

L'Anthropocène, affaire de science, affaire d'éducation

Pierre Léna, David Wilgenbus et Lydie Lescarmontier

Extrait de l'ouvrage *Eduquer en Anthropocène*, 2019. Wallenhorst N. & Pierron J.-P. (ed.)
Editions Le Bord de l'eau

Sommaire

L'Anthropocène, affaire de science, affaire d'éducation	1
Sommaire	1
Introduction	1
Représentations du monde et science	2
<i>Une multitude de représentations</i>	2
<i>Défis pour l'éducation</i>	3
Quelques préconisations éducatives	5
<i>Comprendre</i>	6
<i>Faire confiance</i>	10
<i>Agir</i>	11
<i>Être solidaire</i>	13
Accompagner les professeurs	14
<i>L'OCE, une action spécifique</i>	15
Conclusion	16
Bibliographie	17
Présentation des auteurs	18
<i>Pierre Léna</i>	18
<i>David Wilgenbus</i>	18
<i>Lydie Lescarmontier</i>	18

Introduction

L'éducation possède un triple rôle, directement lié à l'écoulement du temps dans lequel s'inscrit toute vie humaine. Elle transmet à chaque génération nouvelle l'héritage d'un très long passé. Elle aide cette génération à lire le présent. Elle la prépare à un avenir qui sera tout ensemble le fruit du passé et du présent. Il est aisé de concevoir qu'à toute époque, depuis la plus lointaine antiquité, le premier de ces rôles était aisé à mettre en place, tandis que les autres demandaient d'intégrer des changements d'ampleur variable. Si étroitement liée au fonctionnement de la société et à sa projection dans l'avenir, l'éducation prend presque nécessairement un tour politique et ne peut se limiter à l'acquisition de connaissances qui seraient en quelque sorte 'hors sol' (Lecointre 2018, Léna 2004, Condorcet 1993).

Ce rôle traditionnel, qui fut toujours l'objet de bouleversements et d'interrogations, en rencontre davantage encore aujourd'hui. Car la science et sa sœur la technique transforment, comme jamais encore, le monde et la représentation que s'en fait chaque individu. Aux

transformations vécues depuis le début de l'ère industrielle s'ajoute, en ce début de XXI^e siècle, l'entrée dans un anthropocène où l'humanité prend le pouvoir à l'échelle de sa planète. Nous proposons ici une brève réflexion sur l'impact que cette mutation majeure peut avoir sur l'éducation. L'universalité de la science et des connaissances qu'elle établit, le développement foudroyant d'une communication globale, ou à tout le moins d'un échange d'information, permet de supposer que la vision éducative nouvelle ne saurait se limiter à telle ou telle nation, telle ou telle culture. Qu'il s'agisse de physique, de biologie, de mathématique, de technique, l'éducation à la science transmet traditionnellement ces disciplines de façon spécialisée et analytique, en se préoccupant surtout de la façon dont ces savoirs nouveaux sont mis au service de la société – la technique – ou participent à l'élaboration de nouveaux savoirs – la recherche.

Nous appliquons ce propos général à la question du changement climatique. Il est mis en évidence par la science et largement causé par l'emploi des techniques. Il fait appel à l'une et l'autre pour faire face (adaptation) ou être contrôlé (atténuation). Ce changement émerge comme un défi posé à tous, institutions autant qu'individus. Il apparaît de plus en plus clairement que la réponse, qui sera ou non apportée à ce défi, conditionne significativement l'avenir de l'humanité.

Représentations du monde et science

L'être humain est un être de représentation (Schopenhauer). Le langage exprime et explicite les représentations que cet humain se fait du monde et que construisent les récits fondateurs, les mythes, les cultures, les religions. Dès ses premiers pas, la science a contribué à établir ce rapport au monde en nommant les phénomènes, en s'interrogeant sur les causes et les conséquences, en discernant des régularités qui deviendront des lois (Omnès 2008), en construisant les concepts abstraits, en cherchant à comprendre la place de l'homme dans l'univers.

Une multitude de représentations

Il est aisé d'énumérer, de façon abusivement rapide, les représentations essentielles qu'habite l'homme d'aujourd'hui et qu'au fil des siècles la science a construites. Parmi elles, retenons cet inventaire trop partiel : l'espace infini, le temps irréversible ; l'homogénéité de l'univers dans sa constitution matérielle comme dans les lois qui le régissent ; la question des origines ; l'émergence du vivant sur la Terre ; l'évolution de la vie jusqu'à l'Homo sapiens sapiens ; la transmission des caractères d'une génération à l'autre ; le rôle du hasard ; l'éventuelle banalité de la Terre dans l'univers ; la nature de la conscience et de l'intelligence ; l'information et

l'énergie. Voici autant de représentations que la science n'a cessé de faire bouger dans la conscience individuelle comme dans les cultures. Pour manifester l'ampleur et l'accélération récente de ce mouvement, il suffit d'évoquer l'espace-temps relativiste, l'indéterminisme de la physique quantique, la problématique des états hors équilibre dans le maintien thermodynamique des structures vivantes, l'existence du chaos, l'externalisation de certaines fonctions cérébrales dans ce qui est appelé, par abus de langage, une intelligence artificielle. Sur ces notions, les acquis du dernier siècle et ceux du temps présent bouleversent des représentations plus intuitives et plus traditionnelles. Notons encore que ces thèmes ne se réduisent pas à des spéculations philosophiques ou épistémologiques. Les savoirs qu'ils recouvrent et la puissance qu'ils donnent à l'homme induisent des transformations sociales ou économiques de grande ampleur. Ces savoirs manifestent ainsi l'enracinement de la science dans le réel. À la différence d'une opinion ou d'une idéologie, elle dévoile progressivement le fonctionnement du monde sans en épuiser jamais le mystère (d'Espagnat 1994). Cet enracinement permet de comprendre pourquoi les chercheurs, faisant émerger les fondements même d'une réalité qui leur est extérieure, se considèrent comme faisant œuvre de vérité. Les pouvoirs, sur la nature et sur lui-même, que ces savoirs confèrent à l'homme sont une éclatante démonstration de cette émergence.

