



**POURQUOI
LA CRISE
CLIMATIQUE?**

à propos de

LA COMMISSION PROSPECTIVE DE LA SBA

Lancée en 2018 sous la forme d'un think-tank nommé WorkToo, la commission prospective de la SBA a pour vocation d'analyser les enjeux économiques, sociétaux et environnementaux qui vont affecter le monde du travail à horizon 2030. Il regroupe plusieurs dizaines d'organisations et vise à comprendre, anticiper et agir sur les sujets actionnables qui impactent les entreprises : révolution des lieux de travail, intelligence artificielle, mobilité, climat et formation.

remerciements

Pour écrire ce livret, nous remercions tout particulièrement Juliette Nouel, journaliste spécialisée dans les questions environnementales et climatiques et Hugues-Marie Aulanier, manager chez CARBONE 4, spécialiste des stratégies environnementales et du climat.

Il est issu d'échanges riches et passionnés qui n'auraient pu voir le jour sans la contribution des membres de la commission que nous remercions également :

Jérôme Arnaud, SANOFI • Christelle Aroule, SCHNEIDER ELECTRIC • Caroline Aubert, ELYKSIR • Renaud Bettin, CARBONE4 • Julien Bevillon, QUADRILATERE • Philippe Boyer, COVIVIO • Patrice de Carné, SBA • Stéphane Carpier, LONGEVITY • Eric Cassar, ARKHENSPACES • Céline Chaverot, VIBES IN PROGRESS • Isabelle Colin, SNCF • Jean-Louis Coudrillier, AIR LIQUIDE • Marie-Caroline Dalmar, APAVE • Jean-Maxime Gil, REALIZ 3D • Julia Hardouin, COLLIERS • Christian de Kerangal, IEIF • Davide Lascar, AVELTYS • David Leborgne, SNCF • Thierry Leservot, ORACLE • Catherine Moulin, CERTIVEA • Patrick Supiot, VINCI IMMOBILIER • Pascal Tebibel, COLAS • Georges Yates, WEWORK

edito

Jamais depuis ces douze derniers mois les sujets du climat, de la biodiversité et de l'environnement n'ont été autant sur le devant de la scène, tel un sursaut de conscience. Et pour cause : les rapports scientifiques sont unanimes : les conditions de vie sur Terre sont en danger pour de nombreuses espèces animales... dont l'Homme. Et cette mauvaise «nouvelle» est relayée avec force sur les réseaux sociaux, notamment par les jeunes générations.

Pourtant, jamais les émissions de gaz à effet de serre, les atteintes à la biodiversité, les actions de déforestation... n'ont été aussi élevées.

Les conséquences sont indiscutables et sont dorénavant visibles : hausses des températures des sols et des océans, incendies, anomalies météorologiques, pour ne parler que du climat...

Et ce n'est malheureusement qu'un avant-goût des pires scenarii décrits par les scientifiques (sécheresse, inondations, villes submergées par la montée du niveau de la mer, migrations climatiques, vagues de chaleur létales...).

Les causes sont identifiées : sur-consommation des énergies fossiles par les pays occidentaux depuis les débuts de la révolution industrielle et par une partie des pays «en développement» depuis 30 ans et absence de politique forte et coordonnée pour contrecarrer la tendance.

Alors que faire ? Une fois les objections des climato-sceptiques balayées sur l'autel du raisonnement scientifique, il ne semble rester

que peu de choix : limiter au maximum ce dérèglement climatique et vite.

Indiscutablement, la plus réaliste des voies demeure la sobriété au travers d'un changement profond de modèle.

Les bâtiments et les villes seront des acteurs clés de cette transmutation nécessaire.

La SBA, par sa position clé dans ce segment de l'économie, se devait de relayer - à la hauteur de ses moyens- le consensus scientifique pour agir vite et bien.

Ce «document» se veut simple. On constate que la majorité de la population appréhende mal le sujet par méconnaissance. Nous avons donc souhaité être «pédagogues» et construire un raisonnement dont chacun pourra s'emparer et relayer dans sa propre organisation. Il est neutre, dépourvu de subjectivité politique ou autres positionnements défendant des intérêts industriels quelconques. Rien que de la science pour comprendre simplement la situation.

Vous en souhaitant bonne lecture,

Michael SIGDA

Président de la commission prospective

1 | CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE CONSTAT



LES PREUVES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Qui peut encore sérieusement contester le fait même du changement climatique ?

Aujourd’hui, les preuves sont trop nombreuses.

1. Haute de la température à la surface terrestre de +1°C depuis la fin du 19ème.

Ce réchauffement de 1°C peut paraître insignifiant, mais seulement 5°C (en moins) nous séparent d'une période glaciaire : dans le système climatique, de «petits» changements ont donc des répercussions colossales. Par ailleurs, il s'agit d'une hausse moyenne qui cache de fortes disparités entre les régions du monde (dans la région arctique, elle peut atteindre entre 3 et 4°C) et à l'intérieur même d'un pays. Ainsi en France, l'augmentation est de moins de 1°C à l'extrême ouest de la Bretagne et de près de 2°C dans les Alpes.

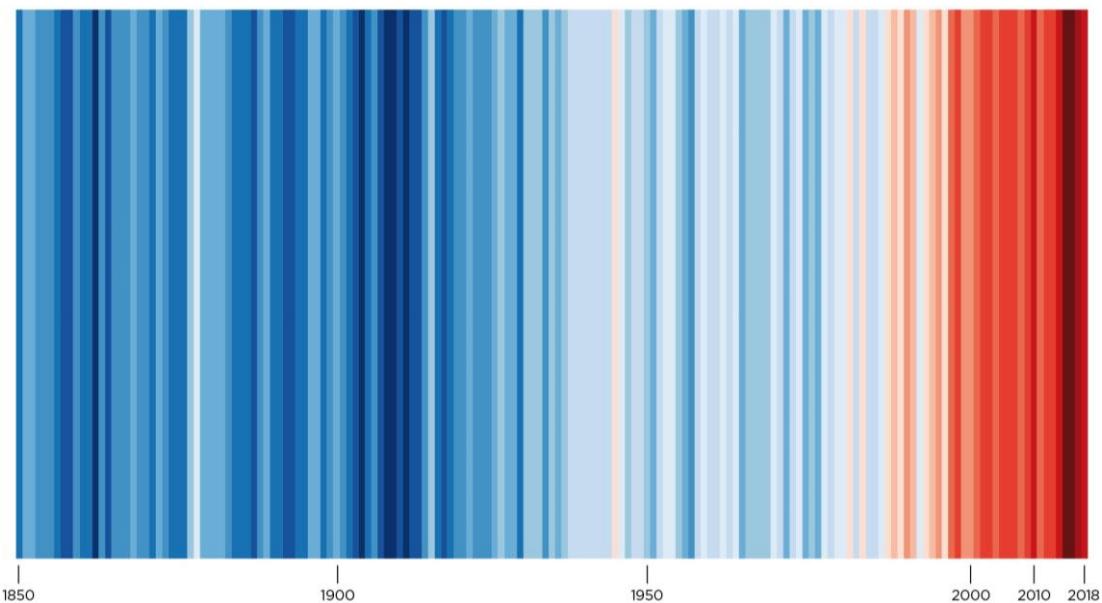
2. Hause du contenu de chaleur des océans.

