



ZEN ZÉRO ÉMISSIONS NETTES

LES ATELIERS DU ZEN

ÉNERGIE / ENVIRONNEMENT / ÉCONOMIE

Décembre 2020 • www.institutparisregion.fr

ZÉRO ÉMISSIONS NETTES : DE QUOI PARLE-T-ON ?

ATTEINDRE ZÉRO ÉMISSIONS NETTES DE GAZ À EFFET DE SERRE EN QUELQUES DÉCENNIES EST UN DÉFI AUSSI AMBITIEUX QU'INDISPENSABLE POUR LIMITER LE RÉCHAUFFEMENT PLANÉTAIRE SOUS 2 °C, ET SI POSSIBLE À 1,5 °C. CET OBJECTIF MONDIAL DOIT DÉSORMAIS ÊTRE DÉCLINÉ AUX DIFFÉRENTES ÉCHELLES TERRITORIALES, EN PARTICULIER NATIONALES ET RÉGIONALES. POUR Y PARVENIR, IL EST IMPORTANT DE COMMENCER PAR BIEN EN COMPRENDRE LES CONCEPTS, LES PRINCIPES ET LES ENJEUX.

L'objectif « zéro émissions nettes » est issu de l'accord de Paris sur le climat de décembre 2015. En France, cet objectif est repris au sein du plan climat de juillet 2017 et inscrit dans la loi énergie-climat de 2019. Il doit être atteint à l'horizon 2050. En Île-de-France, la stratégie régionale énergie-climat de 2018 intègre les objectifs 100 % ENR et zéro carbone à ce même horizon.

Afin de clarifier cet objectif et structurer la démarche ZEN francilienne, L'Institut organise, avec la Région Île-de-France, un cycle de conférences accompagné d'une série de Note rapide. Vous trouverez le détail de ces rencontres sur le site www.institutparisregion.fr/zen

Cycle d'ateliers
coorganisé avec



L'accord de Paris sur le climat, adopté lors de la COP21 en décembre 2015, vise à contenir le réchauffement planétaire « nettement en dessous de 2 °C » et à poursuivre les efforts pour le limiter à 1,5 °C. Pour cela, les émissions mondiales de gaz à effet de serre (GES) doivent diminuer rapidement, jusqu'à parvenir, « au cours de la deuxième moitié du siècle », à « un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre » – autrement dit à « zéro émissions nettes » (ZEN).

À la suite de l'accord de Paris, le ZEN est devenu le nouvel objectif de référence des stratégies de réduction des émissions de GES à travers le monde. En France, la loi énergie-climat du 8 novembre 2019 a ainsi fixé l'objectif d'atteindre « zéro émissions nettes » de GES à l'horizon 2050.

Mais que signifient exactement ces termes ? Quelles stratégies mettre en œuvre pour y parvenir ? Quels sont les gaz à effet de serre concernés ?

STABILISER LES CONCENTRATIONS ATMOSPHÉRIQUES DE GES

La genèse du ZEN remonte à une dizaine d'années. Les mécanismes du réchauffement planétaire et son caractère anthropique (c'est-à-dire causé par les activités humaines) étaient alors déjà bien établis. L'augmentation observée de la température moyenne à la surface du globe (communément appelée « réchauffement planétaire ») est causée par l'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre (GES), laquelle résulte du cumul dans l'atmosphère, année après année, des émissions mondiales de GES anthropiques, et en particulier du dioxyde de carbone (CO₂).

L'objectif climatique mondial de long terme consiste dès lors à « stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère » afin de stopper le réchauffement planétaire, et d'y parvenir « à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique¹ ». Mais comment définir le niveau de danger que l'on souhaite éviter ? Et que faut-il faire précisément

127 PAYS, responsables de 63 % des émissions mondiales de CO₂, ont actuellement annoncé un objectif ZEN. S'ils sont bien mis en œuvre, ces engagements conduiraient à un réchauffement planétaire estimé à 2,1 °C selon Climate Action Tracker.

