modes de vie, d'autant que ces sciences et techniques seront indispensables pour relever les « défis du XXI^e siècle » – que d'aucuns pourraient être tentés de regarder comme leur conséquence la plus absurde.

c) Sous le sceau de la codisciplinarité (entendue comme « croisement » de disciplines), une théorisation du développement durable est ébauchée : « une analyse tant soit peu approfondie des problèmes d'environnement », est-il précisée, « demande à être faite dans une approche systémique : identifier les systèmes en relation et la nature de ces interconnexions » ; mais une telle étude « ne peut être abordée que de manière très élémentaire au niveau du collège ».

4.2.4. Poursuivons avec ce qui constitue, à la suite de son préambule, la première section de la circulaire du 29 mars 2007.

Inscrire plus largement l'éducation au développement durable dans les programmes d'enseignement

La mise en œuvre de l'EDD doit d'abord reposer sur les enseignements obligatoires. Grâce au **socle commun** de connaissances et de compétences, le développement durable est désormais solidement ancré dans la base des savoirs fondamentaux. Ainsi le socle inclut la connaissance de « l'impact sur l'environnement » de nos activités techniques, il fait référence à une attitude

de « responsabilité face à l'environnement, au monde vivant, à la santé », il mentionne le développement durable comme un moyen de « comprendre l'unité et la complexité du monde ». Cette logique de socle implique de poursuivre l'adaptation des programmes ; de mobiliser toutes les disciplines à l'école primaire, au collège et au lycée. Elle implique également de développer le travail entre les disciplines et les approches croisées pour comprendre un phénomène par nature complexe, et de recourir aux dispositifs susceptibles de favoriser les travaux transversaux ; au collège, les thèmes de convergence et les itinéraires de découvertes ; au lycée, les travaux personnels encadrés, les projets personnels à caractère professionnel, l'éducation civique, juridique et sociale.

Sur l'ensemble des niveaux d'enseignement, l'approche codisciplinaire permet la nécessaire prise en compte de la complexité des situations et des problématiques liées au développement durable. Elle ouvre aussi l'éventail des thèmes que l'on peut aborder dans ce cadre : ressources, risques majeurs, changement climatique, biodiversité, ville durable, transports et mobilités, aménagement et développement des territoires, agriculture durable et alimentation de la population mondiale, enjeux démographiques... Chaque discipline contribue, par ses contenus et ses méthodes, à construire les bases permettant de mettre en place les concepts liés au développement durable dans ses différents volets, environnemental, économique, social et culturel ; le croisement de ces apports disciplinaires permet d'en construire une approche globale.

L'EDD doit former à une démarche scientifique et prospective, permettant à chaque citoyen d'opérer ses choix et ses engagements en les appuyant sur une réflexion lucide et éclairée. Elle doit également conduire à une réflexion sur les valeurs, à la prise de conscience des responsabilités individuelles et collectives et à la nécessaire solidarité entre les territoires, intra et intergénérationnelle.

a) Le premier point à souligner, c'est que l'EDD ne fait pas l'objet d'un traitement à l'égal des disciplines établies : sa « mise en œuvre », nous précise-t-on, « doit d'abord reposer sur les enseignements obligatoires ». Ce traitement *à la marge* constitue une contrainte forte qui, conjuguée avec un très large déficit de culture commune chez les professeurs sollicités, explique l'éclatement, l'arbitraire, la parcellisation, l'absence de coordination de l'EDD. Le « socle commun de connaissances et de compétences » invoqué ici a été institué par la loi « d'orientation et de programme pour l'avenir de l'École » du 23 avril 2005 (« loi Fillon ») : on y accèdera en ligne à l'adresse suivante : <http://eduscol.education.fr/D0231/accueil.htm>.

b) On aura noté la référence à une approche *codisciplinaire* : l'insistance sur cette problématique épistémologique apparaît comme une tentative pour limiter, en matière de développement durable, les effets d'éclatement et de confinement disciplinaires. Notons par ailleurs que ce texte est moins ambigu que ne l'était la Stratégie de Vilnius quant à la question des « valeurs » : on y parle simplement de *réflexion* sur les valeurs. On y retrouve – mais en pointillé – les deux temps explicités dans la Stratégie de Vilnius. Pour ce qui est des *objectifs* de l'EDD, il s'agit de doter le futur citoyen d'un équipement praxéologique qui lui permettra « d'opérer ses choix et ses engagements en les appuyant sur une réflexion lucide et éclairée ».

4.2.5. Le petit corpus de textes précédent peut être complété par d'autres textes officiels, et en particulier par la note de service de 2008. En voici l'un des principaux développements :

L'éducation au développement et à la solidarité internationale peut s'effectuer dès le plus jeune âge. À ce titre, elle est partie prenante de trois des sept composantes du socle commun de connaissances et de compétences que tous les jeunes doivent avoir acquis à l'issue de leur scolarité obligatoire (« la culture humaniste » ; « les compétences sociales et civiques » ; « l'autonomie et l'initiative »). Elle vise à faire comprendre les grands déséquilibres mondiaux et à encourager la réflexion sur les moyens d'y remédier. Elle entend donner aux jeunes des clés pour mieux s'orienter dans le monde dans lequel ils vivent et mieux analyser la multiplicité d'informations auxquelles ils sont confrontés. Elle privilégie la démarche pédagogique dans la durée et contribue ainsi à faire évoluer les mentalités et les comportements de chacun dans le but d'œuvrer à un monde plus solidaire.

L'éducation au développement et à la solidarité internationale prend appui sur les enseignements disciplinaires et sur les dispositifs pédagogiques transversaux, tels que les itinéraires de découverte au collège, les travaux personnels encadrés en classe de première et les projets pluridisciplinaires à caractère professionnel en lycée professionnel ; elle s'intègre enfin dans l'ensemble des projets pédagogiques et actions éducatives qui contribuent aux projets d'école et d'établissement.

