

Concilier l'engagement des élèves pour le climat et leur accès à des savoirs émancipateurs, est-ce possible et à quelles conditions ?

Is it possible to reconcile students' commitment to the climate with their access to emancipatory knowledge and under what conditions?

Denise Orange Ravachol¹

¹ Laboratoire CIREL, Université de Lille, France, denise.orange@univ-lille.fr

RÉSUMÉ. Le changement climatique fait partie des préoccupations sociétales majeures. En le prenant en considération, les instructions officielles soumettent l'Ecole à un double enjeu : faire que les élèves en comprennent scientifiquement les raisons et qu'ils s'engagent dans la lutte pour l'enrayer. Est-ce possible, et à quelles conditions, de concilier ces objectifs ? Notre contribution étudie ces questions en se focalisant sur l'effet de serre, mis à l'étude à différents niveaux d'enseignement et régulièrement mobilisé par les médias. En nous basant sur un support médiatique et sur des extraits de manuels, nous montrons d'une part que ce qui est proposé tend à se débarrasser d'explications scientifiques pour aller au plus vite à la prescription et à l'action ; d'autre part que l'engagement raisonné des élèves pour le climat passe nécessairement par le développement de modes de pensée critiques et donc à leur accès à des savoirs émancipateurs.

ABSTRACT. Climate change is a major societal concern. By taking it into consideration, the official instructions subject the school to a double challenge: to make the students understand scientifically the reasons for it and to engage them in the fight to stop it. Is it possible, and under what conditions, to reconcile these objectives? Our contribution studies these questions by focusing on the greenhouse effect, which is studied at different levels of education and regularly mobilized by the media. Based on a media support and on extracts from textbooks, we show on the one hand that what is proposed tends to get rid of scientific explanations in order to go as fast as possible to prescription and action; on the other hand, that the reasoned commitment of students for the climate necessarily passes by the development of critical ways of thinking and thus to their access to emancipating knowledge.

MOTS-CLÉS. changement climatique, effet de serre, pensée commune, raisonnement séquentiel, raisonnement systémique, engagement, enseignement scientifique.

KEYWORDS. climate change, greenhouse effect, common thought, sequential reasoning, systemic reasoning, commitment, science education.

Introduction

Le réchauffement climatique fait partie des préoccupations sociétales majeures. L'Ecole, et les instructions officielles en témoignent (circulaires EDD¹, programmes d'enseignement), vise une sensibilisation des élèves à ce problème complexe, l'appropriation par ceux-ci d'éclairages scientifiques, et leur engagement citoyen responsable. Comme le précise le Vademecum pour éduquer à l'EDD à l'horizon 2030 « *Les grandes questions de société qui se posent de façon récurrente et amplifiée depuis la dernière décennie, relatives notamment au climat, à la biodiversité et aux pandémies, ont révélé la nécessité d'une prise de conscience collective, informée et documentée sur les interactions scientifiques, sociologiques, économiques, sociales et culturelles qui en constituent la trame* ». (MENJS, 2021, p.3). Mais alors que l'on assiste à une déferlante médiatique sur le dérèglement climatique (articles de journaux, émissions, manifestations...), s'agit-il à l'Ecole de comprendre les changements climatiques ou de s'engager à lutter contre le réchauffement climatique ? Comment peut-on tenir ce double enjeu ?

¹ Education au Développement Durable

Dans cette contribution, nous proposons d'étudier ces questions en nous focalisant sur l'effet de serre, un phénomène central dans la compréhension des changements climatiques. Il fait partie des programmes scolaires à différents niveaux d'enseignement et il est régulièrement mobilisé par les médias. D'une certaine manière, il nous est devenu familier. En nous appuyant sur les travaux en didactique des sciences, nous questionnons les conditions d'une compréhension raisonnée de ce phénomène et d'un engagement des élèves pour le climat.

1. Les changements climatiques dans les circulaires EDD et les programmes en vigueur

Depuis les années 2000, six circulaires² sur l'Education au Développement durable ont été publiées (2004, 2007, 2011, 2015, 2019, 2020). La question des changements climatiques y est présente et elle se modifie au cours du temps : elle passe du statut de thématique d'étude, parmi d'autres comme la biodiversité, la gestion des ressources, les risques majeurs... (circulaire 2004, 2007, 2011, 2015), pour devenir une préoccupation forte contre laquelle il faut lutter (2015, 2019, 2020). La circulaire pivot de cette bascule est celle de 2015, fortement liée à la conférence des Nations Unies sur le changement climatique (Paris-Climat 2015 - COP 21). Depuis cette date, l'accent est mis sur la sensibilisation des élèves aux problématiques du changement climatique, et sur l'importance des débats sur les enjeux liés à ce phénomène, dont ceux de la lutte pour l'enrayer. L'Ecole devenant un lieu où « *s'apprend l'engagement en la matière* » (circulaire 2019).

