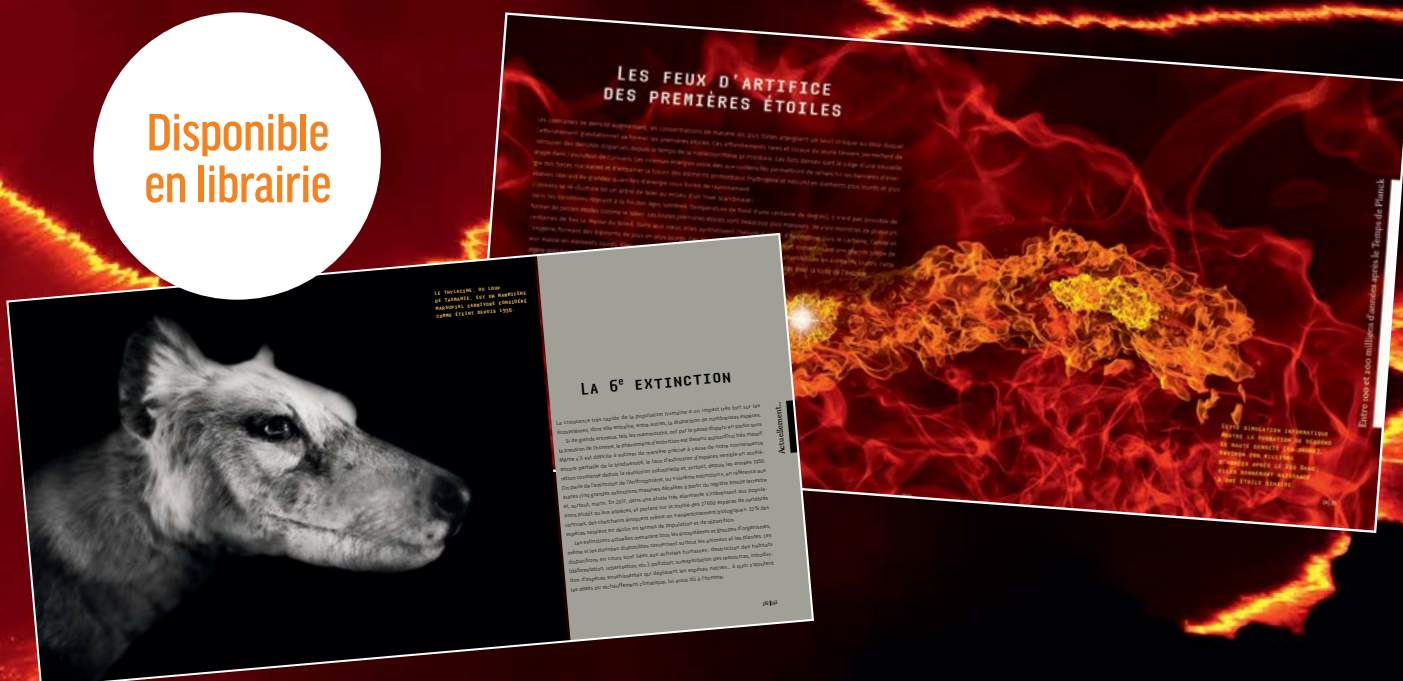




Un voyage unique dans l'histoire de l'Univers, de la Terre et du vivant

Disponible
en librairie



Belin:
ÉDITEUR

Suivez-nous et abonnez-vous à notre newsletter sur www.belin-editeur.com

/EditionsBelin • @editions_belin

2013 L'humanité modifie le climat

Depuis plusieurs décennies, les climatologues affinent leur analyse de l'influence des émissions de gaz à effet de serre dues aux activités humaines. Le constat est sans équivoque : nous sommes bel et bien responsables d'un réchauffement mondial.

En 2013, le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (Giec) fait connaître une conclusion scientifique on ne peut plus claire. Son cinquième rapport de synthèse stipule que l'influence des activités humaines est désormais détectable à la fois dans les réchauffements de l'atmosphère et de l'océan, dans l'élévation du niveau marin, dans l'évolution du cycle global de l'eau, dans le recul des neiges et des glaces et dans l'intensification des extrêmes climatiques. Pour le Giec, l'influence de l'homme sur le climat est clairement établie du fait des observations et de la compréhension du fonctionnement du système climatique : l'augmentation des concentrations atmosphériques du dioxyde de carbone et autres gaz accroît l'effet de serre, ce qui explique le réchauffement observé depuis 1950.