Si l'anthropologie, dans son sens moderne, est une science qui décrit et analyse les faits caractéristiques de l'homínisation et de l'humanité¹ – un sens plus large que celui de la brève définition donnée par le dictionnaire Robert ('ensemble des sciences qui étudient l'homme') – alors les phénomènes que nous venons de rapporter méritent l'attention des anthropologues. À l'époque contemporaine, ces faits, qui furent de tous temps, semblent bien changer d'ampleur et de rapidité de déroulement. Affectant l'humanité dans son ensemble, autant que la nature à laquelle elle appartient et la planète qu'elle habite, ils questionnent la traditionnelle séparation entre nature et culture.

Défis pour l'éducation

L'éducation éprouve de grandes difficultés à suivre le rythme accéléré de ces changements de représentations, d'autant plus qu'au premier abord, ils semblent d'une complexité défiant leur partage hors un cercle de spécialistes. Pourtant ce sont ces changements qui, par leurs impacts, transforment la vie quotidienne de millions d'êtres ! Donnons deux exemples. Le premier est celui de la mécanique quantique. Elle a permis une révolution informatique qui change aujourd'hui le monde ; dans le même temps il semble presque impossible d'en faire

¹ Wikipedia, Article *Anthropologie*.

partager à une majorité d'une population, par le biais des programmes de lycée, même les rudiments. Au contraire de la mécanique classique élémentaire enseignée depuis Newton – une vitesse, une force, une accélération, une masse et un poids –, ce monde quantique apparaît tellement contre-intuitif et inaccessible au ‘bon sens’ ! Le second exemple, développé ci-dessous, est celui du climat de la Terre et de son changement actuel. Ce n'est plus un problème se réduisant à la seule physique, la seule chimie, la seule biologie, la seule astronomie, la seule économie, la seule..., car il s'agit ici de penser globalement un ‘système’ complexe et son fonctionnement (Morin 2014, Léna 2014). Au sein de l'actuelle éducation, élèves et étudiants n'y sont guère préparés par le découpage disciplinaire des sciences, et plus largement celui des savoirs, non plus que par le rythme accéléré de construction de nouvelle connaissance. Plus de 20 000 articles scientifiques paraissent chaque année ayant pour seuls mots-clé ‘changement climatique’. Un défi pour les chercheurs, et aussi pour les enseignants. Au cœur de tout projet éducatif se trouve la question de la synthèse et du choix. Que doit-il être extrait de cette masse de connaissance ? Pour qui et au regard de quel objectif ? Comment intégrer sans cesse de nouveaux acquis sans perdre l'indispensable cohérence de l'ensemble ? Comment enseigner un sujet qui ne le fut jamais jusqu'ici ?

Dans ces exemples, la foule est réduite à consommer les produits du savoir, qu'elle les refuse, les ignore ou se résigne à les accepter. Si l'on peut juger que l'ignorance du monde quantique n'a guère de conséquences concrètes, sauf chez les ingénieurs, l'aveuglement sur le changement climatique conduit l'humanité à de grands périls.

En outre, il est impossible que ces changements, rapides et majeurs, demeurent sans impact sur les constructions culturelles des sociétés dans lesquelles ils se produisent. Des mécanismes de protection ou de refus, pour illusoire et parfois dangereux qu'ils soient, se mettent souvent en place. En voici quelques exemples : la mutation, à laquelle est confronté l'islam contemporain, pour reconnaître le caractère symbolique de certains textes fondateurs (Charfi 2013) ; le refus de prendre en compte, dans les conduites individuelles, les fondements statistiques d'une politique de vaccination ; la négation des évidences climatiques (Marshall 2015) ; sans parler davantage des outrances des créationnistes ou des ‘platistes’ qui affirment la platitude de la Terre. Ce sont des illustrations bien différentes de résistances largement partagées, dont l'impact social ou politique peut être grave.

Quelques préconisations éducatives

197 États ont adopté à l'unanimité l'Accord de Paris lors de la COP21 en 1995. En mars 2019, 185 d'entre eux l'ont ratifié². Il est entré en force en novembre 2016, le seuil de ratifications indispensables ayant été atteint à cette date (Accord de Paris 2015). Ces États signataires ont mis à jour la nécessité d'une lutte contre un changement climatique avéré et menaçant, principalement causé par le forçage radiatif des gaz à effet de serre d'origine anthropique. Le rôle de l'éducation est souligné par l'Article 12 de l'Accord, qui énonce que les Parties '*doivent prendre des mesures [...] pour développer l'éducation au changement climatique*'. Cet objectif était déjà souligné en 1992 par la Convention des Nations-Unies sur le changement climatique (UNFCCC), dont dépend aujourd'hui le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC, IPCC en anglais). Cette recommandation éducative pourrait n'être qu'une incitation à poursuivre une évolution qui émergea depuis deux décennies sous le nom d' "éducation au développement durable" (EDD), en parallèle à l'émergence des '*éducations à...*' – la santé, la sexualité, la citoyenneté, au **numérique, au respect, à la laïcité, au fait religieux**...–, jugées requises par les évolutions sociétales. Cette recommandation de l'Article 12 va pourtant bien au-delà de la simple continuité évoquée ci-dessus. Sa légitimité tient dans la teneur des autres articles de l'Accord de Paris qui, pour tenir l'engagement d'un réchauffement global inférieur à 2°C, nécessitent des transformations profondes dans tous les pans de la société : industrie, alimentation, transports, habitat, finance, santé, solidarité internationale, etc. Dans les pays démocratiques au moins, de tels bouleversements ne peuvent être entrepris sans une pleine compréhension et acceptation par les populations. L'éducation apparaît alors comme une nécessité impérieuse, non seulement pour préparer les jeunes générations à vivre dans un monde en transformation, mais aussi pour rendre possibles ces changements.