Les programmes scolaires récents (2020), promeuvent aussi une culture de l'engagement des élèves, dès leur jeune âge. C'est un des domaines de l'enseignement moral et civique au cycle 2, où l'on peut lire que cette culture « *favorise l'action collective, la prise de responsabilités et l'initiative. Elle développe chez l'élève le sens de la responsabilité par rapport à lui-même et par rapport aux autres, à la nation et à l'environnement (climat, biodiversité, etc.)* » (MENJS, cycle 2, 2020, p. 41³). Comme la culture civique, dont elle fait partie, elle irrigue l'ensemble des enseignements, la vie de l'école et de l'établissement, et elle s'exprime par des actions qui mettent les élèves au contact de la société (ibid., p.41). Ainsi par « *des échanges contradictoires, pouvant prendre appui sur la littérature jeunesse, des écrits documentaires ou journalistiques, les élèves sont initiés à débattre de manière démocratique et à penser de façon critique. Ils acquièrent dans ces débats les capacités à établir des liens entre des choix, des comportements et leurs impacts environnementaux (climat, biodiversité, développement durable) et à comprendre les perspectives des acteurs impliqués dans les problématiques abordées* » (ibid., p.41). Ces préconisations interpellent. N'est-il pas contradictoire de former les élèves à penser de façon critique et de les pousser à agir de telle ou telle façon ? N'est-il pas contradictoire d'envisager en même temps, avec des visées émancipatrices et critiques, une « acculturation écologique » progressive des élèves et un apprentissage d'un engagement dans une lutte contre le réchauffement climatique ?

Ce cadre institutionnel précisé, revenons à l'effet de serre, dont nous savons l'importance dans la compréhension du climat, tel qu'il est abordé dans les enseignements scientifiques du secondaire, autrement dit du cycle 3 à la terminale. Sur quels aspects de l'effet de serre se focalisent les programmes des sciences de la nature ? Pour travailler cette question, nous convoquons la double dimension de ces sciences : leur dimension fonctionnaliste (elles s'intéressent au fonctionnement des systèmes qu'elles étudient) ; et leur dimension historique (elles tentent de reconstituer l'histoire de ces systèmes et, dans le cadre de l'EDD, de penser leur évolution dans un monde incertain). Cela nous permet de distinguer les grands types de problèmes centrés sur l'effet de serre : descriptifs, fonctionnalistes et historiques (tableau 1). Dans le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation où nous nous plaçons, nous attachons en effet une grande importance aux problèmes et à leur travail, dans l'optique de produire des solutions tenues par des raisons explicites.

² Toutes ces circulaires sont disponibles sur <https://www.education.gouv.fr/>

³ <https://eduscol.education.fr/84/j-enseigne-au-cycle-2>

Type de problème Niveau d'enseignement	Descriptif	Fonctionnaliste	Historique
Cycle 3 ⁴ Sciences et technologie 2020		Réalisation d'une station météorologique, d'une serre (mise en évidence de l'effet de serre)	
Cycle 4 ⁵ (Physique chimie et SVT) 2020	Identification et propriétés des gaz à effet de serre (GES)	Associer l'émission et l'absorption d'un rayonnement à un transfert d'énergie	Changements climatiques passés (échelle géologique) et actuels : influence des activités humaines sur le climat notamment par l'émission de gaz à effet de serre
Première générale ⁶ (Enseignement scientifique) 2020		Bilan radiatif terrestre et effet de serre. Influence des différents facteurs, dont l'effet de serre sur la température terrestre moyenne	
Terminale générale ⁷ (Enseignement scientifique) 2020		Réchauffement climatique et augmentation du forçage radiatif due aux émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère	Evolution de l'équilibre radiatif depuis l'ère préindustrielle Climats du futur et hypothèses portant sur l'évolution de la production des gaz à effet de serre

Tableau 1. Les types de problèmes reliés à l'effet de serre dans les programmes français du secondaire (voie générale)

