

Quelles solutions face au péril climatique ?

Le doute ne semble plus permis à l'égard de ce qui semble relever désormais de l'évidence : le réchauffement climatique s'accélère. Après l'année 2019 déclarée comme année la plus chaude depuis que les relevés météorologiques existent, c'est au tour du mois de janvier 2020 d'être ainsi qualifié. L'année écoulée a en effet été le théâtre de nombreux phénomènes météorologiques extrêmes qui ont eu pour effet d'accélérer la prise de conscience sur la réalité et les méfaits associés au changement climatique. L'été caniculaire en France, les incendies destructeurs de la biodiversité en Australie et en Amazonie, la fonte accélérée de la calotte glaciaire, la violence inouïe et sans précédent des cyclones tropicaux qui ont notamment dévasté les Bahamas et le Mozambique, bref, ces quelques événements climatiques non exhaustifs ont permis d'accréditer l'idée que l'urgence climatique est loin d'être une vue de l'esprit des scientifiques mais une réalité tangible aux conséquences dommageables et irréversibles.

Contesté marginalement par quelques élites intellectuelles et politiques, le dérèglement climatique bénéficie d'un consensus scientifique croissant. Les travaux du GIEC qui désormais font autorité préconisent une limitation du réchauffement à 2 °C d'ici la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle afin de préserver l'humanité de conséquences dramatiques irrémédiables. Adopté lors de l'accord de Paris dans le cadre de la COP 21, cet objectif réaliste et impératif semble aujourd'hui hors de portée malgré l'engagement des États et pour cause, les égoïsmes nationaux continuent à prendre le pas sur les impératifs écologiques et environnementaux.

« Notre maison brûle et nous regardons ailleurs », ce cri d'alarme lancé par Jacques Chirac en 2004 au sommet de la Terre de Durban en Afrique du Sud, relayé depuis par d'autres appels dont celui d'Antonio Guterres, l'actuel secrétaire général des Nations unies, appelant à « la fin de la guerre contre la nature » et à la mobilisation générale, n'ont pas contribué, loin s'en faut, à susciter le sursaut généralisé tant espéré permettant d'entrevoir l'avenir de la planète Terre avec optimisme.

Le péril climatique est-il alors inéluctable ? Pourquoi cette course à la lenteur face à un phénomène scientifiquement acté et qui expose l'humanité à un risque existentiel ? Quelle est *a contrario* l'ampleur des efforts à déployer et des transformations à opérer afin de conjurer l'irréparable ?

I. Chronique d'une catastrophe annoncée

Plus d'un siècle a été nécessaire pour que la thèse du réchauffement climatique s'impose scientifiquement et qu'il s'ensuive une mobilisation des États dans la lutte contre ce phénomène aux conséquences dommageables.

A. Une prise de conscience lente mais progressive

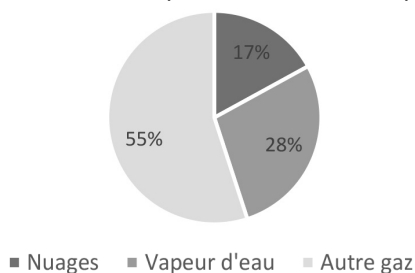
L'histoire du réchauffement climatique débute à la fin du XIX^e siècle avec les travaux de Svante Arrhenius. Ce chercheur suédois cherche à expliquer les cycles de glaciation qui ont rythmé l'histoire de la terre. Il identifie alors le dioxyde de carbone présent dans l'atmosphère comme le facteur explicatif des changements de températures passés. Svante Arrhenius attire alors l'attention sur le fait que l'homme et la civilisation industrielle sont en train de modifier la composition de l'atmosphère en dioxyde de carbone à travers l'utilisation du charbon. Le scientifique suédois émet alors l'hypothèse selon laquelle la combustion des énergies fossiles par l'homme accroît la concentration en dioxyde de carbone dans l'atmosphère entraînant une progression arithmétique des températures et de ce fait un réchauffement global sur la surface terrestre. Ses conclusions corroborent ce faisant l'effet de serre découvert quelques années auparavant par Jacques Fourrier en 1827.

Encadré 1

Qu'est-ce que l'effet de serre ?

