

# Dérèglement climatique : L'HEURE DES CHOIX



**Document réalisé par le Groupe BPCE** – Direction de la Communication Groupe.  
BPCE, société anonyme à directoire et conseil de surveillance au capital de 180 478 270 euros.  
Siège social: 50, avenue Pierre-Mendès-France, 75201 Paris Cedex 13. RCS Paris n° 493 455 042. Tél.: +33 (0)1 584041 42.  
**Rédaction**: Anne-Laure Declaye. **Conception et réalisation**: Frédéric Konaté, Gaëlle Yollant.  
**Photos**: DR, Getty Images, BPCE.  
**Impression**: Les Editions de l'épargne. Imprimé sur du papier 100 % recyclé.



**P**arce qu'il constitue un des enjeux majeurs de notre époque, nous avons placé le climat au centre de notre plan stratégique BPCE 2024. Dans tous nos métiers, nous avons pris des engagements pour accompagner nos clients dans leur transition énergétique impliquant des transformations, souvent profondes de leurs modèles d'affaires et avons créé des outils pour mesurer ces efforts et respecter l'objectif de neutralité carbone que nous nous sommes fixé à 2050. Nous avons suivi le développement de la taxonomie européenne, qui permet de réorienter les flux d'investissements vers des activités plus durables et contribué à la réflexion collective lors de son élaboration par une analyse critique et constructive, en faisant part de notre souhait qu'elle s'étende à des objectifs de transition pour tenir compte des efforts menés par les entreprises les plus émissives et encourager leur passage à une économie bas carbone. L'Europe entend être exemplaire sur le climat, tenant des objectifs ambitieux de réduction de ses émissions de gaz à effet de serre. Le secteur financier, à commencer par les banques, est une partie de la solution. En tant que Groupe coopératif de banque universelle, nous sommes déterminés à jouer pleinement notre rôle et prendre notre part à cette transformation avec les Banques Populaires, les Caisses d'Épargne, Casden, Crédit Coopératif, Banque Palatine, Natixis Corporate & Investment Banking et Natixis Investment Managers.

De multiples initiatives et innovations se multiplient dans les territoires, faisant du Groupe BPCE, avec son modèle entrepreneurial et décentralisé, un acteur clé de la transition et un partenaire de choix pour les collectivités et les entreprises de toutes tailles qui œuvrent pour une transition économique durable et socialement juste mais aussi pour tous nos clients particuliers que nous voulons accompagner dans toutes leurs démarches, notamment de rénovation énergétique et de mobilité douce. Nous avons fait beaucoup. Nous devons faire encore plus.

Ce document qui vous est proposé s'appuie sur des rapports scientifiques décrivant l'urgence, pour les gouvernements du monde entier, de mettre en œuvre des actions d'atténuation pour contenir le réchauffement climatique et les actions d'adaptation nécessaires qui en découlent. Il a vocation à conforter notre analyse et notre compréhension du dérèglement climatique, ses causes et conséquences. Composé de trois chapitres, il vise à renforcer notre vision partagée de l'avenir fondée sur une conception commune des enjeux qui se présentent à nous, afin que nous puissions apporter rapidement des réponses collectives adaptées à tous les secteurs économiques concernés. Trois chapitres pour une même histoire. Bonne lecture.

**Laurent Mignon,**  
**Président du directoire**  
**Groupe BPCE**

# SOMMAIRE



[PARTIE 1]

## COMPRENDRE

- 1 Un objectif: la neutralité carbone d'ici à 2050** ..... p. 7
  1. L'accord de Paris, la référence à atteindre ..... p. 7
  2. 2020-2030: une décennie cruciale ..... p. 11
  3. Rééquilibrer le bilan énergétique de la Terre ..... p. 13



[PARTIE 2]

## AGIR

- 1 Quels systèmes énergétiques pour quelle société?** ..... p. 18
  1. Émettre moins, c'est consommer moins ..... p. 18
  2. (Re)bâtir un mix électrique français bas carbone, une urgence absolue ..... p. 19
  3. Les énergies renouvelables, incontournables mais... p. 21  
... intermittentes ..... p. 22
  
- 2 Accompagner les mutations sectorielles** ..... p. 24
  1. Transports: le grand chambardement ..... p. 24
  2. Immobilier: un secteur à réinventer ..... p. 27
  3. Filière alimentaire et secteur agricole, un système à faire évoluer ..... p. 29