L'éducation au développement et à la solidarité internationale est aussi une éducation au développement durable. À ce titre, elle s'inscrit dans la continuité du plan triennal 2007-2010 qui vise à renforcer sa généralisation dans les programmes scolaires, ainsi que dans les prolongements du « Grenelle de l'environnement ».

a) Hormis le lien avec le « socle commun de connaissances et de compétences », on retrouve ici plusieurs indications déjà rencontrées, parfois dans des formulations un peu remaniées.

Ainsi, l'éducation au développement durable est maintenant couplée avec l'éducation à la solidarité internationale. Elle porte sur « les grands déséquilibres mondiaux » et vise « à encourager la réflexion sur les moyens d'y remédier ». En cela, semble-t-il, elle ambitionne de « donner aux jeunes des clés pour mieux s'orienter dans le monde dans lequel ils vivent et mieux analyser la multiplicité d'informations auxquelles ils sont confrontés » : elle est donc une tentative de mettre en place un équipement praxéologique partagée, utile *pour le futur des élèves* (elle n'est donc pas une initiation à laquelle chacun doit se soumettre pour l'oublier presque aussitôt).

b) Du point de vue de la *pédagogie*, le texte dit d'abord seulement que l'EDD s'inscrit dans la longue durée scolaire. Mais le paragraphe suivant *ajoute* un élément que nous n'avions pas rencontré jusqu'ici : au diptyque constitué des « enseignements disciplinaires » d'une part, des « projets pédagogiques et actions éducatives » de l'établissement d'autre part, le texte substitue un triptyque dont le volet central nous rapproche d'une *pédagogie de l'enquête* puisqu'il mentionne « les dispositifs pédagogiques transversaux, tels que les itinéraires de découverte au collège, les travaux personnels encadrés en classe de première et les projets pluridisciplinaires à caractère professionnel en lycée professionnel ».

c) Notons enfin, cependant, que ce qui est visé officiellement – « faire évoluer les mentalités et les comportements de chacun dans le but d'œuvrer à un monde plus solidaire » – reste ambigu. S'agit-il de faire connaître – en les faisant étudier – les problèmes et les solutions de la soutenabilité des systèmes, afin que chacun puisse être en mesure d'analyser et d'agir au sein de collectifs appropriés ? Ou bien cherche-t-on « simplement » à inculquer un catéchisme du développement durable ? Vise-t-on une éducation ou cette forme de déséducation en quoi consiste un endoctrinement ? La question restera posée.

4.2.6. Examinons enfin la *circulaire de rentrée 2010* du 16 mars 2010. (On la trouvera à l'adresse <http://www.education.gouv.fr/cid50863/mene1006812c.html>.) Celle-ci énonce les « cinq principes directeurs » que voici :

1. maîtriser les fondamentaux et ancrer l'éducation artistique et culturelle ;
2. personnaliser les parcours scolaires ;
3. responsabiliser les équipes et les élèves à tous les niveaux ;
4. accélérer le développement du numérique à l'école ;
5. renforcer la politique de santé et la pratique du sport.

Le troisième principe – « responsabiliser les équipes et les élèves à tous les niveaux » – se décline en huit points, dont le huitième et dernier est intitulé « Généraliser l'éducation au développement durable » ; sous ce titre, la circulaire indique ceci :

Il appartient à l'École de former le citoyen du vingt-et-unième siècle, afin qu'il soit capable de faire des choix informés et raisonnés pour lui-même et pour assurer les équilibres nécessaires aux conditions de vie entre l'environnement, la société, l'économie et la culture. Tel est l'objet de l'éducation au développement durable, désormais inscrite dans les programmes des premier et second degrés dans l'enseignement général, technologique et professionnel.

Poursuivre et amplifier les démarches engagées dans les académies, au sein des écoles, des collèges et des lycées, combiner les enseignements, la vie des écoles et des établissements, leur gestion et leur ouverture sur l'extérieur sont maintenant les clés de la généralisation de cette éducation.

Dans ce cadre, favoriser les partenariats permet à la fois aux enseignants d'acquérir des ressources pédagogiques et aux élèves de découvrir concrètement la pratique du développement durable.

On retrouve là plusieurs des éléments déjà connus – avec l'adjonction, toutefois, de la recherche de « partenariats », ce qui ne va pas sans soulever des problèmes de tous ordres.

4.3. Une éducation au rabais ?

4.3.1. On a nommé « praxéologies *potentielles* du développement durable » les réponses apportées aux questions Q_{T_1} et Q_{T_2} ci-après :

Q_{T_1} . Comment déterminer les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur tel ou tel complexe de systèmes ?

Q_{T_2} . Comment changer un fonctionnement praxéologique donné – et, en deçà, l'équipement praxéologique qu'il sollicite – pour modifier d'une façon déterminée l'état d'un complexe donné de systèmes ?

Les types de tâches T_1 et T_2 correspondants sont, rappelons-le, les suivants :

T_1 . Déterminer les effets d'un fonctionnement praxéologique donné sur tel ou tel complexe de systèmes.

T_2 . Changer un fonctionnement praxéologique donné – et, en deçà, l'équipement praxéologique qu'il sollicite – pour modifier d'une façon déterminée l'état d'un complexe donné de systèmes.

