

Changement climatique et politique climatique



Niveau scolaire

Primaire – Cycle 2

Auteur

Philippe Hertig

Année

2019



Changement climatique et politique climatique

COMMENTAIRES DESTINES AUX ENSEIGNANT.E.S

Niveau scolaire	Primaire – Cycle 2
Auteur	Philippe Hertig
Année	2019
Photo de titre	«Vers le chaos climatique?» Photo © S. Reinfried, GeoEduc

Note: la plupart des démarches que l'on trouvera dans ce dossier sont adaptées de celles proposées dans les dossiers en langue allemande destinés au cycle 2 et conçues par Marco Adamina, Rebecca Theiler et Michelle Walz.

Editeurs
 GLOBE
 PHBern
 PHLuzern
 HEP Vaud
 Supsi
 Uni Bern
 SCNAT
 OFEV

Indications générales

Les ressources développées en français pour le cycle 2 sont pour l'essentiel adaptées de celles conçues pour les classes de Suisse alémanique par Marco Adamina (Pädagogische Hochschule Bern), grand spécialiste du domaine *Natur, Mensch, Gesellschaft* (Nature, Homme et Société), et ses collaboratrices Rebecca Theiler et Michelle Walz. Toutefois, c'est une sélection des documents élaborés par l'équipe bernoise qui a donné lieu à ce travail d'adaptation, et non l'intégralité. En particulier, nous avons renoncé à adapter les activités portant sur les hivers très froids des années 1950 – 1960, du fait que celles-ci reposent largement sur des documents photographiques spécifiques à la région bernoise dont il n'a pas été possible de trouver l'équivalent en Romandie (variante 1 de la première partie du dossier en allemand). Nous n'avons pas repris non plus le travail de comparaison des caractéristiques des différentes planètes du Système solaire, ni celui sur la pression atmosphérique («séquences» 2a et 2b du dossier en langue allemande). Quant au jeu de simulation portant sur l'évaluation des différentes mesures permettant de lutter contre le changement climatique («séquence» 8b), il n'a pas donné de résultats probants lors des tests en classe en Romandie¹ et a donc été laissé de côté.

Les enseignant.e.s francophones trouveront des propositions de démarches pour chacun des grands axes thématiques traités dans le cadre du projet CCESO (le système climatique / les causes des changements climatiques / les conséquences de ces derniers / les mesures d'adaptation et d'atténuation), ainsi que des suggestions pour la phase de démarrage de la séquence et une proposition pour une synthèse générale.

Dans le détail, les documents destinés aux élèves sont organisés comme suit (voir aussi le schéma en page suivante):

Partie 1 – Phase de démarrage et de problématisation proposée en trois variantes:

- Variante 1 – liens avec l'actualité
- Variante 2 – recul des glaciers alpins
- Variante 3 – événements météorologiques extrêmes

Partie 2 – Le système climatique

- Partie A – Météo et climat
- Partie B – Rayonnement et réchauffement
- Partie C – Le climat résulte de relations entre de nombreux éléments

Partie 3 – Les causes des changements climatiques (focale sur le cycle du carbone)

Partie 4 – Les conséquences des changements climatiques

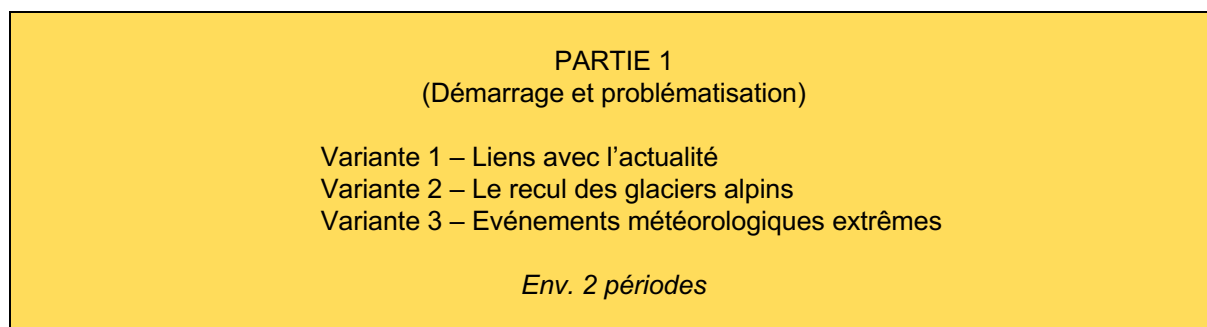
Partie 5 – Mesures d'adaptation et d'atténuation

Partie 6 – Synthèse générale

Les commentaires réunis dans le présent dossier portent essentiellement sur les activités proposées. On n'y trouvera pas de «réponses toutes faites»: les réponses aux questions posées ou les constats à tirer des activités soumises aux élèves se construisent en classe. Rappelons par ailleurs que des explications spécifiques sont fournies directement sur la page du site internet (rubrique 4) quant aux modalités possibles d'utilisation des croquis originaux, dont quelques-uns sont insérés dans le dossier des élèves.

Le dossier des élèves comprend les consignes d'activités, quelques textes d'information, des figures de nature diverse (photographies, schémas, croquis, planisphère) et des supports pour consigner des résultats d'observations (tableaux de données par exemple). Il inclut la majeure partie des documents dont les élèves ont besoin pour effectuer les tâches proposées; certaines activités conçues comme des démarches de recherche peuvent faire exception. Il inclut également les éléments nécessaires à la phase de démarrage et de problématisation et à la phase de synthèse. Chaque partie du dossier est présentée sous la forme d'un fichier individuel, de manière à laisser le plus de souplesse possible à l'utilisation: il est ainsi facile d'insérer des documents supplémentaires, par exemple l'un des croquis originaux développés dans le cadre du projet.

¹ Les tests ont été effectués dans trois classes de 7-8H de différents cantons romands au printemps 2019. Après avoir été aménagées et retravaillées, certaines démarches (dont ce jeu de simulation) ont été à nouveau testées dans deux classes de 7-8H à la fin de l'automne et pendant l'hiver 2019-2020.



PARTIE 2	PARTIE 3	PARTIE 4	PARTIE 5
Le système climatique	Les causes naturelles et anthropiques des changements climatiques	Les conséquences du changement climatique	La politique climatique
A – Météo et climat <i>Env. 1-2 périodes</i>	Focale sur le cycle du carbone et ses perturbations liées aux activités anthropiques <i>Env. 2 périodes</i>	«Recherche guidée» ou «Recherche libre» <i>Env. 4 à 6 périodes</i>	Des mesures pour s'adapter au changement climatique <i>Env. 1-2 périodes</i>
B – Rayonnement et réchauffement (y compris effet de serre) <i>Env. 2-3 périodes</i>			Des mesures pour lutter contre le changement climatique <i>Env. 3-4 périodes</i>
C – Le climat résulte de relations entre de nombreux éléments <i>Env. 1-2 périodes</i>			Activité complémentaire: faire un débat en classe <i>Env. 2-4 périodes</i>

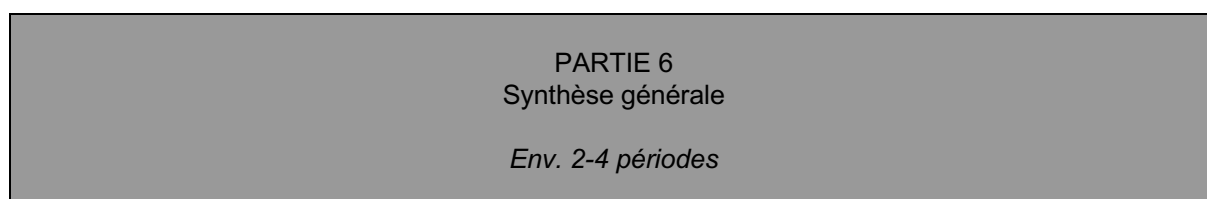


Schéma ci-dessus: structure des matériaux proposés et timing indicatif² pour la mise en œuvre en classe

Un document pdf distinct du présent dossier destiné aux enseignant.e.s propose des documents extraits des pages d'élèves afin de les imprimer et de les remettre aux élèves pour qu'ils puissent les découper.

Rappelons enfin que des feuillets d'information sont à la disposition des enseignant.e.s qui ne se sentiraient pas à l'aise avec tel ou tel aspect de la thématique qu'elles ou ils envisagent de traiter avec leurs élèves.

² Ces durées ne sont données qu'à titre indicatif: les tests n'ayant pas été menés dans un grand nombre de classes, il serait hasardeux de conférer à ces indications de durée une grande valeur de certitude. Elles peuvent varier fortement d'une classe à l'autre, ce qu'ont aussi montré les tests menés Outre-Sarène.

Liens avec le PER

Les liens les plus évidents touchent les domaines disciplinaires des sciences de la nature, des sciences humaines et sociales ainsi que la formation générale (interdépendances). Liste non exhaustive des objectifs d'apprentissage auxquels peut contribuer une séquence sur le changement climatique:

Domaine des Mathématiques et Sciences de la nature: MSN 25, MSN 26, MSN 28

Domaine des Sciences humaines et sociales: SHS21, SHS23; dans une moindre mesure SHS22 et SHS24

Formation générale: FG26, FG27.

Pour plus de détails, consulter le site du PER:

<https://www.plandetudes.ch/pg2-sommaire>

Ouvrages de référence

Les ouvrages signalés par [] sont disponibles en ligne et peuvent être téléchargés au format pdf.*

Académies suisses des sciences (2016). *Coup de projecteur sur le climat suisse. Etat des lieux et perspectives*. Swiss Academies Reports 11 (5). Berne: Académies suisses des sciences. [*]

Beniston, M. (2009). *Changements climatiques et impacts. De l'échelle globale à l'échelle locale*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.

Blanc, P. & Schädler, B. (2013). *L'eau en Suisse – Un aperçu*. Berne: Commission suisse d'hydrologie. [*]

Brönnimann, S. (2018). *Klimatologie*. Berne: Haupt Verlag.

Delmas, R., Chauzy, S., Verstraete, J.-M. & Ferré, H. (2007). *Atmosphère, océan et climat*. Paris: Belin.

Egli, H.-R., Hasler, M. & Probst, M. (2016). *Geografie wissen und verstehen*. Berne: hep-Verlag.

Foucart, S. (2010). *Le populisme climatique. Claude Allègre et Cie, enquête sur les ennemis de la science*. Paris: Denoël.

GIEC (2014). *Changements climatiques 2014: rapport de synthèse. Contribution des groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. Genève: GIEC. [*]

Jouzel, J. & Debroise, A. (2014). *Le défi climatique. Objectif: 2°C!* Paris: Dunod.

Köllner, P., Gross, C., Lerch, J. & Nauser, M. (2017). *Risques et opportunités liés au climat. Une synthèse à l'échelle de la Suisse*. Berne: Office fédéral de l'environnement. [*]

Laramée de Tannenberg, V. (2017). *Le changement climatique. Menace pour la démocratie?* Paris: Buchet/Chastel.

Lüthi, D., Le Floch, M., Bereiter, B., Blunier, T., Barnola, J.-M., Siegenthaler, U., Raynaud, D., Jouzel, J., Fischer, H., Kawamura, K. & Stocker, T. (2008). High resolution carbon dioxide concentration record 650'000 – 800'000 years before present. *Nature*, 453, 379-382.

Mélières, M.-A. & Maréchal, C. (2010). *Climat et société. Climats passés, passage de l'homme, climat futur: repères essentiels*. Grenoble: CRDP de l'Académie de Grenoble.

NCCS, National Centre for Climate Services (2018). *CH2018 – Scénarios climatiques pour la Suisse*. Zurich: NCCS. [*]

Rebetez, M. (2011). *La Suisse se réchauffe. Effet de serre et changement climatique*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes (4^e éd.).

Trompette, R. (2004). *La Terre. Une planète singulière*. Paris: Belin.

Vigneau, J.-P. (2005). *Climatologie*. Paris: Armand Colin.

Wanner, H. (2016). *Klima und Mensch - Eine 12'000-jährige Geschichte*. Berne: Haupt Verlag.

Bref commentaire à propos des ouvrages figurant dans la liste ci-dessus

A ce jour (fin 2019), il n'existe malheureusement pas en français d'ouvrage récent, (relativement) accessible au «grand public» tout en étant fiable sur le plan des contenus scientifiques, qui soit équivalent aux livres de S. Brönnimann et de H. Wanner, tous deux excellents.