Dans les programmes du secondaire, l'effet de serre peut donc être abordé selon plusieurs types de problèmes : des problèmes descriptifs relatifs aux gaz à effet de serre (GES ; quels sont-ils ?), des problèmes explicatifs de l'effet de serre et du rôle joué par les GES (comment interviennent-ils dans le climat ?), des problèmes d'évolution dans le temps de l'effet de serre en lien avec l'évolution des GES, sur des périodes de temps convoquant un passé lointain (échelle des temps géologique), un passé récent (échelle du temps humain) et projection sur le futur (échelle du temps humain). C'est une assise scientifique dense et complexe dont l'apprentissage n'est pas sans difficulté et dont la mise en œuvre de l'enseignement n'est guère évidente dans la mesure où, selon les textes officiels, elle doit se conjuguer à l'engagement des élèves dans une lutte contre le réchauffement climatique. Devant ces difficultés, l'Ecole n'encourt-elle pas le risque de réduire cette assise scientifique qu'elle veut commune à un minimum (une logique d'abrégé du savoir ; Astolfi, 2008, p.45), en rabaisant ou en éliminant ce qui paraît complexe, et en cantonnant l'engagement à des actions de peu d'ampleur et immédiates (extinction des lumières, par exemple pendant les récréations ou pauses méridiennes, usage raisonné des chauffages, etc.⁸, construction et mise en fonctionnement d'une station météo ou d'une serre⁹, etc.) ? Alors qu'il faudrait voir cette culture scientifique commune comme un tremplin vers de nouvelles formes de pensée pour les problèmes et les systèmes étudiés (une logique d'élémentation du savoir ; ibid., p.45), pour donner aux savoirs scolaires une ouverture à d'autres problèmes que ceux dont ils sont la « solution » et une efficacité réelle pour les prendre en charge. C'est avec ces repères que nous poursuivons notre prise en compte de l'effet de serre.

⁴ <https://eduscol.education.fr/87/j-enseigne-au-cycle-3>

⁵ <https://eduscol.education.fr/90/j-enseigne-au-cycle-4>

⁶ <https://eduscol.education.fr/1750/programmes-et-ressources-en-enseignement-scientifique-voie-g>

⁷ <https://eduscol.education.fr/1750/programmes-et-ressources-en-enseignement-scientifique-voie-g>

⁸ Circulaire sur la transition écologique, 2019, p.2.

⁹ Programme du cycle 3, Sciences et technologie, 2020, p.87.

2. L'explication de l'effet de serre, de l'abrégi à l'élémentation

L'effet de serre présente des conséquences qui peuvent sembler contraires : son existence permet une température moyenne de la surface de la Terre favorable à la présence et à la viabilité des vivants, dont l'espèce humaine ; de par les activités humaines, son évolution actuelle serait responsable du réchauffement climatique et elle compromettrait la pérennité des vivants. Dans le contexte de l'EDD, maîtriser cette dialectique et donc l'explication de l'effet de serre paraît indispensable pour ne pas en rester à des causalités simples (l'effet de serre et ses « représentants », à savoir les GES, sont responsables du réchauffement climatique). Mais rien n'est simple dans son explication tant celle-ci rompt avec la pensée commune, comme plusieurs études l'ont montré (Viennot, 2007 ; Colin, 2011 ; Orange Ravachol, 2015).

2.1. L'explication scientifique de l'effet de serre et du rôle de certains gaz atmosphériques

L'explication de l'effet de serre repose en effet sur une modélisation des interactions entre deux compartiments, l'atmosphère, la surface de la Terre, qui échangent entre eux et avec l'espace. Le fonctionnement de ce système est sous-tendu par un raisonnement systémique, c'est-à-dire en entrée-sortie. Des modifications dans les caractéristiques de ces compartiments et dans leurs échanges conduisent à un déplacement d'équilibre de la température moyenne à la surface de la Terre mais, globalement, il sort toujours autant d'énergie thermique du système Terre qu'il en entre, venant du Soleil. En particulier, un certain nombre de gaz de l'atmosphère (GES) sont aptes à intercepter les infra-rouges émis par la surface terrestre, ce qui fait que l'égalité entre l'énergie thermique qui entre dans l'atmosphère, venant du Soleil, et celle qui en sort vers l'espace n'est atteinte que pour une température de la surface terrestre supérieure à celle qui existerait sans atmosphère. Au premier rang de ces gaz, on a le CO₂ et la vapeur d'eau (ils sont donnés respectivement responsables de 26 % et 60 % de l'effet de serre) auxquels s'ajoutent l'ozone (responsable à 8 %) et l'ensemble méthane et protoxyde d'azote (N₂O), à 6 % (Dufresne, 2009).