En raison de sa grande capacité calorifique (93% du surplus de chaleur est absorbé par les océans) et de son volume, l'océan est l'un des meilleurs indicateurs du changement climatique. Or ses dix années les plus chaudes depuis 1958 sont les dix dernières.

3. Recul généralisé de toutes les formes de glaces et de sols gelés.

Les calottes glaciaires en Antarctique et au Groenland ont perdu en moyenne 430 milliards de tonnes chaque année depuis 2006, devenant la principale source de la hausse du niveau des océans. Les glaciers continentaux pourraient eux fondre entièrement d'ici 2100. Ainsi, dans les Alpes, la Mer de Glace perd environ 40 mètres de longueur par an.

Hausse des températures dans le monde de 1850 à 2018. Les 22 dernières années les plus chaudes jamais enregistrées. Les 4 derniers sont en tête.



Crédit : Ed Hawkins



4. **Hausse du niveau des mers.** Depuis 1900, le niveau de la mer a monté d'à peu près 25 cm en moyenne globale avec une accélération nette sur les 25 dernières années, où l'élévation a été d'environ 8 cm à l'échelle de la planète. À l'origine de ce phénomène : la dilatation de l'océan (expansion thermique) et la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires. Les projections sont difficiles en raison de l'instabilité des calottes glaciaires en Antarctique et au Groenland, dont la disparition pourrait faire monter le niveau de la mer de plusieurs mètres, entre + 1,5°C à + 2°C de réchauffement. Et au siècle prochain, l'élévation du niveau des mers pourrait être de plusieurs centimètres par an, contre 3,6 mm actuellement.
5. **Hausse de l'acidification des océans.** Les océans absorbent environ un quart des émissions anthropiques (liées aux activités humaines) de CO₂ avec un impact sur la croissance, le développement, la calcification, la survie et donc l'abondance d'une large gamme d'espèces, des algues aux poissons.
6. **Effets à court terme sur la météo.** Exemples : forte hausse de la fréquence et de l'intensité des événements extrêmes, records de chaleur battus partout dans le monde, mais aussi records de froid, le réchauffement climatique entraînant un dérèglement dans les deux extrêmes.

LE PHÉNOMÈNE À LA BASE DU DÉRÈGLEMENT ACTUEL

Il s'agit d'un renforcement de l'effet de serre (rien à voir avec la disparition de la couche d'ozone). L'effet de serre est naturel : sans lui, la température moyenne sur Terre serait d'environ – 18°C, contre environ + 15°C actuellement. Et le principal gaz à effet de serre est tout aussi naturel : c'est la vapeur d'eau. Mais les activités humaines ont une influence marginale sur la quantité de vapeur d'eau. En outre, celle-ci ne s'accumule pas, les excédents étant éliminés par précipitations.

Pourquoi un effet de serre additionnel ?

Actuellement, les GES (gaz à effet de serre) émis par les activités humaines, essentiellement le CO₂, le méthane et le protoxyde d'azote, sont en très forte augmentation. Résultat : ils piègent plus de chaleur. Pour la première fois depuis le début de

l'histoire d'Homo Sapiens, la barre des 415 ppm de CO₂ (partie par million) a été dépassée dans l'atmosphère en mai 2019 à l'observatoire placé sur l'île d'Hawaï. Cet indicateur de concentration était d'environ 200 ppm pendant les glaciations et de 280 ppm jusqu'au début de l'ère industrielle. Il s'agit donc d'une perturbation massive et extrêmement rapide.

Pourtant, il y a déjà eu autant de CO₂ dans l'atmosphère.

Il y a environ 3 millions d'années et en raison de phénomènes naturels étalés sur des milliers d'années, la concentration de CO₂ a déjà été aussi forte. Mais à cette époque, la température était plus élevée d'environ +3°C par rapport à la période pré-industrielle (fin 19^{ème} siècle) et le niveau des mers se situait de 6 à 20 mètres au-dessus du niveau actuel.



Qu'est-ce que le GIEC ?

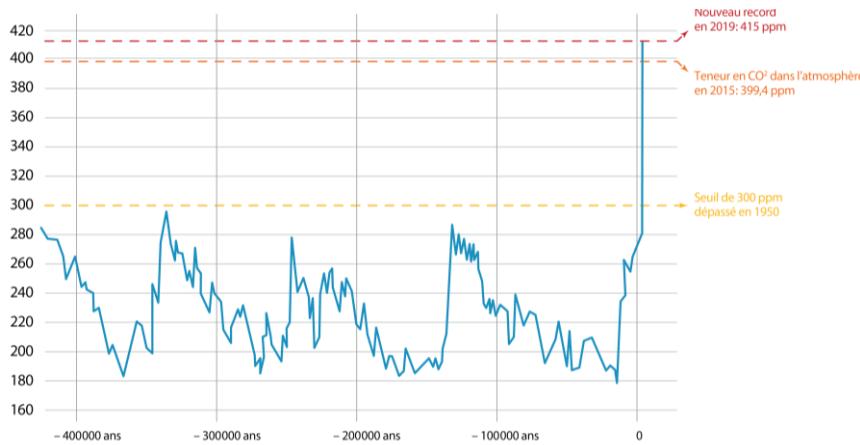
Une grande partie des informations de ce dossier provient du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat), un organisme créé en 1988 et ouvert à tous les pays membres de l'ONU.

Depuis 1988, le GIEC a publié cinq rapports d'évaluation sur le climat, ainsi que des rapports spéciaux. Le rapport dit «1,5°C» (octobre 2018) est largement cité dans ces pages. Il compare les impacts d'une hausse des températures de +1,5°C à une hausse de +2°C par rapport au niveau pré-industriel. Il représente la synthèse du travail de 91 auteurs originaires de 40 pays, ainsi que des apports de 133 contributeurs et a passé en revue 6 000 publications scientifiques.