L'effet de serre au cœur du réchauffement climatique est un phénomène naturel sans lequel toute vie terrestre serait impossible. Pour le comprendre, il faut partir des interactions qui existent entre la terre et le soleil. La première reçoit toute son énergie du second sous forme de rayonnement. Une partie de la réverbération des rayons du soleil sur la Terre est piégée dans une couche de gaz située à basse atmosphère afin d'éviter que ces rayonnements infrarouges ne se dispersent dans l'espace. Composés de vapeur d'eau, du dioxyde de carbone, du méthane, de l'oxyde d'azote et de l'ozone, ces gaz à effet de serre se comportent en couverture. En effet en piégeant la chaleur, ils favorisent une augmentation de la température terrestre rendant la vie sur terre possible. Sans ces gaz, la température moyenne terrestre se situerait autour de -18°C .

Figure 1 : Répartition des contributions à l'effet de serre naturel des différents gaz présents dans l'atmosphère



Source : GIEC

Le mécanisme d'effet de serre naturel ainsi décrit apparaît donc vital. Ce qui pose problème dans le cadre du réchauffement climatique, c'est l'effet de serre additionnel généré par les activités humaines. Depuis la révolution industrielle, l'homme a émis des quantités importantes de gaz dans l'atmosphère à la suite de combustion des énergies fossiles. Leur accumulation dans l'atmosphère accroît l'épaisseur de la couverture atmosphérique et génère de ce fait un effet de serre additionnel débouchant sur une modification du système climatique et une élévation du niveau moyen des températures terrestres. C'est le phénomène de changement climatique.

Le dioxyde de carbone (CO_2) est le gaz à effet de serre le plus connu. Il est à l'origine de l'essentiel de l'effet de serre additionnel. D'autres gaz y contribuent aussi. Il s'agit du méthane (CH_4), du protoxyde d'azote (N_2O) et de l'azote troposphérique (O_3). La longévité de ces gaz dans l'atmosphère est variable et tous ne contribuent pas uniformément à l'effet de serre. Si le CO_2 subsiste pendant au moins 100 ans, le méthane quant à lui ne dure que 12 ans tandis que le protoxyde d'azote perdure jusqu'à 114 ans.

Pour mettre en lumière l'impact des différents gaz à effet de serre pour une durée de temps donnée, les scientifiques ont établi un indice dénommé PRG ou « Pouvoir de réchauffement global ». Le PRG se définit comme le forçage radioactif cumulé sur 100 ans. Il permet en d'autres termes de mesurer la puissance radiative que les gaz à effet de serre renvoient vers le sol sur une période de 100 ans. Il a donc pour vocation de mesurer la contribution marginale de chaque gaz au réchauffement climatique comparativement à celle du dioxyde de carbone. Le PRG du CO_2 est ainsi égal à 1, il sert d'étalon de base.

Le PRG d'un gaz est fonction de la durée prise en compte dans le calcul et de la vitesse de son élimination progressive au cours du temps.

Tableau 1 : Les gaz à effet de serre, durée de vie, pouvoir de réchauffement, répartition et sources d'émission

Gaz à effet de serre	Durée de vie	Pouvoir de réchauffement (à 100 ans)	Émissions mondiales de GES (en % des émissions totales 2010)	Source d'émissions
Gaz carbonique (CO_2)	100	1	74	Combustion de fossiles, procédés industriels, déforestation
Méthane (CH_4)	12	25	17	Déchets, agriculture et élevage, procédés industriels
Protoxyde d'azote (N_2O)	114	298	7	Agriculture, procédés industriels, engrais
Hydrofluorocarbure (HFC-23)	270	14 800	2	Sprays, réfrigération, procédés industriels.

Source : GIEC (2014)

Ces chiffres mettent en évidence d'abord l'effet réchauffant exacerbé du méthane. Une émission d'un kg de méthane dans l'atmosphère produit le même effet sur le siècle que 25 kg de CO₂ émis. En d'autres termes, un 1 kg de méthane génère 25 fois l'effet de serre cumulé sur un siècle que celui d'1 kg de CO₂. D'autre part, un gaz doté d'un PRG élevé émis en faible quantité peut avoir un impact élevé sur l'effet de serre. C'est le cas particulièrement des gaz fluorés. ■

Des travaux qui jettent les bases de la mobilisation en faveur du climat

Dans les années 50, l'américain Gilbert Plass à partir d'un modèle climatique rendu possible grâce à la naissance de l'ordinateur démontre que la quantité de CO₂ dans l'atmosphère peut influencer le climat et son évolution. Il se fait prophète en prévoyant une augmentation moyenne de la température terrestre de 1,1 °C d'ici l'an 2000 du fait de la combustion des ressources fossiles par l'homme. En 1958, un autre scientifique Keeling va faire le constat que les gaz à effet de serre ne restent pas confinés aux seuls espaces où ils sont émis c'est-à-dire dans les continents industrialisés mais ils se répartissent uniformément dans tous les endroits de la Terre. Il constate alors que le taux de dioxyde de carbone ne cesse de croître dans l'atmosphère.