Cela représente un véritable défi pour les systèmes éducatifs, confrontés à la prise en compte d'objectifs nouveaux, qu'il s'agisse des curricula, de la formation et de l'accompagnement des enseignants. Ce défi s'étend à une nécessaire ouverture des établissements scolaires aux familles et à l'ensemble de la communauté locale, puisqu'il s'agit non seulement d'éduquer, mais aussi d'amorcer la transition écologique, ne serait-ce que dans les gestes du quotidien.

² <https://unfccc.int/process/the-paris-agreement/status-of-ratification>

Ces objectifs se situent le plus souvent comme transversaux par rapport aux disciplines traditionnelles. Aussi, dans la plupart des systèmes éducatifs du monde, la place qui leur est réservée demeure le plus souvent marginale, et les professeurs sont démunis pour les mettre en œuvre dans la classe. C'est le constat formulé par le Rapport mondial de suivi sur l'éducation : *'Éducation pour les peuples et la planète'* (Unesco 2016).

Peut-on se contenter d'ajouter le changement climatique, objet de l'Article 12 de l'Accord de Paris, à cette longue liste de préconisations éducatives ? Nous ne le pensons pas, car ce thème demande justement de penser à nouveaux frais, l'éducation à l'âge de l'anthropocène. La transition majeure, qu'on la dénomme écologique ou climatique, à réaliser de façon urgente au péril de l'humanité, place celle-ci devant une alternative. Un terme fort explicite *'business as usual'* (BAU) s'est imposé pour désigner l'un des choix. L'usage de BAU figure dans les rapports et les courbes du GIEC, pour qualifier les projections climatiques les plus inquiétantes à l'horizon de la décennie ou du siècle, celles où rien n'est fait pour contrôler les gaz à effet de serre et le forçage radiatif qu'ils entraînent. Point n'est besoin d'être spécialiste pour percevoir les formidables transformations économiques, financières, sociales que signifie, à courte échéance, le second choix de l'alternative, qui est celui de l'abandon du BAU, comme le préconise sinon prescrit l'Accord de Paris. Un bel enjeu pour l'humanité qui par son inaction ou son ignorance a modifié le climat et qui par son action se doit de le rétablir.

Face à cette transition nécessaire, l'école, du primaire à l'université, doit également peser l'alternative. Elle peut choisir de se transformer, soit au contraire demeurer *'school as usual'*. Car c'est l'école, par l'éducation qu'elle propose, qui façonne les catégories conceptuelles, induit les comportements individuels ou collectifs, prépare l'entrée dans les métiers en proposant aux jeunes une vision de l'avenir, qu'elle soit implicite ou explicitée. Si l'école ne précède et n'accompagne pas la transition écologique, avec le même degré d'urgence, celle-ci ne pourra se produire à l'échelle de l'humanité toute entière. Examinons donc quelques aspects de cette indispensable transformation qu'appelle l'entrée en Anthropocène, qu'il s'agisse de catégories mentales nouvelles, de comportements à promouvoir ou de la vision de l'avenir qui est proposée à la jeunesse.

Comprendre

Le changement climatique demande une compréhension systémique, faisant droit à une incontournable complexité. Considéré dans sa globalité, le système Terre, avec ses

composantes physiques et sa biosphère, est gouverné par une multitude d'interactions entre sous-systèmes. Il se caractérise également par une diversité d'échelles spatiales, allant du plus local – la température ou la pluviosité par exemple – au plus global – la Terre dans sa relation avec le Soleil – ; d'échelles temporelles, du jour au million d'années voire davantage ; de paramètres multiples, couplés entre océans, continents, atmosphère ; de régimes d'évolution parfois prédictibles, parfois chaotiques, parfois intermédiaires et susceptibles d'instabilités aux conséquences majeures. La participation de la biosphère humaine au système Terre introduit des éléments de sciences sociales, géographie humaine, économie, démographie qui complexifient encore la compréhension. Doit-on alors renoncer à celle-ci ? Limiter au climat le présent propos n'interdit pas de noter que la nécessité de compréhension systémique se manifeste à propos d'autres thématiques majeures, comme l'épuisement de la biodiversité, la saturation démographique, la gestion des risques. Ces thématiques ne se réduisent pas à la question climatique, même si celle-ci n'en est jamais bien loin.

Face au découpage analytique traditionnel des savoirs, sur lequel s'est organisée l'éducation, de nouveaux éléments de compréhension et de travail interdisciplinaire sont requis, dont la transmission ne doit pas pour autant dissoudre les premiers. Comment faire ? C'est un premier enjeu, auquel se confronte aujourd'hui l'introduction d'un 'enseignement scientifique' (ES) dans les classes de première et de terminale des lycées généraux et technologiques en France, accompagnant la réforme du baccalauréat. Soit, en flux, environ 540 000 jeunes chaque année.

