

Mémoire de DEA  
« Didactiques et Interactions »

Volume des ANNEXES

Réforme 2000 des sciences de la Terre au lycée

LE CONCEPT D'EFFET DE SERRE  
EN CLASSE DE SECONDE

Entre savoir savant et savoir enseigné

Présenté par Benoît URGELLI

Sous la direction de :

Andrée TIBERGHIE  
UMR ICAR, Equipe COAST  
(CNRS, Univ. Lyon 2, INRP, ENS Lyon, ENS LSH)

Marc DESMET  
Laboratoire de Géodynamique des Chaînes Alpines  
UMR 5025 du CNRS, Université de Savoie, le Bourget du Lac

Année 2003 – 2004

# SOMMAIRE

1.1	TEXTE DE L'ENTRETIEN DU MEMBRE DU GTD DE SVT, 27 AVRIL 2004 .....	3
1.2	ENTRETIEN DU MEMBRE DU GTD SVT .....	9
1.3	EXTRAITS DES BULLETINS OFFICIELS DE L'EDUCATION NATIONALE .....	22
1.3.1	<i>Extraits BO classe de seconde : SVT, 1995</i> .....	22
1.3.2	<i>Extraits BO classe de première S : SVT, enseignement obligatoire, 1995</i> .....	23
1.3.3	<i>Extraits BO classe de seconde : L'enseignement des sciences au lycée, 2000</i> .....	26
1.3.4	<i>Extraits BO classe de seconde : SVT 2000</i> .....	28
1.3.5	<i>Commentaires GTD programmes SVT 2000 : thèmes au choix</i> .....	31
1.3.6	<i>Commentaires généraux du programme de seconde SVT 2000, partie Terre et environnement global</i> .....	31
1.3.7	<i>Extraits BO classe de seconde : Physique-Chimie 2000</i> .....	35
1.4	LES CARTES CONCEPTUELLES DE L'EFFET DE SERRE : DU COLLEGE OF EDUCATION, 1995 A L'ENSEIGNEMENT GENERAL DES LYCEES, REFORME 2000 .....	40
1.4.1	<i>Cartes conceptuelles pour l'enseignement de l'effet de serre naturel</i> .....	40
1.4.2	<i>Cartes pour l'enseignement des concepts physiques de l'effet de serre naturel</i> .....	42
1.4.3	<i>Cartes conceptuelles pour l'enseignement de l'effet de serre anthropogénique</i> .....	43
1.5	QUESTIONS D'ENSEIGNANTS SUR LE SITE PLANET-TERRE .....	45
1.6	LETTRE OUVERTE SUR LES NOUVEAUX PROGRAMMES DE SVT DE SECONDE .....	54
1.7	TEXTE DE L'ENQUETE MENEES AUPRES DE 4 ENSEIGNANTS DE SVT SECONDE, FEVRIER-MARS 2004	55
1.8	ENTRETIEN DE E1 .....	58
1.9	ENTRETIEN DE E3 .....	66
1.10	ENTRETIEN DE E4 .....	75
1.11	ENTRETIEN DE E2 .....	84
1.12	QUELQUES RELEVES DE L'EMPLOI DE L'ANALOGIE « SERRE HORTICOLE » POUR EXPLIQUER L'EFFET DE SERRE .....	91
1.13	CONTROVERSE SERRE HORTICOLE – EFFET DE SERRE, CORRESPONDANCE AVEC JEAN-LOUIS DUFRESNE, CNRS-LMD JUSSIEU .....	92
1.14	HISTOIRE DE L'EVOLUTION DES CONCEPTIONS SCIENTIFIQUES SUR L'EFFET DE SERRE .....	93
1.14.1	<i>Les prophètes de l'effet de serre</i> .....	93
1.14.2	<i>1950-1960 : La vindication</i> .....	95
1.14.3	<i>CO2 : la clef du climat</i> .....	95
1.14.4	<i>Fourier et la préhistoire de l'effet de serre (PIERREHUMBERT, 2004)</i> .....	100
1.15	DECOUVERTE DU RAYONNEMENT INFRAROUGE .....	102

## **1.1 Texte de l'entretien du membre du GTD de SVT, 27 Avril 2004**

*Ce questionnaire a pour objet d'étudier la mise en oeuvre du programme de seconde de la réforme 2000 et plus particulièrement la partie concernant l'effet de serre. Votre avis est précieux puisqu'il va permettre d'analyser la démarche qui a conduit à l'introduction dans l'enseignement secondaire d'un concept scientifique socialement très présent.*

*Cette enquête ne doit servir qu'à des fins de recherche, dans le cadre d'un mémoire de DEA pour l'Université Lyon 2 et l'INRP. Pour les besoins de cette recherche, nous vous demandons l'autorisation d'enregistrer notre entretien. Une copie du mémoire vous sera transmis dès le mois de septembre 2004.*

*Merci d'avance pour votre collaboration.*

\* Quel est votre cursus universitaire et disciplinaire ?

\* Dans quel domaine avez-vous fait de la recherche scientifique ?

\* Avez-vous passé le concours d'enseignant de SVT (professeur lycée-collège), en quelle année ?

\* Avez-vous fait de l'enseignement ? si oui dans quel discipline ? quand ?

\* Avez-vous déjà enseigné l'effet de serre à l'université ? quand ? quelles difficultés ?

\* Quelles étaient vos motivations pour participer à cette réforme des programmes de l'enseignement secondaire ?

### **• La commande du ministère et la constitution du GTD SVT**

Pourriez-vous nous rappeler les démarches qui ont conduit à la création du GTD SVT et au choix de ces membres ? A quelle date ?

Quelle était la commande du ministère et les contraintes imposées ?

Vous êtes vous placé dans un contexte de désaffection des filières scientifiques ?

Vous êtes vous placé dans le contexte plus général d'une crise sociale des sciences ?

Pourquoi pas de partenaires sociaux (parents élèves, élus,...) dans le GTD ?

Comment vous êtes-vous réparti les tâches ?

Quelle place avez-vous accordé à l'Inspection générale de SVT ? aux autres inspections ?

## • Le GTD face au choix des contenus d'enseignement en sciences de la Terre

On constate une concomitance entre l'introduction des thèmes d'environnement global dans l'enseignement secondaire<sup>1</sup> et dans la recherche scientifique<sup>2</sup>. S'agit-il d'un hasard ou est-ce un réel projet social ?

Le BO de cette réforme souligne que *l'aspect culturel doit être privilégié*<sup>3</sup> dans l'enseignement des sciences au lycée. Qu'est-ce que cela signifie ? pourquoi ce choix ?

Le CNRS a dernièrement réaffirmé sa volonté de faire le lien entre science et société<sup>4</sup>. Sommes-nous là encore dans un même plan d'action sociale ?

L'introduction de ces thèmes d'environnement demande de développer une approche pluridisciplinaire, comme le rappelle les instructions officielles<sup>5</sup>.

Comment avez-vous réussi, au sein du GTD et avec les autres GTD, à développer un programme qui tente de faire *l'intégration des diverses disciplines dans une conception globale de la science* ?

Quelles difficultés aviez-vous imaginé pour les enseignants et pour les élèves face à cette approche coordonnée et intégrée des enseignements scientifiques ? Quelles solutions ?

Comment avez-vous rédigé la partie du BO qui s'intitule *Relations transversales avec le programme de physique-chimie* ? Comment avez-vous réalisé cette passerelle de contenus entre SVT et physique-chimie ?

- Le BO précise que *l'exposé axiomatique de la science déjà faite ne correspond pas au mouvement de la science en train de se faire*. Qu'entendez-vous par là ? Qu'attendez-vous ici des enseignants ?

## • Le GTD-SVT face à l'ancien programme

Comment avez-vous pris en compte au sein du GTD, pour la rédaction du programme 1999, l'existence des textes officielles précédents ?

Comme Louis Boyer, président du GTD de physique de 1990 à 1995<sup>6</sup>, aviez-vous déploré une inadéquation des programmes de SVT dans l'enseignement secondaire ? S'agit-il simplement de problèmes de contenus selon vous ?

On constate lorsqu'on analyse les textes des programmes de SVT en lycée de la réforme 1994 que l'effet de serre et les thèmes d'environnement étaient déjà présents. En classe de première S, dans la partie Flux d'énergie et cycle de la matière<sup>7</sup>, on note une partie sur *l'intensification de l'effet de serre par les activités humaines qui perturbent le cycle du carbone*, tout en précisant que *les connaissances actuelles permettent difficilement d'en évaluer l'importance* et l'existence d'*interactions entre les sciences de la vie et les sciences de la terre* (en classe de seconde, réforme 1994 existe une partie *Planète Terre, vie et environnement*, mais l'accent était mis sur l'importance de l'eau sur Terre et l'existence d'enveloppes externes dont on

---

<sup>1</sup> Intervention de Bernard Dupré, *Enseigner les variations climatiques en Terminale, la transposition d'une révolution en Sciences de la Terre*, Plan Académique de Formation sur les paléoclimats organisé par l'ENS Lyon et l'Inspection Régionale, jeudi 24 octobre 2002.

<sup>2</sup> Entretien de Sylvie Joussaume, *De l'INSU à l'INSU-e, l'environnement au cœur des priorités du CNRS*, Le Journal du CNRS n°168, janvier 2004.

<sup>3</sup> *L'enseignement des sciences au lycée*, BO n°6 12 août 1999 hors série, annexe 1.

<sup>4</sup> Gérard Mégie et Bernard Larrousurou, *Notre projet pour le CNRS*, Le Journal du CNRS n°170-171, mars-avril 2004.

<sup>5</sup> *idem*, BO n°6 12 août 1999 hors série.

<sup>6</sup> *L'enseignement des sciences : les paroles et les actes*, Louis Boyer, La Recherche n°288, juin 1996.

<sup>7</sup> Sciences de la Vie et de la Terre, classe de seconde, première et terminale, Editions CNDP 1995, d'après BO hors série du 24 septembre 1992, tome I et II.

comparait les propriétés physiques et chimiques). En classe de seconde en 2000, l'effet de serre apparaît mais sans lien apparent avec l'activité anthropique. Il est présenté comme le *mécanisme résultant de l'existence d'une atmosphère* sur Terre, comme sur Mars et Vénus. C'est, me semble-t-il, une autre approche de ce concept sans allusion au réchauffement climatique. Pourquoi ce transfert de la première S à la classe de seconde ? Pourquoi ce changement d'approche du concept ?

Dans les activités envisageables en classe, la première S 1994 proposait de faire une analyse critique des prévisions sur l'évolution future du climat, alors qu'en seconde 2000, c'est vers une modélisation analogique des gaz à effet de serre que sont orientés les enseignants. Pourquoi cette approche différente ?

- **Le GTD SVT face aux chercheurs et aux savoirs en cours d'élaboration**

Quelles sont les démarches, consultations, lectures, ressources qui vous ont permis de délimiter les savoirs en jeu pour un enseignement de l'effet de serre en classe ?

Quelles difficultés avez-vous rencontrées notamment par rapport aux incertitudes et données contradictoires que l'on peut rencontrer dans la sphère scientifique concernant ce thème<sup>8</sup> ?

Quelles difficultés avez-vous rencontrées par rapport aux interprétations de ces données scientifiques faites par les journalistes<sup>9</sup> ?

Avez-vous été assisté par des chercheurs dans la rédaction ou la relecture de la partie *La Terre et son environnement global* ?

Pourquoi avoir dépersonnalisé et décontextualisé les contenus scientifiques alors que le BO souligne le souci de *situer les développements scientifiques dans le contexte historique* dans l'enseignement des sciences ?

- **Le GTD face à l'activité pratique sur l'effet de serre**

Comment avez-vous trouvé, proposé, validé cette modélisation de l'effet de serre en classe ?

Pouvez-vous nous décrire cette maquette brièvement ?

Quelles en sont les limites scientifiques ?

S'agit-il d'un modèle au sens où les géologues l'entendent ?

Comment imaginez-vous que les enseignants ont construit leur séquence à partir de cette proposition d'expérience ?

Ce modèle a été repris par tous les manuels scolaires. Que pensez-vous des trois modélisations suivantes, extraites des ouvrages Bordas, Belin et Hatier<sup>10</sup> ?

---

<sup>8</sup> *Enquêtes sur les experts du climat*, Nicolas Chevassus-au-Louis, La Recherche n°370, décembre 2003, pp 59-63.

<sup>9</sup> *Fait scientifique, fait journalistique*, Olivier Postel-Vinay, La Recherche n°329, mars 2000, p. 114.

- **Le GTD et les documents d'accompagnement**

Le 28 octobre 1999, un document d'accompagnement a été rédigé par le GTD SVT. Pourquoi un tel document ?

Quel en est l'objectif ? Comment l'avez-vous rédigé ?

Vous apportez dans ce document une liste de thèmes ou sujets au choix. Quel est l'objectif de ce travail par thèmes ?

Parmi cette liste figure le thème *Les gaz à effet de serre, rôles et temps de résidence dans l'atmosphère*<sup>11</sup>. Quel est l'objectif de ce thème ? que peut-il apporter de plus par rapport à l'enseignement hors-thèmes ?

- **Le GTD et les manuels scolaires**

Avez-vous organisé une réunion des éditeurs de manuels scolaires ? objectifs ? réactions ?

Quelle place attribuez-vous aux manuels scolaires pour les enseignants ? pour les élèves ?

Les enquêtes menés par les éditeurs en juin 2000 au moment de la présentation des nouveaux manuels scolaires montrent que les enseignants choisissent leur ouvrage en fonction de trois critères : par habitude éditoriale, dans le cadre d'une stratégie pédagogique avec leurs élèves et/ou pour une aide à la préparation des enseignements.

Qu'en pensez-vous ?

L'enquête Belin-IPR de septembre 1999 sur les souhaits des enseignants face à l'édition d'un nouveau manuel scolaire montre qu'ils souhaitent *un manuel simple, accessible et dans lequel l'élève peut se débrouiller seul...* Ils souhaitent y trouver des documents abondants et de bonne qualité scientifique et pédagogique, des expériences, des exercices et quiz, et des conseils méthodologiques pour les élèves.

Qu'en pensez-vous ?

Aviez-vous consulté les manuels scolaires précédents la réforme ? si oui, lesquels ? pourquoi ?

A propos des nouveaux manuels scolaires qui accompagnent la réforme 1999-2000, le président du GTD souligne, en juin 2000, que *la place accordée aux illustrations dans ces ouvrages masquent un peu trop les contenus...* qu'en pensez-vous ?

Si on étudie la partie I-2-4 *L'effet de serre* du document d'accompagnement<sup>12</sup>, vous précisez qu'il s'agit de faire une présentation simple du bilan radiatif de la Terre, en faisant allusion à une représentation schématique des rayonnements incidents et émis par le système Terre-atmosphère. Ce schéma de circulation des rayonnements a été repris par tous les manuels scolaires. Que pensez-vous des trois représentations suivantes, extraites des ouvrages Bordas, Belin et Hatier ?

- **Le GTD face aux enseignants**

---

<sup>10</sup> D'après les informations transmises par les éditions Belin en avril 2004, les parts de marché des manuels de SVT seconde en 2000 se sont réparties de la manière suivante : Bordas : 31,6%, Belin : 23,1%, Hatier : 20,8%, Didier : 9,21%, Nathan : 7,4%, Hachette : 6,9%.

<sup>11</sup> Document d'accompagnement du programme de seconde SVT, 28 octobre 1999, publication GTD, site Planet-Terre ENS-DESCO.

<sup>12</sup> Idem, 28 octobre 1999, publication GTD.

Comment les enseignants ont-ils été intégrés dans la réflexion sur les nouveaux programmes ?

Quelles ont été les difficultés rencontrées ?

Quatre types de questions ont été posés par les enseignants sur le site de l'ENS Lyon<sup>13</sup>. Elles portent sur la compréhension des mécanismes physico-chimiques, la démarche de modélisation par les climatologues et les incertitudes associées, le manque de ressources pédagogiques, et le dispositif expérimental en classe pour expliquer l'effet de serre. Comment expliquez ces catégories de questions enseignantes ?

La *Lettre ouverte sur les nouveaux programmes de SVT seconde*<sup>14</sup>, rédigée le 27 mars 2000 par 29 enseignants de SVT souligne que ce programme est un *programme par flash*, un *saupoudrage tout azimuth*. Loin du concret des pratiques « Main à la pâte », il constitue selon eux une *véritable régression dans la conception de l'enseignement des sciences*, avec une diminution notoire de la démarche expérimentale (peu d'expériences possibles en classe), une culture générale superficielle, l'emploi de mots à la mode dans les médias,....

Comment expliquez cette perception si éloignée de la volonté du GTD ?

Concernant l'enseignement de l'effet de serre, il s'agit d'un thème qui n'est pas dans la tradition de l'enseignement de la géologie au lycée. Quelles difficultés pensez-vous que les enseignants ont rencontré ?

Que pensez-vous du découpage horaire et de l'articulation cours (30mn) et TP (1h20) adopté par les enseignants, pour présenter l'effet de serre ?

Comment pensez-vous que les enseignants ont préparé leur cours et TP sur l'effet de serre ?

Pensez-vous qu'une collaboration interdisciplinaire est nécessaire pour ce thème ? pourquoi ?

### • **Le GTD face au traitement médiatique d'une question socialement vive**

Le BO précise que l'enseignement des sciences au lycée doit permettre aux élèves qui ne suivront pas de filières scientifiques de *continuer à s'intéresser aux sciences, à ne pas en avoir peur, à pouvoir aborder ultérieurement la lecture de revues scientifiques de vulgarisation sans appréhension*. Que signifie cette volonté affichée ?

Concernant les thèmes d'effet de serre et de réchauffement climatique, la médiatisation est forte.

Quel est, à votre avis, la place des médias dans l'apprentissage par les élèves de savoirs sur l'effet de serre ?

Existe-t-il une interférence avec ce que font les enseignants, sachant que ce thème est extrêmement médiatisé ? Comment positionner l'Ecole face à cette forte diffusion de savoirs, source d'apprentissage pour les élèves ?

Doit-on selon vous faire une place aux actualités scientifiques à l'Ecole ? si oui comment ?

Avez-vous tenu compte dans la rédaction des textes officiels de l'impact médiatique de ce thème ? comment ? pourquoi ?

D'après vous, que savent les élèves avant la séance sur l'effet de serre ? Comment exploitez ces connaissances ?

Les élèves semblent faire la confusion entre ozone et effet de serre, comme une grande majorité de la population ? pourquoi selon vous ? que faire alors ?

---

<sup>13</sup> Site *Planet-Terre*, ressources scientifiques pour l'enseignement des Sciences de la Terre, accompagnement des programmes de lycée, convention DESCO-ENS Lyon, <http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre>

<sup>14</sup> Lettre ouverte sur les nouveaux programmes de SVT de Seconde, Marc Dupin, 27 mars 2000

L'effet de serre est souvent associé au réchauffement climatique par les médias et par une grande majorité de la population. Pourquoi ne pas avoir présenté cette notion dans le contexte du réchauffement climatique ?

- **Le GTD face aux élèves**

Quelles sont d'après vous les difficultés majeures pour les élèves face aux thèmes d'environnement global, d'effet de serre et de réchauffement climatique ?

Selon vous, quels problèmes a priori la représentation schématique de l'effet de serre pose-t-elle aux élèves ?

Selon vous, quels problèmes a priori la modélisation de l'effet de serre proposée dans le programme pose-t-elle aux élèves ?

Comment réaliser avec les élèves la cohérence transversale entre SVT et physique à propos de l'effet de serre ?

## 1.2 Entretien du membre du GTD SVT

### REALISE EN AVRIL 2004, RETRANSCRIPTION : M.-H. BERTHOLET, B URGELLI

1. **BU** : Est-ce que tu peux nous rappeler les démarches qui ont conduit à la création du GTD SVT ?
2. La création des GTD est une prérogative des ministres. Le ministre de l'époque Claude Allègre avait décidé une refonte des programmes et cette refonte des programmes se traduit par la mise en place de groupes techniques disciplinaires dont l'objectif est de réunir un certain nombre de personnes qui ont pour mission de construire le nouveau programme. La constitution des groupes techniques disciplinaires se fait de la manière suivante, il y a des représentants des différents acteurs, des représentants du corps des professeurs, il y a des professeurs de lycée qui font parti du groupe, il y a des inspecteurs pédagogiques et des enseignants du supérieur qui dans une certaine mesure doivent apporter la caution scientifique et la construction du contenu scientifique et la validation du contenu scientifique des futurs programmes. Le ministre Allègre m'avait demandé à l'époque si la partie Sciences de la Terre m'intéressait et il m'avait mis en contact avec le président du groupe de l'époque qui avait été désigné, dont j'ai oublié le nom. C'était le premier président, mais cela a changé en cours de mandat. Je dois pouvoir le retrouver. Les membres sont choisis par le ministre directement. Il y a une liste qui est présentée au ministre et le ministre valide cette liste.
3. **BU** : Et à quelle époque cela a été fait ?
4. Je ne me souviens plus très bien de la date, mais à l'époque 99/2000. On s'était tous réunis, cela s'était passé de la manière suivante, on était tous partis dans le sud de la France pour une réunion de concertation ou on nous a demandé notre avis à tous et c'est à partir de cette réunion qui a eu lieu dans le sud de la France que s'est construit le groupe technique disciplinaire. Il y avait un certain nombre de personnes de ce futur groupe qui étaient là.
5. **BU** : Ta motivation pour participer à cela c'était quoi ? pourquoi toi ?
6. On m'a posé la question si cela m'intéressait, moi cela m'intéressait de participer à ce groupe pour plusieurs raisons, la première est que je crois que c'est important que nous participions, les gens de l'enseignement supérieur, à l'avis de l'enseignement secondaire, cela fait partie de notre travail, le deuxième point pour moi il était important de participer au programme de lycée car je sens que dans notre discipline Sciences de la Terre, il y a eu des changements en particulier, c'est une Science qui se retrouve maintenant confrontée alors qu'elle ne l'était pas avant à des problèmes de société, ce qui n'était pas le cas initialement, c'était plutôt une science culturelle et là elle se retrouve quand même dans des débats de fond de la société. C'était aussi l'occasion de re-définir ce que sont les Sciences de la Terre, parce que les Sciences de la Terre ce ne sont pas que la géologie au sens classique du terme, c'est beaucoup plus riche que ça. Il me semblait qu'il était important de faire comprendre à la fois aux enseignants et à la fois aux élèves que les Sciences de la Terre, ce n'était pas juste la géologie classique, conventionnel que l'on enseignait jusqu'à présent mais que c'était quelque chose qui était beaucoup plus riche que ça. Et le dernier point, je souhaitais vraiment essayer de simplifier les programmes, ça c'était un point important, je ne sais pas si on y est arrivé mais je souhaitais vraiment diminuer la quantité d'informations à distribuer aux élèves. Je crois qu'il était plus important de les faire réfléchir. Le dernier point, je ne sais pas si on y est arrivé, je souhaitais vraiment rapprocher les disciplines, arrêter de dire qu'un étudiant fait des Sciences de la Vie et de la Terre d'un côté, de la Physique de l'autre, de la Chimie par ailleurs et des mathématiques. Je crois qu'il était important de montrer que quand on fait des Sciences de la nature, on fait à la fois de la Physique, de la Chimie, des Sciences Naturelles, des mathématiques etc ...
7. **BU** : Ces contraintes là elles étaient imposées par le Ministère ?
8. Pas du tout. On avait aucune contrainte. Le Ministre Allègre souhaitait que l'on simplifie les programmes, ça s'était un mot d'ordre général pour l'ensemble des disciplines, il souhaitait ensuite que l'on essaye de « marier » un peu les disciplines, que l'on essaye d'avoir une approche pluridisciplinaire des Sciences ou inter-disciplinaire et donc je crois que c'était les seuls mots d'ordre qu'il nous avait donnés. C'était simplification et essayer un peu de « marier » l'ensemble des disciplines.
9. **BU** : Est ce qu'en toile de fond vous aviez la désaffection des filières scientifiques en tête ?
10. On l'avait forcément parce qu'on avait déjà les chiffres à l'époque. Il y avait un groupe de travail en plus qui avait déjà commencé à faire un état des lieux qui était déjà assez conséquent, qui s'est d'ailleurs poursuivi après, il avait été pérennisé par Jacques Lang. C'était un groupe qui était sous la houlette du professeur Ourisson à Strasbourg, qui a rendu un rapport au Ministre sur la désaffection des filières. Sur les filières scientifiques, il y a un problème pas très simple parce que c'est à la fois un phénomène démographique mais c'est aussi un phénomène sociologique assez important qui a été analysé assez correctement d'ailleurs. Je crois qu'il y avait ça aussi en toile de fond bien sûr.
11. **BU** : Il y a une crise sociale des Sciences que vous avez essayée de résoudre ?
12. On n'a pas essayé de la résoudre mais il y a vraiment une crise sociale des Sciences. L'un des objectifs de ce groupe, enfin moi ce qui m'intéressait c'était de rapprocher l'enseignement des Sciences des problèmes de société, et pas laisser les Sciences comme quelque chose qui fonctionne à part de la société.
13. **BU** : Dans le GTD, est ce qu'il y a eu des partenaires sociaux impliqués ? des élus, des parents d'élèves.
14. Dans le groupe lui-même, il n'y avait pas ça, il y a forcément des représentations syndicales au sein du groupe technique parce que chaque personne peut avoir une affiliation à un moment donné soit à un syndicat, soit à une association de professeurs, mais il est bien clair que nous étions très en dialogue avec l'association des professeurs de Sciences Naturelles qui s'appelle l'APBG, qui a été un interlocuteur tout le long de la construction des programmes. C'est important que l'on s'associe à ces acteurs là.
15. **BU** : Les tâches au sein du GTD, vous vous les êtes réparties comment ?
16. En gros, il y avait des spécialités, on a essayé de « marier » biologie et géologie. Il y a deux axes forts qui sont les Sciences de la Terre et la biologie et bien sûr je ne me serais jamais permis d'avoir des avis tranchés sur la biologie donc on m'avait donné la responsabilité de piloter l'aspect Sciences de la Terre de ce programme. Mes collègues professeurs d'Université de Biologie se chargeront de la partie Biologie, mais moi je me posais un petit peu en arbitre de la Biologie, dans le sens où comme j'avais un

regard extérieur, je me permettais bien sûr d'intervenir et mes collègues biologistes se permettaient la réciprocité, ce qui était très bien.

17. **BU :** Vous avez travaillé avec les biologistes.
18. Bien sûr, on a même eu après des réunions de travail avec des membres d'autres groupes techniques disciplinaires avec le groupe technique disciplinaire physique chimie, on a aussi eu du travail avec les géographes, on a eu des rencontres plusieurs fois avec les mathématiciens aussi, pour essayer justement de voir comment on pouvait construire des programmes qui faisaient appel aux différentes disciplines.
19. **BU :** Quelle place vous avez fait à l'Inspection Générale de SVT ?
20. Ils ont été des interlocuteurs bien sûr, il y avait un Inspecteur Général, il y avait Monsieur Dominique ROJAT, qui était là dans le groupe. Je crois que c'était important qu'il y ait des Inspecteurs qu'ils soient Généraux ou Pédagogiques. C'était important qu'il y ait ces personnes là parce qu'il y a derrière toute cette mise en place des programmes, mise en place intellectuelle des programmes, il y a la mise en place factuelle des programmes dans les classes, au niveau des professeurs donc je crois que c'était important que ces personnes qui sont la courroie de transmission entre le programme écrit et sa réalisation dans les classes soient présentes. Ils ont été très constructifs d'ailleurs.
21. **BU :** Est-ce que tu te souviens des principaux conflits que vous avez rencontrés et les compromis que vous avez dû faire ?
22. Des conflits, il y en a forcément quand on veut faire des changements, ça c'est une grande caractéristique de tous les changements qu'ils se passent dans l'Education Nationale ou ailleurs. Dans l'Education Nationale, on est très critique mais moi j'en fais partie. On est très inertiel dans l'Education Nationale donc forcément quand on introduit des changements, il y a toujours une crainte très justifiée de la part des professeurs. Il y a aussi une inertie liée au fait que quand on fait des changements, ça demande des efforts supplémentaires et que quand il faut faire des efforts supplémentaires, soit on a peur de les faire, soit on n'a pas envie de les faire etc.. Il y a eu une petite phase de conflit, en particulier quand nous faisons nos marathons de présentation des programmes, ça n'a pas toujours été très facile, il y a eu, pas des altercations mais des débats un peu musclés surtout entre les Sciences de la Terre que je représentais et les professeurs de Lycée, je crois qu'il y a eu deux ou trois réunions un peu tendues, mais je crois que c'était important qu'il y ait des réunions tendues parce que si les réunions se font dans un consensus mou, c'est pas vraiment intéressant. Il vaut mieux avoir une phase un peu conflictuelle, parce que dans la phase conflictuelle les gens se posent des questions et je crois qu'en particulier sur le programme de seconde, le conflit a été un peu dur mais je crois qu'à posteriori, on a eu raison qu'il soit dur.
23. **BU :** Les compromis que tu as dû faire, tu t'en souviens ?
24. Les compromis, bien sûr eu à faire. C'est marrant parce que les compromis, ils ne sont pas forcément dans le sens où on les attend. Moi, j'ai toujours été très surpris du fait que quand on simplifie un programme, on pense qu'on va dans le bon sens, on se dit on va avoir l'adhésion des enseignants, cela devrait être très facile. Et aussi bizarre que ça paraisse, en tout cas c'est ce que j'ai ressenti, c'est que les professeurs quand on leur enlève du contenu dans leur cours, en fait se sentent dévalorisés, alors que ce n'est pas du tout ça. Ça été bizarre parce que je ne m'y attendais pas du tout à ça. Je pensais que ça serait justement bien accueilli que l'on simplifie etc... Il y a eu une phase où on a eu l'impression qu'on enlevait quelque chose à un enseignant, que le fait de diminuer la quantité de choses à apprendre ou de concepts à apprendre et bien c'était pour eux quasiment une défaite. Ça s'est aussi calmé par la suite.
25. **BU :** Par rapport aux choix des contenus, j'ai constaté qu'il y avait une concomitance entre productions des thèmes d'environnement global dans l'enseignement secondaire et dans la recherche scientifique. C'est un réel projet social ou c'est un hasard que ce soit arrivé à peu près à la même époque.
26. C'est à la fois un hasard et à la fois une volonté. Un hasard c'est toujours un hasard, c'est que la réforme des programmes est arrivée au moment où effectivement les débats sur l'environnement commençaient à prendre de l'ampleur, ça commençait à devenir des priorités à la fois politiques avec une prise de conscience politique des problèmes d'environnement et c'était aussi concomitant avec un effort important dans l'orientation de la recherche donc c'était à la fois un problème social et à la fois un problème de stratégie scientifique et que je crois que c'était important que l'enseignement réponde à ce changement qui est un changement important. Donc je crois que c'était vraiment le moment ou jamais de le faire. Dans les programmes ça existait déjà, tu vas peut-être me poser la question après mais tous ces problèmes étaient déjà plus ou moins abordés, on a juste fait quelques réaménagements, quelques transferts de cours d'une année sur l'autre, c'est surtout ça qui a été fait, il n'y a pas eu de grande révolution dans les programmes, les concepts ne changent pas du jour au lendemain.
27. **BU :** Si on regarde le B.O. et la partie qui s'appelle l'enseignement au Lycée. Le texte introductif de ce B.O.
28. Que nous avons rédigés d'ailleurs je crois.
29. **BU :** Oui je voulais te demander, qui est-ce qui l'a rédigé ? L'enseignement au Lycée. Les textes qui présentent la philosophie de ce que l'on attend.
30. Je ne sais pas, nous on a rédigé des textes génériques de présentation du programme de seconde. Ça c'est le Ministre.
31. **BU :** Il dit dans cette introduction que l'aspect culturel doit être privilégié dans l'enseignement des Sciences. Qu'est ce qu'il voulait dire par là ?
32. L'aspect culturel, cela dépend comment on l'interprète. C'est vrai que l'on a toujours tendance à opposer les sciences fondamentales qui participent à l'augmentation de la connaissance. C'est peut-être ça que l'on appelle culturel, et puis il y a les sciences appliquées qui participent au progrès technologique, au bien être etc... Pour moi il n'y a pas de différences, pour moi dans ma tête culturel, c'est peut-être ce à quoi pensait le ministre d'ailleurs, ça veut dire que les sciences participent à la culture d'une société. La culture d'une société c'est quoi, c'est la vie de la société, pour moi ça veut dire que les sciences ne sont pas en dehors de la société, c'est qu'elles en font partie donc elles doivent adresser à la fois les questions qui ont attiré à la vie de la société et au besoin de la société, et puis c'est d'un autre côté quelque chose d'extraordinaire et la découverte du monde qui nous entoure donc je pense que c'était probablement ça l'idée.
33. **BU :** Dans ces thèmes d'environnement, il est demandé dans les instructions officielles de développer une approche pluridisciplinaire. Au sein du GTD comment vous avez réussi à coordonner tout ça ?

34. Difficilement parce que c'était une commande où on nous demandait justement de rompre avec une tradition, je ne suis pas sûr que l'on soit arrivé vraiment à le faire mais de rompre avec une tradition de l'enseignement français très compartimenté et là l'idée c'était justement de désenclaver chacune des disciplines pour montrer en gros, en tout cas moi c'était dans cet esprit là que je travaillais, c'est à dire il y a des questions scientifiques, il y a des questions de société, il y a des questions de culture et générales, et bien c'est des questions qu'il faut résoudre et c'est pas des disciplines qu'il faut mettre en avant. Résoudre une question scientifique, résoudre un problème où la science intervient dans un débat sociologique ou dans un débat et bien il faut que la Science, elle intervienne sous tous ces aspects. Le simple exemple de l'environnement, le simple exemple de l'effet de serre dont on reparlera peut-être tout à l'heure. L'effet de serre c'est à la fois des Sciences de la Terre, c'est à la fois de la physique parce qu'il y a la physique des différentes enveloppes de l'atmosphère aussi, c'est aussi de la chimie, c'est aussi de l'économie, du développement économique. On décide de prendre telle ou telle alternative énergétique et bien chacune de ces alternatives énergétiques aura un impact sur l'environnement donc c'est à la fois de la vraie science pluridisciplinaire et c'est aussi du développement économique, c'est aussi du développement social pour moi c'était ça la partie importante.
35. **BU** : Qu'est ce que vous attendiez des enseignants dans cette approche ?
36. On attendait des enseignants qu'ils comprennent bien qu'il y avait un ensemble quand on présentait, si maintenant on focalise un peu sur les problèmes d'environnement que l'environnement c'était un ensemble de choses qu'il fallait mettre ensemble pour un élève et que l'élève quand il entendait parler d'environnement dans un cours d'économie ou quand il entendait parler d'environnement dans un cours de sciences et bien il comprenne qu'il y ait une liaison entre les deux cours et que la question n'appartenait à une discipline. Les problèmes d'environnement n'appartiennent pas qu'aux gens qui font des sciences, réciproquement les problèmes d'environnement n'appartiennent pas qu'à l'économie ou qu'à l'éducation civique. Tout ça c'est lié, je crois qu'on demandait aux professeurs de bien comprendre ça, c'était la première étape. Deuxièmement c'était d'essayer de construire des enseignements ou du moins d'essayer de discuter entre eux pour construire des enseignements qui montrent bien aux élèves que des questions pouvaient être traitées sous différents aspects, soit des aspects de sciences humaines et sociales, soit des aspects scientifiques.
37. **BU** : Quelles **difficultés vous aviez imaginées pour les professeurs** ? par rapport à cette approche.
38. On n'a pas imaginé de difficultés, on pensait que c'était tellement évident mais ça je pense c'est une erreur, on pensait que c'était évident pour les gens de comprendre que les problèmes d'environnement c'était un tout, on pensait que c'était évident, et en fait cela ne l'est pas du tout. A posteriori on sait bien rendu compte et ça c'est lié vraiment à la structure de notre enseignement secondaire du Lycée c'est que les choses sont très cloisonnées, bien sûr il y a des contre-exemples mais en moyenne c'est très cloisonné quand même.
39. **BU** : Qu'est ce qu'il faudrait faire alors ?
40. Je ne sais pas. Honnêtement j'ai tout essayé mais je crois qu'il y a à la fois des problèmes sur le métier d'enseignant, le changement du métier d'enseignant qui n'est pas que ce qu'on discute ici, de se dire il n'y a qu'à ou vous avez qu'à travailler entre vous, je crois que c'est plus complexe que ça et bien sûr les enseignants ont d'autres soucis dont la manière de transmettre le savoir. Ça on peut en discuter mais ils ont d'autres problèmes qui sont plus liés au fonctionnement de l'école elle-même et au changement de mission de l'école, qui n'est pas encore résolue. Une chose qui nous paraissait évidente et en fait très complexe.
41. **BU** : Dans la **partie relation transversale avec le programme de physique chimie**, cet encart qu'il y a dans le BO, comment est ce que vous avez rédigé ce texte ? Comment vous avez fait la passerelle entre les SVT et la physique chimie ?
42. Justement là je disais tout à l'heure que l'on avait eu des séances de travail avec les autres groupes techniques disciplinaires. L'un des objectifs était justement de regarder dans les différentes parties du programme de sciences de la vie et de la terre et les différentes parties du programme de physique chimie de voir à quel moment justement on pouvait discuter d'un même concept à la fois sous l'aspect sciences de la vie et de la terre et sous l'aspect physique chimie. On donne plusieurs exemples, en particulier sur la chimie, sur la physique et on ne force pas mais on incite les enseignants justement à essayer de construire un enseignement qui essaye de varier les deux disciplines.
43. **BU** : Et le GTD de Physique a relu et validé cette partie ?
44. Oui absolument. Cela a été vu et revu par les deux.
45. **BU** : Et la réciproque est vraie dans le texte de physique chimie, on retrouve des liens avec la biologie.
46. Ça je ne m'en souviens pas bien, mais probablement, il faudrait vérifier. En tout cas dans le programme Sciences de la vie et de la terre c'est clairement écrit, du moins dans les annexes, c'est même dans le texte principal.
47. **BU** : Dans le BO aussi on relève une phrase : la phrase suivante « l'exposé axiomatique de la science déjà faite ne correspond pas au mouvement de **la science en train de se faire** » Il y avait cette idée qu'on a essayée de faire passer. Qu'est ce que vous attendez des enseignants par rapport à ces exposés axiomatiques ?
48. Cette phrase un peu alambiquée. Dans ma tête, elle signifie que, on a entendu plusieurs fois au cours des séances de travail du GTD mais aussi lors de la rencontre avec les professeurs, qu'ils avaient une image de la science qui était bizarre parce qu'on s'est retrouvé très souvent face à des enseignants qui avaient une idée arrêtée de la manière dont fonctionne la science alors que ce n'était pas du tout celle que nous avions nous. On s'est même retrouvé à des moments en train de recevoir des leçons sur la manière de faire notre métier. Au début on est un peu vexé, et après on se rend compte que c'est quand même quelque chose qui est profondément ancré, pas du tout méchant de leur part, ni du tout prétentieux, c'est plein de pièges.
49. **BU** : **Ancien programme** maintenant, au moment de la réforme de 99. Le texte qui est en place. Comment vous l'avez utilisé cet ancien texte, comment vous l'avez pris en compte ?
50. Moi quand je suis arrivé, je connaissais un tout petit peu les programmes de Lycée parce que j'en discutais avec des collègues ici ou là, je connaissais un peu les programmes de Lycée, j'en avais une image de complexité, j'utilisais toujours l'image suivante si un étudiant qui passe l'agrégation, qui passe un concours de recrutement ou même un étudiant qui dans une maîtrise de Sciences de la Terre, s'il savait tout ce qu'il y a dans les livres de seconde, de première et de terminale, s'il savait tout ça parfaitement, qu'il en avait saisi toute la profondeur et bien il n'y avait pas de soucis, il était déjà très bien formé donc dans ma tête il y avait un décalage très fort entre le contenu des programmes de Lycée et peut-être la maturité des élèves, en gros pour moi le programme était trop compliqué et c'était ce que l'on faisait en licence, maîtrise éventuellement même DEA pour certains concepts. Pour moi c'était troublant alors on m'a expliqué que c'est le principe de répétition qui fait qu'on apprend, je suis entièrement d'accord avec

ça, mais dans le programme de Sciences de la Terre en tout cas depuis la 4<sup>ème</sup>, c'est un peu toujours la même chose, on répète. C'est peut-être une technique qui porte ses fruits, mais je n'en suis pas sûr parce que les élèves n'aiment pas les Sciences de la Terre, n'accrochent pas aux Sciences de la Terre donc c'était un peu ça ma base. C'était un programme qui était très riche, touffu qui balayait toutes les Sciences de la Terre pour ma partie. Je pense que l'on n'a pas réussi à nettoyer ça proprement.

51. **BU** : C'était essentiellement un problème de contenus.
52. C'était un problème de contenus et d'exigences vis-à-vis de l'élève. Les élèves, il faut les intéresser, les Sciences c'est quand même quelque chose de passionnant et il faut transmettre cette passion aux élèves, il faut la transmettre sur les choses intéressantes pour que les gens se passionnent il faut les amener sur des choses qui les intéressent, qui les motivent etc... Il y avait aussi ça derrière. Dans les Sciences de la Terre, je crois qu'il y a des choses très motivantes, il y en a d'autres qui ne sont vraiment pas motivantes au niveau du Lycée. C'était un peu l'esprit, c'était de dire voilà, qu'est ce qui peut intéresser un élève dans les Sciences de la Terre, et essayer de rendre les Sciences de la Terre captivante, parler d'évolution de la terre, de la naissance de la terre, du positionnement de la terre dans l'univers et puis il y a après les problèmes d'environnement sur lesquels les enfants sont relativement sensibles et puis essayer de coller tout ça ensemble, ça c'est évident. L'idée de base, un programme extrêmement compliqué, complexe, trop ambitieux et puis d'un autre côté essayer d'amener des élèves à aimer les Sciences de la Terre en montrant que c'était à la fois passionnant, que c'était une aventure, que c'était quelque chose de vivant en fait et puis essayer de montrer que les Sciences de la Terre avaient leur mot à dire dans les problèmes de société au même titre que la biologie, je pense que les enfants préfèrent la biologie aux Sciences de la Terre, parce que la biologie c'est plus prêt d'eux, c'est plus prêt de leurs préoccupations donc je crois que l'on avait ce challenge là.
53. **BU** : Si on regarde **le programme de 1<sup>ère</sup> S en 94**, on y parle d'effet de serre et on y parle de ce concept en l'associant aux activités humaines qui perturbent le cycle du carbone. Donc le concept est passé de la 1<sup>ère</sup> S à la seconde pour la refonte en 2000 et puis l'approche est différente aussi parce que dans le programme de seconde, on ne le présente pas comme un phénomène lié à l'activité humaine, on ne fait pas de lien avec les problèmes d'anthropisation. Est ce que c'était voulu ce transfert déjà, pourquoi ce transfert de la 1<sup>ère</sup> S à la seconde et pourquoi une approche un peu différente du concept.
54. Là il y a deux aspects, la première partie pourquoi le faire passer de la première à la seconde. Il y avait un aspect stratégique on va dire. La seconde est la dernière classe où l'ensemble des élèves font des sciences de manière générale. C'est la dernière fois où beaucoup d'élèves vont avoir un contact avec les Sciences de la Vie et de la Terre. Là il y avait deux objectifs, premièrement de montrer que les Sciences de la Terre, ce n'est pas que la géologie mais c'était aussi essayer de comprendre le fonctionnement de l'atmosphère, essayer de comprendre le fonctionnement des océans, c'était aussi comprendre les problèmes d'effet de serre, tout ça c'était des Sciences de la Terre, c'était le premier aspect. Deuxième aspect c'était qu'il nous semblait que ce problème là était vraiment très important d'avenir pour l'ensemble de l'humanité et qu'il nous paraissait important de montrer à l'ensemble de ces élèves qui n'allaient peut-être plus faire de sciences, de leur montrer que ce problème scientifique qui était aussi un problème de développement économique etc ... de leur donner les bases de la réflexion, de leur montrer que l'effet de serre c'est lié, premièrement lever un certain nombre de malentendus, l'effet de serre c'est quelque chose de naturel dans un premier temps, il y a un effet de serre naturel de la planète, qu'il y a un effet de serre additionnel qui est lié à l'activité humaine, c'était un deuxième point qui est dans le programme d'ailleurs et puis de montrer que cet effet de serre est contrôlé par un certain nombre de paramètres dont on ne les connaît pas encore tous mais un certain nombre de paramètres très simple, quantité de gaz à effet de serre dans l'atmosphère et que c'était lié à une relation avec le soleil, à des réactions chimiques avec le rayonnement solaire particulier et donc montrer, l'idée c'était de se dire si on explique bien aux élèves comment fonctionne l'effet de serre, si un jour on leur demande d'avoir une réflexion, on va dire citoyenne sur ces problèmes là, qu'ils auront peut-être un jour un referendum, à se positionner ou à prendre partie dans un referendum sur les choix énergétiques d'un pays ou de la planète, qu'ils comprennent bien les enjeux de ce choix énergétique, quelles sont les conséquences de ce choix énergétique sur l'évolution climatique de la planète, on peut décider qu'il y ait un réchauffement mais qu'on comprenne bien ce que chaque choix énergétique produira sur l'atmosphère. Je crois que c'était vraiment tout simple.
55. **BU** : Quand on regarde le texte du programme de seconde, on dit juste de présenter l'effet de serre comme un mécanisme qui résulte de la présence d'une atmosphère sur terre comme sur mars mais on ne fait pas le lien avec le réchauffement climatique, ce n'est pas demander.
56. On ne le demande pas mais on dira que, je crois avoir écrit à un endroit donné, que dans l'entête du chapitre que c'est normalement l'occasion de débattre des problèmes d'environnement. Cela revient aux professeurs après, nous on ne peut pas écrire à chaque professeur, ils sont assez grands pour essayer de mettre en place un enseignement, ils peuvent l'évoquer. L'idée n'est pas de faire un débat sur l'effet de serre ou sur les choix politiques d'utiliser des carburants fossiles ou d'énergie nucléaire. Non, non c'est de l'évoquer, de dire écouter, regarder si vous faites un choix énergétique entre consommer des ressources fossiles ou faire de l'énergie nucléaire, on pourrait regarder les conséquences sur notre atmosphère, d'ailleurs le programme a été fait, je ne sais pas si tu te souviens mais on parle de la dispersion des polluants, on dit bien que, on a essayé de poser les problèmes clairement, l'effet de serre c'est clairement lié à l'injection de gaz carbonique, de méthane dans l'atmosphère. On sait très bien que ça augmente l'effet de serre ces gaz là et ça on peut corrélér cela, toutes les courbes le montrent, à la consommation d'énergies fossiles et à l'industrialisation. En revanche on sait très bien que les centrales nucléaires produisent moins de gaz à effet de serre. En revanche on montre bien qu'il y a des dangers inhérents, aussi d'autres dangers inhérents à l'utilisation de l'énergie nucléaire c'est les accidents. On suggère au professeur de parler de la dissémination des polluants avec Tchernobyl par exemple ou dans les océans pour les polluants etc... Dans notre tête c'était bien clair qu'il fallait qu'on présente aux élèves un certain nombre de mécanisme élémentaire sur le fonctionnement de l'atmosphère et qu'on les mette en regard (c'est à la liberté du professeur) avec des débats de société.
57. **BU** : Si on regarde **les activités pratiques que vous proposez, en 1<sup>ère</sup> S en 94** la réforme précédente, on demandait par rapport à l'effet de serre de faire une analyse critique des prévisions sur l'évolution future du climat. En seconde l'activité pratique que vous leur proposez c'est celle de modéliser de manière analogique l'effet des gaz à effet de serre. Pourquoi vous avez choisi cette activité là ?
58. Premièrement si je regarde la 1<sup>ère</sup> qui était « analyse critique des prévisions sur l'évolution future du climat » : analyse critique c'est un acte scientifique ? C'est très compliqué même les spécialistes entre eux on du mal alors on ne va pas demander à des élèves ou même à des professeurs d'avoir un recul sur cette critique là. On peut critiquer et dire « regardez ce modèle là prévoit 7° de réchauffement, ce modèle là 3°, la différence c'est 4° » Est ce que c'est vraiment intéressant. Je ne crois pas mais en revanche posez la question qu'il y a une incertitude sur les modèles ça, ça avait un sens. Ce qu'on a décidé de faire en seconde c'était essayé de faire comprendre ce qu'était l'effet de serre à partir de principe relativement simple. Il y avait aussi derrière un petit retour à la nature c'est à dire il y a quand même des choses élémentaires que les gens ont oublié, c'est des trucs tout bête. Je me souviens avoir discuté au moins avec les professeurs sur : il fait plus froid les nuits où il n'y a pas de couverture nuageuse que les nuits où il y a des couvertures nuageuses. Ca c'est déjà un des effets de l'effet de serre, c'est sur le refroidissement diurne et nocturne. On se disait revenons quand même à des choses de base. Une des 1<sup>ère</sup> partie du programme de seconde c'est de leur

expliquer pourquoi il y a des climats et des saisons à la surface de la terre. Là aussi on avait beaucoup oublié. Les élèves mais je connais aussi des enseignants d'université qui sont incapables d'expliquer pourquoi il y a une zonation climatique à la surface de la terre etc...C'était aussi de revenir à des choses simples moins fumeuses, moins littéraires peut être sur le fonctionnement de la terre et là on a quand même des exemples simples, c'est quand même des choses qu'on peut voir. La Géologie c'est difficile parce qu'on remonte dans le passé. Là on parle de la géologie actuelle (c'est le fonctionnement actuel de la planète) avec un peu de bon sens derrière, de sensations physiques de fonctionnement de notre planète.

59. **BU** : Sur l'activité pratique de l'effet de serre comment vous avez trouvé cette manipulation ?
60. On ne suggère pas une manipulation. On demande aux enseignants d'essayer de voir comment faire sentir à des élèves que quand on a du gaz carbonique, quand on a du méthane et bien il y a, en interaction avec la lumière, des modifications en fonction de la teneur en gaz. Je ne crois pas qu'il y ait de manip type.
61. **BU** : On suggère une expérience analogique sur l'effet de serre.
62. Oui on suggère une expérience analogique c'est à dire on suggère à l'enseignant de montrer que quand il y a du gaz carbonique il y a plus d'absorption de lumière infra rouge. Je crois que c'est cela qu'on suggère. Après la mise en place je crois que c'est à chacun. C'était un peu l'esprit de se dire c'est à chaque professeur un peu de trouver. C'est ça la liberté de l'enseignant. On ne va pas lui donner le TP clés en main. Je crois qu'ils se sont d'ailleurs débrouillés après avoir essayé de trouver des expériences. Là aussi il y a des expériences de bon sens sur ça, que les enfants peuvent comprendre très rapidement. On avait parlé de la vision infra rouge. On avait parlé des choses que les enfants connaissent, que sont ces différentes images qu'ils voient soit dans les émissions scientifiques soit dans des ouvrages, soit dans des films où justement on utilise ces effets d'absorption sélective de certaines longueurs d'ondes par des molécules (je deviens un peu scientifique mais) Ils l'ont déjà vu donc il suffit de leur expliquer des choses qu'ils ont déjà vues. C'est ça qui est important.
63. **BU** : Donc vous n'aviez pas une idée en tête d'expérience analogique ?
64. Ah si moi je pense que j'avais dans ma tête de dire : on prend une source infra rouge, on prend un récipient, on éclaire puis on met sans gaz carbonique et avec gaz carbonique et on regarde ce qui se passe de l'autre côté., éventuellement on chauffe, on regarde comment varie la température du milieu en fonction de l'éclairement et de la teneur en gaz. C'est ça qu'on avait en tête. Mais je crois qu'il y a certaines manip qui ont été faites dans ce sens là.
65. **BU** : Est ce que ça c'est un modèle au sens géologue du terme ?
66. Ca c'était l'autre débat. C'était la notion de modèle qui nous a posé beaucoup de soucis.
67. **BU** : On peut considérer que c'est un modèle scientifique cela ou c'est plutôt la maquette pédagogique ?
68. Pour moi un modèle c'est une description. Un modèle de terre dans ma tête c'est une présentation du fonctionnement de notre planète. Prenons un modèle d'atmosphère : pour moi un modèle d'atmosphère c'est une description satisfaisante du fonctionnement de l'atmosphère à partir de ce qu'on connaît à un moment donné. Donc on a un modèle à un moment donné, une représentation à un moment donné. Un modèle dans le sens où tu le suggères ici, cette expérience, je crois que ce n'est pas un modèle c'est : essayons de comprendre un phénomène à partir d'une expérience dont on connaît à peu près les paramètres et les conditions limites. Voilà. On a une cuve avec de l'air dedans, on l'éclaire avec une source infra rouge, on modifie la teneur en gaz carbonique donc on voit l'effet d'un paramètre sur la température de cette cuve d'air. C'est pour moi la modélisation d'un des phénomènes de l'effet de serre mais pas la modélisation de l'effet de serre. C'est plus compliqué.
69. **BU** : Si on regarde dans les manuels scolaires quels TP ont été proposés, j'ai pris le Bordas 30% des ventes, le Belin 21 % et le Hatier 20 % des ventes. En gros on a 75 % des choix des enseignants sous les yeux. Donc on regarde les séquences TP qui ont pu être développées pour l'effet de serre...
70. Oui je m'en souviens très bien. D'ailleurs elles ont été critiquées ces manip. Dans le bon sens ou dans le mauvais sens, je ne me souviens pas très bien ?
71. **BU** : Celles là elles ont été critiquées dans le mauvais sens puisque les enceintes bloquant les échanges de type convection. Beaucoup d'enquêtes dans la région Rhône Alpes montrent que beaucoup on choisit cette manip là..
72. Parce qu'elle est sphérique. Ca ressemble plus à la terre. Toutes ces expériences ont des défauts mais bien sûr on néglige la convection, un certain nombre de choses mais elles ont été critiquées surtout par des hypers spécialistes de l'effet de serre si mes souvenirs sont exacts mais ils ne les ont pas remis en question complètement. Ils ont juste dit qu'elles étaient probablement plus compliquées qu'elles en avaient l'air. Ce n'est pas très grave. Je dirais qu'à partir du moment où elles montrent un effet important, que cet effet n'est pas le seul effet qui prend place dans l'expérience, ça on en a l'habitude dans pleins d'expérience de physique. Quand on fait de la physique sur les chocs et qu'on met sur une table un coussin d'air, la résistance n'est pas complètement nulle donc on fait aussi une hypothèse. Donc je crois que ces expériences, premièrement elles ont le charme d'expliquer simplement les choses (il faut être aussi analogique dans le sens où elles essaient d'expliquer simplement par quelque chose qui « ressemble à ». « Quand ça ressemble à » ce n'est pas très bien parce qu'on peut « ressembler à » et être complètement à côté de la plaque ! Elles ont l'intérêt de mettre en évidence cet effet de la teneur en gaz carbonique. Il y a d'autres effets dans l'expérience mais je crois que l'effet N°1 c'est bien la teneur en gaz carbonique. Je pense que ça n'a jamais été remis en cause cela. C'est le paramètre le plus important. C'est comme n'importe quoi ça dépend du degré de description qu'on fait de l'expérience. Un élève qui dira « oui mais Monsieur, là l'air ne convecte pas ou convecte », ça prouvera qu'il y en a qui réfléchissent.
73. **BU** : Je voulais voir un peu quelles relations vous avez eu avec les chercheurs pour la rédaction de cette partie là. Quelles démarches, quelles consultations vous avez effectuées ?
74. Moi à l'époque j'avais beaucoup travaillé en fait avec les chercheurs parce qu'à l'époque j'étais dans une commission du CNRS qui s'occupaient en particulier des problèmes d'environnement. Je n'étais pas directeur du département à l'époque mais j'étais très en relation avec les gens du département et à l'époque de la rédaction des programmes je me souviens avoir très clairement demandé aux gens de l'environnement, des gens qui s'intéressent au fonctionnement de l'atmosphère et de l'océan si c'était le bon moment de mettre cela dans les programmes de seconde, parce que c'était déjà dans les programmes de 1<sup>ère</sup>, et je crois qu'ils m'ont tous dit oui en particulier Gérard Megie qui a beaucoup travaillé là dessus. Je crois qu'on a tous été d'accord pour mettre cela vraiment et ils m'ont beaucoup aidé. Je leur ai fait lire un peu le programme. Je les ai fait participer un peu à la rédaction, chacun de son côté en dehors du GTD pouvait faire un peu ce qu'il voulait. Donc moi je travaillais un peu en particulier avec

Gérard Mégie et Bernard Legras qui était président de la commission de la section 13 du CNRS. J'ai bien travaillé avec eux car je ne suis pas un spécialiste de ça du tout. Justement c'est important qu'on ne soit pas un spécialiste. Enfin j'en connais le fonctionnement car je l'ai enseigné il y a bien longtemps. Je me souviens avoir commencé ces cours à l'époque où personne ne faisait des cours sur cela à l'université dans les DEUG de sciences naturelles dans les années 80. On a été probablement à l'époque à Rennes l'une des premières universités à faire ça. Donc pour moi j'en connaissais les principes, les grands principes mais pour rentrer un petit peu dans le détail j'ai bien sûr fait appel aux chercheurs spécialistes.