Ces différents travaux conduisent la communauté scientifique à porter un intérêt croissant à la fin des années 60 à cette problématique. Certains scientifiques signalent alors que les modifications climatiques liées à l'effet de serre additionnel pourraient poser problème dans le futur.

La fin des années 60 est aussi marquée par un vent de contestation sociale portant sur les dérives du capitalisme. Sa propension à promouvoir un modèle économique fondé sur la recherche effrénée d'un niveau de croissance toujours élevé afin d'asseoir les bases d'une société consumériste est dénoncée. Le « Club de Rome » réunissant universitaires, chercheurs, économistes et industriels voit le jour et se définit comme le fer de lance de ce combat. Ses réflexions débouchent sur une publication connue sous le nom de « Rapport Meadows ». Fondement de la pensée écologiste, ce rapport au titre évocateur « Halte à la croissance » ou « Limits to growth » condamne sans équivoque la perspective d'une croissance infinie dans un monde caractérisé par la finitude des ressources. Les auteurs de ce rapport émettent l'idée que la croissance infinie se fait au détriment de l'environnement puisqu'elle épuise les ressources naturelles et met de ce fait la planète en danger. La conclusion de ce groupe d'experts est sans ambiguïté. Pour conjurer le risque d'épuisement des ressources naturelles dommageable à l'environnement, un seul horizon s'impose c'est la croissance zéro.

Cette prise de position non conformiste va contribuer à une prise de conscience de la responsabilité des actions nuisibles de l'homme sur la nature. Des conférences sur l'environnement se multiplient au cours de la décennie 70. En 1971, la conférence de Stockholm jette les bases d'un véritable tournant. Ayant pour objet d'étude et de débat, les impacts des modifications possibles du climat sous l'effet

de l'activité humaine, cette conférence débouche sur un consensus connu sous l'appellation de *Study of Man's Impact on climate* (SMIC). Il peut être résumé de la manière suivante : L'homme par l'ensemble de ses activités est effectivement en mesure d'affecter durablement le climat aux échelles locales, régionales ou globales. Cette conclusion inédite et sans appel va avoir pour effet d'attirer l'attention des organisations internationales sur les atteintes portées à l'environnement et sur la nécessité de lutter contre celles-ci. L'ONU en prend conscience et organise dès 1972, une nouvelle conférence à Stockholm. Pour la première fois, les questions écologiques deviennent une préoccupation majeure internationale. Les représentants des principaux gouvernements à cette conférence fondatrice adoptent une déclaration énonçant une liste de principes à respecter dans le domaine de l'environnement et préconisent un plan d'actions visant à lutter contre les pollutions. Le PNUE (Programme des Nations unies pour l'environnement) voit le jour et se voit attribuer cette mission à vocation protectrice de l'environnement.

La décennie 80 va se singulariser par l'affinement du diagnostic concernant le réchauffement climatique. Elle est d'abord marquée par l'éclosion d'un nouveau concept, celui de développement durable. Promu par le rapport Brundtland, ce concept insiste sur la nécessité de ne pas aliéner les ressources de la planète afin de ne pas altérer la capacité des générations à venir à satisfaire leurs besoins. Fondé sur l'altruisme intergénérationnel, le développement durable implique la nécessité d'inscrire les préoccupations environnementales dans toutes les politiques sectorielles des gouvernements.

La mise au jour de la notion de développement durable s'accompagne de la mise en lumière du diagnostic relatif à l'état de la planète. La conférence de Villach en Autriche en octobre 1985 débouche sur une conclusion inédite « le résultat de l'accroissement des concentrations de gaz à effet de serre observé conduit à penser qu'au cours de la première moitié du prochain siècle (le XXI^e), l'élévation de la température globale moyenne pourrait être plus grande qu'elle ne l'a jamais été au cours de l'histoire de l'humanité » ; l'hypothèse d'un réchauffement climatique est ainsi officiellement validée et les gouvernements sont appelés à agir pour en limiter l'ampleur.