Que peut-on, à cet égard, conclure des textes examinés ?

a) La partie de la circulaire du 29 mars 2007 examinée plus haut mentionne les trois grands complexes de *systèmes* (non indépendants, interdépendants) correspondant aux trois volets « environnemental, économique, social et culturel ». On y fait allusion à « la connaissance de “l'impact sur l'environnement” de nos activités techniques », connaissance qui est une réponse à la question Q_{T_1} (les systèmes visés sont ici notamment les grands écosystèmes). Le même texte mêle les systèmes et leur *état* (« ressources », « biodiversité », etc.), les *fonctionnements praxéologiques* (transports et mobilités, aménagement et développement des territoires, alimentation de la population mondiale, etc.), leurs *effets* (risques majeurs, changement climatique, etc.) et le souci du maintien en l'état de certains systèmes *au fil des générations* (durabilité).

b) Le texte relatif au thème de convergence « Développement durable », examiné antérieurement, commence par noter (Q_{T_1}) le problème des *effets* qui bouleversent « les équilibres naturels » (systèmes) du fait de « la surexploitation des ressources naturelles » (fonctionnements praxéologiques), avant d'évoquer (Q_{T_2}) des « préconisations simples (tri des déchets, économie de l'eau...) » (*praxis*) et « des argumentaires de débat public » (*logos*). L'étude de Q_{T_1} , y est-il suggéré encore, suppose d'« identifier les systèmes en relation et la nature de ces interconnexions », étude qui, bien que ne pouvant être conduite « que de manière très élémentaire au niveau du collège », doit permettre l'exigence appelée ailleurs *codisciplinaire*. Le même texte évoque ensuite (Q_{T_1}) les effets de pollution chimique aussi bien que (Q_{T_2}) l'emploi de technologies chimiques pour « pour recycler les matériaux et plus généralement pour restaurer l'environnement » ; les effets (Q_{T_1}) de la modification, par certains fonctionnements praxéologiques, de « facteurs physico-chimiques » (variables d'état de systèmes), le caractère « renouvelable ou non » (Q_{T_2}) de ressources, les outils (Q_{T_1} & Q_{T_2}) de la définition et de la mesure des valeurs de diverses variables d'état (« durée, vitesse, fréquence, mais aussi masses, surfaces, volumes, dilutions... »), les effets (Q_{T_1}) de multiples fonctionnements praxéologiques (transports, architecture et habitat, etc.) ainsi que (Q_{T_2}) les praxéologies pour les contrôler (choix des matériaux, recyclage, etc.).

4.3.2. Tout cela, toutefois, nous laisse sur le seuil d'une réponse aux deux grandes questions posées. Que sont ou que pourraient être les praxéologies du développement durable ? Qu'en est-il au juste des cas particuliers de Q_{T1} et de Q_{T1} réellement étudiés à l'école ? Qu'en est-il des réponses apportées aux questions particulières examinées ? Faute de disposer de davantage de temps d'étude, nous ne ferons sur ce chemin que quelques petits pas.

a) La page Web sur le développement durable par laquelle nous avons commencé notre enquête ci-dessus propose un lien vers le site Eduscol. Celui-ci comporte une page intitulée « Le développement durable, pourquoi ? », datée du 23 janvier 2006 et qui propose 21 fiches pédagogiques, dont on reproduit ci-après les titres (voir <http://eduscol.education.fr/cid47463/-le-developpement-durable-pourquoi%A0.html>) :

Vivre ensemble - 6,5 milliards d'hommes / Être réfugié / Survivre en ville / Être citoyen / Vivre de son travail / Protéger la vie marine / Habiter les côtes sans les polluer / Ne pas surexploiter les ressources de la planète / Préserver l'eau / Accéder à l'eau potable / Davantage d'énergies renouvelables / Économiser l'énergie / Réduire nos déchets / Respecter l'autre / Vivre avec les forces de la nature / Prévenir les catastrophes naturelles / Le climat change / Zones humides, richesses indispensables / Écosystèmes, sources de vie / La biodiversité en danger / Se nourrir en respectant la Terre

Toutes ces fiches sont apparemment soignées et structurées selon un patron commun ; nous nous arrêterons brièvement, à titre d'exemple, sur la fiche « Le climat change » (l'adresse en est http://media.eduscol.education.fr/file/EEDD/00/0/leclimatchange_114000.pdf). Pour chaque niveau scolaire (école, collège, lycée), on y trouve les quatre sections suivantes (hormis à l'école, où la section 3 fait défaut) :

1. Sur quelles parties des programmes s'appuyer ?
2. Quelles problématiques aborder ?
3. Quels contenus et notions mobiliser ?
4. Quelles pistes de travail envisager ?

On voit tout de suite que les enquêtes éventuelles se trouvent d'emblée placées sous la contrainte des programmes existants. Alors que, dans le schéma herbartien

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

les réponses examinées, $R_i^\diamond$, et les autres œuvres mobilisées, O_j , ne dépendent *a priori* que de la question Q étudiée et des contraintes d'accès à ces œuvres, ici la contrainte *d'inscription préalable* dans les programmes d'enseignement devient centrale. La logique intellectuelle tend à s'inverser : au lieu que la question Q donne leur pertinence (relative) aux œuvres mobilisées pour l'étudier, ce sont les œuvres inscrites au programme qui commandent les questions étudiées *et leur étude même*.

b) Voici le contenu de la section 2, « Quelles problématiques aborder ? », au niveau de l'école, de la fiche examinée :

- Comment certains règnes animaux ou végétaux ont-ils été amenés à disparaître dans le passé ?
- Quels sont les effets liés à la consommation des hydrocarbures ?
- Comment diminuer cette consommation pour préserver l'équilibre climatique de la planète et poursuivre le progrès économique et social ?

Le vocabulaire est transdisciplinaire : un glacier, une banquise, arctique, antarctique, réchauffement, l'effet de serre, le gaz carbonique, les hydrocarbures, l'atmosphère, un combustible fossile, l'énergie, une plaine, un delta, une vallée, un rejet, la fusion.