Les versions successives du rapport ont reçu 42 000 commentaires venant de plus de 1 000 relecteurs de la communauté scientifique et des gouvernements.

Evolution des concentrations de dioxyde de carbone (CO₂) dans l'atmosphère

Pendant 450 000 ans*, le niveau de CO₂ dans l'atmosphère n'a jamais dépassé le seuil des 300 parties par million (ppm).



* Données recueillies à partir d'analyses de glace issue de forages aux pôles. Source: rapport de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) - octobre 2017, NOAA, NASA.

Crédit : Visactu

2 | LA RESPONSABILITÉ HUMAINE

A photograph showing a tall industrial chimney emitting a massive, dark, billowing plume of smoke or steam into a cloudy sky. The smoke is thick and appears to be coming from a factory or power plant. In the foreground, the top of an industrial structure, possibly a reactor or storage tank, is visible.

POURQUOI LES EXPLICATIONS NATURELLES SONT REJETÉES

- L'activité solaire.** Elle suit des cycles de 11 ans, avec des maxima qui fluctuent au cours des siècles. Or nous sortons du «Grand maximum moderne», qui a culminé dans les années 1960-70, ce qui aurait normalement dû nous conduire à un léger refroidissement depuis une cinquantaine d'années.
- Les cycles de Milankovitch.** La Terre ne tourne pas bien rond et bien droit sur son axe, mais change de position selon trois paramètres : la forme de l'orbite terrestre

(plus ou moins aplatie), le degré d'inclinaison de l'axe Nord-Sud de notre planète et la place de la Terre sur son orbite au moment des équinoxes. C'est la somme des interactions de ces trois facteurs qui est la clef principale de notre climat. En suivant ces critères, la prochaine glaciation n'est pas prévue avant au moins 10 000 ans.

POURQUOI IL N'Y A PAS D'AUTRE EXPLICATION QUE LES ACTIVITÉS HUMAINES

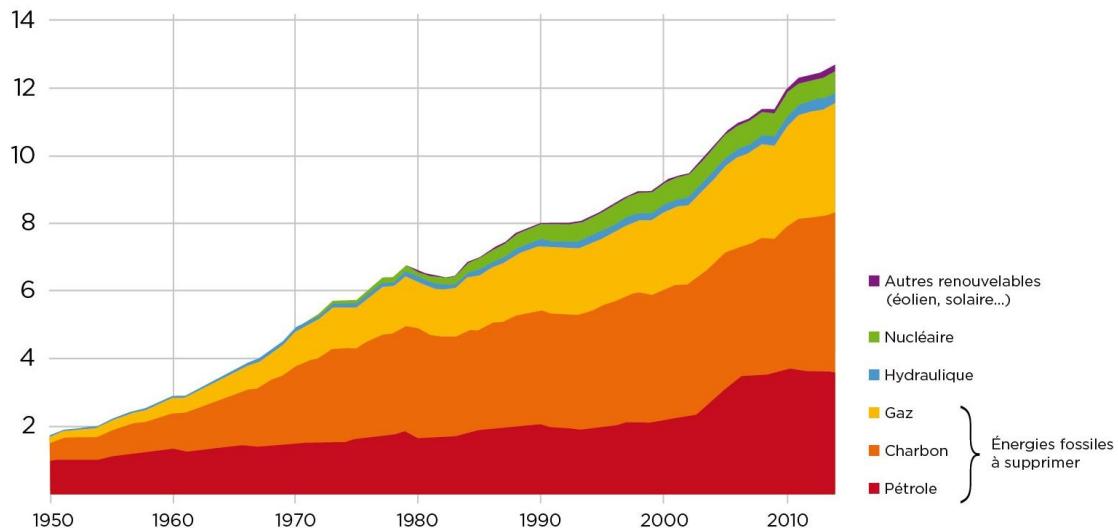
- La vitesse du réchauffement.** Elle est exceptionnelle et seules les émissions de GES dues aux activités humaines peuvent l'expliquer. Cette vitesse est telle qu'il n'est pas impossible d'assister à une hausse des températures de + 5°C en seulement 250 ans, alors qu'il a fallu environ 10 000 ans pour gagner les mêmes 5°C depuis la fin du dernier maxima glaciaire il y a 20 000 ans.
- La composition du CO₂ présent dans l'atmosphère.** Elle n'est pas la même que le CO₂ naturel qui a suivi tout le cycle du carbone dans la nature.

Or c'est bien du CO₂ très appauvri en carbone 14, caractéristique du carbone fossilisé comme le charbon ou le pétrole, que l'on trouve en grande quantité dans l'atmosphère.

- L'inversement du scénario.** Le réchauffement actuel ne suit pas le même scénario que les réchauffements naturels précédents : dans le cas naturel, la montée des températures entraîne une hausse de l'effet de serre ; dans le cas actuel, c'est l'augmentation de l'effet de serre qui entraîne la hausse des températures.



Production mondiale d'énergie primaire
(hors bois) en milliards de tonnes équivalent pétrole (source: the Shift Project)



Crédit : Science POP

POURQUOI IL Y A-T-IL VRAIMENT UN PROBLÈME ?