Les conclusions sans équivoque de cette conférence contribuent à la médiatisation de cette problématique. En France, le magazine *Géo* titre en 1984 « la Terre se réchauffe » mais l'article traitant du sujet se révèle moins affirmatif. Quatre ans plus tard *Newsweek* se montre plus affirmatif « Effet de serre : danger, plus d'étés très chauds en vue ». Quant au magazine *Time*, il titre « The global warming. Survival guide : 51 things you can do make a difference ».

Longtemps cantonné dans la sphère scientifique, le réchauffement climatique, à la faveur de sa médiatisation, devient un enjeu politique et social à partir des années 80 et la lutte contre ce phénomène une des préoccupations des gouvernements.

La naissance du GIEC, un véritable accélérateur de la prise de conscience

À la suite de la conférence de Toronto en 1988, le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) voit le jour à la demande des sept pays les plus industrialisés. Comptabilisant plus de 1 000 experts provenant de différents pays, cette institution devenue depuis cardinale, se voit attribuer de multiples prérogatives consistant d'abord à évaluer l'état des connaissances sur le changement du climat, à proposer ensuite des adaptations aux perturbations climatiques prévues et enfin à indiquer les mesures susceptibles d'atténuer ces changements.

Plusieurs rapports ont vu le jour sous l'égide du GIEC. Tous ont contribué à éclairer de manière décisive cette problématique et à susciter *in fine* l'engagement des États.

Le premier rapport du GIEC publié en 1990 établit un diagnostic du réchauffement climatique et de ses diverses causes possibles. Il pointe du doigt l'augmentation de l'effet de serre additionnel découlant des activités humaines comme facteur prépondérant du réchauffement climatique. Cette première publication sert de base scientifique à la conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement organisée à Rio en 1992.

Le second rapport du GIEC publié en 1996 conforta la précédente conclusion à savoir la responsabilité humaine dans le dérèglement climatique mais se révéla imprécise sur l'évaluation de la part anthropique de ce phénomène. Il apporta néanmoins des prévisions en matière de réchauffement climatique, en pronostiquant une augmentation des températures de l'ordre de 1 à 3.5 °C par rapport à l'ère préindustrielle.

En 2007 parut le troisième rapport, celui-ci confirma avec une très grande certitude de l'ordre de 90 % la responsabilité des gaz à effet de serre d'origine anthropique comme la source majeure du changement climatique.

D'une manière générale les travaux du GIEC ont contribué à apporter un éclairage servant d'alerte sur différents aspects liés à la problématique du réchauffement climatique. D'une part, sur les efforts nécessaires permettant de contenir le réchauffement climatique en dessous de 1.5 °C ou de 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle et d'autre part sur le budget carbone alloué pour parvenir à cet objectif impératif et enfin sur les conséquences irréversibles et irrémédiables en cas d'inaction ou de non réalisation de cette finalité.

Partant du principe qu'un réchauffement de 1.5 °C ou 2 °C constitue la borne supérieure de ce qu'il est possible de tolérer sur Terre, le GIEC a défini les efforts colossaux à déployer en matière de réduction d'émission et d'investissement pour contenir le réchauffement en dessous de ces limites. Aussi pour contenir le réchauffement climatique à +1.5 °C par rapport à l'ère préindustrielle, les émissions de CO₂ doivent baisser de 45 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 2010. Des transitions rapides et globales doivent voir le jour. Le charbon doit voir sa part baisser significativement pour représenter moins de 2 % de la production d'élec-

tricité en 2050 tandis que les énergies renouvelables doivent suivre le processus inverse en voyant leur part augmenter considérablement pour représenter 70 % à 80 % de la production d'énergie.

Pour rester en dessous de 2 °C de réchauffement, des réductions drastiques d'émissions s'imposent aussi. Les émissions de gaz à effet de serre doivent s'inscrire dans des trajectoires vertueuses. Les émissions totales cumulées ne devraient pas dépasser une fourchette de 1 000 à 1 500 gigatonnes d'ici 2100. Pour atteindre ces objectifs, le GIEC a établi un budget carbone. Celui-ci définit la quantité totale de carbone qui peut être émise pour une hausse maximale des températures

B. Le temps de l'engagement : du sommet de Rio à l'accord de Paris

Le sommet de Rio est un véritable tournant car il marque le début de la globalisation des préoccupations environnementales et climatiques. Dirigeants mondiaux et ONG y participent massivement. Ce sommet sans précédent va se conclure par l'annonce d'un programme mondial de lutte contre le réchauffement climatique incluant diverses dispositions : un agenda 21 comptabilisant 2 500 recommandations, une convention sur la protection de la biodiversité biologique, une convention sur la lutte contre la désertification et une convention cadre sur le changement climatique.