La première question mentionne la disparition de *règnes* animaux ou végétaux là où on attendrait *espèces*. Mais on notera surtout le ton légèrement sermonnaire qui nimbe la troisième question. Tout cela suggère une rédaction de la fiche insuffisamment affranchie de contraintes de société qui pèsent sur la diffusion des praxéologies du développement durable, au détriment de la recherche et du débat rationnel (et pas seulement polémique)

c) La section « Quelles pistes de travail envisager ? » fournirait d'autres indices de cette difficulté à s'émanciper du régime à la fois propagandiste et infra-scientifique qui semble dominant en nombre d'institutions concernées par les questions de développement durable. La section se divise, dans le cas examiné, en plusieurs sous-sections associées chacune à l'une des cinq disciplines scolaires suivantes : géographie, histoire, sciences expérimentales et technologie, arts visuels, éducation civique. Voici alors le texte de la sous-section la plus longue, qui concerne la catégorie « sciences expérimentales et technologie » (c'est à dessein que nous n'y avons pas corrigé les erreurs orthotypographiques) :

Dans ces activités, l'élève doit poser des questions précises et cohérentes. L'enseignant peut, grâce à cette discipline, lui permettre d'imaginer et de réaliser des dispositifs expérimentaux susceptibles de répondre aux questions qu'il se pose.

La classe peut construire une serre placée au soleil avec thermomètres intérieur et extérieur. Deux cultures identiques seront conduites l'une à l'intérieur, l'autre à l'extérieur. Les élèves feront le constat relatif à l'effet de serre qui est bénéfique tant que le phénomène est « naturel ». (C'est grâce à lui que la terre est à 15°C et non à -18°C). C'est l'activité humaine, c'est à dire le rejet de certains gaz comme le CO₂, qui en déséquilibrant la situation contribue au réchauffement excessif de la planète. Les élèves pourront expérimenter plusieurs changements de paramètres (ex : ouvrir/fermer).

L'enseignant s'attardera sur la définition du phénomène de l'effet de serre et de ses conséquences.

Une autre expérience consiste à faire observer aux élèves que, suivant son état, l'eau n'occupe ni le même volume ni le même espace (états liquide/solide). Faire fondre le glaçon dans une assiette permet de comprendre la montée de l'eau sur la surface. On pourra construire une maquette plus élaborée. L'enseignant insistera sur les modifications climatiques qui, en raison de la dérégulation de l'effet de serre, provoqueraient la fonte des glaces des calottes polaires et une élévation du niveau des mers qui entraîneraient inondations ou disparitions de terres.

On retrouve ici les éléments bien connus de la vulgate du développement durable : l'opposition entre, d'une part, ce qui serait d'un même mouvement *naturel* et *bénéfique* et, d'autre part, ce qui est le fruit amer de l'activité humaine ; la température moyenne actuelle de 15 °C et la température supposée de -18 °C si l'effet de serre n'existait pas ; l'effet de serre identifié à l'action d'une serre de jardinier (on se reportera à l'annexe 4 de la Leçon 3, point A4, e, pour voir en quoi l'image de la serre de jardinier est inadéquate pour décrire « l'effet de serre »). On a ici le sentiment que la « matière » de la soutenabilité occupe, entre les matières étudiées à l'école, une place périphérique, résiduelle même, qui en diminue la *qualité* au point de la rendre impropre à nourrir une véritable éducation au développement durable.

4.3.3. La note de service de 2008 comporte une section intitulée « Des temps forts ». Parmi les temps fort retenus figure la *semaine du développement durable*, qui se tient du 1^{er} au 7 avril et pour laquelle la note de service renvoie au site du ministère du développement durable (appelé actuellement ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement). Le thème de la semaine 2011 est : « Changeons nos comportements ! » Sur l'une des pages (<http://www.semainedudeveloppementdurable.gouv.fr/spip.php?article87>), on

trouve un quiz intitulé « Quels sont mes gestes pour le développement durable ? » à propos de « neuf défis » : consommation, connaissance, gouvernance, énergie, transport, biodiversité, santé, inclusion sociale et international. (On trouvera les items de ce questionnaire dans l'annexe 5 ci-après.) À l'origine destiné à des publics d'étudiants, ce questionnaire est proposé dans la version « tout public » offerte par « la fondation Fondaterra [Fondation européenne pour des territoires durables], le Réseau français des étudiants pour le développement durable, la Conférence des présidents d'université, la Conférence des grandes écoles, le ministère du développement durable ». Quelle que soit la qualité des acteurs, on y retrouve l'invitation moralisatrice et le ton sermonnaire déjà plusieurs fois rencontrés, alliés à l'oubli de l'exigence de justification des « gestes » vers lesquels pointe le questionnaire, qui fait l'objet de la présentation suivante :

Jouer la carte du développement durable dans ma vie quotidienne, c'est être responsable dans mes choix et mes actes. Dans un monde aux ressources limitées et placé sous le signe de l'interdépendance, la responsabilité de chaque pays vis-à-vis de lui-même et des autres nations est aussi la somme des responsabilités individuelles.

Pour moi, prendre conscience des impacts de mes propres gestes sur moi-même, sur la société et sur l'environnement s'avère essentiel. Cela peut me permettre de :

- faire des économies,
- préserver ma santé,
- favoriser des rencontres enrichissantes humainement, et, pourquoi pas, me donner de nouvelles idées pour mes loisirs, pour mon alimentation, pour ma vie professionnelle... Santé, consommation, savoir être... ont une résonance avec le développement durable.

Ce quiz m'aide à évaluer mes gestes, à prendre conscience de leurs impacts sur l'environnement et sur la société, à choisir mes propres stratégies pour les faire évoluer progressivement.