LES PUIITS DE CARBONE NON ANTHROPIQUES

Les activités humaines viennent perturber l'équilibre du cycle naturel du carbone en envoyant dans l'atmosphère un surplus d'émissions de CO₂ que les puits de carbone non anthropiques ne peuvent entièrement absorber en si peu de temps. Les deux principaux puits de carbone non anthropiques sont l'océan (par dissolution du CO₂ atmosphérique au contact de l'eau) et la biosphère terrestre (captation du CO₂ atmosphérique par photosynthèse, puis séquestration dans la végétation et les sols des « terres non gérées* »). Ils absorbent à eux deux près de la moitié des émissions anthropiques mondiales de CO₂ en moyenne chaque année (GCP, 2019). Ils jouent donc un rôle considérable dans le ralentissement du réchauffement planétaire (au prix, pour l'océan, d'une dangereuse acidification de ses eaux). Ils ne sont cependant pas pris en compte dans le calcul des émissions anthropiques nettes, puisque celui-ci n'intègre que les sources et les puits de carbone anthropiques, sur lesquels les humains peuvent effectivement agir. *La CCNUCC a défini des règles pour distinguer entre « terres gérées » (puits anthropiques) et « terres non gérées » (puits non anthropiques), mais cela reste par nature un exercice complexe (Perrier & al., 2018).

pour cela ? Réduire les émissions de GES, mais de combien et à quel horizon ?

À la fin des années 2000, l'amélioration des connaissances scientifiques a permis d'apporter des réponses plus précises à ces questions. D'une part, une meilleure compréhension des impacts climatiques associés à différents niveaux de réchauffement a conduit à considérer un réchauffement de 2 °C comme la limite dangereuse à ne pas dépasser (accord de Copenhague, 2009), puis à y ajouter la cible de 1,5 °C (Cancún, 2010).

LE BUDGET CARBONE : UN CONCEPT CLÉ

D'autre part, une avancée clé pour le ZEN a été la mise en évidence du caractère quasi proportionnel de la « forte relation entre les émissions cumulées de CO₂ et les changements de la température à la surface du globe jusqu'en 2100 » (GIEC, 2014 ; Rogelj et al., 2015). Cela a permis de comprendre qu'à tout niveau de réchauffement correspond une quantité d'émissions cumulées de CO₂, autrement dit un « budget carbone » total, à ne pas dépasser. Par conséquent, « limiter le réchauffement planétaire impose de limiter le total des émissions anthropiques mondiales cumulées de CO₂ depuis l'époque préindustrielle, c'est-à-dire de ramener progressivement à zéro les émissions mondiales nettes de CO₂ dans les limites d'un budget carbone total » (GIEC, 2018).

Pour stopper le réchauffement planétaire, il ne suffit donc pas de réduire, même fortement, les émissions mondiales de CO₂ : elles doivent parvenir à zéro – en réalité à « zéro net » (voir plus loin la signification du « net »). Plus le réchauffement à ne pas dépasser est proche du réchauffement actuel, plus le « budget carbone restant » (le total de CO₂ que l'on peut encore émettre) est restreint, et plus vite il faut donc réduire les émissions jusqu'à zéro. Estimer, avec précision, le budget carbone correspondant à un niveau de réchauffement donné est donc crucial pour tracer des trajectoires de réductions des émissions de CO₂ permettant d'atteindre zéro à temps.

LES BUDGETS CARBONE RESTANTS POUR 1,5 °C ET 2 °C

D'après les estimations les plus récentes², le budget carbone restant début 2020 pour limiter le réchauffement à 2 °C, avec une probabilité d'au moins 66 %, était de 985 GtCO₂. Pour limiter le réchauffement à 1,5 °C, avec des probabilités d'au moins 50 % et 66 %, il était respectivement de seulement 395 GtCO₂ et 235 GtCO₂ (Constrain, 2019). À titre de comparaison, les émissions mondiales de CO₂ ont atteint 44 GtCO₂ en 2019 (PNUE, 2020). Ainsi, le budget restant pour limiter le réchauffement à 1,5 °C est désormais tellement réduit que, dans l'hypothèse où les émissions annuelles resteraient à leur niveau de 2019 dans les années à venir, il serait épuisé en cinq à neuf ans (et en 23 ans pour limiter le réchauffement à 2 °C).