Celui qui s'en approche le plus est le livre signé par R. Delmas *et al.*, mais il date déjà quelque peu et n'intègre évidemment pas les informations issues du 5^e rapport du GIEC. Le livre écrit par J. Jouzel et A. Debroise est intéressant et agréable à lire, mais il est moins complet que les deux ouvrages bernois précités, et parfois moins précis aussi (choix éditorial?).

L'ouvrage de M. Rebetez est devenu un «classique» à l'échelle de la Suisse romande; c'est une très bonne introduction à la thématique du changement climatique, d'accès aisé et très agréable à lire.

Le livre de V. Laramée de Tannenberg est très intéressant de par son questionnement; c'est une bonne approche journalistique. L'ouvrage de M. Beniston est par moments très technique et difficile d'accès si on ne dispose pas d'un bon bagage en physique et en mathématiques, mais il n'en est pas moins utile, par exemple pour cerner la notion de forçage et pour saisir les principes de base de la modélisation en climatologie.

Le livre de S. Foucart, bien qu'il commence à dater un peu, est une bonne enquête journalistique sur les stratégies mises en œuvre par les climato-sceptiques pour diffuser leurs idées et nier les faits reconnus par l'écrasante majorité de la communauté scientifique.

L'ouvrage de H.-R. Egli *et al.* est un très bon manuel de géographie destiné à l'enseignement gymnasial, dont le chapitre sur le climat et la météorologie est très bien fait. Le livre de J.-P. Vigneau est destiné au premier cycle universitaire, alors que celui de R. Trompette est un ouvrage principalement consacré à la géologie, mais qui propose des informations intéressantes sur le système climatique. Le livre de M.-A. Mélières et C. Maréchal est très riche et détaillé, mais date lui aussi un peu.

Il est hautement recommandé de lire *Coup de projecteur sur le climat suisse*, la première référence de cette liste, ainsi que les brochures sur l'eau en Suisse (Blanc & Schädler), sur les risques liés au climat (Köllner *et al.*) et sur les scénarios climatiques. Quant au rapport du GIEC, c'est évidemment une référence incontournable, mais il n'est pas toujours aisé à lire en raison de son caractère très synthétique.

Ressources d'ordre général disponibles en ligne

La présente liste n'est évidemment pas exhaustive. La plupart des ressources listées ici sont plutôt destinées aux enseignant.e.s qu'à des élèves de cycle 2.

Dernière consultation de l'ensemble des liens: 5 décembre 2019

Académies suisses des sciences (2018). *Inverser les émissions ou influencer le rayonnement solaire. La «géo-ingénierie» est-elle raisonnable, réalisable et, si oui, à quel prix?* Swiss Academies Factsheets 13 (4). https://sciencesnaturelles.ch/organisations/proclim/for_the_media/106135-inverser-les-emissions-ou-influencer-le-rayonnement-solaire-la-geo-ingenierie-est-elle-raisonnable-realisable-et-si-oui-a-quel-prix-

Glacier Monitoring Switzerland GLAMOS (site officiel sur lequel on trouve toutes les informations relatives à la mesure des glaciers suisses)

<https://www.glamos.ch/fr/#/B84%2F15>

Jancovici, J.-M. (2003). Qu'est-ce que l'effet de serre? En ligne sur le site de l'auteur:

<https://jancovici.com/changement-climatique/aspects-physiques/quest-ce-que-leffet-de-serre/>

Jancovici, J.-M. (2007). Quels sont les gaz à effet de serre? En ligne sur le site de l'auteur:

<https://jancovici.com/changement-climatique/gaz-a-effet-de-serre-et-cycle-du-carbone/quels-sont-les-gaz-a-effet-de-serre-quels-sont-leurs-contribution-a-leffet-de-serre/>

Météo France (site officiel de Météo France; très riche; consulter en particulier l'onglet «Climat», rubrique «Tout savoir sur le changement climatique»)

<http://www.meteofrance.com/climat>

Météo France Education (site hébergeant des ressources pour l'enseignement dans les différents degrés, du primaire au post-obligatoire; très riche et généralement très fiable; propose des animations sur de nombreux phénomènes climatiques et météorologiques, ainsi que des démarches pour réaliser des expériences relevant le plus souvent du champ des sciences de la nature)

<http://education.meteofrance.fr/>

Météo France, glossaire (extrêmement utile, mais les textes sont trop difficiles pour des élèves du cycle 2; certains termes sont expliqués au moyen d'une définition et d'un texte destinés aux «curieux» et en général assez accessibles, du moins pour les enseignant.e.s, et d'un texte complémentaire destiné aux «initiés» et nettement plus complexe)

<http://www.meteofrance.fr/publications/glossaire/a>

MétéoSuisse (site officiel, très riche et d'une qualité remarquable dans l'ensemble; consulter en particulier l'onglet «Climat» qui offre de très nombreuses ressources; il est aussi conseillé de consulter le blog, qui traite souvent de manière très intéressante de phénomènes météorologiques ou climatiques liés à l'actualité)

<https://www.meteosuisse.admin.ch/home.html?tab=overview>

My Climate (s.d.): *Calculez et compensez vos émissions!*

https://co2.myclimate.org/fr/offset_further_emissions

Office fédéral de l'environnement OFEV (2015). *Tableau des gaz à effet de serre anthropiques.*

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/donnees-indicateurs-cartes/donnees.html>

Office fédéral de l'environnement OFEV (2018). *La politique climatique suisse. Mise en oeuvre de l'Accord de Paris.* Info Environnement 2018. Berne: Office fédéral de l'environnement.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/climat/publications-etudes/publications/politique-climatique-suisse.html>

Portail cartographique de la Confédération (permet de générer au format pdf des cartes de n'importe quel endroit de Suisse, à plusieurs échelles, avec la possibilité d'ajouter des couches d'informations thématiques; propose également l'outil «Voyage dans le temps – Cartes», qui permet de visualiser des cartes topographiques de 1864 à nos jours, voire plus anciennes pour certaines parties du territoire)

<https://map.geo.admin.ch/>

SwissGlaciers.org / GletscherVergleiche.ch (site réalisé par un passionné; propose de très nombreuses informations fiables sur les glaciers suisses, et surtout des couples de photos récentes permettant de comparer l'état d'une quarantaine de glaciers à quelques années d'intervalle; en allemand et en anglais... mais les documents sont remarquables!)

<http://www.gletschervergleiche.ch/Pages/ImageCompare.aspx?Id=6>

Site de l'*Atlas climatique du Canada* (très bonne ressource; attention: ce site n'est pas conçu pour les enfants, mais les informations qu'on y trouve sont vraiment de bonne qualité). En voici le lien:

<https://atlasclimatique.ca/>

Ressources en ligne utilisables avec des élèves du cycle 2

La présente liste n'est évidemment pas plus exhaustive que la précédente!
Dernière consultation de l'ensemble des liens: 20 février 2020

Histoire à lire / raconter / étudier avec les élèves:

Katrina à la rescousse du climat, éd. Iles de Paix ASBL, 2018

Récit bien fait dans l'ensemble, accompagné d'un bon dossier pédagogique destiné aux enseignant.e.s. Un complément intéressant aux démarches proposées dans le présent dossier!

Disponible en téléchargement sur le site d'éducation21:
<https://catalogue.education21.ch/fr/katrina-la-rescousse-du-climat>

Sites proposés pour la démarche de recherche (Partie 4):

RTS Découverte, pages sur le climat:
<https://www.rts.ch/decouverte/recherche/?q=climat>

Site «Lumni» (France tv éducation): à partir de la page d'accueil des ressources pour le primaire, saisir *Climat* dans la fenêtre de recherche. Lien de la page d'accueil pour le primaire: <https://www.lumni.fr/primaire>

Site «Les Débrouillards»: <https://www.lesdebrouillards.com/?s=climat>

Site «Le climat, ma planète... et moi!»: <https://www.fondation-lamap.org/fr/climat>

Site du Centre d'information sur l'eau: <https://www.cieau.com/>

Site «Sagascience» du Centre national de la recherche scientifique (France), sur lequel on peut trouver des dossiers sur divers sujets en lien avec le changement climatique: <http://sagascience.cnrs.fr/>

Site Educapoles: <http://www.educapoles.org/fr/>

Emissions en vidéo utilisables avec des élèves du cycle 2

Là encore, la liste n'est bien sûr pas exhaustive.
Dernière consultation de l'ensemble des liens: 20 février 2020

Petit film animé définissant le changement climatique (RTS, 2017), bien fait:
<https://www.rts.ch/play/tv/rts-decouverte/video/quest-ce-que-le-rechauffement-climatique?id=9120706>

C'est pas sorcier – Le changement climatique (2002) :
<https://www.youtube.com/watch?v=KZbcAylQzkl>

Voir notamment le début de l'émission => entre 1'04" (fin du générique) et 3'24" : explication de l'effet de serre naturel.

Puis jusqu'à 11'18", gaz à effet de serre émis par l'homme, avec au passage des allusions au cycle du carbone

Dès 14'08" : conséquences, élévation du niveau des mers

Dès 15'00" : conséquences, modifications climatiques par régions

Dès 17'33" : mesures liées au protocole de Kyoto : partie vieillie (données chiffrées !!!), qui n'est donc plus d'actualité ; explication des « permis d'émission » de CO₂, sans doute un peu trop compliquée pour des élèves du cycle 2

Dès 23'19" : mesures d'économie d'énergie pour minimiser les rejets de CO₂ (partie un peu trop axée sur des mesures individuelles)

Emission plus récente, mais par moments (un peu) plus complexe que la précédente :

« Ça chauffe pour la planète » (novembre 2015) [Dossier #5 de *L'Esprit sorcier*]

https://www.youtube.com/watch?v=_35XTjATsZs

NB : les quatre premiers dossiers de la série, ainsi que le 6^e et le 7^e traitent aussi de thématiques liées au climat.

Brève émission sur le cycle du carbone, plutôt bien faite; peut-être un peu difficile pour des élèves du cycle 2 (surtout en 5-6H), néanmoins utilisable avec quelques explications complémentaires de l'enseignant.e:

<https://www.youtube.com/watch?v=gII5Y8tamHo>

Effet de serre additionnel (résultant des activités humaines) – bref extrait (1'30") d'une autre émission «C'est pas sorcier»:

https://www.youtube.com/watch?v=zSFW_pxabIY

C'est pas sorcier – Le recul des glaciers (2006):

<https://www.youtube.com/watch?v=7Oymnk-hPk0>

C'est pas sorcier – Histoire du climat (2006):

<https://www.youtube.com/watch?v=-LObjnPMdgA>

NB: il n'est pas inintéressant de faire remarquer aux élèves, si on visionne les émissions C'est pas sorcier datant de 2002 ou de 2006, que les préoccupations liées au changement climatique, plus particulièrement au réchauffement climatique global, existaient déjà voici 15 à 20 ans...

Cet enjeu temporel est thématisé dans les dossiers développés pour le cycle 3 et le Secondaire II.

Changements climatiques, changement climatique, réchauffement climatique ou encore changement global... de «faux synonymes»!

Une certaine confusion existe lorsqu'il est question de désigner, en français, le changement climatique. L'usage hésite en effet, en particulier dans les médias, entre le pluriel *changements climatiques* et le singulier *changement climatique*. Il n'est en outre pas rare que les expressions *réchauffement climatique*, *réchauffement climatique global* ou encore *changement global* soient utilisées comme des quasi-synonymes des deux précédentes.

La version française des documents élaborés dans le cadre du projet CCESO respecte les principes suivants:

- **Changements climatiques:** l'expression au pluriel désignera essentiellement les variations passées et présentes du climat (et dans une moindre mesure celles qui sont à venir). Elle renvoie en premier lieu à la variabilité naturelle du climat sur une temporalité longue. Il peut toutefois arriver que tel ou tel extrait d'un texte cité dans les documents ne respecte pas ce principe, ce que le contexte permettra en général de détecter.