# EXECUTIVE SUMMARY

**A**tteindre la neutralité carbone d'ici à 2050, c'est le point de passage pour maintenir le réchauffement climatique en dessous d'1,5 °C à l'horizon 2100 par rapport aux niveaux de température préindustriels. C'est l'objectif collectif qui a été inscrit à l'accord de Paris lors de la COP21, en 2015, et réitéré lors de la COP26 à Glasgow en novembre 2021: rester nettement en dessous de 2 °C et tendre vers 1,5 °C. C'est l'objectif poursuivi par l'Union Européenne et donc par la France dans sa stratégie nationale bas carbone (SNBC), qui, secteur par secteur, passe en revue les actions essentielles à mettre en œuvre sur la décennie et à plus long terme, d'ici à 2050.

Sans prétendre à l'exhaustivité, ce livret dresse en trois chapitres, une synthèse de l'état actuel des connaissances scientifiques sur le dérèglement climatique, ses causes et ses conséquences. Il vise à apporter au lecteur des clés de compréhension des enjeux auxquels nous sommes confrontés et des pistes d'action permettant d'engager la transition environnementale, économique et sociale nécessaire à la réussite de cette entreprise commune.

## Un objectif de neutralité carbone d'ici à 2050

Ce chapitre est consacré à la mise en évidence de :

- la relation entre augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et augmentation de la température à la surface de la Terre ;
- la responsabilité des activités humaines dans ce déséquilibre du bilan énergétique due à l'exploitation exponentielle des ressources fossiles et aux changements d'affectation des terres allant de pair avec un doublement observé de la population mondiale depuis 50 ans ;
- les conséquences de cet effet de serre additionnel sur le monde physique et sur le monde vivant, les sociétés humaines et les services écosystémiques dont elles dépendent.

## Quels systèmes énergétiques pour quelle société ?

Ce chapitre s'attache principalement à la transition énergétique en France et montre l'importance de :

- baisser la demande en énergie, par plus d'efficacité énergétique et par plus de sobriété dans les modes de vie ;
- décarboner la production d'électricité, en développant les énergies renouvelables, le solaire et l'éolien en particulier, tout en maintenant les énergies bas carbone comme le nucléaire ;
- décarboner l'économie dans son ensemble, très dépendante des énergies fossiles malgré un mix électrique français largement décarboné ;

- poursuivre le soutien à l'innovation et aux technologies de rupture, même si leur généralisation n'est pas immédiate.

## Accompagner les mutations sectorielles

Ce chapitre propose un éclairage sur trois secteurs prioritaires à décarboner :

- le transport, routier en grande majorité, qui implique de nombreux changements dépassant l'industrie automobile en cours de transformation et dépendant particulièrement de l'urbanisme, de l'aménagement du territoire, de la démographie, du marché du travail et des choix modaux des utilisateurs ;
- l'immobilier, principalement le logement, qui doit effectuer un grand saut à la fois dans la construction et la rénovation, énergétique en premier lieu, tout en répondant aux objectifs zero artificialisation nette d'ici à 2050 sur fond de démographie croissante et de dynamiques de l'emploi géographiquement disparates ;
- l'agriculture et la filière alimentaire, qui doivent opérer une mutation très forte. Ce secteur fait partie du problème comme de la solution et revêt un enjeu stratégique majeur avec la nécessaire sécurité alimentaire des populations, au moment où le changement climatique amorcé met à rude épreuve les cultures et les sols, et dans un environnement géopolitique devenu incertain.





**(PARTIE 1)**

# COMPRENDRE



# 1 UN OBJECTIF : LA NEUTRALITÉ CARBONE D'ICI À 2050

## 1. L'ACCORD DE PARIS, LA RÉFÉRENCE À ATTEINDRE

Les trois volets du 6<sup>e</sup> rapport du Giec<sup>1</sup>, publiés respectivement en août 2021, en février et en avril 2022 ont de nouveau confirmé que le réchauffement climatique observé depuis la période 1850-1900, soit environ 1,1 °C en moyenne sur Terre, provenant de l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, était « sans équivoque » d'origine anthropique. Les sociétés humaines ont une telle influence sur l'environnement que leur a été dédiée une ère géologique, « l'Anthropocène », alors même que l'échelle de temps considérée n'a rien de commun avec les périodes géologiques passées.