75. **BU :** Par rapport aux incertitudes, aux données contradictoires qu'on peut avoir sur l'effet de serre comment vous avez réagi ? Vous avez dû faire des choix ? Par exemple si on essaie de faire le lien avec le réchauffement climatique, tous les débats qui pouvaient être....
76. C'était important car je te rappelle que pour moi c'était important qu'il y ait débat dans la science. Cette phrase pas très claire tout à l'heure c'était pour montrer que la science c'était aussi du débat. Qu'il y ait l'effet de serre ça tout le monde le sait, qu'il y ait un effet de serre additionnel les choses le démontrent de plus en plus mais je crois que c'était important de montrer qu'il y avait cette remise en question permanente, qu'il y avait des mesures, que les principes physiques de l'effet de serre sont connus (c'est des phénomènes d'absorption, de longueur d'ondes etc...) Qu'après on se projète dans le futur ou qu'on essaie d'interpréter le passé à l'aide de ces modèles de fonctionnement de l'atmosphère c'est typiquement la démarche scientifique. C'est rare qu'on demande à des scientifiques de prédire quelque chose. Je crois que c'était important de montrer aux élèves et aux professeurs que l'on va nous demander de prédire l'avenir ou de proposer des scénarios pour l'avenir, que ces scénarios sont entachés d'erreur mais que ces erreurs sont liées au fonctionnement de la science. La science elle ne sait pas tout à un moment donné, qu'elle continue à faire des expériences, qu'elle s'engage dans des voies qui ne sont pas les bonnes qu'elle est obligée de corriger. Je crois que c'était important de montrer aux élèves que ces modèles ils sont incertains. Par exemple : l'évolution du climat. Pourquoi ils sont incertains : parce qu'on n'a pas assez de mesures, parce qu'on ne connaît pas tous les paramètres qui gouvernent l'effet de serre. C'est justement ce qui est le moteur de la Recherche. On a des questions dont on ne connaît pas les réponses. Et là on obtient des résultats et des modèles qu'on essaie de projeter vers l'avenir et on se rend compte que la projection dans l'avenir elle dépend de notre degré de connaissance.
77. **BU :** Sur cette thématique de l'effet de serre, quand on regarde son impact d'un point de vue traitement médiatique il est fort, les journalistes proposent des interprétations est ce que vous vous en avez tenu compte pour faire ce programme ?
78. Oui bien sûr. Ca c'est d'ailleurs une pierre d'achoppement avec les professeurs. Quand on faisait notre tournée de présentation du programme, on nous rétorquait chaque fois que ce programme était médiatique, que c'était plus de la science, on s'ancrait trop sur le catastrophique, sur le problème médiatique. Moi justement c'était exprès que j'étais parti sur cette piste là parce que justement la science elle fait partie de la société ; pour moi elle devait vraiment être ancrée dans les problématiques (une partie de la science ou la science en elle-même) ce n'était pas quelque chose qui était à part de la société. C'était un acteur de la société. Là typiquement on était en plein dans un débat de société (on l'est toujours) qui est l'avenir du climat de la planète etc... Pour moi c'était vraiment essentiel qu'il y ait cet ancrage alors que ce soit médiatique c'est encore tant mieux. Je dirais à partir du moment où la science sort de sa tour d'ivoire, où elle se livre, où elle rentre dans le débat public pour moi c'était très important. Que ça passe dans les journaux c'est tant mieux, encore mieux. Il n'y a pas de souci pour moi.
79. **BU :** Le BO dit que dans chaque développement scientifique qu'on va faire avec les élèves, il est bon de le replacer dans le contexte historique. Sur cette partie là, vous auriez souhaité que les enseignants le fassent aussi sur l'effet de serre?
80. Oui bien sûr. Ce n'est pas facile sur l'effet de serre mais par exemple l'effet de serre est un truc qui est connu historiquement depuis plus d'un siècle (Fourier). Les élèves ne sont pas suffisamment mûrs pour comprendre, ils sont peut être suffisamment fûtés pour comprendre c'est pas cela que je veux dire mais peut être que cela les dépasse de faire un peu d'histoire des sciences mais leur dire que ce problème de l'effet de serre et de la modification de l'effet de serre par l'adjonction de gaz carbonique etc... est quelque chose qui avait déjà été proposé il y a plus de 150 ans par Arrhenius. Arrhenius avait déjà proposé cela et donc somme toute il avait dit si on continue à brûler du pétrole comme ça ou du charbon et bien on augmenterait la quantité de gaz carbonique dans l'atmosphère et donc on modifiera l'effet de serre de notre planète et donc on pourrait entrevoir des modifications climatiques. Le problème est posé depuis très longtemps. Ce qu'il faut montrer c'est que la question scientifique est une question qui est posée depuis très longtemps, sa résolution et bien ça fait déjà 150 ans de travail. C'est ça qu'on essayait de demander et puis aussi c'est peut être plus vrai en biologie. En biologie par exemple on sait très bien qu'il y a des tas de recherches qui sont historiquement liées soit à des découvertes majeures. Dans le programme de seconde on évoque déjà l'ADN. L'ADN c'est une découverte essentielle, la structure de l'ADN, donc je crois qu'il était important de montrer aux élèves qu'il y a un moment donné des ruptures dans le fonctionnement de la science qui sont les grandes découvertes, les grandes ruptures de ce qu'on appelle les paradigmes, de schémas de pensées. Je crois qu'il est important que les élèves comprennent qu'il y a des moments donnés, la science elle a des grandes ruptures. Il y a Einstein pour la Physique... et en Biologie il y a Watson et Crick pour l'ADN, pour les sciences de la Terre il y en a plein : la découverte de la tectonique des plaques qu'on voit dans le programme de 1<sup>ère</sup> ou alors justement sur l'effet de serre se dire qu'Arrhénius avait déjà tout prévu en fait, prédit ou posé clairement les problèmes.
81. **BU :** Pourquoi vous ne l'avez pas rédigé cela ?
82. Parce que je pense que je suis plutôt partisan de dire « bon écoutez les professeurs ça c'est votre travail » On ne va pas vous écrire noir sur blanc. D'ailleurs je crois qu'ils n'attendent pas cela. Ils disent qu'ils n'attendent pas cela mais a posteriori ils aimeraient bien qu'on leur écrive noir sur blanc les choses dans le détail. C'est vrai le programme de seconde c'était une autre méthode d'action que les programmes précédents c'est à dire on posait les grands principes du programme ou les grandes thématiques du programme et on ne pilotait pas les professeurs. C'était une erreur mais a posteriori je pense que comme c'est une année où il n'y a pas d'examen, il n'y a pas de sanction, je crois que c'est important de laisser la main aux enseignants pour qu'ils expriment leur sensibilité. Ce programme est tellement riche qu'ils peuvent l'aborder de pleins de façon différente. On ne souhaitait pas leur forcer la main.
83. **BU :** On constate souvent dans la rédaction des programmes depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle, c'est toujours des textes qui présentent les savoirs de manière dépersonnalisée. On les sort de leur contexte social, c'est une tradition que vous avez maintenue dans le programme de seconde ?
84. Ah non dans le programme de seconde il y a une introduction où il est clairement expliqué que le programme de seconde c'est l'occasion justement d'ancrer les découvertes scientifiques, les problématiques scientifiques dans un contexte qui n'est pas que le contexte de la science mais aussi le contexte de la société.
85. **BU :** Une autre partie maintenant qui concerne l'aspect médiatique de cette question de l'effet de serre, on peut appeler cela une question scientifique socialement vive. Vous dites dans le BO il faut permettre en seconde aux élèves qui ne poursuivent pas des

filières scientifiques de continuer à **s'intéresser aux sciences**, de lire des revues scientifiques et de ne pas avoir peur de la science. C'était quel constat ?

86. J'ai déjà répondu à la 1<sup>ère</sup> partie de la question. Je crois que c'était important comme c'était la dernière classe, la seconde où tout le monde faisait des sciences, c'était aussi l'occasion de dire « écoutez la science il ne faut pas en avoir peur » dans le sens pas de ses découvertes (OGM, bombe atomique etc...) c'était pas ça mais de ne pas avoir peur d'essayer de comprendre la science parce que la science c'est pas plus compliqué que l'économie, c'est pas plus compliqué que le fonctionnement de la Sécurité Sociale, c'est probablement même plus simple et le point c'est de se dire « Voilà il y a des questions de société où la science intervient soit pour comprendre le problème soit pour proposer des remèdes à ce problème. On peut prendre les problèmes de santé. On peut prendre les problèmes de traitement de maladie par exemple ou les thérapies géniques etc... pour la géologie l'effet de serre. C'était important de leur dire « Voilà il faut que vous compreniez que la science elle a des règles de fonctionnement, elle donne des réponses à un moment donné, elle est incertaine à d'autres et que quand vous en entendrez parlé ultérieurement même si vous ne la pratiquez pas ou si vous n'êtes pas en connections avec un monde scientifique, que vous n'ayez pas peur de la science dans le sens de ne pas avoir peur de ne pas pouvoir comprendre. Ne pas pouvoir comprendre c'est avoir des méthodes un peu intellectuelles de se dire « les scientifiques quand ils disent quelque chose, quand ils disent ils sont sûrs on peut être le croire mais quand ils sont pas sûr ça veut dire qu'il faut soutenir l'effort de recherche. Quand on dira « demain il faut plus d'argent pour travailler sur une maladie émergente etc... » c'est probablement vrai ! Les scientifiques ce n'est pas pour le plaisir d'avoir plus d'argent c'est aussi effectivement pour répondre à une question scientifique ou à un problème social où la science doit intervenir et bien quand le scientifique dit « là il faut vraiment faire un effort » je crois qu'il faut l'écouter. Essayer de montrer qu'il y a une responsabilité des scientifiques dans un certain nombre de questions qu'il faut leur faire confiance. C'est comme dans toutes les populations il y a des charlatans partout mais en moyenne les scientifiques quand ils posent une question ou quand ils donnent une réponse il faut les écouter clairement. Quand ils disent ce n'est pas sûr c'est qu'ils sont vraiment pas sûr et quand c'est sûr on espère qu'ils sont sûrs !
87. **BU :** Sur le thème de l'effet de serre il y a les médias qui ont une place très importante. Je me pose la question : quelle est d'après toi la **place des médias dans l'apprentissage des élèves** par rapport à l'effet de serre ?
88. Justement c'était un autre problème et là c'est vrai j'étais assez d'accord avec les professeurs. Quand on regarde un petit peu ce qui est produit dans les médias c'est très très variable ! Il y a des médias qui font un effort pour bien comprendre, pour bien transmettre la question scientifique, pour bien la poser, qui expliquent les principes de base correctement et à côté il y a effectivement le tout et n'importe quoi. En particulier sur l'effet de serre on avait fait une analyse critique de pas mal d'ouvrages, de vulgarisation scientifique ou d'articles de presse etc... on se rend compte qu'on peut trouver n'importe quoi dedans. Je crois qu'il était important aussi de redonner un peu.. C'est à dire l'information scientifique et la formation scientifique elle est importante au travers de ces médias. C'est devenu une source incontournable de formation pour les gens. Mais je crois qu'il est aussi important de dire que la vraie formation scientifique elle se fait au lycée, elle se fait au travers des professionnels on va dire de la science dont les enseignants font partie. C'était aussi redonner un petit peu une mission claire aux enseignants c'est à dire « écoutez vous êtes aussi là pour former (informer c'est former aussi) donc quand vous faites de la formation au travers de vos cours vous faites aussi de l'information scientifique et vous donnez les moyens à vos élèves de comprendre dans le futur l'information qu'ils retrouveront au travers des médias et la critiquer » parce que c'est l'éternel problème. Quand on est scientifique, quand je réponds à une interview scientifique dans un journal on va dire de grand tirage ou quand je reçois un journaliste et que je lui explique comme je le fais à toi, ce que j'ai fait sur une découverte scientifique et quand j'en vois le résultat je suis souvent très surpris, souvent désagréablement très surpris. La retranscription ou la traduction de ce que j'ai dit induit des non-sens par rapport à ce que j'ai raconté. Donc je me dis qu'il faut aussi qu'on soit capable de comprendre et de relire critiquement ce que l'on lit de la même manière qu'on essaye de le faire quand on écoute les problèmes de presse sur la sociologie, sur les problèmes politiques, on essaye d'avoir une lecture critique, pas forcément mais on essaye d'avoir une lecture critique et on sait très bien qu'il y a des journaux qui sont plus ou moins bien informés ou plus ou moins honnêtes. Donc je crois aussi que c'était le moment de dire « essayons de former des citoyens capables de trancher ou de lire critiquement ce qu'ils voient dans la presse.
89. **BU :** Il y avait une volonté de positionner l'école face aux médias et face à la science ?
90. De montrer qu'il y avait des choses complémentaires. La science c'est comme tout on peut dire n'importe quoi au travers de la presse sur des découvertes scientifiques, sur des conséquences de découverte scientifique. Je crois que l'école doit aussi former. Quand le Ministre disait « il faut former, il faut avoir une école citoyenne, former des citoyens » c'était ça. C'était des gens qui ont un sens critique, qui sont capable, malgré l'intoxication qu'ils peuvent avoir sur les découvertes scientifiques, de les critiquer, de critiquer ce qui est écrit. D'une manière générale c'était un peu cela qui était derrière. Moi je disais toujours s'il y a un choix énergétique, si on a à choisir entre le nucléaire et la consommation de pétrole ce que je souhaite c'est que les élèves qui ont été formés dans les lycées ne soient pas soumis à une décision qui ne soit piloter que par celui qui a crié plus fort ou qui aura plus d'audience dans un journal ou dans un média quelconque. Le choix politique doit se faire sur des arguments qu'on est capable de comprendre, de maîtriser et qu'on est capable de critiquer.
91. **BU :** Pour vous il faudrait faire une place aux **actualités scientifiques à l'école** ?
92. Absolument
93. **BU :** Mais comment on pourrait faire cela ? Les commenter ?
94. Oui je crois que ça pourrait être fait de la manière suivante : une découverte scientifique par semaine commentée. Je ne sais pas mais il faut mettre en place un outil. On vient d'apprendre qu'on était capable de faire des souris en utilisant que des ovules. Ca c'est quand même une découverte importante. Elle devrait être commentée en classe. Demain je ne sais pas on découvre un nouveau vaccin, ça devrait être commenté en classe par le professeur.
95. **BU :** Il faudrait réserver des temps.
96. Je crois qu'il devrait y avoir un temps à tous les niveaux du lycée peut être pour toutes les disciplines. Je ne sais pas la périodicité qu'il faudrait donner à cela mais je crois que de temps en temps un point d'information scientifique commenté par un professeur ou qui soit l'objet d'un débat au sein de l'école moi je crois que c'est important. Sur les OGM on le fait, on fait des débats citoyen mais je crois le commentaire d'information scientifique sans partie pris ça devrait faire partie intégrante de la formation des lycéens ça permettrait d'avoir une lecture critique d'une découverte ou le moment d'un débat scientifique ou de le commenter. Même si c'est très compliqué, même si c'est une découverte très compliquée : on a découvert une nouvelle galaxie hyper éloignée qui traduit les premiers instants de l'univers, on passe 10 minutes à expliquer pourquoi c'est important d'avoir trouvé cela, pourquoi est ce qu'on en parle. Ca on n'a pas réussi à le faire passer. Il y avait quand même dans le programme de seconde les

trois semaines banalisées dans lesquelles on proposait justement d'avoir cette approche là en disant c'est l'occasion soit de suivre un phénomène d'environnement pendant une année, il y a avait cette notion d'essayer dans les thèmes.

97. **BU :** On a récupéré des enquêtes sur les représentations sociales de l'effet de serre, des interviews en grand nombre, des enquêtes sur 1000 personnes, pour la majorité des gens effet de serre ça veut dire réchauffement climatique, il y a confusion avec ozone, couche d'ozone ; on s'est demandé comment faire pour prendre en compte ces représentations en classe lorsqu'on se décide à enseigner cette thématique ?
98. C'est une des raisons pour lesquelles on a mis l'effet de serre. C'est justement pour lever toutes ces ambiguïtés sur la définition. Je crois qu'on a bien insisté sur le fait que l'effet de serre est un effet qui existe et qui est lié à la présence d'atmosphère, que cet effet de serre a une variabilité naturelle et qu'il y a dessus une variabilité qui peut être imposée. Dans ma tête elle est aussi naturelle parce que je n'ai jamais bien compris pourquoi l'homme était mis en dehors du système. Dans ma tête elle est aussi naturelle que les autres sauf qu'elle est liée à une activité humaine et pas à une activité d'un autre animal de la planète en elle-même. C'était ça qui était de dire : il y a un effet de serre et puis cet effet de serre peut être perturbé. Il peut être perturbé soit naturellement (ce qui est très mauvais au point de vue terme) par les volcans, par l'histoire de la position des continents, par un certain nombre de phénomènes et puis qu'actuellement l'activité industrielle va modifier cet effet de serre et créé ce qu'on appelle un effet de serre additionnelle. Je ne sais pas si on a utilisé ce terme dans le programme ?
99. **BU :** Non. Je n'ai pas vu apparaître le terme réchauffement climatique dans le texte ?
100. Non parce que le sujet n'est pas là. Nous on a parlé du changement climatique. Des réchauffements il y en a déjà eu, ce n'est pas spécifique à l'heure actuelle. Des réchauffements, des refroidissements, il y en a eu plein tout au long de l'histoire de la terre donc là on parle de modifications climatiques.
101. **BU :** Pourtant dans les médias c'est souvent réchauffement climatique et effet de serre.
102. Oui mais il pourrait très bien y avoir un refroidissement climatique et effet de serre. Le problème c'est qu'il ne faut pas lier effet de serre avec réchauffement. L'effet de serre peut très bien aller dans l'autre sens. Imaginons que demain on puisse piéger tout le gaz carbonique qu'il y a dans l'atmosphère on aura un refroidissement.
103. **BU :** Je voudrais qu'on parle un petit peu des documents d'accompagnement. Le 28 octobre 99 vous aviez fait circuler par l'intermédiaire sous signature du GTD SVT un document qu'on appelle document d'accompagnement, il n'a pas été publié. C'était quoi l'objectif de ce document ? Vous vous souvenez de la contrainte ?
104. La contrainte comme c'était nouveau il fallait rassurer un peu, il fallait accompagner. C'est pour cela que ça s'appelle document d'accompagnement. Je crois que c'était pour cadrer un peu. Par rapport au programme précédent, il était très court ; il était rédigé de manière très court, très concis et du coup il y a eu une rupture avec le programme précédent qui était très détaillé : chapitre 1, paragraphe 1, alinéa 1 etc....Là c'était plutôt des blocs et je crois qu'il y a eu un souci un moment de se dire « Je crois que c'est ça l'intérêt du travail en groupe du GTD, il y a eu des remontés comme on dit dans lesquels on disait là il faut que vous précisiez un peu plus » Je crois qu'on a vraiment utilisé ce document d'accompagnement qui est public ?
105. **BU :** Il est disponible sur certains sites mais il n'a pas été publié officiellement.
106. Donc on a écrit un peu ce que l'on pensait être la traduction de, des fois une ligne, en un paragraphe, en une page.
107. **BU :** Vous avez repris votre texte BO et vous l'avez complété.
108. Absolument. D'ailleurs en 1<sup>ère</sup> je crois qu'on a fait cela autrement.
109. **BU :** Il y a aussi dans ce document une liste des thèmes ou sujets au choix, comment vous les avez choisis ces thématiques ? Il y en avait une dizaine. Il y en avait un justement qui s'appelait les gaz à effet de serre, rôle et temps de résidence dans l'atmosphère.
110. On a pris une liste de choses. On s'est dit le programme, il y a ces fameuses trois semaines... donc dans ces 3 semaines là les élèves peuvent, s'ils en ont la possibilité ou les moyens avec leur professeur de prendre un sujet et de creuser un peu plus. Il y avait effectivement le temps de résidence des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Dans les gaz à effet de serre il y en a pleins, ça dépend, le temps de résidence ce n'est pas un concept simple mais il faut savoir qu'un gaz ou qu'une molécule est fabriquée, elle est mise dans l'atmosphère et puis elle peut être détruite. Alors un des plus beaux exemples c'est l'ozone. L'ozone c'est justement à la fois la construction et la destruction de l'ozone qui maintient son équilibre. Il y a d'autres espèces qui sont mises dans l'atmosphère et puis qui sont dissociées soit par rayonnement solaire soit par ce qu'elles sont piégées par la suite. Ce qui est important dans les gaz à effet de serre c'est le temps qu'ils restent dans l'atmosphère. L'idée c'était de se dire, de faire comprendre aux élèves qu'il y a des gaz qui restent très longtemps dans l'atmosphère et c'est ceux là qu'il faut se méfier, qui auront un effet à long terme et puis il y a ceux qui ont un effet à très court terme, qui vont résider dans l'atmosphère quelques secondes des fois jusqu'à quelques mois, quelques années et puis d'autres ça peut être un siècle, deux siècles, trois siècles. L'idée qui était derrière c'était de se dire : « quand on fait quelque chose, les conséquences peuvent être à très court terme comme elles peuvent être à très long terme ».
111. **BU :** Comment vous imaginiez ces séances avec les élèves ?
112. C'était par exemple dans une ville on a des stations de mesures de polluants. On a des chaînes de mesures de pas mal de polluants et dont certains sont des gaz à effet de serre d'ailleurs et puis de regarder un peu en fonction de : aujourd'hui il fait beau, il y a du vent donc il y en a moins dans l'atmosphère locale en revanche ils sont quand même transportés loin donc ils vont rester dans l'atmosphère globale. Donc toutes ces notions d'échelle essayer un peu de les comprendre. Il y avait un autre aussi où on essayait de suivre un événement climatique El Nino sur l'année qui est cette grande nappe d'eau chaude qui se développe dans le Pacifique. Et bien se dire qu'un élève au cours de l'année pouvait justement suivre à partir des données disponibles l'évolution d'un effet climatique d'ampleur planétaire et puis d'essayer de voir s'il avait une influence localement, cette année il a fait plus chaud ou plus froid, il a plus plu, il a moins plu etc. L'idée c'était justement de dire aux élèves : « regardez la vie de l'atmosphère ce n'est pas que la vie ou le fonctionnement de l'atmosphère ce n'est pas juste ce qui se passe ici, localement, autour de chez vous c'est aussi quelque chose qui peut se passer à 20 000 km et qui va influencer la météorologie de votre région pendant un an.
113. **BU :** Les thèmes c'est finalement pour aller plus loin et se concentrer sur un thème ?
114. Oui pour aller plus loin et il y avait aussi l'idée de se dire qu'il y avait des mesures. Ce n'est pas que des élucubrations, que pour essayer de comprendre le fonctionnement de l'océan, de l'atmosphère, il faut mesurer longtemps, partout, souvent.

115. **BU** : Par rapport aux manuels scolaires maintenant. Je voudrais qu'on fasse une petite analyse du GTD face aux manuels scolaires. Vous avez des réunions avec les éditeurs ?
116. Non pas moi. Je n'y suis pas allé. Moi j'ai un principe simple là dessus. Je ne suis pas pour les bouquins. Le problème des manuels c'est tellement inégal. Quand on voit ce qu'on a essayé d'écrire et la manière dont c'est retraduit c'est toujours un peu.... On est agréablement surpris de temps en temps mais en moyenne on est quand même un peu déçu en se disant : « Mince, on leur a demandé justement de pas faire cela et ils le font » Ma vision du manuel, je ne suis pas très représentatif mais je n'ai jamais vraiment compris pourquoi les gens du groupe disciplinaire n'avaient pas le droit de rédiger un manuel. Vraiment ça serait beaucoup plus simple.
117. **BU** : C'est un outil important pour les enseignants
118. Qu'il y ait des manuels certes mais qu'il n'y ait pas de relation entre le groupe technique disciplinaire et les gens qui rédigent les bouquins je trouve que c'est une erreur ! On me dira toujours la pluralité, la différence d'approche etc....oui mais qu'il y ait au moins un moment donné une interaction, une relecture. Ca n'existe pas et ça à mon avis c'est aussi une erreur.
119. **BU** : On a fait des enquêtes avec les éditeurs pour savoir comment les professeurs choisissent leurs manuels scolaires. Donc il y en a qui choisissent par habitude éditorial, soit c'est en le feuilletant qu'ils se rendent compte que ça rentre dans le cadre d'une stratégie pédagogique avec les élèves ou bien parce que directement c'est une aide pour eux à la préparation du cours. Toi si tu devais faire un manuel scolaire, tu mettrais quoi comme philosophie derrière ?
120. Moi je ferais d'abord une distinction très très franche entre le manuel du prof et le manuel de l'élève. Je sais qu'il y a des collections dans lequel il y a un manuel du professeur et un manuel de l'élève. Moi je crois que je ferai clairement un manuel du professeur beaucoup plus différent parce que ce n'est pas la même chose. Comprendre le concept qu'on a enseigné et enseigné le concept ce n'est pas exactement la même chose. C'est deux choses différentes.
121. **BU** : Tu ferais un manuel scientifique et un manuel pédagogique ?
122. Non je ferais ce qui devrait être fait normalement lors des formations, d'ailleurs c'est un peu ce qu'on attend des formations. Il faudrait vraiment qu'on ait une approche du manuel du professeur qui soit différente de l'approche actuelle parce que le manuel du professeur quand on le regarde c'est ni plus ni moins que les exercices corrigés. Je crois que c'est un peu différent. Pour moi mais ce n'est pas facile mais un professeur normalement ne doit pas en savoir plus mais il doit en savoir autrement le contenu parce qu'il arrivera mieux à le faire passer s'il a bien compris. Parce que là il a la même information que son élève. Il a exactement le même document la plupart du temps, je ne pense pas que je me trompe en disant qu'ils utilisent en moyenne à 80 % essentiellement cela pour construire leur cours. Il y en a toujours qui font autrement mais en moyenne c'est quand même à partir de cela que s'élabore le cours du professeur. Or le cours du professeur il faut lui donner plus de richesse documentaire pour qu'il l'élabore, pour qu'il soit plus innovant. L'innovation elle se traduit à partir de la diversité des choses qu'on peut récupérer. Je crois qu'il faut vraiment faire des manuels ou il faudrait qu'on propose aux éditeurs que nous on participe à des manuels électroniques ou à des choses comme cela. Un peu comme on a fait sur notre site « Planet-Terre » où les professeurs ont un autre regard sur ce qu'ils ont à enseigner, qu'ils aient une connexion autre que celle du manuel. C'est vraiment une chose importante. Un seul type de manuel suffirait pour les élèves. Je ne vois pas pourquoi il y en aurait trois. On explique la même chose.
123. **BU** : Est ce que tu as consulté les manuels scolaires de la réforme d'avant ?
124. Oui bien sûr. Les livres de chevet je les avais tous. J'avais les mêmes que toi, je crois que j'en avais même plus. Je les ai tous lus.
125. **BU** : Ca t'a aidé ?
126. Je me suis rendu compte qu'il y avait trop de choses dedans ça c'est clair. Ca m'a aidé un peu à regarder ce qui se faisait. Pour moi ça a été une manière de regarder comment se traduisait un programme écrit dans un Bulletin Officiel dans un ouvrage pour les élèves. Je ne connaissais pas tous les détails du programme, je connaissais les grandes têtes de chapitre et après je voyais comment ça se traduisait. Je voyais en particulier la complexité des choses qu'on apprenait à l'élève au travers d'un manuel. Déjà en géologie j'avais un regard critique. Je ne suis pas biologiste mais en biologie pour moi je ne vais pas dire que c'est n'importe quoi mais c'est fou.
127. **BU** : Justement le Président du GTD, en juin 2000, s'est prononcé sur les nouveaux manuels. Il trouvait que dans ces manuels la place accordée aux illustrations masquaient un peu trop les contenus. Tu partages cet avis ?
128. Oui très souvent. Soit on décide que le manuel c'est vraiment quelque chose pour l'élève. C'est un tout pour l'élève c'est à dire qu'il y trouve autre chose que des illustrations. Il y trouve vraiment une explication, un peu un guide au sens vrai où on l'emmène comprendre les phénomènes. Là c'est beaucoup d'illustrations et puis le texte (c'est vrai que peut être les élèves ne lisent plus) mais il n'y a pas ce guide. C'est peut être le travail du professeur. C'est peut être l'occasion justement de responsabiliser le professeur dans la démarche d'acquisition des connaissances en disant : l'élève justement il a un recueil d'illustrations et puis c'est à partir de ce recueil d'illustrations que je construis mon cours. Peut être que c'est ça la philosophie qui est derrière.
129. **BU** : Les enquêtes qui ont été fait en septembre 99 auprès des enseignants pour leur demander : « qu'est ce que vous attendez d'un manuel scolaire », ils demandent que ce soit un ouvrage avec des documents abondants de bonne qualité scientifique et pédagogique avec des expériences, des exercices et des conseils méthodologiques pour les élèves.
130. Moi je pense que justement ils demandent tout cela parce qu'il n'y a pas de manuel de professeur derrière vraiment, un vrai manuel de professeur. C'est à dire une banque de données où on dit aux professeurs : « vous allez trouver les documents, les chiffres pour faire la manip sur l'effet de serre. Vous allez trouver le montage, les chiffres etc....et puis c'est à vous de le construire » Il faudrait peut être leur donner une banque de données d'illustrations qui soit construite peut être par le groupe technique disciplinaire ou par un petit groupe de personnes qui dit : « voilà, on met à disposition des professeurs un ensemble de documents » dans lesquels ils vont pêcher pour construire leur cours. C'est vrai qu'il y a toujours cette confusion entre le livre du professeur et le livre de l'élève. Je crois que c'en est une des traductions.
131. **BU** : Dans le document d'accompagnement, vous avez rédigé un petit paragraphe qui parle des rayonnements à l'intérieur de l'atmosphère, rayonnement incident, rayonnement infra rouge et donc finalement vous décrivez un schéma de circulation des rayonnements qui a été repris dans tous les manuels. Je vais vous les montrer. Certains font une différence entre rayonnement infra rouge et rayonnement visible, d'autres non.

132. Il y en a qui parle de chaleur et d'autre de rayonnement déjà.
133. **BU** : Qu'est ce que vous en pensez de ces trois représentations ?
134. Le plus proche c'est celui où on montre sans atmosphère et avec atmosphère. Celui là est intéressant. Ils sont tous intéressants. Ça c'est une partie très compliquée du programme. On avait écrit qu'il fallait justement qu'on mette en avant les différents types d'interaction de la lumière avec les différents composants. Les choses importantes c'est justement de montrer qu'il y a de la lumière réfléchie, de la lumière qui est absorbé, de la lumière transmise au travers de l'atmosphère. L'idée c'était de montrer justement qu'il y avait ces trois effets là et que c'est la somme de ces trois effets qui conduisait à la définition de l'effet de serre.  
----- *changement cassette* -----
135. Je disais ces trois schémas sont compliqués, bien sûr, mais je crois qu'il faut... ce n'est pas parce qu'ils sont compliqués qu'il ne faut pas en parler. Je crois que l'idée qu'on avait là derrière c'est de montrer aux élèves et aux professeurs d'ailleurs que c'est la lumière du soleil et son interaction avec l'atmosphère qui construit l'effet de serre sur la planète. Et je crois que les 3 effets qu'il faut montrer c'est l'absorption, la réflexion et la transmission au travers de l'atmosphère et des composants de l'atmosphère et de la planète. Je crois qu'il était important que les élèves comprennent qu'il y a des molécules par exemple dans l'atmosphère qui absorbent du rayonnement. Certaines d'entre elles absorbent du rayonnement visible, d'autres absorbent du rayonnement infra rouge et c'est que l'équilibre entre tous ces phénomènes qui conduisaient à l'effet de serre. Je crois que c'est important. Ensuite le chiffré, je crois qu'on n'avait pas demandé à chiffrer très clairement, dans les limites c'était pas demandé de construire le bilan radiatif en fonction de la quantité du rayonnement solaire, incident absorbé, ré émis etc.... Je crois que ce n'était pas du tout cela. Je crois que l'esprit c'était de dire « voilà c'est des choses que vous pouvez comprendre simplement, il y a des choses qui absorbent, il y a des choses qui réfléchissent, des molécules qui absorbent, il y a des nuages qui réfléchissent » Je crois que les principes de base ça suffit largement, pas nécessaire de rentrer... Alors là, on voit qu'il y a une déviation par rapport à ce qu'on a écrit, par exemple dans les livres, on sent qu'on définit l'énergie solaire incidente 400 watt par m<sup>2</sup>, que etc...., qu'il y a certaine fraction qui est ré émise vers l'espace, c'est très compliqué cela. Ce n'était pas du tout l'esprit. Il fallait décrire ces 3 phénomènes et puis démontrer justement que si on augmentait la teneur de gaz carbonique dans l'atmosphère, il y avait un de ces effets qui devenait dominant ou qui était renforcé et que forcément cela allait avoir des effets sur le fonctionnement de l'effet de serre.
136. **BU** : Le 27 mars 2000 on a récupéré une **lettre ouverte sur les nouveaux programmes** que vous avez certainement eue en main, qui avait été rédigée par 29 enseignants. C'était critique dans le sens où ça disait que c'était un programme par flash, un saupoudrage tout azimut, loin du concret des pratiques, une véritable régression dans la conception des sciences. C'était l'opposé de la volonté affichée par GTD, comment ça se fait que c'était perçu comme ça ?
137. C'est ce que je disais tout à l'heure : quand on fait une espèce de changement, d'instaurer des changements dans les programmes ça suscite toujours des réactions. En voilà une. Je souhaiterais que ces 29 personnes soient re-questionnées parce que je ne suis pas sûr qu'elles aient la même opinion maintenant. Peut être qu'elles mentent à ce moment là je serais prêt à en discuter mais sur le coup, c'est vrai je l'ai dit tout à l'heure, c'était plus un programme qui était ancré sur des problématiques actuelles, des problématiques qui étaient relayés par les médias etc.... Bon certes voilà. Qu'il y ait des flashes, bien, ok mais pas plus qu'avant. L'enseignement, c'est notre critique aussi, c'est beaucoup du flash. On a plein de choses à dire, il faut parfois le faire par flash. Le flash bien expliqué pour moi ce n'est pas un problème. Il y a une rupture. Premièrement, il y a aussi eu cette idée que l'atmosphère et l'océan ce n'était pas de la géologie. Et là je crois que ça transparait un petit peu là. C'est la 1<sup>ère</sup> fois qu'on affirme fortement que toute la science qui a trait à l'atmosphère, à l'océan, à l'océanographie et bien c'est aussi des sciences de la terre, que ça appartient à la planète Terre et donc que ça doit faire partie intégrante des sciences de la Terre. Je crois qu'il y avait ça aussi derrière cela mais bon ils n'étaient que 29.
138. **BU** : Est ce que vous aviez pris en compte le fait que lorsqu'on donne un texte officiel à un enseignant il a des exigences, notamment il doit le **découper en parties**, il doit faire 1 h ½ de TP, 30 minutes de cours. Vous l'aviez intégré cette contrainte ?
139. Bien sûr oui. Il avait 8 semaines pour cette partie là, découpée en 1 h ½ de TP, ½ h de cours plus les 3 semaines de mou. Oui bien sûr on avait intégré cela mais le problème aussi des sciences naturelles c'est cette exigence du travail pratique. Bon disséquer une souris c'est du travail pratique, ça j'en suis bien d'accord. Il y a des moments où il faut peut être revenir sur cette **notion de travail pratique**. Faire des TP sur l'effet de serre à part faire des petites maquettes etc....ce qui est très bien, peut être que le TP n'a pas de sens dans certaines parties du programme et que l'exigence d'avoir une manipulation (le TP au sens de manipulation) n'est peut être pas non plus quelque chose sur laquelle il faut s'accrocher à tout prix. Réfléchir sur un bout de papier c'est peut être aussi bien que de manipuler de manière analogique, essayer de bien comprendre, de faire des petits calculs. Pour moi essayer de faire des petits calculs aux ordres de grandeur c'est une chose sur laquelle j'insiste. Faire comprendre aux élèves que aussi prendre son crayon, son papier et de se poser des questions, d'essayer de les résoudre en posant une petite équation simple, un petit truc pas très compliqué, c'est aussi un travail pratique. Travail dirigé ou travail pratique pour moi c'est la même chose. Se prendre en main et se dire à un moment donné « j'augmente de, moi je ne sais pas, je modifie de tant de pour cent la concentration de gaz carbonique, j'ai une petite équation simple qui me lie la concentration à la température, si j'augmente de 3% la concentration de gaz carbonique de combien j'augmente la température. Tout ça c'est des choses qui sont aussi de la manipulation. La manipulation pratique, le travail pratique c'est aussi un moment donné de se dire « et bien voilà je réfléchis, je pose un petit calcul etc.... » Cette opposition travail pratique, on l'avait, oui il y a des exigences, il faut faire manipuler les élèves mais cette exigence de la manipulation, cette espèce de dictat de la manipulation pratique, je crois qu'il faudrait la revoir un peu. Il y a des moments où ça s'impose bien sûr, il faudrait savoir disséquer ( maintenant on a plus le droit), il faudrait savoir nettoyer correctement ou savoir préparer correctement une expérience. Bien sûr ça en fait partie de la formation mais il y a aussi cette formation intellectuelle. Il y a le moment où le professeur fait son cours c'est assez unilatéral comme exercice c'est la transmission et puis après, tout ce que moi j'appelle le travail pratique, c'est la manipulation du concept, essayer de bien comprendre ce que le concept veut dire, c'est le travail personnel. Beaucoup travailleront ou après avoir reçu le cours ou avoir reçu les concepts on les comprend, on les travaille. Ça c'est le travail pratique pour moi. Ce n'est pas le sens qui est donné au travail pratique dans les sciences naturelles. Le travail pratique c'est vraiment la manip dans la salle de TP sur la paillasse etc.... Pour moi ce n'est pas ça le travail pratique c'est pratiquer ce que l'on a appris.
140. **BU** : Il y a une autre contrainte qu'on les enseignants : c'est celle **d'évaluer l'élève et de faire des exercices**. Ca vous l'aviez en tête aussi quand vous avez introduit l'effet de serre ?
141. Bien sûr. Là on peut évaluer si l'élève a compris, c'est très simple d'évaluer. Par exemple si je prends l'effet de serre, on peut lui faire n'importe quelle planète avec une atmosphère, n'importe laquelle, on peut inventer n'importe quoi pour voir s'il a vraiment compris. On fait une planète où il n'y a que de l'azote dedans et « D'après toi est ce qu'il y a un effet de serre ? » Je prends une planète où il n'y a que du gaz carbonique : « est ce que d'après toi il y a un effet de serre ? » Je prends maintenant une planète où à un moment donné de son histoire il y a eu beaucoup de gaz carbonique puis après au fur et à mesure de son histoire la quantité de gaz carbonique a diminué au cours du temps : « est ce que tu peux me raconter l'histoire de l'effet de serre de cette planète ? » par exemple. Voilà pour moi c'est ça le travail pratique. C'est le moment où, à partir de la phase conceptuelle où on a introduit

des concepts à l'élève, l'élève commence à les pratiquer, il est capable de répondre à des questions sur les concepts ou de mettre en pratique les concepts qu'on lui a appris.

142. **BU** : Sur le site de l'ENS Lyon, le [site « Planet-Terre »](#), on a récupéré 40 questions qui portent sur l'effet de serre sur 2, 3 ans de pratique. On a essayé de les catégoriser. Il y en a 4 types. Il y a des enseignants qui posent des questions sur les mécanismes physiques et chimiques qu'il y a derrière l'effet de serre. Il y a ceux qui se posent des questions sur la démarche de modélisation des climatologues par rapport à ce mécanisme. Il y a ceux qui se posent des questions par rapport au dispositif expérimental (la petite maquette dont on a parlé tout à l'heure) et puis il y a ceux qui manquent de ressources pédagogiques à utiliser. Tu avais en tête qu'on risquait d'avoir ce type de difficulté ?
143. Bien sûr c'est pour cela qu'on a créé « Planet-Terre » A l'époque je me souviens quand on a élaboré les programmes tout de suite je me suis posé vraiment cette question « Je me suis dit là on va les ennuyer » On va vraiment les mettre devant une situation qu'ils n'ont pas connue donc comment on peut accompagner cette petite rupture. C'est pour ça que très rapidement j'ai souhaité mettre en place un dispositif d'accompagnement qui était ce site un peu interactif « Planet-Terre » et l'idée justement de « Planet-Terre » c'était de justement répondre à ces questions là de leur dire « Voilà, c'est nouveau, on demande en seconde en particulier, face à des élèves qui n'ont pas forcément choisi les sciences comme voie de formation, justement de mettre en place une nouvelle forme d'enseignement » On a essayé vraiment rapidement de mettre en place ce serveur pour répondre justement à ce genre de problématique. « Planet-Terre » c'était son idée, c'était un outil d'accompagnement des profs, de mise en place des programmes et sur cette nouvelle mouture des programmes on mettait en place un outil d'aide aux professeurs justement pour qu'ils puissent poser des questions aux scientifiques, essayer de lever des doutes par rapport soit à des mécanismes qu'on leur demandait d'enseigner (mécanismes physico-chimiques), soit des manip qu'il fallait mettre en place, soit à des ressources pédagogiques nouvelles à trouver pour justement construire leur cours. C'était tout à fait l'objectif.
144. **BU** : Cette volonté ça venait du Ministre ?
145. Non ça c'est moi. D'ailleurs ça a été copié après par les biologistes, par les matheux, des physiciens.
146. **BU** : 2, 3 questions pour repositionner le GTD face au **problème d'apprentissage des élèves**. Est ce que tu avais consulté des travaux de didactique sur les difficultés que peuvent avoir les élèves face à un nouveau concept à apprendre ?
147. Non moi je m'étais posé la question pour les professeurs parce que moi j'ai toujours fait une frontière très très nette entre ce qu'est le travail du professeur. Autant j'ai été très intransigeant sur les contenus, sur ce qu'était la science. Je disais tout à l'heure je suis prêt à recevoir des leçons, je les écoute sur la manière dont fonctionne la science, je suis prêt à écouter mais je ne veux pas qu'on me dise : « la science c'est comme ça » alors que ce n'est pas du tout comme ça que ça se fait. En revanche j'ai toujours été très clair. Moi je prends position sur les contenus scientifiques. Je prends position sur ce qu'il faut que les professeurs sachent pour enseigner aux élèves. En revanche je ne me suis jamais positionné sur la manière dont les professeurs avaient à transmettre leurs savoirs aux élèves. Ca c'est leur travail, c'est le cœur de leur métier. Moi, la 2<sup>ème</sup> partie de leur métier c'est bien comprendre les concepts et là moi j'avais quelque chose à dire et j'étais vraiment prêt à les aider. En revanche sur la manière dont les enseignants transmettent le savoir, la manière dont les élèves reçoivent le savoir au niveau des lycées à mon avis c'est la prérogative des professeurs de lycée ou de l'INRP ou etc...bien que j'ai des avis là dessus. Je suis praticien aussi de ça pas au niveau du lycée mais au niveau de l'université donc j'ai bien sûr des idées là dessus mais je ne me suis jamais permis de prendre position là dessus.
148. **BU** : S'il y a **désaffection des filières scientifiques** en lycée c'est peut être qu'il y a quelque chose qui ne marche pas.
149. Je pense qu'il y a un problème d'enseignement. Moi je pense que le vrai problème c'est la quantité de choses qu'on essaye d'apprendre à nos élèves. Je pense qu'une grosse partie du problème est là. Je prends toujours exemple de la biologie, parce que pour moi c'est criant la biologie, c'est une science qui évolue très très vite j'en suis parfaitement conscient mais ce n'est pas une raison pour ??une mou comme ça à ce niveau là moi je le vois dans la pratique c'est démentiel. C'est marrant il y a moins de désaffection en biologie qu'en physique c'est bizarre ça aussi mais parce que je ne sais pas moi c'est peut être pas assez attrayant. Je ne me suis jamais vraiment posé la question. Les élèves c'est aussi sociologique. Maintenant faire une carrière dans la vie ce n'est pas au travers de la science qu'on peut faire carrière dans la vie professionnelle. Les élèves on ne leur dit jamais que la science ça peut conduire très très loin. On dit toujours que c'est des métiers difficiles, exigeants ou mal payés alors évidemment les gamins se disent je vais choisir autre chose où on gagne plus d'argent et en se fatiguant moins. C'est vrai que c'est exigeant la science mais ce n'est pas plus exigeant qu'autre chose donc peut être que c'est aussi un problème de contenu, de manière d'enseigner mais je ne me suis pas vraiment posé la question.
150. **BU** : Par exemple quand tu demandes aux enseignants de présenter l'effet de serre avec ce bilan radiatif simplifié, tu ne t'es pas demandé est-ce que **l'élève peut bloquer sur les rayonnements** ?
151. Bien sûr que si. Il peut bloquer l'élève.
152. **BU** : Mais pour toi c'est du ressort de l'enseignant de lever ces difficultés ?
153. Ah oui oui. Je pense que les élèves ne sont pas bêtes. Je crois qu'il faut essayer de trouver une méthode. A priori ce n'est pas très compliqué. Il faut se ramener un peu au sens commun de ces choses là. C'est un peu du sens commun. On sait très bien quand on met des lunettes fumées toute la lumière ne passe pas. On sait très bien quand on regarde avec une caméra à infra rouge on voit les zones chaudes, les zones qui rayonnent l'infra rouge. Tout ça c'est du sens commun. Il faut essayer de remettre ce sens commun en perspective de choses qui sont un peu plus complexes. Le travail de l'enseignant il est vraiment là. Ca c'est plus simple que la biologie. On a beau me le mettre dans tous les sens, je suis désolé, ça je peux l'expliquer. Expliquer le fonctionnement de l'ADN c'est une représentation tout de suite où il n'y a pas de sens de perception du sens commun. Là je peux faire un cours avec la perception du sens commun et c'est ça qu'il faut que j'utilise dans l'effet de serre. C'est ça. Soit la biologie de l'ADN je suis désolé je ne peux pas faire appel au bon sens, au sens pratique, au bon sens de l'environnement je peux pas et là je peux. Je pense que c'est pour ça que c'est 10 fois plus simple d'enseigner à mon avis l'effet de serre que l'ADN etc...parce que l'ADN c'est quand même une représentation tordue qui est vrai mais qui est compliquée. Cette structure on ne la voit pas, on ne la sent pas. On la présente, on l'assène plus qu'on la démontre. Là je suis presque sûr que dans l'effet de serre, je suis même persuadé que dans l'effet de serre je peux démontrer la réalité de cet effet. C'est plus difficile pour moi de démontrer la réalité de la structure de l'ADN. Beaucoup plus difficile alors que là je suis sûr que je suis face à quelque chose que je peux expliquer avec simplicité, bon sens etc.... alors qu'en biologie j'ai beaucoup plus de mal. Ce n'est pas parce que je ne suis pas biologiste, ça n'a rien à voir avec ça, mais du point de vue de l'enfant il y a une abstraction telle dans le concept de l'ADN, dans le concept de la structure de l'ADN, je ne me réfère qu'à la structure de l'ADN par rapport à cela. ???C'est quelque chose qui peut être testé quasiment en grandeur nature par un élève s'il a un peu d'attention pour l'environnement qui l'entoure.