- **Changement climatique**: au singulier, l'expression désigne le changement climatique *actuel*, dont les causes sont pour l'essentiel liées aux activités humaines et dont les effets sont ressentis tant à l'échelle locale qu'au niveau global. Ce sera l'expression la plus souvent utilisée dans ces documents, et elle est la plus proche du sens du terme employé dans la version en langue allemande (*Klimawandel*).
- **Réchauffement climatique et réchauffement climatique global**: il s'agit là d'une des manifestations du changement climatique actuel, qui se traduit notamment par l'augmentation de la température moyenne du globe, de la surface des océans, et des températures moyennes annuelles relevées pour de très nombreuses stations météorologiques.
- **Changement global**: expression traduite de l'anglais (*global change*). A l'origine utilisée en français comme un synonyme de *réchauffement climatique*, l'expression a progressivement glissé vers un sens plus large qui désigne l'ensemble des changements que les activités humaines impriment sur les écosystèmes, dans le contexte de l'Anthropocène³.

Petite précision technique relative à l'impression des documents pdf proposés dans les dossiers thématiques CCESO: en fonction du paramétrage de certaines imprimantes, il peut être nécessaire d'activer l'option « Ajuster – Imprimer toute l'image » (la dénomination peut varier selon l'imprimante) pour obtenir une impression de la page entière, sans coupure de l'en-tête.

Commentaires didactiques

PARTIE 1 – Démarrage et problématisation

Remarque préliminaire et valable pour l'ensemble du dossier: il n'y a bien évidemment aucune obligation de faire faire aux élèves toutes les activités proposées dans ce dossier. Il appartient à l'enseignant.e de déterminer celles de ces activités qui lui paraissent les plus pertinentes en fonction de l'approche générale choisie, de ses objectifs, des spécificités de la classe, etc.

On rappellera par ailleurs que les durées mentionnées dans le schéma de la p. 4 du présent dossier n'ont qu'une valeur indicative.

Changement climatique: ce que je sais déjà ou ce dont j'ai entendu parler

La démarche proposée ici a pour but principal la construction d'une problématique. Elle s'insère dans un dispositif d'**élément déclencheur**.

Le choix de l'élément déclencheur à proprement parler (image, brève séquence vidéo, extrait de texte lié à l'actualité, ...) est **laissé à l'initiative de chaque enseignant.e**. Il est possible d'utiliser la photo de la page de titre du présent dossier destiné aux enseignant.e.s en tant qu'élément déclencheur. Il faut toutefois veiller au fait que cette image est susceptible d'orienter fortement les réactions des élèves sur des questions liées à la pollution, plus qu'au climat ou aux manifestations du changement climatique.

³ Pour plus de détails, voir <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/changements-globaux>.

Un élément déclencheur n'est pas simplement un document appelé à éveiller la curiosité des élèves – même si cette fonction classique de motivation est de celles qu'il est appelé à remplir. Le dispositif didactique de l'élément déclencheur a trois fonctions:

- 1) éveiller l'intérêt et la motivation des élèves pour le thème qui va être abordé;
- 2) leur permettre d'exprimer ce qu'elles et ils savent déjà au sujet de ce thème (ce qui permet à l'enseignant.e d'avoir une idée des préconceptions de ses élèves, de leurs «savoirs spontanés», qui peuvent être des leviers ou des obstacles pour la construction du savoir);
- 3) permettre aux élèves de faire état des questions qu'elles et ils se posent sur différents aspects de ce thème.

Ces trois fonctions convergent vers un but: élaborer une problématique⁴. Celle-ci devrait être construite collectivement, sur la base des questions que se posent les élèves. En général, il est possible d'élaborer une problématique générale, qui va guider l'ensemble de la séquence, et des «sous-problématiques» (ou problématiques associées) liées à tel ou tel aspect partiel de la problématique principale. Il convient donc de bien choisir l'élément déclencheur pour que les questions que les élèves sont susceptibles de se poser soient porteuses de sens tout au long de la séquence d'enseignement-apprentissage.

Dans le cas d'un thème comme le changement climatique, il est relativement facile de trouver des documents aptes à fonctionner comme éléments déclencheurs et susceptibles de générer des questions porteuses de sens. L'expérience montre que les élèves de toutes catégories d'âge formulent volontiers des questions portant sur les causes des changements climatiques, sur leurs conséquences et sur les mesures qu'il convient de mettre en place pour lutter contre le changement climatique; il est fréquent aussi qu'ils posent des questions touchant le fonctionnement du système climatique, notamment sur l'effet de serre, les vents, les événements météorologiques extrêmes, etc.

Il est important de garder des traces (écrites) des apports des élèves, qu'il s'agisse de leurs préconceptions ou des questions qu'elles et ils ont posées et à partir desquelles les problématiques ont été élaborées. Il est ainsi possible d'y revenir à plusieurs reprises au cours des leçons constituant la séquence d'enseignement-apprentissage, par exemple pour constater une évolution de ce que les élèves savaient déjà, et aussi, bien sûr, pour répondre aux questions des problématiques.

Sur les documents destinés aux élèves, les activités 1 à 6 (pp. 1 et 2) permettent aux enfants d'exprimer ce qu'elles ou ils savent déjà à propos du changement climatique. Ce recueil des savoirs spontanés des élèves est très utile à l'enseignant.e pour identifier d'éventuels leviers ou des obstacles potentiels pour la construction du savoir.

La section conclusive de cette première partie du dossier (p. 4 pour la variante 1, p. 7 pour la variante 2, et p. 5 pour la variante 3) permet de recueillir les questions que se posent les élèves et de construire avec elles et eux la problématique principale qui guidera la séquence, ainsi que les questions qui lui sont associées («sous-problématiques»).

Trois variantes sont proposées pour la mise en œuvre de cette phase d'amorce et de problématisation ouvrant une séquence sur le changement climatique. Il appartient à l'enseignant.e de choisir la variante qui lui paraît la plus adéquate compte tenu du contexte de sa classe.

La première variante propose un travail de recherche d'informations liées à l'actualité immédiate. Cette variante a l'avantage de pouvoir s'ancrer sur des phénomènes dont il serait fait mention dans les médias au moment où l'on envisage de traiter la thématique du changement climatique – par exemple le passage d'une tempête accompagnée de vents violents, ou un hiver «doux» et sans neige, ou des inondations consécutives à de très fortes précipitations, ou encore une période de canicule. Cette variante suppose que les élèves aient un accès aux médias à leur domicile et/ou en classe, et que l'enseignant.e puisse évaluer la pertinence des informations que les enfants vont amener en classe.

⁴ Par définition, une problématique est une question ouverte, qui pose un problème qui fait sens pour les élèves, et que l'on va chercher à résoudre au cours de la séquence consacrée au thème amorcé. Formellement, une problématique devrait toujours prendre la forme interrogative. Ainsi, l'expression «le changement climatique» n'est pas une problématique, c'est un thème. Par contre, l'énoncé «Les hommes ont-ils une part de responsabilité dans le changement climatique actuel?» est une problématique.

Les deux autres variantes proposent respectivement une évocation du recul des glaciers alpins ou de la fréquence d'événements météorologiques extrêmes. Elles permettent de travailler avec les élèves sur les documents figurant dans leur dossier (observation et analyse comparative de photographies prises à différentes époques dans le cas de la variante 2; travail sur des photographies et sur un texte pour la variante 3) pour en tirer des constats.

Quelle que soit la variante choisie, il importe que l'enseignant.e insiste sur le fait que les phénomènes étudiés *peuvent* être des *indices* des effets du changement climatique, mais qu'il faut être prudent.e lorsque l'on évoque des relations entre ces phénomènes et le changement climatique. La question de la temporalité est en effet centrale (voir les feuillets d'information sur le système climatique, sur les causes du changement climatique et sur les conséquences de celui-ci).

PARTIE 2 (Le système climatique)

Pour mémoire, trois feuillets d'information en lien avec les éléments abordés dans ce «chapitre» du dossier sont à disposition des enseignant.e.s: l'un porte sur le système climatique en général, un autre sur le phénomène de l'effet de serre, et le troisième sur les conséquences du changement climatique (qui découlent d'un déséquilibre du système).

On travaille ici sur le premier des quatre grands axes thématiques, celui qui est consacré au système climatique. Les démarches proposées sont regroupées en trois sections (ou trois «volets»): le temps qu'il fait et le climat; les phénomènes de rayonnement et de réchauffement (où on aborde la notion d'effet de serre); le climat comme résultante des relations entre de nombreux éléments.

Partie 2A – Le temps qu'il fait et le climat / Climats d'ici et d'ailleurs

La première section devrait permettre aux élèves de s'approprier une définition du mot «climat» et de différencier le temps qu'il fait (la météo du jour) du climat. Cette section propose également un travail sur les différentes zones climatiques de la planète au moyen de photographies, de vignettes mobiles et d'un planisphère en image satellitale, voire d'autres supports.

Le temps qu'il fait ou la météo sont des notions familières pour les élèves, qui peuvent les rapporter à leur vécu quotidien: on observe qu'il pleut ou qu'il neige, qu'il fait beau, qu'il y a du vent ou non, ou des nuages dont la taille et l'aspect varient, etc. La plupart des élèves du cycle 2 connaissent aussi le mot «climat», mais ils ont en majorité de la peine à en expliquer le sens et à le différencier du temps qu'il fait au jour le jour. Certains élèves associent le mot «climat» aux installations de climatisation, ou à la notion de réchauffement (climatique) dont ils ont entendu parler dans leur famille, par les médias ou à l'école, mais sans être en mesure, là encore, de faire la différence entre (situation) météo et climat.

Les activités 1 à 3 permettent une première approche de la distinction entre temps (météo) et climat, que les informations de la p. 2 du dossier des élèves permettent ensuite de consolider. Il est important que les élèves saisissent bien la question de la temporalité: un climat se définit par les conditions moyennes de la météo sur une période de plusieurs années (en règle générale 30 ans au moins).

L'activité «climats d'ici et d'ailleurs» est conçue pour permettre aux élèves de prendre conscience de l'existence de climats très différents selon les régions. Leur expérience personnelle (origine, voyages, ...) peut contribuer à cette première approche, qui reste volontairement simple et descriptive: il ne s'agit pas ici de véritablement construire et stabiliser le concept de «zones climatiques de la Terre» (cette thématique sera traitée au cycle 3 ou au Secondaire II). L'idée est bien plutôt de répondre à d'éventuelles questions des élèves qui émergeraient après les activités sur la météo et le climat de la région où se situe l'école. On pourra relever au passage que la description d'un climat repose sur des indications relatives aux températures et aux précipitations: climat *très froid, froid, chaud, très chaud, très humide, humide, sec, très sec*, etc.

Les vignettes de la p. 3 du dossier des élèves sont disponibles sur le document séparé destiné aux enseignant.e.s qui peuvent les imprimer et les remettre aux élèves afin qu'elles ou ils puissent les découper. Elles sont fournies en deux formats, ce qui permet si nécessaire de travailler sur des supports de tailles différentes. Ces mots clés descriptifs peuvent être posés sur un planisphère tel que celui de la p. 4 du dossier des élèves, ou sur tout autre planisphère dont disposerait l'enseignant.e, ou encore sur un globe terrestre. Elles peuvent également être associées aux photos proposées aux pages 5 à 8 du dossier des élèves.

Partie 2B – Rayonnement et réchauffement

Cette section traite de phénomènes essentiels à la compréhension de nombreux mécanismes climatiques, y compris ceux qui sont à l'origine du réchauffement climatique global actuel. Les concepts centraux que les

élèves devraient d'approprier sont ceux de rayonnement solaire, de rayonnement thermique et d'effet de serre naturel.

Les interactions entre les phénomènes que traduisent ces concepts sont des composantes clés du système climatique: le rayonnement solaire incident est pour partie réfléchi, et pour partie absorbé à la surface de la Terre, converti en rayonnement thermique (infrarouge) qui est émis par la Terre en direction de l'espace. Les gaz à effet de serre – présents naturellement dans l'atmosphère – captent et réémettent en direction de la Terre une partie de ce rayonnement thermique, ce qui chauffe la surface de la planète et les couches inférieures de l'atmosphère et assure une température moyenne de 15°C: c'est l'effet de serre naturel (pour plus de détails, voir le feuillet d'information *ad hoc*). Le réchauffement climatique actuel est une manifestation du fait que ce système est (progressivement) déséquilibré depuis la Révolution industrielle par les gaz à effet de serre émis par les activités humaines, notamment celles qui reposent sur la combustion des énergies fossiles et certaines pratiques agricoles (en particulier l'élevage et la riziculture inondée).