On aura noté la centration sur soi quasi exclusive et assumée apparemment sans complexe : le souci du développement durable peut *me* permettre de faire des économies, de préserver *ma* santé et est de nature à favoriser « des rencontres enrichissantes humainement », susceptibles de « *me* donner de nouvelles idées pour *mes* loisirs, pour *mon* alimentation, pour *ma* vie professionnelle... ». En m'adonnant – selon les règles qu'énonce le quiz – à un individualisme presque cynique, je concourrais ainsi, sans même le vouloir, grâce à l'intervention providentielle d'une « main invisible », au bien-être de tous !

4.4. Pour conclure provisoirement

4.4.1. Par contraste avec certaines tendances lourdes de ce qui se présente aujourd'hui comme « éducation au développement durable », on peut vouloir penser une éducation ayant quatre propriétés fondamentales.

a) Tout d'abord, contre toute tentation propagandiste, cette éducation doit être voulue résolument *laïque* (au sens commenté dans les leçons précédentes). Il n'est en effet pas question de vouloir « faire adhérer » (à des « croyances », à des « valeurs », etc.). Le seul but digne d'une éducation laïque est de *faire connaître*. Adhérer, croire sont en effet des prérogatives *de la personne*, dont la *liberté de conscience* ne doit pas être diminuée – l'éducation visant tout au contraire à l'augmenter en lui faisant connaître autre chose que ce qui lui était jusque-là familier.

b) Ensuite, la connaissance ainsi visée doit avoir pour objets des praxéologies de la soutenabilité (et donc aussi de l'insoutenabilité) *qui ne se réduisent pas* à de simples « gestes », c'est-à-dire à leur partie « praxique », quelle que soit la pertinence pratique de ces gestes, mais incluent la part de *logos* indispensable pour les rendre intelligibles et les justifier.

c) Corrélativement, de telles praxéologies doivent être, dans toute la mesure du possible, éprouvées selon les procédures classiques dans les sciences – dont la *dialectique des médias et des milieux* constituent la forme généralisée –, et non procéder d'un bricolage dont la qualité des matériaux est souvent *très faiblement contrôlée*.

d) Enfin, une telle éducation doit conduire chacun à se familiariser pratiquement et théoriquement avec la *dialectique de l'individu et du collectif*, ou dialectique *de l'autonomie et de la synnomie*, aspect sur lequel nous nous arrêterons brièvement.

4.4.2. Pour illustrer l'arrachement que doit provoquer une éducation à la dialectique de l'individu et du collectif chez qui vit le monde comme une réalité censée le servir, en sorte qu'il n'en attend qu'un profit personnel, nous examinerons rapidement un texte paru dans le quotidien *Le Monde* du 24 novembre 2009, à propos de l'épisode épidémique de grippe A (H1N1) de 2009-2010.

a) La « pensée » commune en la matière semble être strictement individualiste : je me fais vacciner pour être protégé. Une petite ouverture se manifeste parfois : je me fais vacciner *aussi* pour ne pas risquer de transmettre le virus à mes « proches » (à ma famille, à mes patients si je suis médecin, etc.). Mais une véritable connaissance de la dialectique de l'individu et du collectif, sur ce point, *doit aller bien au-delà*, comme le suggère le texte reproduit ci-après :

Faut-il se faire vacciner contre la grippe A ?

par Philippe Cibois

Le Monde, 24 novembre 2009

L'obstacle à la vaccination est que, du point de vue rationnel, il ne faut pas se faire vacciner : pourquoi prendre le risque de complications qui peuvent être graves pour éviter une maladie en général bénigne ? On comprend que les foules ne se soient pas précipitées dans les centres de vaccination mis en place par les autorités. Les appels au civisme, à la responsabilité, à la solidarité restent lettre morte quand on voit que s'abstenir de courir un risque est parfaitement raisonnable.

C'est une autre rationalité qui est prise en compte par les autorités : si la proportion de personnes vaccinées reste faible, l'épidémie se répandra, désorganisera le système social et fera aussi des morts dans une population jeune. De ce point de vue, il est raisonnable de se faire vacciner car le bénéfice collectif est fort.

Peut-être, mais moi, individu, il est normal que mon intérêt me guide et je ne vois pas pourquoi je dois poser un acte qui aille à mon détriment. Quelle réponse faire ? Elle est à chercher par analogie avec des comportements que nous avons dans des groupes restreints : nous trouvons normal de ne pas prendre en compte notre intérêt immédiat quand l'intérêt de notre couple, de notre groupe d'amis, de notre association est en jeu.

Cette manière d'agir à l'intérieur d'un groupe restreint est assez commune : on sait bien que la vie en couple est faite d'accommodements raisonnables et que dans un groupe « chacun doit y mettre du sien » ce qui est une manière polie de dire que, au contraire, chacun doit oublier un peu son intérêt strict, ne pas mettre l'accent sur ce qui divise, toujours supposer la bonne volonté de l'autre.

Comment passer d'une situation de petits groupes où le souci actif pour le bien du groupe est une attitude assez répandue, à la situation plus collective, face à des groupes non volontaires, de

grande taille, sans interconnaissance, anonymes ? La réponse est encore l'intérêt, la rationalité, mais d'un autre ordre. Dans une collectivité importante, même si elle est régie par une organisation collective, une police, une administration, si la situation sociale vient à se dégrader pour cause de catastrophe, de guerre et évidemment d'épidémie grave, le réflexe de l'intérêt individuel strict, c'est la violence, la guerre pour la survie, par tous les moyens, la loi de la jungle. C'est la pire des situations et il est de l'intérêt strict de chacun de l'éviter en refusant cette attitude, en acceptant pour cela de renoncer à son intérêt personnel strict pour accepter des limitations, des contraintes, voire un danger personnel.

