

# Après la Conférence de Paris, quelle science du climat ?

Par Hervé LE TREUT,  
LMD-IPSL, Université Pierre et Marie Curie, Paris

L'accord de la Conférence sur le climat de Paris, la COP 21, a été justement et unanimement salué comme un succès important pour les négociateurs français, qui s'est accompagné toutefois d'une réserve qui elle aussi a été exprimée de manière unanime : cette conférence établit un cadre de travail durable, mais elle marque avant tout un début plutôt qu'une fin – et la tâche à accomplir reste considérable.

L'Accord de Paris marque un moment important : celui qui nous fait passer d'une période d'alerte sur le risque climatique, désormais accepté comme tel par tous les États, à une phase de recherche de solutions.

## Introduction : le changement climatique, une histoire en évolution rapide

Pour mieux apprécier la nouveauté de la période qui commence, quelques chiffres sont utiles, car nous sommes confrontés, avec l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, à un problème dont l'évolution est extrêmement rapide. L'usage des combustibles fossiles (les principaux responsables de l'aggravation de l'effet de serre) a surtout augmenté au cours des soixante ou soixante-dix dernières années, où il a été multiplié par presque 10. Durant les « Trente glorieuses », l'usage des combustibles fossiles a ainsi augmenté beaucoup plus vite que la démographie de la planète et n'a véritablement concerné que de 10 à 20 % de la population mondiale. Le fait que les émissions de gaz à effet de serre continuent d'augmenter peut s'interpréter comme un effet décalé de la croissance démographique, dans la mesure où ce sont des pays émergents soucieux de rattraper leur retard de développement par rapport à l'Occident qui en sont désormais les principaux moteurs (au premier rang desquels la Chine, désormais premier émetteur mondial).

Le problème du changement climatique lié aux gaz à effet de serre, que beaucoup voient comme un message ressassé sans changement depuis des décennies, est donc en fait un problème qui se pose aujourd'hui de manière très différente qu'il y a de cela vingt ans. Il est aussi venu plus récemment qu'on ne le pense sur l'agenda politique. Il était encore tout à fait confidentiel en 1972, l'année de la première Conférence des Nations Unies sur l'environnement réunie à Stockholm.

Au cours des années 1970 et 1980, le développement rapide du diagnostic scientifique a permis la création du

GIEC (en 1988), dont le premier rapport (sorti en 1990) a joué un rôle majeur dans la prise de conscience de ces problèmes et a précédé de très peu le Sommet de la Terre de Rio-de-Janeiro (en 1992). À cette occasion, le constat scientifique a été presque immédiatement pris en compte par le monde politique. À l'époque, il était établi que les gaz à effet de serre risquaient de modifier le climat de notre planète à un rythme qu'aucune société humaine n'avait encore jamais connu depuis la dernière déglaciation (il y a de cela plus de 10 000 ans), mais il n'existait pas encore d'observation directe du réchauffement que l'on pût déjà considérer comme mathématiquement significative : le diagnostic s'appuyait avant tout sur l'augmentation de la teneur atmosphérique en dioxyde de carbone et autres gaz à effet de serre, et sur les prévisions issues de modélisations climatiques complexes.

Depuis 15 ou 20 ans, nous sommes entrés dans une nouvelle phase marquée par les premiers signaux significatifs du réchauffement climatique. Ces signaux confirment la prévision des modèles. Les rapports successifs du GIEC (ceux de 1995, 2001, 2007 et 2014) ont utilisé des qualificatifs toujours plus forts pour mettre en avant cet élément nouveau, dont la portée est considérable : désormais, les symptômes d'un changement climatique appartiennent au présent, et plus seulement au domaine des prévisions. Ce qui était présenté comme un faisceau convergent d'indications en 1995 est devenu un phénomène sans équivoque en 2007. Cette possibilité de déceler par l'observation scientifique un phénomène qui avait été anticipé grâce à des équations mathématiques et physiques a changé la perspective, tout comme l'a fait le raccourcissement des échéances associé à la croissance des émissions de gaz à effet de serre et à leur accumulation dans l'atmosphère. Nous vivons dans un monde déjà impacté,



Photo © Lydie Lecarpentier/REA

Rassemblement d'élèves d'écoles de Toulouse dessinant un « 2°C », l'objectif de limitation du réchauffement climatique fixé par la COP 21, 2015.