Il n'est pas aisé de comprendre l'effet de serre comme un régime permanent dont l'équilibre est différent de celui d'un globe sans atmosphère (Colin et Tran Tat, 2011). Il est difficile aussi de saisir comment une modification de l'atmosphère (par un enrichissement en GES par exemple) entraîne une augmentation de la température moyenne de sa surface par déplacement de l'équilibre. Par opposition, le raisonnement commun qui pense en termes d'inégalité entre ce qui entre et ce qui sort est beaucoup plus confortable bien qu'inexact : « Avec les GES, il rentre plus d'énergie qu'il n'en sort et la Terre s'échauffe ». Une telle explication est sous-tendue par un raisonnement séquentiel (Viennot, 1993 ; Orange et Orange Ravachol, 1995), totalement différent d'un raisonnement systémique, qui pense en termes de déplacement d'équilibre.

2.2. L'explication commune de l'effet de serre où la terrible efficacité d'une « petite histoire »

La modélisation commune de l'effet de serre a fréquemment les caractères d'une mise en « petite histoire » de rayons lumineux. Il en est de même de la mise en fonctionnement des modèles analogiques (la serre de jardinage) que l'on propose aux élèves. Cette modélisation paraît parfaitement plausible. En voici une illustration dans une émission de France Bleu Paris¹⁰ du dimanche 2 mai 2021. Le rendez-vous écologie de cette radio, intitulé Planète bleue, se préoccupe d'une seule question : « Comment protéger notre planète ? ». Son animateur, Benoît Prospero, propose de très courts « billets » audio (deux minutes environ) comme « 3 choses à savoir sur la biodiversité », « Quel ODD¹¹ choisiriez-vous ? » et pour ce qui nous intéresse « Etes-vous sûr de

¹⁰ France Bleu est le réseau des radios locales publiques françaises, décliné en 44 radios généralistes publiques de proximité.

¹¹ Objectifs de Développement Durable

savoir ce qu'est « l'effet de serre ? » ». Sur son site¹², la radio fournit la transcription de ces moments d'antenne (encadré 1).

Êtes-vous sûr de savoir ce qu'est « l'effet de serre » ?

L'effet de serre, c'est le processus naturel qui permet à notre planète la Terre d'avoir une température idéale pour que l'on puisse y vivre.

Et comment ça marche ?

Le principe est très simple : Le soleil envoie son énergie vers la Terre, les rayons traversent notre atmosphère... atteignent le sol et les océans et les réchauffent. Puis, le sol et les océans émettent à leur tour des rayons infrarouges et les renvoient dans l'air.

Et donc ?

30 % repartent directement dans l'espace. 20 % sont absorbés par l'atmosphère. Et 50 % de ces rayons se retrouvent piégés !

Beh comment ça ?

Grâce au fameux gaz à effet de serre !

Attends attends attends ! C'est quoi les gaz à effet de serre ?

Les gaz à effet de serre, naturellement présents dans notre atmosphère, sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (le fameux CO₂), les plantes ou encore les êtres vivants¹³ !

Et alors ??? Ça change quoi ?

Grâce aux gaz à effet de serre et donc à l'effet de serre, notre planète la Terre a une température idéale pour que l'on puisse y vivre.

Et s'il n'y avait pas de gaz à effet de serre ??

Sans l'effet de serre, sur Terre, la température serait de - 18 degrés.

Bon ok on oublie ! Mais dis-moi... Qu'est-ce qu'ils nous saoulent alors avec le dérèglement climatique sous prétexte qu'on produit trop de gaz à effet de serre alors que c'est indispensable pour avoir une bonne température ???

Le problème, c'est que depuis 150 ans, et l'ère industrielle, l'exploitation du pétrole, du charbon ou du gaz naturel ou encore la déforestation ou l'élevage intensif font augmenter les gaz à effet de serre classiques. Conséquence, l'effet de serre parfaitement réglé au départ pour que tous les êtres vivants vivent dans le meilleur des mondes se retrouve complètement déréglé !

Bon en résumé on retient quoi ?

Que « l'effet de serre », c'est le processus naturel qui permet à notre planète la Terre d'avoir une température idéale pour que l'on puisse y vivre.