154. **BU** : Dernière question par rapport à la cohérence et la passerelle entre les SVT et la physique. Les enquêtes qu'on a faites auprès des enseignants montrent qu'ils ne font pas la passerelle avec les profs de physique...
155. **PG** : c'était attendu...
156. **BU** : et que les élèves ne voient pas cette passerelle entre les deux. Comment tu ferais toi pour faire sentir aux élèves qu'il y a une passerelle ?
157. **PG** : L'effet de serre c'est tellement évident, les mouvements de l'atmosphère c'est tellement évident que par exemple moi je suis un fanatique du calcul à l'ordre de grandeur. Le calcul à l'ordre de grandeur en physique c'est un acte essentiel et bien en géologie c'est un acte essentiel. Ca c'est une première passerelle. C'est de dire que quand je modélise l'effet de serre je ne fais ni plus ni moins que de faire à la fois de la physique, à la fois de la chimie. Quand je regarde un spectre de lumière, on avait fait très attention en faisant le programme de seconde je crois qu'il y a vraiment la lumière qui est prévu, la relation entre la lumière, la longueur d'onde et la température. Je me dis c'était quasiment une autoroute pour faire des relations avec le programme de physique et de chimie. Les phénomènes d'absorption, de réflexion c'était vraiment ... il y a les mouvements aussi dans le programme de seconde je crois, les ordres de grandeur des mouvements, des tailles, des distances etc.... c'est exactement le même programme. Je crois que dans le programme de seconde on parle quand même de la situation de la terre dans le système solaire : c'est quand même calculer des ordres de grandeur de distance des objets les uns par rapport aux autres, c'est de calculer des vitesses de déplacement d'objets les uns par rapport aux autres. Tout cela pour moi c'était une autoroute de faire de l'interaction avec les professeurs de physique.
158. **BU** : Comment ils auraient pu le faire ? La forme pratique ?
159. C'est de se dire quand je fais la description du système solaire dans la classe de première, le professeur de physique doit apprendre les méthodes de mesure de distance (il y a je crois un cours sur les estimations des distances, les tailles etc....) pour moi c'était vraiment évident.
160. **BU** : Imaginer des séances communes entre profs ?
161. Pour moi c'était quasiment un cours commun. A la limite un des deux profs prend l'ensemble et fait le cours. Le prof de physique prend le cours sur « description du système solaire » et profite de cette description du système solaire pour mettre en place la notion d'ordre de grandeur des distances, des mesures des distances etc....
162. **BU** : tu as le diplôme d'enseignant du secondaire ?
163. Moi je suis titulaire du CAPES
164. **BU** : Tu as déjà enseigné dans ces petites classes ?
165. Non. Si j'ai enseigné une fois j'ai fait un cours dans un lycée, j'ai remplacé un copain.
166. **BU** : Tu as été surpris par rapport à l'enseignement universitaire ?
167. Non moi je crois que ce n'est pas un problème d'élèves. C'est un problème de nous : professeurs. Ils font que nous mettons au niveau de nos élèves alors qu'en France on demande le contraire. C'est à dire qu'on pense que les élèves ne changent pas sociologiquement, que c'est toujours les mêmes. Un enseignant enseigne pendant 30 ou 40 ans. Sur 30 ou 40 ans il va voir 3 ou 4 générations avec des ruptures sociologiques très importantes dans le comportement des enfants et je crois qu'il faut qu'on s'adapte aux comportements des enfants plus que d'essayer d'adapter le comportement des enfants à notre enseignement. Je crois que c'est vraiment à nous d'essayer de trouver des méthodes d'enseignement nouvelles, des autres méthodes pour intéresser les élèves à ça. Je crois qu'ils ne sont pas plus bêtes qu'avant. Ils sont plus dissipés dans les classes mais aussi plus dissipé intellectuellement dans le sens où ils ont beaucoup plus de choses qu'il faut qu'ils maîtrisent. Ils n'ont pas que la science et l'enseignement à maîtriser. Ils ont des nouvelles technologies à maîtriser. Ils ont des tas de choses à maîtriser donc il faut que notre enseignement s'adapte. Par rapport aux autres pays on est quand même très particulier dans notre enseignement. Il est très bon nous dit-on, ce qui est probablement vrai. Il est très bon au lycée mais après la différence s'atténue quand on regarde « les performances » On peut discuter de l'indicateur de performance mais notre système n'est pas meilleur que les autres. En tout cas le métier qui me concerne qui est la Recherche et l'enseignement supérieur : premièrement nos lycéens sont bien formés. Nous on le voit. Il y a un décalage de niveau, de connaissances entre les élèves qui sortent du système de lycée français et ceux qui sortent des autres systèmes européens ou même américains mais cet écart après est comblé au niveau de l'université très rapidement. Et puis après on n'est pas vraiment les meilleurs. Il y a pleins d'indicateurs qui nous montrent qu'on est quand même différent. C'est à la fois de l'organisation, c'est à la fois des problèmes sociaux. C'est très compliqué. Mais je crois que notre enseignement il faut qu'on arrête de dire que c'est le meilleur du monde ou qu'on pense que c'est le meilleur du monde. Il est assez particulier et il faut essayer de voir si cette particularité elle a un sens à être conservé.
168. **BU** : Toi ton métier c'est chercheur et tu fais un peu d'enseignement.
169. Là je suis [...] en ce moment...
170. **BU** : Les enseignants, leur métier c'est l'enseignement et la Recherche ils ne la connaissent pratiquement pas.
171. C'est sûr ils ne l'ont jamais pratiqué.
172. **BU** : Est ce que tu penses que c'est un problème pour enseigner les sciences?
173. C'est un peu le credo qu'on défend ici. Nous on pense qu'un enseignant qui doit enseigner les sciences doit les avoir pratiqués. Donc moi je suis pour que les enseignants aient un moment donné pratiqué leur recherche. Je prends toujours l'exemple des cuisiniers. Imaginons un professeur de cuisine. Je préférerais avoir un cours de cuisine par un professeur de cuisine qui a pratiqué la cuisine dans une cuisine. Donc je me dis que j'aimerais bien avoir un cours de sciences qui me soit prodigué par un professeur qui a pratiqué un moment donné de sa formation ou de sa carrière la Science. C'est peut être à la formation initiale, c'est peut être le plus simple à mettre en place mais aussi au cours de sa carrière professionnelle. Je pense qu'il est important qu'un moment donné on donne la chance à un professeur de sciences d'avoir une expérience dans un laboratoire de recherche. Ce n'est pas forcément dans la formation initiale mais au moment de sa formation au cours de sa vie, qu'il est un moment la possibilité d'aller dans un laboratoire de recherche et puis travailler avec des chercheurs pour voir ce que c'est que la Recherche, ce que c'est que le

fonctionnement de la Recherche, comment les gens imaginent, comment les gens construisent des expériences, comment ils les conduisent etc.... Je crois que c'est vraiment important.

174. **BU** : Ca résoudre beaucoup de problème.

175. Je ne sais pas si ça en résoudre mais en tout cas ça donnerait premièrement une image plus juste à l'enseignant de ce qu'est la Recherche et de ce qu'est la Science parce que pour l'instant le problème du professeur de lycée c'est quelqu'un (il y a toujours des exceptions) mais la plupart d'entre eux est sortie de l'école, on fait une formation université et re rentre à l'école directement. On peut dire que sociologiquement c'est des gens qui n'ont pas quitté le système de la formation, qui sont toujours resté dans le même milieu et qui n'ont pas connu soit la Recherche dans sa pratique quotidienne soit autre chose d'ailleurs. On peut très bien imaginer qu'un professeur puisse faire autre chose que d'enseigner. Donc voilà il y a tout cela derrière.

176. **BU** : Et l'APBG pour la réforme, comment ça c'est passé avec eux ?

177. Très bien.

178. **BU** : Ils ont validé ?

179. Il y a eu beaucoup de discussion. C'était important qu'on ait cette discussion c'est quand même une représentation très représentative du milieu des enseignants de SVT. 10 000 adhérents ça du poids donc il faut travailler avec eux. Des relations qui ne sont pas conflictuelles sont pas toujours des très bonnes relations. Je crois que c'était important qu'un moment donné on ait des positions un peu différentes parce que ça nous a permis de discuter et moi de revenir sur des choses que je pensais évidentes, de corriger des erreurs et eux aussi ils ont été très ouverts. Je crois que ça été très bénéfique, dur mais constructif.

180. **BU** : Bon merci voilà

## 1.3 Extraits des bulletins officiels de l'Éducation nationale

### 1.3.1 Extraits BO classe de seconde : SVT, 1995

#### PROGRAMME

#### *Planète Terre, vie et environnement*

#### PREMIERE PARTIE

#### *Les singularités de la planète Terre*

(Durée conseillée : quatre à cinq semaines)

Cette partie constitue une entrée en matière pour l'ensemble du programme de la classe de seconde générale et technologique.

Elle s'appuie sur les acquis de collège, notamment ceux du programme de géologie de la classe de Quatrième.

Elle sert de base à la formulation de problèmes étudiés dans la suite du programme, tout particulièrement de ceux relatifs à l'environnement, qui doivent être perçus, dès à présent, dans leur globalité.

L'idée de diversité du monde vivant, approchée ici, sera développée au cours de l'étude du sol.

[...]

#### QUATRIEME PARTIE

#### *Milieus et interfaces fragiles de la planète Terre : Action de l'homme : grands problèmes d'environnement* (Durée conseillée : huit à dix semaines)

La quatrième partie a pour objectif de faire comprendre, à partir des deux exemples choisis, que certains milieux et interfaces terrestres sont en équilibre dynamique fragile.

L'action quotidienne de l'homme et de l'humanité en fort croissance s'exerce sur ces milieux en modifiant leurs équilibres et donc l'environnement.

La gestion de l'environnement nécessite la connaissance précise des milieux, de leur dynamique, des interactions complexes avec la biosphère. Elle s'exerce à toutes les échelles, locale, régionale, globale. A partir de l'étude scientifique de l'eau, d'un sol, on conduit les élèves vers une prise de conscience de leur responsabilité dans cette gestion désormais nécessaire.

[...]

### 1.3.2 Extraits BO classe de première S : SVT, enseignement obligatoire, 1995

#### 1. ORIENTATIONS

[...]

Le programme de *sciences de la vie* comporte deux parties [...].

A l'issue de la deuxième partie, les connaissances sur *l'interdépendance des êtres vivants et leurs relations avec le milieu* doivent permettre une prise de conscience de la responsabilité humaine dans *la gestion de l'environnement*.

En *sciences de la terre*, les contenus sont centrés sur le thème général « *la terre et l'énergie* » : énergie externe (d'origine solaire) et énergie interne, leurs propriétés et leurs rôles dans les différents mouvements de matière qui caractérisent la terre comme entité dynamique et différenciée en constante évolution. L'approche théorique de ces contenus se développera à partir d'observations et d'expérimentations, en évitant tout excès de formalisme.

Le recours privilégié aux méthodes d'investigation propres aux sciences de la terre, la maîtrise de leur vocabulaire, le maniement des échelles de grandeur appropriées, l'approfondissement suffisant des notions abordées jusque dans leurs composantes physiques et chimiques, à introduire au fur et à mesure des besoins, doivent procurer aux élèves les compétences et l'ouverture d'esprit nécessaires à la compréhension des interactions complexes et évolutives qui caractérisent l'environnement.

[...]

DEUXIEME PARTIE

*Flux d'énergie et cycle de la matière à l'échelle des écosystèmes et de la biosphère*

(Durée conseillée : quatre semaines)

[...]

Les perturbations du cycle du carbone engendrées par les activités humaines permettent d'approcher de façon rigoureuse un problème d'environnement à l'échelle planétaire, celui de l'intensification de l'effet de serre. C'est l'occasion de mettre l'accent sur la responsabilité humaine dans la gestion de la planète tout en insistant sur la complexité des problèmes à l'échelle planétaire et sur les incertitudes des prévisions. Cette étude souligne les interactions entre sciences de la vie et sciences de la Terre.

Contenus ----	Objectifs cognitifs ----	Activité envisageables ----
[...]  <i>Les activités humaines et le cycle du carbone. L'effet de serre.</i>	[...]  Le cycle biogéochimique du carbone traduit un équilibre dynamique qui peut être perturbé par divers facteurs, en particulier par les activités humaines.	[...]
	Par suite des activités humaines, la teneur en dioxyde de carbone de l'atmosphère augmente très rapidement, bien que les échanges entre l'atmosphère et les autres réservoirs la limitent en partie. Le dioxyde de carbone est un gaz à effet de serre et les variations naturelles de son taux ont des conséquences climatiques jugées importantes.	Exploitation de documents – sur les variations de la teneur en CO <sub>2</sub> de l'atmosphère depuis 160 000 ans (gaz des calottes glaciaires) – sur les variations de la température.
	L'intensification de l'effet de serre entraînerait un réchauffement dont les connaissances actuelles permettent difficilement d'en évaluer l'importance.	Analyse critique de prévisions sur l'évolution future du climat.

TROISIEME PARTIE  
*Terre et énergie*  
 (Durée conseillée : douze semaines)

[...] on doit s'attacher avec les élèves à mettre en évidence quelques conséquences physiques et chimiques des transferts des énergies interne et externe. Le lien entre ce programme et ceux de physique et chimie est ainsi essentiel.

[...]

Contenus	Objectifs cognitifs ----	Activité envisageables ----
<p>I. <i>Géodynamique externe et énergie du rayonnement solaire.</i></p> <p>(Durée conseillée : quatre semaines.)</p> <p>Le rayonnement solaire et les mouvements des enveloppes externes.</p>	<p>La terre reçoit du soleil de l'énergie dont la valeur est stable. Cette énergie a pour origine des réactions thermonucléaires à l'intérieur du soleil.</p> <p>Le rayonnement solaire est réfléchi par l'atmosphère et/ou la surface terrestre. Il subit des modifications (diffusion, absorption) et contribue à l'échauffement de l'atmosphère, de l'eau et du sol. Des constituants atmosphériques (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>...) induisent un effet de serre modifiant le bilan énergétique global. Associé à la pesanteur, il est le moteur du cycle de l'eau.</p> <p>L'inégale répartition de l'énergie du rayonnement solaire sur terre est à l'origine des mouvements atmosphériques et océaniques (grands courants). Ces mouvements sont modifiés par la rotation de la terre.</p>	<p>Mesure de la puissance solaire reçue et détermination de la constante solaire. Recherche par un calcul simple de la durée de la vie du soleil (nécessité de réactions thermonucléaires).</p> <p>Mesure d'une réflectance ; calcul d'un albédo.</p> <p>Mise en évidence de la diffusion due aux particules de l'atmosphère, de l'émission d'un corps chaud.</p> <p>Utilisation d'une animation d'images météosat. Mesure d'une pression atmosphérique, d'une vitesse de vent ; recherche simple des centres de basses et hautes pressions.</p> <p>Utilisation de cartes de courants, de données sur les eaux (température salinité...).</p>
[...]	[...]	[...]

# L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES AU LYCÉE

L'enseignement des sciences au lycée est d'abord conçu pour faire aimer la science aux élèves, en leur faisant comprendre la démarche intellectuelle, l'évolution des idées, la construction progressive du corpus de connaissances scientifiques.

L'aspect culturel doit donc être privilégié. Naturellement, il est impossible d'apprécier une discipline, sans avoir un certain nombre de connaissances de base. L'enseignement conduira donc à faire acquérir à l'élève une culture scientifique élémentaire. Il incitera certains élèves à s'orienter vers les filières à dominante scientifique et à choisir plus tard des métiers liés aux sciences et aux technologies. Mais pour ceux qui choisiront une autre voie, cet enseignement devra les amener à continuer à s'intéresser aux sciences, à ne pas en avoir peur, à pouvoir aborder ultérieurement la lecture des revues scientifiques de vulgarisation sans appréhension, enfin, à participer à des choix citoyens sur des problèmes où la science est impliquée.

Une règle guide l'élaboration des programmes scientifiques (sauf en mathématiques). L'enseignement du lycée doit être construit comme un tout, donc indépendant de l'enseignement fait au collège qui ne se place pas sur le même registre de modélisation et de formalisation. Le contraste souhaitable lors du passage de la classe de troisième à celle de seconde est assuré en évitant, dans toute la mesure du possible, de reprendre les mêmes sujets d'étude.

Cet enseignement des sciences au lycée est construit, sans doute pour la première fois, comme un tout et non comme une simple juxtaposition de disciplines contiguës.

L'idée première est que l'on ne peut évidemment pas faire de géologie sans biologie, chimie et physique, que l'on ne peut pas comprendre la biologie sans chimie et un peu de physique, que l'on ne peut faire de chimie sans physique. Il y a donc un degré de dépendance. En même temps chaque discipline a des raisonnements, des approches, des apports qui sont indépendants, originaux et spécifiques. De plus, les programmes des disciplines expérimentales ne sont tributaires des mathématiques ni dans leur libellé, ni dans l'évaluation notamment terminale des élèves. Les programmes de mathématiques prennent en compte ceux des autres sciences tout en gardant leur logique interne et leurs objectifs propres.

Au souci d'intégration des diverses disciplines dans une conception globale de la science, fait écho un autre souci. Celui de situer les développements scientifiques dans le contexte historique. Ainsi un certain nombre de développements scientifiques emblématiques seront examinés à la fois dans les cours de sciences et dans les cours d'histoire dont les programmes renouvés engloberont cette dimension.

De la même manière, les questions traitant de l'environnement seront abordées sous des angles complémentaires en sciences naturelles, en physique et chimie, en géographie.

Ces exemples montrent que les enseignements devront être coordonnés afin de chercher à offrir un enseignement global plus intégré marquant clairement les liens entre sciences et non pas une approche parcellisée. Ce travail est difficile à faire mais indispensable. Le travail d'intégration est facilité d'une part par le libellé des programmes proprement dits, d'autre part par l'existence nouvelle d'enseignements thématiques et de travaux personnels encadrés faisant appel à plusieurs disciplines.

Le choix des sujets et l'organisation de l'enseignement thématique sont faits par l'enseignant en toute liberté. Cet enseignement ne doit introduire aucune notion nouvelle, il peut concerner l'approfondissement d'un chapitre du cours ou un sujet transversal rapprochant quelques notions apparemment éloignées. Son contenu pourra faire l'objet d'un travail entre disciplines, qu'elles soient scientifiques, historiques ou même littéraires, et pousse donc à une intégration des enseignements. La meilleure manière de faire comprendre aux élèves les liens profonds entre les disciplines scientifiques est de leur faire acquérir, à partir d'approches pluridisciplinaires, des repères fondamentaux. Ces approches seront développées par l'équipe enseignante en utilisant en particulier les enseignements thématiques et les travaux personnels encadrés.

Les problèmes d'environnement offrent un exemple typique. L'approche des systèmes complexes, qui est celle des sciences de la vie et de la Terre par excellence, est reprise dans toute son ampleur à leur sujet. L'élève prend conscience que pour comprendre ces problèmes d'environnement il devra, dans sa démarche, faire appel au-delà des sciences de la vie et de la Terre, aux sciences physiques, aux mathématiques, à la géographie voire à d'autres disciplines.

La logique pédagogique que sous-tendent ces nouvelles approches est que le développement des sciences se fait par un va-et-vient entre l'observation et l'expérience d'un côté, la conceptualisation et la modélisation de l'autre, et que l'exposé axiomatique de la science déjà faite ne correspond pas au mouvement de la science en train de se faire.

L'exercice de modélisation du réel est sans doute la démarche la plus importante et aussi la plus difficile dans la démarche scientifique. Passer du concret à l'abstrait, de l'observation à sa traduction formalisée demande que l'on soit capable d'extraire du monde réel une représentation simplifiée, le degré de simplification dépendant du niveau où l'on se situe. La modélisation fait appel à des langages symboliques qui, suivant les cas, peuvent être des diagrammes, des schémas ou des expressions mathématiques. Le professeur doit s'efforcer sur des exemples simples de montrer comment se fait la modélisation, ceci dans toutes les sciences.

L'expérimentation est une démarche essentielle des sciences. Elle consiste à imaginer, à inventer des situations reproductibles permettant d'établir la réalité d'un phénomène ou d'en mesurer les paramètres. Cette démarche qui appartient à toutes les sciences envahit aujourd'hui du fait de l'ordinateur, les mathématiques. Il faut enseigner à l'élève cette démarche, en acceptant les tâtonnements, les erreurs, les approximations. Pour ce faire, il vaut mieux faire réaliser quelques expériences, en petit nombre mais bien choisies et bien comprises, plutôt que de multiplier les expériences rapides.

La science n'est pas faite de certitudes, elle est faite de questionnements et de réponses qui évoluent et se modifient avec le temps. Tout ceci montre qu'il faut privilégier avant tout l'enseignement de la démarche scientifique incluant l'apprentissage de l'observation et de l'expérience. Il faut également éliminer l'idée que la difficulté doit croître de la seconde à la terminale. Au contraire, un esprit de quinze ans est stimulé par une réflexion sur un sujet difficile autant qu'un esprit de dix-huit ans. Mais le mot difficulté n'est pas synonyme de degré de mathématisation. La structure de l'ADN est difficile à bien comprendre, la notion d'inertie en physique est subtile à assimiler.

Enfin, et ce n'est pas la moindre difficulté de l'enseignement scientifique, il faut pousser l'élève à se poser des questions et éviter de donner des réponses avant qu'il ait formulé les questions. L'élève bien sûr ne va pas poser à lui seul les "bonnes questions" - il ne faut pas être naïf - mais on peut petit à petit amener la classe dans son ensemble si ce n'est à toujours énoncer les questions pertinentes tout au moins à comprendre le mécanisme du questionnement.

Dans bien des cas, rien ne peut remplacer l'exposé historique. Celui-ci a un côté culturel irremplaçable, qui situe la découverte scientifique dans son contexte temporel mais aussi montre comment les découvertes scientifiques ont influencé le cours de l'histoire. L'exposé historique permet de mesurer la difficulté que l'humanité a rencontrée pour résoudre des problèmes qui peuvent aujourd'hui sembler élémentaires (2000 ans pour que l'on comprenne que la chute des corps dans le vide est identique pour tous les corps, quels que soient leur volume ou leur masse).

Les mathématiques sont aujourd'hui dans une situation particulière. Science des formes et des nombres, la mathématique est amenée à sortir de son style et de ses pratiques traditionnelles grâce au développement et à la généralisation de l'ordinateur. Elle se rapproche des sciences expérimentales, grâce à l'expérimentation numérique, à la simulation, et à ce que l'on peut appeler la démonstration empirique. En même temps, libérées du poids des calculs, notamment en analyse, les mathématiques peuvent mieux se concentrer sur la manipulation de nouveaux concepts, sur le développement de nouvelles applications comme celles requises justement par l'informatique. Ici encore le récit des développements et des débats historiques, des approches variées de l'efficacité nouvelle des mathématiques appliquées doivent faire partie intégrante de l'enseignement. La notion de fonction est centrale au lycée et son étude donne l'occasion d'aborder des phénomènes non linéaires dans diverses disciplines.

Alors même que nous développons l'usage des technologies de l'information et de la communication au lycée (95% des lycées sont connectés sur Internet), on ne comprendrait pas que l'enseignement scientifique ne soit pas en priorité engagé dans cette utilisation. Tous les programmes seront donc réalisés en faisant appel à ces techniques. Un intranet géré par le CNDP est progressivement mis en place avec tout le matériel documentaire correspondant à la réalisation des programmes proposés.

# SCIENCE DE LA VIE ET DE LA TERRE

## CLASSE DE SECONDE

## NOUVEAU PROGRAMME APPLICABLE À COMPTER DE L'ANNÉE SCOLAIRE 2000-2001

La classe de seconde est une classe charnière de notre système éducatif.

Pour une partie des adolescents elle constitue le dernier contact avec l'enseignement des sciences de la vie et de la Terre. Pour eux, comme pour l'ensemble des élèves, le programme vise à apporter les éléments de connaissance et plus largement de culture permettant de saisir les enjeux éthiques et sociaux auxquels est confronté le citoyen de notre temps.

Il a aussi pour objectif d'asseoir les bases scientifiques nécessaires à la poursuite des cursus d'enseignement général. Les notions et contenus de l'enseignement, les démarches mises en œuvre et la pratique des technologies de l'information et de la communication (TIC) contribuent à motiver le choix positif vers la filière scientifique.

S'appuyant sur les acquis du collège, le programme laisse à l'enseignant toute liberté dans l'organisation de sa progression. Il comporte trois parties :

**"La planète Terre et son environnement" :**

Dans le but de situer l'homme dans le monde au sens le plus large, l'étude de la planète Terre est l'occasion de décrire et de percevoir les dimensions dans l'espace, les durées et les mouvements. Ces connaissances sont nécessaires à la compréhension de l'environnement, de son évolution et à la perception de sa fragilité.

**"L'organisme en fonctionnement" :**

L'objectif est de sensibiliser les élèves à la notion d'intégration des fonctions dans l'organisme. Le contenu de cette partie constitue une première approche du concept de régulation physiologique.

**"Cellule, ADN et unité du Vivant" :**

La prise de conscience des apparentements constatés à l'échelle des cellules, de la molécule d'ADN et des organismes permet de dégager les notions de patrimoine génétique et d'origine commune des espèces.

Le cours et les travaux pratiques s'inscrivent dans une démarche explicative et critique qui comprend des observations, des expérimentations, des analyses de documents et des synthèses. Ils jouent un rôle essentiel dans le questionnement de l'élève. Ils soutiennent l'effort individuel et favorisent l'appropriation par l'élève de son savoir. De nombreuses activités pratiques sont proposées à la suite des "notions et contenus" de chaque partie. Cette liste de travaux pratiques envisageables n'est pas exhaustive. Il ne s'agit pas forcément de les réaliser tous mais de faire des choix en fonction de la progression pédagogique choisie, du matériel disponible et du niveau de la classe. Ils peuvent être réalisés avec l'aide de supports audiovisuels, de logiciels et de tableaux graphiques qui permettent le traitement des données expérimentales. Dans les différentes parties, quand cela est possible, on s'efforce de souligner la complémentarité qui peut être apportée par d'autres disciplines, notamment la physique et la chimie.

Le temps consacré à l'étude du programme ne recouvre pas l'année toute entière ; il reste une marge d'environ six semaines. L'enseignant peut ainsi choisir librement un sujet (thème) d'étude. Ce choix peut tenir compte des conditions locales. L'enseignant a toute liberté pour organiser cette activité tout au long de l'année ou sur une période plus concentrée. Le sujet peut être la mise en relation de deux points, apparemment éloignés du programme, ou un développement de celui-ci sans introduction de nouvelles notions fondamentales ou un travail expérimental particulier. Les documents d'accompagnement proposeront des exemples de sujets.

### **LA PLANÈTE TERRE ET SON ENVIRONNEMENT (8 semaines)**

Cette partie du programme est, d'une part, une initiation à la planétologie par une étude comparée des planètes et, d'autre part, une introduction aux problèmes d'environnement globaux par l'intermédiaire de l'étude de la dynamique des enveloppes externes de la planète Terre (atmosphère et océans). Elle s'articule autour de la perception de l'espace, du mouvement et des durées caractéristiques des phénomènes naturels. Il s'agit de situer l'Homme dans son environnement au sens le plus large (dans le système solaire et sur Terre), de montrer comment on étudie cet environnement (missions spatiales, observations de la Terre depuis l'espace) et de prendre conscience de sa fragilité.

Cette partie du programme s'appuie sur les acquis des classes du collège. L'un des objectifs est d'établir que la compréhension et l'évolution de notre environnement (passé et futur) nécessite une bonne perception des échelles d'espace et de durée des phénomènes. Des calculs très simples permettent de comprendre les mouvements des planètes autour du Soleil, de percevoir les problèmes d'environnement à l'échelle globale et d'avoir un avis sur des enjeux importants du monde futur (effet de serre, dispersion des polluants par l'atmosphère et les océans, stockage des déchets, etc). Deux grands thèmes seront abordés : "La Terre est une planète du système solaire" et "La planète Terre et son environnement global".

NOTIONS ET CONTENUS	LIMITES
<p>La Terre est une planète du système solaire.</p> <p>Le Soleil est une étoile autour de laquelle tournent différents objets (planètes, astéroïdes, comètes) (1). Ils sont de tailles, compositions chimiques et activités internes variées. Certaines planètes ont des enveloppes externes gazeuses ou liquides.</p> <p>L'énergie solaire reçue par les planètes varie en fonction de la distance au soleil.</p> <p>La répartition en latitude des climats et l'alternance des saisons sont des conséquences de la sphéricité de la Terre, et de sa rotation autour d'un axe incliné par rapport au plan de révolution autour du soleil.</p> <p>Planète Terre et environnement global</p> <p>La structure et l'évolution des enveloppes externes de la Terre (atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère) s'étudient à partir d'images satellitaires (2).</p> <p>L'effet de serre résulte comme sur Mars et Vénus de la présence d'une atmosphère (3).</p> <p>Les mouvements des masses atmosphériques et océaniques résultent de l'inégale répartition géographique de l'énergie solaire parvenant à la surface de la Terre et de la rotation terrestre. Ces mouvements ont des conséquences sur l'évolution de l'environnement planétaire.</p> <p>L'atmosphère terrestre a une composition chimique et une structure thermique qui varient avec l'altitude (4). L'ozone protège la Terre du rayonnement UV ; il est aussi responsable de la séparation troposphère/statosphère. Les mouvements atmosphériques sont rapides (de l'ordre de la dizaine de m.s<sup>-1</sup>) et permettent un mélange efficace des gaz et polluants (CO<sub>2</sub>, CFC, poussières, etc) à l'échelle planétaire. Les masses océaniques sont animées de mouvements de deux types : les courants de surface (couplés à la circulation atmosphérique) et les courants profonds (liés aux différences de température et de salinité de l'eau de mer (5)). Ces deux types de courants ont des vitesses de déplacement différentes. Ces vitesses sont plus faibles que celle de l'atmosphère et disséminent moins rapidement les polluants à l'échelle planétaire.</p> <p>La biosphère ensemble de la matière vivante.</p> <p>Notion de respiration, de fermentation, synthèse chlorophyllienne.</p> <p>Les cycles de l'oxygène, du CO<sub>2</sub> et de l'eau (6) :</p> <p>ils montrent comment la lithosphère-hydrosphère, l'atmosphère et la biosphère sont couplées. Influence de l'homme. Action sur la température de surface.</p> <p>Evolution historique de la composition de l'Atmosphère :</p> <p>La courbe des teneurs en CO<sub>2</sub> et O<sub>2</sub> de l'atmosphère terrestre depuis 4,5 milliards d'années.</p> <p>La courbe des températures fossiles et des teneurs en CO<sub>2</sub> au cours du quaternaire récent déterminée grâce à l'étude des isotopes de l'oxygène et des inclusions gazeuses des carottes polaires.</p>	<p>Ne sont pas au programme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L'astronomie d'observation</li> <li>- Le bilan énergétique détaillé de l'effet de serre</li> <li>- Le détail des réactions photochimiques de fabrication et de destruction de l'ozone.</li> <li>- Les développements théoriques et quantitatifs sur la force de Coriolis.</li> <li>- Les mécanismes de la photosynthèse, de la respiration et de la fermentation.</li> <li>- Le bilan détaillé de l'écosystème terrestre.</li> <li>- Les bilans quantitatifs des cycles géochimiques.</li> <li>- Les mécanismes exacts des fractionnements isotopiques de l'oxygène.</li> </ul>

#### Relations transversales avec le programme de physique-chimie

- (1) Les objets du système solaire tournent autour du Soleil avec des périodes de révolutions et des vitesses différentes. Cet aspect de la planétologie est contenu dans la partie du programme de physique "Temps, mouvements et forces". Les lois de Képler peuvent être évoquées.
- (2) Intérêt de travailler à certaines longueurs d'onde pour observer les objets de la surface de la Terre (végétation, eau, sol, etc.). Utilisation de la partie du programme de physique "Message de la lumière".
- (3) Utiliser la partie du programme de physique "Message de la lumière". Le spectre de la lumière du Soleil correspond à la température élevée de sa surface. Ce spectre est modifié par absorption de certaines longueurs d'ondes par des molécules de l'atmosphère (exemple : l'ozone). La Terre émet de la lumière infrarouge qui correspond à sa température de surface. Une partie de ce rayonnement est absorbé par les molécules de H<sub>2</sub>O et CO<sub>2</sub> de l'atmosphère.
- (4) La variation de la température et de la pression de l'atmosphère terrestre en fonction de l'altitude sont des notions contenues dans le cours de physique "L'air qui nous entoure".
- (5) L'océan a une composition chimique complexe. Une caractérisation des ions (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>...) en solution dans l'eau de mer peut faire l'objet d'une manipulation pendant le cours de chimie. Certaines réactions chimiques ont lieu dans l'océan comme par exemple la réaction de précipitation des carbonates. Cette réaction est sensible à la température, à la teneur en CO<sub>2</sub> dissout dans l'eau de mer.
- (6) Dans le cycle du CO<sub>2</sub> ce dernier n'est pas toujours sous forme de l'espèce CO<sub>2</sub>. Il peut se trouver piégé dans les carbonates par exemple. Il faut ainsi savoir exprimer la quantité équivalente de CO<sub>2</sub> dans un carbonate. Cet aspect peut être traité en chimie lors de la présentation des grandeurs molaires.

#### Travaux pratiques envisageables

- Comparaison des planètes :

Études d'images et de données des sondes spatiales. Documents de planétologie comparée.

Mise en évidence d'une activité interne des planètes (ou de son absence) à partir de l'observation de leurs surfaces (appareils volcaniques, figures tectoniques et leur chronologie relative, etc).

Comparaison des mouvements atmosphériques de planètes géantes avec ceux observés sur Terre.

- Quantité d'énergie reçue par les planètes : Climats et saisons – Effet de serre :

Expérience analogique montrant la variation de la quantité d'énergie reçue par unité de surface planétaire en fonction de l'éloignement au Soleil. Expérience avec une lampe de forte puissance. On mesure avec un détecteur la variation d'énergie que reçoit une surface donnée en fonction de l'éloignement à la lampe. L'émission sphérique de l'énergie conduit à une dépendance en l'inverse du carré de la distance au Soleil. Explication analogique de la répartition en latitude des climats et de l'alternance des saisons en fonction de l'éclairement solaire. On éclaire un globe terrestre par un pinceau de lumière parallèle de taille plus petite que le globe et faisant un angle de  $23^\circ$  avec l'équateur de ce globe. En déplaçant ce faisceau de lumière de l'équateur aux pôles, on montre que la surface éclairée change. Sur un globe quadrillé par des secteurs de surfaces connues on peut montrer que la quantité d'énergie reçue à la surface change avec la latitude. Les saisons sont explicables en faisant référence à l'axe de rotation du globe par rapport au faisceau de lumière.

Expérience analogique sur les gaz à effet de serre : conséquences de la composition de l'atmosphère sur la température à la surface de la planète.

- Observations de la Terre par satellite – Mouvements atmosphériques et océaniques – Diffusion des pollutions :

Utilisation d'un radiomètre. Mise en évidence de la signature optique de certains matériaux (végétation, sable sec, sable humide) par l'étude de leurs réflectances à différentes longueurs d'onde en utilisant des filtres.

Mise en évidence du rôle de la rotation terrestre sur les mouvements atmosphériques ou océaniques.

Etude de photos satellitaires météorologiques (figures cycloniques) de la circulation atmosphérique, et de la propagation de nuages de poussières (par exemple volcan Pinatubo), de polluants (par exemple nuage radioactif de Tchernobyl). Calcul à l'ordre de grandeur des mouvements des masses d'air.

Simulation à l'aide d'une maquette analogique de courants profonds avec des liquides de densités et de couleurs différentes. Calcul à l'ordre de grandeur des mouvements des masses d'eau par l'étude de la propagation de fronts de pollution ou de la dérive de bouées de mesure dans les grands courants, etc.

- Les séries temporelles :

Rappel des principes de stratigraphie. Enregistrement des séquences sédimentaires ou glaciaires. Vitesse de sédimentation. Examen des chronogrammes. Apprentissage des commentaires. Corrélations entre chronogrammes. (Il s'agit là d'un travail commun avec le professeur de mathématiques pour introduire sur ces exemples la notion de corrélation de manière très empirique).

### 1.3.5 Commentaires GTD programmes SVT 2000 : thèmes au choix

Ils sont proposés dans le but d'assouplir l'organisation de l'enseignement. Ils permettent de prolonger ou d'enrichir les notions et contenus du programme, sans introduction de nouvelles notions fondamentales .

La liste des activités au choix n'est pas exhaustive.

Des sujets locaux ou d'actualité peuvent être introduits s'ils sont en rapport avec les notions et contenus du programme. Des sujets transversaux à l'interface des différentes disciplines s'inscrivent dans ce cadre. Cette activité n'est pas facultative En fonction des contraintes locales, quatre à six semaines y sont consacrées. Le nombre de sujets et la manière de les insérer dans la programmation annuelle est à la discrétion des professeurs, ces activités pouvant se dérouler tout au long de l'année ou pendant des périodes plus limitées.

Dans le cadre d'une large autonomie l'élève réinvestit certains aspects des démarches scientifiques. A travers leur mise en œuvre (expérimentation, modélisation), l'élève prend le temps de construire (seul ou collectivement) un savoir, de consolider l'appropriation de méthodes et de techniques. C'est aussi l'occasion d'effectuer des recherches documentaires en utilisant les technologies d'information et de communication disponibles dans l'établissement. Ces recherches ne se limitent pas à de simples compilations. Elles doivent être mises en relation dans une démarche explicative. L'enseignant valorise l'apport et l'esprit créatif des élèves. Il complète son évaluation par le biais d'une communication orale et/ou écrite des élèves (affiche, compte-rendu) produite individuellement ou en groupe.

La planète Terre et son environnement

La construction et l'utilisation d'une maquette du système solaire.

Le suivi d'une mission spatiale en cours, ou de son élaboration.

Les conditions physico-chimiques de la vie terrestre.

L'évolution de l'épaisseur de la couche d'ozone ("trou d'ozone") au cours de l'année à partir d'images satellitales.

Les gaz à effet de serre, rôles et temps de résidence dans l'atmosphère.

L'extension du phénomène El-Niño au cours de l'année par l'étude d'images satellitales de la température de l'océan

La qualité de l'air dans une ville en relation avec les conditions atmosphériques.

La biosphère océanique suivie par l'étude d'images satellitales.

La progression des fronts de désertification ou de déforestation.

L'érosion des sols liée à la déforestation.

etc.

[...]

### 1.3.6 Commentaires généraux du programme de seconde SVT 2000, partie *Terre et environnement global*

Les présents commentaires suivent l'ordre du texte officiel du programme, cependant, toute latitude est laissée à l'enseignant pour aménager sa progression tout en respectant l'esprit des différentes parties du programme.

#### 1.3.6.1.1 LA PLANETE TERRE ET SON ENVIRONNEMENT

Cette partie du programme est une initiation à la planétologie et aux problèmes d'environnement global. Elle s'appuie sur l'étude comparée des planètes et celle de la dynamique des enveloppes externes de la planète Terre (atmosphère et océans). Elle s'articule autour de la perception de l'espace, du mouvement et des temps caractéristiques des phénomènes naturels. Il s'agit de situer l'Homme dans son environnement au sens le plus large (dans le système solaire et sur Terre), de montrer comment on étudie cet environnement (missions spatiales, observations de la Terre depuis l'espace) et de mettre en avant sa fragilité. La compréhension du fonctionnement et de l'évolution de notre environnement (passé et futur) nécessite une bonne perception des échelles d'espace et de temps caractéristiques des phénomènes. Il est important de faire prendre conscience aux élèves que des calculs très simples permettent de comprendre les mouvements des planètes autour du Soleil, de percevoir les problèmes d'environnement à l'échelle globale et d'avoir un avis sur des enjeux importants du monde futur (effet de serre, dispersion des polluants par l'atmosphère et les océans, stockage des déchets etc.....).

Deux grands thèmes seront abordés : " La Terre dans le système solaire " et " La planète Terre et son environnement global ". Comme pour les autres parties du programme, il est aussi proposé aux professeurs et aux élèves d'aborder un sujet d'étude au choix au cours de l'année. Celui-ci peut prendre différentes formes en

fonction des sensibilités de chacun ou des classes. On peut envisager des sujets variés comme ceux qui sont indiqués en annexe (liste non-exhaustive). On peut aussi noter que certains d'entre eux se prêtent à un suivi au cours de l'année (par exemple: l'amincissement de la couche d'ozone, le phénomène El-Nino, la pollution atmosphérique dans une ville etc.).

## 1-1 La Terre dans le système solaire

La planétologie vise principalement deux objectifs :

- donner une culture générale à ceux qui arrêtent les Sciences de la Terre et les Sciences tout court. L'exploration de notre système solaire et l'observation de systèmes planétaires extra-solaires font ou feront l'objet de nombreuses missions spatiales. La France et l'Europe par l'intermédiaire de leurs agences spatiales et de nombreux chercheurs participent activement à cet effort.
- pour ceux qui continuent dans la filière scientifique, poser des bases dans la perspective de la compréhension de la genèse du système solaire et de la Terre qui seront abordées ultérieurement.

### 1-1-1 Description des objets du système solaire

[...]

### 1-1-2 L'énergie solaire reçue par les planètes

Par la mise en oeuvre de manipulations simples, il s'agit de faire acquérir les notions qui suivent. Le soleil émet de l'énergie de manière sphérique. La quantité d'énergie par unité de surface diminue donc avec l'éloignement au soleil comme l'inverse du carré de la distance au soleil. Cette énergie solaire est à l'origine des mouvements dans les enveloppes fluides des planètes. C'est l'occasion d'introduire la suite du programme qui sera focalisée sur les enveloppes fluides de la planète Terre.

## 1-2 Planète Terre et environnement global

L'objectif de cette partie du programme est de faire prendre conscience aux élèves de la fragilité de notre environnement global par l'étude scientifique et la compréhension du fonctionnement et de l'évolution de l'atmosphère et de l'hydrosphère. Elle est aussi l'occasion d'aborder simplement les couplages complexes atmosphère-hydrosphère-lithosphère-biosphère qui régissent à différentes échelles de temps la structure et la dynamique du système hydrosphère-atmosphère.

### 1-2-1 Observation de la Terre depuis l'espace

La structure et l'évolution dans le temps de l'atmosphère, de l'hydrosphère, de la lithosphère et de la biosphère peuvent s'étudier à partir de mesures et d'observations satellitaires. Il s'agit d'expliquer comment l'on obtient et construit ces "images" et comment on les utilise. Les satellites artificiels en orbite autour de la Terre enregistrent des images à différentes longueurs d'ondes (couleurs) qui procurent des informations variées (présence d'eau, extension de la végétation, température de l'eau de mer, nature minéralogique des sols etc.).

#### 1-2-2 L'énergie solaire et sa répartition à la surface de la Terre

Au niveau de l'orbite de la Terre la quantité d'énergie par unité de surface émise par le soleil peut être considérée comme constante. En revanche, la sphéricité de la Terre et l'inclinaison de son axe de rotation par rapport au plan de révolution autour du soleil font varier la quantité d'énergie par unité de surface reçue au sommet de l'atmosphère et au sol. Cette quantité varie en fonction de la latitude pour une époque donnée de l'année. Elle varie aussi au cours de l'année pour une latitude donnée en raison de l'orientation constante de l'axe de rotation de la Terre à l'échelle de temps humaine. Cette distribution de l'énergie solaire reçue par la surface de la Terre en fonction de la latitude (elle est plus grande à l'équateur qu'au pôle) est à l'origine de la zonéographie des climats et des mouvements de l'atmosphère et des océans. Les variations de cette énergie au cours de l'année pour une latitude donnée se traduisent par l'alternance des saisons. La climatologie au sens strict du terme n'est pas à développer.

### 1-2-3 La composition et la structure de l'atmosphère terrestre

L'atmosphère terrestre est une enveloppe dont la structure et l'état thermique résultent de l'interaction entre la lumière et les molécules qui la constituent. L'air est un mélange de différents gaz ayant des propriétés physiques qui peuvent être différentes vis à vis de l'absorption de la lumière. L'absorption de lumière par les molécules conduit à un échauffement.

Le gaz le plus abondant (N<sub>2</sub>) a un effet mineur dans l'absorption du rayonnement solaire et du rayonnement infrarouge de la surface de la Terre. En revanche, l'oxygène et des constituants chimiques présents en faible

quantité dans l'atmosphère, comme l'ozone (O<sub>3</sub>), le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et l'eau (H<sub>2</sub>O) ont des rôles et des effets importants.

- L'ozone par son absorption du rayonnement ultraviolet est à l'origine de la stratification verticale de l'atmosphère. Il est responsable de l'augmentation de température dans la stratosphère.
- Le gaz carbonique et l'eau sous forme de vapeur absorbent le rayonnement infrarouge émis par la Terre et contribue de manière importante à l'effet de serre.
- L'eau a une importance particulière. Elle est à l'origine des nuages. Par ses changements d'état elle participe aux transferts d'énergie dans l'atmosphère. Les nuages réfléchissent aussi le rayonnement solaire incident et absorbent le rayonnement infrarouge émis par la Terre. L'atmosphère contient aussi des poussières et des aérosols. Ces constituants mineurs sont essentiels dans la condensation de l'eau (et donc dans la formation des nuages) et peuvent aussi absorber et réfléchir du rayonnement solaire incident.

La structure verticale de l'atmosphère et de ses principales couches (troposphère, stratosphère ...) se déduit de l'étude des profils de température et de pression et de la présence de certaines espèces chimiques (l'ozone dans la stratosphère, l'eau dans la troposphère).

La destruction, donc la diminution de l'ozone stratosphérique (par les CFC en particulier) à des conséquences sur la filtration des UV.

#### 1-2-4 L'effet de serre

Sa présentation doit être simple. Des 100 % de l'énergie solaire arrivant au sommet de l'atmosphère, seule une moitié est absorbée par la surface de la Terre. La majeure partie de cette énergie absorbée est émise par la surface de la Terre sous forme de rayonnement infra-rouge (la surface de la Terre est à une température plus faible que la surface du soleil ; la relation température-énergie-lumière est abordée dans le programme de physique). Ce rayonnement infra-rouge est principalement absorbé par les molécules de CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O de l'atmosphère ce qui produit un échauffement de l'air. Une partie de cette énergie quitte par radiation vers le haut l'atmosphère mais une autre partie est redirigée vers la surface de la Terre et absorbée. Pour cette raison, la surface de la Terre reçoit à la fois de l'énergie du Soleil et de l'atmosphère ce qui n'est pas le cas de la Lune et des planètes dépourvues d'atmosphère.

L'augmentation de la quantité de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz comme le méthane (CH<sub>4</sub>) dans l'atmosphère modifie l'effet de serre.

#### 1-2-5 Les mouvements des enveloppes fluides

L'énergie solaire parvenant à la surface de la Terre est plus importante à l'équateur qu'aux pôles. L'énergie infra-rouge émise par la surface de la Terre varie aussi avec la latitude mais beaucoup moins que l'énergie solaire incidente. Il en résulte un bilan d'énergie positif entre 0° et 35-40° de latitude et négatif entre 35-40° et 90° de latitude dans les deux hémisphères. Cette différence dans le bilan thermique est à l'origine d'un transport de chaleur de l'équateur vers les pôles qui est assuré par la circulation océanique et la circulation atmosphérique. Les mouvements sont complexes. On peut néanmoins mettre en évidence leurs causes principales (les variations de pression, de densité, de température et de salinité) et constater la complexité introduite par la rotation terrestre (présentation qualitative de l'effet de la force de Coriolis).

#### Mouvements atmosphériques

Dans la troposphère, la circulation des masses d'air se fait par des mouvements horizontaux (qui traduisent des différences de pression) et par des mouvements verticaux (qui traduisent des différences de densités et/ou de températures). La combinaison de ces mouvements troposphériques donne naissance à des "cellules de circulation atmosphérique" qui assurent les transferts de chaleur et de vapeur d'eau. Dans la stratosphère, les mouvements sont essentiellement horizontaux en raison de sa structure thermique qui limite l'amplitude des mouvements verticaux.

#### Mouvements océaniques

On distingue deux types de "masses d'eau" dans les océans. Les "masses d'eau" superficielles dont le mouvement est induit et entretenu par les vents qui agitent la troposphère. Les "masses d'eau" profondes dont les mouvements, essentiellement méridiens, résultent de différences de densités dues à des différences de températures et de salinités.

L'analyse de documents illustrant la dispersion des espèces chimiques et poussières montre comment les mouvements océaniques et atmosphériques régissent les phénomènes de pollution à des échelles locales (une ville, un littoral) et globales (l'atmosphère et l'océan dans son ensemble).

#### 1-2-6 Couplage lithosphère-biosphère-atmosphère-hydrosphère

La composition, la régulation de la composition chimique et de la température des enveloppes fluides mettent en œuvre des mécanismes complexes avec des constantes de temps différentes. Le cycle du CO<sub>2</sub> (et de l'O<sub>2</sub>) permet d'entrevoir cette complexité.

Si l'on prend l'exemple du cycle du CO<sub>2</sub> on peut faire construire le cycle de manière interactive avec l'élève en essayant de voir comment par exemple sa teneur est contrôlée dans l'atmosphère. Il faut tout d'abord identifier les différents réservoirs qui contiennent du CO<sub>2</sub> (sous différentes formes chimiques) : atmosphère, océan, biomasse, combustibles fossiles, roches carbonatées ....L'étape suivante est de mettre en évidence les mécanismes de certains des transferts de CO<sub>2</sub> entre ces réservoirs et l'atmosphère à partir d'expériences simples. Par exemple, la précipitation et la dissolution des carbonates, l'activité biologique (fermentation, respiration, photosynthèse), les émissions anthropogéniques.....L'atmosphère ne fonctionne donc pas indépendamment des autres réservoirs. Les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère par l'activité industrielle sont connues. Cependant on observe que cette quantité ne se retrouve pas intégralement dans l'atmosphère. Ceci montre qu'une partie du CO<sub>2</sub> est intégré dans d'autres réservoirs (l'océan, la biosphère....) à des échelles de temps courtes.

## Evolution historique de la composition de l'atmosphère

La composition de l'atmosphère actuelle s'est construite progressivement. L'apparition de la photosynthèse est à l'origine du dioxygène (et donc de l'ozone). Le CO<sub>2</sub> présent en grande quantité au début de l'histoire de la Terre a progressivement disparu et ceci est à mettre en relation avec des processus tel que la fabrication des sédiments carbonatés.

L'étude de la composition des atmosphères du passé montrent qu'il existe une variabilité naturelle de la composition de l'atmosphère et donc des climats à la surface de la Terre (l'homme a une influence mais il n'est pas le seul !). Les carottes de glaces sont l'occasion de montrer que certains processus géologiques (ici la formation et l'accumulation de glace aux pôles) enregistrent les variations de la composition de l'atmosphère au cours du temps.

### 1.3.7 Extraits BO classe de seconde : Physique-Chimie 2000

[...]

#### B- Présentation et mise en œuvre

À travers l'exploration de l'Univers des atomes aux galaxies, les notions de base de la chimie et de la physique mises en œuvre dans le programme sont : structure et transformation de la matière, repérages dans le temps et dans l'espace, mouvements et forces, température et pression. Le programme se compose d'un enseignement thématique et d'un enseignement fondamental. Ce dernier comporte trois parties en chimie comme en physique. Le tableau ci-dessous résume la structure de l'ensemble.

<b>ENSEIGNEMENT THÉMATIQUE</b>	
CHIMIE et PHYSIQUE : 6 TP, 12 h en classe entière	
ou	
CHIMIE <i>environ 3 TP, 6 h en classe entière</i>	PHYSIQUE <i>environ 3 TP, 6 h en classe entière</i>
<b>ENSEIGNEMENT FONDAMENTAL</b>	
<b>CHIMIE</b> I. "Chimique ou naturel ?" <i>4 TP, 8 h en classe entière</i> II. Constitution de la matière <i>4 TP, 8 h en classe entière</i> III. Transformations de la matière <i>4 TP, 8 h en classe entière</i>	<b>PHYSIQUE</b> I. Exploration de l'espace <i>5 TP, 10 h en classe entière</i> II. L'univers en mouvements et le temps <i>4 TP, 8 h en classe entière</i> III. L'air qui nous entoure <i>3 TP, 6 h en classe entière</i>

PROGRAMMES  
DES LYCÉES

L'BO N°6 12 AOÛT 1999 HORS-SÉRIE
--

9

L'enseignement thématique peut accompagner les trois parties de l'enseignement fondamental. Il peut également constituer une partie séparée. Cet enseignement n'introduit aucune nouvelle compétence exigible mais fait l'objet d'une évaluation. Les thèmes choisis peuvent être communs à la chimie et à la physique, ou être propres à chaque discipline (en veillant dans tous les cas à respecter un certain équilibre entre les deux disciplines).

L'enseignement fondamental se présente sous la forme d'un tableau à trois colonnes :

- la colonne de gauche présente une liste non obligatoire et non exhaustive d'exemples de questions et d'activités qui peuvent être exploitées en expériences de cours, en travaux pratiques ou en travaux de documentation. Les activités expérimentales sont indiquées en italique. Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication (TIC) sont repérées par un astérisque.
- la colonne centrale indique les contenus de base.
- la colonne de droite présente les connaissances et savoir-faire exigibles en fin d'année scolaire, ou en cours d'acquisition. Les connaissances et savoir-faire exigibles relatifs aux activités expérimentales sont indiqués en italique.

[...]

## F - Relation avec les disciplines voisines

Le thème "Exploration de l'espace" du programme de physique met en jeu certaines notions de géométrie du programme de mathématique et doit contribuer à les éclairer (notamment la vision dans l'espace). D'autres parties permettent d'établir des liens avec le programme de SVT. Citons par exemple : le thème "Messages de la lumière" avec l'observation de la Terre par satellite à certaines longueurs d'onde, et l'analyse de la lumière nous parvenant du Soleil, le thème "L'Univers en mouvements et le temps" avec la structure du système solaire, le thème "L'air qui nous entoure" avec l'étude de l'atmosphère.

PROGRAMMES  
DES LYCÉES

Le BO  
N° 6  
12 AOÛT  
1999  
HORS-SÉRIE

11

### ENSEIGNEMENT THÉMATIQUE

Le contenu détaillé de l'enseignement thématique ne relève pas, à proprement parler, d'un programme précis, puisque tout sujet prolongeant et illustrant les notions traitées dans l'enseignement fondamental, et n'introduisant pas de nouvelles connaissances exigibles, peut convenir. C'est à l'enseignant, en fonction de ses intérêts personnels, de la nature de sa classe et des objectifs pédagogiques qu'il se fixe, à déterminer le ou les thèmes qu'il entend traiter. Ce choix peut s'appuyer sur une réflexion au niveau de l'équipe de professeurs de la discipline dans l'établissement ou dans un groupe d'établissements voisins, sur une consultation de sites web académiques ou du site national indiqué plus haut, qui serviront de "banque" de thèmes s'enrichissant des expériences les plus intéressantes. Il est à noter que cet enseignement peut être l'occasion d'envisager des méthodes de travail faisant particulièrement appel à l'initiative des élèves, en préfiguration des TPE des classes de première et terminale (travail en petits groupes, répartition des tâches etc...).

En physique, le thème des capteurs permet de réinvestir et d'affermir de façon pratique des connaissances antérieures en électricité dans une perspective d'instrumentation (mesure de grandeurs au programme).

Les quelques exemples qui suivent n'ont pour but que d'illustrer l'éventail des thèmes possibles, dont certains sont des compléments directs de l'enseignement fondamental, et d'autres constituent des ouvertures plus larges sur la discipline.

*Thèmes communs à la chimie et la physique* : spectrophotométrie, chimie, physique et art, l'air, l'eau...

*Thèmes "chimie"* : le sucre, les sucres, autour d'un "produit" de la vie courante : un médicament, par exemple l'aspirine ; un désinfectant, par exemple l'eau de Javel ; une boisson aux fruits..., pigments et colorants...

*Thèmes "physique"* : capteurs (optoélectroniques, de pression, de température, spectrophotomètre...), phénomènes optiques (mirage, arc-en-ciel, paille dans l'eau...), cadran solaire, système solaire (utilisation de la troisième loi de Kepler), poussée d'Archimède, recherche de documents liés à l'histoire des sciences avec une illustration expérimentale sur la mesure du temps, l'évolution des idées en mécanique, la réfraction de la lumière...

[...]

Les connaissances à introduire concernant la structure de l'Univers doivent rester modestes.

## 2 - Messages de la lumière

### Objectifs

On montre dans cette partie que l'analyse de la lumière (direction, spectre) permet d'obtenir des renseignements sur la matière d'où elle est issue et qu'elle traverse. Cette technique est illustrée par quelques applications astrophysiques.

L'étude de la réfraction est dans un premier temps réalisée avec un filtre de couleur donnée. L'indice du milieu transparent est introduit.

Une approche historique permet d'introduire la notion de radiation monochromatique. En observant la décomposition de la lumière blanche à travers un prisme, Newton tire la conclusion que les couleurs obtenues sont présentes dans la lumière blanche, et que le prisme a pour effet de les séparer. L'indice du milieu transparent constituant le prisme n'est donc pas le même suivant la couleur de la lumière.