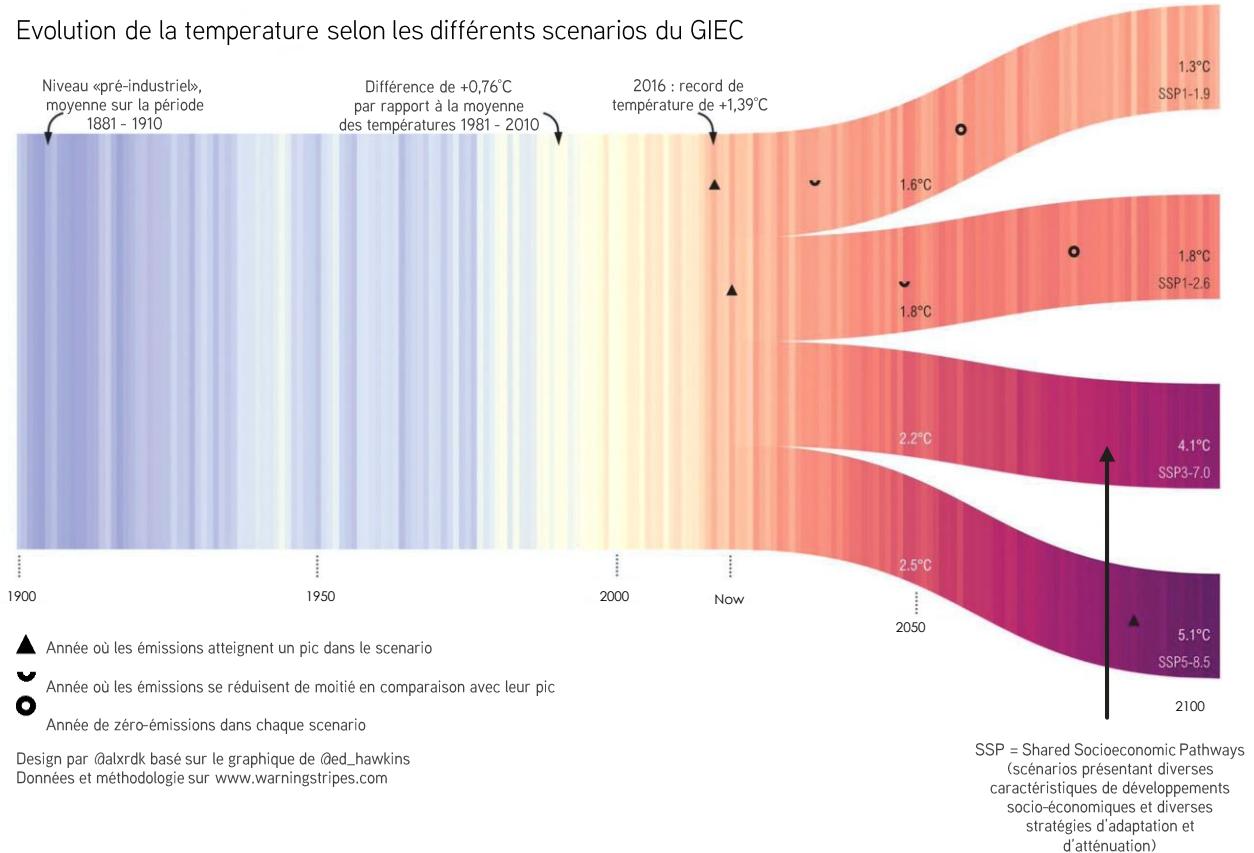
- Les gaz à effet de serre sont essentiellement émis lors de la combustion des énergies fossiles** (pétrole, charbon, gaz), même si méthane et protoxyde d'azote proviennent en majorité de l'agriculture (élevage et engrais). Or 80% de la production mondiale d'énergie primaire est d'origine fossile et cette proportion n'a pas bougé depuis les années 1970 (auparavant, elle était de quasi 100%, voir graphique). La «transition énergétique» actuelle est en fait une addition : les énergies renouvelables s'ajoutent aux énergies fossiles, mais ne les remplacent pas.
- Les énergies «vertes» n'existent pas :** il faut des métaux pour fabriquer des éoliennes et des panneaux photovoltaïques, du béton pour construire des barrages. L'extraction minière est l'une

des industries les plus polluantes car elle contamine à la fois l'eau, l'air et le sol ; la surexploitation du sable menace les littoraux et la biodiversité. En outre, les infrastructures d'énergie renouvelable (hors barrage) ont une durée de vie courte et posent des problèmes de recyclage des matériaux. L'installation de ces infrastructures a également de forts impacts sur la biodiversité. Enfin, l'énergie nucléaire, qui est bas-carbone mais non-fossile et non-renouvelable, pose elle des problèmes de sûreté, de gestion des déchets, d'acceptation et enfin d'adaptation au changement climatique (difficulté à pomper de l'eau de refroidissement et interdiction de rejeter de l'eau trop chaude dans les fleuves).

3 | OÙ ALLONS-NOUS ?



Evolution de la température selon les différents scénarios du GIEC



QUE SE PASSERAIT-IL SI TOUTES LES ÉMISSIONS DE GES STOPPAIENT NET DEMAIN MATIN ?

En raison de leur longue durée de vie (des milliers d'années pour le CO₂), les GES s'accumulent dans l'atmosphère depuis le début de l'ère industrielle. Le surplus de chaleur contenue dans les océans ne peut pas non plus disparaître rapidement. Aussi, si toutes les émissions stoppaient net, la température continuerait à monter encore quelques décennies et finirait par se stabiliser probablement légèrement en dessous de +1,5°C. Une partie du réchauffement est donc inéluctable et se poursuivra durant des siècles, voire des millénaires, mais elle peut être largement contenue.

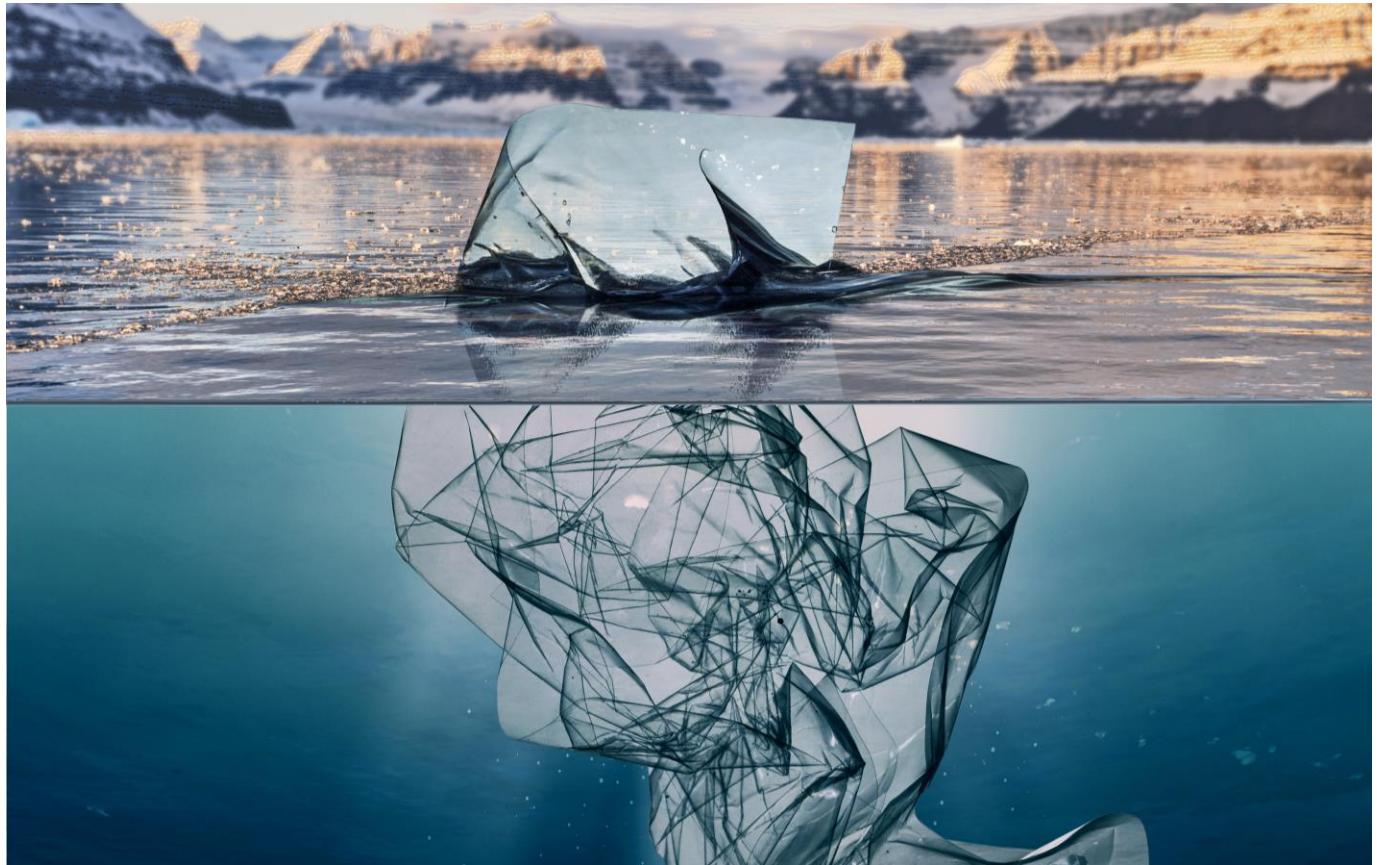
Vers quelle hausse de la température nous conduit l'Accord de Paris conclu en 2015 à la COP 21 ?