TOUT RETARD PRIS AUJOURD'HUI SERA ENCORE PLUS DIFFICILE À RATTRAPER DEMAIN

Chaque année pendant laquelle nous continuons à émettre du CO₂ diminue d'autant le budget carbone restant. Tout retard pris aujourd'hui dans les objectifs de réduction des émissions annuelles de CO₂ devra donc être rattrapé ultérieurement par des rythmes de réduction encore plus élevés les années suivantes, voire par le recours à des « technologies d'émissions négatives » dans les décennies à venir (voir ci-après). Les émissions mondiales de GES ont augmenté de 1,4 % par an en moyenne dans la dernière décennie³. Si elles avaient commencé à baisser à partir de 2010, le rythme annuel de baisse des émissions nettes mondiales de GES à réaliser pour être sur une trajectoire « 1,5 °C » ne serait « que » de 3,3 % par an, contre 7,6 % par an à partir de 2018 (et encore un peu plus aujourd'hui). Les chances de rester sous 1,5 °C s'amenuisent donc rapidement d'année en année (PNUE, 2019, 2020).

LES ÉMISSIONS NETTES DE CO₂ : DE QUOI S'AGIT-IL ?

Que faut-il faire concrètement pour atteindre zéro émissions nettes de CO₂ au niveau mondial ? Et pourquoi « zéro net », plutôt que zéro « tout court » ? Selon le GIEC, les « émissions nettes de CO₂ égales à zéro » correspondent à la « situation dans laquelle les émissions anthropiques nettes de CO₂ sont compensées à l'échelle de la planète par les éliminations anthropiques de CO₂ au cours d'une période donnée. On parle aussi de neutralité carbone ». Pour comprendre cette définition, il faut commencer par préciser d'où viennent les émissions de CO₂, et quels processus permettent de les éliminer.

LES SOURCES ET PUIITS ANTHROPIQUES D'ÉMISSIONS DE CO₂

Deux grandes sources sont responsables de la totalité des émissions mondiales de CO₂ anthropique.

- Les énergies fossiles représentent environ 80 % des émissions de CO₂. Elles comptent pour près de 85 % du mix énergétique mondial et sont omniprésentes dans la plupart des activités économiques et la vie quotidienne : le charbon (35 % des émissions mondiales de CO₂), surtout pour la production d'électricité, la chaleur industrielle et le chauffage ; le pétrole (30 %), principalement dans les transports, le chauffage et la pétrochimie ; et le gaz naturel (18 %), majoritairement pour la production d'électricité, le chauffage et d'autres usages résidentiels, sans omettre les transports. On y ajoute généralement l'industrie du ciment, qui est responsable d'environ 4 % des émissions mondiales de CO₂ (pour moitié via les combustibles fossiles utilisés dans la cuisson du calcaire en clinker, et pour moitié via le calcaire lui-même lors de sa cuisson).
- La deuxième grande source émettrice de CO₂ (environ 15 % des émissions mondiales) est le secteur des terres gérées par les activités

humaines, appelé Utcatf (« utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ») dans les inventaires nationaux de gaz à effet de serre de la CCNUCC. La particularité du secteur des terres est d'être à la fois un puits anthropique de carbone (CO₂ retiré de l'atmosphère par la photosynthèse de la végétation, puis stocké dans la végétation et les sols) et une source d'émissions de CO₂ anthropique (notamment par la déforestation et le déstockage de CO₂ des sols via l'urbanisation et certaines pratiques agricoles). À l'échelle mondiale, les émissions du secteur des terres sont supérieures aux absorptions (ou « éliminations ») : c'est donc une source nette d'émissions de CO₂.

Ainsi, le calcul des émissions anthropiques totales de CO₂ est par définition un calcul d'émissions nettes. Il représente la somme des émissions issues des combustibles fossiles et des émissions nettes du secteur des terres.

DU ZEN « CO₂ UNIQUEMENT »...

Dès lors, pour parvenir à « zéro émissions nettes de CO₂ », deux actions sont nécessaires.