À côté d'enseignements lourds en horaire, dits 'de spécialité' et choisis par l'élève – trois en Première, deux en Terminale –, figure un tronc commun, comprenant cet enseignement ES de deux heures hebdomadaires. Il doit donc s'adresser à tous les élèves, quel que soit leur profil et leurs compétences particulières en sciences – celles-ci héritées du collège, de la classe de Seconde et de leurs choix de spécialités –, et si possible les intéresser. Alors que le climat n'occupe qu'une faible place dans les spécialités, le choix est de lui en donner une qui soit significative au sein de l'ES (Bulletin Officiel 2019).

Quels sont les points majeurs à comprendre ? En résumant quelques-uns, nous voudrions faire percevoir la difficulté de transmission de ces connaissances à de jeunes élèves.

Eclairée par le Soleil, la Terre en reçoit de l'énergie. Rayonnant elle-même dans l'espace, elle en perd. Un équilibre dynamique durable s'établit, qui fixe la température moyenne de sa surface. Cet équilibre, et donc cette température, résultent d'échanges complexes d'énergie et de matière entre atmosphère, océans, sols, ainsi qu'avec la biosphère qui s'y trouve présente.

Quand, sur des durées longues, les paramètres astronomiques du mouvement de la Terre évoluent, telles la précession de son axe de rotation ou l'excentricité de sa trajectoire elliptique, l'équilibre est modifié et cette température change – les ères glaciaires en sont le signe. Quand, sur des durées comparables ou plus courtes, des changements physiques (éruptions volcaniques) ou biologiques (émergence de la photosynthèse) affectent la composition de l'atmosphère, l'équilibre change également. Cet équilibre global du système s'accompagne d'importantes variations spatiales (avec la latitude) et dans le temps (saisons), dont les caractéristiques demeurent néanmoins stables. Le climat est une moyenne, faite sur la distribution statistique d'un ensemble de propriétés de l'atmosphère terrestre dans une région donnée pendant une période donnée (températures, pressions, hygrométries, nébulosités, vents...). Le climat peut être global ou local. La climatologie se distingue de la météorologie, qui analyse les variations locales et à court terme.

Les très nombreux processus qui interviennent dans cet équilibre ont été peu à peu identifiés, quantifiés et mesurés. Les modèles climatiques sont des outils numériques qui visent à représenter le climat moyen, ses variations dans l'espace, ses évolutions dans le temps à partir de mesures et de calculs qui intègrent toute la science connue, ainsi que les mesures faites au sol ou depuis l'espace. Ils produisent en particulier des projections sur les décennies ou siècles à venir. Les modèles connaissent des limites de précision, évaluées en terme de probabilité d'occurrence des projections.

La consommation d'énergie par l'humanité, liée aux révolutions industrielles, à l'explosion démographique et à ce qu'il est convenu d'appeler le développement, repose essentiellement sur la combustion de matériaux fossiles (charbon, gaz, pétrole). Injectant du dioxyde de carbone dans l'atmosphère. Ces combustions perturbent l'équilibre qui était celui du système Terre à l'ère pré-industrielle. Cette perturbation, appelée forçage radiatif, accroît temporairement l'énergie absorbée par la surface terrestre. Si la quantité de CO₂ se stabilise, un nouvel équilibre s'installe, caractérisé par

une température moyenne de surface plus élevée. Alors que les temps d'échanges énergétiques dans l'atmosphère sont courts (de l'ordre de l'année), ceux des océans atteignent le millénaire. Le nouvel équilibre est lent à se produire, et les effets de la perturbation ne s'amortissent que sur des durées longues. Si l'accumulation de CO₂ se poursuit, la température moyenne continue à croître, de l'énergie additionnelle est injectée à la surface et le nouvel état d'équilibre est différé. Les modèles climatiques rendent compte de ces évolutions dans le détail, ainsi que des différentes échelles de temps qui les caractérisent.

Illustrons de quelques valeurs. Le changement de la température moyenne de la Terre, depuis un siècle et demi, est de l'ordre de 1°C. La concentration du CO₂ dans l'atmosphère, issu des combustions et principal responsable de ce changement, est passée de 300 à plus de 400 parties par million – il semble bien que cette concentration n'est pas été atteinte depuis le Miocène, soit 5 à 25 millions d'année en arrière. La concentration atmosphérique de méthane (CH₄), autre gaz à effet de serre d'origine anthropique – 60% des émissions sont liées aux activités humaines – a augmenté de 150% depuis la révolution industrielle. Le niveau des océans, causé par l'injection d'énergie thermique, augmente d'un peu moins de 4 mm/an. L'acidité des océans a augmenté de 40 %, avec un impact significatif sur la biosphère marine. En regard de ces valeurs, la consommation globale d'énergie liée au 'développement', très inégalement répartie entre pays et régions, a doublé entre 1973 et 2015.

Beaucoup de ces valeurs semblent petites, mais le propre d'un système à l'équilibre, lorsqu'il est complexe, est d'être d'une sensibilité considérable à des variations apparemment très petites. Ainsi du corps humain, pour lequel une variation de la température interne de 2°C peut entraîner de graves désordres, ou même la mort.