L'Accord de Paris, signé par presque 200 pays, visait à l'origine à limiter la hausse des

températures nettement en dessous de +2°C en 2100. Dans la réalité, les engagements (non-contraignants) pris par les pays signataires conduisent à une hausse de +3 à +3,2°C (voire beaucoup plus selon certaines estimations). Par ailleurs, seuls 16 pays respectent actuellement la trajectoire tracée par cet Accord, dont aucun pays de l'UE.

Quel est le rythme actuel du réchauffement ?

Au rythme actuel des émissions de GES, la hausse est de +0,2°C par décennie. En conséquence et sans baisse radicale de la quantité de ces émissions, une augmentation globale de la température de +1,5°C sera atteinte entre 2030 et 2050.



CHAQUE DEMI-DEGRÉ COMPTE

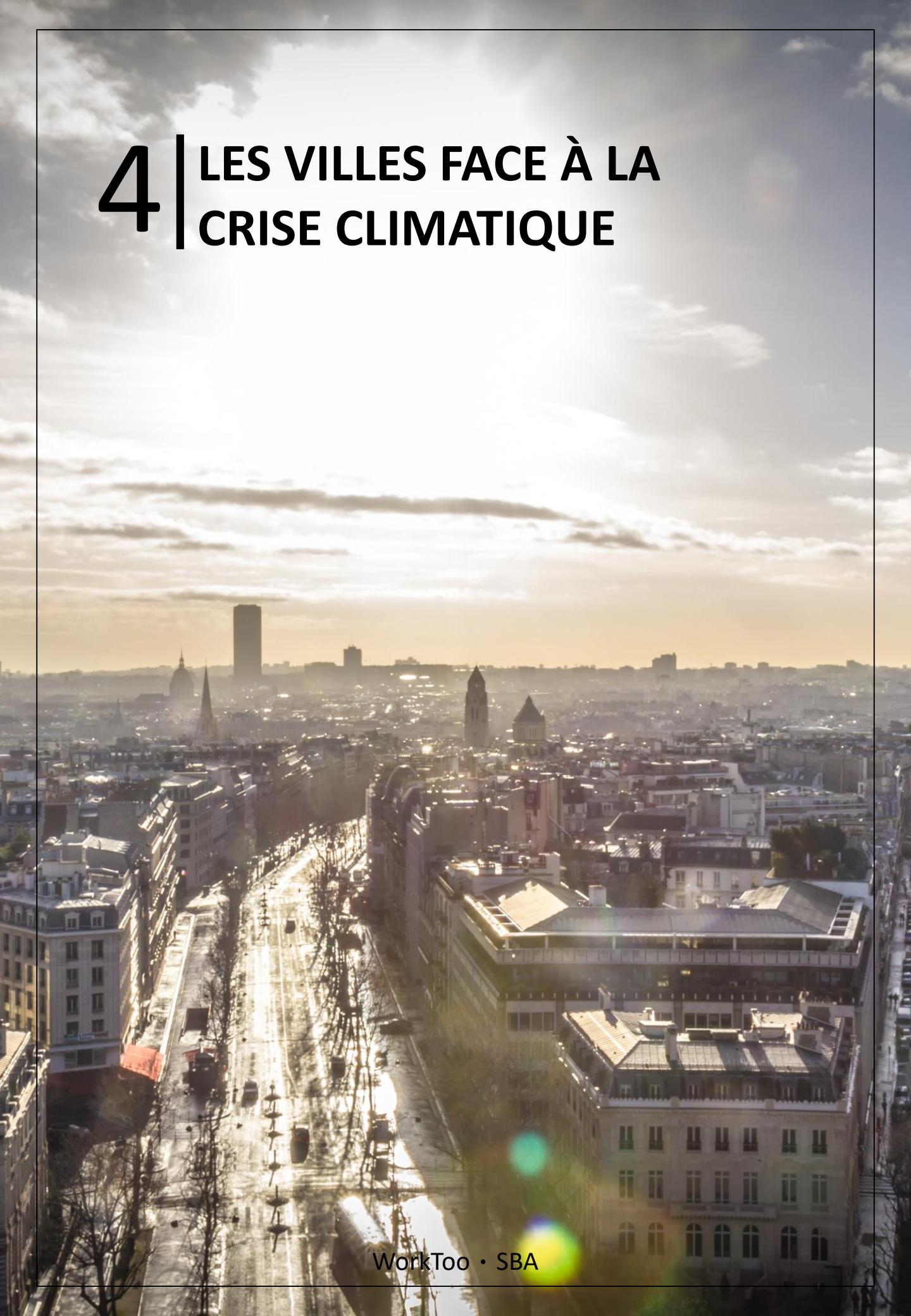
Quelles sont les principales différences entre un monde à +1,5°C et un monde à +2°C ?