- Réduire à (quasi) zéro les émissions de CO₂ issues des sources fossiles dans tous les secteurs tels que la production d'énergie, les transports, le chauffage, l'industrie... Les solutions décarbonées alternatives aux énergies fossiles existent déjà et doivent désormais être déployées rapidement à grande échelle. Cela nécessite d'accélérer la

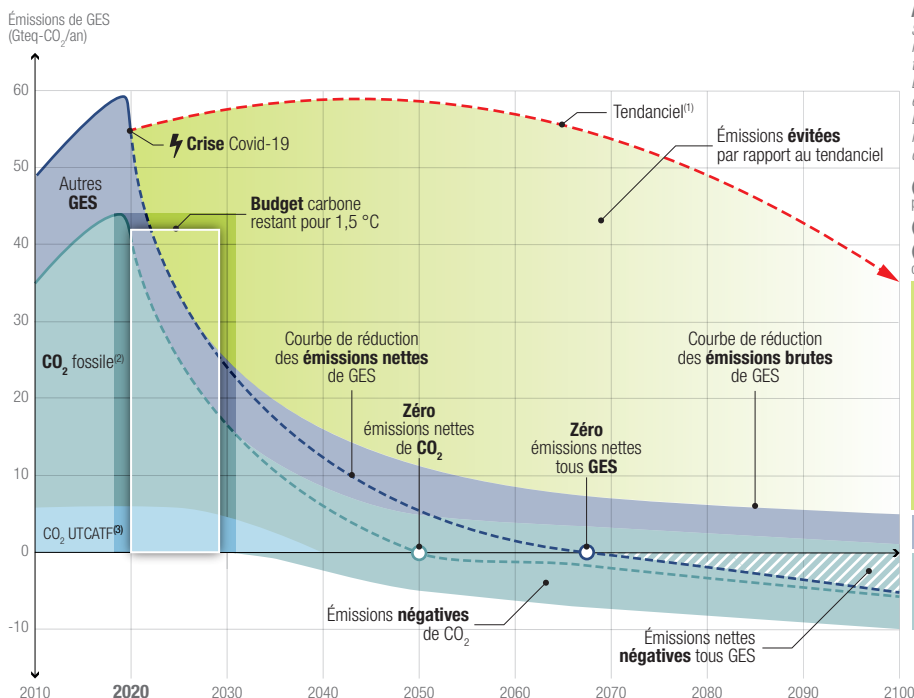
transition vers les énergies renouvelables et décarbonées, de la manière la plus efficace et la plus soutenable possible, d'un point de vue environnemental, social et économique. En parallèle, afin de faciliter cette transition, il faut réduire la consommation énergétique mondiale grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique, mais aussi à une plus grande sobriété des modes de consommation, notamment dans les pays développés.

- Réduire à zéro les émissions nettes du secteur des terres, voire parvenir à des émissions nettes négatives (absorptions supérieures aux émissions : le secteur des terres devient alors un puits net de carbone). En effet, même dans les scénarios de décarbonation les plus ambitieux, il restera sans doute des émissions résiduelles incompressibles dans certains secteurs, comme le transport aérien, qui devront alors être compensées par des absorptions équivalentes grâce, par exemple, à l'afforestation/la reforestation. Il faudra aussi ajouter des dispositifs de captage et stockage de CO₂ (CSC) aux sites de fabrication de ciment et de sidérurgie.

... AU ZEN « TOUS GAZ À EFFET DE SERRE »

Les autres GES anthropiques (méthane, protoxyde d'azote, trois gaz fluorés...) représentent environ un quart des émissions totales de GES. Le méthane (CH₄) compte pour 17 % des émissions mondiales de GES et contribue davantage au réchauffement de

Stratégies ZEN à mettre en œuvre à l'échelle mondiale pour limiter le réchauffement à 1,5 °C



Aide à la lecture du graphique :

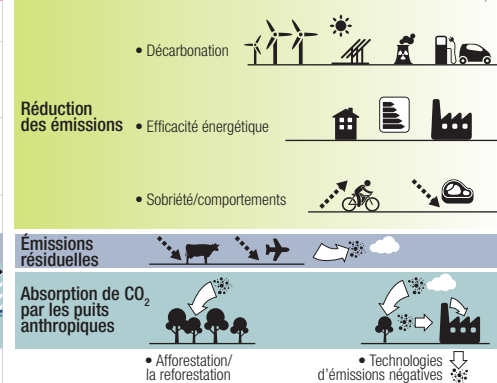
Selon le Giec, pour limiter le réchauffement à 1,5 °C, les émissions mondiales doivent rapidement baisser jusqu'à atteindre zéro net vers 2050 pour le CO₂ et vers 2067 pour tous les gaz à effet de serre (GES).