Cette conclusion forte a été endossée par tous les gouvernements de la planète, dont les délégués ont approuvé le cinquième rapport du Giec en 2013 à Stockholm. Que l'humanité altère involontairement le climat par ses rejets de gaz à effet de serre est un fait établi scientifiquement. Mais cette réalité dérange, parce qu'elle annonce des risques futurs pour les écosystèmes et pour le développement humain, parce qu'il est difficile de reconnaître ses propres responsabilités, parce

qu'y remédier implique des réglementations environnementales perçues comme contraignantes, parce que l'économie de marché se révèle défailante face au phénomène, parce que la reconnaissance risque de dévaluer des actifs financiers (investissements dans le secteur des énergies fossiles, patrimoines immobiliers en zone de submersion côtière...), etc.

LES TRAVAUX PIONNIERS

Comment la communauté scientifique est-elle parvenue à la conclusion incontournable que le climat est en train d'être modifié par les activités humaines ?

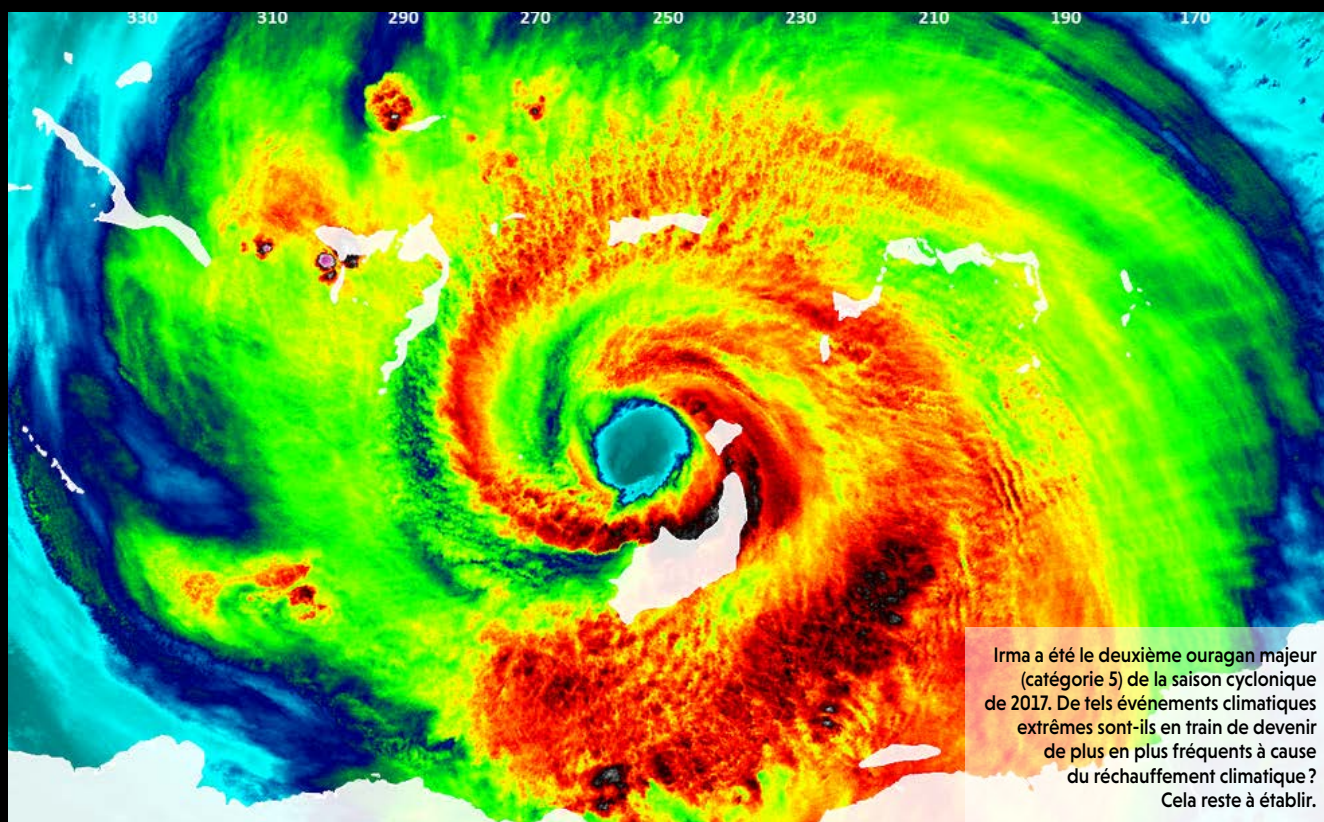
Au XIX^e siècle, on a commencé à comprendre le transfert du rayonnement dans l'atmosphère, d'où les premiers calculs concernant l'effet des variations de la concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO₂) sur le climat planétaire. En 1896, le Suédois Svante Arrhenius fut le premier à estimer – de façon simpliste – qu'un doublement de la concentration atmosphérique de CO₂ entraînerait un réchauffement planétaire de plusieurs degrés.