Se faire vacciner est courir un danger faible, mais un danger quand même : il est rationnel de l'accepter pour éviter le danger plus grave d'une épidémie qui nous menace collectivement de désorganisation. L'accepter est notre contribution personnelle au bon fonctionnement collectif dont nous tirerons des bienfaits car plus nombreux sont les vaccinés, moins l'épidémie se répand. Psychologiquement, cette attitude nous met dans la satisfaction du jeu collectif, ce sentiment de solidarité active des équipiers qui fonctionnent bien ensemble et qui peuvent aller ainsi jusqu'au bout du monde, sans souci du risque personnel.

Cette attitude de souci actif du collectif est aussi vieille que notre culture : Cicéron disait déjà que le lien le plus fort est le lien de la cité, dans laquelle il faut que les hommes « *puissent se rendre service les uns aux autres, (...) mettre en commun les intérêts de tous par l'échange des bons offices, en donnant et en recevant, et tantôt par nos compétences, tantôt par notre travail, tantôt par nos ressources, resserrer le lien social des hommes entre eux* » (*Des devoirs*, I, VII, 22). Sinon, c'est la lutte de chacun contre tous, la guerre civile : Cicéron en a été victime. Toute collectivité qui veut continuer à vivre ne doit pas oublier cette leçon qui est strictement rationnelle, non morale.

b) Signé par un sociologue spécialiste d'analyse de données, le texte précédent illustre la dialectique de l'individu et du collectif dans un cas classique : en bloquant l'épidémie, la vaccination d'une proportion suffisante de la population – on peut avancer la proportion de 40 % – protège chacun de ses membres, *vacciné ou non*, contre la maladie et, conséquemment, contre les effets de désorganisation sociale qu'elle pourrait créer. Le virus étant empêché de « percoler » dans la population, l'épidémie va s'éteindre. Cette analyse suffit à montrer la pauvreté *intellectuelle* (ou, comme dirait peut-être l'auteur cité, *rationnelle*) du point de vue égocentrique que nourrit, non pas tant un manque d'altruisme (ce qui peut être aussi le cas) qu'une connaissance insuffisante du fonctionnement des écosystèmes – ici, des écosystèmes humains.

4.4.3. La pédagogie de l'enquête mise en évidence – et mise en œuvre – dans ce qui précède semble la mieux à même aujourd'hui de poser – sinon de résoudre complètement ! – les problèmes qui risquent actuellement de faire de toute tentative d'éducation au développement durable une déséducation. Contre la pédagogie de la visite des œuvres et de la rétrocognition, la pédagogie de l'enquête, qui suppose une tension procognitive, avance lentement, et non sans ambiguïtés, certes, au sein du système éducatif français.

a) À titre d'illustration, nous nous arrêterons un instant sur un dispositif d'évaluation mis en place au bac ES depuis la session de juin 1995, dispositif que le candidat peut choisir en évitant ainsi la plus classique *dissertation s'appuyant sur un dossier* : la *question de synthèse étayée par un travail préparatoire* (QSTP), épreuve qui comporte deux parties, un travail préparatoire assez fortement « cadré », suivi du « traitement » d'une question proposée, dite « question de synthèse », ce traitement étant nourri par le travail préparatoire. (Les textes officiels concernant cette épreuve sont accessibles depuis la page Web du site Eduscol qui a pour adresse : <http://eduscol.education.fr/pid23233-cid46201/definitions-des-epreuves-du-baccalaureat-general.html>.)

b) Examinons un spécimen de QSTP proposé en vue de la préparation à cette épreuve par une professeure de SES, Marie-Ange Décugis, dans un document de 2001 intitulé *Méthodes pour la QSTP à travers un exemple. Terminale, chapitre : Croissance, développement et changement social* (nous ne reproduisons pas les documents, qu'on trouvera dans le document original : http://www.ses.ac-aix-marseille.fr/spip/IMG/file/methodo_qstp_par_lexemple.pdf) :

Il vous est demandé

– de conduire le travail préparatoire qui fournit des éléments devant être utilisés dans la synthèse.

– de répondre à la question de synthèse :

- par une argumentation assortie d'une réflexion critique, répondant à la problématique donnée dans l'intitulé,*
- en faisant appel à des connaissances personnelles,*
- en composant une introduction, un développement et une conclusion pour une longueur de l'ordre de trois pages.*

Ces deux parties sont d'égale importance pour la notation.

Il sera tenu compte dans la notation, de la clarté de l'expression et du soin apporté à la présentation.

Travail préparatoire

1. Par des calculs de votre choix, mettez en évidence l'évolution de la consommation primaire d'énergie dans le monde et selon les groupes de pays. (document 1) 2 pts
2. Que permet de mesurer l'IDH ? (document 2) 1 pt
3. Que pouvez dire de la répartition du PIB mondial ? (document 2) 2 pts
4. Qu'est-ce que le seuil de pauvreté ? (document 2) 1 pt
5. Développez la phrase soulignée. (document 2) 2 pts
6. Expliquez le passage souligné. (document 2) 2 pts

Question de synthèse

Montrez la nécessité de prendre en considération la dimension sociale et environnementale du développement dans le monde.

c) Cette présentation est, certes, encore éloignée de la pédagogie de l'enquête telle que la résume le schéma herbartien. Mais on a bien, en principe, une question Q , que l'on peut ici reformuler ainsi : « En quoi et dans quelle mesure est-il nécessaire, en matière de développement, de prendre en compte les dimensions sociale et environnementale ? » Pour construire sa réponse $R^\heartsuit$, l'élève est guidé par des questions $Q_1, Q_2, \dots$, dont l'étude constitue le « travail préparatoire ». Plus précisément, la construction de réponses $R_1^\heartsuit, R_2^\heartsuit, \dots$, à ces questions imposées par l'énoncé se nourrit (en partie) des documents $D_1, D_2, \dots$, proposés à l'élève. Mais pour mieux saisir les ressemblances et les dissemblances avec la pédagogie « travaillée » dans cette UE, on examinera maintenant le format de l'examen prévu le lundi 18 avril 2011.