Le dossier des élèves propose une démarche qui commence par des expériences de mesure de température. Cette approche pratique est recommandée. On peut néanmoins aussi envisager de partir de la diffusion d'une vidéo qui explique le principe de l'effet de serre naturel (voir ci-après), ou encore de partir des questions que les élèves auront posées lors de la phase de problématisation. Si l'une ou l'autre des questions soulevées par les élèves pendant la phase de problématisation mentionne l'effet de serre ou l'importance du rayonnement solaire, on la gardera comme «fil rouge» de la démarche lors de ces expériences, en y associant des hypothèses que les expériences permettront de valider ou d'invalidier.

L'expérience avec les cartons à chaussures peut aider les élèves à comprendre que ce n'est pas seulement le rayonnement solaire direct qui détermine la température d'une surface, mais que la chaleur est «retenue» – en l'occurrence par le film plastique. Cette chaleur n'est pas due uniquement au rayonnement solaire incident, mais aussi au fait que les surfaces ont absorbé ce rayonnement et l'ont converti en un rayonnement thermique qui est «piégé» par le film plastique.

Remarque: il est nécessaire de préciser aux enfants qu'il n'y a pas une «couche» de gaz à effet de serre identique au film plastique dans l'atmosphère. Mais les molécules de gaz à effet de serre (en particulier la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et le méthane) qui sont présentes dans l'atmosphère ont le même effet que le film plastique pour la boîte à chaussures.

L'expérience menée avec les vêtements et les matériaux de différentes couleurs devrait amener les élèves à constater que les surfaces claires absorbent moins le rayonnement solaire direct⁵ et par conséquent se réchauffent moins que les surfaces foncées. Les surfaces foncées absorbent une plus grande quantité du rayonnement solaire direct, le convertissent en rayonnement thermique infrarouge et émettent ainsi de la chaleur – raison pour laquelle une surface foncée placée à côté d'une surface claire sera plus chaude alors que les deux sont exposées au même ensoleillement.

Ce constat peut être étendu à l'échelle de la Terre: le réchauffement climatique actuel contribue à faire fondre la banquise et les glaciers, et à faire fondre plus vite au printemps la neige tombée sur les montagnes. Les surfaces claires diminuent donc, les surfaces foncées augmentent en proportion; de ce fait le rayonnement thermique augmente également, et comme de plus la concentration des gaz à effet de serre a augmenté dans l'atmosphère, la part du rayonnement thermique renvoyé vers la Terre augmente aussi et contribue ainsi à augmenter encore le réchauffement climatique⁶. On a ici un exemple frappant de boucle de rétroaction positive: chaque «chaînon» de la boucle correspond à une amplification de la perturbation : les températures augmentent, la diminution des surfaces englacées ou enneigées est amplifiée, les surfaces foncées augmentent, le rayonnement thermique également. Et au final les températures augmentent, et la boucle reprend.

Le visionnage de petites séquences vidéo peut apporter un bon complément aux expériences. Parmi celles qui sont mentionnées plus haut (pp. 8-9), on recommandera en premier lieu des extraits de deux émissions de la série *C'est pas sorcier* :

« Le changement climatique » (2002) : <https://www.youtube.com/watch?v=KZbcAyIQzkl>
Entre 1'04" (fin du générique) et 3'24" : explication du phénomène de l'effet de serre naturel.

⁵ Cela vient du fait qu'elles en réfléchissent une proportion importante. Cf. le feuillet d'information sur l'effet de serre.

⁶ Cf. le feuillet d'information sur l'effet de serre et celui sur les conséquences du changement climatique.

Explication de l'effet de serre additionnel tirée d'une autre émission de la série:

https://www.youtube.com/watch?v=zSFW_pxabIY

On peut ensuite élargir le propos en utilisant le film animé récent (2017) de la RTS, qui brosse (rapidement) les causes et conséquences du changement climatique. Si l'on veut se limiter au processus de l'effet de serre, visionner le passage compris entre 42" et 2'15".

Lien: <https://www.rts.ch/play/tv/rts-decouverte/video/quest-ce-que-le-rechauffement-climatique?id=9120706>

On veillera à relever les idées et hypothèses des élèves pour expliquer ce que les expériences ont permis de constater (cf. la p. 4 du dossier des élèves).

La section suivante devrait permettre de mettre ces idées et hypothèses à l'épreuve.

Rayonnement et réchauffement: vers un «modèle»

Cette étape de la démarche a pour but de stabiliser la représentation des phénomènes qui concourent à l'effet de serre naturel.

A partir des constats tirés des expériences de mesure de température et des échanges y relatifs, la première tâche suggérée en p. 5 du dossier des élèves consiste à élaborer la légende du schéma de la p. 6. On laissera les élèves travailler individuellement ou en binôme dans un premier temps. Il serait utile de garder une trace des premières solutions proposées par les élèves.

Il est également utile que les enfants comparent leur travail et expliquent le raisonnement qui les a menés à telle ou telle solution.

On peut ensuite visionner ou revoir une des vidéos susmentionnées pour comparer les propositions des élèves aux schémas et explications présentés dans les films.

On peut également tirer parti des textes des pp. 7 à 9 et des schémas de la p. 8.

Il est alors suggéré de demander aux élèves de revoir leurs propositions de légende du schéma-modèle et de les modifier si elles et ils l'estiment nécessaire après avoir lu les textes des pp. 7 à 9 ou visionné l'un des films.

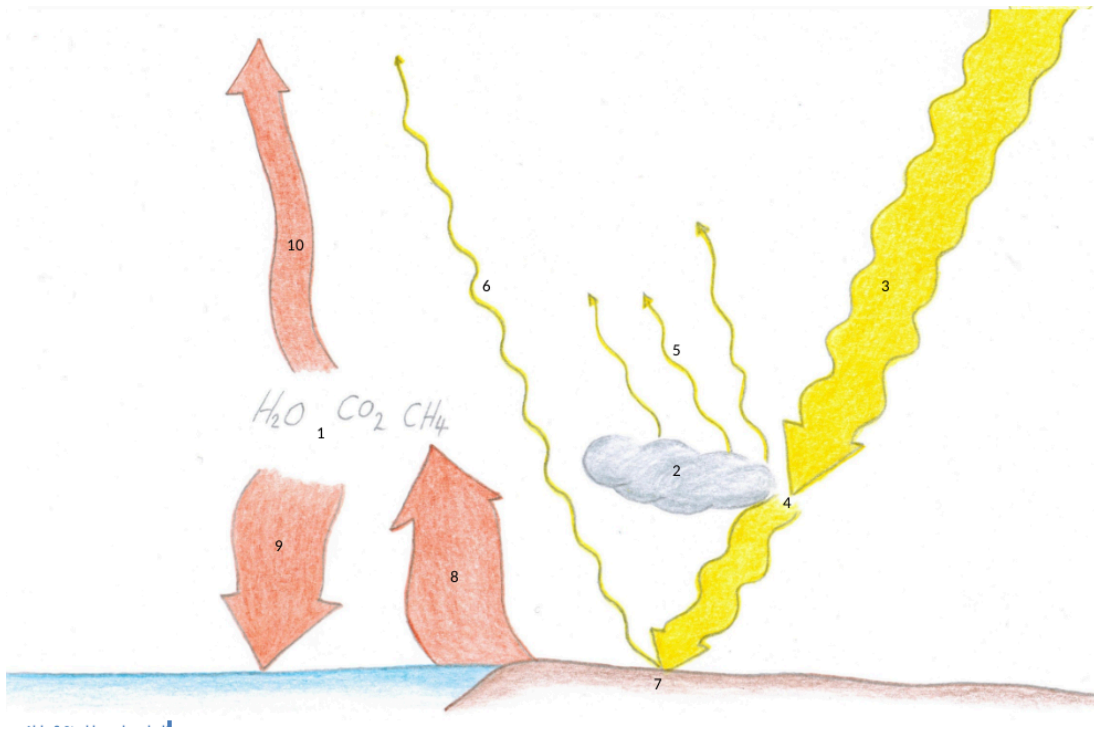
Au final, il convient de stabiliser (institutionnaliser) la légende, sous le contrôle de l'enseignant.e.

On peut alors demander à quelques élèves de ré-expliquer le phénomène en s'appuyant sur le schéma qu'elles ou ils ont légendé.

L'espace prévu en p. 10 du dossier des élèves peut accueillir une trace écrite (schéma présenté différemment de celui de la p. 6, texte explicatif, ...).

Bilan radiatif, schéma simplifié (légende du schéma-modèle de la p. 6 du dossier des élèves)

- (1) Gaz à effet de serre
- (2) Nuage(s)
- (3) Rayonnement solaire entrant (incident)
- (4) Rayonnement solaire absorbé par les gaz à effet de serre et les gouttelettes des nuages
- (5) Rayonnement solaire réfléchi (dispersé) par les nuages
- (6) Rayonnement renvoyé (réfléchi) par la surface de la Terre
- (7) Rayonnement solaire absorbé par la surface de la Terre [*]
- (8) Rayonnement thermique (infrarouge) émis par la surface de la Terre (chaleur émise)
- (9) Rayonnement thermique renvoyé par les gaz à effet de serre et par les gouttelettes des nuages (renvoyé vers la surface de la Terre => rayonnement thermique «en retour»)
- (10) Rayonnement thermique vers l'espace
- [*] Absorption par la surface, puis conversion en rayonnement thermique



Croquis original projet CCESO II. Dessin: Michelle Walz, 2019.

Rappelons à toutes fins utiles qu'une version plus complète de ce schéma et de sa légende est disponible dans le feuillet d'information consacré à l'effet de serre. Elle figure également dans la série de croquis originaux, avec ou sans légende.

Partie 2C – Le climat résulte des relations entre de nombreux éléments

Cette section a pour but d'amener les élèves à prendre conscience du fait que le climat résulte des interactions entre de nombreux éléments, en d'autres termes qu'il s'agit d'un système – le système climatique.

L'idée n'est évidemment pas que des élèves du cycle 2 identifient *toutes* les composantes du système climatique et leurs interactions complexes. Il est par contre pertinent qu'elles et ils appréhendent déjà le fait que les phénomènes climatiques (et météorologiques) n'impliquent pas seulement l'atmosphère.

Les tâches proposées reposent sur l'observation d'une photographie et de deux croquis (dessins). Il est suggéré de commencer par un travail individuel (activité 1), puis par une mise en commun (activité 2), pour finir par l'élaboration collective d'un schéma de synthèse (activité 3).

La photographie aérienne de la p. 1 permet d'identifier de nombreux éléments susceptibles de jouer un rôle dans le système climatique:

- le relief montagneux (vallée relativement large et profonde, versants raides, hauts sommets, ...);
- la présence d'eau (cours d'eau, petits lacs);
- la neige en altitude (il y a même un glacier au bas de la paroi du haut sommet visible à l'arrière-plan un peu à droite du milieu de la photo – le sommet en question est le Bietschhorn, 3934 m);
- la végétation naturelle (forêts en particulier);
- les zones cultivées;
- les zones bâties;
- les quelques légers nuages dans le ciel;
- ... et l'atmosphère, pas vraiment «visible», mais dont on sait qu'elle est présente.

Dans les tests effectués en classe, seuls quelques élèves ont mentionné tous ces éléments. D'où l'intérêt d'une mise en commun de leurs observations, qui gagne à être effectuée en projetant la photo au moyen d'un beamer (qui est également utile pour projeter les deux croquis de la p. 2).

De même, il ne faut pas s'attendre à ce que les élèves identifient *toutes* les composantes du système climatique sur le croquis du haut de la p. 2 de leur dossier, ni *tous* les impacts des activités humaines que révèle le croquis du bas de la p. 2. Pour mémoire, rappelons que les légendes complètes de ces croquis sont disponibles dans la série de croquis d'une part, ainsi que sur les feuillets d'information consacrés respectivement au système climatique et aux causes des changements climatiques.

Remarque: il n'est pas indispensable de faire apprendre les «termes techniques» qui désignent les différents sous-systèmes du système climatique autres que l'atmosphère (hydrosphère, cryosphère, lithosphère, pédosphère, biosphère, anthroposphère), même s'il n'est pas contre-indiqué de les mentionner – du moins pour les plus «évidents» d'entre eux (hydrosphère, cryosphère, biosphère).