En 2019, elles ont atteint 44 Gt pour le CO₂ et 59 Gteq-CO₂ pour tous les GES. En 2020, elles devraient baisser d'environ 7 % pour le CO₂ et d'un peu moins pour tous les GES. Dans les prochaines décennies, un rythme de baisse du même ordre devra être reproduit chaque année, mais cette fois grâce à des stratégies délibérées et planifiées de réduction des émissions de GES (voir ci-dessous).

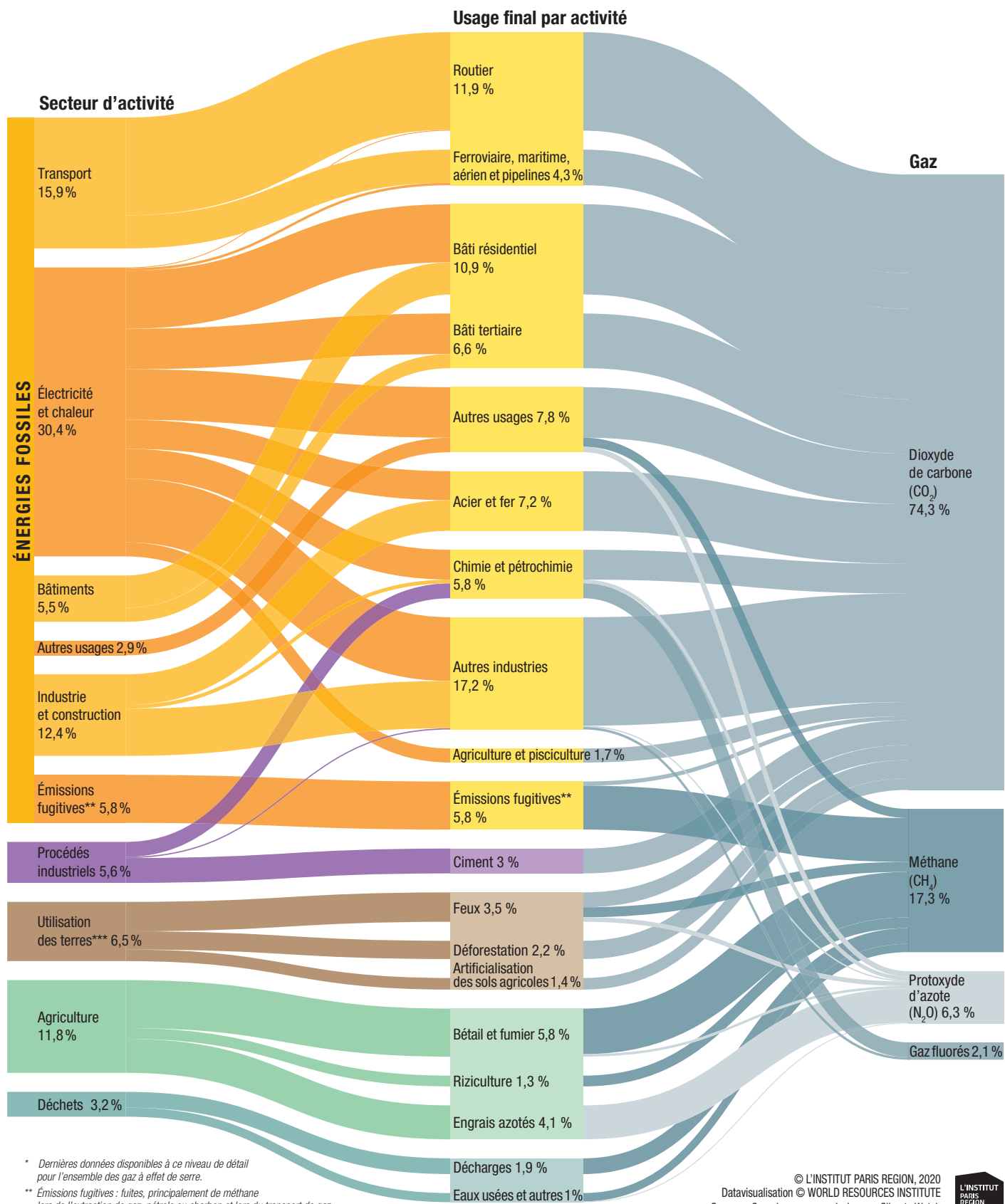
(1) **Tendanciel** : émissions projetées en l'absence de nouvelles politiques par rapport à l'existant.