« La négociation de la COP 21 de Paris s'est tout d'abord articulée autour d'un objectif exprimé par le G20 en marge de la COP de Copenhague et validé par les COP suivantes : celui de limiter à 2°C le réchauffement moyen de la surface terrestre par rapport à sa température à l'ère préindustrielle. »

en évolution rapide, traversé de risques en partie inévitables – des risques dont les contours précis sont parfois difficiles à prévoir, mais dont la réalité ne peut plus être remise en cause.

Nous sommes donc aussi passés rapidement d'une phase d'alerte sur le changement climatique à une phase d'action, qui implique des politiques coordonnées entre les différents États. Celles-ci doivent s'inscrire dans le cadre de la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements climatiques, issue du Congrès de Rio et entrée en vigueur en 1994. Cette convention a mis en avant la nécessité d'empêcher des évolutions dangereuses du climat et a permis d'organiser annuellement des « *Conferences of Parties* » (les COP) réunissant tous les États signataires, soit 195 pays.

La COP de Kyoto (COP 3, en 1997) a été la première à avoir conduit à un accord chiffré sur les objectifs assignés aux différents pays, le « Protocole de Kyoto », qui constitue la mise en place de la première politique commune de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Le protocole de Kyoto a développé la notion de marché carbone, ou de « mécanismes de développement propre » liant pays industrialisés et pays en développement. Mais il a fallu attendre 2005 pour que ce protocole entre en vigueur.

De plus, il n'a jamais été ratifié par les États-Unis et n'a jamais réclamé d'effort ni des pays émergents ni *de facto* de la Russie. Au fil du temps, d'autres pays ont pris leurs distances, tels que le Canada, le Japon (après Fukushima) ou l'Australie (en fonction des fluctuations des majorités politiques). C'est ce protocole très insuffisant, engageant essentiellement l'Europe, qui a été prolongé, en voyant sa fin programmée pour 2012 repoussée jusqu'en 2020, suite à l'échec de la COP 15 (de 2009, à Copenhague).

La COP 21 de Paris a permis de sortir de cet échec grâce à l'adoption d'un accord universel impliquant tous les pays (sans limite de temps) qui s'appliquera à partir de 2020. Les négociateurs français ont obtenu un accord traduisant une acceptation unanime du diagnostic de la communauté scientifique : il établit la nécessité d'aboutir durant la deuxième partie de ce siècle à une situation dans laquelle les émissions nettes de gaz à effet de serre seraient réduites à zéro, voire négatives. L'Accord a aussi innové dans son approche : plutôt que d'imposer un partage des efforts « depuis le haut », il s'est appuyé, à ce stade, sur des contributions intentionnelles des États. On les désigne en anglais par l'expression INDC (*Intended Nationally Determined Contributions*). Elles ont été soumises par la quasi-unanimité des États et deviendront en

2018 de véritables engagements, encore insuffisants (ce que l'Accord souligne de manière explicite), mais soumis à des révisions à la hausse rediscutées tous les 5 ans. Cet accord devra s'adapter à l'évolution du diagnostic sur le problème climatique. Son efficacité doit reposer sur la transparence : les INDC sont consultables de manière ouverte sur Internet.

### Un problème déjà d'une forte actualité

La négociation de la COP 21 de Paris s'est tout d'abord articulée autour d'un objectif exprimé par le G20 en marge de la COP de Copenhague et validé par les COP suivantes : celui de limiter à 2°C le réchauffement moyen de la surface terrestre par rapport à sa température à l'ère préindustrielle. Cet objectif devient de plus en plus difficile à atteindre. Les modèles climatiques incluant une représentation du cycle du carbone montrent qu'il faudrait dans un premier temps conduire des diminutions d'émissions drastiques, de 40 à 70 % d'ici à 2050, puis parvenir avant la fin du siècle à une « neutralité carbone », ce qui veut dire récupérer la totalité des gaz à effet de serre que nous émettons dans l'atmosphère, voire en reprendre plus que nous n'en émettons (c'est ce que l'on appelle des « émissions négatives »).