Nous citons ces quelques éléments du programme scolaire actuellement en construction pour en souligner les enjeux de compréhension, et notamment leur caractère interdisciplinaire. Des concepts quelque peu abstraits : énergie, température moyenne, équilibre stable et régime transitoire. Une multiplicité de facteurs : physiques, chimiques, biologiques. Une gamme considérable d'échelles spatiales (du local au global) et temporelles (de l'année au millénaire). Une causalité le plus souvent multifactorielle. Un grand nombre de sous-systèmes (surfaces agricoles, forêts, surface et profondeurs océaniques) qui sont couplés, comme l'illustre le cycle du carbone. Des éléments

anthropiques (gaz et aérosols produits de combustions, déforestation, transports, urbanisation) se combinant aux éléments naturels (flux solaire), etc. Des effets majeurs pour des variations relatives très petites.

Un tel ensemble, même présenté de façon élémentaire, ne peut manquer de mettre en lumière quelques aspects essentiels de la démarche scientifique, trop souvent omis dans ce que l'école en transmet. La recherche ne cesse d'approfondir, et la vérité, pour vraie qu'elle soit pour représenter au mieux le réel à un moment donné, n'est jamais définitivement établie. Les affirmations des sciences de la nature ne sont pas des théorèmes de mathématiques. Elles s'accompagnent toujours de marges d'incertitudes ou de l'énoncé d'une probabilité.

Dans cet écheveau de notions, il faut donc "*aider chaque élève à se construire des repères solides, pour pouvoir donner sens à l'actualité et se positionner de manière rationnelle*" (Masson-Delmotte 2019).

Avec ces repères, situant son présent en perspective des 4,6 milliards d'années de l'histoire de la planète Terre, et à son niveau, l'élève percevra le caractère totalement inédit de la période actuelle, l'Anthropocène.

Faire confiance

La recherche du 'comprendre' met également en jeu la confiance qu'il est possible et même nécessaire d'accorder à ce que propose la science, puisque l'absolue nécessité de la transition écologique résulte en premier lieu d'analyses scientifiques, celles que synthétisent régulièrement les rapports du GIEC. Pour accepter les faits et les probabilités d'occurrence des projections, on ne peut se limiter à une compréhension nécessairement approximative et floue. Il faut aussi établir avec la science un rapport de confiance, en saisissant comment elle fonctionne et comment sont validées ses conclusions, au sein de ce qu'il est convenu d'appeler la communauté scientifique. Ici, les exemples tirés de l'histoire des idées scientifiques et de leur lente adoption ont une force pédagogique largement sous-exploitée aujourd'hui. Le rapport de confiance est aujourd'hui, nous l'avons rappelé plus haut, fortement mis à mal. Cet objectif d'éducation à la nature de la science, associant esprit scientifique, esprit critique et confiance, rôle de la preuve, fonctionnement collectif, est un enjeu pour les programmes scolaires et l'enseignement au quotidien, comme le met en place l'action de *La main à la*

pâte (Fondation La main à la pâte 2019, Zimmermann, Pasquinelli, Farina 2017 ; Farina, Pasquinelli, Zimmermann 2018).

Nous extrayons la phrase qui suit d'un échange épistolaire récent avec un climatologue sceptique, pourtant frotté de culture scientifique. *Pour moi, m'écrit-il, la communauté scientifique ne peut pas se comporter comme une chapelle avec ses interdits et ses certitudes.* Son refus d'une certitude – aux probabilités d'occurrence près – traduit une confusion, si fréquente dans l'opinion et que nous rappelons plus haut, entre opinion et fait scientifique. Si nous lui rappelons que la Terre est une sphère et non plate, il convient que c'est une certitude, mais il s'appuie précisément sur la complexité climatique que nous venons de souligner pour conclure à l'impossibilité d'une conclusion. *Dire, écrit-il encore, que cette activité humaine a autant de poids, mais sur une échelle toute autre, que les cycles de Milankovic* [les cycles astronomiques d'une centaine de milliers d'années], *me surprend et m'interroge.* L'éducation doit assumer cette complexité et la rendre intelligible, l'arrachant au *croire* aveugle pour la fonder sur une autre forme de *croire* qui implique une confiance raisonnée. Il est pourtant exclu de se faire ici l'avocat d'une confiance aveugle dans la science, par laquelle les citoyens renonceraient à leur propre capacité de jugement et d'action. Comme pour toute situation complexe de l'existence, confiance fondée en d'autres personnes et jugement personnel doivent aller de concert.

Ainsi peut-on tenter de mettre en place, chez la jeune génération, une *représentation* de l'anthropocène, qui ait un contenu solide, non émotionnel ou fantasmé.

Agir

Il n'est point d'éducation sans un espoir qui dessine l'avenir. Si l'éducation, au collège, au lycée ou à l'université, se limitait à transmettre le message alarmant que les projections climatiques et leurs impacts humains – migrations climatiques par millions par exemple – adressent dans les rapports successifs du GIEC, elle manquerait totalement son but. Des enfants ou adolescents dont l'avenir serait aussi sombrement présenté ne pourraient trouver aucun motif de le vivre. Veer Ramanathan, climatologue de San Diego (Californie), assigne un double but : un esprit critique et un cœur plein d'espoir (*a critical mind and an hopeful heart*) (Ramanathan, Han, Matlock 2017). Il est aisé d'observer l'extrême sensibilité de la jeunesse aux questions climatiques. La présence de celles-ci dans l'actualité, de façon répétée, a certainement fait évoluer une prise de