Il montre ensuite que les couleurs du spectre ne peuvent se décomposer en de nouvelles couleurs : si l'on envoie de la lumière rouge (émise par un laser par exemple) sur un prisme, on retrouve la même couleur rouge après la traversée du prisme. Cette couleur est appelée radiation monochromatique.

L'étude de nombreux spectres limitée au domaine du visible permet de formuler les deux lois suivantes :

- un corps chaud émet un rayonnement continu. Ce rayonnement s'enrichit vers le violet lorsque la température du corps augmente.

- dans certaines conditions expérimentales (faible pression), un corps ne peut émettre que les radiations qu'il est capable d'absorber.

Une entité chimique est ainsi caractérisée par un spectre, qui constitue en quelque sorte la signature de cette entité.

L'analyse spectrale donne des renseignements sur la température et la composition chimique d'étoiles inaccessibles à l'expérimentation directe par comparaison avec les spectres d'atomes ou d'ions mesurés au laboratoire.

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS	CONNAISSANCES ET SAVOIR-FAIRE EXIGIBLES
<p>Comment un prisme permet-il d'obtenir un spectre ?</p> <p><i>Décomposition de la lumière blanche par un prisme</i></p> <p><i>Etude expérimentale des lois de la réfraction en lumière monochromatique, puis en lumière blanche.</i></p>	<p>2.1. Un système dispersif, le prisme</p> <p>Caractérisation d'une radiation.</p> <p>Lois de Descartes sur la réfraction pour une radiation (l'un des milieux étant l'air).</p> <p>Dispersion de la lumière blanche par un prisme.</p> <p>Variation de l'indice d'un milieu transparent selon la radiation qui le traverse; interprétation qualitative de la dispersion de la lumière par un prisme.</p>	<p>Savoir que la longueur d'onde, qui s'exprime en mètres et sous-multiples, caractérise dans l'air et dans le vide une radiation monochromatique.</p> <p>Connaître et appliquer les lois de Descartes sur la réfraction.</p> <p><i>Utiliser un prisme pour décomposer la lumière blanche.</i></p> <p><i>Etudier expérimentalement la loi de Descartes sur la réfraction :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Utiliser un dispositif permettant d'étudier les lois de la réfraction.</i></li> <li>- <i>Repérer un angle entre un rayon lumineux et une référence.</i></li> <li>- <i>Mesurer un angle.</i></li> </ul>
<p>Comment le spectre d'une étoile nous renseigne-t-il sur sa température ?</p> <p>Réalisation du spectre continu d'une lampe à incandescence (avec prisme ou réseau) : Observation de la variation de la couleur et du spectre de la lampe en fonction de sa température.</p>	<p>2.2. Les spectres d'émission et d'absorption.</p> <p>2.2.1. Spectres d'émission</p> <p>Spectres continus d'origine thermique.</p> <p>Spectres de raies.</p> <p>2.2.2. Spectres d'absorption</p> <p>Bandes d'absorption de solutions colorées.</p> <p>Raies d'absorption caractéristiques d'un atome ou d'un ion.</p>	<p>Savoir qu'un corps chaud émet un rayonnement continu qui s'enrichit vers le violet quand la température de ce corps augmente.</p> <p>Savoir distinguer un spectre d'émission et un spectre d'absorption.</p> <p>Savoir repérer, par sa longueur d'onde dans un spectre d'émission ou d'absorption, une radiation caractéristique d'une entité chimique.</p> <p>Savoir qu'un atome ou un ion ne peut absorber que les radiations qu'il est capable d'émettre.</p> <p><i>Utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres d'émission et comparer ces spectres à celui de la lumière blanche.</i></p> <p><i>Utiliser un système dispersif pour visualiser des spectres d'absorption et comparer ces spectres à celui de la lumière blanche.</i></p>
<p>Comment déterminer la nature de la matière qui entoure une étoile ?</p> <p><i>Réalisation de spectres de raies et de bandes d'émission et d'absorption.</i></p> <p><i>Etude expérimentale des couleurs de flamme.</i></p>	<p>2.3. Application à l'astrophysique</p>	<p>Savoir que l'étude des spectres permet de connaître la composition de l'enveloppe externe des étoiles.</p>

\* Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication sont repérées par un astérisque.

### Commentaires

La physique de cette partie n'utilise que le modèle de l'optique géométrique pour la loi de la réfraction de Descartes. Aucun modèle ne sera présenté concernant l'optique physique.

Cette partie du programme permet d'enrichir la notion d'entité chimique qui sera introduite dans le cours de chimie.

Il n'est pas utile de développer l'étude des phénomènes de réflexion et de réflexion totale pour introduire les notions indispensables à la compréhension des phénomènes.

On convient d'attacher un nombre servant de référence à cette radiation monochromatique dans l'air ou dans le vide. Ce nombre, dont on ne

cherchera pas à donner la signification physique, est appelé longueur d'onde, noté  $\lambda$  et s'exprime en mètres (ou sous-multiples). Le parti pris est de pouvoir utiliser directement des documents provenant de sources variées (Internet, livres d'astrophysique...) dans lesquels les radiations sont repérées par leur longueur d'onde dans le vide, et non par leur fréquence. On peut mentionner l'existence de rayonnement invisible à l'œil, ultraviolet ou infrarouge.

[...]

## Commentaires

On insiste sur le fait que la détermination d'un étalon de durée nécessite la recherche d'un phénomène périodique.

L'enseignant peut s'appuyer sur des travaux de recherches documentaires effectués avec les élèves. Aborder les difficultés rencontrées par les hommes au cours de l'Histoire pour inventer des dispositifs de mesure du temps peut illustrer l'aventure humaine que constitue l'élaboration des Sciences et des Techniques.

Concernant les exemples d'horloges, on se limite à des descriptions sommaires et variées d'horloges mécaniques, électriques ou à quartz en montrant à chaque fois la présence d'un oscillateur sans toutefois entrer dans le détail de fonctionnement de ce dernier.

Peu de nouvelles notions sont introduites dans cette partie. Il est souhaitable de réinvestir les notions étudiées dans les parties précédentes en faisant intervenir temps, distances, mouvements et forces.

**III - L'air qui nous entoure** (3 TP, 6 heures en classe entière)

## Objectifs

Pour illustrer l'existence de plusieurs niveaux d'appréhension du monde naturel, le macroscopique et le microscopique, on étudie le comportement d'un fluide gazeux : l'air qui nous entoure.

On y apprend comment on peut modéliser le comportement de cette matière gazeuse dont la nature microscopique n'est pas aisément perceptible ; on met d'abord en évidence l'agitation moléculaire puis, comme il est impossible de connaître le mouvement précis des molécules, on introduit les grandeurs macroscopiques qui vont permettre de rendre compte de l'état d'un gaz. Les instruments de mesures qui permettent d'évaluer ces grandeurs sont introduits au cours des activités expérimentales.

La description de phénomènes physiques liés à l'état thermique d'un corps, dans l'intention de montrer le principe du repérage d'une température, permet d'introduire sans dogmatisme la notion de température absolue : c'est l'état thermique d'une quantité donnée de gaz à faible pression qui permet de définir l'échelle Kelvin.

L'équation d'état du modèle du gaz parfait vient finaliser cette partie.

EXEMPLES D'ACTIVITÉS	CONTENUS	CONNAISSANCES ET SAVOIR-FAIRE EXIGIBLES
<p>Comment expliquer que deux gaz finissent toujours par se mélanger ?</p> <p><i>Observation du mouvement brownien.</i></p> <p>De quels paramètres la pression d'un gaz dépend-elle ?</p> <p><i>Mise en œuvre de situations expérimentales simples permettant l'identification et la mesure des grandeurs macroscopiques décrivant l'état d'un gaz : mise en évidence de l'influence des paramètres <math>V, n, T</math> sur la pression d'un gaz*.</i></p> <p>Quels phénomènes peuvent fournir des renseignements objectifs sur l'état thermique d'un corps ?</p> <p><i>Mise en œuvre de situations expérimentales permettant de montrer des phénomènes physiques dépendant de l'état thermique d'un corps.</i></p>	<p>1. Du macroscopique au microscopique</p> <p>1.1 Description d'un gaz à l'échelle microscopique</p> <p>1.2 Nécessité de décrire l'état gazeux par des grandeurs physiques macroscopiques</p> <p>1.2.1 Notion de pression</p> <p>- force pressante exercée sur une surface, perpendiculairement à cette surface ;</p> <p>- définition de la pression exercée sur une paroi par la relation <math>P=F/S</math> ;</p> <p>- instrument de mesure de la pression : le manomètre ;</p> <p>- unités de pression ;</p> <p>- mise en évidence et origine de la pression dans un gaz ; interprétation microscopique.</p> <p>1.2.2 Notion d'état thermique</p> <p>De nombreux phénomènes physiques peuvent renseigner sur l'état thermique d'un corps comme : la dilatation des liquides, la dilatation des gaz, la variation de la résistance électrique, l'émission de rayonnement (cf. Messages de la lumière) ;</p> <p>La mesure d'une température implique l'équilibre thermique de deux corps en contact.</p>	<p>Savoir que la matière est constituée de molécules en mouvement.</p> <p>Savoir que l'état d'un gaz peut être décrit par des grandeurs macroscopiques comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sa température</li> <li>• son volume</li> <li>• la quantité de matière du gaz</li> <li>• sa pression</li> </ul> <p>Utiliser la relation <math>P=F/S</math>.</p> <p>Connaître l'unité légale de pression.</p> <p>Savoir interpréter la force pressante sur une paroi par un modèle microscopique de la matière.</p> <p>Donner quelques exemples de propriétés physiques qui dépendent de l'état thermique d'un corps.</p> <p><i>Savoir mesurer une pression et une température :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- utiliser un manomètre adapté à la mesure*</li> <li>- utiliser un thermomètre adapté à la mesure*</li> <li>- garder un nombre de chiffres significatifs en adéquation avec la précision de la mesure</li> <li>- exprimer le résultat avec une unité correcte</li> </ul>
<p>Utilisation de logiciels de simulation montrant l'agitation moléculaire*.</p> <p><i>Etude quantitative du comportement d'une quantité donnée de gaz à température constante* : loi de Mariotte.</i></p> <p>Comment interpréter les observations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pourquoi un ballon de foot devient-il plus dur quand on le gonfle ?</li> <li>- pourquoi la soupape d'une cocotte-minute se met-elle à tourner ?</li> <li>- que se passe-t-il dans l'expérience du jet d'eau ? ...</li> </ul>	<p>2. Lien entre agitation thermique et température : équation d'état des gaz parfaits</p> <p>- l'agitation des molécules constituant un gaz à faible pression caractérise son état thermique et peut être utilisée pour définir sa température</p> <p>- tous les gaz permettent de définir la même échelle de température, dite échelle Kelvin</p> <p>- l'absence d'agitation thermique correspond au zéro absolu.</p> <p>- unité de température absolue : le Kelvin.</p> <p>- la température <math>\theta</math> en degré Celsius est déduite de la température absolue <math>T</math></p>	<p>Savoir que, à une pression donnée et dans un état thermique donné, un nombre donné de molécules occupe un volume indépendant de la nature du gaz.</p> <p>Savoir que l'équation d'état <math>PV=nRT</math> définit le modèle de comportement du gaz "parfait".</p> <p>Savoir utiliser la relation :</p> $\theta (^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273,15$ <p>et</p> $T(\text{K}) = \theta (^{\circ}\text{C}) + 273,15$ <p>Savoir que dans les conditions habituelles de température et de pression l'air de la salle de classe peut être assimilé à un gaz parfait.</p> <p>Savoir utiliser la relation <math>PV = nRT</math></p>

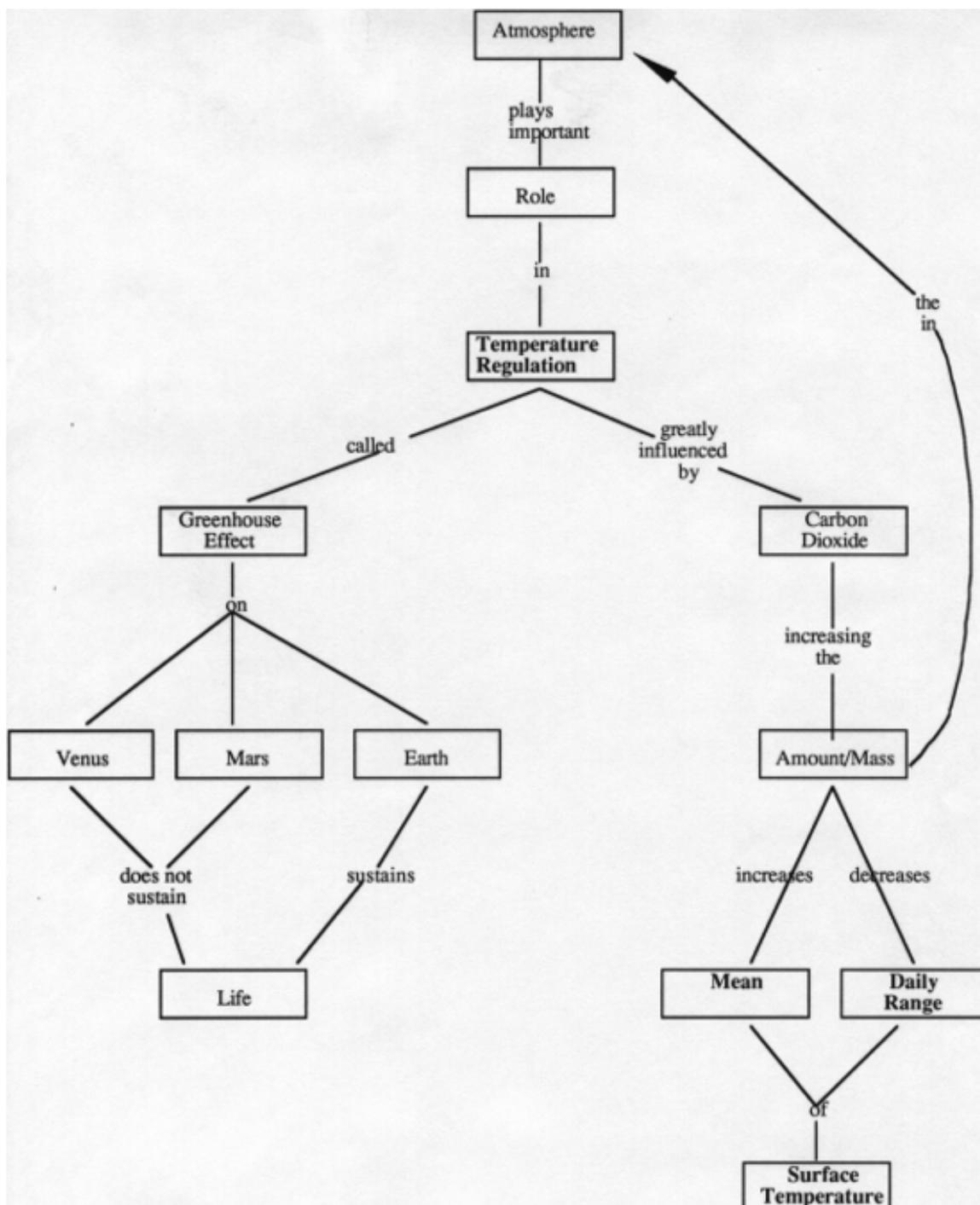
\* Les activités pouvant mettre en jeu les technologies de l'information et de la communication sont repérées par un astérisque.

## 1.4 Les cartes conceptuelles de l'effet de serre : du College of Education, 1995 à l'enseignement général des lycées, réforme 2000

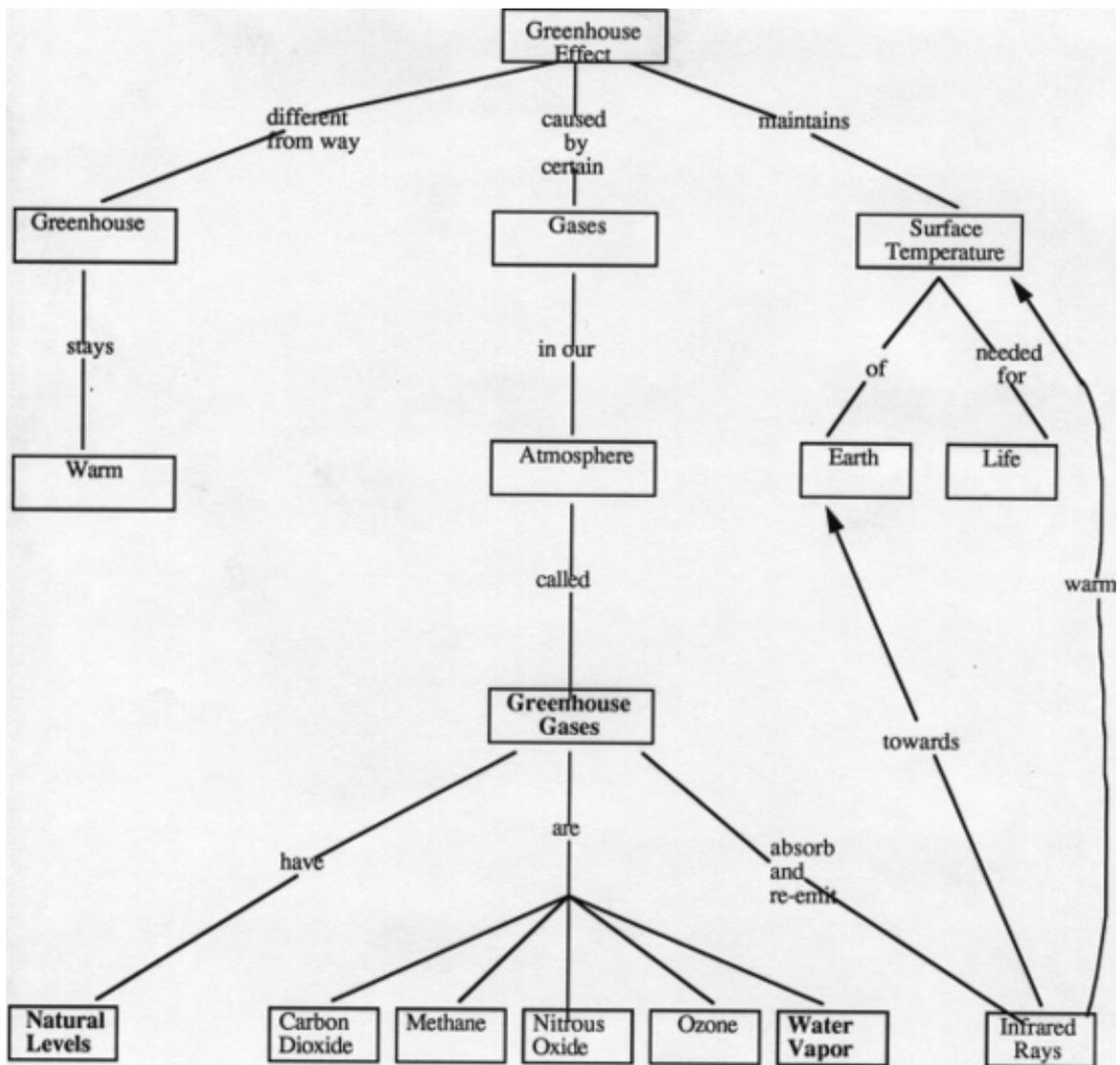
La comparaison des cartes conceptuelles produites par le College of Education et des instructions officielles des réformes 1995 et 2000 de l'enseignement de la géologie au lycée permet de distinguer les cartes conceptuelles associés à l'effet de serre tel qu'il est défini dans le programme de SVT de la classe de seconde (réforme 2000), dans le programme de physique-chimie de la classe de seconde (réforme 2000) et dans le programme de SVT de la classe de première S (réforme 1995).

### 1.4.1 Cartes conceptuelles pour l'enseignement de l'effet de serre naturel

Ci-dessous deux cartes conceptuelles de l'effet de serre naturel et de la température d'équilibre d'une planète, adapté aux savoirs à enseigner en SVT en classe de seconde, réforme 2000



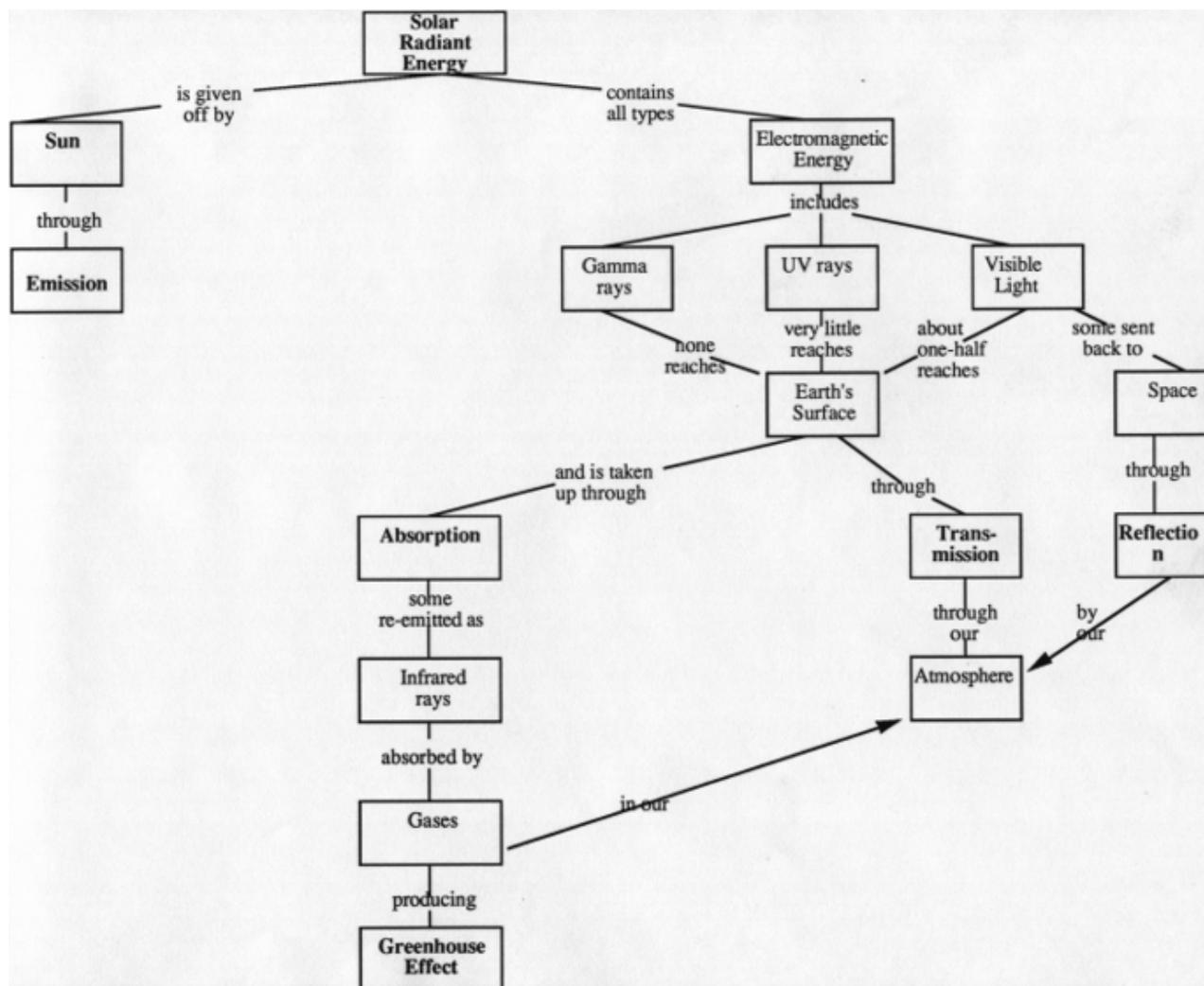
source : Pennsylvania-State-University, 1995



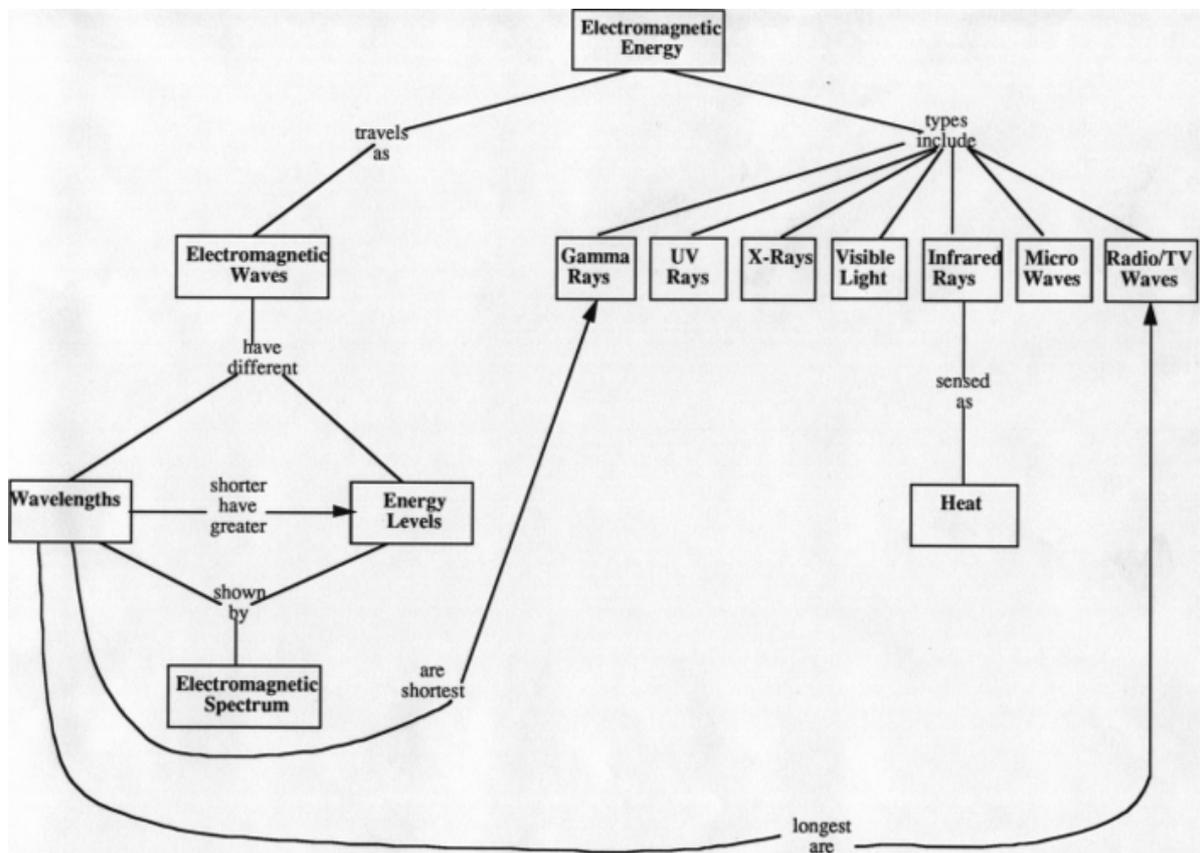
source : Pennsylvania-State-University, 1995

### 1.4.2 Cartes pour l'enseignement des concepts physiques de l'effet de serre naturel

Ci-dessous deux cartes conceptuelles de l'effet de serre naturel, adaptée à la représentation des savoirs à enseigner en *SVT classe de seconde, réforme 2000* et reliés aux concepts enseignés en *Physique-Chimie*.



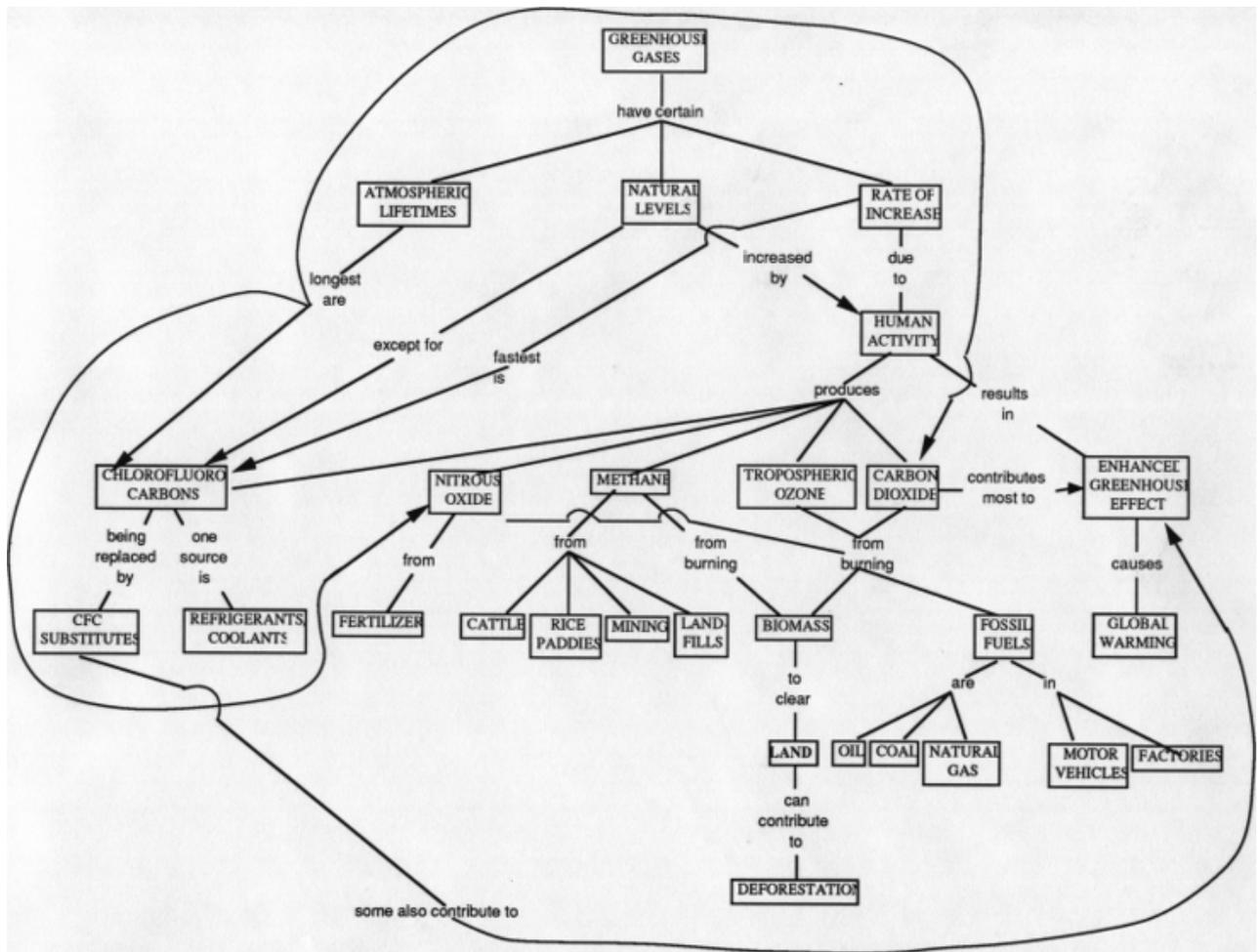
source : Pennsylvania-State-University, 1995



source : Pennsylvania-State-University, 1995

### 1.4.3 Cartes conceptuelles pour l'enseignement de l'effet de serre anthropogénique

Ci-dessous une carte conceptuelle de l'effet de serre anthropogénique, adaptée aux savoirs à enseigner SVT en classe de première S, réforme 1995



source : Pennsylvania-State-University, 1995

## 1.5 Questions d'enseignants sur le site Planet-Terre

Récoltées entre janvier 2000 et juin 2004. Certaines questions l'effet de serre naturel ou anthropogénique, d'autres sur les variations climatiques enseignées en classe de terminale S.

---

1.

Objet: Re: Effet de serre et Exao  
Date: Mon, 10 Jan 2000 09:06:04  
De: SEMELINBCS@aol.com

Je suis formateur IUFM en EXAO dans l'académie de Nantes et je cherche à mettre au point une manip permettant de mettre en évidence l'effet de serre. J'ai déjà fait plusieurs montages mais malheureusement les résultats restent peu reproductibles. L'effet de serre n'a pas si simple que cela à modéliser ! Avez-vous des tuyaux sur le type d'enceinte, la puissance des lampes, la source de CO<sub>2</sub> à utiliser..... En retour, je peux tester des montages et vous faire part de mes résultats. Dans l'espoir d'un échange fructueux.  
Bruno SEMELIN

---

2.

Objet:T.P. CO2  
Date: Tue, 8 Feb 2000 13:35:31 +0100  
De: "laboratoire SVT Lamartiniere" <Lyc-Martiniere-D-SVT-lyon@ac-lyon.fr>  
A: "prof Ducaillou" <prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Bonjour,

Je viens de taper la fiche TP, je vous la fais parvenir (Word 6). Les élèves abordent ce T.P. en ayant déterminé deux facteurs intervenant dans la température de surface d'une planète : la distance par rapport au soleil et la présence d'une atmosphère. (T.P. avec deux thermomètres, deux lampes, un ballon, la distance de la lampe varie). L'hypothèse du T.P. est : la présence du CO<sub>2</sub> augmente globalement la température de surface d'une planète. Les ballons sont des ballons de 250 ml, la pincée est un bout de spatule. Les lampes étaient des lampes de 40 ou 60 W. Nous aimerions essayer avec des hallogènes (ils sont commandés) Les thermomètres sont à mercure. (Nous avons acheter des sondes pour l'année prochaine)

Si vous avez besoin de précisions sur le matériel, nous sommes à votre disposition.

Faites pour le mieux et ne critiquez pas trop cette expérimentation cogiter avec soin... et qui ... nous donne les résultats attendus. Nous attendons vos résultats avec impatience !

Question d'Evelyne : comment le rôle du CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O vapeur dans l'effet de serre a-t-il été démontré ?  
A bientôt. C Meillaud

---

3.

Objet:Re: Manip Effet de serre  
Date: Mon, 6 Mar 2000 14:24:27 +0100  
De: Hervé Furstoss <herve.furstoss@wanadoo.fr>  
A: Benoît Urgelli <Benoit.Urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour,

Merci pour les renseignements sur la modélisation de l'effet de serre. J'ai jeté un coup d'oeil à la manip proposée dans le document du CNRS, elle est très séduisante mais une grosse question se pose : Comment mesure-t-on le rayonnement infrarouge émis ? On parle de thermomètre infrarouge. Quel est le capteur utilisé et utilisable en lycée ? Y a-t-il des informations à ce sujet.

Cordialement, Hervé Furstoss

---

4.

Objet:Evolution du taux de CO2  
Date: Sat, 1 Apr 2000 02:31:59 +0200  
De: "Daniel BOURDAIS" <daniel.bourdais@wanadoo.fr>  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Je cherche une courbe montrant l'évolution du taux de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère depuis 4 milliards d'années. Le seul document que je possède indique que le taux de CO<sub>2</sub> était déjà très faible vers 3,5 milliards d'années. Quelles sont les données scientifiques qui permettent d'expliquer de telles variations en fonction du temps.

Merci. Daniel Bourdais

---

5.

Objet:Re: T.P. CO2  
Date: Mon, 3 Apr 2000 14:33:01 +0200  
De: "laboratoire SVT Lamartiniere" <Lyc-Martiniere-D-SVT-lyon@ac-lyon.fr>  
A: <Benoit.Urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour

Nous sommes extrêmement déçues que notre superbe TP, objet de tant de cogitations, critiqué et démonté par tant de spécialistes se retrouve en définitive dans une rubrique " Bricolo".

Nous te remercions du travail de recherche historique sur l'effet de serre. Nous avons toujours la même question.

- Apparemment l'effet de serre n'a été démontré expérimentalement que sur la vapeur d'eau.
- D'après les documents que nous avons, les infrarouges réémis ne correspondent pas au pic d'absorption de CO<sub>2</sub> à 4,28 micromètres. Qu'est ce qui peut émettre des infrarouges correspondant à ce pic, ce qui permettrait de réaliser une expérience cohérente.
- Est-ce qu'il existe une démonstration expérimentale faite par un laboratoire, ou le concept d'effet de serre dû au CO<sub>2</sub> repose-t-il uniquement sur des propriétés physicochimiques et optiques de ce gaz ?

Question : le CO<sub>2</sub> sur Terre a-t-il véritablement un effet de serre ?  
Les expertes de l'effet de serre !

---

6.

Objet:question pertinente

Date: Mon, 3 Apr 2000 15:29:55 +0200

De: "laboratoire SVT Lamartiniere" <Lyc-Martiniere-D-SVT-lyon@ac-lyon.fr>

A: <Benoit.Urgelli@ens-lyon.fr>

Rebonjour,

Vous nous écriviez un jour et nous l'avons lu sur votre site "Bricolo", que notre fameuse expérience des ballons testant l'effet de serre avait été unanimement rejetée par les instances supérieures.

Nous aimerions savoir quels en étaient les arguments en particulier est-ce que la forme du récipient peut intervenir. Nous envisageons d'essayer d'enrichir notre montage avec de la terre ou du terreau pour obtenir plus d'infrarouges. à bientôt

---

7.

Objet:effet de serre

Date: Mon, 17 Apr 2000 22:30:57 +0200

De: Christelle Gauch <christelle.gauch@free.fr>

A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

On est maintenant sûr que la température terrestre augmente légèrement on a vérifié également que la teneur en CO2 de l'atmosphère augmente. Mais a-t-on réellement démontré une relation de cause à effet entre l'augmentation de la température terrestre de ces dernières décennies et l'augmentation de la teneur en CO2 de l'atmosphère ou bien en est-on toujours au stade des hypothèses et corrélations ? merci

---

8.

Objet:Existe-t-il des propriétés physiques communes aux gaz à effet de serre ?

Date: Tue, 9 May 2000 12:57:43 +0200

De: "Lycée J. Monod" <jacques.monod@laposte.net>

A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

CC: <lucile.roy@wanadoo.fr>

Tous les gaz engendrent-ils un effet de serre, même minime ? Pour les principaux gaz à effet de serre couramment cités, connaît-on leurs propriétés physico-chimiques communes faisant qu'ils ont la capacité de "piéger" et réémettre le rayonnement IR ?

---

9.

Objet:Tp effet de serre

Date: Thu, 25 May 2000 14:01:19 +0200

De: jean-michel Harouy <jean-michel.harouy@wanadoo.fr>

A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Concernant la proposition de MODELISATION DE L'EFFET DE SERRE Influence de la composition de l'atmosphère sur la température de surface d'une planète, proposée par Equipe pédagogique du Lycée La Martinière Duchère, Lyon (69)

Question : La réaction entre HCL et CaCO3 n'est-elle pas exergonique ?

Auquel cas, la chaleur dégagée par la réaction devrait "influencer" les mesures de température. Quelle validité accordée dans ce cas à ces mesures ?

---

10.

Objet:nouveau programme de 2nde

Date: Sat, 1 Jul 2000 16:15:22 +0200

De: "Laurent MOSER" <laurent.moser@waika9.com>

A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Bonjour ,

un petit point de désaccord entre collègue à propos de la fragilité de la Terre : "peut-on dire que l'équilibre entre les différentes enveloppes externes de la Terre est source de fragilité ou au contraire un avantage ( par exemple , l'équilibre permet au contraire d'éviter l'augmentation importante de la température terrestre alors que la concentration en CO2 augmente fortement )

Merci de votre aide , et certainement à bientôt .

---

11.

Objet:Effet de serre

Date: Sat, 09 Sep 2000 19:30:21 +0200

De: Jacques Janin <Jacques.Janin@ac-lyon.fr>

A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

J'ai testé l'utilisation de détecteurs d'alarmes suggérée par Jean Louis DUFRESNE dans la page "Commentaires des laboratoires de recherche". Premier point : les IR émis par un four de cuisine ne déclenchent pas, non plus qu'une personne parfaitement immobile : il est nécessaire qu'il y ait un mouvement. Les IR émis par le four n'ont, de plus, peut être pas la longueur d'onde adéquate ?

Si on passe la main devant le détecteur un voyant rouge clignote. Si le détecteur est enfermé dans un sac congélation aussi. S'il est recouvert d'un plat en pyrex (beaucoup d'ustensiles de cuisine, on va bientôt changer de matière enseignée) le détecteur ne répond plus.

Le verre se comporte comme l'atmosphère terrestre, il absorbe les IR émis par la main (= le sol). L'analogie est-elle scientifiquement correcte ? C'est ce qu'il reste à savoir avant d'envisager de construire un protocole de TP.

Cordialement.

---

12.

Objet:UV

Date: Fri, 10 Nov 2000 13:28:10 +0400

De: "daniel-peschard" <daniel-peschard@wanadoo.fr>  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

1) Les rayons ultraviolets sont-ils, comme les rayons infrarouges, des rayons "thermiques" ? Si non, comment expliquer les brûlures provoquées par le Soleil ("coups de Soleil") et le fait qu'on utilise des crèmes solaires filtrant les UV ?

2) Dans la stratosphère, s'il n'y a pas de mouvements verticaux (puisque l'air "froid" et dense y est situé en bas et l'air "chaud" et moins dense en haut) comment expliquer que certains gaz, les CFC par exemple, fabriqués par l'Homme et donc en provenance de la surface de la Terre, puissent arriver dans la stratosphère pour y détruire les molécules d'ozone de cette couche?  
Merci. Daniel.

---

13.

Objet:rechauffement climatique et ... glaciation.  
Date: Sun, 26 Nov 2000 01:37:59 +0100  
De: "alain jacquet" <alainjacquet48@hotmail.com>  
A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Objet : climats et réchauffement climatique.

J'ai entendu dire qu'un modèle climatologique prédit une conséquence inattendue du réchauffement climatique :

Fonte des glaces polaires et bouleversement des courants océaniques et refroidissement du Gulf Stream vers les côtes européennes d'où refroidissement très sensible (période glaciaire !?) sur la façade atlantique du continent européen... c'est à dire chez nos élèves, en France !

Question 1 : est-ce que ce modèle est crédible ?

Question 2 : Qui sont les auteurs de ces études ?

Question 3 : Peut-on accéder aux publications et illustrations à ce sujet ?

Cet exemple pourrait faire un bel exercice pour nos élèves de seconde. Je pense que cela peut être très formateur pour nos élèves de découvrir que le réchauffement climatique induit... une glaciation.

Par avance, merci pour vos réponses, Alain Jacquet  
Enseignant les SVT au Lycée Emile PEYTAVIN à Mende (Lozère)

---

14.

Objet:Effet de serre. Question.  
Date: Mon, 27 Nov 2000 10:57:32 EST  
De: Jpcipria@aol.com  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Monsieur le Professeur,

Puis-je me permettre de vous poser une question ? J'ai lu vos réponses sur le site suivant :  
<http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/Forum/Planetologie/temperaturesurface.html#noir>

Provenant du site : <http://www.ens-lyon.fr/Planet-Terre/Infosciences/Atmosphere/Effetserre/effetserre.html#gaz>

Il est indiqué que suivant la composition des molécules, le pouvoir absorbant est différent.

Question : En quoi la déforestation influe sur le pouvoir absorbant ? Je ne vois pas la relation de cause à effet entre la molécule CO<sub>2</sub> et la déforestation (A part si on brûle les arbres ?).

[...] Sincères salutations

Jean-Paul CIPRIA, Ingénieur Télécom GSM/GPRS

---

15.

Subject: demande d'info  
Date: Sun, 28 Jan 2001 17:02:07 +0100  
From: Walter GUYOT  
To: [benoit.urgelli@ens-lyon.fr](mailto:benoit.urgelli@ens-lyon.fr)

Bonjour,

je vous contacte dans le but de récupérer des courbes indiquant les variations des paramètres astronomiques impliqués dans les cycles glaciaires du quaternaire. Avez-vous des courbes de bonnes qualités ? sous forme numérique SVP. (précessions et nutations, excentricité....).  
Avez-vous des courbes sur les variations séculaires de la durée du jour ?

Avec tous mes remerciements pour l'information, bien cordialement  
Walter Guyot, Planétarium de vaulx-en-Velin

---

16.

Objet:j'aurai juste une petite question  
Date: Tue, 27 Mar 2001 19:16:13 +0100  
De: "jeanne.pele@voila.fr" <jeanne.pele@voila.fr>  
A: Benoit.Urgelli@ens-lyon.fr

En fait je voudrais savoir si la nature des sols (par ex argileux) d'un volcan peut influencer sur sa lave ?, et pourrait avoir des conséquences particulières sur le climat de la région de ce volcan ?  
Merci beaucoup

---

17.

Date: Sat, 07 Apr 2001 09:16:10  
Subject : Méthane Titan  
From: Martine Bobin  
To: [Prof.ducaillou@ens-lyon.fr](mailto:Prof.ducaillou@ens-lyon.fr)

Les derniers renseignements sur Titan ont été obtenus en IR et montrent l'existence d'une couche atmosphérique de méthane. Je croyais justement que le méthane absorbait ce rayonnement qui, par ailleurs, ne franchit pas l'atmosphère terrestre. Où est l'erreur d'interprétation ?

---

18.

Objet:mot de passe oublié  
Date: Wed, 11 Apr 2001 00:34:07 +0200

De: theophile.henneteau <theophile.henneteau@wanadoo.fr>  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

J'enseigne les SVT au lycée Lebrun de Coutances (50). [...] autre question : j'ai essayé de modéliser l'effet de serre avec lampe IR et un ballon avec CO<sub>2</sub> + bouchon avec thermomètre à mercure, je ne relève pas vraiment de différence notable avec atmosphère témoin, qu'en pensez-vous ? (chez décathlon on peut acheter du CO<sub>2</sub> en petites bouteilles servant à gonfler les pneus, c'est celui-ci dont je me suis servi) Ajouter un peu d'eau liquide dans le ballon ne m'a pas permis d'avoir un meilleur résultat.  
De l'aide me serait utile. Merci...

---

19.  
Objet:atmosphère de Vénus et conséquences énergétiques  
Date: Sat, 21 Apr 2001 19:46:41 +0200  
De: "Dominique Courtault" <Dom.Courtault@wanadoo.fr>  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Bonjour,  
La forte densité et l'opacité de l'atmosphère de Vénus me posent certaines questions :  
- La réflexion par cette atmosphère est-elle très forte ? son albédo devrait alors être bien plus fort que sur Terre (où 20% du rayonnement solaire sont réfléchis par les nuages), contrairement aux chiffres que j'ai pu lire ?  
- La T°C d'équilibre de Vénus (+140°C) selon sa distance et son albédo n'est-elle pas surévaluée ?  
- Les radiations visibles traversent-elles l'atmosphère vénusienne, vue son opacité ?  
- connaît-on le pourcentage d'énergie solaire réellement absorbé (et par rapport à la Terre), et donc l'énergie infrarouge irradiée par le sol vénusien et donc soumise à l'effet de serre ? Celui-ci serait-il alors surévalué? Ou l'intensité des UV non filtrés par l'ozone absente suffit-elle ?  
Merci de vos réponses  
Dominique COURTAULT, Professeur Lycée Rollinat Argenton/Creuse

---

20.  
Objet : demande de documentation  
Date : 05 May 2001 19:45  
De : charletme@net-up.com  
A : Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Je suis institutrice en cm1. Afin d'étudier les différents climats dans le monde, j'aurais aimé étudier avec ma classe des graphiques rendant compte de la pluviométrie, de la température et les mettre en rapport avec les photos de différents pays. Malheureusement je n'arrive pas à trouver ces graphiques. Je recherche des tableaux :  
- donnant le nombre de cm d'eau tombée chaque mois dans un pays en climat tempéré, dans un pays en climat tropical, dans un pays en climat équatorial et dans un pays au climat froid.  
- donnant les températures moyennes des différentes zones climatiques (durant une année civile)  
J'espère que vous pourrez m'aider !

---

21.  
Date:Sat, 5 May 2001 20:39:44 +0200  
De: "schwerdtfeger.henri" <schwerdtfeger.henri@wanadoo.fr>  
A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Est ce vrai que si les glaces polaires fondent le niveau des mers monterait de 80 m ?! Est ce vrai que les glaces polaires ne feront pas augmenté le niveau des mers ?! Merci de répondre , Nathalie

---

22.  
Date:Mon, 14 May 2001 11:55:09 +0200  
De: Catherine Allais <catherine.allais@editions-belin.fr>  
A: ""URGELLI Benoit"" <benoit.urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour,  
Vous est-il possible de répondre à cette demande d'une enseignante à propos du manuel de SVT 2de ? D'avance merci. Catherine  
J'ai remarqué sur mon livre de SVT quelque chose d'étrange, mais je n'ai pas trouvé d'autres informations permettant d'affirmer ou d'infirmer ces informations... Alors je vous demande vérification...  
Voilà le problème: Sur mon livre de 2nde édition 2000, je constate qu'il est écrit à la page 38 que Vénus a une température effective de -29°C et la Terre de -17°C... Or Vénus est plus près du soleil que la Terre, et il est spécifié dans la légende que les températures effectives sont calculées en fonction de la distance Planète-Soleil... Vénus ne devrait elle pas avoir une plus haute température effective? Si vous ne pouvez me renseigner, pourriez vous me communiquer une adresse où soumettre ma remarque ?  
Par avance merci. marianne.dedaj@wanadoo.fr

---

23.  
Objet:Question ?  
Date: Fri, 25 May 2001 15:39:25 GMT+02:00  
De: Ugo <Kerian@dromadaire.com>  
A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Bonjour Professeur,  
Je me penche depuis quelques temps sur le problème de l'effet de serre parce que je suis las d'entendre tout et n'importe quoi (surtout n'importe quoi) sur le sujet. Je tiens donc à vous féliciter pour vos explications qui sont les meilleures que j'ai trouvées pour le moment. Cependant, il reste un point obscur dans la valeur numérique de l'énergie de l'équation bilan: quelle est la proportion de l'énergie solaire absorbée qui se trouve consommée par la biosphère? et quelle est la part de l'activité volcanique en dehors des émissions directes de gaz ou de particules. Notre planète est encore plus chaude que son état stable, d'où l'activité volcanique, mais si elle n'en avait plus, quelle serait la part d'énergie perdue pour l'effet de serre naturel ?  
d'avance merci

---

24.  
Objet:demande\_de\_compte  
Date: Mon, 8 Oct 2001 13:52:14 EDT

De: Ilyanae@aol.com  
A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

En quoi la température est elle un facteur déterminant pour l'existence de la vie sur la planète ?

---

25.

Subject:

Date: Fri, 09 Nov 2001 21:21:08 +0100

From: "Bernard.Rullier"

To: [a.lafleur@snv.jussieu.fr](mailto:a.lafleur@snv.jussieu.fr)

Je suis à la recherche d'informations concernant l'importance du vent solaire dans l'effet de serre. Le champ magnétique solaire freinerait l'entrée dans le système solaire de radiations provenant des supernova. Ces radiations auraient une grande importance dans la formation des nuages de basse altitude, d'où leur rôle sur l'effet de serre. J'ai un nom d'un scientifique danois : Calder. Merci déjà pour votre attention. Bernard Rullier

---

26.

Objet:Thème :

Date: Sat, 17 Nov 2001 22:54:03 +0100

De: Ophélie Louis <[ophelie.louis@libertysurf.fr](mailto:ophelie.louis@libertysurf.fr)>

A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Quels sont les conséquences possible de l'accroissement de l'effet de serre ?

---

27.

Objet:[[prof.ducaillou](mailto:prof.ducaillou)] Soustraction de CO2 atmosphérique liée à l'altération des roches .

Date: Wed, 9 Jan 2002 17:52:57 +0100

De: "COLSON.DENIS" <[COLSON.DENIS@wanadoo.fr](mailto:COLSON.DENIS@wanadoo.fr)>

A: <[Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr](mailto:Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr)>

Bonjour,

Dans le dossier Hors série de Pour la Science sur les "humeurs de l'océan" p 52, l'altération des roches apparaît comme consommatrice de CO2 atmosphérique .

Dans la réaction qui est présentée, les nombres de C dans les membres de gauche ( 8 CO2 ) et de droite ( 6 HCO3- )diffèrent, faut-il comprendre que dans la réaction

( 1 )

$H_2O + CO_2 \rightarrow HCO_3^- + H^+$  est favorisée dans le sens (1) dans 6/8 des cas et que finalement 2/8 des CO2 retournent à l'atmosphère ?

<---

(2)

Faut-il comprendre au contraire que 8 C inorganiques sont soustraits à l'atmosphère pour seulement 6 restitués à l'hydrosphère, que sont alors devenus les deux C manquants dans cette réaction ?

Je vous rappelle cette réaction d'altération telle qu'elle est présentée dans cet article au cas où vous n'auriez pas l'article en question .

Anorthite

2 Orthoses + 9 H2O + 8 CO2 --> Ca2+ + 2 K+ + 2 Na+ + 6 HCO3- + 8 SiO2 + 3 Al2Si2O3(OH)4

Albite eau de pluie eau douce Kaolinite

Les formules données pour L'anorthite, l'orthose et l'albite sont respectivement CaAl2Si2O8 - K Al Si3O8 et NaAlSi3O8

En ce qui concerne la deuxième réaction présentée ( réaction d'équilibre dans l'océan )

$3 \text{ Kaolinite} + 2 \text{ K}^+ + 6 \text{ HCO}_3^- \rightarrow 2 \text{ Illite} + 5 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ CO}_2$

S'agit-il là encore d'une réaction d'altération ? Que doit-on penser du bilan pour le C ? Quel est le devenir du CO2 dégagé ( en eau profonde ), est-il piégé dans des sédiments ou retransformés en HCO3- ( favorisé par la basse T°C des grands fonds ), que deviennent les 4 autres C inorganiques non évoqués ?

Comment exploiteriez-vous un tel document avec des élèves de seconde dans le cadre du cycle biogéochimique du carbone : une mise en évidence du couplage des enveloppes externes de la Terre ?