L'activité 3 propose une forme de travail de synthèse. Compte tenu du nombre des composantes du système climatique et de la complexité de leurs relations et interactions, compte tenu également de l'âge et de l'hétérogénéité des élèves du cycle 2, la réalisation individuelle d'un schéma de synthèse mettrait très probablement de nombreux élèves face à une tâche trop difficile pour eux. Il est donc suggéré de construire collectivement le schéma de synthèse, à partir des apports des élèves, qui vont s'appuyer sur les constats formulés en effectuant les activités 1 et 2. On incitera les élèves à penser également à ce qu'elles et ils ont découvert en faisant les activités relatives au rayonnement et au réchauffement.

A ce stade du travail, le schéma (ou le résumé) élaboré devrait mentionner les éléments suivants (pas forcément nommés comme ils le sont dans la liste ci-dessous):

- atmosphère
- rayonnement solaire / rayonnement thermique
- gaz à effet de serre
- effet de serre
- surface de la Terre
- surfaces claires (neige, glace) / surfaces foncées (océans, végétation, ...)
- impacts des activités humaines.

Les principales relations (interactions) entre ces éléments peuvent ensuite être discutées et formalisées.

L'élaboration d'un schéma est recommandée: la visualisation graphique est un outil puissant pour représenter des phénomènes ou des systèmes d'une certaine complexité. Le schéma doit être légendé. On peut naturellement le compléter au moyen d'un texte explicatif, si cela semble nécessaire.

PARTIE 3 (Le cycle du carbone)

Cette partie du dossier traite des causes des changements climatiques. Plus précisément, il conviendrait de parler des causes du changement climatique actuel, qui sont pour l'essentiel des causes anthropiques.

Il a été décidé de ne pas évoquer de manière détaillée avec des élèves du cycle 2 les variations naturelles du climat sur la longue durée. Il est tout à fait possible que des élèves sachent que le climat a connu des fluctuations importantes au cours de l'histoire de la Terre, les plus récentes et les plus proches étant les glaciations du Quaternaire: ce sont des informations que des élèves peuvent tenir de leur famille, de lectures, de vidéos, etc. Toutefois, l'explication des variations naturelles du climat d'une certaine ampleur renvoie à des phénomènes astronomiques complexes, qu'il est plus approprié d'aborder avec des élèves du Secondaire II ou éventuellement du cycle 3. Il arrive cependant que des élèves du cycle 2 posent des questions à propos des facteurs qui ont pu faire varier le climat avant que les activités humaines deviennent un élément perturbateur du système climatique. Les enseignant.e.s trouveront des explications synthétiques au sujet de ces phénomènes sur les feuillets d'information consacrés au système climatique et aux causes des changements climatiques.

Dans le dossier des élèves, la question des causes du changement climatique actuel est abordée à travers le cycle du carbone et ses perturbations par les activités humaines. Élément de base de toutes les formes de vie actuellement connues sur Terre, le carbone est très répandu sur notre planète. La forme composée CO_2 (dioxyde de carbone ou gaz carbonique) joue un rôle particulièrement important dans les échanges entre différentes composantes du système climatique, et par conséquent dans l'équilibre de celui-ci. On l'a vu précédemment, l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère – en particulier le CO_2 et le méthane (lequel au passage est aussi un composé du carbone: CH_4) – consécutive aux émissions liées aux activités humaines renforce l'effet de serre et provoque le réchauffement climatique global observé depuis quelques décennies. On parle d'effet de serre additionnel, ce qui est l'expression la plus précise, ou plus généralement d'effet de serre anthropique.

Lors de la phase exploratoire du projet CCESO, les enquêtes menées dans les classes primaires ont montré que de nombreux élèves mentionnent le CO_2 comme un mot clé en rapport avec le changement climatique. Mais ils sont très rares à savoir expliquer le rôle du CO_2 . Beaucoup d'élèves du cycle 2 associent le CO_2 aux gaz d'échappement des voitures, parfois aussi à la pollution engendrée par les avions ou aux panaches de vapeur qui surmontent les tours de refroidissement des centrales nucléaires⁷. Certains font une association entre la combustion de l'essence et le dégagement de CO_2 , et une partie des élèves (plutôt dans les degrés 7 et 8 HarmoS) mentionnent que les humains et les animaux respirent de l'oxygène et exhalent du CO_2 . Par contre, très peu d'élèves évoquent le fait que du CO_2 est libéré dans l'atmosphère lorsque l'on brûle du bois, et il est rarissime qu'elles ou ils évoquent les éruptions volcaniques.

Les activités proposées devraient permettre aux élèves de comprendre certains des processus qui sont au cœur du cycle du carbone. Les élèves devraient par exemple découvrir que le carbone peut être libéré dans l'atmosphère sous la forme de CO_2 après avoir été «stocké» sur de très longues durées, par exemple dans les gisements de charbon, de pétrole ou de gaz naturel. L'accent est mis sur la compréhension de processus (relativement) simples, que les schémas proposés permettent d'identifier et de caractériser, ce à quoi peuvent aussi contribuer les vidéos mentionnées ci-après. Les émissions de gaz à effet de serre liées aux activités humaines sont également thématiques. On touche ainsi les causes centrales du changement climatique actuel.

Dans les documents proposés aux élèves, la focale est mise sur le gaz carbonique. C'est en effet le premier des gaz à effet de serre produit par les activités humaines: les émissions de CO_2 d'origine anthropique ont contribué dans une proportion de 78% à l'accroissement du total mondial des émissions de gaz à effet de serre entre 1970 et 2010 (GIEC, 2014, p. 5). Sa concentration dans l'atmosphère a augmenté de manière très sensible (voir les pp. 3 et 4 du feuillet d'information sur les causes des changements climatiques).

Même si l'accent est porté sur le CO_2 , on peut évoquer avec les élèves les émissions de méthane (CH_4) liées à certaines activités humaines, notamment l'élevage, la riziculture irriguée (ou inondée) et l'extraction du gaz naturel.

⁷ Faut-il le préciser? Cette association-là est erronée: les panaches de vapeur qui surmontent les tours de refroidissement des centrales nucléaires sont constitués de vapeur d'eau et ne contiennent pas de CO_2 .

En complément aux documents proposés dans le dossier de l'élève, il peut être très utile de visionner l'un ou l'autre des documents vidéo suivants (les deux premiers ont déjà été évoqués à propos du phénomène de l'effet de serre, voir plus haut dans le présent dossier, pp. 14-15):

C'est pas sorcier – Le changement climatique (2002) :

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

Voir en particulier la partie de l'émission comprise entre 3'25" et 17'32", où il est question des émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique, où il est fait allusion au cycle du carbone et où certaines des conséquences du réchauffement climatique sont évoquées.

Un bref extrait (1'30") d'une autre émission *C'est pas sorcier* est centré sur l'effet de serre additionnel:

https://www.youtube.com/watch?v=zSFW_pxabIY

Très recommandable: une brève émission (3'03" en tout) sur le cycle du carbone, bien faite dans l'ensemble; peut-être un peu difficile pour des élèves du cycle 2 (surtout en 5-6H), néanmoins utilisable avec quelques explications complémentaires de l'enseignant.e:

<https://www.youtube.com/watch?v=gII5Y8tamHo>

Les activités proposées aux élèves dans leur dossier semblent relativement simples; l'expérience des tests en classe montre cependant que les élèves sollicitent souvent l'enseignant.e si le travail est uniquement fondé sur l'observation et l'exploitation des croquis figurant dans le dossier. Raison pour laquelle le visionnage des films susmentionnés est fortement suggéré.

Pour mémoire, l'enseignant.e dispose d'informations sur le cycle du carbone et ses perturbations dans trois des feuillets d'information: dans celui sur le système climatique, celui sur les causes des changements climatiques et celui sur leurs conséquences.

PARTIE 4 (Les conséquences du changement climatique)

Recherche guidée / recherche libre – Travail individuel ou en groupe

Aborder les conséquences du changement climatique, c'est s'intéresser à des phénomènes qui font souvent la une des médias: événements météorologiques extrêmes plus fréquents et plus intenses (sécheresses, canicules, tempêtes, inondations, ...), fonte et recul des glaciers et de la banquise, élévation du niveau des mers, déstabilisation de versants montagneux en raison de la fonte du pergélisol, acidification des océans, etc. Ces manifestations du changement climatique, dont la plupart sont induites par le réchauffement climatique global, ont selon les régions des impacts très variables sur les populations et sur l'environnement.

Les démarches proposées pour amorcer la thématique du changement climatique et construire une (des) problématique(s) pour l'ensemble de la séquence évoquent déjà certaines des conséquences du changement climatique (cf. partie 1 du dossier des élèves). Il peut donc être pertinent d'y revenir brièvement pour ouvrir cette partie de la séquence. On peut aussi utiliser le livre *Katrina à la rescousse du climat*, dans lequel plusieurs des conséquences du changement climatique actuel sont évoquées, ainsi que leur impact sur les populations touchées⁸.

Un travail de recherche est proposé pour traiter des conséquences du changement climatique. Il est suggéré de le mener par (petits) groupes de 3 ou 4 élèves, ou éventuellement en binômes. Les consignes sont présentées en deux variantes: une recherche «guidée» et une recherche «libre». Il incombe à l'enseignant.e d'évaluer laquelle des deux approches est la plus adéquate pour sa classe. Certaines classes sont en effet à l'aise dans les activités de recherche, sans doute du fait qu'une certaine habitude de cette pratique est installée dans la classe, alors que d'autres se perdent très vite. Il arrive que des élèves se sentent très insécures lorsqu'elles ou ils ne sont pas guidé.e.s en permanence par l'enseignant.e – ce qui peut d'ailleurs être un révélateur de choix parfois inconscients de la part de l'enseignant.e, qui est peut-être elle-même ou lui-même peu à l'aise avec des démarches (très) ouvertes. En tout état de cause, l'enseignant.e est en principe la personne la mieux à même d'évaluer les capacités des élèves en matière de recherche, compte tenu des compétences déjà développées dans les différentes disciplines et à travers des projets de plus ou moins grande ampleur.

Même si on opte pour la recherche «libre», il est important que l'enseignant.e soit attentive ou attentif à l'avancement du travail des élèves, donne des *feedbacks* pour réorienter le travail si nécessaire, fonctionne comme une personne-ressource si les élèves ont besoin d'une explication ponctuelle, ... Il est par ailleurs recommandé que l'enseignant.e prépare un guide de recherche et/ou un dossier dans lequel seront compilées des références utiles renvoyant à des ouvrages disponibles dans la bibliothèque de classe ou dans celle de l'établissement, ou à des sites internet. Quelques sites d'intérêt général et sur lesquels on trouve des documents et informations utilisables par des élèves du cycle 2 sont d'ailleurs proposés aux pp. 2 ou 4 du dossier de l'élève.

La production des groupes d'élèves peut prendre des formes diverses: panneau⁹, exposé, brochure illustrée, présentation soutenue par un diaporama, etc. Une telle production amène les élèves à mobiliser diverses compétences transversales, ainsi que des compétences langagières, et est une façon de mettre les élèves en situation de pratiquer l'interdisciplinarité.

Les productions des élèves peuvent donner lieu à une évaluation au moyen d'une grille critériée. Une telle grille peut s'inspirer de celle qui est proposée dans la partie 6 du dossier des élèves (p. 2) à des fins d'auto-évaluation.

La dernière tâche figurant dans le dossier des élèves (p. 5) consiste à élaborer la légende du croquis qui illustre les principales conséquences du changement climatique actuel. Il s'agit en fait d'une activité de

⁸ Disponible en pdf sur le site d'éducation21: <https://catalogue.education21.ch/fr/katrina-la-rescousse-du-climat>

⁹ A noter que l'activité proposée comme synthèse générale (partie 6) repose sur l'élaboration d'un panneau.

synthèse, qui peut être mise en œuvre de plusieurs manières. Le travail peut être effectué en collectif après la présentation des différentes productions des élèves. Mais il est plus intéressant d'inviter les groupes d'élèves à mettre en évidence les conséquences du changement climatique sur lesquelles ils ont travaillé; les autres groupes ont alors pour tâche de vérifier ce que font leurs camarades, de le corriger et de le compléter si nécessaire. Le travail peut aussi être fait individuellement dans un premier temps, avant une mise en commun et l'élaboration d'une version commune à toute la classe (institutionnalisation).