Le dernier rapport du GIEC a montré que les conditions permettant de rester au-dessous de 2°C de réchauffement étaient déjà très contraintes par nos émissions passées. La plupart des gaz à effet de serre restent très longtemps dans l'atmosphère : la part du CO<sub>2</sub> qui n'est pas absorbée de manière rapide par la végétation et les océans correspond à un surplus atmosphérique qui ne sera érodé que de moitié après un siècle. On peut donc imaginer l'atmosphère comme un récipient que l'on remplirait de gaz à effet de serre et qui ne se viderait que très lentement par des fuites minimales. Il existe ainsi, depuis le début de l'ère industrielle, une quantité cumulée d'émissions de CO<sub>2</sub> (ou d'autres gaz à effet de serre souvent exprimés en « équivalent CO<sub>2</sub> ») que l'on ne doit pas dépasser si l'on veut rester au-dessous de 2°C. Nous avons déjà utilisé plus de la moitié de cette allocation, et au rythme auquel nous avançons (10 milliards de tonnes de carbone produits chaque année résultant du seul usage des combustibles fossiles, contre à peine plus d'un milliard au début des années 1950), il suffira d'un peu plus de 20 ans pour sortir du cadre qui nous laisserait à terme 66 % de chances de nous stabiliser au-dessous des 2°C de réchauffement climatique.

Cette ambition correspond à un bouleversement très profond, avec des transitions économiques et environnementales extrêmement rapides. Elle réclame de nouvelles technologies, en particulier dans le domaine des filières énergétiques. Nous ne sommes plus, là, face à un problème qui puisse être traité par la seule communauté des climatologues, c'est-à-dire des physiciens ou des biochimistes du climat. Au niveau académique, il implique le travail des chercheurs en sciences humaines et sociales, en écologie, en hydrologie et en agronomie. Au niveau de la prise de décision, il implique avant tout les élus politiques, mais aussi les associations, les entrepreneurs et les citoyens de toute origine.

Malgré ces difficultés futures, la Conférence de Paris a été confrontée à une demande qui a été formulée de manière forte par plusieurs dizaines de pays : se fixer un objectif de réchauffement plus exigeant encore, en limitant le réchauffement de la planète à 1,5°C (et non plus à 2°C). Cet objectif peut se comprendre : le réchauffement de la planète est proche de 1°C, si l'on compare les températures actuelles aux températures préindustrielles, et l'on observe d'ores et déjà des conséquences qui ne peuvent que s'aggraver : une élévation du niveau des mers qui constitue un danger mortel pour beaucoup de petits États insulaires, la fonte rapide des glaces arctiques, qu'il s'agisse de la banquise ou de la calotte groenlandaise, la salinisation de grands deltas, des évolutions marquées de la biodiversité marine ou continentale, des évolutions contrastées entre les zones intertropicales et extratropicales (les premières étant beaucoup plus vulnérables).

Il est normal que les pays qui se sentent les plus menacés tiennent à ce que leur situation soit prise en considération. À cela est opposé un diagnostic comptable impitoyable : les chances réelles de ne pas dépasser 1,5°C de réchauffement, c'est-à-dire 0,5 à 0,6°C de plus qu'actuellement, sont très faibles, parce que le réchauffement océanique futur engagé par les gaz à effet de serre déjà présents dans l'atmosphère rend inévitables quelques dixièmes de degré supplémentaires. Ces chances passent vraisemblablement par un inévitable dépassement du seuil, que viendrait compenser une capacité ultérieure de réduction de la concentration de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère : il s'agit là de technologies souvent évoquées, mais dont la mise en œuvre se heurte à de multiples difficultés techniques, logistiques, économiques et sociales, et qui progressent peu. La tentation peut alors être grande d'avoir recours à des techniques de géo-ingénierie « actives » consistant à réfléchir une part supplémentaire du rayonnement solaire entrant. Mais les dangers de telles approches sont tellement colossaux, qu'elles sont à proscrire.

### Adaptation, adaptation : la nécessité et les opportunités des approches citoyennes

Selon tous les calculs et les estimations de la communauté scientifique, une part importante des changements climatiques à venir est donc désormais clairement inévitable, et cette part peut prendre des proportions importantes allant jusqu'à des réchauffements de 4 ou 5°C en moyennes globales d'ici à la fin de ce siècle en cas d'une inefficacité prolongée des actions engagées pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Il existe donc une nécessité claire de politiques d'adaptation préventives ou réparatrices pour faire face aux changements climatiques.