- La perte de biodiversité et le risque d'extinction d'espèces seraient deux fois moindres à 1,5°C que 2°C sur les continents.
- La population mondiale exposée aux pénuries d'eau serait deux fois moindre à 1,5°C qu'à 2°C en particulier dans les régions de climat méditerranéen et semi-aride
- Dans les océans, un réchauffement de 1,5°C entraînera une dégradation sévère de 70 à 90% des récifs de coraux tropicaux, contre plus de 99% à 2°C.
- Limiter le réchauffement à 1,5°C par rapport à 2°C pourrait réduire de plusieurs centaines de millions les personnes exposées aux risques climatiques et susceptibles de basculer dans la pauvreté.

Il y a-t-il un point de bascule, c'est à dire un seuil au-delà duquel le réchauffement s'emballerait ?

Selon une étude américaine de la revue PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences) publiée en août 2018, il y aurait effectivement «point de rupture» qui pourrait se situer autour de 2°C. Par un effet domino, de nombreux mécanismes interconnectés pourraient se succéder et se renforcer mutuellement. Exemples : fonte des calottes glaciaires, dépérissement des forêts boréales et amazoniennes, fonte du permafrost (sol gelé)...

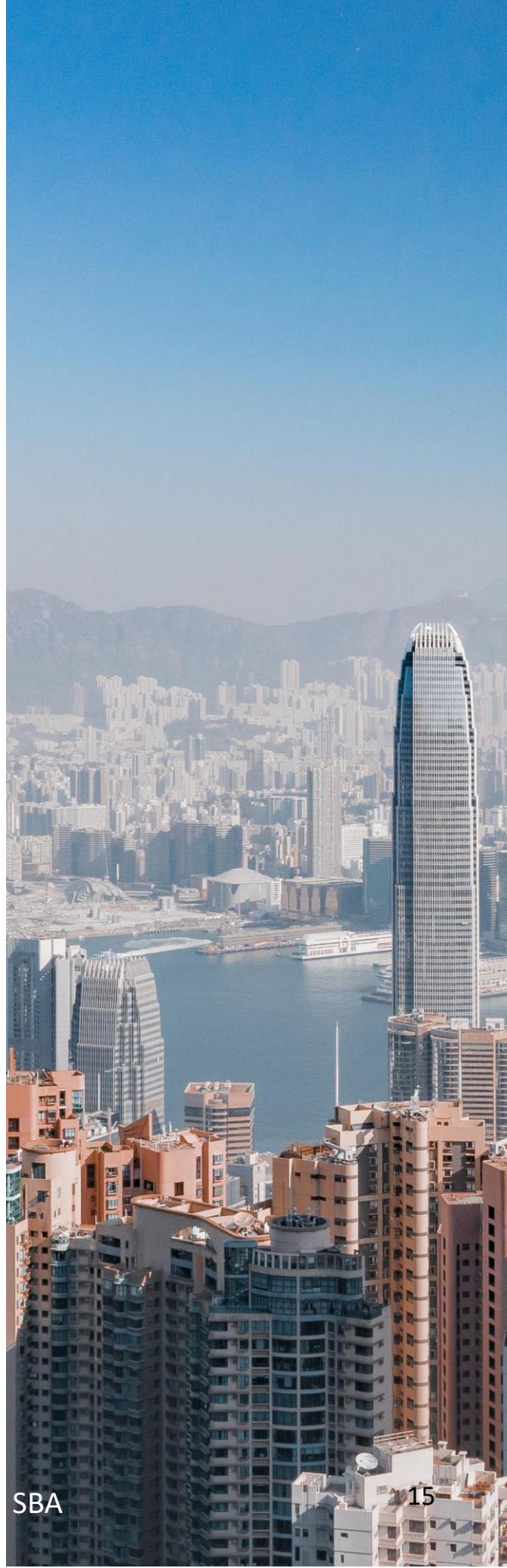
4 | LES VILLES FACE À LA CRISE CLIMATIQUE

A wide-angle aerial photograph of a city at sunset or sunrise. The sky is filled with soft, warm-colored clouds. In the foreground, a long, straight street runs diagonally from the bottom left towards the horizon. The street is lined with trees and some low-level traffic. On either side of the street are dense clusters of buildings, mostly residential apartment complexes with multiple stories and dark roofs. In the distance, several prominent landmarks are visible, including a tall skyscraper and a cathedral with a distinctive dome. The overall atmosphere is hazy and golden, suggesting the light of dawn or dusk.

LES DEUX PRINCIPALES CONSÉQUENCES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LES VILLES

Sur-augmentation de la température en raison du phénomène appelé «îlot de chaleur urbain». Ces îlots de chaleur sont le résultat de plusieurs facteurs : surfaces (béton et asphalte) qui retiennent la chaleur (piège radiatif), disposition spatiale des bâtiments empêchant la circulation de l'air, circulation automobile, rejets d'air chaud des systèmes de climatisation... Cette accumulation de causes entraîne des écarts de températures avec les territoires environnants qui peuvent monter au-delà de +10°C.

Submersion marine. Plus de la moitié de la population humaine vit dans une bande littorale de 100 km de largeur et près de 75% pourraient y être concentrés d'ici à 2035, du fait notamment de migrations de populations touchées par la sécheresse, comme en Asie du Sud ou en Afrique. La hausse du niveau des océans pourrait déplacer plusieurs centaines millions de personnes dans le monde d'ici la fin du siècle. Et ce dans l'hypothèse optimiste où le réchauffement climatique serait limité à 2°C par rapport à l'ère pré-industrielle. Notons que les événements extrêmes tels que ouragans et pluies diluviales se transforment également rapidement en inondations sur des sols artificialisés où l'eau ne peut pas pénétrer.





URBANISATION GALOPANTE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE

En 2050, plus des deux tiers de l'Humanité vivront dans des villes, contre 55% aujourd'hui selon l'ONU. Or les plus fortes croissances urbaines se produiront dans les pays où les infrastructures sont les moins développées. Résultat, selon l'ONU : sur les 2 milliards de Terriens en plus en 2050, la moitié vivra dans un bidonville, sachant qu'1 milliard y vit déjà.

Le changement climatique touchera particulièrement les villes des pays en développement, notamment en raison de leur position géographique. Selon un rapport publié en 2018 par le cabinet de conseil Verisk Maplecroft, le changement climatique posera un risque «extrême» pour deux tiers des villes africaines et huit villes africaines figurent au total dans les dix les plus à risque, dont Kinshasa (13,2 millions d'habitants).