Le protocole de Kyoto, manifestation de l'éveil de la communauté internationale

Il est la traduction de ce processus de mobilisation internationale à l'égard d'un problème de dimension planétaire. Le protocole de Kyoto définit des objectifs en matière de réduction des gaz à effet de serre, prévoit des mécanismes de flexibilité s'appliquant à ces réductions et précise les conditions d'entrée en vigueur du traité. Concernant les objectifs de réduction des gaz à effet de serre, ils sont individualisés par pays ou par groupe de pays. Les pays développés sont astreints à une réduction moyenne des émissions de gaz à effet de serre de 5,2 % par rapport aux niveaux de 1990 sur la période 1998 et 2010. Les pays en développement quant à eux ne sont pas soumis à des objectifs chiffrés mais encouragés simplement à réduire leurs émissions.

Trois mécanismes de flexibilité sont au cœur du protocole. Le commerce des droits d'émission, la mise en œuvre conjointe et le mécanisme de développement propre.

Le premier mécanisme permet aux pays astreints aux obligations de réduction de gaz à effet de serre d'échanger leurs droits d'émission alloués afin de faciliter la réalisation de leurs engagements. Ce mécanisme est à l'origine d'un marché de permis d'émission. Ainsi les pays concernés peuvent sur celui-ci acheter ou vendre des crédits d'émission ou crédits carbone. Ce mécanisme vise à encourager l'amélioration des systèmes de production les plus polluants.

Le second mécanisme donne la possibilité aux mêmes pays d'acquérir des crédits carbone provenant de projets de réduction d'émission d'autres pays soumis aux mêmes objectifs de réduction.

Le dernier mécanisme permet la mise en place de projets de réduction des émissions contribuant au développement durable dans les pays en développement et générant des réductions certifiées d'émission qui peuvent ensuite être revendues à d'autres pays soumis à l'obligation de réduction des gaz à effet de serre.

L'entrée en vigueur du protocole de Kyoto est assujettie à la signature de 55 pays du traité. En outre le nombre et l'importance des pays signataires doivent représenter au moins 55 % des émissions de dioxyde de carbone mondiales rapportées au niveau des émissions de l'année 1990.

Ce premier pas décisif vers la lutte contre le réchauffement climatique ne va pas échapper aux critiques. La faiblesse des ambitions face aux menaces du changement climatique est pointée du doigt. L'exemption des pays en développement à des efforts de réduction chiffrés va faire l'objet de récriminations d'autant plus que la situation d'émergence de certains d'entre eux conduit les émissions de gaz à effet de serre de ces pays en développement à croître plus vite que celles des pays du nord. Cet état de fait pousse les États-Unis à afficher leur désaccord et à refuser la ratification de ce protocole.

Au terme de son application en 2012, le protocole de Kyoto ne couvrait que 12 % des émissions mondiales. Un échec lié entre autres à la faiblesse du prix du carbone. Un prix si bas qu'il s'est révélé peu incitatif en matière de réduction des émissions. La difficulté de ce protocole à favoriser des modifications de comportement de la part des États engagés trouve son explication dans un phénomène qualifié par les économistes de passager clandestin. Une situation que l'on retrouve dans nombre d'interactions sociales.

Le sommet de Copenhague destiné à mettre en place un nouvel accord en remplacement de celui de Kyoto va aussi se solder par un échec. Les intérêts égoïstes des États vont une fois de plus prendre le pas sur la volonté de lutter résolument contre la menace climatique.

L'accord de Paris, un nouveau souffle dans la lutte contre le réchauffement climatique

C'est avec l'accord de Paris de 2015 que la lutte contre le réchauffement climatique retrouve un nouvel élan. Qualifié d'ambitieux, d'évolutif et d'universel, l'accord de Paris consacre l'ambition de neutralité carbone d'ici la fin du siècle. Les parties prenantes adhèrent ainsi à l'idée de se conformer à l'objectif de zéro émission nette dans le cours de la seconde moitié du XXI^e siècle. S'appliquant à tous les pays, il prend en compte toutes les émissions quel que soit le niveau de développement des émetteurs. L'accord consacre aussi l'objectif de limitation du réchauffement climatique en dessous de 2 °C par rapport à la période préindustrielle. Pour limiter la hausse des températures de la planète à +1.5 °C, ambition