Du point de vue scientifique, définir une politique d'adaptation constitue un pari très difficile à relever : il s'agit d'établir des projections régionales des changements climatiques à venir, or cette prévision s'accompagne toujours d'une incertitude plus importante que celle qui affecte les résultats globaux utilisés dans la phase d'alerte sur les problèmes climatiques. Cette incertitude concerne moins le réchauffement, qui sera le lot com-

mun de tous les territoires à une échéance plus ou moins proche, que la circulation atmosphérique et ses conséquences en termes d'hydrologie. Une part de ces incertitudes résulte de défauts résiduels dans la construction des modèles : résolution insuffisante, paramétrage des processus physiques ou biogéochimiques encore améliorable, difficulté à bien comprendre les téléconnexions existant entre différentes régions du monde, etc. Mais une part de l'incertitude a une origine plus fondamentale : les fluctuations interannuelles du climat ont un caractère partiellement chaotique. En fait, ce sont non pas seulement les petites échelles de la circulation atmosphérique qui causent les incertitudes majeures, mais les structures d'échelle continentale : anticyclones, dépressions, moussons..., dont la dynamique largement non-linéaire est affectée de manière partiellement imprévisible par le réchauffement climatique.

Ces modifications inéluctables mais imprévisibles dans leur détail, doivent être appréhendées comme des risques et elles incitent à mettre en avant le concept de « vulnérabilité » : en quoi un territoire donné, avec l'ensemble des systèmes écologiques ou socioéconomiques qu'il abrite, est-il « climato-dépendant » ?

Cette approche pose à son tour un problème de hiérarchie entre différents risques (climatiques, mais aussi écologiques, sociaux...). Il est probable que, dans le futur, une grande partie des décisions à prendre consisteront à définir des lignes d'intérêts communs favorables à la résolution de ces différents problèmes et que, dans ce cadre, les problèmes d'atténuation (de diminution des émissions de gaz à effet de serre) ou d'adaptation seront étroitement liés les uns aux autres. Ils concernent très souvent, mais sous une forme un peu différente des enjeux identiques : transports, alimentation et usage des sols, urbanisme... Ces débats auront lieu à l'échelle mondiale, puisque l'Accord de Paris a entériné le principe d'un temps de renégociation tous les 5 ans, mais ils existeront aussi à diverses échelles locales.

L'ampleur des changements et des débats qui sont devant nous est donc colossale. Ils sont impossibles à résoudre sans une implication de la société civile tout entière : entreprises et acteurs économiques, citoyens, etc. L'opinion publique, partout dans le monde, jouera un rôle majeur dans la détermination de ce qui se fera ou non. Les problématiques d'adaptation peuvent contribuer à satisfaire la nécessité d'éduquer aux problématiques environnementales qui en résultent, il y a là une opportunité à saisir.

Les gaz à effet de serre restant très longtemps présents dans l'atmosphère (il faut un siècle pour que la moitié d'un surplus de CO<sub>2</sub> émis dans l'atmosphère se résorbe), il n'y a pas de marche arrière possible, et réduire les émissions de gaz à effet de serre constitue aujourd'hui une urgence absolue.

Mais comme l'effet climatique de ces gaz est différé dans le temps de une à quelques décennies (en raison en particulier de l'inertie thermique des océans), nous disposons dans chaque région de la planète d'un temps limité, qu'il convient de mettre à profit pour débattre d'enjeux

de développement, tels que l'aménagement des zones littorales ou montagnardes, le partage de l'eau, les filières agricoles, la préservation de la biodiversité naturelle ou le futur des zones urbaines.