Et que si on n'arrête pas de déconner ça risque de très mal se terminer pour nous !!!

Mots clés : Les séries France Bleu, Protection de l'environnement, Réchauffement climatique

Encadré 1. Transcription de l'émission de France bleu Paris sur l'effet de serre (2 mai 2021)

¹² <https://www.francebleu.fr/emissions/planete-bleue/107-1/etes-vous-sur-de-savoir-ce-qu-est-l-effet-de-serre>

¹³ « les plantes ou encore les êtres vivants » : une simplification dans un moment de communication orale ?

Ce court « billet » met en valeur les bienfaits de l'effet de serre « naturel » : il permet à la Terre d'avoir une température « idéale », pour que « tous les êtres vivants vivent dans le meilleur des mondes ». Aucune mesure de cette température idéale n'est fournie. Seule est donnée celle, très froide, moins 18°C, qu'aurait la Terre à sa surface sans lui. Comment fonctionne cet effet de serre « naturel » ? Grâce à l'énergie du soleil, via des rayons qui « *atteignent le sol et les océans et les réchauffent. Puis, le sol et les océans émettent à leur tour des rayons infrarouges et les renvoient dans l'air* ». Une partie de ces rayons réfléchis sont retenus dans l'atmosphère (20 %) et piégés par les GES (50 %). Cela laisse entendre que seuls 30 % du rayonnement solaire qui atteint la Terre (entrée) est renvoyé par la Terre (sortie). On est loin de l'égalité entre ce qui entre et ce qui sort.

Cette explication qui rapporte le réchauffement de la surface de la Terre à un double « piégeage », est compréhensible par tous. Avec elle, le complexe devient simple et intelligible : une Terre faite pour être confortable aux vivants ; un effet de serre naturel et bien réglé, bon pour ceux-ci. C'est ce qu'il faut retenir. Dans le détail, une explication de cet effet de serre en forme de « petite histoire » dont on identifie bien les acteurs, sous-tendue par un raisonnement séquentiel, truffée de « lieux communs », et ouverte aux approximations scientifiques (ce ne sont pas l'atmosphère et les GES, mais les GES de l'atmosphère, qui assurent le piégeage). Le problème, la « déconnade » selon les termes de l'animateur, vient de l'ajout de GES au stock de GES « classiques » depuis 150 ans. Longue énumération de ce qui le (la) provoque : l'ère industrielle, l'exploitation du pétrole, du charbon ou du gaz naturel ou encore la déforestation ou l'élevage intensif. Et une explication de ce dérèglement ancrée dans la pensée commune : causalité simple, une distinction entre les « bons » et les « méchants » GES, une augmentation de la quantité des GES basée sur leur accumulation alors qu'ils participent d'un renouvellement. Enfin une mise en garde et la perspective d'une punition, si l'on ne fait rien, si l'on n'arrête pas de « déconner ». Mais qu'apporte ce « billet » en termes de savoir et que faire de ce savoir en termes d'action contre le réchauffement climatique ? En fait, pas vraiment plus de choses que ce que l'on sait ou fait déjà.

3. Conséquences didactiques

3.1. La difficulté de se sortir du raisonnement séquentiel

Le court « billet » de France Bleu Paris peut paraître caricatural. Force est de constater qu'il ne dénote pas au regard des nombreux exemples de présentation de l'effet de serre mobilisant une « petite histoire » où des rayons lumineux devenus infra-rouges sont pris dans une succession d'épisodes dont l'enchaînement amalgame du temps (et puis) et de la causalité simple (et donc).

Ainsi en est-il également de l'explication proposée dans l'émission fameuse « *C'est pas sorcier* » consacrée à l'effet de serre¹⁴. Jamy, journaliste et animateur de cette émission, précise qu'une partie des rayons solaires sont captés par le sol qui, réchauffé, émet un rayonnement infra-rouge pour partie piégé par les gaz à effet de serre de l'atmosphère de la Terre, ce qui la réchauffe (figure 1). Inscrit dans la durée, un tel fonctionnement ne cesse de faire monter la température de la surface de la Terre.