conscience, qui était encore absente il y a quelques années. À elle seule, cette réactivité est un motif d'espoir. Encore faut-il qu'elle dépasse l'émotionnel : c'est le but du *comprendre*. Encore faut-il qu'elle trouve un terrain, qui relie le minuscule champ d'action de l'individu à l'immensité du problème global. Les mouvements d'Eco-écoles, de lycées verts... sont autant d'occasions d'une école différente où l'action se marie à la compréhension, la requiert et l'illustre. Les stratégies de *compensation carbone* offrent ici un terrain d'exercice à toutes échelles, puisqu'on peut aussi bien tenter de compenser l'empreinte carbone de ses déplacements personnels en voiture que celui de son lycée, de sa ville ou de son pays. Même mise en œuvre à petite échelle, la compensation conduit à prendre conscience quantitativement de sa propre empreinte carbone, avec un outil de mesure qui prend un sens (masse de carbone, ou équivalent CO₂), puis à en identifier les origines et à tout faire pour la réduire, enfin à rechercher activement les processus non carbonés susceptibles d'être utilisés en compensation³.

La construction d'une société décarbonée représente une formidable inflexion du mode de 'développement' tel qu'il a fonctionné depuis plus d'un siècle. Le récent rapport spécial du GIEC 'Global Warming of 1.5°C' souligne combien lutter contre le changement climatique va de pair avec les objectifs de développement durable. En construisant une société décarbonée, on construit aussi des sociétés plus justes et durables. Le monde en 'développement', dont le développement industriel lui-même depuis cent-cinquante ans porte la responsabilité du réchauffement et de ses conséquences, trouve une belle occasion d'apporter de la durabilité au reste du monde grâce à cette lutte.

Les sociétés riches, sources de l'essentiel du forçage radiatif, sont confrontées à de radicales évolutions dans leurs modes de transport, d'habitat, de consommation. Les sociétés pauvres sont confrontées aux modalités même de leur accès, légitimement recherché, à l'énergie et à l'eau, ainsi qu'aux utilisations de leur sol. Dans l'un et l'autre cas, l'importance et l'orientation des flux financiers sont déterminants (Jouzel, Larroutou 2017). Toute l'intelligence et l'énergie de la jeunesse du monde ne seront pas de trop pour imaginer, concevoir et réaliser, avec tout l'outillage de la science et des technologies, les nouvelles configurations que requiert cette société décarbonée et durable. Comme le font remarquer Pierre Larroutou et Jean Jouzel, l'humanité a su se

³ A titre d'exemple, voir <https://www.goodplanet.org/fr/agir-a-nos-cotes/compensation-carbone/>. De nombreux organismes proposent de recevoir la compensation. Il convient d'être vigilant sur leur sérieux, notamment financier.

mobiliser et passionner sa jeunesse en d'autres temps par la construction de l'Europe ou la conquête de la Lune : ces exemples sont là qui font espérer. De façon plus pragmatique, l'exemple du protocole de Montréal (1992) et des mesures qui ont suivi pour résoudre le problème du 'trou' de la couche d'ozone montre que, parfois, les États et acteurs économiques peuvent se mobiliser efficacement pour répondre à un problème environnemental majeur. Il n'est pas interdit d'espérer un mouvement similaire autour de la question climatique.

Être solidaire

L'éducation ne se limite jamais à des connaissances, elle veut aussi proposer des valeurs. Au fronton de nos écoles figure *Liberté, Égalité, Fraternité*, qui exprime l'ambition éducative de l'école de la République. À rebours de la transmission autoritaire d'une idéologie, l'école propose et la liberté de l'enfant s'y éduque, afin que l'homme qu'il va devenir ait appris à exercer cette liberté (Léna 2004). Au delà des connaissances, l'éducation au changement climatique fait appel à des valeurs d'humanité et de solidarité qui n'ont sans doute jamais été rencontrées avec une telle ampleur. Citons-en deux exemples. Le premier : le caractère global du climat fait disparaître les frontières sur lesquelles s'est construit le monde après le traité de Vienne (1815) et la décolonisation (après 1945). Le CO₂ et les autres gaz à effet de serre ne connaissent aucune frontière, non plus que le réchauffement global ou la montée des océans. Chaque humain devient physiquement solidaire de tous. Le second : l'inertie propre au système climatique maintient sur le très long terme des effets, même si la cause cesse. Ainsi, l'action ou l'inaction présentes auront un impact à l'échéance de trois,... dix générations dans l'avenir, voire bien davantage. À la traditionnelle solidarité générationnelle qui jadis n'allait guère au-delà de la seconde génération, s'en substitue une nouvelle. Solidarités avec des espaces ou des temps, lointains l'un comme l'autre, ne vont pas de soi. La justice climatique est la recherche d'une traduction concrète et efficiente de ces nouvelles solidarités.

Avoir confiance dans la capacité des hommes à faire face au défi climatique par toute leur intelligence scientifique, technique, économique, politique, et en témoigner concrètement, est essentiel pour offrir un avenir à la jeunesse. En revanche, la confiance en la technologie a ses limites, que l'Encyclique *Laudato Si'* du pape François souligne abondamment (Pape François 2015). La croyance que les conséquences, éventuellement

fâcheuses, du 'business as usual' seraient aisément corrigées par une meilleure technologie ne manquerait pas d'entraîner une course à l'abîme (Blamont 2018). Citons par exemple la tentation de la géo-ingénierie, où l'effet d'augmentation de la température moyenne pourrait être contrecarré en agissant, à l'échelle planétaire, sur l'albedo terrestre, produisant un effet opposé de refroidissement. Face à cette tentation technologique, ou d'autres du même genre, le choix de la frugalité technologique est également de l'ordre des valeurs. Autre exemple, le choix récent fait par le gouvernement français de remplacer l'objectif de diviser par quatre les émissions nationales de carbone d'ici 2050 (le « Facteur 4 ») par un objectif, apparemment plus ambitieux, d'atteindre la neutralité carbone. Ce nouvel objectif est décrié car il permet, en théorie, de maintenir des émissions à un haut niveau ('business as usual', ou presque), en faisant l'hypothèse, très fragile, que des techniques de captation carbone régleront, plus tard, le problème.