La France ne sera pas épargnée. Plus des trois quarts de la population française vivent dans des territoires urbains et les 600 communes les plus densément peuplées (près de 3 000 hab./km²) regroupent un gros tiers de la population (source Insee). Selon Météo France, la fréquence des vagues de chaleur devrait doubler d'ici à 2050. En fin de siècle, ces vagues de chaleur pourraient aussi être plus précoces ou plus tardives : dans un scénario «sans politique climatique», elles surviendraient ainsi de mai à octobre. Parmi les villes à risque de submersion marine : la Côte Atlantique (notamment Bordeaux), tout le sud de la Bretagne, mais aussi Saint-Malo, Calais ou Dunkerque au Nord.

5 | QUELLES SOLUTIONS?



CE QU'IL FAUDRAIT FAIRE POUR RESTER AUX ENVIRONS DE 1,5°C OU JUSTE EN DESSOUS DE 2°C

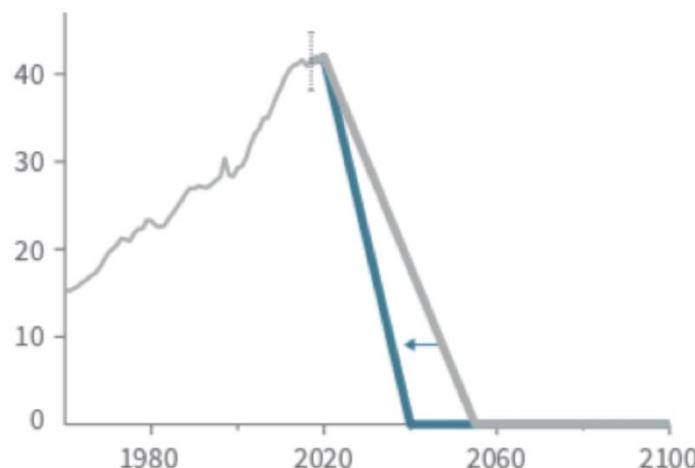
Selon le Giec, pour limiter le réchauffement planétaire aux environs de 1,5°C, «il faudrait des transitions rapides et profondes dans les domaines de l'énergie, des sols, des villes et des infrastructures (y compris les transports et les bâtiments) et des systèmes industriels. Ces transitions de systèmes sont sans précédent en termes d'échelle....».

Pour donner un aperçu des transitions nécessaires, les émissions nettes mondiales de CO₂ doivent diminuer d'environ 45% par rapport aux niveaux de 2010 d'ici 2030, pour atteindre zéro net vers 2050. Si l'année de

référence est 2018 (et non 2010), la réduction est alors de l'ordre de 50%. Soit environ – 5% par an dès maintenant.

Pour comprendre l'ampleur du défi, il faut noter que les émissions mondiales de CO₂ ont augmenté de 55% depuis 20 ans et de 2,7% en 2018. Et il ne s'agit que des émissions issues de la combustion de ressources fossiles - charbon, pétrole et gaz - et de certaines activités comme la cimenterie...

Trajectoires stylisées des émissions de CO₂ mondiales
(en GtCO₂/an)



Crédit : Giec, rapport 1,5°C



POURQUOI LA FRANCE DEVRAIT-ELLE AGIR ALORS QU'ELLE NE REPRÉSENTE QUE 1% DES ÉMISSIONS ?

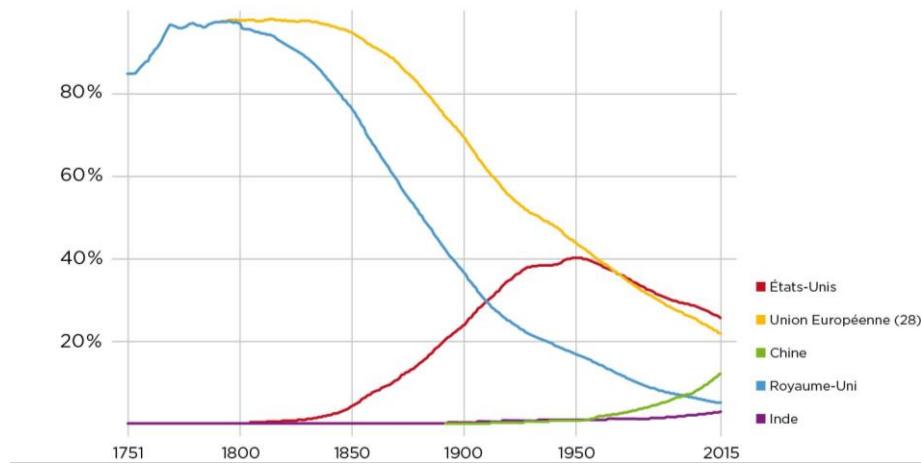
La France représente en fait 2% des émissions mondiales. Aux émissions dites «territoriales» (qui sont effectivement égales à 1% des émissions mondiales), il faut ajouter les «émissions importées» (c'est à dire les gaz à effet de serre émis dans les pays où sont fabriqués les produits que nous importons). Comme le souligne le Haut Conseil pour le Climat, seule cette empreinte carbone globale est en effet significative. De fait, si l'on ne compte que les émissions territoriales, la France a diminué d'environ 15% ses émissions de GES depuis 1990. Mais si l'on prend également en compte les émissions importées (déduction faites de celles liées aux exportations), on constate que l'empreinte carbone des Français a alors augmenté de 20% entre 1995 et 2015. Les émissions dues aux

importations égalent en effet désormais 60% des émissions territoriales, en raison de la désindustrialisation du pays.

Résultat : l'empreinte carbone globale d'un Français est en moyenne de près de 11 tonnes équivalent CO₂ (tous gaz à effet de serre compris et exprimés en une seule unité de compte : le CO₂), la moyenne d'un habitant de la planète étant de près de 5 tonnes équivalent CO₂. Pour respecter l'Accord de Paris, l'empreinte carbone moyenne d'un Français doit baisser d'environ 80 % d'ici 2050 pour descendre à 2 tonnes équivalent CO₂.

Par ailleurs, historiquement, les pays occidentaux ont émis plus de gaz à effet de serre que les pays en développement. Voir graphe ci-dessous.

Répartition des émissions de CO₂ cumulées
Les émissions cumulées sont la somme des émissions annuelles entre 1751 et une année donnée.



Crédit : Our world in data based on Global Carbon Project (GCP)

6 | D'AUTRES VOIES SONT-ELLES POSSIBLES ?





LA GÉO-INGÉNIERIE DU CLIMAT : ATTENTION AUX APPRENTIS-SORCIERS...