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=KZbcAyIQzkI>

Jamy. « Alors comment fonctionne cette couverture chauffante ? Et bien le soleil émet toute une gamme de rayons, de l'ultra-violet à l'infra-rouge en passant par la lumière visible. Mais contrairement à ce que l'on pourrait croire, **une partie de ces rayons seulement chauffent notre planète**¹⁵. En effet, certains rebondissent sur les hautes couches de l'atmosphère, d'autres sur les nuages, d'autres encore sur le sol. **Restent en gros 70 % des rayons du soleil pour faire grimper la température.** Alors certains agissent directement sur l'atmosphère, **d'autres, l'essentiel, sont captés par le sol.** Et bien, c'est à ce moment véritablement que la chaudière se met en marche. Sous l'effet du rayonnement, **le sol se réchauffe et émet à son tour du rayonnement, des infra-rouges** précisément, différents de ceux émis par le soleil. Alors une partie de ces infra-rouges se dispersent dans l'espace, **l'autre partie est piégée par les gaz à effet de serre et, ainsi piégés ces infra-rouges vont réchauffer l'atmosphère pour que la température monte** aux alentours de 15 degrés. »



Figure 1. Transcription de l'émission « C'est pas sorcier » sur l'« Effet de serre : coup de chaud sur la planète » (2002)

Les manuels scolaires proposent des représentations schématiques de l'effet de serre, sans mobiliser directement des explications basées sur « *il rentre plus d'énergie qu'il n'en sort* », dont les didacticiens ont fait des analyses critiques (Viennot, 1996, 2007) ou ont pointé la tendance commune à mobiliser des raisonnements séquentiels ou de petites histoires (Viennot, 1993, Orange et Orange Ravachol, 1995, 2017). Mais... on en est pas loin lorsqu'on considère certains schémas et l'épaisseur des flèches montrant ce qui entre dans l'atmosphère et ce qui en sort. La figure 2 l'illustre. Dans le manuel du cycle 4 comme dans celui du manuel de terminale, le rayonnement sortant est quantitativement très inférieur à l'entrant. Quant au texte explicatif accompagnateur, celui du cycle 4 est très proche de celui de l'émission proposé par France Bleu (et de celui de Jamy). Si on fait fonctionner le modèle explicatif qu'il porte sur une certaine durée, la température de la surface terrestre ne cesserait d'augmenter même en se limitant à l'effet de serre naturel, avant toute intervention humaine. Et il conduirait nécessairement vers une température rendant la vie impossible. Dans ces conditions, à quoi cela sert-il d'agir sinon pour retarder cette catastrophe ? Quant au texte explicatif du manuel de terminale, il présente une explication composite : la réception/réémission de rayonnement infrarouge par les GES (explication fonctionnaliste empreinte d'un raisonnement séquentiel) ; l'évolution du bilan radiatif du système considéré lorsque la teneur en GES augmente (une explication sous-tendue en partie par un raisonnement systémique). Difficile, pour une telle explication mobilisatrice à la fois d'une « petite histoire de rayons » et de processus abscons tels que le forçage radiatif, de servir de repères pour l'action. De plus, ce genre de « démonstration » jouant sur la pensée commune sans souci d'une explication purement scientifique est peut-être bon pour pousser à l'engagement, comme il peut l'empêcher s'il fait penser que de toute façon on va « dans le mur ». Mais permet-il vraiment le développement de la pensée critique ?

¹⁵ Surligné par nous.