(2) **CO₂ fossile** : émissions de CO₂ des énergies fossiles et du ciment.

(3) **CO₂ UTCATF** : émissions de CO₂ du secteur « utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ».



Les émissions mondiales de gaz à effet de serre en 2016*



* Dernières données disponibles à ce niveau de détail pour l'ensemble des gaz à effet de serre.

** Émissions fugitives : fuites, principalement de méthane lors de l'extraction de gaz, pétrole ou charbon et lors du transport de gaz.

*** Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (Utcatt).



court terme. Il y a donc un intérêt évident à réduire rapidement ses émissions.

Il provient principalement des ruminants (fermentation entérique, lisier et fumier), des combustibles fossiles, de la riziculture et des déchets. Quant au protoxyde d'azote (N_2O), il provient surtout de l'épandage des engrais azotés. Les gaz fluorés sont issus d'usages industriels (mousses, aérosols, fluides frigorigènes, etc.). Réduire rapidement toutes ces émissions nécessitera notamment de développer fortement les pratiques agroécologiques, de réduire le cheptel ruminant mondial (notamment bovin) et de réduire la part des protéines animales au profit des protéines végétales dans les régimes alimentaires.

Cependant, « les émissions de ces gaz peuvent être difficiles à atténuer selon leur source ; c'est notamment le cas des émissions de N_2O provenant des engrais et des émissions de CH_4 issues du bétail. Les émissions de ces gaz ne seront donc pas ramenées à zéro, même dans les scénarios d'atténuation les plus contraignants » (Giec, 2014). Par ailleurs, ces gaz sont difficiles, voire impossibles, à retirer de l'atmosphère, contrairement au CO_2 . Leurs émissions résiduelles devront alors être, elles aussi, compensées par des absorptions équivalentes de CO_2 par les puits de carbone anthropiques.

Parvenir à zéro émissions nettes de tous les GES anthropiques nécessite ainsi d'aller au-delà de zéro émissions nettes de CO_2 . Des émissions nettes négatives de CO_2 seront indispensables pour compenser les émissions résiduelles des autres GES.

LE DÉFI CONSIDÉRABLE DU SECTEUR DES TERRES

En seulement quelques décennies, le secteur mondial des terres va devoir passer de la « source nette » de CO_2 qu'il est aujourd'hui à un « puits net » capable d'absorber assez de CO_2 pour compenser les émissions résiduelles de CO_2 et celles des autres GES. Cela nécessitera de renforcer considérablement ses capacités d'absorption de CO_2 , notamment via l'arrêt de la déforestation nette, l'accroissement du stockage de carbone dans les sols agricoles, ainsi que la lutte contre l'artificialisation des sols. De plus, il faudra en parallèle lutter contre les impacts du changement climatique, notamment sur les forêts (risques croissants d'incendies, de sécheresse, de dépérissement et de maladies), et veiller à ce que le secteur des terres continue à jouer son rôle de réservoir de biodiversité.

LE DILEMME DES TECHNOLOGIES D'ÉMISSIONS NÉGATIVES

Le budget carbone estimé pour rester sous $1,5^\circ C$ est désormais tellement réduit que les mesures drastiques présentées précédemment ne suffiront probablement pas à atteindre zéro émissions nettes de GES avant d'avoir épuisé ce budget.

Il faudrait alors déployer des « technologies d'émissions négatives » permettant « l'élimination d'environ 100 à 1 000 Gt CO_2 au cours du XXI^e siècle. L'élimination du CO_2 serait utilisée pour compenser les émissions résiduelles et, dans la plupart des cas, pour atteindre des émissions nettes négatives afin de revenir à un réchauffement de $1,5^\circ C$ » (Giec, 2018). Retirer plus de CO_2 de l'atmosphère que l'on en émet permettrait alors de diminuer la concentration atmosphérique de CO_2 , et donc de réduire le réchauffement.