Par avance, merci de vos lumières !! Denis Colson, Prof. Pasducaillou .

---

28.

Objet:L'eau atmosphérique

Date: Sat, 12 Jan 2002 17:44:42 +0100

De: "Christian K." <[ckalbach@noos.fr](mailto:ckalbach@noos.fr)>

A: <[Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr](mailto:Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr)>

Dans la composition de l'atmosphère terrestre actuelle, quelle est la proportion de vapeur d'eau ? En général on parle de traces, mais la météorologie nous fournit des mesures d'hygrométrie atmosphérique exprimées en pourcentages très élevés (jusqu'à 100%).

D'autre part, la variation d'hygrométrie devrait modifier la pression atmosphérique globale et/ou la pression partielle des autres constituants.

Or, je suppose que les 21% d'O2 atmosphérique sont valables aussi bien dans un air sec que dans un air humide.

Pouvez-vous m'éclairer sur ce point ? C. Kalbach

---

29.

Objet:[[prof.ducaillou](mailto:prof.ducaillou)] NOUVEAUX PROGRAMMES TS

Date: Thu, 31 Jan 2002 22:06:39 +0100

De: "frederic.blanc6" <[frederic.blanc6@wanadoo.fr](mailto:frederic.blanc6@wanadoo.fr)>

A: <[Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr](mailto:Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr)>

Bonjour,

Enseignant de SVT , je prépare les nouveaux programmes de TS , un point me pose problème dans la partie sur les climats passés et présents.

Le programme évoque le refroidissement climatique terrestre depuis 20 millions d'années. P. Thomas le présente aussi dans ses conférences

insistant sur le rôle des orogénèses dans la diminution du CO<sub>2</sub> atmosphérique et donc de l'effet de serre. Or d'autres ouvrages (ex l'ouvrage STU de Brahic, ...) évoquent deux refroidissements

- Un à -34 millions d'années responsable d'une importante crise biologique, provoqué par le début du positionnement du continent Antarctique au pôle,

- Un à -15 millions d'années, provoqué par l'ouverture définitive du passage de Drake et une modification des courants marins. Mais chez eux quid ? du refroidissement à - 20 millions d'années ?

---

30.

Objet:[prof.ducaillou] Thème:

Date: Mon, 4 Feb 2002 22:46:45 +0100

De: "fdgeorges" <fdgeorges@wanadoo.fr>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Pourriez-vous m'indiquer comment me procurer une courbe ou des courbes de l'évolution supposée ou mesurée du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique depuis la formation de la Terre et en l'occurrence pendant le paléozoïque, le mésozoïque et le cénozoïque?

Merci à l'avance de votre réponse.

---

31.

Objet:[prof.ducaillou] Thème: temperature de l'atmosphère

Date: Wed, 20 Feb 2002 22:51:17 +0100

De: "Christine Moreels" <christine.moreels@vnumail.com>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Je cherche un tableau de valeurs des températures atmosphériques en fonction de l'altitude de 0 à 140 km. Savez-vous où je peux trouver ces données ? merci, Christine Dupas, Lille

---

32.

Subject: énergie solaire à la surface de la Terre

From: joseph rizzo <joseph.rizzo@club-internet.fr>

To: Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr

Date: Thu, 21 Mar 2002 08:50:51 +0100

Existe-t-il une formule mathématique qui permette de calculer l'énergie reçue à la surface de notre planète, formule qui prend en compte l'angle d'incidence des rayons solaires, épaisseur de l'atmosphère, date etc... Le but est de réaliser une simulation sur tableur pour permettre aux élèves de valider ou pas une hypothèse de travail (formule aussi complète que possible avec un nombre élevé de paramètres) ?

---

33.

Objet:[prof.ducaillou] questions diverses

Date: Sat, 23 Mar 2002 21:30:30 +0100

De: "Alexis" <ALEXIS.PIETTRE@wanadoo.fr>

A: "Ducaillou" <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

La corrélation entre paramètres astronomiques et température terrestre

A Paris, Gérard Vidal nous a montré un document qui ne figure pas dans les annexes au programme et qui montrait, si je me souviens bien, la corrélation entre la courbe d'insolation calculée à partir des paramètres astronomiques et la courbe de température déduite des études isotopiques. En essayant de me mettre à la place de l'élève, j'ai eu l'impression que cette corrélation ne sautait pas aux yeux, et d'autres personnes m'ont d'ailleurs dit la même chose. Gérard Vidal m'a fait en privé une réponse qui s'appuyait sur les notions mathématiques de traitement du signal. J'aimerais bien revoir ce document et avoir une trace écrite un peu plus étoffée de la réponse.

---

34.

Objet:[prof.ducaillou] Effet de Serre ?

Date: Sat, 6 Apr 2002 15:49:14 +0200

De: "Colignon Alain" <alain.colignon@skynet.be>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Monsieur,

J'entends bien votre argumentation brillante sur l'effet de serre. Nul ne conteste cet effet et tout le monde sait qu'une nuit sans nuage amène un abaissement thermique nocturne plus important. Toutes autres choses étant égales, les matins brumeux sont plus chauds que les matins ensoleillés. Cette argumentation ne concerne toutefois nullement les questions que l'on peut se poser sur l'effet de l'accroissement de la production de CO<sub>2</sub>.

En tant que médecin, j'ai étudié les tampons CO<sub>2</sub>-bicarbonates et il ne m'est pas bien difficile de me rendre compte qu'une élévation de la concentration en CO<sub>2</sub> va produire une grande quantité de bicarbonate (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) lorsqu'il va se dissoudre dans les masses océaniques et va par ailleurs conduire à une augmentation considérable de la photosynthèse dont vous savez qu'elle dépend de l'effet de masse carbonique. Les océans devraient donc s'acidifier, les algues vertes devraient se multiplier en quantité importante. et les forêts devraient devenir obèses... c'est d'ailleurs je crois le cas, mais dans quelle proportion ?

Tous ces mécanismes constitueront des effets tampons majeurs susceptibles de stabiliser l'accroissement de la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Mes questions sont donc:

- quelle méthode de mesure permet aujourd'hui d'être formel sur l'accroissement global de la masse d'anhydride carbonique dans l'atmosphère?

- A-t-on mesuré l'acidité océanique?

- A-t-on une idée précise de la courbe thermique géologique et de ses fluctuations ?

Si je me souviens bien, la dernière glaciation ne remonte qu'à une vingtaine de milliers d'années. Elle a vu la calotte polaire descendre jusqu'au 53ème parallèle. Cela fait entre les magdaléniens et Louis XIV un sérieux problème climatique sans qu'en aucun cas l'activité industrielle humaine ne puisse être mise en cause ! De plus la température s'élève depuis le XVIIème siècle, bien avant l'ère industrielle.

La crainte du réchauffement planétaire ne rejoint-elle pas les phobies ancestrales de l'homme, la peur des éclairs, la peur de l'an mil, la conviction d'Arago qu'un corps humain ne pouvait être lancé à la vitesse de 80 km/h dans un train sans voir exploser ses poumons?

Je vous remercie des réponses que vous aurez la gentillesse de m'adresser et vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de mes meilleurs sentiments. Alain Colignon

35.

Objet:[prof.ducaillou] Idée sacrément jolie vue dans un reportage à la télé.

Date: Wed, 17 Jul 2002 18:45:24 +0200

De: Le Jan Eric <Eric.LeJan@wanadoo.fr>

A: Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Notre problème: le CO2 absorbe les infra rouges.

En fait il suffit de démontrer cette propriété pour passer aisément à l'effet sur la température de l'atmosphère.

Et bien prenez une caméra infra rouge, placez devant un conteneur plein d'air dans lequel on peut faire entrer du CO2. Placez au deux bouts une surface transparente et installez vous à l'opposé de la caméra.

Filmez votre jolie figure, l'effet est garanti !

Introduisez le CO2, miracle votre image disparaît !!!!!!!!!!!!! Les infra rouges ont été absorbés par le gaz. En plus, plus il y en a, moins on voit l'image.

Rassemblez les images sur une vidéo, un coup de .AVI et vous avez une solution plutôt marante à un problème qui me préoccupe de puis belle lurette. Emission diffusée sur Odyssée : Alerte au climat, demain l'enfer

Mais avez-vous des caméra infrarouge ou des bombones de CO2 à l'ENS ?

Cordialement Eric Le Jan

36.

Objet:[prof.ducaillou] Thème: Spécialité TS Theme 1 - climats des 700 000 dernières années

Date: Mon, 29 Jul 2002 09:26:52 +0200

De: "laurent dubois" <laurent.dubois.svt@wanadoo.fr>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Bonjour,

Prof de SVT TS (Le Puy - Haute-Loire), je travaille actuellement sur le thème 1 de spé. en particulier sur les variations isotopiques.

Un petit problème concernant l'évolution du "delta"Deutérium par rapport à celui du "delta" 18Oxygène (glaces Vostok) : même variation et indications globales... mais pourquoi valeur pour D est 10 fois plus importante ? et quel est le rapport entre les valeurs absolues obtenues ?

Exemple : un "delta"Deutérium de -420 est-il équivalent à un "delta" 18Oxygène de -42 ?

En effet difficile de comparer ces données pour retrouver la T° approximative (Graphe "delta" 18Oxygène - "delta"Deutérium pour GRIP, GISP, Vostok sur -100 000 ans... La T° à Vostok, bien qu'évoluant de la même façon qu'au Groenland, était-elle globalement plus basse ?

Merci beaucoup ; cordialement, Laurent DUBOIS

37.

Objet:[prof.ducaillou] paléoclimat Ts

Date: Thu, 29 Aug 2002 09:03:20 +0200

De: "Rouquette jean-louis" <jean-louis.rouquette@ac-montpellier.fr>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Bonjour , à propos du thème Ts spéc " du passé géologique à l'évolution

future de la planète :

- pour quelle raison les changements climatiques des 700000 dernières années ?( cela correspond-il à un phénomène particulier , à l'âge limite de certains enregistrements ? )

- pourquoi séparer les changements climatiques des 700 000 dernières années de ceux aux plus grandes échelles de temps ?( là encore phénomènes , causes différents ? )

-enfin la problématique traitée étant de connaître les climats futurs à partir des climats passés peut-on s'appuyer raisonnablement sur les variations climatiques du carbonifère ou du crétacé alors que les

paléoclimatologues travaillant sur le quaternaire bien documenté pourtant me paraissent " très prudents" dans leurs extrapolations ?

J'ai déjà beaucoup utilisé pour préparer mon cours les différentes infos de votre site très riche sur ce sujet . Merci d'avance pour vos réponses éventuelles.

38.

Objet:dater les glaces

Date: Mon, 9 Sep 2002 09:10:25 +0200

De: "Blachier-LeGuen" <Blachier-LeGuen@wanadoo.fr>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Cher professeur Ducaillou,

Je n'arrive pas à trouver de réponse à la question suivante : quelles sont les techniques utilisées pour dater (et avec quelle incertitude) les glaces prélevées à grande profondeur lors des forages à Vostok par exemple ?

Merci pour votre réponse, Pascale Le Guen

39.

Objet:info sur climat

Date: Mon, 23 Sep 2002 16:37:58 +0200

De: "svt.l-co-royan" <svt.l-co-royan@ac-poitiers.fr>

A: <benoit.urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour, je viens de rechercher Didier Paillard sur le Web, et je suis tombé sur une réponse fournie par lui au professeur Ducaillou.

Je cherche à le joindre rapport à un article qu'il a signé dans Pour la Science de février 2002 concernant la bascule climatique.

Il précise en effet à la fin du 5° paragraphe que " A l'inverse, le climat bascule vers le mode "dégelation" dès que le volume des glaces stockées sur les continents dépasse une valeur maximale". Je ne comprends pas comment un gros volume de glace pourrait entraîner une déglaciation ?

Merci de faire suivre le message.

JM PELATA, Professeur SVT , Lycée Cordouan

40.

Objet:[prof.ducaillou] Thème:

Date: Wed, 9 Oct 2002 16:10:02 +0200

De: Marion Ménétrier <marion.mene@wanadoo.fr>

A: <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Parmi les activités humaines quelle est la principale cause d'élévation du CO2 ?

41.

---

**Objet:**[prof.ducaillou] observer et comparer  
**Date:** Sun, 20 Oct 2002 13:55:58 +0200  
**De:** "Daunas olivier" <olivierdaunas@wanadoo.fr>  
**A:** <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Savez-vous si l'on peut se procurer des archives de graphique de températures pouvant être comparées pour montrer l'élévation de la température sur plusieurs décennies ?  
Merci

42.

---

**Objet:**[prof.ducaillou] Thème scientifique ? : alternances calcaire/marnes  
**Date:** Mon, 21 Oct 2002 18:40:10 +0200  
**De:** "Jocelyne FRANJOU" <jfranjou@club-internet.fr>  
**A:** <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Mr Ducailloux,

Quelles explications données pour les alternances calcaires /marnes observés sur des affleurements de certains terrains mésozoïques . Une séquence correspondrait à une période de ~ 20 000 ans et l'on peut parfois repérer grâce à l'épaisseur des bancs ,les séquences de 100000ans, donc les variations des paramètres de Milankovitch.

Mais comment les variations de la température globale peuvent-elle expliquer ces alternances?.

Les variations de températures jouent -elles sur le niveau marin,(si oui de combien varie le niveau marin global pour ces périodes de 20 000ans?) Influencent-elles uniquement les êtres vivants (abondances du plancton ..etc..?)

Les explications à ces alternances sont-elles les mêmes selon que l'on est:

-près du rivage ?

-loin du rivage ?

-près d'une plateforme carbonatée ? etc.....

Merci de votre aide, Jocelyne Franjou

PS : Peut-être certaines photos commentées d'affleurements pourraient nous aider à bien comprendre ?

43.

---

**Objet:**[prof.ducaillou] L'effet de serre au niveau des molécules.  
**Date:** Thu, 14 Nov 2002 09:27:11 +0100  
**De:** Sban Sban <sban@lavache.com>  
**A:** Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr

Comment fait un photon pour exciter une molécule de CO2 ou de CH4 ou de tout autre gaz à effet de serre ?

44.

---

**Objet:**Question pour Ducailloux  
**Date:** Thu, 28 Nov 2002 14:03:54 +0100  
**De:** Pierre Thomas <Pierre.Thomas@ens-lyon.fr>  
**A:** Benoit.Urgelli@ens-lyon.fr

Est-on dans une période de hausse ou de baisse du CO2 atmosphérique et de la température ? Tout le monde parle d'une hausse, mais les courbes (ex Nathan term spec p 130) montrent une baisse. Qu'en est-il exactement ?

45.

---

**Objet:**[prof.ducaillou] dilatation et montée des océans  
**Date:** Tue, 17 Dec 2002 16:27:23 +0100  
**De:** "Nicolas Nansot" <n.nansot@semaly.com>  
**A:** <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Bonjour,

J'ai bien noté qu'une fonte totale des glaciers continentaux entraînerait une montée du niveau de la mer de près de 80 m, mais quand est-il de la dilatation des couches superficielles des océans, et dans quelles proportions augmenterait-elle la montée totale ? Y a-t-il d'autres facteurs aggravants qui ne sont pas forcément aussi visible que la fonte des glaces dans cette augmentation générale du niveau de la mer ?

Merci.Nicolas Nansot – Paris

46.

---

**Objet:**[prof.ducaillou] Objet ? :température et excès de deutérium  
**Date:** Wed, 29 Jan 2003 17:53:34 +0100  
**De:** montaz.rosset@numericable.fr  
**A:** <Prof.Ducaillou@listes.ens-lyon.fr>

Bonjour,

En étudiant la glaciologie, j'ai appris que les mesures de la composition isotopique de la glace des calottes polaires (delta D et delta 18O) reflètent la température des nuages au dessus de la calotte au moment de la précipitation dont sont issues les molécules d'eau étudiées. Cependant, à partir de ces mêmes mesures, les glaciologues établissent un thermomètre isotopique qui rend compte de la relation température / composition isotopique de la glace. Je ne comprend pas quelle est la relation entre température des nuages et température de l'atmosphère : est-ce la même chose?

De plus, à partir des valeurs du delta 18O et du delta deutérium d'un site donné, on établit une nouvelle grandeur : l'excès en deutérium. J'ai lu que celle-ci était à mettre en relation avec la température de l'eau de mer sur le lieu même où eu lieu l'évaporation qui donna naissance au nuage qui transporta ces molécules d'eau jusqu'au pôle. Pourquoi ?

Merci pour votre aide, Cordialement, Marie-Laure Volmat

47.

Objet:[prof.ducaillou] question sur les liens entre le cycle solaire et les rayons cosmiques

Date: Sun, 2 Mar 2003 11:35:08 +0100

De: "fondevilla" <williams.fondevilla@wanadoo.fr>

A: <Prof.Ducaillou@ens-lyon.fr>

Bonjour,

Votre site est parmi les plus intéressant et les plus riches sur ce qui concerne notre terre.

Dans un livre j'ai trouve 2 informations sur les liens du climat et du soleil, mais qui contredisent celles que j'avais lu jusqu'a maintenant.

- j'ai lu que lors du maximum de l'activité de Soleil que le ciel est plus nuageux comme la troposphère reçoit plus d'UV qui augmentent la concentration des noyaux de condensation nébulogène.

- Puis dans ce même livre il y a aussi : Un cycle de 22 ans influence la force du champ magnétique existant entre les planètes, et commande l'interaction vent solaire / magnétosphère. Ce mécanisme se combine avec le champ magnétique terrestre ce qui change la quantité de rayons cosmiques de tel sorte que la terre reçoit plus de rayons cosmiques lors du maximum de l'activité de Soleil.

Pourtant dans tout les sites et livres qui parlent du lien entre les rayons cosmiques et le climat ils disent que lors du maxi ont reçoit moins de rayons cosmiques a cause du vent solaire plus important donc moins de nuages se formes.

Pour les liens de l'UV et la nébulosité je pense que c'est le 1ere fois que j'en entends parler.

Pouvez vous me dire lesquelles sont bonnes comme certaine se contredise (l'une dis qu'on recoit plus de rayon cosmique au maxi du cycle solaire l'autre au mini) ?

Et quand on parle de nuages est ce des nuages hauts ou des nuages bas comme ce qui sont bas augmentent l'effet de serre (donc petit réchauffement) et les autres diminuent l'insolation (donc petit refroidissement) ?

Merci d'avance, Williams

---

48.

Expéditeur : ([fabian.gallusser@polytechnique.fr](mailto:fabian.gallusser@polytechnique.fr))

Sujet : Recyclage du CO2 dans l'effet de serre

Date : Mercredi 9 Avril 2003 a 16:22:33

Que devient le CO2 accumulé dans l'atmosphère ? Quelle fraction est "recyclé" par les océans ?

---

## 1.6 Lettre ouverte sur les nouveaux programmes de SVT de Seconde

Reçue par mail le 27 Mars 2000, sur le site officiel du GTD Sciences de la Terre (site Planet-Terre, Ecole normale supérieure de Lyon)

Suite aux diverses informations qui nous sont parvenues au sujet des nouveaux programmes applicables à la rentrée de septembre 2000, après lecture des compléments et audition des rapporteurs, les professeurs, sous-signés, de Sciences de la Vie et de la Terre émettent les réserves, réflexions et critiques suivantes, afin d'en porter connaissance aux autres collègues, APBG, Inspection, GTD...

Le premier point à signaler est une diminution notable de la démarche expérimentale au profit d'un saupoudrage tous azimuts. Le programme se résume en une succession de flashes sur trop de différents domaines des SVT, sans assurer de bases suffisamment solides pour une maîtrise de notions essentielles, le tout accompagné de nombreuses " boîtes noires " intraitables ou réservées à des années ultérieures.

Doit-on aborder avec les élèves uniquement des mots à la mode, comme le fait avec plus ou moins de brio la télévision (mais avec d'autres moyens que ceux de l'Education Nationale) ? Doit-on leur fournir une culture générale superficielle "touche à tout" ? (des systèmes comme Internet sont déjà en place pour cela !)

Doit-on arrêter d'aider les élèves à développer leurs capacités de réflexion et de raisonnement ainsi que leur esprit critique, nécessaires pour devenir des citoyens conscients ?

Nous doutons vraiment du fait qu'une culture scientifique acquise par flashes permette à tout élève de pouvoir lire un article quelconque.

Tout ce qui nous est présenté actuellement nous montre une inadéquation notable entre le choix pédagogique affiché du GTD - " un enseignement expérimental basé sur des activités pratiques " - et le contenu du programme proposé qui en fait ne nous permet, quoiqu'en disent ceux qui le soutiennent, que peu d'activités expérimentales. Ceci est surtout flagrant avec les thèmes 1 et 3.

Les activités pratiques proposées reposent plus sur de simples observations, parfois manipulatoires certes, parfois quantifiées, mais le plus souvent basé sur l'utilisation de supports papier, vidéo ou documentaire. Cela peut certainement plaire à quelques élèves. Mais où est le concret, la " main à la pâte ", qui bien souvent fait l'apanage de notre enseignement.

Où sont les expériences, le contact avec le réel de la Vie, de la Terre qui font notre spécificité ?

Nous en arrivons à nous demander laquelle est la plus rétrograde : notre manière de concevoir notre enseignement ou celle du G.T.D. ?

Ce fait va d'ailleurs plus loin : que penser de la motivation des élèves devant certaines activités proposées ? Ne citons que l'exemple du cœur d'escargot, qui est si caricatural, ou celui de l'embryon de poulet, pour expliquer l'automatisme cardiaque (pourquoi pas celui de l'huître ou de l'ascidie ?)

D'autres nous paraissent totalement irresponsables (mutations de levures) ou irréalisables (utilisation de rayons UV).

Que dire aussi du démontage et de " l'expérimentation " sur l'ADN et sur le génome alors que nos élèves de seconde n'ont pas les bases atomiques ou moléculaires.

Nous rappelons que notre public est un public d'élèves et non d'étudiants ou de chercheurs, que nous sommes dans des établissements scolaires et que nous n'avons ni la vocation ni les moyens de fonctionner comme des laboratoires de recherche.

La dernière critique que nous pourrions faire est celle de ne pas connaître les objectifs des futures classes de première et de terminale : appliquer un programme sans connaître la suite qui lui sera donnée nous semble pédagogiquement illusoire. Pour de nombreux élèves, la biologie ne s'arrête pas à la fin de la seconde, à moins que notre disparition ne soit programmée en coulisse, et nous ressentons donc une certaine amertume dans le fait qu'il nous soit demandé d'appliquer ainsi de nouveaux programmes.

Pédagogiquement vôtres.  
Des enseignants de SVT

\* Lycée Malherbe 14 CAEN : L. ALLANO- M. DUPIN- A. FILLIOL- F. GIGOT -- J. KYNDINIS- A. LILLE- H. POULIQUEN -- S. QUEUDEVILLE- S. ROSBACH- D. SAKO- B. LEVILLY- C. VARLET-COEFFIER- R. DUVAL

\* Lycée S. Allende 14 HEROUVILLE Saint Clair : G. DUTHOY- C. GABIN

\* Lycée Dumont d'Urville 14 CAEN : J.M. BLANCHEMAIN

\* IUFM de CAEN : P. SAVATON

\* Lycée FRESNEL 14 CAEN : D. DUVEAU- C. Nourrisson

\* Lycée J.hachette Beauvais Amiens : A. LANGLET

\* Rouen 76 : E. LEJAN

\* Lycée Victor Hugo : J.M. FOUETILLOU

\* Lycée Notre Dame Douvres la déliivrande : F. LEPELLEY

\* Lycée A. Maurois Deauville : Geneviève Bouvier

\* Lycée MEZERAY Argentan : C. LE DUC- J. RENAULT - A. GAUMONT

\* LAKANA VERSAILLES : BREUIL Michel

\* Les ULIS – 91 : BETHMONT Francine

## 1.7 Texte de l'enquête menée auprès de 4 enseignants de SVT seconde, février-mars 2004

*Ce questionnaire a pour objet d'étudier la mise en oeuvre du programme de seconde de la réforme 2000 et plus particulièrement la partie concernant l'effet de serre. Votre avis est précieux puisqu'il va permettre d'analyser l'enseignement d'un concept scientifique socialement très présent.*

*Ce questionnaire est strictement confidentiel et anonyme. Cette enquête ne doit servir qu'à des fins de recherche, dans le cadre d'un mémoire de DEA pour l'Université Lyon 2. Pour les besoins de cette recherche, nous vous demandons l'autorisation d'enregistrer notre entretien.*

*Une copie du mémoire vous sera transmis dès le mois de septembre 2004.*

*Merci d'avance pour votre collaboration.*

\* Dans quelle tranche d'âge vous situez-vous ?

20-30 ans

30-40 ans

40-50 ans

50-60 ans

\* Quel est votre cursus universitaire et disciplinaire ?

\* Avez-vous fait de la recherche scientifique ? si oui dans quel domaine ?

\* En quelle année avez-vous passé le concours d'enseignant de SVT (professeur lycée-collège) ?

\* Quelles étaient vos motivations pour l'enseignement ?

\* En quelle année avez-vous pris en main votre première classe de lycée ?

\* Quelles classes aviez-vous en charge avant la réforme 2000 (programme 1992) ? (seconde, première S, terminale S, autres..).

\* Depuis le nouveau programme (2000) quelles classes ? combien ?

\* Quand avez-vous enseigné l'effet de serre (en seconde) pour la première fois ?

---

\* Comment avez-vous vécu l'introduction de l'effet de serre dans vos enseignements de seconde ?

\* Parlez-vous **d'effet de serre dans vos enseignements avant la réforme 2000** (programme 1992) ?

Si oui dans quelles classes ?

\* Selon vous, qu'est-ce qui a changé ?

---

1.1 \* Comment avez-vous utilisé **les textes du programme officiel et les textes d'accompagnement** pour vos enseignements sur l'effet de serre ?

1.1 \* Utilisez-vous avec les élèves **un manuel scolaire** pour enseigner l'effet de serre ?

Si oui : lequel ?

1.1 \* Quel type de **documents du manuel scolaire** utilisez-vous pour expliquer l'effet de serre ?

Pour les TP ou dans le cours ?

1.1 ou 1.4 \* Utilisez-vous en classe une ou plusieurs **représentations schématiques** de l'effet de serre ?

Si oui : laquelle ? source ?

(récupérer si possible)

1.3 \* Faites vous un **TP sur l'effet de serre** ?

Si oui, récupérer si possible

1.1 \* Utilisez-vous **une maquette pendant la séance de TP** sur l'effet de serre ?

Si oui : laquelle ? (si possible, récupérer la fiche TP professeur et élève)

1.1 \* Pouvez-vous nous décrire cette maquette brièvement ?

1.1 \* Quelles en sont les limites (scientifiques, pédagogiques...) ?

1.1 \* Avez-vous modifié ce TP depuis la rentrée 2000 ?

Si oui : comment ? pourquoi ?

1.2 \* Faites-vous **des exercices ou des évaluations sur l'effet de serre** ?

Si oui : Quel type ? ( exercices notés, devoir surveillé, exercices non notés à la maison,...)

(récupérer si possible)

1.1 \* Comment avez-vous préparé ces évaluations et exercices ?

1.3 \* Comment avez-vous mis au point **votre découpage horaire** et **votre articulation cours-TP** pour l'enseignement de l'effet de serre ? (appui sur le BO, le manuel scolaire, autres ?...)

1.3 \* Pourquoi ce choix et cette durée ?

1.3 \* Avez-vous confronté votre découpage avec celui d'autres enseignants ?

1.3 \* Ce découpage a-t-il varié au cours des années, la deuxième année, la troisième, etc...

Si oui : comment ? pourquoi ?

---

2 \* Comment réagissent **les élèves face à cet enseignement** ?

La première année où vous l'avez enseigné ? les années suivantes ?

2 \* Quelles sont d'après vous les **difficultés majeures pour les élèves** ?

2 \* La **représentation schématique** de l'effet de serre (du manuel scolaire, autres ?) pose-t-elle des problèmes à vos élèves ?

Si oui : lesquels ?

2 ou 3 \* La représentation schématique de l'effet de serre du manuel scolaire ou autres vous pose-t-elle des problèmes ?

Si oui : lesquels ?

2 \* Abordez vous avec les élèves le problème de la **température d'équilibre** de la Planète ? le **bilan radiatif de la Terre** ? le **température d'équilibre des autres planètes du système solaire** ? si oui : des difficultés ?

2.id \* Avez-vous noté des **difficultés communes en SVT et en physique**, chez les élèves pour les **notions de rayonnement, lumière, énergie, air, température**, présentes dans le programme de seconde de ces deux disciplines ?

2.id \* Les élèves vous interrogent-ils sur la cohérence transversale entre SVT et physique à propos de l'effet de serre ?

Si oui : comment ?

---

2m ou 3m \* Quel est, à votre avis, la **place des médias** dans l'apprentissage par les élèves de savoirs sur l'effet de serre ?

2m ou 3m \* Existe-t-il une **interférence avec ce que vous faites**, sachant que ce thème est extrêmement médiatisé ?

2m ou 3m \* Tenez-vous compte dans votre enseignement du fait que l'effet de serre est traité dans les médias ?

Si oui comment ? pourquoi ?

2m ou 3m \* Les élèves ont-ils déjà fait référence à **des connaissances personnelles acquises dans les médias** ?

Si oui : quelles connaissances ? quels médias ?

Comment réagissez-vous alors ?...

2m ou 3m \* Que savent-ils avant la séance sur l'effet de serre ? Comment exploitez-vous ces connaissances ?

2m ou 3m \* Font-ils la **confusion classique entre ozone et effet de serre** comme une grande majorité de la population ?

Si oui, pourquoi selon vous ? que faites-vous alors ?

---

3.m \* L'effet de serre est souvent **associé au réchauffement climatique** par les médias et par une grande majorité de la population. Abordez vous cette idée dans vos enseignements ?

Si oui : comment ? dès la première année, la seconde, la troisième année d'enseignement ?

3. \* Parlez-vous **des incertitudes scientifiques** ? pourquoi ? comment ? à quel moment ?

3. \* Utilisez-vous **des documents montrant ces incertitudes** ?

---

4. \* Avez-vous suivi une **formation initiale ou continue** sur l'effet de serre ?

Si oui : laquelle et quand ?

4. \* Comment et par qui était-elle faite ?

4. \* Quels ont été **les intérêts et les difficultés rencontrées durant cette formation** sur l'effet de serre ?

4. id \* **D'autres disciplines** étaient-elles représentées ?

4.\* Utilisez-vous le **site de ressources scientifiques pour l'enseignement** des Sciences de la Terre en lycée (Planet-Terre), Utilisez-vous un autre site ? Avez-vous déjà posé des questions aux chercheurs ? quel type de questions ?

4.\* Les ressources disponibles sur Planet-Terre vous ont-elles ou donnent-elles satisfaction ? si non, comment faites-vous ?

4. \* **Quatre types de questions** ont été posés par les enseignants sur ce site. Elles portent sur la compréhension des mécanismes physico-chimiques, la démarche de modélisation et incertitudes associées, le manque de ressources pédagogiques, et le dispositif expérimental en classe pour expliquer l'effet de serre.

Comment vous situez-vous dans ces catégories de questions ? au fil des années, y a-t-il eu une évolution dans vos questions ?

Voyez-vous d'autres catégories de questions par rapport à l'enseignement de l'effet de serre ?

4. Vos questions et besoins de formation ont-ils évolué au cours des années d'enseignement de l'effet de serre ?

et avec vos collègues, vous souvenez de **difficultés communes** sur ce thème ?

---

5 ou 1.4 \* Quelles ont été vos **sources documentaires** pour préparer vos enseignements de seconde sur l'effet de serre ? des exemples ?

la première année :

la deuxième année :

la troisième année :

cette année (2003-2004):

5. et le manuel scolaire, quel est sa place dans votre enseignement et dans sa préparation ?

5. \* Comment avez-vous préparé **vos exercices ou évaluations** sur l'effet de serre ?

5.\* Quels supports avez-vous utilisé ?

5.id\* Avez-vous **travaillé en équipe** ? interdisciplinaire ? autres ?

5 ou 1.1 \* Depuis la réforme 2000, avez-vous modifié vos enseignements sur l'effet de serre par rapport à la première année d'application ? :

Si oui : comment et pourquoi ?

5.id \* Comment avez-vous interprété la partie du BO SVT 2000 intitulée "**Relations transversales avec le programme de physique-chimie**" ?

5.id \* Faites-vous des cours communs, des TP communs, des évaluations communes avec l'enseignant de physique-chimie ? (si possible à récupérer)

5. id ou 2.id \* Est-ce que les élèves sentent le lien entre les deux disciplines à propos de ce thème ?

5 m. \* Avez-vous eu accès aux conclusions du Groupe d'Experts du Climat (article La Recherche décembre 2003) concernant le réchauffement climatique, l'effet de serre anthropogénique et les conséquences sociaux-économiques à l'horizon 2100 ?

si oui, avez vous intégré des données de ce rapport dans vos enseignements ?

si non, pourquoi ?

## 1.8 Entretien de E1

Réalisé en février 2004, retranscription : M-H Bertholet et B. Urgelli

1. **BU** : Dans quelle tranche d'âge vous vous situez ?
2. 50-60.
3. **BU** : Votre cursus universitaire ?
4. Le CAPES. Licence, maîtrise, capes
5. **BU** : Sciences de la vie, sciences de la terre ?
6. Sciences naturelles autant de géologie que de biologie
7. **BU** : Est-ce que vous avez fait de la recherche ?
8. Non
9. **BU** : Vous avez passé le concours d'enseignant en quelle année ?
10. 1972
11. **BU** : Pourquoi vous vous êtes orienté vers l'enseignement ?
12. Parce que ça me plaisait, c'est tout !
13. **BU** : Votre première classe de lycée vous l'avez prise en main à quelle époque ?
14. 1972-1973
15. **BU** : Avant la réforme 2000 du programme vous aviez quelle classe en charge ?
16. Seconde, première S, terminale S
17. **BU** : Et depuis le nouveau programme ?
18. Pareil, ça ne change pas
19. **BU** : Vous avez combien de secondes ?
20. Cette année 2
21. **BU** : Vous avez enseigné l'effet de serre en seconde la première fois c'était en quelle année ?
22. C'était en 1999 l'année de l'expérimentation
23. **BU** : Vous l'avez enseigné à la rentrée 99, rentrée 2000, rentrée 2001, rentrée 2002, rentrée 2003, rentrée 2004. C'est la 5<sup>ème</sup> année et on démarrera en 2004 la 6<sup>ème</sup> année. Comment vous l'avez vécu l'introduction de cette thématique dans l'enseignement ?
24. Sans problème. C'était un nouveau cours qu'on préparait comme un autre.
25. **BU** : Vous enseignez **l'effet de serre avant la réforme 1999-2000** ?
26. Non ce n'était pas dans les programmes avant...
27. **BU** : Je crois **qu'en 1<sup>ère</sup> S** il y avait les mesures...
28. Oui les mesures, le rôle.... mais ce n'était pas sous le même angle
29. **BU** : Qu'est ce qui a changé ?
30. Ce qui a changé c'est que déjà au niveau des secondes c'est fait d'une façon beaucoup plus simple, des notions de bases alors qu'avant dans le programme de 1<sup>ère</sup> S on demandait des notions on va dire beaucoup plus techniques et avec ce qui est fait en seconde pour moi c'est plus abordable au niveau des élèves d'une façon plus simple plus compréhensible avant on parlait d'albédo ceci cela donc des notions qui étaient beaucoup plus abstraites pour les élèves
31. **BU** : Ce qui a changé c'est une simplification ?
32. Oui c'est une simplification et rendre des choses beaucoup plus concrètes et plus abordable pour les élèves bien sûr.
33. **BU** : Comment vous avez utilisé les **textes officiels et les documents d'accompagnement** pour préparer l'enseignement de l'effet de serre ?
34. Dans un premier temps on a utilisé que le programme officiel. On ne s'est pas occupé des documents d'accompagnement puisqu'ils ne sont que du rajout et pas officiels. Donc on a utilisé que le programme réel. On a pas à pas suivi le programme et donc essayé de monter des expériences ou manipulations en fonction de ce que le programme nous demandait de faire mais sans tenir compte au départ de tout ce qui était complément. D'ailleurs au départ on ne les avait pas. (la 1<sup>ère</sup> année).
35. **BU** : Est-ce que vous utilisez **les manuels scolaires** pour l'enseignement de l'effet de serre ?

36. A quel propos, à quel niveau, à quel point de vue ?
37. **BU** : Comme documents pour préparer...
38. Ah non pas pour préparer. D'une façon générale on essaie toujours de ne pas utiliser un manuel scolaire pour préparer un TP.
39. **BU** : Et avec les élèves ?
40. Après avec les élèves on peut utiliser certains documents mais au départ pas pour préparer un TP. On peut prendre un document d'un manuel scolaire en cours de TP mais ce n'est pas le manuel scolaire qui nous sert à construire le TP lui-même.
41. **BU** : Quel type de document vous utilisez dans le manuel scolaire par exemple pour expliquer l'effet de serre ?
42. Soit des résultats numériques. Au niveau de l'effet de serre c'est essentiellement des résultats numériques qui peuvent venir compléter des résultats expérimentaux qu'on a en classe avec les élèves.
43. **BU** : Donc pour le TP. Est ce que vous utilisez une **représentation schématique** de l'effet de serre ?
44. Ce que nous on utilise comme effet schématique c'est le matériel qui sert aux élèves pour trouver leur valeur numérique.
45. **BU** : Vous n'utilisez pas un **schéma** de circulation des rayonnements à l'intérieur de ...
46. Ca on ne s'en sert pas pendant le TP lui-même on s'en sert ensuite quand on fait le bilan du TP en cours.
47. **BU** : C'est un document que vous avez pris où ? C'est vous qui l'avez construit ?
48. Non à ce moment là c'est le document qui est dans leur manuel scolaire.
49. **BU** : C'est quel manuel que vous utilisez ?
50. Le Hatier. Seconde Hatier. C'est ce schéma là qui sert pour notre bilan mais qu'on utilise pas autrement.
51. **BU** : Vous faites un **TP sur l'effet de serre**. Donc c'est combien d'heures ?
52. C'est le TP d'1 heure 20
53. **BU** : Et vous utilisez une maquette ?
54. Oui
55. **BU** : C'est celle que vous avez amené ici. Est-ce que vous pouvez nous la décrire un petit peu ?
56. Ca consiste en 2 parties. Tout d'abord un globe qui repose sur un support blanc et un 2<sup>ème</sup> globe qui repose sur un support sombre. Dans les 2 enceintes : un thermomètre qui va donc être là pour relever la température au fur et à mesure du déroulement de la manipulation. Donc on leur fait prendre des mesures à peu près toutes les 5 minutes et ceci en principe pendant une demi-heure. Donc soit avec un éclairage soit sans éclairage. L'éclairage étant la source de chaleur. L'enceinte représentant schématiquement donc l'atmosphère qui recouvre le globe terrestre. Et dans les 2 cas, il y a un témoin qui est donc le thermomètre placé hors d'une enceinte.
57. **BU** : Vous l'avez modifié ce TP par rapport à 1999 ?
58. Non, tel on l'a conçu, tel on l'a gardé parce qu'on trouvait que les résultats n'étaient pas si mauvais que cela et bien en accord avec ce qui se passe effectivement.
59. **BU** : Est-ce que vous faites des **exercices ou des évaluations** sur l'effet de serre ?
60. Oui
61. **BU** : C'est des devoirs surveillés ?
62. Bien souvent c'est un exercice en évaluation sommative donc en devoir noté sachant que les activités pratiques sont également évaluées sur le respect du protocole, l'utilisation des résultats obtenus etc....
63. **BU** : Vous leur faites des exercices à la maison sur l'effet de serre ou pas ?
64. C'est pas systématique. Tout dépend où l'on en est dans la progression donc autrement dit du temps qui nous reste soit à la fin du TP lui-même, soit dans la progression de cette partie du programme.
65. **BU** : Comment vous les avez préparés ces exercices ?
66. Soit ce sont des exercices qui sont construits à partir de la manipulation et des résultats qui sont obtenus, soit à partir de documents qu'on peut trouver dans des revues scientifiques par exemple.
67. **BU** : Pour le **découpage horaire** de votre séquence d'enseignement et l'**articulation cours/TP** comment vous l'avez mis au point ?
68. De toute façon on commence toujours par, ce qui est normal, l'activité pratique donc le TP de façon à ce que les élèves découvrent les notions qu'ils ont à acquérir et ensuite donc ce sont ces notions nouvelles qu'ils vont mettre en application dans les bilans qu'ils vont construire donc dans les conclusions qu'on fait ensuite en cours.
69. **BU** : Mais une séance entière de TP sur l'effet de serre c'est pas écrit dans le programme officiel ou c'est donné comme instruction ?

70. Chaque partie du programme sachant que c'est 8 semaines, on a découpé cette partie du programme en 8 activités pratiques. Chacune sur un notion nouvelle à découvrir. Donc c'est nous qui avons effectivement découpé les parties du programme.
71. **BU** : Donc vous vous êtes appuyé sur le **bulletin officiel** ?
72. Oui voilà. Encore une fois c'est le bulletin officiel qui nous dit les grands points sur lesquels dont on a à faire réfléchir les élèves.
73. **BU** : Donc ça méritait 1 h ½.
74. Oui. Entre le moment où ils conçoivent le protocole, ils mettent en place le protocole, plus la ½ heure pour avoir les résultats, le temps du TP est terminé.
75. **BU** : Ce **découpage** pour l'effet de serre 1h30 de TP et 30 minutes de cours c'est ça ?
76. Oui mais en sachant que les 30 minutes de cours ça englobe tout, ça englobe des exercices sommatifs, ça englobe les bilans à tirer. Ce n'est pas que forcément sur le TP qui a été fait. Ça peut être aussi pour apporter d'autres notions qui n'ont pas été abordé pendant le TP.
77. **BU** : Est-ce que vos collègues enseignants ont le même découpage ?
78. Oui puisque c'est un travail qu'on a fait ensemble, qu'on a conçu. On travaille énormément ensemble.
79. **BU** : Est-ce qu'il a varié ce découpage par rapport à la 1<sup>ère</sup> année ?
80. Peu. Et donc en particulier pour ce qui est de l'effet de serre on l'a laissé quasiment tel.
81. **BU** : Si on essaye de se placer **par rapport aux élèves** maintenant, comment ils réagissent sur ces thématiques d'effet de serre ?
82. Ça ne les choque pas. Ça ne leur semble pas bizarre. Non c'est normal c'est un travail qu'ils ont effectué comme n'importe quel autre partie du programme.
83. **BU** : Ils ne sont pas plus sensibles ou moins sensibles ?
84. Non
85. **BU** : Et vous n'avez pas constaté d'évolution par rapport à la 1<sup>ère</sup> année où vous le faisiez au niveau des élèves ? Est-ce qu'ils se comportent différemment ?
86. Non et bien souvent ils ne mettent pas en relation ce que l'on fait dans un TP que ce soit pour celui ci ou pour d'autres avec ce qui se passe réellement autour d'eux.
87. **BU** : Quelles sont les **difficultés** qu'ils rencontrent sur l'enseignement de l'effet de serre ? Est-ce qu'ils ont des difficultés à certains points que vous avez remarqué tout le temps ?
88. La seule difficulté qui peut exister chez certains c'est simplement de savoir tirer un bilan des faits qu'ils ont constaté. C'est tout. Sur les notions, non. De toute façon c'est pas une partie qui est difficile au niveau seconde c'est pas d'un abord difficile.
89. **BU** : Et sur la **représentation schématique** de l'effet de serre que vous utilisez en cours vous m'avez dit : est-ce qu'ils ont des problèmes sur ce schéma ?
90. Non dans la mesure où ils savent regarder le sens des flèches et comment elles évoluent entre la surface et sous la surface du sol. Le plus gros problème c'est que parfois les élèves ne regardent pas. C'est tout.
91. **BU** : Vous m'avez dit que vous utilisez le **schéma d'un manuel scolaire** qui est le Hatier. Est-ce qu'il vous a posé des problèmes la 1<sup>ère</sup> fois que vous l'avez vu ce document ? Est-ce qu'il vous a donné satisfaction ?
92. Oui a priori puisqu'on en a pas cherché un autre. Donc c'était qu'il était suffisamment simple et concret pour qu'il puisse l'appréhender.
93. **BU** : Et pour vous, d'un point de vue **compréhension des concepts** ?
94. Non là aussi. Si du départ il nous avait paru trop compliqué ou autre nous aurions pris un autre document dans une autre revue ou autre manuel.
95. **BU** : Est-ce qu'avec les élèves vous abordez le problème de la température d'équilibre d'une planète ?
96. Disons que c'est quelque chose que l'on fait dans le 1<sup>er</sup> TP qui aborde cette partie du programme mais ensuite on en reparle plus, bien souvent faute de temps aussi.
97. **BU** : Est-ce que vous faites un bilan des rayonnements pour la Terre et pour les autres planètes ?
98. Non
99. **BU** : Qu'elles soient avec atmosphère ou sans atmosphère ?
100. C'est à dire que cela on l'aborde quand on fait la partie pratique puisqu'on a toujours un témoin qui est donc sans le globe donc globalement sans l'atmosphère. Donc effectivement ça peut représenter ce qui se passe au niveau de Mars par exemple.
101. **BU** : Mais vous ne le faites pas dans le **TP effet de serre** vous le faites dans le TP sur les planètes ?
102. Si c'est ce que l'on attend d'eux en conclusion. Dans la conclusion c'est de faire le lien entre ce qu'on avait vu lors du 1<sup>er</sup> TP où l'on parlait des planètes qui ont ou non une atmosphère et donc de la température qui régnait, de la température moyenne qui

régnaient à leur surface et donc on espère quand on fait l'effet de serre qu'ils s'en souviendront et que dans leur bilan de ce TP ils en reparleraient.

103. **BU** : Est-ce que **chez les élèves il y a des difficultés** par rapport à la notion de rayonnement, lumière, énergie, température ?
104. Oui, alors tout ce qui est d'une approche plus physique c'est beaucoup plus délicat. Dans la mesure où déjà les élèves quand ils sont en SVT ils sont en SVT, ils ne sont pas en physique. Donc c'est très difficile de leur faire rappeler des acquis de physique pour l'utiliser dans une autre discipline. C'est tout.
105. **BU** : Est-ce qu'ils vous interrogent, **en physique** on a vu ça ?
106. Non c'est cloisonné. D'une façon générale les matières sont assez cloisonnées.
107. **BU** : Ils ne voient pas de cohérence transversale ?
108. Non. C'est pareil si on a besoin de notions de mathématique par exemple c'est pareil, on est en SVT, on est en SVT.
109. **BU** : Je voudrais vous poser des questions par rapport à **la place des médias** puisque l'effet de serre est extrêmement médiatisé. Est-ce qu'à votre avis les médias dans l'apprentissage de l'effet de serre par les élèves est ce que ça interfère avec votre travail ?
110. A peine, alors là non. C'est pareil, ce qu'ils peuvent entendre dans les informations c'est peu réexploité dans leur vie au lycée, dans leurs travaux au lycée. J'ai même l'impression que bien souvent ils entendent des choses mais sans les assimiler, ou de voir sans assimiler.
111. **BU** : Donc est ce que vous dans votre enseignement dans l'effet de serre vous tenez compte du fait que c'est traité par les médias ?
112. Non puisque dans la mesure où certains n'en ont aucune connaissance ou des connaissances très vagues et parfois même très erronées.
113. **BU** : Donc les élèves vous m'avez dit ne font pas référence à des choses qu'ils ont entendues dans les médias ?
114. Très peu le font effectivement.
115. **BU** : Vous avez des souvenirs, des exemples de médias, ou qu'ils vous aient dit : j'ai entendu à la radio .... ?
116. Ca c'est fait mais ça été très ponctuel et sur un petit fait qu'ils avaient entendu la veille au soir ou quelque chose comme ça mais sinon si c'est une information qui a été donnée il y a quelques semaines ou quelques mois et que nous on arrive avec donc cette activité ils ne font pas du tout la relation. Du moins avec les classes que jusqu'à présent j'ai eu.
117. **BU** : Est-ce que vous les interrogez avant de commencer la séance s'ils savent quelque chose sur l'effet de serre ?
118. Oui de toute façon on ne démarre jamais une activité pratique sans faire des rappels d'acquis ou de notions qu'ils peuvent entendre.
119. **BU** : Alors **quels savoirs ils ont sur l'effet de serre** avant la séance ?
120. Bien souvent ils vont nous répéter ce qu'ils ont entendu peut être la veille ou quelques jours auparavant mais ils vont nous sortir de tout et n'importe quoi.
121. **BU** : Et sur l'effet de serre ?
122. Sur l'effet de serre ils vont nous dire par exemple, s'ils ont entendu parlé de l'ozone la veille au soir ils diront c'est parce qu'il y a trop d'ozone. Mais par exemple si on a parlé de la pollution par les gaz d'échappement des voitures, ils nous diront ça pollue sans vraiment nous dire la relation de cause à effet qui existe entre les deux, quoi fait quoi ou quoi agit comment.
123. **BU** : Comme pour la grande majorité de la population ils font la confusion entre ozone et effet de serre ?
124. Dans la mesure où ils ont entendu parlé de la pollution je crois qu'ils font un amalgame de tout dans ce terme (pollution tout)
125. **BU** : Alors vous l'expliquez par **les médias**. Pourquoi ils font cette confusion ?
126. Parce qu'il y a peut être trop d'informations qui sont divulguées et pas explicitées correctement tout simplement. Ils donnent des points d'information, dans les médias, mais sans donner le pourquoi du comment et sans avoir des références véritablement scientifiques.
127. **BU** : Donc vous, vous ne rebondissez pas là dessus.
128. Si justement en fin de TP donc on leur montre, on leur fait saisir que ce qu'ils ont entendu c'est peut être bien au départ mais qu'ensuite c'est mal expliqué ou mal interprété par eux. Donc on essaie quand même de resituer les choses de façon plus scientifique.
129. **BU** : Donc dans les médias et pour la grande majorité de la population l'effet de serre c'est souvent associé au réchauffement climatique à venir, avec les craintes. Est-ce que vous abordez ces idées dans vos enseignements ?
130. Dans la mesure où, avec leurs activités pratiques, ils perçoivent qu'effectivement un échauffement extérieur provoque un échauffement à la surface de la planète, oui. Mais de là à se dire qu'ils en seront conscient jusqu'à leur mort c'est peut être beaucoup dire.
131. **BU** : Et ça au cours de 1999, depuis chaque rentrée, vous avez fait varier ce lien entre réchauffement climatique dont parlent énormément les médias et l'effet de serre ?
132. Non on l'aborde toujours de la même façon dans la mesure où il est toujours présent et qu'il n'y a rien de nouveau.

133. **BU** : Est-ce que vous leur parlez **des incertitudes scientifiques** pour le réchauffement climatique, effet de serre ?
134. Ah oui on leur dit que jusqu'à présent des notions sont sous forme d'hypothèses dans certains cas et que comme toute hypothèse ça demande à être vérifiée et que jusqu'à présent les vérifications ne sont pas encore exactes ou réelles à 100 %.
135. **BU** : Cela vous le faites pendant le cours ?
136. Oui c'est plus une chose qu'on aborde en principe au moment du cours sauf si les élèves ont été rapides pendant le TP et que l'on peut aborder déjà certaines notions.
137. **BU** : Vous leur montrez des documents qui montrent ces incertitudes ?
138. Oui si dans leur manuel scolaire il y a un document en relation, on utilise le document bien sûr.
139. **BU** : Autre thème qui concerne **votre formation initiale ou la formation continue** que vous avez pu suivre sur l'effet de serre. Déjà est ce que vous avez suivi une formation initiale sur l'effet de serre ?
140. Non
141. **BU** : Donc c'est de la formation continue ?
142. Voilà c'est cela.
143. **BU** : Quand est ce que vous avez suivi ce type de formation ?
144. Justement l'année où le lycée a été chargé de mettre en place le nouveau programme : 1999/2000
145. **BU** : C'était quel type de formation continue que vous avez suivi ?
146. Avec des formations mises en place par les IPR et IG .
147. **BU** : Et ça consistait en quoi, c'était fait comment ?
148. C'était des regroupements d'enseignants qui étaient un petit peu délégués justement par l'Inspection et qui étaient donc chargés de réfléchir sur les activités pratiques qui pouvaient être mises en place pour cette partie du programme.
149. **BU** : Une formation scientifique fait par un universitaire vous n'en avez pas eu ?
150. Pas cette année là.
151. **BU** : Les années d'après ?
152. Les années d'après c'est si nous on choisissait de s'inscrire à un stage, oui
153. **BU** : Vous avez choisi de vous inscrire à un stage sur l'effet de serre ?
154. Non parce qu'à l'époque il n'y en avait pas de vraiment spécifique sur cette partie du programme.
155. **BU** : Donc sur les formations que vous avez suivies entre enseignants finalement, quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées ?
156. Les difficultés ça a été de concevoir une activité pratique qui soit simple mais qui soit en même temps un modèle assez représentatif de ce qui existe réellement.
157. **BU** : Qu'est ce que vous en avez tiré comme intérêt ?
158. C'est l'avantage d'être entre plusieurs collègues qui réfléchissent sur le même sujet, c'est d'émettre des idées et de pouvoir mutuellement se critiquer pour améliorer le montage manipulateur.
159. **BU** : Est-ce qu'il avait des collègues de **sciences physiques** ?
160. Non
161. **BU** : C'était uniquement entre les biologistes et géologues ?
162. Oui uniquement. On va dire les enseignants de SVT c'est tout.
163. **BU** : Est-ce que vous utilisez **le site de ressources** pour l'enseignement des sciences de la terre de l'ENS ?
164. Oui on va dire les 2 premières années. On l'a énormément utilisé.
165. **BU** : Vous aviez posé des questions aux chercheurs ?
166. Oui. En géologie on a toujours eu des réponses rapidement d'ailleurs.
167. **BU** : Ca vous avez donné moyennement satisfaction ou ... ?
168. Non, ça nous a donné de bonnes sources de réflexion.
169. **BU** : Dans le cas contraire ?