Accompagner les professeurs

Transformer l'éducation scientifique est un grand chantier, ouvert dans le monde depuis deux décennies sous le nom de *pédagogie d'investigation*⁴, sans toutefois qu'il se soit encore confronté à des objectifs dépassant les sciences de la nature *stricto sensu*. Engagé par des scientifiques de grand renom, développé dans près d'une centaine de pays sous forme de projets pilotes, il connaît en France une extension importante, sous le nom de *La main à la pâte* (Charpak, Léna, Quéré 2005 ; Fondation *La main à la pâte* 2019). Sa ligne directrice est un appui apporté aux enseignants – primaire, collège, éventuellement lycée – pour les aider à enseigner une science attirante, impliquant à une participation active des élèves autour de l'observation, de l'expérimentation, de l'émission d'hypothèses, de l'argumentation et du raisonnement. La communauté scientifique est étroitement associée dans l'accompagnement et le développement professionnel des enseignants, la production de ressources pertinentes pour la classe, la création de réseaux nationaux et internationaux. Le développement considérable de ces actions dans le monde a contribué à développer chez plus de dix millions de jeunes scolaires l'émerveillement, la curiosité, l'imagination, la rationalité et la compréhension du processus sur lequel se construit la science.

⁴ En anglais IBSE = Inquiry Based Science Education, *inquiry* traduisant *investigation*.

Dès sa création, cette action a considéré comme nécessaire et fructueux de s'adresser aux jeunes enfants, à l'âge de la curiosité qui est si vive dès l'école maternelle. Bien des concepts de la science sont à l'évidence trop difficiles, trop abstraits pour être communiqués, ou même évoqués à ces âges de l'école primaire. Là n'est pas l'essentiel. Celui-ci est de développer chez l'enfant le processus de raisonnement, fondateur de la science, appuyé sur l'observation attentive, l'imagination et la créativité dans la recherche d'explications. Il s'agit donc davantage de comprendre ce processus et d'y participer en le pratiquant, plutôt que d'accumuler des connaissances. Il s'agit donc d'un apprentissage qui implique une capacité de dialogue et d'écoute dans l'attention à la pensée de l'autre, une modestie dans les conclusions et une capacité de se remettre en cause, tout ensemble avec l'appréciation du potentiel de sa propre intelligence et la confiance en soi que cela crée. Tout cela fait également sens s'agissant de l'éducation au changement climatique. Les notions scientifiques en sont complexes, le jeune enfant n'en saisira que de très grandes lignes, mais son engagement le prépare à une vertu morale d'attention, de respect, de confiance, et d'engagement personnel.

L'OCE, une action spécifique

Ce modèle réussi a fourni un fondement solide en vue d'un projet spécifique et original, international, centré sur l'éducation au changement climatique et les objectifs de l'Art. 12 de l'Accord de Paris. Ce projet a été conçu lors de la COP21 en 2015 lors d'une réflexion conduite entre l'Académie des sciences et l'Agence française de développement (Colloque 2016), puis construit par un dialogue en profondeur avec des climatologues⁵ et des réseaux éducatifs (Colloque Vatican 2016) conduisant en 2017 à une étude de faisabilité au sein de la Fondation *La main à la pâte* en France en s'appuyant sur une rencontre internationale intitulée *Climate change : a challenge for education*. En outre, l'InterAcademy Partnership, fédération de plus de 100 Académies des sciences dans le monde, a publié en décembre 2017 une *Déclaration sur Changement climatique et Education*, adoptée par l'ensemble des Académies des sciences (IAP 2017).

La création en 2018 de l'Office for Climate Education, concluant l'étude de faisabilité, résulte de l'ensemble de ces préparatifs, auxquels ont participé des membres importants du Secrétariat du GIEC. La prise de conscience mondiale du changement climatique et

⁵ Entre autres : Anny Cazenave, Marie-Lise Chanin, Jean Jouzel, Hervé Le Treut, Valérie Masson-Delmotte, Mario Molina, Veerabadran Ramanathan, John Schellnhuber.

l'analyse des actions possibles reposent en effet sur la publication des travaux du GIEC, et notamment à ce jour sur son 5th Assessment Report (2014-2015). Trois Rapports intermédiaires (l'un en 2018, les deux autres en 2019) prépareront le 6th Assessment Report (2022). Ces Rapports, interdisciplinaires par nature, sont accompagnés d'un Résumé pour décideurs (*Summary for policy makers*) qui, sous une forme plus concise et dans un langage moins technique, en résume conclusions et propositions.

Pour que les responsables éducatifs, et singulièrement les enseignants, puissent à leur tour orienter leur activité et leur pédagogie en fonction de contenus scientifiques rendus accessibles et des débats publics qu'ils provoquent, l'*Office for Climate Education* se donne pour but, tout au long de la période 2019-2022, d'accompagner les rapports du GIEC par la mise à disposition du corps enseignant de *Résumés et Outils pour les Professeurs*, cohérents avec la pédagogie d'investigation évoquée plus haut, préparés en lien étroit avec un réseau d'acteurs dans le monde que l'OCE anime et avec la communauté scientifique, en particulier les *Technical Support Units* du GIEC et les Académies des sciences dans le monde. La cible principale du projet est, par le biais des professeurs, la jeunesse entre la fin de l'école primaire et le lycée, tandis que nous laissons à d'autres la préoccupation, également essentielle, de faire évoluer l'enseignement universitaire.