Les tests en classe ont permis de constater que les élèves s'investissaient avec plaisir, intérêt et une persévérance certaine dans le travail de recherche. La collaboration au sein des groupes, le fait d'expliquer tel ou tel point à un.e camarade, la discussion et la sélection des informations, leur organisation pour la présentation, etc., sont autant de facteurs qui favorisent l'apprentissage.

Variantes et extensions possibles

Variante a)

Recherche sur le(s) climat(s) du passé, par exemple à travers une question telle que «Y a-t-il eu des changements climatiques dans le passé et pourquoi?»

On peut utiliser cette problématique à des fins de différenciation, par exemple en confiant la recherche sur cette question à des élèves qui manifestement maîtriseraient déjà la plupart des sujets «régionaux» proposés.

Variante b) ou extension de la thématique des conséquences du changement climatique

Recherche pouvant inclure un travail dans le terrain: qu'est-ce qui change dans l'environnement proche du lieu d'habitation ou de l'école, que soit en ville ou en campagne? On peut par exemple explorer les lieux d'une ville qui sont susceptibles de concentrer la chaleur en période de canicule, les espaces verts, les endroits relativement frais même lorsqu'il fait chaud (p. ex. les rives d'un cours d'eau), l'impact de la canicule sur la végétation, etc.

Extension dans le cadre de semaines spéciales, camps, etc.

Lors de semaines à la campagne, explorer – le cas échéant à l'aide d'acteurs locaux qui connaissent bien ces enjeux – les impacts du changement climatique sur la végétation, les cours d'eau, les cultures, éventuellement la faune.

Idem lors de semaines en montagne, où l'on pourra traiter des glaciers, du permafrost, des éboulements, des glissements de terrain, de l'impact de l'élévation de la limite de la neige sur les activités touristiques hivernales, etc.

Le travail dans le terrain permet d'appréhender concrètement certains des risques liés à des dangers naturels et les mesures mises en œuvre pour s'en protéger.

PARTIE 5 – Mesures d’adaptation et mesures d’atténuation

(Politique climatique)

Informations préalables d’ordre général¹⁰

Les mesures que les sociétés humaines doivent mettre en place pour faire face aux conséquences du changement climatique sont multiples. Compte tenu de l’ampleur et de la gravité des effets probables du changement climatique à l’avenir, ces mesures doivent d’une part viser à minimiser les facteurs qui «alimentent» et accélèrent les déséquilibres du système climatique, et d’autre part à minimiser les conséquences déjà avérées du changement climatique.

Les émissions de gaz à effet de serre (et en particulier de CO₂) générées par les activités humaines sont la cause principale du changement climatique actuel. Les émissions anthropiques de CO₂ sont dues avant tout à l’utilisation de combustibles fossiles. Les mesures visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre sont appelées par les experts du GIEC mesures d’**atténuation**. Avec ce genre de mesures, on cherche à éviter ou au moins à limiter une aggravation du réchauffement climatique et de ses effets. L’expression *mesures d’atténuation* est désormais largement utilisée dans tous les milieux qui se préoccupent de la lutte contre le changement climatique.

Les travaux des scientifiques sur le changement climatique nous ont aussi appris que certaines de ses conséquences sont d’ores et déjà irréversibles – du moins à l’échelle de temps d’une vie humaine: on sait que le CO₂ actuellement présent dans l’atmosphère et le CO₂ qui sera émis à l’avenir vont influencer le climat pour longtemps, puisque ce gaz séjourne dans l’atmosphère pendant 100 à 150 ans, voire 200 ans. Il faut donc envisager que des effets du changement climatique tels que l’augmentation de la fréquence et de l’intensité des événements extrêmes, la hausse du niveau des mers et des océans ou la fonte des glaces vont être une réalité pendant des décennies. Les mesures prises pour minimiser l’impact de ces phénomènes sur les systèmes naturels et sur les sociétés humaines sont appelées mesures d’**adaptation**.

Les mesures d’atténuation et les mesures d’adaptation concernent toutes les catégories d’acteurs. Renoncer à voyager en avion pour ses vacances ou diminuer sa consommation de viande est une décision individuelle, ou familiale. Elaborer des lois à l’échelle nationale ou des accords internationaux implique des réflexions collectives et des décisions qui sont prises à un niveau politique – et on n’oubliera pas à ce titre que les politiciennnes et les politiciens sont élu.e.s par les citoyennes et les citoyens, du moins dans les États qui fonctionnent de manière démocratique. Chacune et chacun doit donc se sentir concerné.e par les débats sur le changement climatique, par la *politique climatique*. La discussion et le choix des mesures d’atténuation et d’adaptation constituent une partie importante de la politique climatique.

La politique climatique de la Suisse, telle qu’elle s’est développée au cours des vingt dernières années, est le fruit de négociations et de compromis entre des acteurs issus du monde politique, des milieux économiques et de différents groupes d’intérêt; elle consiste aujourd’hui en des mesures d’atténuation et d’adaptation. Ces mesures se concentrent en premier lieu sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans les différents secteurs économiques, en particulier dans l’industrie, le bâtiment (chauffage et refroidissement) et les infrastructures, les transports et le traitement des déchets.

La Suisse a également défini des mesures d’adaptation aux risques liés à divers dangers naturels, par exemple les fortes précipitations, les vents violents, les éboulements, les laves torrentielles, les glissements de terrain, les périodes de sécheresse, etc. Ces mesures visent notamment à prévenir les conséquences de ces phénomènes dont la fréquence et l’intensité vont très probablement augmenter du fait du changement climatique.

La Suisse s’engage également à soutenir les personnes les plus touchées par les conséquences du changement climatique dans le monde. La Suisse a signé plusieurs accords internationaux, dont l’Accord de Paris négocié dans cette ville en 2015. L’objectif de cet accord est de maintenir le réchauffement climatique global au-dessous de 2°C, et si possible de le limiter à 1.5°C (pour mémoire, le réchauffement global actuel

¹⁰ Les informations de cette page et du haut de la suivante sont reprises des dossiers élaborés pour le cycle 3 et pour le Secondaire II.

est de 0.9°C, et il est proche des 2°C pour la Suisse). A cette fin, la Suisse s'est par exemple engagée à réduire de moitié ses émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2030 par rapport à leur niveau de 1990.

On rappellera pour conclure ces considérations préliminaires l'enjeu clé de la politique climatique à l'échelle globale, tel que le GIEC l'a mis en évidence dans son 5^e rapport paru en 2014: si les mesures d'atténuation nécessaires ne sont pas mises en œuvre à très court terme, le changement climatique aura des conséquences globales massives et irréversibles d'ici à la fin du 21^e siècle, quelles que soient les mesures d'adaptation réalisées par ailleurs. Il est donc impératif de réduire drastiquement et sans tarder les émissions anthropiques de gaz à effet de serre.

Ce qui est franchement inquiétant, c'est que les scientifiques ont lancé des avertissements depuis plusieurs décennies, mais que ces cris d'alarme sont restés sans suite ou presque...

«Le monde se réchauffe. Il n'est pratiquement plus possible d'en douter. Comme nous n'avons pas d'exemple comparable de phénomènes de cette ampleur dans notre passé géologique récent, nous devons nous fier à des simulations obtenues à partir de modèles de circulation très complexes qui se basent sur des situations actuelles. Toutes prédisent un réchauffement global de 1.5 à 4.5°C – la limite supérieure semblant toujours plus vraisemblable – en cas de doublement du CO₂ dans l'atmosphère ou de l'augmentation correspondante d'autres gaz à effet de serre d'origine humaine.»

«Nous sommes tous sur le même bateau. Et le bateau est notre Terre. Les décennies à venir nous montreront si nous saurons maîtriser ensemble le défi d'un changement climatique à l'échelle du globe. (...) Il ne nous est plus permis d'attendre la preuve de tous les faits.»

Source de ces deux extraits: Commission suisse de recherche sur le climat et l'atmosphère (CCA) (1988). *Le climat – notre avenir?* Berne: Kümmerly + Frey (pp. 144 et 163).

«Les gouvernements devraient prendre des mesures de précaution pour anticiper, éviter ou minimiser les causes des changements climatiques et leurs effets... L'incertitude scientifique concernant l'effet de l'homme sur le réchauffement global ne doit pas servir d'argument pour retarder la prise de décisions.»

Source: extrait d'une interview de Martin Beniston, spécialiste du climat, à l'époque professeur à l'Université de Fribourg; membre du GIEC dès 1992, il fut vice-président de l'un des groupes de travail de cet organisme et à ce titre co-récepteur du Prix Nobel de la Paix en 2007. In G. Collet & Ph. Hertig (1998), *Des Mondes, un Monde...* Lausanne: Loisirs et Pédagogie (p. 245).

Dans un premier temps, les activités proposées invitent les élèves à réfléchir à des mesures d'adaptation aux conséquences du changement climatique. Les tests en classe ont montré que les élèves ont tendance à penser spontanément à des mesures d'atténuation qui relèvent en bonne partie des gestes individuels (tri des déchets, consommation responsable, etc.). Il est cependant important, déjà avec des élèves du cycle 2, d'inclure la question des acteurs dans la réflexion sur la politique climatique. Il convient en effet d'éviter que les élèves n'en restent à ce qu'elles et ils peuvent entendre dans certains discours médiatiques et de la part de certaines fractions politiques, à savoir que la lutte contre le réchauffement climatique serait d'abord une question de responsabilité et d'action individuelles. Si l'action individuelle est en effet nécessaire, elle n'est certainement pas suffisante. Il est en effet impératif de réduire drastiquement et sans tarder les émissions anthropiques de gaz à effet de serre; au-delà des choix personnels d'un individu (privilégier la mobilité douce, p. ex.), les mesures d'atténuation nécessaires dépendent de choix politiques et économiques qui ont et auront un impact sociétal indéniable et qui à ce titre ne peuvent résulter que de décisions collectives. Et le temps presse! Rappelons en effet ce qui a déjà été mentionné plus haut: les travaux du GIEC ont montré que si les mesures d'atténuation nécessaires ne sont pas mises en œuvre à très court terme, le changement climatique aura des conséquences globales massives et irréversibles d'ici à la fin du 21^e siècle, quelles que soient les mesures d'adaptation réalisées par ailleurs.

Typiquement, les mesures d'adaptation sont à bien des égards des mesures qui dépassent la sphère individuelle, notamment lorsqu'il s'agit d'ériger des ouvrages de protection, de promouvoir une politique de

mobilité favorisant les transports publics et la mobilité douce, ou encore, dans des situations plus extrêmes, de déplacer une population pour échapper à un danger majeur.

Il peut être utile de recourir au croquis illustrant différents types de mesures d'adaptation et d'atténuation, qui figure dans la série des croquis originaux, mais n'est pas inclus dans le dossier des élèves. On le projettera au moyen d'un beamer, ou on en fera un tirage pour les élèves à partir du fichier de la série de croquis.



Exemples de mesures d'atténuation et d'adaptation

- | | |
|---|---|
| 1. Végétalisation des toits et des façades | 11. Maisons écoénergétiques |
| 2. Reboisement | 12. Fertilisation des océans en fer |
| 3. Irrigation des zones désertiques afin de les «reverdir» | 13. Production de nuages au-dessus des mers et des océans |
| 4. Cultures génétiquement modifiées | 14. Navires de haute mer propulsés par des cerfs-volants |
| 5. Développement des transports publics | 15. Avions solaires / avions plus petits qu'aujourd'hui |
| 6. Voitures électriques | 16. Couverture des glaciers |
| 7. Utilisation du vélo | 17. Parasols / miroirs dans l'espace |
| 8. Loisirs et vacances dans des régions proches du domicile | 18. Arrêt ou réduction de l'extraction de combustibles fossiles |
| 9. Energies renouvelables (énergies éolienne, hydraulique, solaire) | 19. Îles artificielles dans les océans (déplacements de population, migrations) |
| 10. Protection contre les inondations / digues / barrages mobiles | |

Exemples de mesures qu'il n'est pas possible de représenter directement sur le dessin:

- Piégeage du CO₂
- Législation: lois et règlements
- Engagement politique en faveur du climat

- Formation, éducation, communication
- Adaptation des êtres vivants (p. ex. migration)

Exemples de mesures d'atténuation du changement climatique et d'adaptation à ses effets.