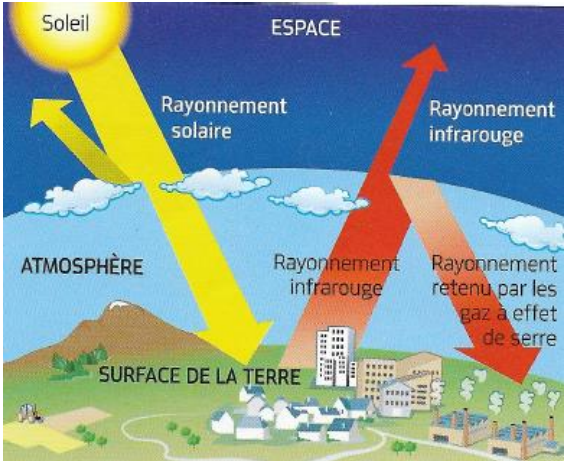
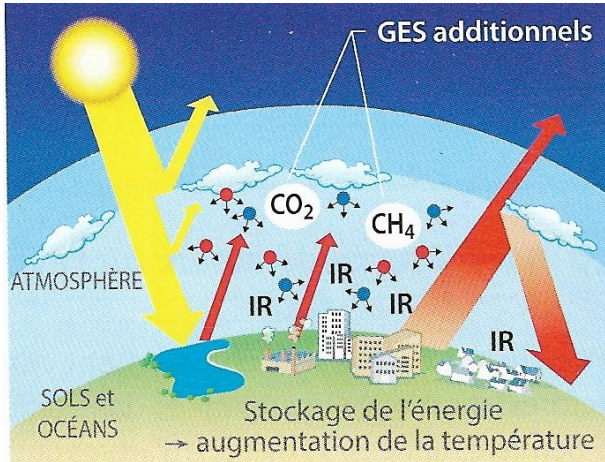
Schéma du manuel	Texte accompagnateur du schéma
<p>SVT, Cycle 4, 2017, p. 47, Editions Hatier</p> 	<p>L'effet de serre, un phénomène naturel. La Terre. La Terre reçoit en permanence de l'énergie lumineuse. Une partie de cette énergie est réémise, en direction de l'espace, sous forme d'un rayonnement différent appelé infrarouge. Dans l'atmosphère, les gaz à effet de serre, tels que dioxyde de carbone (CO₂), méthane (CH₄), ou vapeur d'eau (H₂O), retiennent ce rayonnement et le renvoient vers la Terre. Ces gaz entraînent donc un réchauffement de l'atmosphère.</p>
<p>Enseignement scientifique Terminale, 2020, p.56, Editions Hatier</p> 	<p>Facteurs anthropiques et perturbations du climat</p> <p>Les gaz à effet de serre (GES) possèdent une structure moléculaire permettant l'absorption du rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre. Ils réémettent un rayonnement infrarouge vers le sol.</p> <p>L'augmentation de la concentration atmosphérique des GES d'origine anthropique entraîne un effet de serre additionnel à l'origine d'un forçage radiatif¹⁶, et modifie le bilan radiatif de la Terre.</p> <p>Sols, océans et atmosphère stockent cette énergie supplémentaire. Il en résulte une augmentation de la température moyenne globale d'environ +1°C depuis un siècle et demi.</p>

Figure 2. L'effet de serre dans deux manuels scolaires des Éditions Hatier (2017, 2020)

3.2. Prendre le temps d'apprendre pour mieux penser l'action ?

L'ouverture de l'Ecole sur la société oblige à se pencher sur les objets culturels qui circulent massivement entre ces deux mondes. L'effet de serre en est un. Des études portent attention à ce que Jeanneret appelle la trivialité c'est-à-dire « *l'analyse de la façon dont les objets [de culture] circulent, sont partagés dans la société, comment ils passent d'un espace social à un autre et donc inévitablement, en même temps, ils se transforment et ils prennent des sens nouveaux. [...]* », et il y a beaucoup « *d'objets, de pratiques, de techniques inaperçues mais en fait très sophistiquées qui aident à cette circulation des objets, à cette circulation* »¹⁷.

Les quelques exemples de supports empruntés au monde sociétal et au monde scolaire montrent à quel point, pour des problèmes complexes comme le réchauffement climatique, la tendance oriente vers une uniformité des types d'explications. Et ceux de l'Ecole ont tendance à être assez proches de

¹⁶ Le manuel précise à la page suivante (p.57) que le forçage radiatif est une « Modification du bilan énergétique du système climatique, par exemple par changement de la composition atmosphérique en gaz à effet de serre, ou par modification de l'albédo lors de la fonte des glaces ».

¹⁷ <https://effeuillage-la-revue.fr/portfolio-item/la-trivialite-par-yves-jeanneret/> Sur la trivialité, on peut se reporter à l'ouvrage que Jeanneret a publié en 2008.

ceux des médias, de l'opinion, de la pensée commune et contraires aux savoirs scientifiques. A quoi sert donc l'Ecole alors ?