4.4.4. L'examen, d'une durée de deux heures, comporte deux volets. Le second volet, noté sur 4 points, est intitulé « Question de cours » : nous n'en parlerons pas davantage ici. Nous nous arrêterons en revanche sur le premier volet, noté sur 6 points, et intitulé « Question d'enquête ».

a) Cinq questions d'enquête ont été rendues publiques, que l'on rappelle :

- 1) Dans quels contextes, pourquoi et avec quels moyens se préoccupe-t-on aujourd'hui du problème de la pollution lumineuse ?

- 2) On parle parfois de « biodiversité urbaine ». Y a-t-il aujourd'hui des programmes d'action et d'éducation visant à faire connaître, à préserver ou à enrichir cette biodiversité ? Lesquels ?
- 3) Pourquoi et par quels mécanismes le réchauffement climatique provoquerait-il de plus en plus d'événements météorologiques graves (canicules, sécheresses, inondation, etc.) ?
- 4) On entend souvent parler des coraux à propos de l'état de la planète ; qu'est-ce que les coraux ont à voir avec le développement durable ?
- 5) On entend parfois dire du mal de l'eau en bouteille ; cela a-t-il un lien avec des préoccupations relatives au développement durable ? Lesquelles ?

Trois de ces cinq questions seront tirées au sort le jour de l'examen. Chaque candidat fera son choix : parmi ces trois questions, il en retiendra une pour laquelle il rédigera un « compte rendu d'enquête ».

b) Avant toute autre chose, notons ceci : pour qu'un candidat soit sûr que, parmi les trois questions qui seront désignées par le hasard, il en aura étudié *au moins une* (qu'il pourra donc choisir de traiter), il *suffira* qu'il ait enquêté sur *trois quelconques* des cinq questions annoncées.

c) Pour l'examen, on donnera d'abord le libellé de la question choisie. Le « traitement » de cette question se conformera alors au schéma suivant :

Partie A (sur 2 points). Choix et présentation de cinq documents relatifs à la question étudiée

Partie B (sur 2 points). Formulation de la réponse inférée de l'ensemble des cinq documents

Partie C (sur 2 points). Interrogations sur la réponse proposée

La partie A correspond à la première section de la partie IV du dossier à remettre le 18 avril. La partie B correspond évidemment à la partie III de ce même dossier. Enfin la partie C correspond à la deuxième section de la partie IV du même dossier. L'appréciation qui sera portée sur le travail rendu prendra en compte notamment le choix des cinq documents présentés (partie A) ainsi bien sûr que les « annotations » dont ils auront fait l'objet. On notera que, pour parvenir à choisir cinq documents, il faudra, sauf exception, en avoir examiné beaucoup plus (une dizaine au moins, sauf exception), en écartant les moins pertinents et les moins « solides ». De la même façon, on sera attentif aux interrogations

(partie C) formulées à propos de la réponse élaborée sur la base des cinq documents retenus (partie B).

d) La rédaction sera structurée selon le patron suivant (où le symbole ➡ désigne ici « l'annotation » propre au document dont la référence le précède) :

La question choisie A) Les documents retenus [1] http://www..... ➡ [2] http://www..... ➡ [5] http://www..... ➡ B) La réponse apportée C) Interrogations sur la réponse proposée
--

e) Pour ce qui est les problèmes éventuels relatifs au contenu de chacune des trois parties A, B, C, on se reportera aux réponses apportées dans le *Forum des questions*.

Annexe 5 : un quiz sur les « défis » du développement durable

Pour chacun des neuf défis, c'est à chaque fois la même chose :

1^{re} étape : je réponds aux cinq questions par : « je n'y pense pas », « j'y pense occasionnellement », « j'y fais régulièrement attention », « je fais toujours attention ».

2^e étape : selon les résultats obtenus (entre 0 et 5, entre 6 et 10 ou entre 11 et 15 points), je consulte les pistes d'amélioration.

3^e étape : pour y penser et agir toute l'année, si j'en ai la possibilité, je m'imprime la liste récapitulative des différentes actions contribuant au développement durable que j'affiche sur la porte de mon frigo ou ailleurs...

Quels sont mes gestes pour le développement durable ?

Défi 1 - [Quiz consommation](#)

Défi 1 – Le développement durable, c'est favoriser une consommation et une alimentation plus respectueuses des hommes et de l'environnement

- Je vends, donne ou recycle mes objets usagés dans un vide-grenier, à une association de recyclage
- Je réduis et/ou trie mes déchets ménagers
- Je privilégie l'eau du robinet. Elle coûte 100 à 300 fois moins cher que l'eau en bouteille
- Je consomme des fruits et légumes de saison, de préférence produits localement
- Je choisis des produits et objets certifiés pour leur respect de l'environnement et pour leurs conditions sociales de production

Défi 2 - [Quiz connaissance](#)

Défi 2 – Le développement durable, c'est « développer » pour chacun toujours plus de savoirs, de connaissances et d'expériences – y compris bien sûr en matière de développement durable !

- Je suis curieux(se) et je m'ouvre l'esprit en fréquentant cinémas, théâtres, concerts, musées, bibliothèques, centres culturels...et en lisant régulièrement les journaux d'information
- Je regarde un film, lis un ouvrage ou un article sur des problématiques environnementales ou énergétiques
- Je connais les pratiques « développement durable » au sein de mon quartier, de mon entreprise...
- Lors de la Semaine du Développement Durable, je participe à une animation dans mon quartier, mon entreprise, mon école, mon université
- Je participe à un programme grand public d'observation et de recensement des animaux ou des plantes

Défi 3 - [Quiz gouvernance](#)

Défi 3 – Le développement durable, c’est s’impliquer dans la vie et dans l’évolution de la société française. La gouvernance, c’est-à-dire la possibilité pour chacun d’être associé aux décisions qui le concernent, est un levier essentiel dans les stratégies européenne et française du développement durable !