Si elles ont très peu d'effet sur les variations du principal gaz à effet de serre présent dans l'atmosphère, la vapeur d'eau, les activités humaines ont un

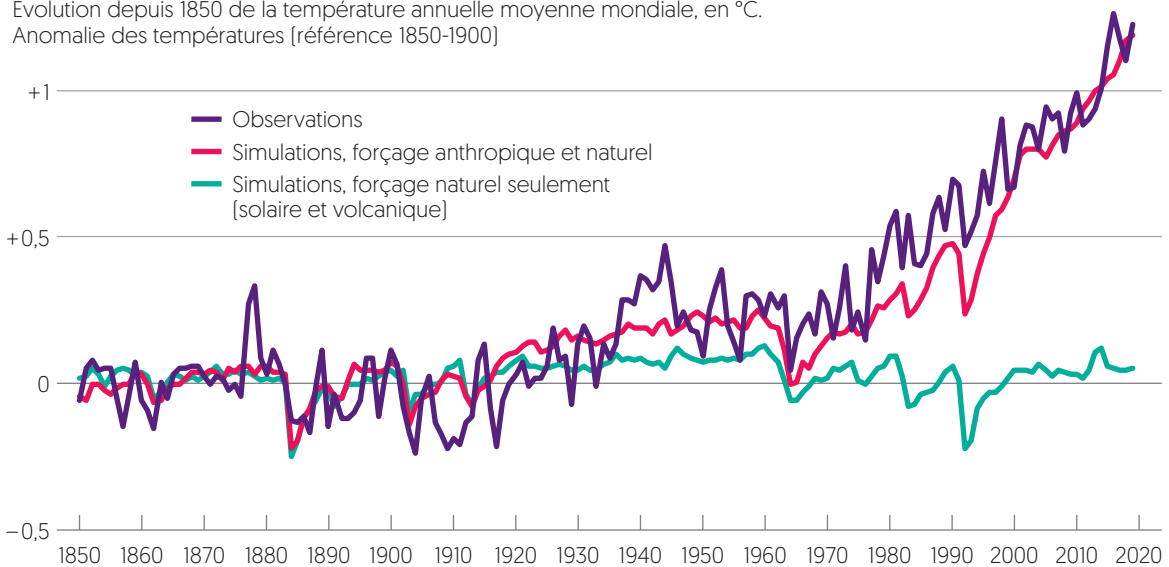
immense impact sur les autres gaz : le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), bien sûr, mais aussi le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), les gaz fluorés (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>) et le trifluorure d'azote (NF<sub>3</sub>). L'augmentation de la concentration de ces derniers, due à un déséquilibre entre les émissions de GES et les capacités d'absorption de ces mêmes gaz, perturbe l'effet de serre naturel de la Terre en entraînant un déséquilibre de son bilan énergétique (ce qu'on appelle forçage radiatif) et provoquant l'élévation de sa température en surface.

En 2015, 189 États ont ratifié l'accord de Paris visant à « maintenir l'augmentation de la température mondiale nettement en dessous de 2 °C d'ici à 2100 par rapport aux niveaux préindustriels et poursuivre les efforts en vue de limiter cette augmentation à 1,5 °C », objectif réaffirmé en

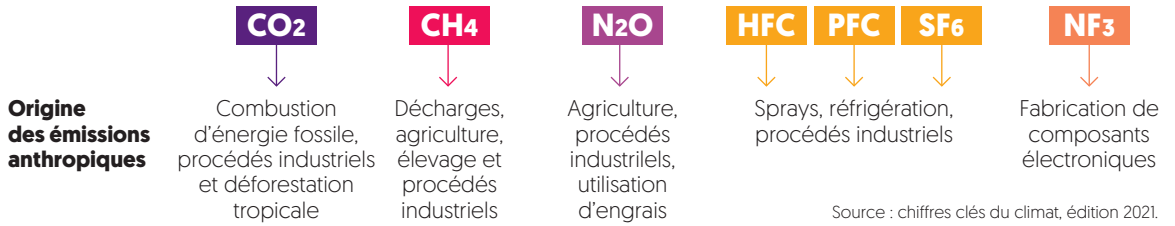
<sup>1</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec).