Or, dès les années 1930, les données météorologiques ont montré une tendance au réchauffement, en particulier autour de l'Atlantique Nord. Le Britannique Guy Stewart Callendar établit que cette tendance était planétaire, et affirma, sans le démontrer, qu'elle était liée à

L'AUTEURE



VALÉRIE MASSON-DELMOTTE
directrice
de recherche au CEA,
Laboratoire des
sciences du climat et
de l'environnement,
à Saclay (CEA/IPSL,
université
de Versailles
Saint-Quentin-
en-Yvelines
et université
de Paris-Saclay)



une augmentation de la concentration atmosphérique de CO_2 d'environ 10% en un siècle. C'est sur cette base que le Canadien Gilbert Plass a publié au cours des années 1950 une analyse approfondie de l'effet de serre atmosphérique. Il y estimait que le doublement de la concentration atmosphérique en CO_2 par rapport au niveau préindustriel entraînerait, à terme, un réchauffement de 3 à 4 °C.

À la fin des années 1950, l'océanographe américain Roger Revelle et les météorologues suédois Bert Bolin et Erik Eriksson estimèrent que la concentration atmosphérique de CO_2 pourrait augmenter de 25% d'ici à l'an 2000. Revelle commença alors à alerter sur l'expérimentation que menait fortuitement l'humanité avec l'atmosphère de sa planète. Son jeune collègue Charles Keeling fut embauché pour évaluer l'évolution de la concentration de CO_2 dans l'atmosphère; en 1960, il put s'appuyer sur un réseau d'appareils de mesure précis répartis à travers le monde pour établir de façon robuste l'augmentation mondiale de la concentration de ce gaz. Son enregistrement à Hawaii constitue l'une des séries continues les plus longues du suivi direct de la composition atmosphérique.

Puis, avec l'arrivée des gros calculateurs scientifiques, on est entré dans l'ère des modèles numériques du climat aux États-Unis et en Europe. Au MIT, le Japonais Syukuro Manabe

1 °C

C'EST LA HAUSSE DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE À LA SURFACE DU GLOBE DEPUIS LA FIN DU XIX^e SIÈCLE. CELLE-CI EST DUE À L'AUGMENTATION DU TAUX DE DIOXYDE DE CARBONE DANS L'ATMOSPHÈRE, QUI VIENT DE DÉPASSER 400 PARTIES PAR MILLION.

publia la première simulation, fondée sur une modélisation numérique du climat, des conséquences d'un doublement de la concentration atmosphérique de CO_2 par rapport à l'époque préindustrielle.

Dans les années 1970, de grands progrès ont aussi été accomplis dans la compréhension du cycle global du carbone. Bert Bolin montra ainsi que la combustion des énergies fossiles n'était pas la seule source de CO_2 . La déforestation tropicale s'est révélée alors responsable d'environ 25% des émissions anthropiques.

TOUJOURS LA MÊME PLAGE DE « SENSIBILITÉ DU CLIMAT »

En 1979, pour la première fois, l'Académie américaine des sciences rassembla un groupe d'experts afin d'évaluer les connaissances issues des modèles. Le rapport qui en résulta sous la direction du météorologue Jule Charney mettait en lumière que d'après tous les modèles capables de représenter grossièrement le climat, une augmentation de la concentration atmosphérique de CO_2 entraînerait un réchauffement planétaire; il estima que son doublement provoquerait, à terme, un réchauffement de l'ordre de 3 °C à la surface de la Terre (à $\pm 1,5$ °C près).

C'est cette plage pour la « sensibilité du climat » (de 1,5 °C à 4,5 °C) que les experts ayant rédigé le cinquième rapport du Giec ont ➤



Depuis 1979, la surface de la banquise arctique a diminué de 13 % tous les 10 ans. Son extension la plus faible a été atteinte à ce jour en 2012, lorsqu'elle n'a représenté en septembre que 3,39 millions de kilomètres carrés. Nos rejets de gaz à effet de serre ont joué un rôle déterminant dans cette disparition de la banquise arctique, puisque l'on estime qu'une tonne de CO_2 en plus dans l'atmosphère signifie 3 mètres carrés de banquise en moins.