Nous pouvons citer ici comme exemple de ce qu'il est possible de faire, un travail collectif sur la région Aquitaine effectué en 2011 et publié en 2013, un travail que poursuit aujourd'hui le groupe « Acclimaterra », dans le cadre de la grande région « Nouvelle Aquitaine » (qui a succédé aux anciennes régions Aquitaine, Limousin et Poitou-Charentes). Ce travail a permis d'illustrer l'apport potentiel de ces approches régionales en rassemblant les expertises de plus d'une centaine de chercheurs publics et en mobilisant ainsi de manière organisée un savoir de la communauté scientifique qui est trop souvent sous-utilisé au niveau des décisions politiques. Il permet aussi de rendre compte, de manière très concrète, au niveau d'un territoire, de la confrontation entre les risques climatiques et les autres risques majeurs qui conditionnent notre futur. Cette mise à plat est également un moyen de diminuer la dimension passionnelle qui accompagne presque toujours les débats relatifs aux problèmes environnementaux.

## Conclusion

Ces quelques exemples, à l'échelle globale comme à l'échelle locale, permettent d'illustrer ce que sera la responsabilité de la communauté scientifique pour les décennies à venir : éclairer de la manière la plus objective possible des enjeux complexes pour que la société puisse s'en saisir et arbitrer de manière correcte des choix nécessairement difficiles. Il s'agit d'une responsabilité historique, car la communauté scientifique est seule à pouvoir jouer ce rôle, à cause de la technicité de beaucoup de facteurs de décision qu'il faut démêler, mais aussi à cause de l'évolution rapide du questionnement et du diagnostic scientifique, qui est appelée à continuer.

La communauté scientifique ne doit par contre pas rester seule face à ces problèmes : l'ampleur des changements qui sont devant nous les rend impossibles à résoudre sans l'implication de la société civile tout entière : entreprises et acteurs économiques, citoyens, etc... Une prise de conscience grandissante de ces problèmes se heurte toutefois à une difficulté constante, celle d'appréhender des objectifs d'action à l'échelle des individus, alors beaucoup de décisions se prennent loin d'eux, dans de grandes conférences onusiennes par exemple.

Les politiques d'adaptation peuvent ainsi contribuer à un débat plus approfondi et partagé sur les risques climatiques impliquant une large gamme de disciplines scientifiques et permettant de nous doter d'une vision beaucoup plus explicite de ce que pourra être notre futur. Cette approche scientifique locale et soigneusement débattue a une dimension pédagogique très importante et elle sera inévitablement nécessaire dans la mise en place des Fonds verts d'aide aux pays vulnérables. Mais c'est aussi une responsabilité qui ne peut pas être confondue avec celle des élus, qui sont les seuls à avoir une véritable légitimité pour prendre des décisions.

DYNAMIQUES ENVIRONNEMENTALES  
*À la croisée des Sciences*

*Sous la direction d'Hervé LE TREUT*

# Les impacts du changement climatique en Aquitaine

© ACCLIMATERRA



Couverture de l'ouvrage *Les impacts du changement climatique en Aquitaine : Un état des lieux scientifique*, réalisé sous la direction d'Hervé Le Treut, septembre 2013.

« Nous citons ici comme exemple un travail collectif sur la région Aquitaine effectué en 2011 et publié en 2013, un travail que poursuit aujourd'hui le groupe "Acclimaterra", dans le cadre de la grande région "Nouvelle Aquitaine" (qui a succédé aux anciennes régions Aquitaine, Limousin et Poitou-Charentes. »

## Bibliographie

Changements Climatiques en Aquitaine (sous la direction de LE TREUT (H.)), Presses Universitaires de Bordeaux, 2013, 330 p. (disponible à ce lien : <http://www.aquitaine.fr/actions/territoire-durable-et-solidaire/climat-energies/changement-climatique>)

BURKETT (V.R.), SUAREZ (A.G.), BINDI (M.), CONDE (C.), MUKERJI (R.), PRATHER (M.J.), ST. CLAIR (A.L.) & YOHE (G.W.), "Point of departure", in: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of Working Group II to the*

Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [FIELD (C.B.), BARROS (V.R.), DOKKEN (D.J.), MACH (K.J.), MASTRANDREA (M.D.), BILIR (T.E.), CHATTERJEE (M.), EBI (K.L.), ESTRADA (Y.O.), GENOVA (R.C.), GIRMA (B.), KISSEL (E.S.), LEVY (A.N.), MACCRACKEN (S.), MASTRANDREA (P.R.) & WHITE (L.L.) (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014, pp. 169-194.