Il existe deux grandes stratégies de géo-ingénierie destinées à manipuler ou modifier le climat

La gestion du rayonnement solaire. L'objectif : empêcher une partie du rayonnement solaire d'atteindre la surface de la Terre, par exemple en injectant des particules réfléchissantes dans la stratosphère ou dans les nuages. Selon le GIEC, ces technologies «sont confrontées à de grandes incertitudes et à des lacunes dans les connaissances». Elles présentent en effet des risques physiques importants (totalité des impacts inconnue, effets rebond) ainsi que des problèmes de gouvernance internationale et d'éthique. Enfin, elles ne règlent pas tout (ex. l'acidification des océans).

L'élimination du CO₂. Les mesures actuelles et potentielles d'élimination du CO₂ comprennent le boisement et le reboisement (via la photosynthèse), la restauration des terres (désartificialisation) pour séquestrer le carbone dans le sol, la bio-ingénierie avec capture et le stockage du CO₂ ou même le captage direct du carbone dans l'air, mais aussi l'alcalinisation des océans. Toutes ces mesures «diffèrent considérablement en termes de maturité, de potentiels, de coûts, de risques, d'avantages connexes et d'arbitrages» selon le GIEC. Certaines seront cependant nécessaires pour atteindre ce que l'on nomme la «neutralité carbone», ou le «zéro net», à savoir ne pas plus émettre de GES que nous sommes capables d'en capturer. Mais elles présentent pour la plupart de lourds inconvénients une fois déployées à l'échelle nécessaire. Ainsi, le boisement et la bioénergie peuvent créer des conflits d'usage des sols et entrer en concurrence avec les cultures alimentaires (hausse des prix denrées), sans parler de l'usage de l'eau. Elles peuvent également nuire à la biodiversité.

LE NUMÉRIQUE : UNE DES SOLUTIONS

Le numérique n'est pas un service immatériel. Il représente déjà aujourd'hui 4% des émissions mondiales de GES et accroît sa consommation d'énergie de près de 10% par an. Outre les émissions de GES, l'industrie du numérique nécessite d'avoir recours à l'extraction minière. Un téléphone portable, par exemple, consomme soixante métaux différents, dont une vingtaine seulement est actuellement recyclable. En outre, la durée de vie de nos équipements numériques ne cesse de baisser.

Dans cette consommation de numérique, il convient de discerner le numérique plus «futile» du numérique «utile». Le premier, et de loin le plus gros consommateur de data, de fait émetteur de GES, est le streaming et tous les mécanismes de partage de vidéo en ligne qui croît de manière exponentielle.

Le numérique «utile», lui, a une importante part à jouer dans pilotage de la réduction de notre empreinte. Une application peut par exemple donner des informations sur l'empreinte déforestation et/ou GES des produits que nous achetons ; des plateformes d'échange de biens entre particuliers pourraient réduire jusqu'à 20% les déchets des ménages. Les applications numériques dans le bâtiment optimisent le confort (climatisation / chauffage) en fonction de l'occupation réelle des espaces...

Numérique et environnement
Faire de la transition numérique un accélérateur de la transition écologique



Credit : Iddri

Il semble que la «coopération numérique» des entités qui gravitent autour d'un bâtiment (assureurs, mainteneurs, experts, ...) ou d'une ville (exploitants de réseaux électriques, mobilités...) ne pourra que favoriser une meilleure gestion et de fait diminuer l'empreinte écologique.

7 | LES SOLUTIONS POUR LES VILLES





LUTTER CONTRE LA SUBMERSION MARINE

Plusieurs pistes d'adaptation à l'élévation du niveau de la mer sont possibles :

- **Les ouvrages de protection** (digues, épis, brise-lame, etc.). C'est la solution déjà déployée ou en cours de construction pour des villes aussi différentes que celles de l'ensemble des Pays-Bas, New-York, Miami ou encore Lagos. Mais ces ouvrages en dur représentent souvent des solutions court terme car ils modifient la circulation naturelle de l'eau et des sédiments et amplifient l'érosion des côtes voisines. Ils sont également très coûteux. Enfin, ils ne résisteront pas à la montée des eaux associée aux scénarios les plus pessimistes (poursuite du «business as usual»).
- **Les solutions fondées sur la nature et la renaturation.** Il s'agit par exemple de végétaliser des dunes ou des falaises pour stabiliser le sable et permettre aux écosystèmes de jouer leur rôle de protection contre l'érosion. Ce sont des solutions plus durables et de faible coût, qui engendre de nombreux bénéfices (biodiversité locale notamment).

A quoi, il faut également ajouter des solutions qui peuvent paraître évidentes :

- **La maîtrise ou l'arrêt de l'urbanisation dans les zones vulnérables**
- **La maîtrise ou l'arrêt de la destruction des barrières naturelles à la montée des eaux.** Exemple : la destruction des mangroves (forêts littorales de palétuviers bordant presque toutes les côtes basses des régions tropicales). Selon un rapport publié par l'Iddri en 2019, plus de 35% des mangroves ont disparu au cours des vingt dernières années en raison de l'extension de l'aquaculture et notamment de l'élevage de crevettes.



LUTTER CONTRE LES ÎLOTS DE CHALEUR

Les villes représentent entre 1% et 2% de la surface terrestre globale, mais consomment près de 80% de l'énergie mondiale et produisent 60% des émissions de gaz à effet de serre issus des énergies fossiles. Le défi est donc gigantesque et passe nécessairement par des changements sans précédent dans les modes de vie. Pour autant, les techniques de construction et d'aménagement pour adapter le bâti et la ville à un climat plus chaud sont bien identifiées :

- Penser ou repenser l'aménagement urbain pour limiter les déplacements et privilégier les mobilités douces ou électriques
- Optimiser forme et disposition des bâtiments pour favoriser la circulation de l'air : ruelles étroites pour donner moins de prise au rayonnement solaire, orientation en fonction des principaux vents locaux.
- Utiliser des matériaux qui captent

moins le rayonnement solaire et, au sol, qui soient drainants et perméables et revêtir les toits de peinture ou matériaux réfléchissants.

- Planter des arbres, ce qui présente deux avantages : l'ombre et le rejet dans l'atmosphère de l'eau retenue dans le sol. Les toitures végétales sont en revanche peu efficaces. Selon Météo-France, il faudrait en aménager beaucoup (avec l'arrosage adéquat) pour gagner un demi-degré maximum.
- A noter : l'ADEME a publié en 2012 un «Guide de recommandation pour lutter contre l'effet d'îlot de chaleur urbain à destination des collectivités territoriales» et, en 2017, un «Guide pour le diagnostic de surchauffe urbaine». Voir également la démarche ÉcoQuartier lancée en 2009 en application de la loi Grenelle 2 dans le cadre du plan Ville durable.