> confirmée. Ils se fondent pour cela sur des modèles du climat beaucoup plus perfectionnés et analysent le réchauffement récent et les changements climatiques du passé ancien.

Ainsi, ce rapport du Giec est le produit de la longue maturation scientifique internationale entamée après le rapport Charney. À la fin des années 1970, en effet, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) a réuni la première conférence mondiale de climatologues. Le Programme mondial de recherche sur le climat fut alors lancé sous l'égide du Conseil international des unions scientifiques (ICSU), de l'OMM et de la commission océanographique de l'Unesco. Il joue depuis un rôle essentiel dans l'identification des priorités scientifiques et dans la coordination internationale, en particulier autour de la modélisation du climat.

Au début des années 1980, l'Américain Veerabhadran Ramanathan évalua le forçage radiatif, c'est-à-dire la perturbation du bilan énergétique de la Terre due aux différents constituants de l'atmosphère. Il montra que les émissions anthropiques de CO_2 ne sont pas le seul facteur contribuant au réchauffement global et identifia une augmentation importante de l'effet de serre due aux émissions d'autres gaz à effet de serre au cours des activités agricoles, tels le méthane (CH_4) et l'oxyde nitreux (NO_2).

Peu après, grâce aux travaux des Français Claude Lorius, Jean Jouzel et de leurs collègues, l'air piégé dans les glaces de Vostok, en Antarctique, révéla les variations naturelles passées de la concentration de ces gaz à effet de serre. Aujourd'hui, le forage Epica Dôme C a étendu ces connaissances aux 800 000 dernières années. Ces données démontrent que la température antarctique, le climat mondial et la concentration atmosphérique de gaz à effet de

serre sont interdépendants. Le registre climatique contenu dans les carottes de glace témoigne de la rupture que constitue la période industrielle par rapport aux variations naturelles de la composition atmosphérique. Il démontre que la machine climatique de la planète subit aujourd'hui une perturbation sans précédent.

Au début des années 1980, les mesures de la température de l'air à la surface du globe ont été compilées par le Britannique Phil Jones et l'Américain James Hansen. Ces données montraient que le réchauffement, à cette époque, était sans précédent depuis un siècle.

LA CRÉATION DU GIEC

En 1988, l'OMM et le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) créèrent le Giec. Son mandat porte explicitement sur la compréhension du système climatique et de ses évolutions et sur l'évaluation de l'influence humaine sur le climat. Le Giec n'a pas été créé pour mener des recherches nouvelles, mais pour évaluer l'état des connaissances vis-à-vis du changement climatique. Lors de chacune des versions successives de ses rapports, des milliers de relecteurs font des commentaires, qui contribuent de façon essentielle au caractère exhaustif et rigoureux de l'évaluation finale.

En 1990, les auteurs du premier rapport du Giec constataient le réchauffement et l'augmentation de la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre due aux activités humaines. Ils indiquaient qu'une décennie serait nécessaire avant de pouvoir discerner quelle part du réchauffement est due à cette augmentation de l'effet de serre, constatant simplement : « L'importance du réchauffement observé correspond grossièrement aux prédictions des modèles climatiques, mais elle est aussi du même ordre

BIBLIOGRAPHIE

Cinquième rapport de synthèse du Giec, téléchargeable sur : ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml

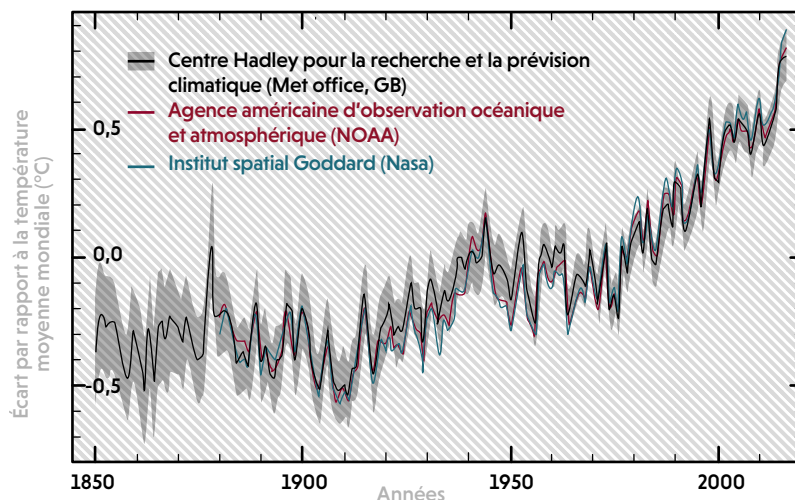
S. R. Weart, **The idea of anthropogenic global climate change in the 20th century**, *WIREs Climate Change*, vol. 1(1), pp. 67-81, 2010.