170. Dans le cas contraire, parfois on nous a donné certaines explications qui ne nous ont pas complètement satisfaits donc on est resté avec notre activité on va dire.
171. **BU** : Et comment vous faites dans ce cas là ? vous allez chercher ailleurs ?
172. Non mais dans la mesure où, si on pose une question, on ne nous dit pas comment on va pouvoir modifier notre activité, donc on reste avec notre activité. Donc c'était plutôt des questions sur la façon de montrer aux élèves comment on peut faire passer telle ou telle notion.
173. **BU** : Plutôt des questions pédagogiques ?
174. Oui exactement. On expliquait ce qu'on avait l'intention de faire avec quel matériel et si on ne nous justifiait pas le pourquoi de la réponse négative, on ne pouvait rien faire de plus.
175. **BU** : Vous avez **d'autres sites** ou d'autres endroits sur lesquels vous avez pu poser des questions soit pédagogiques soit scientifiques ?
176. Non c'était le site de l'ENS. C'était le seul avec lequel on a pu vraiment converser.
177. **BU** : Nous on a travaillé sur les **questions que les enseignants ont posées sur le site** par rapport à l'effet de serre. En général il y a 4 types de questions. Il y a sur les mécanismes physiques et chimiques de l'effet de serre, sur la démarche de modélisation des chercheurs (les incertitudes), il y a des questions qu'ils posent sur le manque de ressources pédagogiques et il y a des questions sur le dispositif expérimental en classe. Vous vos types de questions c'était plutôt dans quelle catégorie ?
178. La question qu'on avait posée c'était sur le dispositif manipulateur à propos duquel il nous avait été répondu qu'il était faux mais dans la mesure où on ne nous a pas donné autre chose donc on est resté avec et finalement au niveau des élèves les réponses sont valables donc nous en avons déduit qu'il n'est pas si bête que ça notre dispositif, et de toute façon on le retrouve dans beaucoup de manuels maintenant.
179. **BU** : De toute façon au fil des années vos questions ça toujours été sur le dispositif ?
180. Oui parce que finalement tout le reste on avait les renseignements dans les revues scientifiques.
181. **BU** : Votre source c'est essentiellement **les revues sur l'effet de serre** ?
182. Oui
183. **BU** : Pour vous mettre à niveau ?
184. Oui il n'y a pas de problème
185. **BU** : Vous avez des exemples de revues ?
186. C'est Pour La Science et La Recherche.
187. **BU** : Des **ouvrages universitaires** vous n'en avez pas utilisé ?
188. On a eu certains ouvrages utilisés en université. Vous voulez les titres ? On a eu un livre sur la climatologie. On a utilisé le Dercours, le Caron, donc les classiques.
189. **BU** : Et La Recherche et Pour La Science c'était des articles ... ?
190. C'était des articles précis justement sur l'effet de serre ou l'albédo donc des notions qui étaient effectivement en relation directe ou assez directe avec l'effet de serre.
191. **BU** : Est ce que vous pensez que vos collègues ont **d'autres types de questions sur l'effet de serre** à part ces questions pédagogiques, scientifiques ?
192. Dans la mesure où on travaillait ensemble donc finalement les questions qu'on avait posées à l'époque étaient des questions du groupe. C'était des questions auxquelles on arrivait pas à répondre malgré les concertations qu'on avait entre nous.
193. **BU** : Et est ce qu'entre vous il y a des questions que vous avez réussies à résoudre ?
194. Oui
195. **BU** : Est-ce que vous vous souvenez des questions qu'auraient posé d'autres collègues ?
196. La question ça revient toujours au matériel. C'est là à force d'apporter les unes ou les autres des idées donc à un moment donné c'est comme cela qu'est sorti le protocole qu'on a mis en place.
197. **BU** : Vos **sources documentaires** pour préparer votre enseignement la 1<sup>ère</sup> et les autres années c'était essentiellement les revues scientifiques ?
198. Les revues scientifiques donc pour avoir les documents de base dans lesquels il y a les notions que le programme nous demande de traiter.
199. **BU** : Les autres années ça été d'autres sources documentaires ?
200. Non ça varie peu.
201. **BU** : Et le **manuel scolaire** ?

202. Le manuel scolaire il intervient mais comme complément d'informations pour les élèves et donc parfois quelques documents qu'on prend dans un manuel scolaire ou un autre, parce qu'on ne les a pas trouvés ailleurs.
203. **BU** : Et vos **exercices et vos évaluations** vous les avez préparés avec le manuel ?
204. Avec parfois certains manuels mais une évaluation sommative n'est jamais faite à partir de leur manuel à eux donc si on doit se servir d'un document mais à partir d'autres manuels de façon à ce qu'ils aient d'autres documents que celui qu'ils utilisent ou qu'ils voient régulièrement dans leur manuel. Sinon quand on a besoin d'un document, graphique, schéma ou autre là on va se servir dans les revues scientifiques ou manuels universitaires.
205. **BU** : Vous vous souvenez d'**exercices** que vous avez conçus à partir de **revues scientifiques** ou de **manuels** ou il n'y en a pas eu dans l'effet de serre ?
206. Si mais pour vous dire exactement lequel. Donc il y en a eu un qui a été effectivement sur les pourcentages d'énergie, les quantités d'énergie reçues captées par la terre, relâchées, de façon à leur faire trouver donc quelles étaient les sources de chaleur de l'effet de serre. Il y a dû y en avoir un autre mais là... On essaiera de le retrouver.
207. **BU** : Vous me dites que vous avez **travaillé en équipe** pour la préparation de l'effet de serre mais en équipe mono disciplinaire ?
208. Exactement.
209. **BU** : Les **physiciens, les chimistes** ne sont pas intervenus ?
210. Jamais. Dans la mesure où toutes les réunions qu'on avait la 1<sup>ère</sup> année étant dirigé par l'Inspection de SVT donc on ne se retrouvait qu'entre nous.
211. **BU** : Et depuis la réforme, la **modification de cet enseignement par rapport à la 1<sup>ère</sup> année** d'application ... ?
212. Il y a très peu de changement.
213. **BU** : Je ne sais pas si vous vous souvenez du texte du **bulletin officiel** mais il y a une partie qui s'appelle « **relation transversale avec le programme de physique- chimie** », comment vous l'avez utilisé cette partie là ? ou c'est vos collègues de physique-chimie ?
214. On utilise ce qu'ils ont fait avec les élèves, autrement dit on utilise les acquis des élèves de physique et chimie et puis nous on les applique ou on les utilise pour notre progression.
215. **BU** : Vous travaillez en décalage par rapport à eux ?
216. Oui c'est ça. Eux font les notions de physique-chimie donc nous on intervient après pour suivre avec l'aspect plus SVT.
217. **BU** : Les **élèves** sentent qu'il y a ce lien entre les deux ?
218. Non ils ont du mal à faire le lien entre les différentes matières du moins ce qui peut être utiliser d'une matière dans une autre.
219. **BU** : Est-ce que vos **collègues de physique-chimie** vous ont apporté des **connaissances** sur ça ou enlever des doutes sur le rayonnement ?
220. Non. C'est vrai qu'on ne travaille pour ainsi dire pas avec les autres disciplines.
221. **BU** : Donc vous n'avez pas fait de cours en commun, de TP en commun ou d'évaluation commune ?
222. Non.
223. **BU** : Est-ce que vous avez eu accès au **rapport du groupe d'expert des climats** qui concerne le réchauffement climatique et puis l'effet de serre et les conséquences que cela peut avoir à l'horizon 2100? Est-ce que vous en avez entendu ? Il y a eu un article dans La Recherche il y a quelques mois. En gros cette institution sort tous les 5 ans un rapport pour les décideurs politiques où il dit « on en est là dans le réchauffement climatique, voilà ce qu'on sait, voilà ce qu'on ne sait pas ... »
224. Je me souviens avoir lu mais pas récemment...
225. **BU** : Donc vous n'avez pas intégré ce truc là. D'accord très bien. Je crois qu'on a fait le tour de mes questions. Je vous remercie bien.  
----- reprise discussion -----
226. **BU** : A propos des **médias**...
227. Les rares fois où ils ont regardé **une émission, un document** sur la crise KT ou des choses comme ça, il y a parfois des choses qui se passent, ou la fin des dinosaures, je leur posais des questions précises mais ils étaient incapables de répondre. Donc j'ai l'impression que les médias disent des choses mais ça n'a pas d'impact sur la population ou du moins sur la population d'élèves. Je sais pas si cela a des impacts ailleurs.
228. **BU** : On se disait est ce que ça ne serait pas pertinent d'essayer d'utiliser ce qui est dit dans les **médias** pour faire des enseignements et faire **un lien entre média et école** ?
229. Oui c'est ce que je disais tout à l'heure quand on démarre une activité pratique de toute façon on démarre sur des faits d'observation ou un document qui a été écrit ou quelque chose comme ça mais à chaque fois qu'on démarre comme ça les élèves tombent des nus la plupart du temps. Même s'ils ont entendu cela, si c'est sorti dans un article d'un journal, ils ne le retiendront pas. Je ne sais même pas s'ils le liront.
230. **BU** : Ils ne sont pas réceptifs
231. Non.

232. **BU** : Les enquêtes qui sont faites sur le **grand public**, quand on leur pose la question « qu'est ce que c'est que l'effet de serre pour vous ? » Ils disent tous **réchauffement climatique, ozone**, donc ils engrangent des choses.
233. Ils vont répéter des mots qu'ils ont entendus mais sans avoir la connaissance de ce qui est exactement derrière ce mot, cette expression. Nos élèves font pareil. Ils vont nous dire effectivement la planète se réchauffe mais ils ne savent pas dire pourquoi. Comme je disais tout à l'heure ils vont dire c'est l'ozone ! Donc ils vont associer des mots mais qui n'ont ni queue ni tête les uns au bout des autres ou les uns à côté des autres.
234. **BU** : C'est ça qui nous a intéressé et puis est ce que vous vous souvenez avoir pris...Par exemple nous on se disait les enseignants pourraient **prendre des extraits d'une émission** qui a eu avant et leur dire : « Voilà vous avez certainement vu cela hier soir ou avant hier soir ou il y a une semaine à la télé... »
235. Ca je ne l'ai pas fait avec l'effet de serre mais avec d'autres émissions ou d'autres notions, oui je le fais. Tout à l'heure à mes terminales j'ai passé une petite séquence sur la fin des dinosaures donc la crise KT, donc sur les causes.
236. **BU** : C'est une émission qui est passée à la télé ?
237. Oui justement
238. **BU** : Donc qu'ils ont peut être vu ?
239. Ce qui est dommage c'est que ces émissions ils ne les regardent pas tellement même si elles passent à des heures de grande écoute. Je pense à deux émissions : *E = M6* et "*C'est pas sorcier*" qui parfois disent des choses très intéressantes mais ça les élèves il ne regarde pas. S'il y a 1 sur 100 qui l'aura regardé ça sera bien tout. Pour eux c'est inintéressant. Ca les intéresse pas.
240. **BU** : Sur l'effet de serre pour en revenir à mon enquête, comme c'est une thématique quand même qui est **un concept scientifique où il y a de la physique derrière**, beaucoup la physique des rayonnements, rayonnement infra-rouge, rayonnement visible, nous on sait dit que peut être l'enseignant de biologie ou de géologie qui n'a pas eu de **formation** là dessus va aller faire le lien avec le prof de physique chimie.
241. Même cette histoire de rayonnement, les UV ou autre. On en parle ne serait ce aussi pour les mutations donc ils ont entendu parlé d'UV, ça donne des coups de soleil, de là à ce que ça donne des cancers là ça les dépasse. Même quelques fois ils ne font pas la relation entre les coups de soleil et les UV. Pourtant on entend dans les médias il faut mettre de la pommade ceci, de la pommade cela pour éviter les UV. C'est comme beaucoup de choses.
242. **BU** : Vous leur parlez de **rayonnement visible, infrarouge** pour l'effet de serre ou pas ?
243. Non ça c'est les physiciens qui le font.
244. **BU** : **L'absorption du CO2** ; que le CO2 absorbe l'infrarouge et pas le visible, vous n'abordez pas ces notions là ?
245. On leur dit mais on n'explique pas. On considère que c'est un acquis de physique et on n'a pas le temps de tout refaire.
246. **BU** : Et dans la **représentation schématique** vous utilisez des codes différents pour **l'infrarouge et le visible** ou vous faites un seul type de rayonnement ?
247. Nous on fait tout global. Un seul type de rayonnement.
248. **BU** : Vous ne distinguez pas le visible de l'infrarouge. Et le **prof de physique** vous savez pas ?
249. Je ne sais pas.
250. **BU** : J'ai marqué à des endroits si on pouvait récupérer des documents si possible par exemple la représentation schématique de l'effet de serre vous m'avez dit que c'est le Hatier. La fiche TP sur l'effet de serre vous l'avez ici donc on peut en faire une copie...

## 1.9 Entretien de E3

Réalisé en mars 2004, retranscription : M-H Bertholet, B. Urgelli

1. **BU** : Est-ce que vous pouvez me dire dans quelle tranche d'âge vous vous situez ?
2. 30 – 40
3. **BU** : Votre cursus universitaire ?
4. L'université : Deug, Licence, Maîtrise en sciences naturelles
5. **BU** : Est ce que vous avez fait de la recherche scientifique ?
6. Non
7. **BU** : L'année où vous avez passé le concours d'enseignement ?
8. 93
9. **BU** : Est-ce que vous pourriez me dire quelles étaient vos motivations de l'enseignement par rapport à la recherche ?
10. Mon père était chercheur et je connaissais les difficultés budgétaires donc non et c'était une motivation profonde.
11. **BU** : Vous avez pris votre 1<sup>ère</sup> classe de lycée en main en quelle année ?
12. En 94 donc juste après le concours.
13. **BU** : Avant la réforme 2000, donc la dernière réforme qui porte sur l'effet de serre, vous aviez des classes de seconde en charge ?
14. Une, 1 année.
15. **BU** : Et d'autres niveaux ?
16. Oui parce qu'en fait je l'ai préparé pour 1 année pour le lycée ensuite je me suis retrouvé en collège avec les anciens programmes, l'année suivante avec les nouveaux programmes et chaque année j'ai eu des nouveaux programmes à préparer.
17. **BU** : Depuis le nouveau programme vous avez toujours eu des secondes ?
18. Oui
19. **BU** : Et d'autres niveaux de lycée ?
20. Alors 1<sup>ère</sup> ES, 1<sup>ère</sup> S, Terminale S
21. **BU** : Ca veut dire que la première fois que vous avez enseigné l'effet de serre c'était la rentrée 2000 ?
22. Oui
23. **BU** : Vous n'avez pas participé à l'expérimentation ?
24. Non
25. **BU** : Comment vous personnellement vous avez vécu l'introduction de cette thématique dans les enseignements ?
26. Moi j'adore.
27. **BU** : C'est une partie qui vous a paru difficile ?
28. Oui c'est difficile. Il faut bien la maîtriser mais elle est en rapport avec l'information donc c'est génial.
29. **BU** : Est-ce qu'avant cette réforme vous parliez de l'effet de serre dans vos enseignements ?
30. L'ancien programme je l'ai traité en tant que stagiaire pendant une année
31. **BU** : En 1<sup>ère</sup> S il y avait une partie qui s'appelait « le rôle de l'homme dans l'effet de serre »
32. Non je l'ai traité l'ancien programme de 1<sup>ère</sup> S mais pas cette partie là. Il ne me semble pas qu'on parlait de l'effet de serre.
33. **BU** : Pour préparer ce cours vous avez utilisé le programme officiel et les documents d'accompagnement ?
34. Le programme officiel
35. **BU** : Et les documents d'accompagnement ?
36. Je ne les utilise pas.
37. **BU** : Avec les élèves vous utilisez un manuel scolaire pour cette partie c'est lequel ?
38. C'est le Bordas seconde

39. **BU** : Qu'est ce que vous utilisez comme documents dans ce manuel scolaire ? Ils l'utilisent plutôt à la maison ou plutôt en classe ?
40. A la maison plutôt pour essayer de faire une recherche de définition de l'effet de serre mais pas d'autres documents
41. **BU** : Pour ce cours sur l'effet de serre est ce que vous utilisez une représentation schématique des rayonnements ?
42. Oui
43. **BU** : C'est une représentation que vous avez prise dans quel ouvrage ? Vous l'avez construite vous ?
44. Je l'ai construite à partir d'un ouvrage de géol. je pense soit "comprendre la planète terre"
45. **BU** : C'est le manuel de Caron ?
46. Oui
47. **BU** : Vous faites un TP sur l'effet de serre ?
48. Oui
49. **BU** : Vous faites combien de temps la dessus ?
50. 2 séances : 1 TP et une sorte de travail préparatoire puis un travail plutôt écrit sur des utilisations de cours.
51. **BU** : Est-ce que pendant cette séance de TP vous utilisez une maquette ?
52. Un modèle : c'est une cloche. C'est un fond noir, une cloche, un thermomètre. Après j'en fais ce que je veux et aussi un petit chiffon que je peux mouiller éventuellement.
53. **BU** : C'est pas vous qui l'avez choisi ?
54. Non parce que le personnel de laboratoire ne voulait pas changer sans arrêt les choses.
55. **BU** : Qu'est ce que vous auriez voulu prendre comme matériel si vous aviez eu le choix ?
56. Moi j'avais testé avec des tubes à essai bien fermé.
57. **BU** : C'était quoi le protocole ?
58. Le protocole c'était : on mettait ces tubes à essai bien fermé avec un thermomètre dedans et on les mettait face à une lampe, soit avec du coton mouillé, soit avec du coton sec, soit avec un cache noir.
59. **BU** : Qu'est ce qu'on mesurait ?
60. On mesurait l'augmentation de la température et de voir qu'elles étaient les conditions qui changeaient entre tous ces dispositifs et finalement ils arrivaient à en conclure qu'il y avait de la vapeur d'eau dans un des tubes et que le fond noir faisait aussi augmenter la température.
61. **BU** : Ce protocole que vous n'avez pas pu faire ici vous l'aviez testé dans d'autres établissements ?
62. Oui
63. **BU** : Ca donnait satisfaction ?
64. Oui au lycée du Parc c'était super.
65. **BU** : Et vous mettiez des gaz à effet de serre à l'intérieur ?
66. Non de l'eau parce que les autres c'est plutôt étudié au niveau de courbes.
67. **BU** : Donc le protocole que vous utilisez dans cet établissement vous l'avez modifié au cours des années ?
68. Cette année je l'ai fait à peu près comme j'ai pu. J'ai pas mal. J'ai fait 4 modèles. Enfin c'est toujours le même dispositif mais ils font d'abord une expérience avec un fond noir (on regardera la fiche TP tout à l'heure)
69. **BU** : Donc il y a un TP, il y a un cours. Vous faites des exercices et des évaluations aussi sur l'effet de serre ?
70. Oui.
71. **BU** : Vous faites des devoirs surveillés, des devoirs à la maison ?
72. Oui un petit peu parce que ça ne prend pas énormément de temps dans le programme. Il doit y avoir une question ou deux.
73. **BU** : Ces exercices vous vous souvenez comment vous les avez préparés ?
74. J'ai pris dans un des manuels scolaires.
75. **BU** : Une fois que vous avez le bulletin officiel vous faites un découpage de temps. Vous dites je vais faire une séance de tant de TP et ensuite une demi heure de cours je suppose. Cette articulation comment vous l'avez décidé ? Est-ce qu'elle n'est pas imposé par le bulletin officiel ?

76. C'est les grands titres. Les grands titres m'aident et ensuite évidemment en fonction des TP qui peuvent être mis dans ces parties voilà, soit j'en supprime parce qu'il y en a trop soit j'en rajoute s'il n'y en a pas assez.
77. **BU** : Vous avez discuté de ce choix avec vos collègues ou c'est chacun qui maîtrise sa progression ?
78. Jamais moi j'ai toujours été remplaçante et c'est la première année que je travaille ici donc ça toujours été difficile mais à chaque fois que je peux en parler j'essaye.
79. **BU** : Donc l'année dernière vous étiez au lycée du Parc ?
80. Non j'étais à Gerland à la cité internationale. Avant Récamier et avant lycée du Parc.
81. **BU** : Donc les 4 années où il y a eu l'effet de serre vous avez vu 4 établissements différents ?
82. Oui
83. **BU** : Et 4 protocoles différents chaque fois ou pas ?
84. Sur le fond non pas spécialement mais l'année passée quand j'ai demandé de faire mon protocole on me l'a fait, on me l'a préparé.
85. **BU** : Il y avait 2 grandes familles de protocoles que vous avez rencontrés celui avec les ballons où on remplit de vapeur d'eau c'est ça ?
86. Non ça j'ai jamais vu. Le tube à essai non ça c'est lycée du Parc et je sais pas si elles ont continué sinon c'est les cloches.
87. **BU** : En général c'est toujours cloche avec fond noir ?
88. Oui.
89. **BU** : Ce découpage une heure et demi de TP et une demi heure de cours vous l'avez conservé au cours des années ?
90. J'ai toujours vécu cela. Ça marche pas. Il faudrait plutôt une heure de cours. Une heure tous les 15 jours comme ça c'est un peu perturbant parce qu'en fait le TP ils arrivent à construire des notions. En seconde prendre des notes c'est difficile. Je leur demande de construire un petit résumé chez eux et puis quand on leur demande en cours dans 15 jours c'est un peu difficile.
91. **BU** : Les élèves quand on leur parle d'effet de serre comment ils réagissent ? Vous avez un souvenir de réaction ou c'est un cours comme les autres ?
92. Ah non, l'effet de serre, ils découvrent beaucoup de choses. Ils se sentent concernés.
93. **BU** : Si on constate des difficultés c'est à quel niveau pour l'enseignement de ce thème ? Est-ce qu'il y a toujours un endroit où ça bloque chez eux ou qu'ils ne comprennent pas, une notion qui ne passe pas ?
94. C'est l'exploitation des courbes qui peut être un peu difficile. Ils doivent construire leur courbe et après ils doivent l'expliquer. Ça c'est plutôt des mathématiques. Ils n'ont plus l'habitude, je sais pas.
95. **BU** : Et pour tout ce qui est rayonnement infra rouge, ultra violet, visible ?
96. Tout ce qui est infra rouge ils ne comprennent pas pourtant... Si, à un moment donné je leur dis j'ai l'impression que certains se rappellent les anciens documentaires animaliers sur les reptiles alors là ça leur parle ou si on leur parle de l'armée avec la publicité où on les voit en infrarouge, là ça leur parle.
97. **BU** : Et par rapport aux reptiles quel est l'image qu'ils ont des infra rouges ?
98. Non en fait c'est surtout l'armée, les lunettes.
99. **BU** : C'est ce qui leur permet de comprendre l'existence de ce rayonnement infra rouge ?
100. Oui tout corps chaud dégage des infra rouges. « Ah oui c'est comme dans l'armée avec le spot publicitaire »
101. **BU** : Et pour l'absorption des gaz : ils comprennent que les gaz absorbent le rayonnement infra rouge ?
102. Non. C'est retenu, c'est absorbé non.
103. **BU** : Le schéma que vous utilisez des circulations des rayonnements dans l'atmosphère ils bloquent dessus ou ça se passe bien ?
104. C'est pas évident. C'est très abstrait. C'est un problème de modélisation, de représentation.
105. **BU** : La représentation que vous utilisez vous l'avez pris dans le Caron, en tout cas dans un ouvrage universitaire c'est pas celle d'un manuel scolaire ?
106. Oui.
107. **BU** : Est-ce que vous leur parlez de température d'équilibre, de bilan radiatif, comme style d'énergie qui arrive, qui repart ?
108. Bilan radiatif : je n'emploie pas ce terme.
109. **BU** : Et vous parlez de température d'équilibre des autres planètes du système solaire ?
110. Ah oui.
111. **BU** : Le fait qu'il y ait une atmosphère ou pas ?

112. Oui ça c'est la conclusion, c'est l'exercice en quelque sorte un peu (pas sommatif) mais un petit peu quand même pour voir s'ils ont bien compris.
113. **BU** : Ce raisonnement sur les planètes du système solaire vous le faites après votre cours sur l'effet de serre ?
114. Oui pas avant.
115. **BU** : Et vous faites un TP avec cela ou pas ?
116. Non c'est des données à exploiter.
117. **BU** : Il y a des notions de physique derrière l'effet de serre c'est ce qui est un peu délicat est ce que chez les élèves donc il y a quelques blocages sur les rayonnements vous m'avez dit, est ce qu'en physique ils ont les mêmes blocages, ils font les mêmes remarques ? Vous en parlez avec vos collègues s'il y a des difficultés communes en physique et en SVT?
118. Je ne sais pas du tout.
119. **BU** : Ils ne font pas le lien avec ce que l'on fait en physique sur la lumière, l'air, le rayonnement ? .
120. Si quand même un petit peu parce que quand on fait les images satellitales, mais c'est après, ils ont peut être vu entre temps des choses en physique qui fait qu'il y a une meilleure compréhension.
121. **BU** : Donc ils se rendent compte qu'il y a quand même une cohérence parce que le bulletin officiel il y a une partie qui demande de faire le lien avec la physique chimie donc vous vous leur dites pas ?
122. Ah si je leur dis « vous avez vu cela en physique » Ils s'en rendent compte plus ou moins. C'est un refus. Moi je me rappelle quand j'étais élève j'avais du mal à faire le lien entre les matières.
123. **BU** : Le prof de physique vous ne savez pas s'il leur dit « vous verrez cela en sciences naturelles » ?
124. Je ne suis pas sûr. Moi je me sers souvent de référence en disant... (je prépare un peu l'agrég. interne donc c'est vrai que je suis un peu sensibilisé par ce problème)
125. **BU** : Mais vous avez regardé le programme de physique chimie ?
126. Oui mais il y a longtemps. Au début quand je l'ai fait. C'est dans le B.O.
127. **BU** : Le problème de l'effet de serre c'est que c'est sur médiatisé, très exploité par la presse écrite, la télévision et est ce que d'après vous ça a une importance sur ce que savent les élèves quand ils arrivent en salle de cours ou de TP quand on leur dit « on va vous parler de l'effet de serre » est ce que les médias ça a une interférence avec ce que vous faites ?
128. Oui puisque moi-même je leur conseille d'écouter pour pouvoir en discuter éventuellement. Il y a eu pleins d'émissions jusqu'à présent. Je leur ai toujours donné une semaine à l'avance l'heure...
129. **BU** : Donc c'est vous qui les faites interférer avec les médias. Vous leur demandez de regarder.
130. Oui
131. **BU** : Ils apprennent des choses en utilisant ces médias ?
132. Je pense. Il y a des choses très bien faite. Il y a « c'est pas sorcier » génial et puis sur ARTE il y a eu de très bonnes émissions sur l'effet de serre, l'effet de l'eau justement
133. **BU** : Vous leur posez des questions avant de commencer le cours ? Comment vous exploitez les médias dans vos enseignements ?
134. Je leur demande s'ils ont entendu parlé de l'effet de serre, qu'est ce qu'ils en connaissent ? Je marque au tableau les différents mots et là maintenant avec ce que vous savez on va essayer de voir deux, trois choses.
135. **BU** : Et qu'est ce qu'ils savent en fait ?
136. La pollution par l'automobile. Ca se réchauffe. La montée des eaux.
137. **BU** : Si on fait une image c'est ce qu'il savent. Est-ce qu'ils vous parlent d'ozone ? Est-ce qu'ils font une confusion entre ozone et effet de serre ?
138. Oui
139. **BU** : Parce que les enquêtes grand public montrent qu'il y a une confusion générale quel que soit le niveau d'éducation et l'âge entre ozone et effet de serre. Vous, vous le retrouvez en classe aussi ?
140. C'est plutôt en 1<sup>ère</sup> S quand ils font les TP. J'ai vu récemment justement sur Internet que le fait qu'il y ait moins d'ozone, que la couche d'ozone diminue, les rayons pénètrent plus facilement et donc réchauffent plus et donc d'une manière indirecte il y a un réchauffement de la terre.
141. **BU** : Mais vous l'avez vu sur des sites Internet ?
142. Oui, il faut que je demande aux élèves ils l'ont trouvé. Et je l'ai entendu récemment sur une émission de ARTE (la 5) mais je ne le dis pas en cours.
143. **BU** : Les élèves et les médias aussi associent souvent effet de serre et réchauffement climatique. Alors vous aussi vous le faites en cours. Vous allez jusqu'à parler de réchauffement climatique ?

144. Pas réchauffement climatique mais augmentation de températures globales.
145. **BU** : Vous leur parlez des prévisions à venir ? et les incertitudes sur le réchauffement ? Est ce que vous abordez cette notion avec eux ?
146. Non.
147. **BU** : On va parler un peu plus de votre formation. Vous avez eu une formation sur l'effet de serre quand vous étiez en stage? Vous avez eu des cours sur l'effet de serre ? Formation initiale en fait ?
148. En tant que prof. Capes, Agrég. pas universitaire ? Avant non. En licence, maîtrise oui.
149. **BU** : Ensuite est ce que vous avez suivi une formation continue dans le plan académique de formation ou autre sur l'effet de serre ?
150. Non je ne crois pas.
151. **BU** : Donc comment vous vous êtes formé là dessus ?
152. En lisant des livres de géol.
153. **BU** : Vous vous souvenez les références biblio. que vous utilisez ? Vous m'avez dit « Caron »
154. En ce moment c'est beaucoup le Brahik c'est la science de la terre et de l'univers.
155. **BU** : Ca c'est des ouvrages. Vous utilisez aussi des revues, des sites Internet?
156. Je suis abonné à « Pour la science »
157. **BU** : Et vous avez trouvé des choses intéressantes sur l'effet de serre ?
158. Oui mais c'est vrai.
159. **BU** : Comment vous l'utilisez ? Vous tapez des mots clés sur le site « pour la science » ?
160. Je vérifie que les dessins sont justes parce que dans les manuels surtout ceux qu'on nous donne il y a des erreurs donc voilà et si on me pose des questions je sais y répondre.
161. **BU** : Et ces articles sur l'effet de serre ils sont anciens ? vous vous souvenez ?
162. Oui je ne sais plus.
163. **BU** : Comment vous les exploitez ces articles ? Vous les lisez, ensuite vous en faites des photocopies ?
164. Je les lis et je m'en fais une petite note pour bien enregistrer et comprendre les phénomènes et si un élève me demande quelque chose d'un peu plus précis...
165. **BU** : Est-ce que vous utilisez ces articles pour faire des documents pédagogiques ?
166. Non pas pour l'effet de serre en tout cas.
167. **BU** : Mais ça peut arriver ?
168. Oui.
169. **BU** : Et qu'est ce que vous utilisez comme critère pour transformer un article en document pédagogique ou une figure ?
170. C'est à peu près correct pour des élèves ? La source est juste on va dire et pas simplifiée. Il n'y a pas eu derrière une simplification comme dans les livres des élèves et ça serait plutôt en 1<sup>ère</sup> S et en terminale.
171. **BU** : C'est vous qui faites la simplification ou vous n'y touchez pas ?
172. Non moi je n'y touche pas du tout et les élèves ont, à là dedans, à essayer de retrouver le mécanisme, à comprendre, à tirer des informations. C'est pas en seconde.
173. **BU** : Est-ce que vous avez accès au site de ressources de l'ENS sur les sciences de la terre, du site Planet-Terre ?
174. J'ai essayé mais le problème c'est qu'il fallait le numéro de ce lycée et que je ne l'avais pas.
175. **BU** : Donc il ne vous a pas servi pour préparer votre cours sur l'effet de serre ?
176. Non. Celui où il faut un numéro spécial à l'ENS, non pas encore.
177. **BU** : Il y a d'autres sites qui vous ont servi de ressources ?
178. Oui
179. **BU** : Vous utilisez un moteur de recherche ? Vous tapez « effet de serre » et vous regardez ce qui sort ?
180. Je vais plutôt dans certaines académies où je connais des collègues qui travaillent bien.
181. **BU** : Vous utilisez des ressources pédagogiques du réseau « Educ-net » ? donc tous les sites académiques ?

182. Oui c'est cela.
183. **BU** : Sur l'effet de serre c'est lequel qui vous avait semblé bien ?
184. Je vais souvent voir Orléans Tours.
185. **BU** : Et l'ENS vous y êtes allé ?
186. Oui mais c'est très compliqué. C'est une connaissance, une remise à niveau à mon avis. Surtout pour les secondes déjà qu'ils ont du mal à s'exprimer.
187. **BU** : Vous imprimez des articles ? Comment vous faites quand vous arrivez sur ces sites ?
188. Je les enregistre et je les lis après. Je leur en fais un résumé.
189. **BU** : Justement le site de l'ENS qui est un site de contenus scientifiques effectivement on peut poser des questions à des chercheurs et on obtient des réponses après un certain temps. On a regardé les questions qu'ont posées les enseignants sur l'effet de serre depuis 2000 donc on a eu une quarantaine de questions, on a essayé dans faire des groupes de questions. Il y a 4 familles de questions. Il y a des questions qui portent sur les mécanismes physiques et chimiques et qu'est ce qui se passe : absorption, rayonnement. Il y a des questions sur les incertitudes et la démarche de modélisation, comment est ce qu'on modélise l'effet de serre ? Il y a des questions d'enseignants qui ont besoin de ressources pédagogiques, pas assez de support pour faire leur cours et il y en a d'autres qui nous demandent d'évaluer leur dispositif expérimental en classe, leur cloche ou leur récipient avec des gaz à l'intérieur. Vous vos questions, vos problèmes c'était sur quoi sur le TP ou c'était plus sur de la physique ?
190. Ca serait plus sur la 1<sup>ère</sup> question.
191. **BU** : Les mécanismes physiques et chimiques de l'effet de serre qu'est ce qui se passe ?
192. Leur expliquer c'est vraiment difficile.
193. **BU** : Ou est ce que ça bloque ?
194. Je pense qu'en Chimie ils n'ont pas les bases en fait. L'agitation moléculaire par le rayonnement ça non.
195. **BU** : Et vous, où est ce que vous avez eu des difficultés quand vous avez essayé de comprendre cela ?
196. Mais moi pas du tout. Je suis une passionnée de ça.
197. **BU** : Mais vous avez eu besoin d'apprendre des choses, des connaissances de physique-chimie ?
198. Depuis toute petite j'étudiais les atomes. C'est très personnel.
199. **BU** : Et pour l'absorption des gaz ?
200. Je reconnais que pour les collègues c'est des choses très difficiles. C'est des choses qu'on nous enseigne pas, qu'on apprend pas à la fac.
201. **BU** : Ils vous demandent les collègues des informations là dessus ?
202. Les anciens collègues, certains, oui.
203. **BU** : Et eux c'est quoi leurs difficultés ?
204. Ils n'ont pas vu cela à la fac ; ils n'ont aucune base. C'est vrai que si on ne se recycle pas régulièrement, si on a pas un enseignant qui vient nous expliquer, c'est pas possible. Par soi même c'est très difficile on se trompe, on n'est pas sûr.
205. **BU** : Ici dans l'établissement où vous êtes c'est les collègues anciens qui ont des difficultés, c'est ça ?
206. Oui. Il y a une collègue qui est à l'APBG qui est sans arrêt recyclé donc elle est au top de tout, là il n'y a pas de problème. Il y a un collègue homme qui a mon avis passe sa vie sur Internet et puis sinon c'est vrai quand on est une femme franchement il faut tout associer. Moi je n'ai pas le temps de passer des heures et des heures sur Internet. J'ai un ordinateur chez moi mais j'ai pas Internet donc il faut que je reste ici pour le faire.
207. **BU** : Et eux qu'est ce qu'ils en pensent de cette partie effet de serre. Ils ont des difficultés mais ils pensent que c'est une bonne chose d'avoir introduit cette thématique ?.
208. L'effet de serre oui. Ca sert.
209. **BU** : Pourquoi vous pensez que c'est bien d'en avoir parlé ?
210. C'est important parce que c'est un problème pour les générations à venir. Pratiquement tout notre programme est basé là dessus. Il y a beaucoup d'éléments comme ça c'est ce qui fait que notre matière est partout.
211. **BU** : Eux ne font pas des critiques par rapport aux médias, c'est du journalisme c'est pas à nous de l'enseigner ? .
212. Ah non pas du tout par contre c'est très difficile, le physique aussi participe
213. **BU** : Les sources documentaires pour préparer vos enseignements ont en a parlé, les ouvrages « Pour la Science », « La Recherche », le manuel scolaire vous ne l'utilisez pas en classe ?
214. Ah si énormément. Pour l'effet de serre c'est vrai à part regarder une image.

215. **BU** : C'est le Bordas 2000 que vous utilisez c'est ça. Pour les exercices et les évaluations vous les avez construit à partir d'ouvrages ?
216. Oui, scolaires
217. **BU** : Donc vous prenez des extraits de questions...
218. Oui des exercices qui traitent du sujet
219. **BU** : Et toujours en s'appuyant sur des manuels scolaires cette fois ci ?
220. Oui
221. **BU** : Vous vous n'avez pas pu travailler en équipe avec les autres collègues ?
222. Jamais parce que toujours remplaçante. Je suis titulaire cette année mais bon
223. **BU** : On a parlé de la partie relation transversale avec le programme physique chimie, vous l'avez regardé la 1<sup>ère</sup> année un petit peu mais il n'y a pas eu possibilité de construire des cours ou des TP avec les collègues de physique ?
224. Non et puis moi je n'ai absolument pas le temps et puis quand on construit un programme on y passe un temps fou. La 2<sup>ème</sup> année aussi parce que ça ne va pas du tout il faut tout recommencer. J'en suis à la 5<sup>ème</sup> mais j'ai encore recommencé. Je peux vous montrer mon cours : à refaire, partout.
225. **BU** : Et sur l'effet de serre qu'est ce qu'il fallait refaire ?
226. Peut être le schéma, la photocopie n'est pas terrible (lisibilité de documents) mais sur le fond je pense que je suis arrivé à quelque chose d'assez...
227. **BU** : Et par rapport entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> année ça a changé beaucoup ?
228. Ah oui
229. **BU** : La 1<sup>ère</sup> année vous avez fait quelle critique ?
230. C'était très superficiel. C'était trop rapide. C'était pas bien assimilé.
231. **BU** : Pas bien assimilé parce que vous n'avez pas assez de recul sur cette thématique ?
232. Oui et puis c'est au niveau pédagogique, poser les bonnes questions et puis voir comment les élèves réagissent à telle ou telle question. On les modifie l'année d'après.
233. **BU** : Je ne sais pas si vous avez vu la recherche du mois de décembre 2003 il y avait un article sur le groupe d'experts du climat qui sont des scientifiques. Tous les 5 ans ils sortent un rapport qui disent « bon voilà, la température va évoluer de cette façon là en fonction de nos modèles et de nos calculs, le niveau de la mer va varier de cette façon là donc c'est des données de recherche qui sont publiées pour le grand public. Est-ce que vous avez vu les conclusions de ces rapports circulées dans des établissements où vous êtes passés, est ce que c'est utilisé par les enseignants ?
234. Non je ne crois pas. En terminale S je n'ai pas pu discuter avec mes collègues mais je pense que là oui ça pourrait être utilisé mais pas en seconde.
235. **BU** : On ne parle pas d'incertitude, de la manière dont sont produites les connaissances en recherche ?
236. Si plus ou moins on peut dire parce qu'après à la fin on parle d'atmosphère qui a changé au cours des 4.5 milliards d'années et à ce moment là, je ne sais pas si je l'ai fait cette année ou une autre année, en seconde je crois que j'ai toujours parlé des accords de Kyoto.
237. **BU** : Et sur le travail des chercheurs vous leur dites où ils en sont ?
238. Non on n'a pas le temps.
239. **BU** : Ils vous posent des questions ou pas ?
240. A l'incertitude non. La science et le doute ça vient progressivement c'est à dire que le problème de ce programme, pour ma part dans ce lycée, on le commence dès la rentrée. Je le mettrais en milieu.
241. **BU** : Et vous commenceriez par quoi ?
242. La cellule, l'ADN, l'unité du vivant et en dernière partie je reprendrais le cœur, le système nerveux.
243. **BU** : Pourquoi c'est mieux dans ce sens là ?
244. Parce que tout ce qui concerne la géologie, géophysique c'est assez compliqué et en même temps c'est très passionnant parce que tous ce qui est courant marin ils font le rapport : on reparle encore de l'effet de serre, du climat à ce niveau là, au niveau des courants marins. Je ne le fais pas écrire dans le cours mais c'est vrai que ça vient à ce moment là.
245. **BU** : Comment vous les associez avec les courants marins avec la variation des courants marins ?
246. Oui et puis c'est vrai j'avais récupéré un petit bout d'émission où il y aurait eu... si le courant de Gulf Stream s'arrêtait de circuler il y aurait... (c'est même une question d'interrogation je leur demande ce qui se passe en fait au niveau de l'Ecosse et de l'Angleterre) mais j'en parle à ce moment là. C'est une cassette de la 5 je crois.
247. **BU** : Ou on voit que le Gulf Stream est interrompu et l'Europe se refroidit.

248. Oui on voit la neige. Mais on n'a pas le droit de le montrer.
249. **BU** : Vous mettez le son avec cette cassette, vous leur laissez une minute, comment ça s'organise ?
250. Oui mais cette année je ne l'ai pas fait. Quand je l'ai faite j'ai préféré donner l'interrogation. Mais quand on fait les courants marins je leur dis « Bon ben voilà tout fonctionne bien en ce moment » et puis je lance la cassette. Est-ce que ça a un rapport avec l'effet de serre comme on a vu éventuellement et on essaie de réfléchir un petit peu là dessus.
251. **BU** : Ils arrivent à voir les relations qu'il peut y avoir, ils associent bien ?
252. Oui. L'année dernière j'étais à Gerland quand même. C'est une autre population.
253. **BU** : C'est des images de synthèse je crois qu'on voit dans cette séquence ?
254. Oui. Là c'est dans l'avenir, c'est supposé. S'il y a un dysfonctionnement, qu'est ce qu'il se passe ? Ben regardez.
255. **BU** : Donc vous utilisez les médias ?
256. Moi oui.
257. **BU** : C'est essentiellement de la vidéo ?
258. Ça dépend. Quand c'est les courants marins je leur demande d'écouter (ça tombe toujours au moment de la course du Rhum) donc c'est impeccable ! Je leur demande de rechercher dans les journaux des documents. Mais il y en aura 1 sur 150 qui aura fait mais ça fait rien.
259. **BU** : Vous pensez que c'est bien cette démarche par ce que ce n'est pas général dans les enseignants ?
260. Oui mais moi je le fais. L'intérêt c'est de concrétiser notre matière et éventuellement de discuter. Je leur dis toujours que les journalistes ont souvent une formation littéraire et qu'ils peuvent ne pas comprendre le phénomène et puis c'est à eux de réfléchir, d'avoir quelques bases pour critiquer.
261. **BU** : Donc vous faites de la critique d'information journalistique essentiellement ?
262. Oui positive ou négative.
263. **BU** : Ils aiment bien cela ?
264. Oui.
265. **BU** : Mieux que les cours traditionnels ?
266. Les cours traditionnels c'est vraiment pour avoir les bases et enfin être amené quand on a un document à se dire : on est fort, on sait, on comprend, les mots ils ne nous paraissent pas...  
 ----- changement cassette -----  
 ----- A propos du **choix des manuels scolaires** -----
267. Donc on a le B.O., on a les titres et je prends les titres de chaque ouvrage dans un chapitre par exemple et je regarde comment il est traité. Je regarde, la 1<sup>ère</sup> chose importante, c'est qu'il suit le programme. 2<sup>ème</sup> chose importante : si la qualité du document, l'image si elle est de bonne qualité, si c'est vieillot, si c'est moderne...et puis les textes.
268. **BU** : Vous regardez les sources ?
269. Oui. L'année : il faut pas que ce soit vieillot. Et puis le questionnement mais ça m'intéresse moins parce qu'on peut le refaire. Et enfin je termine par les exercices. Parmi tous les collègues que j'ai rencontrés je n'ai jamais vu cette méthode. J'ai commencé en Seine Saint Denis avec Monsieur LEPOUCHART c'est lui qui m'a enseigné cela. C'était génial.
270. **BU** : Peut être qu'ils le font inconsciemment quand ils reçoivent tous les manuels, qu'ils ont sélectionné les exercices ?
271. Et bien en fait à chaque fois qu'on a eu à choisir un livre, je me suis toujours impliqué en essayant de leur donner un peu de critères pour évaluer globalement comme ça mais pas vraiment. Je donne ça c'est un document annexe...
272. **BU** : Vous leur dites ça c'est de l'infra rouge, du visible ou vous raisonnez en rayonnement global ?
273. C'est en rayonnement infra rouge.
274. **BU** : Là vous l'avez modifié le schéma ?
275. Oui parce qu'en fait il y a des nuages et la vapeur d'eau... Il y a un problème avec les nuages et c'est pas si important que ça.
276. **BU** : C'était censé représenter quoi ces nuages ?
277. Des gaz à effet de serre alors pour les élèves quand ils voient des nuages pour eux c'est de l'eau. Je ne voulais pas insister trop là dessus.
278. **BU** : Donc vous avez effacé les nuages et vous avez mis des points à la place c'est ça ?
279. Oui c'est vrai c'est pas terrible mais comme les flèches arrivent là.
280. **BU** : Vous auriez voulu faire comment ?
281. Il faudrait en mettre partout. C'est faux ?

282. **BU** : Non c'est pas faux mais pourquoi les flèches...
283. Oui pourquoi elles arrivent à ce niveau là. Ca ça serait la limite supérieure.
284. **BU** : Est-ce qu'ils font le lien entre ça et les ballons ?
285. Les cloches, oui. Et en fait après on regarde la composition de l'atmosphère (regard de documents)
286. **BU** : Si vous touchez au document ils n'aiment pas ?
287. Non c'est pas fiable.
288. **BU** : Ils n'ont pas confiance d'un point de vue scientifique en l'enseignant ?
289. Je sais pas en tout cas pour moi je préfère leur donner quelque chose de brut.
290. **BU** : Ils arrivent à comprendre les documents bruts de recherche ?
291. Ben oui (regard de documents)
292. **BU** : Ca vous l'avez préparé toute seule ?
293. Oui bien sûr. Je prépare aussi l'agrég donc c'est motivant et puis ça me plait.
294. **BU** : En préparant l'agrég. vous suivez une formation ?
295. Oui c'était génial.
296. **BU** : Il y a eu un enseignement sur l'effet de serre ?
297. Non
298. **BU** : C'est fait où ?
299. Au lycée du Parc, un petit peu à Saint Ex.
300. **BU** : Il n'y a pas eu d'intervention d'universitaires ?
301. Universitaires :non. On a des profs de prépa. quand même : Frédéric CELLE et Hervé FROISSARD
302. **BU** : Ils vous ont fait des cours là dessus ?
303. Sur l'effet de serre : non mais comme on présentait des documents, comme on posait des questions et puis rechercher des documents. On nous donne des listes c'est génial.
304. C'est un peu exceptionnel parce que je pense qu'au bout d'un certain nombre d'années, avec le vieillissement honnêtement c'est très difficile. Il y a des gens qui continuent à se mettre à jour mais j'ai vu des personnes partent à la retraite, ils avaient déconnecté sur ce programme complètement.
305. **BU** : Oui parce qu'en fait c'est des thèmes d'actualité ?
306. Oui mais qu'on nous ait fait aussi un cours magistral dessus. Ca ça manque énormément. Il y a des choses que j'ai essayées d'apprendre par moi mais j'ai le doute et ça reste pas on n'est tout le temps obligé de revoir et je suis pas trop sûr.
307. **BU** : Est-ce que ce n'est pas justement qu'il y ait des doutes dans ces contenus, c'est pas stabilisé, les chercheurs ne savent pas donc... ?
308. Oui mais bon on a eu des formations sur les Alpes. Monsieur LARDEAUX est venu, on comprend. Si on devait le faire par soi même ça serait impossible.
309. **BU** : Il faut quand même qu'il y ait un travail fait par un expert pour débroussailler un peu le terrain ?
310. Autrement il n'y aurait plus d'enseignement, plus d'enseignant, ça servirait à rien. Il suffirait d'aller sur Internet, de lire un truc et puis point final.
311. **BU** : Vous récupérez des documents dans cette formation continue ?
312. Oui
313. **BU** : Et ça vous sert après pour préparer vos cours ?
314. Oui ça me sert. J'ai pas de TS cette année mais j'ai gardé tous les documents.
315. **BU** : Il n'y en a pas eu sur l'effet de serre ?
316. Ah si je suis allé à une conférence l'année passée. C'était un spécialiste des glaces aux Pôles à l'ENS, Claude Lorius. J'étais un peu déçu, je voulais apprendre pleins de choses et c'est resté très général. C'était plus de l'information que de la formation.

## 1.10 Entretien de E4

Réalisé en mars 2004, retranscription M.H. Bertholet, B. Urgelli

1. BU : Vous vous situez dans quelle tranche d'âge ?
2. C'est 30 – 40.
3. BU : Votre cursus universitaire ?
4. J'ai fait un DEA et un début de thèse.
5. BU : Et un diplôme d'enseignement en SVT ?
6. Je viens de passer le CAPES de SVT.
7. BU : Votre DEA c'était dans quelle discipline ?
8. En biologie (physiologie et biologie).
9. BU : Donc vous avez fait un peu de recherche scientifique. Et le concours dans l'enseignement vous l'avez passé en quelle année ?
10. En 2003.
11. BU : Pourquoi vous avez changé de branche. Pourquoi vous avez quitté la recherche pour aller dans l'enseignement ?
12. Parce que j'ai fait de l'enseignement et que ça m'a plus plu que la recherche. La recherche me plaisait mais comme il n'y avait pas de débouchés donc j'ai décidé de bifurquer.
13. BU : Vous avez fait des travaux de recherche que vous avez publiés ?
14. Oui.
15. BU : Et pendant combien de temps ?
16. 2 ans.
17. BU : Et après vous êtes partie dans l'enseignement ?
18. Oui
19. BU : Votre 1<sup>ère</sup> classe de lycée vous l'avez prise en main cette année ?
20. Non car je suis stagiaire en situation donc j'ai enseigné pour la 1<sup>ère</sup> fois en 96.
21. BU : C'était une classe de seconde ?
22. De terminale scientifique.
23. BU : Et les premières secondes vous les avez eues quand ?
24. La même année mais avec les anciens programmes.
25. BU : Depuis la réforme 2000 ?
26. J'ai eu 2 fois des secondes. Ca c'est la 2<sup>ème</sup> fois.
27. BU : Donc ce programme sur l'effet de serre vous l'avez appliqué : c'est votre 2<sup>ème</sup> année ?
28. Oui
29. BU : Donc la 1<sup>ère</sup> année ça été juste au moment de la mise en place de la réforme et pendant 3 ans vous n'y avez plus retouché.
30. Oui voilà.
31. BU : Et avant vous l'enseignez ce thème ? parce qu'en 1<sup>ère</sup> S...
32. Non je n'ai jamais eu de 1<sup>ère</sup> S
33. BU : Cette année combien de classe de seconde vous avez ?
34. 3 classes.
35. BU : Et l'année où vous l'avez appliqué ?
36. 1 seule.
37. BU : Vous n'avez pas participé à l'expérimentation 99. Donc en 2000 vous avez eu à mettre en application ce nouveau programme, comment vous avez vécu cette partie là ?

38. Je ne m'en rappelle plus du tout.
39. BU : Ca ne vous a pas posé de difficulté particulière ?
40. Si sûrement mais... J'ai des souvenirs de la 3<sup>ème</sup> partie mais de cette partie je n'en ai aucun souvenir.
41. BU : La 3<sup>ème</sup> partie c'est ?
42. Cellule ADN unité du vivant mais cette partie sur la planétologie non.
43. BU : Vous commencez l'année par cette partie là ?
44. Oui parce que je pense que c'est plus logique de commencer par cela mais des fois on a des problèmes de salle.
45. BU : C'est dans l'ordre du bulletin officiel en fait ?
46. Oui je le suis.
47. BU : Je suppose que pour mettre ce programme en œuvre vous avez utilisé le bulletin officiel plus le texte d'accompagnement.
48. Oui
49. BU : Comment vous utilisez ces documents ?
50. Je mis tiens vraiment. J'essaie de coller le plus possible au programme. Le document d'accompagnement c'est vrai que je m'en sers pas mal mais bon moi j'utilise surtout le programme.
51. BU : Avec les élèves vous utilisez un manuel scolaire ?
52. Oui Bordas.
53. BU : Vous prenez des parties pour les exploiter avec les élèves, comment vous l'utilisez ?
54. Dans mes TD j'utilise des questions du livre. Par moment ils ont leur manuel et ils regardent.
55. BU : Vous faites appel à des documents du manuel scolaire ?
56. Oui
57. BU : Plutôt en TP et en cours ou seulement en TP ?
58. En général je me sers très peu du livre en cours.
59. BU : A la maison vous leur demandez de travailler sur le manuel scolaire ?
60. Non très peu. Je demande pas beaucoup de travail à la maison.
61. BU : Vous avez peut être été amené à utiliser une représentation schématique de l'effet de serre avec les rayonnements qui circulent. Vous l'avez pris dans quel ouvrage ?
62. C'est un manuel scolaire ça doit être le Belin.
63. BU : Vous vous en servez comme complément pédagogique ?
64. Oui
65. BU : Ca c'est pour la représentation. Vous faites un TP aussi ?
66. Oui
67. BU : Vous l'avez mis en place avec une maquette ?
68. Oui
69. BU : Est-ce que vous pouvez me la décrire ?
70. J'utilise deux enceintes : une ouverte, une fermée. Je recouvre la table de plastique noire. Une enceinte que je ferme avec du papier étirable et une que je laisse ouverte et je les fais souffler dedans pour faire de la vapeur d'eau. J'éclaire et puis voilà.
71. BU : Et vous placez des thermomètres ?
72. Oui des thermomètres dedans.
73. BU : Ou est ce que vous avez trouvé l'idée de ce TP, c'est dans les manuels ?
74. Oui peut être. J'ai du adapter d'un manuel.
75. BU : Du Bordas ?
76. Peut être. Je ne peux pas vous dire mais vous pouvez trouver je pense.
77. BU : Vos collègues font le même type de manipulation, vous savez ?