Ainsi, dans les scénarios qui permettent de limiter le réchauffement planétaire à $1,5^\circ C$ d'ici 2100, y compris au prix d'un dépassement temporaire à $1,6^\circ C$ ou $1,7^\circ C$, « les émissions anthropiques mondiales nettes de CO_2 » doivent devenir « égales à zéro vers 2050 », puis négatives après 2050. En parallèle, « les émissions de gaz autres que le CO_2 font l'objet de fortes réductions », jusqu'à parvenir à zéro émissions nettes de tous les GES autour de 2067, puis à des émissions nettes négatives jusqu'à la fin du siècle, d'après le Giec.

Plusieurs « technologies d'émissions négatives » sont envisagées. La plus souvent évoquée est la bioénergie avec captage et stockage du carbone : faire pousser de la biomasse sur de grandes surfaces, la brûler pour la transformer en bioénergie, capter le CO_2 lors de la combustion et le séquestrer durablement dans le sous-sol.

Néanmoins, ces technologies sont aujourd'hui quasi inexistantes, et leur déploiement massif sera « entravé par de nombreux obstacles en termes de faisabilité et de durabilité » sur les plans techniques et économiques, mais aussi sociaux et environnementaux : impacts potentiellement massifs sur l'utilisation des sols, la biodiversité, la sécurité alimentaire, etc. (Giec, 2018).

Cela renforce la nécessité de réduire encore plus vite les émissions dès aujourd'hui, afin de dépendre le moins possible à l'avenir de ces technologies très incertaines.

AGIR PLUS VITE ET PLUS FORT, EN GÉRANT LES INCERTITUDES

Ces deux dernières années, les objectifs ZEN se sont multipliés de la part d'États, mais aussi d'entreprises, de villes et de régions du monde entier. En incluant l'objectif ZEN 2050 de la future Administration Biden aux États-Unis, ce sont aujourd'hui 127 pays, responsables de 63 % des émissions mondiales de CO_2 , qui sont engagés d'une manière ou d'une autre dans des objectifs ZEN.

Cette dynamique est encourageante, mais elle reste insuffisante. En effet, la somme de ces engagements conduit à un réchauffement planétaire estimé à $2,1^\circ C$ à la fin du siècle, dans l'hypothèse favorable où ils seraient effectivement mis en œuvre. C'est encore au-dessus des objectifs de l'accord de Paris. Il va donc falloir accroître l'ambition climatique mondiale dans les dix prochaines années, en particulier de la part des « pays développés » (dont la France), conformément à l'équité climatique entre pays, un principe clé de l'accord de Paris.

NEUTRALITÉ CARBONE ? NEUTRALITÉ CLIMATIQUE ? ZEN ?

D'un objectif ZEN à l'autre, les termes employés ne désignent pas toujours les mêmes choses. La France, par exemple, entend la neutralité carbone non pas dans le sens restreint de « zéro émissions nettes de CO_2 », comme dans le glossaire du rapport spécial $1,5^\circ C$, mais dans le sens plus large de « zéro émissions nettes de tous les GES anthropiques » (article 1 de la loi énergie-climat du 8 novembre 2019).

La Commission européenne privilégie le terme de « neutralité climatique » pour désigner « zéro émissions nettes de tous les GES ». Le projet de loi Climat de l'Union européenne, en cours d'adoption, propose ainsi de parvenir à la « neutralité climatique » en 2050 à l'échelle des 27 États membres.

De son côté, la Chine a annoncé, en septembre 2020, vouloir parvenir à la « neutralité carbone » avant 2060, mais elle n'a pas encore précisé si cela concerne ses émissions de CO_2 uniquement ou de tous ses GES.

Contenir le réchauffement à 1,5 °C semble désormais compromis, et même 2 °C sera difficile. Mais «chaque dixième de degré gagné compte». Il faut donc privilégier les stratégies et investissements qui favorisent à la fois l'atténuation visant 1,5 °C et l'adaptation à au moins 2 °C.