Carbon dioxide and climate : A scientific assessment, 1979, rapport téléchargeable sur : www.ecd.bnl.gov/steve/charney_report1979.pdf

que les variations naturelles du climat.» Le rapport du Giec incitait l'ONU à mettre en place la Convention-cadre sur les changements climatiques, qui sera ratifiée par 154 États en 1992, au sommet de Rio de Janeiro.

En 1995, le constat scientifique s'est affiné: pour la première fois, les auteurs du deuxième rapport du Giec concluent qu'un faisceau d'éléments suggère une influence humaine sur le climat. Le troisième rapport, en 2001, le confirme: «Des preuves plus récentes et plus concluantes permettent de dire que la majeure partie du réchauffement observé au cours des cinquante dernières années est due aux activités humaines.»

En 2007, sur la base des nouveaux résultats, le quatrième rapport affirme que l'essentiel du réchauffement observé depuis le milieu du xx^e siècle est, avec un niveau de confiance de 90%, lié aux activités humaines. Et en 2013, le cinquième rapport conclut avec un niveau de confiance encore plus élevé (95%). Il décrit de façon plus quantitative l'influence humaine, qui domine à l'échelle planétaire non seulement les réchauffements atmosphérique et océanique, mais aussi la montée du niveau des mers. On décèle désormais cette influence également au niveau régional (tendance des températures, évolution des glaciers, vagues de chaleur, intensité des pluies torrentielles...).



Depuis 2013, aucun résultat scientifique n'a contredit ces conclusions. Les climatologues continuent patiemment leur travail pour mieux anticiper les conséquences du réchauffement climatique. Ils se concentrent en particulier sur les épisodes extrêmes singuliers que peuvent constituer certains ouragans de forte intensité, pluies torrentielles ou vagues de chaleur. Ces nouvelles estimations contribueront au sixième rapport du Giec, prévu pour 2021. ■

Ci-dessus, l'évolution de la température moyenne annuelle à la surface de la Terre par rapport à la période de référence 1961-1990 traduit la tendance mondiale au réchauffement. Elle est calculée à partir des mesures de température de l'air au-dessus des continents et de la température de surface des océans. Trois jeux de données sont comparés. La plage d'incertitude des données britanniques est en gris.

TEDx Saclay

présente

30
NOVEMBRE

@CENTRALESUPÉLEC

tedxsaclay.com

AU SERVICE DU VIVANT

CentraleSupélec

PARIS
SACLAY

DATA
CAMPUS

NOVOTEL
HOTELS & RESORTS

POUR LA
SCIENCE

Elphane
LE DÉBUTANT

P
P R

AirLiquide

BANQUE POPULAIRE VAL DE FRANCE
ADDITIONNER LES FORCES
MULTIPLIER LES CHANCES

2015 L'astronomie gravitationnelle est née

La coalescence de deux astres compacts crée des vibrations dans la trame de l'espace-temps. Longtemps attendue, la détection de ces ondes gravitationnelles a inauguré une astronomie nouvelle. L'exploit vient d'être récompensé par le prix Nobel de physique.

Ce lundi 14 septembre 2015, les détecteurs de *Ligo*, aux États-Unis, enregistrent un signal, noté GW150914, de moins de une seconde. Cinq mois plus tard, les physiciens de cet observatoire particulier révéleront qu'il traduisait le passage de l'onde gravitationnelle créée par la fusion de deux trous noirs lointains. Le 26 décembre, *Ligo* détecte un nouvel événement comparable. Un troisième est enregistré le 4 janvier 2017. Et le 27 septembre dernier, *Ligo* et *Virgo*, le détecteur européen situé près de Pise et devenu pleinement opérationnel entre-temps, ont annoncé une quatrième mesure du même type.

Ligo est l'acronyme pour « Observatoire d'ondes gravitationnelles par interférométrie ».