78. La je ne sais pas du tout.
79. BU : Et dans l'établissement où vous étiez au début ?
80. Ou j'étais oui mais en fait on était que 3 et on travaillait tout le temps ensemble. On avait décidé de faire le même. On l'avait mis au point ensemble.
81. BU : Les récipients, c'est quoi que vous utilisez ?
82. Des cristallisoirs.
83. BU : Donc vous demandez aux élèves de souffler dedans. Vous refermez ?
84. Oui j'en referme un sur les deux pour voir la différence. Puis on regarde la température sur 15 minutes.
85. BU : Quelle est l'allure de la courbe que vous obtenez ?
86. J'ai pas les résultats parce que c'est les élèves qui les ont gardés. Ça marche pas très bien
87. BU : Comment ça se fait ?
88. J'arrive pas à savoir pourquoi ça marche pas. J'ai carrément des résultats opposés avec une température qui augmente plus. A mon avis ça vient des lampes.
89. BU : Elle augmente plus dans le récipient ouvert ?
90. Oui mais en fait c'est le hasard total. En fait je pense que ça vient des lampes. On utilise des lampes de bric et de broc. On a du mal à régler la distance. En plus je ne suis pas sûre que les lampes fassent la même puissance. Ça ne va pas du tout. C'est un TP qui demande à mon avis un matériel quand même beaucoup plus élaboré et moins changeant. Ils bougent les lampes donc c'est la catastrophe.
91. BU : Il y a trop de paramètres ?.
92. Voilà oui.
93. BU : Donc ce TP là vous l'avez gardé par rapport à la première fois mais vous aimeriez bien le modifier ?.
94. J'y réfléchirais parce que je ne voudrais pas le garder comme ça, ça ne marche pas. C'est pas la peine.
95. BU : Comment ils réagissent les élèves quand ça marche pas ?
96. Déjà ils ne savent pas ce qu'ils doivent obtenir donc ils ne s'en rendent pas forcément compte et moi je leur donne des résultats après sur lesquels on peut travailler. Des résultats théoriques. Ils disent « qu'est ce que j'ai fait de mal » Ils essaient de savoir pourquoi ça n'a pas marché. Ils essaient plutôt de se défendre en fait.
97. BU : Est-ce que vous faites des exercices et des évaluations sur l'effet de serre ?
98. Oui
99. BU : Vous les construisez à partir de quel document (on pourra regarder tout à l'heure si vous voulez) En tout cas vous en faites quelques-uns ?
100. Oui. J'ai du faire une évaluation là dessus.
101. BU : Et des exercices à la maison ?
102. Non. Je vous dis je ne donne jamais de travail à la maison. Je fais des exercices avec eux en cours quand j'ai le temps.
103. BU : En fait vous faites les exercices du Bordas avec eux ?
104. Oui.
105. BU : Lorsqu'on regarde le bulletin officiel du programme de seconde il n'y a pas d'indication sur la durée du TP ni sur la durée du cours à faire là dessus. Vous vous passez combien de temps en TP et combien de temps en cours ?
106. Je passe 1 h ½ en TP sur la température en générale sur les planètes donc ce n'est pas que l'effet de serre. L'effet de serre est dedans. La manipulation dure 20-25 minutes. Et puis en cours, comme on a vu quasiment tout, j'y passe 5 minutes.
107. BU : Donc vous intégrez l'effet de serre. Vous ne faites pas que l'effet de serre. Vous l'intégrez dans la partie « températures de surface des planètes » ?
108. Oui
109. BU : Ensuite ½ heure pour faire le bilan du TP en cours ?
110. Non pas une ½ heure. Je l'intègre ; ça va vite : 10 minutes à peu près.
111. BU : Vos collègues font le même découpage du bulletin officiel par rapport au TP effet de serre ?
112. Je ne sais pas du tout.
113. BU : Ce choix et cette durée vous l'avez calibré plusieurs fois les 2 années où vous avez appliqué le programme ?

114. Oui il me semble que la 1<sup>ère</sup> année je n'ai pas fait comme cela. J'ai passé plus de temps sur l'expérience mais comme ça marchait pas je me suis dit que ça ne valait pas le coût donc je l'avais intégré.
115. BU : Donc vous faisiez deux TP en fait ?
116. Oui je devais faire la température en cours ou en TD en vitesse et je passais plus de temps sur la manip. Là je l'ai raccourcie.
117. BU : Vous avez gagné une semaine de TP ?
118. Non je suis au même nombre de TP car après on fait varier les durées du TD ou des questions.
119. BU : On va se placer du côté des élèves maintenant. Est-ce que vous avez souvenir de réactions particulières part rapport à l'effet de serre ? .
120. C'est vrai qu'ils en ont beaucoup entendu parlé. Ils sont surpris qu'on puisse le schématiser scientifiquement. Ca les surprend beaucoup car pour eux c'est un grand truc dans lequel on met pleins de choses...
121. BU : L'explication les surprend. Ils sont sensibles donc ?
122. Oui
123. BU : Est-ce que vous les questionnez avant de commencer sur ce qu'ils savent sur l'effet de serre ?
124. Ils disent « il faut qu'on arrête de polluer ». Ils ont des vagues notions et en fait ils disent cela et après ils sont un peu dans la science-fiction : « si on n'arrête pas de polluer l'effet de serre va tout ravager » « on va tous mourir ».
125. BU : Quelles conséquences ils imaginent ?
126. C'est la fin du monde.
127. BU : Comment ça se fait qu'ils ont cette idée là ?
128. Je peux pas vous dire mais c'est vrai qu'on entend des choses assez alarmistes et comme ils n'ont pas le recul nécessaire. Ils entendent un mot sur trois et puis ils voient des films aussi. Leur connaissance c'est moitié film, moitié vraie information donc l'amalgame qu'ils en font est parfois étonnant.
129. BU : Quand vous leur présentez ce schéma là est ce qu'il y a des difficultés particulières ? Est-ce qu'il y a toujours un endroit où ça bloque ?
130. Oui. A mon avis ils n'ont pas les bases de physique pour comprendre donc ils ont du mal.
131. BU : Qu'est ce qu'il y a en physique qui les bloque ?
132. Ils ont du mal à comprendre qu'un corps s'échauffe en les mettant à un rayonnement infra-rouge même si on leur explique. C'est un schéma quand même difficile.
133. BU : Et ils le voient en physique le rayonnement ?
134. Je ne sais pas.
135. BU : Ils ne disent pas cela on l'a vu en physique ?
136. Non
137. BU : Vous, lorsque vous l'avez vu la 1<sup>ère</sup> fois, que vous avez eu à mettre en œuvre ce programme, vous avez eu des questions, vous avez eu des difficultés de compréhension là dessus ?
138. Moi je l'avais vu en fac donc non ça allait.
139. BU : Vous avez eu une formation avec des enseignements sur l'effet de serre en université?
140. Oui
141. BU : C'était en quelle année ?
142. J'en sais rien
143. BU : Parce que ce n'est pas couramment enseigné dans les filières biologie – géologie.
144. Oui mais moi j'étais pas en formation des maîtres. Moi j'ai fait de l'écologie.
145. BU : C'est en Licence et en Maîtrise que vous avez vu cela ?
146. Oui à l'Université à Lyon. En Licence plutôt. C'était en 90 à peu près.
147. BU : Donc vous avez déjà entendu parlé de cela. Est-ce qu'avec les élèves vous parlez de température d'équilibre du à ce phénomène ?
148. Oui
149. BU : Vous faites le bilan des rayonnements qui arrivent, qui repartent, vous faites un bilan radiatif avec eux ?
150. Oui

151. BU : Vous m'avez dit que vous parlez des températures d'équilibre des autres planètes et vous vous servez de cela pour présenter le rôle de l'atmosphère sur la température de surface des planètes ? C'est dans cette logique là ?
152. Oui
153. BU : Apparemment il y a des difficultés dû aux notions physiques qu'il y a derrière. Vous m'avez dit rayonnement (ça les dérange) absorption des gaz (ils ne comprennent pas). Par rapport à l'air, l'atmosphère, les gaz ?
154. C'est vrai qu'ils ont du mal mais tout leur pose un problème. Le rayonnement solaire est ce qu'ils savent vraiment ce que c'est. C'est un point du programme qui n'est pas évident.
155. BU : Ils ne se rendent pas compte qu'en physique ils voient les mêmes choses parce que si on regarde le bulletin officiel il y a une partie qui s'appelle « relation transversale avec le programme de physique-chimie » et on leur met rayonnement, lumière, toutes les difficultés dont vous parlez ont été prévues mais ils ne se rendent pas compte qu'il y a une passerelle.
156. Non peut être que tout le monde ne vous dira pas cela mais ici moi j'ai des élèves qui n'ont pas un très bon niveau. Déjà dans une matière ils ont du mal alors si en plus il faut...c'est difficile.
157. BU : Je voudrais parler un peu avec vous des médias maintenant. Est-ce que vous pensez qu'ils ont une interférence avec ce que vous faites ?
158. Oh oui sûrement. Interférence pas forcément négative mais oui.
159. BU : Dans ce que les élèves savent est ce que c'est une part importante de leur connaissance avant d'arriver à l'école ?
160. Oui.
161. BU : Est-ce que vous vous tenez compte de cela dans votre enseignement ?
162. Oui je suis obligé.
163. BU : Vous faites comment concrètement ?
164. En discutant avec eux. Je pars de leurs acquis et j'essaie de voir en fonction des fausses idées qu'ils ont.
165. BU : Est-ce que vous exploitez des documents médiatiques ?
166. Alors cela on pourrait le faire en thème puisque cela fait partie des thèmes que l'on peut traiter mais moi je n'ai pas choisi de traiter ce thème là sinon je pourrai le faire.
167. BU : Vous feriez comment ?
168. J'ai récupéré des trucs sur l'effet de serre donc je pourrais leur faire lire, faire des exposés ou des petits dossiers ou des posters...mais moi j'ai pas travaillé là dessus.
169. BU : Sur les connaissances qu'ils ont probablement acquises dans les médias sur l'effet de serre c'est essentiellement l'idée qu'on va vers une catastrophe ?
170. Oui.
171. BU : Et ils parlent de réchauffement ?
172. Non. Ils parlent d'effet de serre et de pollution
173. BU : Pour eux c'est une pollution qui risque de conduire à la fin du monde ?
174. Oui.
175. BU : Dans la pollution est ce qu'ils parlent d'ozone. Effet de serre – ozone est ce qu'ils l'associent ou pas trop ? Est-ce que vous avez des souvenirs là dessus parce que c'est une confusion que fait une grande majorité de la population ?
176. Il me semble bien que pour eux c'est la même chose.
177. BU : Donc eux ne font pas le lien avec le réchauffement climatique et effet de serre mais est-ce que vous le faites en cours ?
178. Bien sûr.
179. BU : Comment vous faites concrètement ?
180. J'avais trouvé le réchauffement de la température sur un site ou je crois que je l'ai fait en exercice et je leur avais demandé quelles seraient les conséquences sur la terre et après je leur avais donné le document qui expliquait la montée des eaux.
181. BU : Et après le lien avec l'effet de serre vous le faites comment ?
182. On dit que plus il y a de gaz, plus il fait chaud, plus la température augmente. Il faut être assez simple.
183. BU : Vous le faites en cours cela ?
184. Oui.
185. BU : La 1<sup>ère</sup> année vous parliez de réchauffement climatique ?

186. Oui. La 1<sup>ère</sup> année je crois que j'avais même fait des exposés sur l'effet de serre.
187. BU : Vous avez noté une différence entre les élèves que vous avez eu la 1<sup>ère</sup> année lorsqu'on leur parle de l'effet de serre et ceux que vous avez maintenant ?
188. C'était pas les mêmes élèves, pas le même endroit, les mêmes classes. Ils savaient ce que c'était vraiment. En plus ils avaient envie de chercher des documents. J'en avais que 24. C'était pas du tout les mêmes élèves. Ici déjà la SVT c'est difficile alors...Ca les préoccupe en terme de pollution voilà mais aller expliquer non ça les dépasse un peu.
189. BU : Est-ce que vous présentez les problèmes de l'incertitude scientifique sur l'effet de serre (ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas) ?
190. Chaque fois que je peux j'essaie de leur dire « tout le monde n'est pas forcément d'accord, il y a plusieurs thèses.
191. BU : Et sur l'effet de serre à quel moment vous dites « ça c'est pas très sûr » ?
192. Je ne leur dit pas comme ça. Je leur dis « Bon, il y a d'autres chercheurs qui pensent qu'on est plutôt en période de refroidissement climatique » Voilà donc après. Moi je leur pose des questions plutôt et après...Je trouve que c'est important qu'ils se posent des questions sans leur donner tout le temps forcément la réponse. Ils ont l'impression que vous vous savez tout et que eux savent rien. C'est important de leur montrer qu'on est pas sûr.
193. BU : Donc vous leur montrez comment fonctionne un peu la recherche et la science ?
194. Oui j'essaie. Ca serait dommage que moi qui en est fait je ne fasse pas comme ça.
195. BU : Vous pensez que le fait dans avoir fait ça vous aide à leur montrer les doutes et que les connaissances ne sont pas figées ?
196. Bien sûr. Oui
197. BU : Est-ce que vous utilisez des documents montrant qu'il y a des incertitudes ?
198. Par contre non. J'ai vraiment pas le temps.
199. BU : Votre formation : sur l'effet de serre vous m'avez dit que vous avez eu une formation à l'université Lyon I je suppose dans les années 90 et c'était intégré dans un cursus de biologie-écologie. C'est ça ?
200. Je crois que c'était en biologie végétale ou en écologie végétale. J'ai un doute mais bon.
201. BU : Donc c'était une formation faite par des universitaires ?
202. Oui
203. BU : Vous avez des souvenirs de ce cours là ?
204. Je me rappelle bien. On avait fait des espèces de micros mémoire là dessus. Moi j'avais pas fait cela mais je m'en souviens assez bien.
205. BU : Il y avait eu des difficultés de compréhension particulière par rapport à cela ? C'est pas les mêmes que vous retrouvez chez vos élèves ? .
206. Non.
207. BU : Donc c'était une formation sur l'effet de serre faite par un biologiste ?
208. Oui. Biologie végétale il me semble.
209. BU : Comment ça se fait que c'était intégré dans la biologie végétale ?
210. J'ai un doute : est-ce que c'était écologie végétale ou biologie végétale ?
211. BU : En tout cas c'était pas un physicien ou un géologue ?
212. Non ça sûr.
213. BU : Est-ce que vous utilisez des sites Internet pour préparer vos enseignements ? Sur l'effet de serre vous avez des souvenirs de recherche ?
214. J'ai du regardé ce qu'il y avait de manip et j'ai rien trouvé d'extraordinaire.
215. BU : Est-ce que vous connaissez le site d'accompagnement des programmes qui a été mis en place par l'école normale à Gerland ?
216. Oui.
217. BU : Vous vous souvenez l'avoir visité ?
218. Oui sûrement.
219. BU : Pas sur l'effet de serre ?
220. Là je ne peux pas vous dire parce qu'à chaque fois que je fais un TP je recherche des trucs...
221. BU : Vous êtes passé dessus par hasard ou vous saviez que ça existait ?

222. Au début par hasard et puis après j'ai vu qu'on avait des infos en sciences au labo. Il y a une petite affiche. Mais je crois qu'il y a un commentaire qui a été rajouté à la main qui dit que c'est pas exploitable ou ce qui est exploitable est trop compliqué ou un truc comme ça.
223. BU : Il a été évalué par les enseignants ici. On regardera.
224. Sur ce site il y a la possibilité de poser des questions aux chercheurs et qui répondent directement aux enseignants. Alors on a regardé les questions qui ont été posées par les profs à l'échelle nationale sur l'effet de serre. En gros il y a des questions qui sont des problèmes de compréhension des mécanismes physiques, chimiques et ce qui se passent ce dont on a discuté tout à l'heure. Il y a des problèmes qui sont liés aux incertitudes des connaissances (est ce qu'on est sûr de cela ou pas). Il y a des questions sur le manque de ressources pédagogiques, de documents : « je manque de graphiques qui me permet d'expliquer ce que je veux » et puis un dernier type de questions qui est sur le dispositif expérimental dont on a parlé tout à l'heure. Vous vos difficultés ça été sur... si on avait besoin de ranger vos besoins, vos questions dans quelle catégorie ?
225. C'est la manip à faire pour que ça marche.
226. BU : C'est le montage expérimental ?
227. Oui.
228. BU : Vos collègues vous pensez qu'ils ont des difficultés ?
229. Oui. C'est vrai que d'après ce que j'ai vaguement entendu dire ils n'avaient pas plus d'idées que moi et qu'ils avaient tous la même année.
230. BU : Celle avait les ballons ?
231. Oui
232. BU : Une dernière partie qui porte sur les sources documentaires que vous utilisez pour vos enseignements. Sur cette partie là vous vous êtes appuyé sur les enseignements que vous avez eus à l'université ?
233. Non. Vous voulez dire au niveau des ressources ?
234. BU : Oui.
235. Non c'est impossible. Déjà quand je relis mes cours je les comprends à peine.
- BU : Qu'est ce que vous avez utilisé comme source documentaire alors ?
236. J'utilise Internet, des choses qui ont été faites par les collègues, les ressources académiques et les manuels.
237. BU : Vous allez sur les sites académiques ?
238. Oui. Il me semble bien que c'est celui de l'ENS que j'ai regardé. Il me semble que j'avais pris une idée de TP.
239. BU : C'est la 1<sup>ère</sup> année que vous avez pris l'idée de TP ?
240. Non c'est cette année là mais je me demande si c'était pas Planet-Terre. C'est un site de l'ENS mais c'est pas Planet-Terre, je crois pas.
241. BU : La 1<sup>ère</sup> année, vos sources documentaires s'étaient des sites Internet ?
242. Non franchement je ne pense pas.
243. BU : C'était plutôt des manuels universitaires ?
244. Oui. Je ne devais pas avoir le temps donc j'avais du prendre ce que faisaient mes collègues.
245. BU : Est-ce que vous utilisez les revues « Pour la Science et la Recherche » ?
246. Oui ça m'arrive mais c'est un peu compliqué. Ca m'arrive mais pas là dessus.
247. BU : Et sur cette partie là ?
248. Non.
249. BU : Donc pour les exercices et les évaluations on verra tout à l'heure d'où viennent les documents ?
250. Ah mais les documents ils viennent des manuels.
251. BU : D'accord mais vous les mettez en forme comme vous voulez ?
252. Oui. Je les change un peu.
253. BU : Pour le travail en équipe pluridisciplinaire, vous ne l'avez jamais expérimenté sur cette partie là ? Vous n'avez jamais travaillé avec les profs de physique-chimie ?
254. Non
255. BU : La 1<sup>ère</sup> année vous avez travaillé avec les collègues de votre discipline, l'SVT ?
256. Oui.

257. BU : Cette année moins ?
258. Oui pas beaucoup.
259. BU : Les enseignements est ce que vous m'avez dit que vous les aviez changés par rapport à la 1<sup>ère</sup> année ?
260. Oui j'ai tout changé.
261. BU : Comment ça se fait ?
262. Moi en fait j'ai débarqué dans l'enseignement sans jamais avoir de formation donc je ne savais pas du tout. J'enseignais à ma manière, pas du tout comme il fallait donc ayant passé le concours l'an dernier j'ai du tout changé.
263. BU : Si vous deviez vous critiquer : c'était quoi les défauts que vous aviez ?
264. J' appelle pas cela des défauts parce que mes élèves réussissaient bien, c'était cohérent mais c'était pas du tout la manière d'enseigner. Je ne faisais pas un TP où j'apportais les notions et puis après le cours en bilan. Je ne faisais jamais comme ça. J'avais par TD-cours mais je pouvais faire du cours avant ça dépendait.
265. BU : Vous aviez plutôt une approche universitaire de l'enseignement ?
266. Oui je crois. Je faisais ça comme un cours, comme un TD de fac.
267. BU : L'année où il y a eu l'effet de serre vous l'aviez abordé comme ça aussi ? Vous aviez fait un TD pas forcément connecté avec le cours ?
268. Oui voilà.
269. BU : On a parlé aussi de la partie bio qui s'appelle « relation transversale avec le programme de physique-chimie », vous vous souvenez l'avoir lu cette partie la 1<sup>ère</sup> année ?
270. Oui
271. BU : Et vous n'avez pas pu construire quelque chose... ?
272. Franchement non. Peut être que ça se fait. J'ai débarqué là le 1<sup>er</sup> septembre, je ne connaissais personne. Les gens ne sont pas en train de vous dire « allez viens, je suis le collègue de physique, on peut travailler ensemble » C'est à vous... Je suppose que c'est possible mais il faut être là depuis au moins un an. Ca jamais été mon cas pour le moment. J'aimerais bien.
273. BU : C'est votre 1<sup>ère</sup> année dans cet établissement ?
274. Oui
275. BU : Donc difficile de dire si les élèves sentent s'il y a un lien entre les deux disciplines ?
276. A mon avis non. S'il y en avait un ils ne le sentiraient pas à mon avis.
277. BU : Cette idée de rayonnement on s'était dit que justement en entendant parler en physique ...
278. C'est vrai qu'il faudrait travailler ensemble mais moi je ne l'ai jamais vu dans aucun lycée dans lequel je suis passé.
279. BU : La dernière question c'est une question qui porte sur un article de la recherche qui est sorti en décembre 2003 et qui faisait un bilan des connaissances sur le réchauffement climatique et qui s'appelait « enquête sur les experts du climats » est ce que vous l'avez vu passé ce document ?
280. Ah non. Je l'achète souvent et là j'ai du le rater ou alors je l'ai archivé sans le lire.
281. BU : Imaginons que vous ayez pu le voir ou que vous le regardiez dans les semaines qui viennent, comment vous exploitez un document qui fait une synthèse scientifique des connaissances ?
282. Il faudrait que je le regarde, je ne sais pas ce qu'il y a dedans. L'an prochain si j'ai des secondes j'essayerais de plus bosser sur les thèmes. C'est pas évident mais j'essayerais de compléter avec un exposé. Justement ça me paraît intéressant de voir le point de vue scientifique sur l'effet de serre. Et ça c'est vrai quand cours, en TP on n'a pas le temps. C'est une partie du programme que j'aimerais bien travailler en thème, en exposé par exemple.
283. BU : Pour qu'ils puissent faire des recherches dans les médias ?
284. Oui je leur donnerais les supports. Par exemple cet article de la recherche c'est un peu compliqué pour des secondes. Il faudrait que je regarde et que je traduise un peu.
285. BU : Est-ce que vous avez des souvenirs d'exemples où vous avez exploité un article pour préparer vos cours ?
286. Oui j'ai exploité il n'y a pas longtemps (mais c'est pas avec des secondes) un document de Sciences et Vie sur la vision donc j'ai utilisé le schéma notamment il y avait un joli schéma que j'avais du reprendre pour mes élèves
287. BU : Donc vous faites comment dans ce cas là ? Vous le photocopiez, vous le retravaillez ou vous le donnez ?
288. Je le retravaille toujours. Il y avait aussi des choses sur la myopie.
289. BU : C'est plutôt de la schématisation ?

290. Oui. Si vous voulez dans les connaissances on a pas le temps d'exploiter des questions ou des questionnements et des problèmes donc je le ferais plus dans les thèmes.
291. BU : Est-ce qu'il vous arrive d'utiliser des extraits d'édition scientifique : « c'est pas sorcier » « E=M6 » ? Comment vous faites dans ce cas là ?
292. Oui mais en fait ça ne correspondrait pas au programme de l'initiale car moi je travaille à mi temps dans la formation continue donc par exemple j'utilise très souvent le film de Milson sur la naissance mais je l'utilise moi en illustration de mon cours. C'est à dire que je fais le cours et après je passe la cassette.
293. BU : Est-ce que ça vous arrive de voir des émissions et d'en prélever des extraits et de travailler avec eux en cours ?
294. Oui par exemple j'ai eu sur le cœur j'ai utilisé un extrait d'émission.
295. BU : Vous faites comment dans ce cas là ? C'est quoi la démarche ?
296. Je pose une question. Je passe le film, il y a la réponse dedans ou je passe pas ce film et je dis quelles questions on peut poser. Ca dépend.
297. BU : Est-ce que ça vous arrive de critiquer un film, de dire : « regardez là qu'est ce que vous en pensez ? »
298. Non parce qu'en général s'il y a des critiques je ne l'utilise pas. Il faudrait que vous me disiez des extraits.
299. BU : On pourrait prendre par exemple des extraits sur l'effet de serre qui disent qu'il n'y a pas de réchauffement mais un refroidissement climatique.
300. Oui mais critiquer un travail de recherche c'est quand même...Il semble me rappeler que le prof de géologie que j'avais en licence nous montrait des courbes et c'est vrai qu'on était bien dans une période de (refroidissement). Si l'on parle en 0.5 ° ou 1° ou 2°. Il nous situait plutôt en haut d'une période de chaleur avec plutôt un refroidissement mais bon c'est il y a 10 ans donc est ce que depuis...Je trouve que c'est du compliqué à critiquer avec les données qu'on a.

## 1.11 Entretien de E2

Réalisé en mars 2004, retranscription : M.H. Bertholet, B. Urgelli

1. **BU** : Dans quelle tranche d'âge vous vous situez ?
2. 50 – 60 ans.
3. **BU** : Votre cursus universitaire et disciplinaire ?
4. Une maîtrise de Sciences Naturelles.
5. **BU** : Est-ce que vous avez fait de la recherche scientifique ?
6. Non.
7. **BU** : Le concours d'enseignement vous l'avez passé en quelle année ?
8. En 72.
9. **BU** : Est-ce que vous saviez à l'époque qu'elles étaient vos motivations pour l'enseignement plus que pour la recherche après le cursus universitaire ?
10. Disons que j'ai toujours voulu faire de l'enseignement depuis que j'étais gosse. Donc j'ai gardé cette idée continuellement, je n'ai jamais pensé faire de la recherche.
11. **BU** : Vous avez pris votre 1<sup>ère</sup> classe en main juste après le concours ?
12. Oui. J'ai commencé à la rentrée 72.
13. **BU** : Avec des classes de lycée ?
14. Non de collègue.
15. **BU** : Et vos classes de lycée ?
16. Mes premières classes de lycée j'en ai eu quand j'étais stagiaire mais après j'en ai eu que l'année où je suis venu ici c'est à dire en 84.
17. **BU** : Avant la réforme des programmes 2000, la dernière réforme, qui porte sur la classe de seconde avec l'introduction de l'effet de serre, est ce que vous aviez des classes de lycée à charge de niveau seconde ?
18. Oui.
19. **BU** : Et les autres niveaux vous les aviez aussi ?
20. Oui. 1<sup>ère</sup> S et suivant les années d'autres premières, des terminales C
21. **BU** : Donc vous avez des secondes depuis un certain temps.
22. Depuis que je suis ici j'en ai toujours une !
23. **BU** : Depuis le nouveau programme combien de classes de seconde vous avez ?
24. En général 2 ou 3.
25. **BU** : Quand est ce que vous avez enseigné pour la 1<sup>ère</sup> fois l'effet de serre en seconde : c'était le jour de l'application des programmes ?
26. Oui, l'année où les programmes ont été mis en route : rentrée 2000.
27. **BU** : Vous n'avez pas participé à l'expérimentation du programme ?
28. Non. Justement la collègue qui était là y a participé.
29. **BU** : On essayera peut-être de la voir. Comment vous avez vécu d'une manière générale l'introduction de cette thématique dans vos enseignements de seconde ?
30. C'est quelque chose qui motive beaucoup les élèves parce qu'ils en entendent parler tout le temps et en fait ils ne savent pas trop ce que c'est mais du point de vue pratique ça nous a demandé beaucoup de travail pour mettre en œuvre des expériences parce que franchement on a beau voir des tas de schémas dans les bouquins quand on les met en place ça ne marche pas ou une fois sur trois. Donc ça pose beaucoup de problème. Tous les ans, c'est pour cela je dis qu'on a pas de fiche TP, j'ai changé de matériel, de protocole et je ne suis jamais contente de ce que j'obtiens.
31. **BU** : Est ce que vous parliez d'effet de serre avant cette réforme dans vos classes de lycées ?
32. J'avoue que je ne me souviens pas.
33. **BU** : J'ai regardé un peu la réforme en 1<sup>ère</sup> S, la réforme précédente celle de 92 demandait de parler d'effet de serre...
34. Quand on faisait le cycle de la matière et les perturbations par les activités humaines mais non on n'expliquait pas ce que c'était, moi je ne l'expliquais pas.

35. **BU** : Donc c'est différent ce que l'on demande en seconde ?
36. Oui c'est complètement différent.
37. **BU** : Et qu'est ce qui a changé ?
38. Là on essaie d'expliquer en quoi ça consiste. Quels sont les gaz qui interviennent et vraiment les conséquences que ça peut avoir.
39. **BU** : Est ce que vous avez utilisé pour préparer vos enseignements les textes d'accompagnement et le bulletin officiel ?
40. Oui
41. **BU** : Et comment vous les utilisez ?
42. On les lit toujours. On y trouve des idées mais au niveau pratique même au début je ne me souviens plus si on avait trouvé des choses dedans mais je l'utilise toujours, les compléments, le BO. On essaie de suivre les consignes.
43. **BU** : Avec les élèves vous utilisez le manuel scolaire pour l'effet de serre?
44. Oui.
45. **BU** : Qu'est ce que vous avez comme manuel ?
46. Hatier.
47. **BU** : Quels types de documents vous utilisez dans ce manuel scolaire ?
48. Il y a déjà 2 images satellites qui permettent de montrer l'importance de l'atmosphère sur l'émission d'infra rouge par la terre. Il y a aussi des courbes qui montrent l'intervention des différents gaz à effet de serre dans l'absorption des infra rouges. Il y a une photo du dispositif expérimental (ça on ne dit pas la page justement au début pour qu'ils montent tout seul leur expérience) et puis au cas où ça ne marche pas, c'est fréquent, il y a des courbes de résultats dans le livre.
49. **BU** : Donc vous l'utilisez en TP finalement le manuel scolaire ?
50. Oui.
51. **BU** : Pas en cours ?
52. Moi j'avoue que je fais très peu de cours. Je fais mon cours en TP.
53. **BU** : Est ce que vous utilisez en classe une représentation schématique de l'effet de serre, de la circulation des rayonnements ?
54. Oui.
55. **BU** : Et vous prenez celle du livre ?
56. Oui celle du Hatier.
57. **BU** : Vous l'a redessiné avec eux ?
58. Oui je fais construire un schéma aux élèves. Ça correspond à celui du livre, ce qu'on établit d'après ce que l'on a fait avant. On a utilisé les documents du livre, on arrive à construire un schéma qui ressemble à celui du livre. On ne copie pas dans le livre, on le construit, on l'élabore avec les élèves.
59. **BU** : Vous faites donc un TP sur l'effet de serre et vous utilisez une maquette pendant cette séance de TP c'est ça ?
60. C'est à dire qu'on leur donne une cloche en plastique, un grand sac noir, deux thermomètres et deux lampes de même puissance. On leur donne le matériel et on leur dit d'imaginer un dispositif pour démontrer l'effet de serre.
61. **BU** : Vous attendez quoi comme travail là dessus ?
62. Il y en a qui déjà ne comprennent rien du tout, qui mettent le sac en plastique en boule sous la cloche. On a des choses farfelues mais rare quand même. La plupart ils prennent bien le sac noir comme surface de la terre pour que ça absorbe mieux la chaleur, ils trouvent tout de suite cela. Ils mettent un thermomètre sous la cloche, un à côté de la cloche, les deux lampes au dessus des deux thermomètres. Là où il faut rectifier c'est bien leur dire de faire attention à la distance, bien respecter la distance puisque avant on a vu que la distance avait une importance. C'est surtout là dessus qu'il faut intervenir mais en général ils montent très facilement le dispositif.
63. **BU** : Ce dispositif là c'est le 1<sup>er</sup> que vous avez mis en place en 2000 ou vous l'avez changé au cours des années ?
64. Non. On a travaillé dans des flacons aussi quand on avait rien.
65. **BU** : Et ça marchait comment ?
66. Pareil pas mieux. On mettait un thermomètre dedans. On éclairait le flacon.
67. **BU** : Il y avait quoi dans le flacon ?
68. De l'air. Il y a des collègues qui ont essayé avec des éponges humides aussi. Moi je sais que la première fois que je l'ai essayé ça m'a fait l'effet inverse à cause de la chaleur utilisée pour évaporer l'eau donc j'ai mis une croix dessus. Je ne l'ai plus refait. Je sais qu'il y a des collègues qui le font encore et qui disent que ça marche. Alors je ne sais pas. Moi je n'ai pas eu de résultats.

69. **BU** : Comment vous les avez mis en place ces TP ? Vous les avez imaginé comment ?
70. On s'est inspiré de ce qu'il y avait dans les différents manuels.
71. **BU** : Est ce que vous faites des exercices ou des évaluations sur l'effet de serre ?
72. En devoir surveillé des exercices oui ça arrive. Des devoirs à la maison non.
73. **BU** : Comment vous les avez préparé ces évaluations ? à partir de quel support ?
74. Au départ je pars toujours des différents livres qu'on a à notre disposition puis je les adapte à ma façon en fonction de ce que j'ai fait en cours mais ça part toujours des documents des livres scolaires.
- BU** : C'est le Hatier qui vous a servi ?
75. Pour les devoirs j'essaie de prendre dans d'autres pour avoir des documents un peu différents.
76. **BU** : Quand vous avez eu le nouveau programme, votre découpage horaire et votre articulation cours-TP vous l'avez fait comment ? car je crois qu'il n'y a pas d'instruction sur le découpage. Vous avez fait une séance sur l'effet de serre ?
77. Oui
78. **BU** : Pourquoi vous avez découpé de cette façon là ?
79. Parce que si on veut tout faire tenir dans le nombre de semaines qui nous est imposé moi je n'arrive pas à faire mieux. Déjà je n'arrive jamais à finir mes programmes.
80. **BU** : C'est un découpage que vous avez mis au point avec vos collègues ?
81. On travaille tous à peu près au même rythme. On fait à peu près tous les mêmes choses dans les mêmes temps.
82. **BU** : Vous faites 1 h ½ de TP ?
83. Oui, si j'ai pas le temps, comme des fois la manip ça marche plus ou moins, j'en prends sur la séance d'après pour faire le bilan, pour en tirer les grandes notions mais on essaie de faire tenir en une séance.
84. **BU** : Ce découpage là il a été mis en place la 1<sup>ère</sup> année et il continue ?
85. On essaie de s'y tenir.
86. **BU** : Vous n'avez pas été amené à le modifier ?
87. Au début je passais beaucoup plus de temps
88. **BU** : Si on se place du côté des élèves maintenant, comment ils perçoivent cet enseignement sur l'effet de serre ?
89. Au départ il y a de l'intérêt déjà parce qu'ils connaissent sans connaître. Il y a toujours une motivation, il n'y a aucun problème pour démarrer et la séance ça part très facilement.
- BU** : Comment est ce que vous démarrez votre séance ?
90. Sur le coup ça ne me revient pas comme on l'a fait au 1<sup>er</sup> trimestre... En fait c'est une déduction du TP d'avant. Ca s'enchaîne.
91. **BU** : Est ce que vous constatez chez les élèves, depuis 4 ans maintenant que vous enseignez cette thématique là, un changement lorsque vous parlez de l'effet de serre ?
92. C'est toujours perçu avec autant d'intérêt.
93. **BU** : Si on essaye de faire une liste des difficultés, est ce que vous serez capable de me le dire ?
94. Ce qu'ils ont du mal à comprendre c'est cette histoire d'absorption d'infra rouge par des gaz, ça les dépasse un peu. C'est vrai qu'au niveau physique on ne peut pas avoir les connaissances pour comprendre cela. Je leur dis qu'il n'y a pas besoin de comprendre dans les détails mais là il y a des questions. Ils aimeraient des fois en savoir plus.
95. **BU** : La représentation schématique que vous leur faites construire vous m'avez dit est ce qu'elle leur pose des problèmes aussi ?
96. Non ça ne pose pas de problème. Ce que je trouve un peu dommage c'est que chaque fois pour le schéma on met une couche de nuages pour matérialiser la vapeur d'eau alors qu'en fait il y a d'autres gaz, on a démontré avant qui intervenaient donc que ce n'est pas très juste mais eux ça ne les choque pas du tout si moi je ne leur fait pas remarqué, eux ça ne les gêne pas.
97. **BU** : Vous si vous vouliez faire une analyse critique de ce schéma...
98. Ca par exemple, oui.
99. **BU** : Au niveau du schéma, la 1<sup>ère</sup> fois que vous l'avez vu vous avez eu des difficultés ?
100. Non c'est quelque chose qu'on connaissait quand même un peu. Moi je n'ai jamais travaillé dans l'enseignement supérieur là dessus donc je n'avais pas de connaissances très élevées à ce niveau. Non ça ne m'a pas vraiment perturbé.
101. **BU** : Est ce que avec les élèves vous parlez de températures d'équilibre de la planète, de bilans, des rayonnements, incidents ?
102. Non. Dans leur livre il y a quelques chiffres mais moi je ne fais pas.

103. **BU** : Vous ne faites pas d'équilibre énergétique ?
104. Non. On faisait ça en 1<sup>ère</sup> S avant dans un autre chapitre sur le rayonnement solaire, je me souviens là on faisait des mesures de la constante solaire en TP donc là il y avait des schémas détaillés. On faisait vraiment les bilans chiffrés mais en seconde non, je ne vais pas jusque là.
105. **BU** : Il y a effectivement des notions de physique derrière rayonnement, lumière, énergie et température et ces notions là, elles sont aussi abordées en seconde en physique. Alors est ce que les élèves ont des difficultés en sciences naturelles et que les profs de physique retrouvent et qu'ils vous signalent ?
106. Non. C'est pas qu'il n'y en a pas, je ne pense pas mais il n'y a pas beaucoup d'échange au niveau seconde entre les collègues de physique et nous. Je pense que ce serait une chose à refaire. Il y a quelques années on se réunissait, de temps en temps avec les collègues de physique et de maths d'ailleurs et puis on essayait de faire des choses en parallèle dans toutes les matières alors que depuis plusieurs années ça ne se fait plus ici et c'est dommage.
107. **BU** : Comment vous l'expliquez ? C'est propre à l'établissement ?
108. Non c'est qu'il y a eu des changements au niveau équipe d'enseignement. Beaucoup de gens qui partent en retraite d'année en année. C'est vrai que ça c'est perdu et c'est dommage parce que moi des fois je m'aperçois c'est vrai je prends un livre de physique je dis « mince, ça ils l'ont fait ». En fait je ne connais pas vraiment le contenu des programmes de physique.
109. **BU** : Est ce que les élèves se rendent compte qu'il y a des possibilités de faire des passerelles entre la physique, la chimie et la biologie – géologie ?
110. Quand on leur fait remarquer oui. Ils disent « ah ben oui on l'a fait » mais d'eux même moi je n'ai jamais de réaction spontanée des élèves qui me diraient « ah ben ça on l'a vu en physique » D'eux même non jamais.
111. **BU** : On va passer sur la place des médias dans l'enseignement de cette thématique qui est très médiatisée. Est ce que vous pensez que les médias dans l'apprentissage pour les élèves de l'effet de serre ont une influence ? Est ce que vous sentez une interférence avec ce que vous faites ?
112. Il y a une interférence que je ne trouve pas toujours très favorable parce qu'ils faut voir ce que les élèves regardent à la télévision et en plus ils ne retiennent pas toujours ce qu'on aimerait qu'ils retiennent. Pour eux l'effet de serre c'est réchauffement de la planète, le niveau des mers qui montent en général, les ours polaires ça revient tout le temps. Ils ont des clichés, des images en tête mais sur ce qu'est l'effet de serre au départ ils ne le savent pas. Même les histoires de taux CO<sub>2</sub>...même au CO<sub>2</sub> ils n'arrivent pas à le relier souvent. Alors que ça quand même quand on parle pollution... ils ne font pas le lien. Ils ne retiennent que les images très parlantes. Quand dans leur livre il y a un pauvre ours sur son morceau de banquise ça ça les marque mais pour eux j'ai remarqué que l'effet de serre ça se résume à des clichés comme ça c'est tout. « Qu'est ce qu'on va devenir si ça continue à se réchauffer ? »
113. **BU** : Est ce que vous prenez en compte ces clichés qui viennent des médias dans votre enseignement quand vous commencez le cours ?
114. En introduction, oui des fois ça arrive suivant le sujet. Si au journal télévisé quelques jours avant il y a eu des choses dites des fois j'essaie d'enregistrer ou de passer quelque chose ou de partir d'une revue ou d'une photo assez spectaculaire.
115. **BU** : Donc vous vous appuyez sur les médias ?
116. Oui au départ oui.
117. **BU** : Pour les critiquer finalement ?
118. Au départ pour les motiver puisque c'est cela qu'ils retiennent eux dans la réalité donc il faut partir de ce qui les a déjà accroché et puis à la fin on peut essayer quand même, quand on a accumulé quelques connaissances, de critiquer un peu ce qu'on avait vu au départ.
119. **BU** : Les élèves eux lorsque vous les interrogez sur ce qu'ils savent sur l'effet de serre est ce qu'ils font référence à des médias en particulier, des choses qu'ils ont vu ? Est ce que vous avez souvenir ?
120. Ils parlent toujours télévision sinon revue scientifique j'avoue que ....
121. **BU** : Ils vous disent « on a entendu à la télé parler de l'effet de serre ? »
122. Oui.
123. **BU** : Qu'est ce qu'ils ramènent comme connaissance ?
124. Je vous ai dit ça c'est tout : le réchauffement du climat, l'élévation de la température donc qu'est ce que ça va faire ?
125. **BU** : Et vous vous réagissez comment lorsque vous avez ces connaissances là ?
126. Je leur dis « attendez un peu déjà qu'on explique exactement ce que c'est, de combien ça peut élever la température » et puis des fois je leur dis « si vraiment ça vous passionnent, vous faites une classe scientifique et en terminale vous aurez plus de détails sur les probabilités, les calculs mathématiques qui sont fait pour prévoir l'évolution du climat » Des fois je sors 1 ou 2 transparents de terminale que j'ai pour leur montrer un peu autre chose mais je ne leur fais pas noter c'est pas vraiment à leur programme mais c'est pour dire un peu ce qu'il en est dans la réalité par rapport à ce qu'eux ont retenu à la télé.
127. **BU** : Nous on a relevé par des enquêtes que pour la grande majorité de la population on constate une confusion entre ozone et effet de serre. Est ce que vous l'avez noté dans vos enseignements ?
128. Oui l'ozone ils ne savent pas du tout ce que sait. Le trou dans la couche d'ozone, pour eux, ils ne savent pas du tout c'est vrai qu'ils mélangent avec l'effet de serre, la pollution. Pour eux il n'y a rien de précis.

129. **BU** : C'est confus et ça vient de quoi vous pensez ?
130. Déjà dans les programmes scolaires l'ozone ils n'en ont jamais entendu parlé. Ça ne rentre jamais dans les programmes donc ils l'ont entendu comme ça vaguement, à la télé en général. Ils ne cherchent pas plus loin n'importe comment et c'est des choses qu'ils entendent de loin.
131. **BU** : Le lien avec le réchauffement climatique que font les élèves dès la 1<sup>ère</sup> année ils le faisaient ou c'est progressivement que vous avez constaté qu'ils vous parlent de plus en plus de réchauffement climatique ?
132. Non ça fait quelques années. Dans les années où on le faisait en 1<sup>ère</sup> il y avait moins d'inquiétude disons ils étaient moins conscients de cette histoire de réchauffement du climat alors que là si il y a une inquiétude quand même.
133. **BU** : Il y a de l'inquiétude et il y a aussi des incertitudes scientifiques. Est ce que vous abordez cette idée là avec eux ?
134. J'essaie en les renvoyant justement un peu plus tard ou en essayant de sortir quelques données du cours de terminale.
135. **BU** : Quel type de données vous utilisez pour montrer les incertitudes ?
136. Je m'en souviens plus.
137. **BU** : Ça vient du livre de Terminale ?
138. Oui je prends dans mon cours de terminale. C'est le Hatier. Cette année j'ai fait l'effet de serre en seconde au 1<sup>er</sup> trimestre et le climat je vais le faire à la fin de l'année là en terminale. C'est pour ça j'ai du mal à relier les deux surtout qu'en SP c'est seulement depuis l'an dernier donc j'avoue que je ne maîtrise pas par cœur encore mon cours. J'ai besoin de remettre les choses en place.
139. **BU** : Je voudrais que l'on parle de votre formation sur l'effet de serre. Vous avez eu une formation initiale à l'effet de serre ?
140. Non
141. **BU** : Donc c'est de la formation continue ?
142. Oui c'est de la formation personnelle c'est à dire dans les livres scolaires + des revues scientifiques « la recherche » « Pour la Science ».
143. **BU** : Vous n'avez pas suivi des formations avec des universitaires ?
144. Non
145. **BU** : Donc c'est de la lecture essentiellement de revues scientifiques. Quel type de revue vous m'avez dit ?
146. En général je prends « pour la recherche » et « pour la science »
147. **BU** : Quelles difficultés vous avez rencontré en exploitant ces ressources ?
148. C'est surtout au niveau des conséquences. Le gros problème : est ce que vraiment on va vers cette élévation ? et là on trouve des données très différentes donc c'est vrai je manque de certitude dans ce que je peux dire aux élèves. Donc moi je fais avec ce que je sais, ce que j'ai pris dans tous les livres de terminale mais j'avoue qu'il y a un certain flou. Entre les gens qui prévoient telle élévation de température, d'autres telle autre.
149. **BU** : Est ce que c'est gênant pour eux d'avoir des incertitudes à enseigner plutôt que des certitudes ?
150. Je pense que certains élèves c'est vrai s'imaginent que c'est le prof qui n'est pas au courant. Ça j'en suis sûr pour certains. Il y en a d'autres qui admettent très bien qu'on n'est pas des encyclopédies, qu'en plus c'est des choses qui sont en pleine évolution donc on n'est pas forcément au courant de tout et qu'il y a cette incertitude, que même à haut niveau. Mais il y a des élèves qui ne le prennent pas comme ça, qui doivent se dire « elle n'y connaît pas grand chose ».
151. **BU** : Est ce que vous utilisez pour vous former ou que vous avez utilisé pour vous former sur l'effet de serre des sites Internet ?
152. Non
153. **BU** : Il y a un site qui a été mis en place pour accompagner ce programme et qui a un chapitre d'aide aux enseignants pour la partie effet de serre. Alors les profs peuvent poser des questions. On a regardé le type de questions que posaient les enseignants au moment de la mise en place du programme et jusqu'à 2003. De 2000 à 2003 on a récolté toutes les questions, il y en avait une quarantaine. Il y avait 4 types de questions. Des questions sur les mécanismes physiques et chimiques de l'effet de serre ; la démarche de modélisation et les incertitudes ; il y a eu beaucoup de questions sur les dispositifs à utiliser en classe pour faire un TP sur l'effet de serre et il y a eu des questions qui montraient le manque de ressources pédagogiques au sens large. Vous votre manque ou vos besoins vous les situez où ? C'était les incertitudes c'est ce que vous m'avez dit tout à l'heure ?
154. Il y a toutes ces incertitudes dont les conséquences de l'effet de serre. C'est vrai au début je disais au niveau des mécanismes physiques (tout ce qui est absorption donc des questions que posent les élèves) moi il y a des choses que je ne maîtrise pas non plus au niveau physique.
155. **BU** : Et comment vous faites dans ce cas là ?
156. Suivant les questions posées par les élèves des fois après je fais des recherches, j'approfondis ou j'en parle aux collègues de physique
157. **BU** : Vous vous souvenez avoir eu des échanges avec les profs de physique sur un concept physique ?
158. Je me souviens une année oui, à propos d'infra rouge, mais je ne sais plus exactement pourquoi, à la suite d'une question qu'avait posé les élèves. Je me suis aperçu qu'il y avait quelque chose que je ne maîtrisais pas du tout mais ça ne me revient plus. C'était lié au rayonnement infra rouge, je ne sais plus ce que c'était. Mais pour moi mes plus gros problèmes c'est l'histoire de

modélisation au niveau du schéma et au niveau pratique. Franchement les élèves eux aussi on du mal à comprendre après : on met cette cloche en plastique pour simuler l'atmosphère, franchement ils ne comprennent pas parce qu'après vous leur donné par exemple, cette année j'ai donné un exercice, une serre de jardinier, alors là il y avait la serre de jardinier plus l'atmosphère à côté : c'est là qu'on voit qu'il y a vraiment des problèmes.

159. **BU** : Comment il faudrait faire alors ?
160. Moi j'ai beaucoup de mal avec cette partie. Je ne sais pas comment il faudrait faire. Après ils disent « pourquoi on ne met pas aussi du CO<sub>2</sub> sous la serre » Je dis « déjà il y a des problèmes pratiques et puis le peu de temps qu'on a » Mais j'ai vrai je vous disais l'autre fois au téléphone qu'en TPE j'ai des élèves cette année qui essaient de le faire et qui me disent « ça ne marche pas » Je leur dis « recommencez, essayez de modifier vos dispositifs, d'augmenter vos productions de CO<sub>2</sub>, d'accumuler déjà plus de CO<sub>2</sub> sous la cloche avant » mais c'est vrai que personnellement je ne sais pas comment il faut faire. Je dis « essayez » Nous on passe des heures justement à essayer de faire des manipulations, à monter des TP, on n'y passe beaucoup de temps. Même au début, quand on a pris des flacons, des collègues avaient essayé de mettre du papier noir au fond. Moi aussi une année j'ai carrément essayé de mettre du terreau mais les résultats c'est toujours les mêmes.
161. **BU** : Ca donne quoi les résultats ?
162. C'est à dire que dans une classe où on a 8 ou 9 groupes, il y aura peut être 3 groupes où on aura des résultats exploitables et puis les autres s'est carrément l'inverse.
163. **BU** : Vous attendez quoi comme allure de résultats ?
164. Une augmentation plus rapide sous la cloche et puis une stabilisation à un niveau plus élevé de la température sous la cloche qu'à l'extérieur. Mais déjà le gros problème c'est que comme ils ont peu de temps, c'est le thermomètre qui est en dehors de la serre qui chauffe plus vite que l'autre, il y a le rayonnement direct qui va dessus alors que là le temps qu'on chauffe la cloche avant de chauffer l'intérieur on a des résultats qui ne collent pas. Je me dis que sur plus longtemps on risquerait d'obtenir quelque chose de mieux. J'ai essayé de laisser des lampes au dessus et franchement non ça n'arrive pas à ces belles courbes qu'il y a dans les livres. J'ai l'impression que c'est vraiment le hasard car sur 9 groupes quand on voit qu'il y en a 2 ou 3 qui ont des résultats convenables on se dit ...alors on essaie de critiquer après l'expérience. Ils disent « on n'a peut être pas mis la lampe à la même distance » C'est pas ça, c'est pas vrai. Je leur laisse dire. La notion de temps ils le disent aussi mais je ne sais pas. C'est un gros problème.
165. **BU** : On va revenir sur les sources documentaires que vous avez utilisé pour préparer vos enseignements. Donc vous m'avez dit les manuels scolaires et les revues « La Recherche » et « Pour la Science ». Ca été un gros travail la 1<sup>ère</sup> année et ensuite c'était stabilisé ou vous avez été amené à repiocher des sources ?
166. Comme toujours le plus gros c'est la 1<sup>ère</sup> fois parce que là on pioche partout ou on accumule des tas de documents, on essaie de trier et puis l'année d'après on se dit « oh ben non ça c'était pas génial » donc on reprend. C'est vrai qu'on élague petit à petit mais j'avoue ça c'est un TP que je refais tous les ans.
167. **BU** : Il n'y a pas eu besoin d'actualisation la dessus ?
168. Non c'est pas cela ? C'est surtout pour l'aspect pratique qu'on est obligé de toujours recommencer et qu'on n'est jamais content.
169. **BU** : Le manuel scolaire vous l'utilisez toujours de la même façon ?
170. Oui
171. **BU** : C'est essentiellement avec les élèves, maintenant vous ne l'utilisez plus pour préparer vos enseignements ?
172. Non
173. **BU** : Vos évaluations et vos exercices, ça on en a parlé, vous les avez préparé aussi avec les manuels scolaires mais autres que ceux utilisés et des revues ou des données ailleurs qui ont permis de faire des exercices vous avez souvenir ou ça vient essentiellement du manuel scolaire ?
174. Je pense que c'est essentiellement pour ça dans les manuels scolaires même des manuels plus anciens. Je me souviens cette histoire de serre de jardinier j'ai pris cela du temps où on faisait l'amélioration de la production primaire. J'avais trouvé des schémas : il y avait le jour, la nuit.
175. **BU** : Alors, ici dans cet établissement vous travaillez en équipe pour la préparation des enseignements ?
176. Oui en général on fait tous les mêmes TP à quelques variantes près, par exemple ceux qui mettent une éponge, on utilise le même matériel.
177. **BU** : Les enseignants de physique – chimie sont impliqués dans la préparation de vos enseignements ou pas ?
178. Non on ne travaille pas avec eux.
179. **BU** : Il y a justement par rapport aux autres enseignants une partie de ce BO SVT de 2000 qui s'appelle « relation transversale avec le programme de physique – chimie » et qui parle : on fera le lien avec ce qui est enseigné en physique par rapport à la lumière, la température, l'air. Est ce que vous avez essayé de voir avec le prof de physique ?
180. J'ai du le voir au début mais on n'a pas travaillé avec les collègues de physique.
181. **BU** : Il n'y a pas de TP commun là dessus sur l'effet de serre ou de cours en commun ?
182. Non
183. **BU** : Et vous ne savez pas si le prof de chimie parle de l'effet de serre ?
184. J'avoue je ne crois pas. J'ai un fils qui est en 1<sup>ère</sup> et l'an dernier il était en seconde et je n'ai jamais entendu parlé d'effet de serre en physique. Je pense qu'il m'en aurait parlé.