Croquis original projet CCESO II. Dessin: Michelle Walz, 2019.

Les mesures illustrées par ce croquis peuvent éventuellement donner lieu à une discussion informelle portant, dans certains cas, sur les limites entre mesure d'atténuation et mesure d'adaptation (NB: il s'agit par ailleurs d'une tâche proposée aux élèves du cycle 3 et suggérée comme démarche complémentaire au Secondaire II). A toutes fins utiles, voici quelques repères pour l'enseignant.e:

Mesures d'atténuation: les n^{os} 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15, 18 + le piégeage du CO₂

Mesures d'adaptation: les n^{os} 10, 16, 19

Mesures d'atténuation et d'adaptation (selon l'échelle à laquelle elles sont pratiquées): 1, 3, 4, 8, 11, 13, 17, ainsi que, d'une certaine manière la promulgation de lois et l'engagement politique en faveur du climat.

Certaines de ces mesures relèvent de la géo-ingénierie. Parmi les mesures illustrées sur la fig. 5.1, la fertilisation des océans (12), la production artificielle de nuages (13) et les parasols / miroirs dans l'espace visant à réduire le rayonnement solaire incident (17) relèvent de la géo-ingénierie. C'est aussi le cas de certaines formes de piégeage du CO₂ non représentées sur le dessin, par exemple le captage du CO₂ pour le stocker ensuite dans des formations rocheuses.

Les risques et les limites de ces technologies sont bien mis en évidence dans un petit document d'information édité par les Académies suisses des sciences:

Académies suisses des sciences (2018). *Inverser les émissions ou influencer le rayonnement solaire. La «géo-ingénierie» est-elle raisonnable, réalisable et, si oui, à quel prix?* Swiss Academies Factsheets 13 (4). https://sciencesnaturelles.ch/organisations/proclim/for_the_media/106135-inverser-les-emissions-ou-influencer-le-rayonnement-solaire-la-geo-ingenierie-est-elle-raisonnable-realisable-et-si-oui-a-quel-prix-

La distinction entre la visée des mesures d'adaptation et celle des mesures d'atténuation devrait être assimilée par les élèves après qu'ils ont travaillé sur les démarches proposées dans les deux premières pages de leur dossier. Si nécessaire, on pourra mentionner que les animaux et les végétaux doivent aussi s'adapter – lorsqu'ils le peuvent – aux effets du changement climatique; par contre, animaux et végétaux ne peuvent pas mettre en œuvre des mesures d'atténuation. C'est là une manière (indirecte) d'aider les élèves à saisir la différence entre adaptation et atténuation.

La suite des activités proposées (dès la p. 3 du dossier des élèves) a pour but de faire réfléchir les élèves à une forme de hiérarchisation des mesures envisageables dans la vie de tous les jours, en distinguant ce qui peut (doit) être amélioré, ce que l'on peut changer sans renoncer à des choses essentielles, et ce à quoi il est possible de renoncer sans impacter lourdement la vie quotidienne (tableau de la p. 4). Si nécessaire, la liste de mesures figurant en p. 7 peut être utilisée pour compléter/préciser les idées des élèves.

Il n'y a pas de réponses absolument justes ou fausses quant au classement des mesures envisageables dans ces trois catégories. L'intérêt est la discussion de ce classement et les arguments mobilisés à cet effet: on peut travailler sur des questions liées à la posture individuelle et aux possibilités d'action. On veillera à ne pas stigmatiser les élèves qui évoqueraient des pratiques familiales allant à l'encontre des mesures préconisées pour lutter contre le changement climatique...

A titre d'**exemple** (et non de modèle à suivre!!!), voici une manière de remplir ce tableau:

Que pouvons-nous améliorer?	Que pouvons-nous changer sans renoncer à des choses qui sont importantes pour nous?	Que pouvons-nous éviter, à quoi pouvons-nous renoncer?
Se déplacer plus souvent à pied ou en vélo	Abaissier la température de la maison de 1°C	Utiliser l'avion pour de courts trajets
Consommer moins de viande	Utiliser de l'eau froide lorsque cela est possible	Les weekends de shopping dans une capitale européenne rejointe grâce à un vol <i>low-cost</i>
Acheter des produits alimentaires de la région	Utiliser du papier recyclé	

Utiliser les restes des repas	Mettre un couvercle sur les casseroles pendant la cuisson	Laisser une fenêtre entrouverte lorsqu'il fait froid à l'extérieur
Trier les déchets	Prendre le train plutôt que l'avion	Se précipiter sur chaque nouvelle version d'un appareil électronique
(Etc.)	N'acheter que ce qui pourra vraiment être consommé	Consommer des produits alimentaires hors saison et importés en avion
	Acheter des vêtements produits de manière équitable et écologique	(Etc.)
	(Etc.)	

L'activité suivante (p. 5 du dossier des élèves) vise à évaluer l'impact des diverses mesures envisagées sur les émissions de gaz à effet de serre. Là encore, il n'y a pas de réponses absolument justes ou fausses et l'intérêt de la démarche réside dans les arguments que les élèves vont mobiliser pour estimer si telle ou telle mesure a un impact réel sur la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Des liens vers deux sites (parmi d'autres) proposant et discutant des mesures sont suggérés et peuvent être activés si nécessaire. L'enseignant.e est appelé.e à modérer les discussions et le cas échéant à apporter quelques précisions quant à l'impact de telle ou telle mesure.

On rappellera au passage que si les mesures individuelles sont utiles, elles ne sont pas suffisantes. Si une famille renonce à consommer du bœuf plusieurs fois par semaine, cela ne suffira pas à réduire l'impact des filières de production industrielle de viande de bœuf...

A titre d'exemple, le tableau de la p. 5 peut être rempli comme suit (exemple non exhaustif!):

Mesures...	effet très faible				effet très fort
Ne pas prendre l'avion sur de courtes distances					X
Eteindre la lumière en sortant d'une pièce			X		
Manger moins de viande de bœuf					X
Se déplacer en vélo				X	
Trier les déchets	X				
Eviter les sacs en plastique et le «suremballage»				X	
Baisser la température de 1°C dans la maison			X		
(Etc.)					

Une activité de synthèse est proposée (p. 6 du dossier des élèves) et prend tout son sens après des activités qui ont largement reposé sur les échanges et la discussion.

C'est l'occasion de refaire le point sur la distinction entre adaptation et atténuation, et aussi de rappeler une fois encore que les mesures individuelles, aussi pertinentes et utiles soient-elles, ne seront pas suffisantes pour lutter contre le changement climatique.

C'est également l'occasion d'élaborer une trace écrite bien organisée après ces échanges qui auront amené les élèves à remplir des tableaux, mais pas forcément à énoncer de manière structurée ce qu'ils ont découvert et appris.

Chaque enseignant.e est sans doute conscient.e de l'importance des traces écrites. Voici une petite citation qui l'exprime d'un point de vue didactique :

« L'écrit contribue au développement « d'une capacité à s'extraire de l'immédiateté et à prendre du recul. (...) [L'écrit] garde la trace d'une pensée, d'un savoir fugitif et complexe, il en permet la lecture critique et la révision, il aide à penser. »

Source: Mével, Y. & Tutiaux-Guillon, N. (2013). *Didactique et enseignement de l'histoire-géographie au collège et au lycée*. Paris: Publibook (p. 211).

Activité complémentaire: mener un débat en classe

La dernière activité proposée dans cette partie du dossier consacrée à la politique climatique consiste à mener un débat en classe. Il s'agit d'une activité qui prend un certain temps (la préparation du débat peut prendre à elle seule une à deux périodes, la tenue puis l'exploitation du débat exigeant également une à deux périodes, selon la richesse et la diversité des arguments mobilisés par les élèves), mais qui est potentiellement très formatrice et enrichissante pour les élèves. Cette activité est mieux adaptée à des élèves de 7-8H plutôt que de 5-6H, même si elle peut être envisagée dans ces degrés aussi moyennant des adaptations.

Le débat met les élèves dans une situation où elles et ils vont pouvoir (devoir) mobiliser les connaissances acquises tout au long de la séquence sur le changement climatique. La forme de débat proposée ici est en fait un jeu de rôles, en ce sens que les élèves ne vont pas défendre leur propre opinion au cours du débat, mais celle d'un personnage qu'elles ou ils auront à endosser. Cela leur permet non seulement de prendre en charge un point de vue particulier et de le défendre au moyen d'arguments pertinents, mais aussi d'apprendre à comprendre différents points de vue et attitudes, en d'autres termes à changer de perspective. Selon les rôles attribués (l'enseignant.e peut en définir d'autres que ceux qui sont suggérés), les élèves peuvent aussi rencontrer ou devoir défendre des « arguments » fondés sur des contre-vérités ou sur l'ignorance.

Le débat se prépare en laissant aux groupes le temps nécessaire à assimiler le point de vue du personnage à incarner. Il s'agit de réfléchir aux positions que le personnage en question adopte face au changement climatique, aux mesures qu'il serait prêt ou non à soutenir, aux arguments à avancer pour défendre sa position, au degré de pertinence de ces arguments, aux exemples qu'il serait possible de citer. Il est également nécessaire d'anticiper les points de vue que vont défendre les autres intervenant.e.s, ce qui signifie que les élèves savent quels autres personnages que le leur participeront au débat. Dans les différents groupes correspondant aux personnages qui seront impliqués dans le débat, les élèves préparent leurs interventions en utilisant les documents élaborés au cours des leçons consacrées à la thématique du changement climatique, ainsi que des sources d'information complémentaires. Si nécessaire, l'enseignant.e peut en outre aider les élèves à « entrer dans leur rôle » en leur donnant quelques pistes telles que celles évoquées à la fin de ces commentaires (pp. 28-29).

En fonction du nombre d'élèves dans la classe et du nombre de personnages que l'on souhaite faire intervenir dans le débat, il est recommandé de mener ce travail de préparation par groupes de trois ou éventuellement de quatre élèves. Chaque groupe choisit un.e représentant.e (porte-parole) qui prendra effectivement part au débat. On peut envisager que la ou le porte-parole soit remplacé.e en cours de débat si nécessaire.

Pendant le débat, les élèves qui ne fonctionnent pas comme porte-parole doivent avoir une mission d'observation critique: elles et ils observent le déroulement du débat et seront appelé.e.s à présenter un compte rendu de la manière dont la discussion a progressé, avec une évaluation de la pertinence des arguments mobilisés, etc. C'est une manière d'impliquer tous les élèves dans la dynamique du débat et de leur permettre de développer leur capacité de jugement (contribution au développement de la pensée critique – une visée de formation à long terme). Les élèves qui ont assisté au débat peuvent aussi être invité.e.s à expliquer comment elles ou ils auraient réagi aux arguments de tel ou tel acteur du débat. Cette manière de procéder réduit par ailleurs le risque que certain.e.s élèves ne s'impliquent pas dans la démarche, soit par manque de volonté ou d'intérêt, soit par timidité.

L'enseignant.e doit assumer un rôle de modératrice/modérateur: animation du débat en laissant chaque intervenant.e s'exprimer tout en contrôlant le temps de parole, en faisant respecter les règles établies pour le débat, en résumant les propos lorsque cela est nécessaire, en relançant la discussion ou en la recentrant si les participant.e.s s'écartent de la (des) problématique(s) débattue(s). La modératrice ou le modérateur a donc pour tâche de gérer le débat, en principe sans interférer dans le contenu de la discussion. Ce rôle de modératrice / modérateur est de première importance – et n'est pas simple à assumer, d'autant qu'il s'agit aussi pour l'enseignant.e de retenir les points essentiels du déroulement du débat en vue de son exploitation ultérieure. On peut envisager de confier la modération du débat lui-même à un.e élève si l'un.e des élèves de la classe semble capable d'endosser cette responsabilité. Dans ce cas, l'enseignant.e introduit le débat, rappelle les règles et a une fonction de «superviseur.e» pendant le débat, avec la possibilité d'intervenir à tout moment si nécessaire. Une autre option est de faire appel à un.e collègue pendant le débat pour en assurer l'animation ou porter un regard analytique. Une autre possibilité encore – qui suppose un accord écrit des parents et de la direction de l'établissement – est d'enregistrer le débat en vidéo, ce qui permet ensuite d'en visionner des extraits en vue de son exploitation.