Il est également nécessaire d'identifier les technologies et les infrastructures «susceptibles de verrouiller notre économie dans un chemin incompatible» avec l'objectif ZEN, et d'éviter dès aujourd'hui d'investir dans celles-ci (HCC, 2020). Par exemple, le gaz naturel, qui a pu être considéré comme une énergie de transition, émet beaucoup trop de CO₂ et de méthane pour être compatible avec une trajectoire ZEN.

Comme le souligne le rapport 1,5 °C du GIEC, mettre en œuvre ces stratégies ZEN exige «des transitions rapides et radicales dans les domaines de l'énergie, de l'aménagement des terres, de l'urbanisme, des infrastructures (y compris transports et bâtiments) et des systèmes industriels. Ces transitions systémiques sont sans précédent pour ce qui est de leur ampleur». La poursuite des objectifs ZEN ne sera sans doute pas de tout repos. Il est impératif qu'elle n'aggrave pas les inégalités socio-économiques et environnementales. ■

Martin Hervouët, chargé d'études
 département Économie (*Vincent Gollain, directeur*)
Erwan Cordeau, chargé d'études
 département Environnement (*Christian Thibault, directeur*)
Sophie Dedieu et Sandra Garrigou, chargées de projets
 département Énergie Climat (*Christelle Insergueix, directrice*)

RESSOURCES

- Giec, 5^e rapport d'évaluation, 2014.
- Giec, rapport spécial «Réchauffement planétaire de 1,5 °C», octobre 2018.
- Rogelj et al., «Zero emission targets as long-term global goals for climate protection», *Environmental Research Letters*, Vol. 10, n° 10, 2015.
- Constrain, «Zero IN ON the remaining carbon budget and decadal warming rates», *The Constrain Project, annual report*, 2019.
- Global Carbon Project, *Global Carbon Budget*, 2019.
- PNUE, rapport 2019 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions, novembre 2019.
- PNUE, *Emissions Gap Report 2020*, décembre 2020.
- Perrier et al., «L'objectif "zéro émissions nettes" de l'accord de Paris : signification et implications», *La Météorologie*, n° 103, novembre 2018.
- Climate Action Tracker, «Paris Agreement turning point. Wave of net zero targets reduces warming estimate to 2.1 °C in 2100», 01/12/2020.
- Usbek & Rica, «Rapport du Giec : "Chaque dixième de degré gagné compte"», octobre 2018.
- Haut Conseil pour le climat, «Redresser le cap, relancer la transition», rapport annuel 2020, juillet 2020.
- Martin Hervouët, «Vers un monde postcarbone ?», entretien avec Vaclav Smil, *Les Cahiers*, n° 158, L'Institut Paris Region, juin 2011, p. 205-207.

1. Article 2 de la convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), publiée en 1992 lors du Sommet de la Terre de Rio.
2. Selon le rapport spécial 1,5 °C du Giec, «les incertitudes concernant les estimations de ces budgets carbone restants sont importantes», car il faut aussi prendre en compte le rôle des autres GES anthropiques et des autres facteurs influant sur le climat (notamment les rétroactions entre le climat et le cycle du carbone).
3. En 2020, les émissions mondiales devraient baisser d'environ 7 % pour le CO₂, et d'un peu moins pour tous les GES [PNUE 2020]. Il s'agit cependant d'une réduction conjoncturelle et incidente liée à la pandémie de Covid-19 (mesures de confinement, baisse de la consommation et des déplacements, récessions économiques...), et non à des transformations structurelles et planifiées.

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION
 Fouad Awada
DIRECTRICE DE LA COMMUNICATION
 Sophie Roquette
MAQUETTE
 Jean-Eudes Tilloy
INFOGRAPHIE/CARTOGRAPHIE
 Élodie Beaugendre,
 Pascale Guery

MÉDIATHÈQUE/PHOTOTHÈQUE
 Inès Le Meledo, Julie Sarris
FABRICATION
 Sylvie Coulomb
RELATIONS PRESSE
 Sandrine Kocki
 33 (0)1 77 49 75 78

L'Institut Paris Region
 15, rue Falguière
 75740 Paris cedex 15
 33 (0)1 77 49 77 49
 ISSN 2724-928X
 ISSN ressource en ligne
 2725-6839