Nombre d'actions de communication au sens large⁶, nombre de ressources éducatives sur le thème du climat existent déjà de par le monde, et sont accessibles sur Internet, bien que parfois leur langue n'en permette pas l'emploi dans les pays en développement. L'originalité du projet est de s'adresser spécifiquement aux systèmes éducatifs et aux enseignants, de leur proposer une pédagogie précise ayant fait ses preuves et de leur fournir une diversité de moyens pour la mettre en œuvre, le tout appuyé sur un engagement constant de scientifiques. À ce jour, une telle synergie n'existe généralement pas.

Conclusion

Préparer la jeunesse à vivre dans l'Anthropocène est un immense défi que doivent relever les générations qui ont actuellement la responsabilité de l'éducation, tout

⁶ En voici quelques exemples. À Hambourg (Allemagne) le *International Climate Change Information Program* (ICCIP : <https://www.haw-hamburg.de/en/ftz-nk/programmes/iccip/>) ; au Royaume-Uni le *Climate Outreach and Information Network* (<https://climateoutreach.org>) ; en France et en direction des universités, le *Shift Project*, thinktank de la transition carbone (<https://theshiftproject.org/>) ; aux Etats-Unis, *Teach the Earth*, produisant des ressources pour les professeurs (<https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/climatechange/index.html>).

particulièrement à l'école, au collège, au lycée, à l'université. Sans être exclusif à caractériser l'entrée dans l'Anthropocène, le changement climatique en est à coup sûr emblématique. En outre, agir sur lui présente un indéniable caractère d'urgence. C'est pourquoi nous avons voulu nous saisir sans tarder du défi qu'il pose à l'école, laquelle ne peut désormais se contenter, où que ce soit dans le monde, d'un paresseux *school as usual*.

Bibliographie

Accord de Paris, 2015, *United Nations Framework Convention on Climate Change*. http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf

Blamont, J., 2018, Réseaux. Le pari de l'intelligence collective. Editions du CNRS

Bulletin officiel, 2019, *Bulletin officiel de l'éducation nationale* (BOEN) spécial n°1, 22 janvier 2019

Charfi, F., 2013, La science voilée, O. Jacob

Charpak, G., Léna, P., Quéré, Y., 2005, *L'Enfant et la science. L'aventure de La main à la pâte*, O. Jacob, Paris

Colloque, 2016, *Développement durable, changement climatique et éducation*. Colloque commun de l'Académie des sciences et de l'Agence française de développement, Paris, 3 Novembre 2015. <http://www.academie-sciences.fr/fr/Colloques-conferences-et-debats/developpement-durable-changement-climatique-et-education.html>

Colloque Vatican, 2016, *Children and Sustainable Development. Ecological education in a globalized world*. Battro, A., Léna, P., Sanchez Sorondo, M., von Braun, J. (Editeurs). Springer. Voir Recommandations et détails sur le réseau en Annexe de ces Actes.

Condorcet, M. J., 1993, Cinq mémoires sur l'instruction publique, Poche, Flammarion

D'Espagnat, B., 1994, Le réel voilé : analyse des concepts quantiques, Fayard

Farina, M, Pasquinelli, E., Zimmermann, G., 2018, Esprit scientifique, esprit critique. Un projet pédagogique pour la classe, Le Pommier

Fondation *La main à la pâte*, 2019, www.fondation-lamap.org

IAP, 2017, *A Statement on Climate change & Education*, InterAcademy Partnership (IAP), <https://www.academie-sciences.fr/fr/Rapports-ouvrages-avis-et-recommandations-de-l-Academie/une-declaration-sur-le-changement-climatique-et-l-education-iap.html>

Jouzel, J., Larrouturou, P., 2017, Pour éviter le chaos climatique et financier, O. Jacob

Lecointre, G., 2018, *Savoirs, opinions, croyances*, Belin

Léna, M., 2004, *L'esprit de l'éducation, Parole & Silence*, Paris

Léna, P., 2014, 'Faut-il faire simple à l'école quand le monde est si complexe ?', in *L'École valaisane*

Marshall, G., 2015, *Do not even think about it. Why our brains are wired to ignore climate change*, Audible Studios

Masson-Delmotte, V., 2019, in *Cahiers pédagogiques*, n°551, 1 février 2019

Morin, E., 2014, *Introduction à la pensée complexe*, Points essais

Omnès, R., 2008, *La Révélation des lois de la physique*, O. Jacob

Pape François, 2015, *Laudato Si'. Pour la sauvegarde de la maison commune*, Salvator, Paris

Ramanathan, V., Han, H., Matlock, T., 2017, *Educating Children to Bend the Curve*, in *Children and Sustainable Development. Ecological Education in a Globalized World*, Battro, A., Léna, P., Sanchez Sorondo, M.von Braun, J. Eds, Springer

Unesco, 2016, *'Éducation pour les peuples et la planète'*, Unesco, Paris

Zimmermann, G., Pasquinelli, E., Farina, M., 2017, *Esprit scientifique, esprit critique. Un projet pédagogique pour l'école primaire*, Le Pommier

Présentation des auteurs

Pierre Léna

David Wilgenbus

Lydie Lescarmontier