- Je participe aux élections municipales, nationales et européennes : je vote !
- Je sais que le développement durable concerne non seulement l’environnement, mais aussi l’économie et la société : je réfléchis aux actions qu’il m’est possible de conduire
- Je m’implique dans la vie de mon immeuble, de ma commune ou de mon lieu de travail : réunion de syndic, conseil de quartiers, conseil de la jeunesse, comité d’entreprise, agenda 21...
- J’essaie de comprendre et de m’intéresser aux pratiques, aux ouvrages sur la négociation, la médiation, la gestion des conflits... Bref, j’apprends à vivre pacifiquement avec des personnes qui n’ont pas mes opinions
- J’adhère, milite dans une association, un mouvement...

Défi 4 - [Quiz énergie](#)

Défi 4 – Le développement durable, c’est réduire mes différentes consommations d’énergie. La meilleure énergie reste celle que l’on ne consomme pas !

- Quand je ne les utilise pas, j’éteins « vraiment » (pas en position veille) la lumière et les appareils électriques (TV, radio, ordinateur...)
- Je réduis ma consommation d’eau chaude ; je privilégie l’eau froide pour rincer la vaisselle et me laver les mains
- J’aménage mes pièces de manière à réduire les frais d’énergie (maximisation de la lumière naturelle, chauffage réduit...)
- Lorsqu’il fait froid, je pense d’abord à mettre un pull supplémentaire plutôt que de systématiquement allumer ou augmenter le chauffage chez moi
- Je dégivre mon réfrigérateur une fois par trimestre si ce n’est pas fait automatiquement

Défi 5 - [Quiz transport](#)

Défi 5 – Le développement durable, c’est privilégier les transports les moins polluants et les moins émetteurs en gaz à effet de serre.

- Si possible, j’utilise le vélo ou les transports en commun pour me déplacer quotidiennement
- Je réduis au maximum l’utilisation de la voiture et je ne l’utilise surtout pas pour des trajets de moins d’un kilomètre
- Je partage mon véhicule et pratique ainsi ce qu’on appelle le «co-voiturage» pour aller au travail, en course, en sortie...

- Je gonfle mes pneus régulièrement et j'adopte une conduite économique et apaisée : je roule à vitesse modérée, j'anticipe le freinage et économise ainsi le carburant
- J'essaie de privilégier le train quand je voyage

Défi 6 - [Quiz biodiversité](#)

Défi 6 – Le développement durable, c'est préserver la biodiversité et les ressources naturelles qui sont essentielles à la satisfaction de mes besoins humains les plus vitaux : respirer, boire, se nourrir, se soigner... La moitié des espèces pourrait disparaître de la planète d'ici la fin du siècle. A l'origine de ces extinctions : la destruction des forêts, la pollution de l'air et de l'eau, la pêche intensive.

- J'évite d'utiliser les WC comme une poubelle pour les produits toxiques, médicaments, restes de peinture...
- J'évite d'introduire une espèce exotique dans la nature : sa dissémination dans la nature pourrait déséquilibrer tout un écosystème
- Je respecte la nature : pas de déchets, de bruits, d'arrachage de plantes... Et dans mon jardin, pas de pesticide !
- Je réduis ma consommation d'eau en période de sécheresse
- J'évite de manger des espèces en voie d'extinction : thon rouge, cabillaud...ou je consomme des produits issus d'élevages respectueux de l'environnement

Défi 7 - [Quiz santé](#)

Défi 7 – Le développement durable, c'est porter attention à ma santé et à la qualité de mon environnement social et naturel. Conserver sa santé fait partie des stratégies européenne et française du développement durable ! Je préserve mon capital santé en diminuant mes comportements à risque.

- Je consomme un litre d'eau minimum ainsi que des fruits et légumes chaque jour
- Je réapprends à faire la cuisine chez moi. Je prends plaisir à manger varié et équilibré
- Je refuse l'emploi de produits toxiques dans mon logement : produits ménagers, aérosols, colles...
- Je choisis de ne pas boire si je prends le volant
- J'évite les conduites à risques : abus d'alcool et de médicaments, usage de drogues, dépendance au tabac...

Défi 8 - [Quiz inclusion sociale](#)

Défi 8 – Le développement durable, c'est éviter de pratiquer soi-même, ou d'être victime, des exclusions dues notamment au sexe, aux handicaps, à la pauvreté, à l'âge, à l'insuffisance d'éducation et de formation, aux origines culturelles... Préserver le « bien

vivre ensemble » fait partie des stratégies européenne et française du développement durable !

- Si je suis jeune, je multiplie les expériences professionnalisantes : job, stage, bénévolat, service civique...
- Je participe à une action de solidarité locale ou nationale
- J'évite les remarques et attitudes machistes ou sectaires et je suis sensibilisé(e) au harcèlement et à la discrimination
- Je suis courtois(e) et bienveillant(e) avec tous dans les espaces publics et je fais attention aux personnes à mobilité réduite (personnes âgées ou handicapées, mères avec jeunes enfants...)
- J'ai des amis de tous les âges

Défi 9 - [Quiz international](#)

Défi 9 – Le développement durable, c'est soutenir la lutte contre la pauvreté partout dans le monde.

- Je lis de la littérature étrangère et connais des écrivains, des artistes, des scientifiques... étrangers et je m'intéresse à l'actualité internationale
- Je veille aux conséquences de mes achats sur les pays producteurs
- Je participe à des actions de solidarité internationale
- Je m'intéresse aux conditions culturelles, environnementales et économiques des pays que j'ai l'occasion de visiter
- Je parle une langue étrangère en plus de la langue française