Ce qu'il faut voir aussi, c'est que ce qui est proposé fonctionne comme du « prêt à expliquer » et du « prêt à penser » qui n'appelle pas de débat, au mieux à des échanges du « café du commerce », puisque tous s'y retrouvent. Tout se passe comme si on se débarrassait des explications scientifiques pour aller au plus vite à la prescription ; au détriment de l'accès des élèves à des savoirs leur permettant de penser autrement que la pensée commune. Or l'explication scientifique de l'effet de serre et de son évolution pousse à un saut qualitatif dans la réflexion : se sortir du raisonnement linéaire pour un raisonnement systémique ; se sortir d'une diabolisation de certains GES (c'est le cas notamment pour le CO₂) et se demander pourquoi l'eau est bien un GES mais qu'elle n'est pas, de par les caractéristiques de son cycle, à considérer de la même manière que le CO₂ ; se rendre compte de l'évolution future du système à laquelle conduit le modèle explicatif que l'on mobilise, etc. En effectuant ce saut qualitatif dans la réflexion, les élèves deviennent capables de travailler des problèmes complexes, de produire des solutions possibles fondées, de penser de manière critique les actions qui en découlent, et ainsi de se doter d'aides à la décision. On a là des conditions pour que leur émancipation et en conséquence leur engagement raisonné dans l'action puissent se faire. C'est en se rendant compte que pour penser la lutte contre le réchauffement climatique, il faut d'abord travailler à la fois des problèmes fonctionnalistes et des problèmes historiques, examiner les différents points de vue en jeu expliquant les changements climatiques, dont celui de tout un chacun au regard de ceux des scientifiques. Dit autrement l'Ecole doit évacuer l'immédiateté de l'action et penser la construction d'un engagement citoyen à une échelle curriculaire. Et donc, comme l'écrivent Lange & Kebaïli (2019), si elle poursuit des finalités éducatives émancipatrices et donc critiques, cette construction d'un engagement des élèves s'appuie nécessairement sur un étayage par des modèles scientifiques, des discussions et des débats, et la prise en compte de l'incertitude sur l'avenir.

Bibliographie

- Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs*. Paris: ESF.
- Bianchi, V. & Maixant, J., dir. (2020). *Enseignement scientifique. Terminale*. Paris, Hatier.
- Colin, P. & Tran Tat, N. (2011) Difficile compréhension de l'effet de serre : comment concevoir un parcours d'enseignement-apprentissage au lycée ? *RDST*, 4, 109-138.
- Colin, P. (2011). Enseignement et vulgarisation scientifique : une frontière en cours d'effacement ? *Spirale – Revue de Recherches en Éducation*, 48, 63-85. Disponible sur : https://spirale-edu-revue.fr/IMG/pdf/3_colin_spi_48f.pdf.
- Dufresne, J.-L. (2009). *L'effet de serre, sa découverte, son analyse par la méthode des puissances nettes échangées et les effets de ses variations récentes et futures sur le climat terrestre*. Mémoire présenté pour obtenir l'HDR, Université Pierre et Marie Curie, France.
- Gardarein, J.-M., dir. (2017). *SVT, manuel de cycle 4*. Paris, Hatier.
- Jeanneret, Y. (2008). *Penser la trivialité*. Paris, Hermès Lavoisier.
- Lange, J.M. & Kebaïli, (2019). Penser l'éducation au temps de l'anthropocène : conditions de possibilités d'une culture de l'engagement. *Education et socialisation. Les Cahiers du CERFEE*, 51. Disponible sur : <https://journals.openedition.org/edso/5674>.
- Orange Ravachol, D. (2015). La modélisation : ersatz de l'expérimentation ou processus incontournable de l'investigation scientifique. In T. Evrard et B. Amaury (dir.). *Les modèles, des incontournables pour enseigner les sciences !* Bruxelles, de Boeck.
- Orange C. & Orange Ravachol D. (2017). Problématisations scientifiques fonctionnalistes et historiques en éducation relative à l'environnement et au développement durable. Le cas de l'évolution climatique. *Revue des HEP et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*, n° 22, 21-38. Disponible sur : <http://revuedeshp.ch/pdf/22/22-02-Orange-Orange-Ravaloch.pdf>.

- Orange, C. & Orange, D. (1995). Géologie et Biologie : analyse de quelques liens épistémologiques et didactiques. *ASTER*, 21, 27-49. Disponible sur: <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA021-03.pdf>.
- MENJS (2020). *Vademecum. Education au développement durable*. Horizon 2030. Disponible sur : <https://eduscol.education.fr/11118/qu-est-ce-que-l-education-au-developpement-durable>.
- Viennot, L. (2007). La physique dans la culture scientifique : entre raisonnement, récit et rituels. *ASTER*, 44, 23-40. Disponible sur : <http://ife.ens-lyon.fr/publications/edition-electronique/aster/RA044-2.pdf>.
- Viennot, L. (1996). *Raisonner en Physique*. Bruxelles, de Boeck.
- Viennot, L. (1993). Temps et causalité dans les raisonnements des étudiants en physique. *Didaskalia*, 1, 13-27. Disponible sur: https://www.persee.fr/doc/didas_1250-0739_1993_num_1_1_909.