Après le débat, il est important d'y revenir (phase d'exploitation) afin d'amener les élèves à porter un regard réflexif sur ce qui s'est passé et ce qu'elles ou ils ont appris à travers le débat. Ce moment d'échange peut être fondé sur des questions telles que celles qui figurent ci-après:

- comment chaque élève s'est-elle ou s'est-il investi.e individuellement dans le rôle à endosser et dans le débat, ou dans l'observation du débat?
- comment les rôles ont-ils été préparés?
- quels ont été les arguments convaincants et pourquoi?
- comment les arguments avancés par les autres personnages ont-ils été pris en compte, contrés, ...?
- les positions défendues par les différent.e.s intervenant.e.s ont-elles évolué?
- des éléments importants auraient-ils été négligés pendant le débat? Si oui, lesquels?
- sur quoi le débat a-t-il débouché, à quels résultats ou constats est-on parvenu?
- quelles conclusions en tirent les élèves?
- comment faire la part entre les arguments défendus en endossant un rôle et les arguments que l'on avancerait si on défendait sa propre opinion?
- les élèves ont-elles ou ont-ils appris quelque chose de nouveau à travers ce débat?
- etc.

Il est important de veiller à solliciter l'ensemble des élèves, et pas seulement celles et ceux qui sont intervenu.e.s directement dans le débat.

Une trace écrite élaborée collectivement devrait consigner les points essentiels mis en évidence au cours de cet échange après le débat. Les élèves peuvent être invité.e.s à y ajouter une courte conclusion personnelle.

Exemples d'indications qui pourraient être données par l'enseignant.e pour aider les élèves à «entrer dans leur rôle» (la formulation exacte est évidemment à adapter au contexte de la classe)

Chercheur.e spécialiste de la science du climat	En tant que spécialiste du climat, vous connaissez les faits scientifiques sur le climat et le changement climatique et savez quelles mesures il convient de prendre. Vos arguments s'appuient toujours sur des connaissances scientifiques.
Membre d'une association de défense du climat («activiste du climat»)	En tant que militant.e de l'environnement, vous voulez à tout prix lutter contre le changement climatique et ses conséquences. Vous exigez des mesures efficaces et êtes capable de hausser le ton (en restant poli.e) si vos interlocuteurs se soucient peu du climat.

Habitant.e d'une région de montagne vivant du tourisme hivernal	Vous êtes conscient.e de certains des effets du changement climatique, que vous observez dans votre région et qui vous inquiètent. Mais vous êtes réticent.e à envisager des mesures comme l'interdiction des canons à neige ou la limitation des trajets en voiture.
Femme ou homme politique membre du gouvernement d'un pays tel que la Suisse	En tant que membre du gouvernement suisse, vous êtes favorable à la mise en place de mesures en faveur du climat. Mais vous devez aussi défendre les intérêts économiques du pays. Vous essayez donc de trouver des solutions acceptables par tous les acteurs (sauf les climatoscéptiques).
Représentant.e d'un pays du Pacifique dont les îles sont menacées par la hausse du niveau des mers	Vous êtes directement concerné.e par les conséquences du changement climatique: les îles qui constituent votre pays vont bientôt être submergées par la hausse du niveau des mers liée au réchauffement global. Vous exigez des mesures immédiates.
Représentant.e d'un pays encore très peu touché par les conséquences du changement climatique	Vous êtes certes conscient.e que les conséquences du changement climatique posent des problèmes dans certaines régions du monde. Mais vous estimez qu'il n'est pas nécessaire d'agir tout de suite. Il ne faut surtout pas que des mesures éventuelles aient un impact négatif pour l'économie de votre pays.
Représentant.e des milieux climatoscéptiques	Vous ne croyez pas que le changement climatique actuel soit provoqué par les activités humaines. Selon vous, les données utilisées par les scientifiques sont fausses ou mal interprétées. D'ailleurs, le climat de la Terre a connu dans le passé des variations bien plus importantes que celles d'aujourd'hui.
(Etc.)	

Mentionnons pour conclure – et au risque d'énoncer une évidence – qu'une démarche telle qu'un débat – jeu de rôles mobilise des compétences qui renvoient à plusieurs domaines disciplinaires, notamment des compétences langagières et des compétences construites dans les disciplines scientifiques, mais aussi des capacités transversales et des éléments relevant de la formation générale. Une telle démarche s'inscrit ainsi pleinement dans une visée de formation citoyenne.

Enfin, il pourrait être objecté que la visée d'un tel dispositif de débat est bien trop ambitieuse pour des élèves du cycle 2, et qu'un débat de ce type ne peut pas être mis en place avant le cycle 3, voire le Secondaire II. Les tests menés en classe tant en Suisse alémanique qu'en Romandie ont cependant démontré le contraire, les élèves s'impliquant fortement dans le débat et sa préparation, s'avérant capables de mobiliser à bon escient des arguments pertinents pour défendre la position qu'elles ou ils incarnent, et étant capables aussi de porter un regard réflexif judicieux sur le débat. Bien évidemment, les arguments mobilisés et la manière de s'exprimer reflètent les capacités d'élèves âgés d'une dizaine d'années, et non celles d'adultes spécialistes du domaine climatique ou du champ politique. On relèvera aussi que pour près de la moitié des classes dans lesquelles ce dispositif a été testé, ce débat – jeu de rôles n'était pas le premier que faisaient les élèves.

PARTIE 6 (Synthèse)

Petit préambule: importance de la phase de synthèse générale au terme d'une séquence

Commençons par quelques définitions:

Synthèse

- I. Opération qui procède du simple au composé, de l'élément au tout. (...)
3. Opération intellectuelle par laquelle on rassemble les éléments de connaissance concernant un objet de pensée en un ensemble cohérent; vue d'ensemble.

(*Le nouveau Petit Robert, Dictionnaire de la langue française*, éd. 1993/1995, p. 2193)

Opération consistant à rassembler des éléments de connaissance sur un sujet, une discipline, et à donner une vue générale, une idée d'ensemble de ce sujet.

(Dictionnaire TLFi, *Trésor de la langue français informatisé*;

URL: <http://stella.atilf.fr/Dendien/scripts/tlfiv5/visusel.exe?12;s=1520795010;r=1;nat=;sol=1;>)

L'étymologie du mot renvoie à l'idée de *réunion*, de *composition*, de *mise en commun*, de *poser ensemble*.

On voit bien l'importance cruciale de la synthèse au terme d'une séquence d'enseignement-apprentissage¹¹: c'est le moment où on fait le point sur ce qui a été travaillé, découvert, appris tout au long de la séquence. Il est essentiel que les élèves effectuent réellement le travail de synthèse, qui seul leur permettra de reprendre les points essentiels, de les mettre en relation, et de structurer le tout de manière à dégager les enjeux fondamentaux de la thématique qui a été travaillée, et le cas échéant de dégager également des perspectives d'avenir. Il faut donc éviter une pratique malheureusement encore trop répandue dans tous les degrés de la scolarité, qui voit l'enseignant.e distribuer aux élèves une synthèse toute faite.

Il y a de nombreuses façons de mettre les élèves en situation de construire une synthèse – une démarche pendant laquelle l'enseignant.e sera attentive/attentif aux activités des élèves et à leur production, puisque la synthèse est aussi un moment d'institutionnalisation des savoirs. Une manière classique consiste à travailler en interaction entre les élèves et entre les élèves et l'enseignant.e pour construire collectivement et progressivement la synthèse – qui peut prendre la forme d'un schéma, d'un résumé, d'une carte conceptuelle, etc. – à partir des suggestions et apports des élèves. Une autre manière de procéder passe par un travail de groupes, chaque groupe étant chargé d'élaborer une synthèse; les productions sont ensuite comparées et on retient les éléments les plus pertinents de chaque proposition pour construire la synthèse collective. Une autre forme encore s'appuie sur la réalisation d'un document particulier, par exemple un panneau, ainsi que cela est suggéré dans cette dernière partie du dossier des élèves. Dans tous les cas, on aura avantage à identifier et rappeler au préalable les mots clés, les concepts fondamentaux, les processus centraux qui ont été travaillés dans la séquence. Cela peut passer par quelques questions qui orienteront le travail de synthèse des élèves, comme cela est proposé ici (cf. p. 1 du dossier des élèves), mais cette option n'est pas systématiquement nécessaire.

Pour conclure le travail sur le changement climatique

L'activité principale proposée aux élèves consiste donc à élaborer une synthèse de la thématique du changement climatique, et à dégager les perspectives essentielles pour l'avenir (cf. les questions figurant en p. 1 du dossier des élèves). La forme suggérée est celle d'un panneau qui peut être exposé dans la classe,

¹¹ On peut (doit) également insérer une ou des synthèses partielles à différents moments de la séquence.

voire dans l'établissement scolaire, ce qui peut conférer à cette phase de synthèse une dimension «projet» motivante pour les élèves.

On notera que les questions posées pour orienter la réflexion des élèves portent sur les contenus travaillés, ce qui devrait permettre aux élèves de définir les mots clés et ainsi de structurer leur propos autour des points essentiels de la thématique. Elles ont aussi une visée réflexive, en invitant les élèves à comparer ce qu'elles et ils savent au terme de la séquence à ce qu'elles et ils savaient tout au début de la démarche. Par ailleurs, même si la formulation de ces questions semble focalisée sur les contenus, il importe que l'enseignant.e incite les élèves à réfléchir également à ce qu'elles et ils ont découvert et appris en termes de savoir-faire et de capacités transversales (p. ex. tirer des informations de différents types de documents, comparer ces informations, élaborer un schéma, construire une argumentation en vue d'un débat, etc.).

En p. 2 du dossier des élèves, il leur est proposé d'utiliser une grille de critères pour évaluer la production (le panneau) qu'elles et ils sont en train d'élaborer. Si nécessaire, l'enseignant.e explicitera tel ou tel critère. Cette proposition prolonge la visée réflexive susmentionnée et a pour but de d'amener les élèves à développer leur capacité d'auto-évaluation (auto-régulation de leurs apprentissages). C'est là un enjeu central de tout apprentissage, qui ne sera cependant pas discuté ici – c'est l'objet de publications spécialisées¹².

Une grille similaire peut évidemment être utilisée par l'enseignant.e pour évaluer le travail des élèves à des fins formatives et/ou pour leur attribuer une note.

Les activités proposées aux élèves sur la dernière page du dossier ont également une visée réflexive, de nature individuelle cette fois. Celle-ci complète les réflexions menées en groupe en élaborant la synthèse.

Pour conclure, voici une brève citation d'un grand scientifique. Les activités proposées aux élèves à propos des mesures d'adaptation et d'atténuation, dans le cadre du débat en classe (si celui-ci a été effectué), ou encore pour élaborer la synthèse les invitent à réfléchir à des perspectives pour l'avenir. Il arrive que des élèves du cycle 2 se laissent emporter par leur imagination et développent des scénarios qui relèvent de la science-fiction. Dans une telle hypothèse, l'enseignant.e peut leur présenter cette citation de Michel Mayor pour remettre en perspective les enjeux réels: nous n'avons qu'une planète, cette planète est le seul monde dans lequel nous pouvons vivre, et elle est constituée de systèmes complexes que les hommes ont déjà dangereusement déséquilibrés. Le temps de l'action est donc venu pour freiner et renverser ce mouvement.

«Même si nous tentions d'atteindre une planète située à seulement 30 années-lumière de la Terre, à la vitesse d'Apollo 11, il nous faudrait 10 millions d'années. Et accélérer jusqu'à la vitesse de la lumière demanderait beaucoup trop d'énergie. L'Homme ne s'échappera pas de la Terre si elle devient invivable, il n'y a pas de plan B. Nous sommes liés à cette planète.»

Michel Mayor, professeur honoraire de l'Université de Genève,
astrophysicien spécialiste des exoplanètes,
co-récipiendaire du Prix Nobel de Physique 2019,
lors d'une entrevue avec la presse à Stockholm le 8 décembre 2019,
deux jours avant la remise du prix
(propos repris dans de très nombreux médias et sur les réseaux sociaux)

¹² Par exemple : Mottier Lopez, L. (2012). *La régulation des apprentissages en classe*. Bruxelles : De Boeck.