185. **BU** : Les élèves font se lien entre physique et biologie, SVT et sciences de la matière, si on leur dit sinon ?
186. Oui si on leur dit. C'est très ponctuel. Il y a des trucs que je sais précisément donc je leur dis « ça c'est dans votre livre, à tel endroit » mais d'eux même non ils ne font pas la relation.
187. **BU** : Comment vous l'expliquez cela ?
188. Je pense que ça vient des enseignants parce que nous même on ne travaille pas ensemble. Je pense que c'est ça. Parce que si de chaque côté on faisait des rappels je pense que les élèves arriveraient à faire le lien. Il faudrait vraiment qu'on se mette à le refaire.
189. **BU** : Il y a un article de la recherche d'un mois ou deux qui parlait du groupe d'experts des climats, je ne sais pas si vous en avez entendu parlé ?
190. Oui mais je ne l'ai pas lu.
191. **BU** : Dans ce groupe d'experts, tous les 5 ans on publie un rapport qui fait le bilan des connaissances sur le réchauffement climatique et l'effet de serre et on fait également des prévisions jusqu'à l'horizon 2100 pour dire d'essayer de voir les tendances de l'évolution des températures et des variations du niveau marin, est ce que c'est arrivé dans votre établissement ces résultats du groupe d'experts? C'est pas des données que vous avez intégré dans vos enseignements ?
192. Non. Ca me fait penser qu'il faudrait que je les revoie pour les terminales.
193. **BU** : Le rapport du groupe d'experts ?
194. Oui
195. **BU** : Et comment vous souhaiteriez exploiter ceci ?
196. Il faut déjà que je le lise car je ne l'ai pas lu. Je sais que je l'ai puisque même un jour mon mari m'a dit « tiens ça c'est pour toi » puisqu'on est abonné donc puisque mon mari est à la retraite et qu'il a le temps de tout lire, il garde des choses de côté mais moi je ne l'ai pas lu.
197. **BU** : Pour vous c'est quoi les conditions pour que cet article soit intéressant ?
198. Que ça m'apporte justement, je ne vais pas dire des certitudes, mais quelques précisions sur toutes les incertitudes qui pesaient à propos de cette évolution des températures.
199. **BU** : Donc c'est sur le contenu ?
200. Oui
201. **BU** : Et sur les schémas ?
202. Je ne sais pas.
203. **BU** : Mais est ce que ça vous arrive de prendre un schéma dans un article et de l'intégrer dans vos enseignements ? Un schéma de revue ?
204. Oui
205. **BU** : Sans le simplifier ?
206. A si quand même. En seconde il faut toujours simplifier mais il m'est arrivé dans d'autres classes de prendre des schémas. Je me souviens même du temps où on a fait ces choses en 1<sup>ère</sup> S, il y avait eu beaucoup d'articles dans « La Recherche » je crois.
207. **BU** : Il y avait eu un dossier spécial sur l'effet de serre
208. Celui là je l'ai utilisé je me souviens une année. Surtout sur le bilan radiatif de la terre il y avait plein de choses et j'avais utilisé les schémas. Ceux des livres scolaires étaient d'ailleurs très proche de ceux de la Recherche. Je pense qu'ils étaient tirés. Ils étaient un peu simplifiés mais je sais que pour moi même j'avais vraiment potassé les articles pour être dans le coup.
209. **BU** : Je vous remercie.

## 1.12 Quelques relevés de l'emploi de l'analogie « serre horticole » pour expliquer l'effet de serre

D'après BIDART, 2003

« L'effet de serre est un phénomène naturel. Les radiations solaires pénètrent dans l'atmosphère et atteignent le sol qu'elles réchauffent. La surface de la Terre, ainsi chauffée, émet la nuit des rayons infrarouges (invisibles pour nos yeux) qui la refroidissent. Les nuages, la vapeur d'eau et certains gaz de la basse atmosphère (troposphère), interceptent alors une partie de l'énergie émise qu'ils rabattent vers le sol, diminuant ainsi la déperdition de chaleur : c'est l'effet de serre (en fait ils absorbent le rayonnement infrarouge et rayonnent à leur tour vers le sol). Cela explique qu'une nuit est moins froide lorsqu'elle est nuageuse.

**La troposphère se comporte donc comme une serre de jardin dont la chaleur est maintenue par une vitre [...] ».**

D'après WITKOWSKI 2001)

« L'expression a envahi le langage courant, installant une durable **confusion entre l'effet de serre proprement dit et son amplification par l'action de l'homme**. [...] **Les vitres de la serre laissent entrer les rayons solaires, qui sont absorbés par les plantes. Celles-ci émettent en retour un rayonnement infrarouge qui, arrêté par les vitres, reste piégé dans la serre dont il contribue à élever la température. L'atmosphère terrestre joue le même rôle que les vitres d'une serre** : elle retient une partie du rayonnement infrarouge émis par la surface chauffée de la Terre et piège ainsi une partie de la chaleur absorbée. Les molécules de gaz carbonique, comme les molécules d'eau, jouent un rôle important dans cette absorption des infrarouges [...].

D'après BOUCHARD, 2003

« [...] **certains gaz dans l'atmosphère, appelés gaz à effet de serre, agissent comme les murs en verre d'une serre. Ainsi, ces gaz permettent à la lumière du soleil de pénétrer dans l'atmosphère jusqu'à la surface de la Terre. Au contact de la lumière du soleil, la surface de la Terre se réchauffe et émet de la chaleur. Les gaz à effet de serre empêchent par la suite une partie de la chaleur émise de se dissiper. C'est pour cela qu'il fait plus chaud, à l'intérieur de l'atmosphère, qu'à l'extérieur.... Comme dans la serre!** ».

### 1.13 Controverse serre horticole – effet de serre, correspondance avec Jean-Louis Dufresne, CNRS-LMD Jussieu

----- Original Message -----

Subject: Controverse serre horticole et effet de serre, 1973-1974  
Date: Fri, 02 Apr 2004 10:31:35 +0200  
From: Benoît URGELLI <benoit.urgelli@ens-lyon.fr>  
To: DUFRESNE Jean-Louis <Jean-Louis.Dufresne@lmd.jussieu.fr>

Cher Jean-Louis Dufresne,

Voici l'histoire d'une controverse scientifique sur l'analogie entre la serre horticole et l'effet de serre atmosphérique (Journal of Applied Meteorology, 1973-1974)<sup>15</sup>.

Cette controverse existe toujours dans certains milieux scientifiques mais surtout dans le système éducatif, depuis l'entrée en vigueur des programmes de SVT en classe de Seconde, année 2000, partie Effet de serre en TP<sup>16</sup>.

Comme le rappelle Edouard Bard<sup>17</sup>, « *L'image de l'effet de serre, bien que commode, n'est pas tout à fait exacte. Dans la serre, l'air chaud reste essentiellement piégé par la cage de verre parce que la convection thermique est bloquée : l'air chaud ne peut pas se propager vers l'extérieur. En revanche, dans l'atmosphère, courants d'air chaud et d'air froid circulent librement. La chaleur s'accumule à la surface de la Terre parce que certains composants absorbent les infrarouges* ».

Il faudrait donc que l'on pose les équations décrites ici et que l'on regarde comme expliquer simplement la non-analogie entre l'effet de serre et le montage pédagogique utilisé en classe<sup>18</sup> montrant une augmentation de température.

----- Original Message -----

Subject: Controverse serre horticole et effet de serre, 1973-1974  
Date: Mon, 5 Apr 2004 23:10:08 +0200 (CEST)  
From: DUFRESNE Jean-Louis <Jean-Louis.Dufresne@lmd.jussieu.fr>  
To: Benoît URGELLI <benoit.urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour Benoît,

Si on considère les échanges autres que ceux radiatifs (convection...), l'analogie peut être contestable. Par contre, si on ne considère que les échanges radiatifs, j'ai écrit les équations montrant qu'il y a équivalence stricte entre les échanges radiatifs dans une serre et ceux dans une atmosphère. Si cela t'intéresse, dis-le moi.  
Je vais lire les articles 1973-1974.

----- Original Message -----

Subject: Controverse serre horticole et effet de serre, 1973-1974  
Date: Wed, 7 Apr 2004 23:05:43 +0200 (CEST)  
From: DUFRESNE Jean-Louis <Jean-Louis.Dufresne@lmd.jussieu.fr>  
To: Benoît URGELLI <benoit.urgelli@ens-lyon.fr>

Bonjour,

J'ai lu les papiers que tu nous a envoyé, et je suis formel : l'article de Lee et sa réponse sont faux. Par contre la réponse de E. Berry est très juste. Je suis prêt à en discuter d'avantage avec toi si nécessaire.

---

<sup>15</sup> Journal of Applied Meteorology: Vol. 12, No. 3, pp. 556–557. The “Greenhouse” Effect, R. Lee, April 1973  
Journal of Applied Meteorology: Vol. 13, No. 5, pp. 603–604. Comments on “The Greenhouse Effect”, Edwin X Berry, August 1974 et Journal of Applied Meteorology: Vol. 13, No. 5, pp. 605–606. Reply Richard Lee, August 1974.

<sup>16</sup> Bulletin Officiel de l'Education Nationale, H.S. n°6, Vol. 2, 12 août 1999, Partie TRAVAUX PRATIQUES ENVISAGEABLES : « Expérience analogique sur les gaz à effet de serre : conséquences de la composition de l'atmosphère sur la température à la surface de la planète ».

<sup>17</sup> Climat : vers un changement majeur ? Edouard Bard, Le Monde, 12 novembre 2002.

<sup>18</sup> Exemple de montage pédagogique extrait du manuel scolaire de la classe de seconde, Sciences de la Vie et de la Terre, Editions Hatier, 2000, p.29. Pour information, les parts de marché des manuels de SVT Seconde en 2000 : Bordas (31,6%), Belin (23,1%), Hatier (20,8%), Didier (9,21%), Nathan (7,4%), Hachette (6,9%).

## 1.14 Histoire de l'évolution des conceptions scientifiques sur l'effet de serre

XVIII<sup>ème</sup> siècle : H.B. de Saussure s'étonne de la présence de blocs de granites dans l'axe des vallées alpines calcaires de la Suisse et du Jura. Le problème de l'origine de ces blocs erratiques est posé. Il propose un transport par un courant violent et de grande étendue, lié à la rupture de vastes bassins en relation avec la fonte exceptionnelle des glaciers. D'autres pensent, en Angleterre notamment, que les blocs erratiques ont été transportés par des icebergs flottant.... **théorie du transport par l'eau**. pas de consensus...

1780 : H.B. de Saussure construit une caisse de sapin isolée intérieurement par une couche de liège noir, dans laquelle sont disposés trois plaques de verre, sur lesquelles reposent des thermomètres à mercure, afin d'étudier l'effet du rayonnement solaire sur la température de l'air contenu dans les boîtes (héliothermomètre), et la relation entre rayonnement solaire et altitude. Il expérimente ce dispositif sur les cimes de montagnes et dans les vallées et mesure une température maximale au centre du dispositif, de 109°C, obtenue à l'équilibre après 20mn. L'énergie ne peut donc pas s'accumuler indéfiniment comme le pensait Marc Ducarla Bonifas en 1784. Le vitrage de la serre piège l'énergie solaire et l'atmosphère agit de même.

### 1.14.1 Les prophètes de l'effet de serre

Fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle : croissance inhabituelle des glaciers de la Suisse et avancée sur leur ancienne position. Les autorités craignent une menace pour les constructions humaines.

1802 : Lamarck dans son ouvrage Hydrogéologie écrit : "une bonne physique terrestre doit comprendre la météorologie, la géologie et la biologie..." (nécessité d'une vision globale du système couplé biosphère-géosphère-atmosphère).

1821 : I. Venetz confirme l'avancée des glaciers par l'observation et observe la formation de moraines à l'avant des glaciers. Il en observe également à quelques kilomètres sous le glacier, accompagné de blocs erratiques de granites, qui proviennent manifestement du massif du Mont Blanc. D'où l'étendue des glaciers a été plus grande dans le passé et il y a donc **oscillation climatique** (refroidissement, puis réchauffement et maintenant refroidissement...). Il écrit : "*Il fait peur de penser à un glacier pareil*".

C'est la naissance de la **théorie glaciaire**.

1824 : J. Fourier place le problème de la température de la Terre dans un contexte cosmologique et explique la diversité des climats par l'inégale répartition de l'énergie solaire et le rôle des enveloppes fluides dans la distribution des températures. Il compare l'atmosphère terrestre aux boîtes vitrées de H.B. de Saussure. Il émet la première hypothèse sur le principe de l'effet de serre : A propos de cette expérience, il écrit : "*C'est ainsi que la température est augmentée par l'interposition de l'atmosphère, parce que la chaleur trouve moins d'obstacles pour pénétrer l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air lorsqu'elle est convertie en chaleur obscure.*"

1835 : J. de Charpentier, converti par Venetz, devient un fervent partisan de la théorie glaciaire, expliquant les moraines, les blocs erratiques, les roches moutonnées et les stries à la surface des rochers, dans les vallées alpines. Il explique le refroidissement du climat par un soulèvement brutal des Alpes, puis l'eau qui s'infiltre dans les fentes se chauffe et s'évapore dans l'atmosphère, accroissant l'humidité qui intercepte les rayons solaires et fait baisser la température, jusqu'au colmatage des fentes par les produits de l'érosion. Publication d'un essai sur les glaciers en 1841.

1835-1837 : L. Agassiz est converti par J de Charpentier à la théorie glaciaire et parle **d'âge glaciaire**. Une énorme calotte de glace aurait recouvert une partie de l'Europe, le nord de l'Asie et une large partie de l'Amérique du Nord. Publication d'une étude sur les glaciers en 1840.

1838 : C. Pouillet attribue l'effet de serre naturel à la vapeur d'eau et au gaz carbonique. Il propose que toute variation de la teneur d'un de ces gaz devrait se traduire par un **changement climatique**.

1840 : l'anglais W. Buckland est converti à la théorie glaciaire par Agassiz, en observant avec lui des roches polies et striées et des blocs erratiques en Ecosse.

1845 : travaux de J.J. Ebelmen sur l'érosion des roches silicatées et le rôle sur l'évolution de la composition de l'atmosphère et de la température du globe.

1845 : la théorie glaciaire s'impose en France et en Suisse et en 1862, en Angleterre et en Allemagne. Mais **comment expliquer ces oscillations climatiques** ? pas de réponses acceptables jusqu'en 1926.

1860 : J. Tyndall analyse les propriétés radiatives des gaz atmosphériques. Il pense que l'eau est le plus important gaz qui contrôle la température de surface de la Terre. Il tente de calculer le flux infrarouge à travers l'atmosphère. La **physique expérimentale du XIX<sup>ème</sup> siècle** démontre que tout corps émet un rayonnement et que les pertes vers l'espace du rayonnement tellurique sont régies par l'absorption de ce rayonnement par les composants atmosphériques. **Métaphore de la couverture chauffante** pour l'effet de serre.

Selon Tyndall, « *tous les changements climatiques révélées par les études géologiques pourraient avoir été provoqués par des changements de composition en gaz atmosphériques radiativement actifs* ».

**Le contexte de l'époque est celui des débats sur les oscillations climatiques et les périodes glaciaires et le rôle du dioxyde de carbone dans l'atmosphère (Carbon dioxide theory of climatic change).**

1884 : Langley pense que si notre atmosphère ne possédait pas les propriétés d'absorption sélective des rayonnements infrarouges, la température de la surface terrestre serait de  $-200^{\circ}\text{C}$ . Il parle de l'effet bénéfique de l'effet de serre dans le maintien de notre température de surface. Le principe est bon mais il a surestimé l'effet de serre.

1890 : Edward Maunder (astronome) constate qu'entre 1660 et 1720 les tâches solaires disparaissent (minimum de Maunder)

voir article de E Bard, 2000 et 1997, Soleil et température : une baisse d'intensité du flux solaire de 0,4% est associée à une augmentation de la quantité de carbone 14, mesurable par la dendrochronologie. On peut ainsi identifier les cycles solaires, de 850 à 1900

1896 : S. Arrhénius publie son article « *The influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground* ». Il calcule les variations de température associées à des variations de teneur en  $\text{CO}_2$  (doublement du  $\text{CO}_2$  et élévation de la température moyenne de  $6^{\circ}\text{C}$ ). Il fait également le lien entre consommation industrielle du charbon, gaz naturel et pétrole et augmentation de l'effet de serre. **L'activité industrielle de l'humanité civilisée pourrait être une solution technique pour repousser la prochaine ère glaciaire.** "Comme ce serait merveilleux si les émissions humaines de gaz carbonique vers l'atmosphère pouvaient augmenter d'autant le climat de la Terre. Nous en serions heureux en Suède". Il présente un optimisme par rapport à l'influence des activités humaines sur le recul des glaciers. Il est en désaccord avec Tyndall concernant le rôle de la vapeur d'eau.

Fin du XIX<sup>ème</sup> siècle : on met en évidence l'existence de plusieurs périodes glaciaires successives, entrecoupées de périodes chaudes. 4 glaciations sont identifiées (Günz, Mindel, Riss et Würm) pour l'ère quaternaire, en Europe, puis dans d'autres régions du monde et dans d'autres périodes géologiques. L'évolution de la Terre n'est donc pas linéaire (d'une origine chaude jusqu'à une mort thermique) mais complexe et emmêlée. **Comment comprendre ces oscillations climatiques ?**

1899 : T. Chamberlin essaie de faire le lien entre la théorie de la cyclicité des périodes glaciaires et les changements de la composition atmosphérique en  $\text{CO}_2$  à l'échelle des temps géologiques. Il postule que la formation des calcaires au Carbonifère, au Jurassique et au Crétacé pouvait avoir conduit à des glaciations.

1900 : Knut Angström discrédite Arrhénius en montrant que si on augmente le  $\text{CO}_2$  dans un tube, le spectre d'absorption ne change pas par saturation des bandes. De plus, sur les spectres de l'époque,  $\text{CO}_2$  et  $\text{H}_2\text{O}$  ont la même signature spectrale dans l'IR et  $\text{H}_2\text{O}$  sature déjà. **La théorie climatique s'effondre et est abandonnée jusqu'en 1951**, malgré les travaux de E.O. Hulburt sur les bandes d'absorption du  $\text{CO}_2$  et de l' $\text{H}_2\text{O}$  (publication dans Physical Review).

1902 : Léon Teisserenc de Bort annonce l'existence de la stratosphère, grâce à la mise au point et au lâché de 300 ballons sonde.

1903 : S. Arrhénius pense que l'excès de  $\text{CO}_2$  résultant de la combustion des combustibles fossiles pourra être transféré dans les océans. Il fait le **lien entre l'effet de serre et le cycle géochimique du carbone.**

1909 : R.W. Wood réalise une expérience montrant que le réchauffement au sein d'une serre est lié à l'absence de convection en majorité et que l'effet de serre au sens climatologique du terme (effet radiatif) représente moins de 20% de l'échauffement enregistré dans une serre. L'analogie avec une serre est donc mauvaise.

1880-1940 : hausse de la température moyenne à la surface de la Terre qui confirme **l'hypothèse d'Arrhénius.**

1920 : Lewis Fry Richardson tente **une première modélisation du climat** à partir d'équations de la physique. Il n'y parvient pas et dit qu'il faudrait des milliers de personnes pour effectuer les calculs élémentaires nécessaires.

1924 : Wegener publie un ouvrage sur les climats du passé.

1924 : Vernadsky, théoricien de la biosphère, souligne **l'impact de la déforestation sur l'équilibre dynamique du  $\text{CO}_2$  atmosphérique.**

1924 : travaux de M. Milankovitch sur les liens entre cycles astronomiques et oscillations climatiques du quaternaire. Pour les glaciations plus anciennes, la discussion continue.

1924 : Lotka publie une prévision d'un doublement de  $\text{CO}_2$  à échéance de 500 ans par la combustion des hydrocarbures fossiles.

1930 : premières mesures dans la haute et la basse atmosphère. Les spectres obtenus sont différents.

1938 : Callendar estime qu'entre 1890 et 1938, 150 millions de tonnes de dioxyde de carbone ont été injectés dans l'atmosphère par combustion des combustibles fossiles et 75% de ces émissions sont restées dans l'atmosphère. Si tous les autres **facteurs restent en équilibre**, les activités humaines devraient conduire à une élévation de la température moyenne de  $1,1^{\circ}\text{C}$  par siècle. Ces résultats sont donc un re-examen des résultats de Arrhénius et Chamberlin dans le contexte des activités humaines. Il fait le lien entre les données de concentration en  $\text{CO}_2$  du XIX<sup>ème</sup> siècle (+10%) et l'augmentation de la température du globe. Il calcule un réchauffement en lien avec une absorption des rayonnements dans la haute atmosphère. Il estime que l'océan sera vite saturé et qu'il faudra 1000 ans pour que l'océan tout entier soit exposé et se sature en  $\text{CO}_2$ .

**On passe donc de la théorie géologique des changements climatiques glaciaires à une théorie intégrant le rôle des activités humaines sur la teneur en  $\text{CO}_2$  atmosphérique et le forçage climatique associé.**

**1940-1970 : baisse de la température** moyenne malgré le boom économique de l'après guerre et la consommation de pétrole, **entraîne un démenti des craintes des savants.**

1947 : L'expédition suédoise et l'expédition américaine de Maurice Ewing sont destinées à effectuer des prélèvements sédimentaires dans les fonds marins. Ces prélèvements joueront un rôle majeur dans les reconstitutions des climats du passé.

1948 : **la théorie glaciaire est encore mise à mal** car on pense que les plantes et les océans sont capables de stocker l'excès de CO<sub>2</sub> atmosphérique (self-regulating of carbon cycle). On pense que l'océan est un réservoir pouvant contenir 50 fois la concentration en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère.

### 1.14.2 1950-1960 : La vindication

**Année 1950 : les recherches s'orientent vers le calcul de l'augmentation de température associée à un doublement de la quantité de CO<sub>2</sub> atmosphérique.**

1950 : Willi Dansgaard démontre qu'il existe un lien entre la proportion d'isotopes <sup>18</sup>O et <sup>16</sup>O dans l'eau de la neige polaire et la température de l'air. En analysant les couches de glace accumulée chaque année dans le forage de Camp Century (Groenland), il identifie des cycles naturels d'évolution de température de l'air de 80 et de 180 ans de période.

1950 : Julius Charney et Von Neumann, de l'équipe du Manhattan Project, université de Princeton, développent le **premier modèle numérique de prévision météorologique**. Il font la première prévision du temps à 24 heures sur le premier ordinateur électronique de l'histoire : Electronic Numerical Integrator And Calculator (ENIAC). Norman Phillips de la même équipe réalise le **premier modèle informatique de l'atmosphère globale**.

1950 : Création de l'**Organisation Météorologique Mondiale (WMO)**

1955 : H. Suess détecte du <sup>14</sup>C dans l'atmosphère (teneur très faible, de l'ordre de 1%). Il travaille avec R. Revelle pour estimer le flux de CO<sub>2</sub> de l'atmosphère vers l'océan et le temps de résidence du carbone ;

1956 : Gilbert Plass calcule une élévation de température de 3.6°C pour un doublement du CO<sub>2</sub> atmosphérique et un refroidissement de 3.8°C si la teneur est divisée par deux.

1957-1958 : **Année de la géophysique internationale**. Lancement des études sur les paléoclimats (par carottages) et des mesures systématiques de CO<sub>2</sub> atmosphérique :

- Lancement des premiers satellites, dont Explorer 1 qui découvre les ceintures de Van Hallen.

-Travaux de relevé systématique de CO<sub>2</sub> : Roger Revelle (directeur du Scripps Institution of Oceanography de San Diego) demande à son étudiant David Keeling de monter une station de mesure à Mauna Loa (3600m) à Hawaï, loin des sources de pollution industrielle et là où l'air est bien brassé. Des mesures systématiques de CO<sub>2</sub> atmosphériques démarrent donc à Hawaï mais aussi en Alaska.

Résultat en 1957 : 315 ppm (aujourd'hui 360 ppm) et année après année, le taux de CO<sub>2</sub> ne cesse de croître. A l'échelle de l'année, cette courbe montre également **l'influence de la végétation de l'hémisphère nord**, où prédominent les terres émergées. Cette végétation absorbe plus de CO<sub>2</sub> pendant l'été de l'hémisphère nord.

**La théorie climatique du gaz carbonique commence à être prise au sérieux**, 100 ans après les travaux de Tyndall.

### 1.14.3 CO<sub>2</sub> : la clef du climat

Année 1960 : Joseph Smagorinsky, de la même équipe, prend la tête du laboratoire Geophysical Fluid Dynamics Laboratory à Princeton, crée par la NOAA. Ce laboratoire se consacre à la **modélisation mathématique de l'atmosphère sur les ordinateurs les plus rapides**. Cela a conduit à la **prévision météorologique** d'aujourd'hui, de 5 à 10 jours.

1960 : Kaplan rejète les calculs de G. Plass car il estime que le rôle de la vapeur d'eau doit être pris en compte. Il estime que si le CO<sub>2</sub> était divisée par deux mais que le **couvert nuageux et la vapeur d'eau** augmentent, alors la température diminuerait non pas de 3.8°C mais plutôt de 1.8°C.

1961 : F. K. Hare utilise l'analogie avec la serre pour expliquer le rôle de l'atmosphère terrestre.

1963 : R.G. Fleagle et J.A. Businger essayent de clarifier cette confusion entre une serre horticole et l'effet de l'atmosphère, en vain. **Le terme est déjà populaire...**

1963 : Möller fait une **première tentative de modélisation atmosphérique à une dimension, en fixant l'humidité et la nébulosité**. Grâce à son modèle et en reprenant l'hypothèse d'Arrhénius, il estime une élévation de température de 1.5°C pour un doublement de la teneur en CO<sub>2</sub> (de 300 ppm à 600 ppm). Il estime qu'une augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de 10% pourrait être compensée par une augmentation de la teneur en eau de 3% ou par une augmentation de la nébulosité de 1%. A l'époque, la plupart des climatologues **pronostiquent au contraire un refroidissement du climat...**

1966 : Premier forage glaciaire au Groenland (Camp Century) par les américains. Extraction d'une carotte de glace de plus de un kilomètre de long (1390m).

1967 : Dans le laboratoire Geophysical Fluid Dynamics Laboratory à Princeton, Syukuro Manabe et Richard T. Wetherald mettent au point des **modèles du climat à une dimension pour calculer l'effet du doublement de CO<sub>2</sub> atmosphérique**. Ils calculent qu'un doublement du CO<sub>2</sub> produirait un réchauffement global moyen de 2.4°C.

1968 : Forage antarctique pour le même groupe américain que Camp Century à la station Byrd (longueur 2138 m, **80 000 ans d'histoire**).

Années 1970 : **Révolution des sciences de l'environnement** et périodes des trente glorieuses. Médiation de la courbe CO<sub>2</sub> de David Keeling dans le rapport Meadows, *The limits to Growth*, commanditée par le Club de Rome.

Année 1970 : **reconstitution des climats du passé** (avant la révolution industrielle de 1750) à partir des carottages des glaces de l'Antarctique et des bulles d'air prises dans ces glaces : Hans Oeschger (université de Berne) et Claude Lorius (LGGE de Grenoble) lancent les analyses. En 1750, le taux de CO<sub>2</sub> est estimée à 280 ppm, ce qui est confirmé par les études statistiques de consommation de combustibles fossiles depuis 1750 et de quantité de CO<sub>2</sub> atmosphérique ajoutée, qui résulte de cette consommation. On montre un **lien entre variation de température et évolution du CO<sub>2</sub> atmosphérique**.

Année 70 et 80 : avènement progressif des ordinateurs et de satellites : la **modélisation climatique de l'atmosphère se développe rapidement**.

1970 : les Soviétiques établissent une station pratiquement au centre de la calotte antarctique (Vostok). On y a enregistré le record de la température la plus basse sur Terre, -89,7°C !. Ce site est particulièrement intéressant, car les précipitations sont faibles (2 cm/an en équivalent eau), ce qui signifie qu'une carotte de faible longueur peut représenter une longue histoire. Un certain nombre de forages a été exécuté, dont un de 500 m en 1970, et un autre de 950 m en 1974, destiné aux tests des divers systèmes de carottage, ainsi qu'aux mesures géophysiques (température, déformation du trou).

Septembre 1970 : Bert Bolin (professeur à l'université de Stockholm, aujourd'hui président de l'IPCC), écrit un article consacré au **cycle du carbone** dans un numéro spécial sur la biosphère de *Scientific American*. « Que va-t-il se passer dans les 100 ans ou les 1000 ans qui viennent ? ».

1971 : Manabe **améliore son modèle** de 1967 en traitant plus finement les transferts radiatifs infrarouges.

1971 : Premier rapport SMIC : *Studies of Mans Impact on Climate*.

1971 : Rasool et Schneider montrent que la teneur en CO<sub>2</sub> atmosphérique à augmenter de 7% au cours des dernières décennies et que la teneur en aérosols de la basse atmosphère de 100%. Ils calculent un changement dans la température troposphérique de +0.8°C en utilisant un **modèle de balance radiative à une dimension, dans lequel est fixé le temps, l'humidité relative, la nébulosité et la température stratosphérique**.

1973 : R. Lee et E.X. Berry ont un échange sur **l'analogie entre la serre et l'atmosphère**. Les notions de transferts radiatifs de chaleur n'ont pas changé par rapport aux résultats énoncés par R.W. Wood en 1909.

Milieu des années 1970 : la température moyenne de surface remonte de nouveau et l'évolution de l'effet de serre redevient une préoccupation. Les calculs de Manabe et Wetherald et les mesures de Keeling déclenchent un **effort accru mondial pour l'étude du climat et de l'effet de serre**.

1975 : Manabe et Wetherald développent un **modèle climatique globale à trois dimensions**. La différence avec les modèles GCM actuels est une topographie idéalisée, une nébulosité fixe et l'absence de prise en compte du transport de chaleur par les océans. Il fournit cependant un vue de l'évolution des températures à l'intérieur de l'atmosphère avec un doublement du CO<sub>2</sub> : la troposphère se réchauffe alors que la stratosphère se refroidit. **Pour la première fois, un modèle prédit une augmentation de l'intensité du cycle de l'eau**.

1975 : Wallace Broecker, de l'observatoire de Lamont-Doherty de l'université de Columbia entreprend d'identifier une évolution cyclique naturelle de la température sur plusieurs milliers d'année afin de l'appliquer au XX et XXIème siècle et d'estimer ce qu'aurait été le destin de la température terrestre en l'absence de révolution industrielle. Seule donnée : le forage profond de Camp Century dans la calotte glaciaire du Nord du Groenland. Il tente d'expliquer la stabilisation de la température depuis 1940 : le cycle naturel de 80 ans aurait du provoquer un réchauffement naturel de 1895 à 1935 puis un refroidissement naturel de 1935 à 1975. L'accentuation anthropique de l'effet de serre aurait annuler ce refroidissement naturel et dès 1975, l'effet réchauffant naturel allait se combiner à l'effet de serre anthropogénique pour produire de fortes hausses en 1980, ce qui s'est effectivement produit ! **Ainsi l'effet de serre est remis sur le devant de la scène**. Mais d'autres forages au Groenland, en Antarctique, en Chine et au Pérou conduisent à des résultats qui ne concordaient pas avec les données de Camp Century (cycles de 80 et 180 ans).

1977 : C. Lorius et J.-C. Duplessy publient en 1977 dans *La Recherche*, un article affirmant que la « tendance à long terme est vers un refroidissement ». Refroidissement et réchauffement climatique sont deux théories qui continuent à cohabiter durant toutes les années 1970.

1978 : les Français se sont installés au sud de la station soviétique, bénéficiant du support logistique des Américains (Dôme C). Ils y extraient une carotte de 904 m représentant **40 000 ans d'histoire**.

1979 : Organisation Météorologique Mondiale (OMM) réunit la **première conférence internationale sur le climat**, à Genève. Lancement d'un programme mondial de recherche (Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)).

Année 1980 : De nombreux programmes internationaux sur l'étude du climat sont lancés pour favoriser la collaboration inter-équipes et la comparaison des résultats de recherches. World Climate Research Program (WCRP), CLIMAP (étude des climats du passé), PCMDI (**comparaison des modèles climatiques**), etc...

Année 1980 : plusieurs équipes essaient d'établir une courbe d'évolution de la température moyenne depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle.

Résultats de l'équipe de Tom Wigley, unité de recherche climatique de l'université d'East Anglia, à Norwich en Angleterre, en collaboration avec le département de l'Energie et la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) des Etats-Unis :

- **DONNEES A TERRE** : à partir des données de 1584 stations météorologiques de l'hémisphère nord et 293 de l'hémisphère sud qui enregistrent de manière fiable, cohérente, et régulière, la température depuis 1850, avec des facteurs de correction prenant en compte l'effet de l'urbanisation locale. La surface terrestre est ensuite divisée en secteurs de 5 degrés de latitude et 10 degrés de longitude et pour chacun de ces secteurs, on calcule une température moyenne annuelle. Puis une température moyenne pour chaque hémisphère et enfin une température moyenne pour le globe. Cette équipe montre que la température moyenne à la surface des terres s'est élevée de 0,5°C depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle.

- **DONNEES EN MER** : même résultat à partir de données d'archives de journaux de bord de bateaux, celle de la NOAA et du Meteorological Office britannique (80 millions de mesures depuis 1853).

1981 : Résultats de l'équipe de James Hansen, Goddard Institut of Space Studies (GISS) de la NASA : à l'aide d'un **modèle radiatif-convectif à une dimension** qui intègre la formation des nuages et des boucles de rétroactions, prévision d'un réchauffement de 0,5 à 0,7°C depuis 1860 et ils estiment qu'avant la fin du XX<sup>ème</sup> siècle, le CO<sub>2</sub> anthropogénique aura un effet supérieur à l'effet naturel de variabilités climatiques (aérosols volcaniques et poussières atmosphériques).

Le réchauffement est particulièrement remarquable depuis 1980.

Comparaison avec les courbes du CO<sub>2</sub> posent deux problèmes :

1. Pas de réchauffement en 1940 et en 1975, pourquoi ?
2. Pourquoi un réchauffement significatif à partir de 1940 alors que le CO<sub>2</sub> s'est accumulé avant 1940 ?

**Problèmes non résolus.... Comment se combinent les causes naturelles des variations climatiques et les perturbations anthropogéniques de l'effet de serre ?**

1982 : le forage Vostok numéro 3 atteint 2082 m de profondeur. Son analyse isotopique en 1983 donne un **profil historique de 140 000 ans** (taux moyen d'accumulation annuelle de glace de 1,3 cm). On reconnaît dans la carotte de Vostok la fin de la dernière glaciation vers -15 000 ans, son maximum vers -25 000 ans, semblable à celle de Dôme C, mais, en plus, est enregistré le précédent interglaciaire vers -120 000 ans et la glaciation antérieure vers -140 000 ans. **Un cycle climatique complet** non perturbé par les problèmes d'écoulement est offert.

1983 : Ramanathan utilise le **modèle NCAR** (National Center for Atmospheric Research) pour examiner l'influence de la vapeur d'eau dans le rétrocontrôle climatique et l'influence de la distribution verticale de cette vapeur. Il montre que dans la base de la stratosphère, la faible teneur en eau réduit l'effet refroidissant de la stratosphère. Il met en évidence le lien entre la formation de cirrus et la quantité d'eau liquide atmosphérique. Il montre que **dans la prévision climatique, il faut prendre en compte le type de nuages et leur propriété radiative**. Les hauts cirrus semblent augmenter le refroidissement de la troposphère au dessus des pôles.

1985 : Les **scientifiques sonnent l'alarme à la conférence des Nations Unis pour l'Environnement** à Villach en Autriche. La coopération scientifique internationale s'organise autour de grands programmes de recherches comme IGBP (Programme international Biosphère-Géosphère).

1987 : **Création de l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC ou GIEC en français)** qui réunit 2500 scientifiques nommés par les gouvernements. L'IPCC est sous l'égide du Programme des Nations Unis pour l'Environnement et de l'Organisation Météorologique Mondiale. L'IPCC a pour rôle de faire la synthèse des travaux scientifiques concernant l'impact de l'homme sur le climat.

1988 : **Large couverture médiatique popularise l'effet de serre**. Les Nations Unis en reconnaissent l'importance dans la résolution 43/53.

**Seconde conférence mondiale sur le climat** à Toronto (World Conference on the Changing Atmosphere) : 149 états sont réunis. La communauté européenne s'engage à stabiliser ces émissions au niveau de 1990 d'ici à l'an 2000. La convention finale préconise l'instauration d'une convention internationale sur les changements climatiques.

1988 : le **modèle de Ramanathan augmente en sensibilité avec l'avènement de nouvelles technologies et le développement de super-ordinateurs**. Il intègre l'importance de la vapeur d'eau, les rétrocontrôles de la glace, des nuages et les interactions entre océan et atmosphère.

1988 : Hansen propose **3 scénarios d'évolution climatique** en utilisant le modèle du GISS et en intégrant une augmentation exponentielle de la teneur en gaz à effet de serre (scénario A), une augmentation linéaire faible de la teneur en gaz à effet de serre (scénario B), et une réduction rapide de la teneur en gaz à effet de serre (scénario C). **Il prend en compte le CO<sub>2</sub> mais aussi les autres gaz à effet de serre** comme le CH<sub>4</sub>, la vapeur d'eau atmosphérique, NO<sub>2</sub> mais aussi les CFC et l'ozone. Le scénario B conduit à un doublement du CO<sub>2</sub> de 1958 à 2060. Le **modèle GISS permet également de distinguer des variations climatiques macro-régionales**.

1988 : Une équipe de huit pays européens entreprend un forage au centre du Groenland (Summit), là où la glace est à son maximum d'épaisseur.

1989 : Tom Wigley publie un article dans *Nature* sur **l'effet refroidissant des aérosols de sulfates** (d'origine volcanique ou issus de la combustion des combustibles fossiles). Ces aérosols reflètent les rayons du Soleil et refroidissent le climat. D'où le paradoxe car depuis les années 70, les combustibles ont une faible teneur en soufre, ce qui diminue le facteur refroidissant.

1989 : *Time* fait son premier numéro de l'année sur « La Terre en danger ». Durant le torride été 1988, les désastres écologiques, sécheresses, inondations, incendies de forêts, côtes polluées, ont dominé l'actualité. Le rédacteur en chef écrit : « le nouveau défi journalistique, c'est d'aider à trouver des solutions, ce qui signifie, par définition, des solutions internationales. » *Time* organise une conférence internationale avec 33 experts, savants et politiques du monde entier. L'inquiétude croissante sur l'avenir de la planète devient le fait le plus important de l'année.

Année 1990 : **début des simulations couplant modèles océaniques et modèles atmosphériques.**  
C'est également le début de l'organisation de l'action internationale de lutte contre l'effet de serre.

1990 : IPCC (GIEC) publie son premier rapport qui conclut à une forte probabilité d'une influence humaine sur le climat du XXème siècle. Il préconise une diminution de 60% des émissions annuelles de CO2 dans l'espoir de stabiliser le taux de CO2 à 580 ppm (le double de sa valeur pré-industrielle).

1990 : Création du Fond pour l'Environnement Mondial : il s'agit d'un mécanisme financier qui a pour objet d'aider les pays en développement à s'attaquer aux problèmes du réchauffement climatique et de l'amincissement de la couche d'ozone.

1992 : signature du texte de la **Convention sur le Climat lors du Sommet de la Terre à Rio** : réduction des émissions de CO2 au niveau de 1990, stabilisation à un niveau qui empêche la perturbation anthropique dangereuse du système climatique.

1992 : Quatre années plus tard, au Groenland, on a atteint le socle rocheux à 3000 m. Les datations ont montré que cette carotte représente **250 000 ans d'histoire** (presque deux fois plus que la carotte soviétique de l'Antarctique), donnant un taux moyen d'accumulation semblable à celui de l'Antarctique, soit 1,2 cm/an.

1993 : Le gouvernement français crée la Mission Interministérielle de l'Effet de Serre.

Février 1994 : Le problème de l'absence de refroidissement entre 1940 et 1975 serait lié aux aérosols sulfatés selon Tom Wigley, même si 90% des sulfates sont concentrés au dessus de l'hémisphère nord industrialisé, alors que le réchauffement est observé dans les deux hémisphères.

1994 : Colloque international sur les aérosols de sulfates à Berlin-Dahlem. L'effet refroidissant compenserait 30% de l'effet de serre mais rien de comparable à l'effet de serre car le temps de résidence des sulfates n'est que de quelques semaines (lessivage par les pluies). Ces aérosols masquent un temps l'effet de serre, ne le contrebalancent pas.

1995 : **Deux modèles de circulation globale (GCM)** du Centre Hadley du Britain Meteorological Office et de l'Institut Max Planck de Météorologie de Hambourg, reproduisent la courbe de hausse de température du XXème siècle en intégrant l'effet refroidissant des aérosols de sulfates.

1995 : Conférence des 120 pays signataires de la Convention de Rio dans un contexte de laisser-aller. On décide qu'on décidera en 1997 à Kyoto (Japon)...

1995 : Le rapport IPCC est publié (25 auteurs, 11 pays et relu par 230 scientifiques de 31 pays. Il est improbable que les changements climatiques récents soient entièrement dus à des causes naturelles. Prévisions d'une hausse de température de 0,8 à 3,5°C d'ici à l'an 2100, en prenant en compte l'effet refroidissant des aérosols de sulfates.

1996 : Deuxième rapport IPCC prédit une élévation de 2°C d'ici à l'an 2100, ce qui entraînera une élévation du niveau marin de 50 cm et des conséquences sur la répartition des précipitations et des climats difficiles à estimer. Les ministres de l'Environnement de l'Union Européenne décident qu'il ne faudra pas accepter une augmentation de température de plus de 2°C, c'est-à-dire un dépassement de CO2 de 550 ppm. Pour cela, il faudra réduire de 50% les émissions de CO2...

1997 : signature du **protocole de Kyoto**. El Nino dévaste le Pacifique sud.

1998 : Année la plus chaude du millénaire.

Le forage de Vostok, après plusieurs épisodes successifs, atteint 3350 m en 1994, et 3623 m en janvier 1998. **La carotte couvre 4 cycles climatiques.** Les opérations de forages sont pour l'instant arrêtées à cette profondeur car 120 m plus bas, le carottier débouchera dans un immense lac (3 fois le Léman) dont l'épaisseur est de 600 m. Il paraissait important d'en préserver l'intégrité pour en permettre son étude dans le futur.

1999 : Grandes tempêtes sur l'Europe centrale.

Fin du XXème siècle : **lien entre l'activité métabolique des êtres vivants** (photosynthèse, respiration, fermentation) et géochimie de l'environnement. Interaction et **couplage biosphère-atmosphère** et co-évolution de la Vie et du Climat dans l'histoire de la Terre.

**La vision dynamique globale de la Terre pose encore problème à cause du cloisonnement des disciplines scientifiques.**  
Rappel 1802 : Lamarck, dans son ouvrage Hydrogéologie dira : « Une bonne physique de la Terre doit comprendre la météorologie, la géologie et la biologie... ».

2001 : l'IPCC publie son troisième rapport d'évaluation. Confirmation que les émissions massives de gaz à effet de serre vont modifier le climat. L'élévation de température enregistrée depuis un siècle est probablement le début processus.  
Prochain rapport 2005-2006.

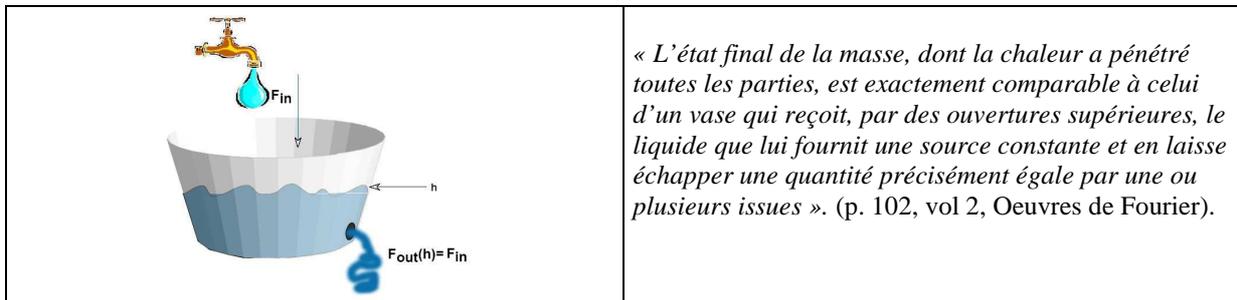
2003 : La Suisse est le 11<sup>ème</sup> pays à ratifier le protocole de Kyoto, alors que Etats-Unis et Russie, responsables de 40% des émissions mondiales de gaz à effet de serre, refusent de le signer.

Aujourd'hui : développement de nouveaux outils : des réseaux d'observations globaux et locaux, des modélisations informatiques 3D (image LMD), des simulations des couplages entre enveloppes. Les incertitudes demeurent à cause de la complexité des interactions entre ces enveloppes (exemple du rôle des nuages).

### 1.14.4 Fourier et la préhistoire de l'effet de serre (PIERREHUMBERT, 2004)

Le travail de PIERREHUMBERT s'appuie sur l'analyse du Mémoire sur l'effet de serre de Joseph FOURIER (28 pages), dont 5 ou 6 pages sur l'effet de l'atmosphère sur la bilan énergétique de la Terre (FOURIER, 1824).

Fourier avait compris que la température est déterminée par le *bilan du flux d'énergie* (notion de température d'équilibre)



Fourier avait également compris le rôle du rayonnement infrarouge dans la perte de chaleur : « La Terre reçoit les rayons du Soleil, qui pénètrent sa masse et s'y convertissent en chaleur obscure » (p. 120).

Pour expliquer l'influence de l'atmosphère sur le refroidissement infrarouge, Fourier s'appuie ici sur les expériences de H.B. de SAUSSURE (p. 110) :

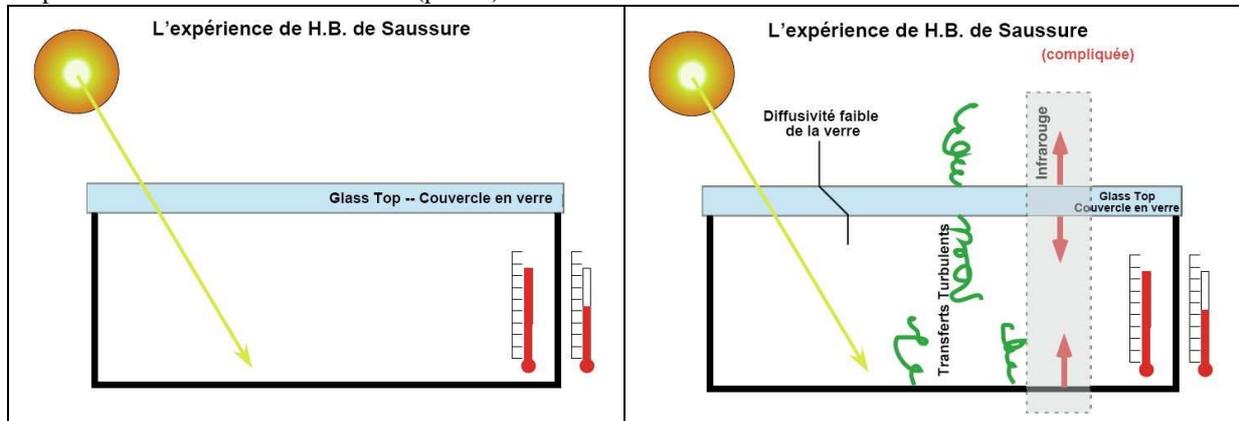


Figure 1 : L'expérience de H.B. de Saussure et son interprétation, illustrations de R.T. Pierrehumbert, mai 2004

Pour Fourier, deux facteurs sont en jeu dans le fonctionnement de la serre et dans l'élévation de température observée :

- L'emprisonnement de l'air qui empêche la perte du chaleur par convection,
- Le rayonnement solaire qui passe facilement à travers le verre, mais qui, après sa conversion en infrarouge, qui passe alors difficilement : « La transparence des eaux et celle de l'air concourent à augmenter le degré de chaleur acquise, parce que la chaleur lumineuse affluente pénètre assez facilement dans l'intérieur de la masse, et que la chaleur obscure sort plus difficilement suivant une route contraire » (p. 121).

#### Les contributions de Fourier

- 1- Il introduit la question vive des températures planétaires, source d'un vaste champ d'interrogation scientifique et quantitative : « La question des températures terrestres m'a toujours paru un des plus grands objets de études cosmologiques, et je l'avais principalement en vue en établissant la théorie mathématique de la chaleur ».
- 2- Il introduit la notion d'équilibre énergétique comme principe de base déterminant la température d'une planète.
- 3- Il montre que la chaleur interne de la Terre n'est pas une source de chaleur déterminante pour comprendre la température de surface d'une planète.
- 4- Il reconnaît l'importance du réchauffement solaire mais de manière incorrecte, pense qu'un terme important de réchauffement devait être pris en considération, à l'origine de la température commune de l'espace interplanétaire.
- 5- Il affirme de manière correcte que le mécanisme de perte de chaleur pour les planètes est le rayonnement infrarouge.
- 6- Il affirme de manière correcte que l'atmosphère est transparente à la lumière visible, mais est opaque au rayonnement infrarouge (« chaleur obscure »). Il s'appuie sur des observations basées sur les nuages et l'eau liquide. Les choses sont moins évidentes pour lui lorsqu'il présente le cas de l'air.

7- Il affirme de manière correcte que l'atmosphère réchauffe la planète en réduisant les pertes par rayonnement infrarouge.

MAIS....

8- Fourier n'a pas calculé une température de surface à partir d'un bilan énergétique, avec ou sans atmosphère.

9- Il manque de plusieurs principes et données physiques importants :

- la quantité de perte de chaleur dépend de la température (loi de Stefan). Fourier pensait que la relation était linéaire. Il s'y réfère à plusieurs endroits, sans jamais réalisé de quantification.

- la mesure quantitative du flux solaire,

- les propriétés d'émission radiative de l'atmosphère.

10- Fourier était convaincu de l'existence de la chaleur radiative, avait compris que cette chaleur intervient dans l'obtention d'une température d'équilibre, avait calculé la distribution angulaire des rayonnements d'un corps noir et avait anticipé la loi de KIRCHOFF (émission = absorption).

11- Etrangement, il ne s'est pas intéressé à la manière dont les pertes de chaleur dépendent de la température, bien qu'ayant à disposition le dispositif expérimental nécessaire à la résolution de ce problème.

**12- Fourier n'a jamais affirmé que l'atmosphère terrestre agissait comme un serre. Il montra simplement qu'un des effets agissant dans l'expérience de De SAUSSURE était aussi présent dans l'atmosphère. Il était conscient de l'importance du fait que le dispositif expérimental, comme dans une serre horticole, emprisonne l'air et l'empêche de se mélanger avec l'air environnant.**

## **1.15 Découverte du rayonnement infrarouge**

1668 : Newton montre que la lumière solaire décomposée par un prisme s'étale sur un spectre coloré allant du rouge au violet

1800 : Herschell explore ce spectre à l'aide d'un thermomètre. Dans l'invisible prolongeant le spectre au delà du rouge, un thermomètre sensible indique une élévation de température avec des maxima et des minima suivant la région explorée. Le rayonnement infrarouge produit donc des effets thermiques.

1804 : Leslie montre que le verre absorbe l'infrarouge. Pour étudier l'infrarouge, il faut donc des matériaux « perméables » aux « rayons obscurs » émis par des sources calorifiques. Il propose des optiques en soufre, fluorine ou sel gemme pour des études dans l'infrarouge. Par ailleurs, le thermomètre ordinaire s'avère peu sensible pour la mesure des rayonnements infrarouges. Leslie construit un thermomètre à air (deux ampoules de verre dont l'une est noircie).

1898 : Melloni utilise une pile thermo-électrique améliorée par Rubens.

1830 : Nobile utilise un thermo-multiplieur pour étudier l'infrarouge. Il sera employé jusqu'à la découverte du bolomètre.

1839 : pour voir le proche infrarouge, on utilise un écran absorbant les rayons visibles les plus lumineux.

1842 : Becquerel montre le rôle activateur du proche infrarouge sur la phosphorescence. Il reconnaît le spectre jusqu'à 13 mm avec un écran en sulfure de zinc activé.

1847 : Foucault et Fizeau étalonnent le spectre d'un prisme jusqu'à 14,45 mm.

1879 : Publication de la loi de Stefan

1880 : Dessains et Curie déterminent la dispersion d'un prisme de sel gemme jusqu'à 70 mm.

1881 : Langley présente le bolomètre, instrument de mesure de grande précision pour le rayonnement infrarouge. Il détermine la dispersion du sel gemme jusqu'à 53 mm.

1900 : Publication de la loi du rayonnement de Planck (loi de Planck).

1901 : La formule de radiation de Planck est vérifiée sur un spectre allant jusqu'à 52 mm.

1923 : Nichols et Tear montrent la nature électromagnétique des ondes infrarouges émises par un oscillateur électrique. Ils établissent la jonction entre ondes hertziennes et ondes infrarouges.