## Une augmentation de la température de 1,1°C en moyenne sur Terre depuis le début de l'ère industrielle

Évolution depuis 1850 de la température annuelle moyenne mondiale, en °C.  
Anomalie des températures (référence 1850-1900)



Source : Giec, 1<sup>er</sup> groupe de travail, 2021.



novembre 2021 lors de la COP 26 qui s'est tenue à Glasgow. Pour respecter cet objectif, il existe un point de passage : atteindre la neutralité carbone à l'échelle planétaire en 2050 - à savoir, atteindre l'équilibre entre les émissions de CO<sub>2</sub> anthropiques et les absorptions de CO<sub>2</sub> anthropiques. Et si la notion ne recouvre que les émissions de CO<sub>2</sub>, ce dernier (qui, bien qu'ayant le plus petit pouvoir de réchauffement global, est celui qui a contribué le plus au réchauffement climatique, du fait des importantes quantités émises et de sa durée de vie dans l'atmosphère), n'est pas l'unique responsable du réchauffement climatique. Les autres gaz sont bien, eux aussi, à considérer

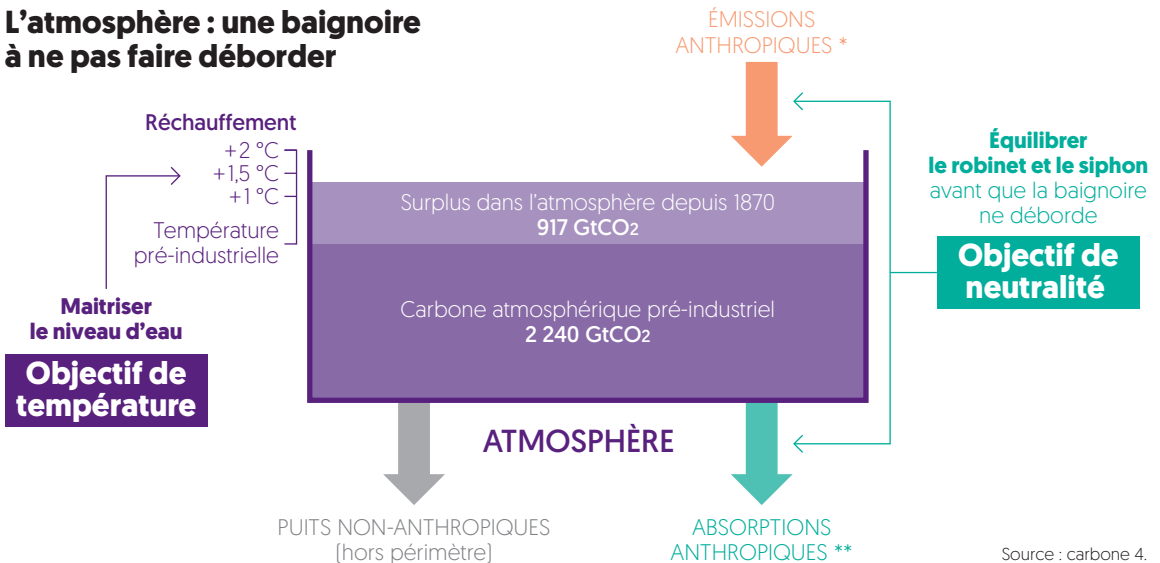
dans la réponse à apporter au défi climatique. C'est le cas du méthane (*lire chapitre 3*), qui a d'ailleurs fait l'objet d'un accord spécifique <sup>2</sup> lors de la COP26.

**L'atmosphère ou la métaphore de la baignoire.** Dans son rapport « Net Zéro initiative, un référentiel pour une neutralité carbone collective <sup>3</sup> », le cabinet de conseil Carbone 4 explique le lien entre la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère et l'augmentation de la température mondiale avec l'image d'une baignoire (l'atmosphère) dont le niveau d'eau (la concentration de CO<sub>2</sub>) ne doit pas dépasser une certaine hauteur, au risque de la faire déborder (dépasser

l'objectif de température). Stabiliser la quantité d'eau dans la baignoire revient donc à équilibrer les flux entrants (le robinet) et sortants (le siphon). « L'objectif de température est un objectif en stock qui porte sur la quantité totale d'eau dans la baignoire. L'objectif de neutralité carbone est un objectif en flux qui porte sur l'équilibre entrée/sortie entre le robinet et le siphon. Une condition nécessaire à l'atteinte du premier est de valider le second suffisamment vite. »

<sup>2</sup> Accord signé par 80 pays pour diminuer de 30 % les émissions de méthane d'ici à 2030 (vs. 2020).  
<sup>3</sup> Carbone-4-Referentiel-NZI-avril-2020.pdf (carbone4.com).

## L'atmosphère : une baignoire à ne pas faire déborder



\* correspondant à celles qui restent effectivement dans l'atmosphère une fois que les puits de carbone non-anthropiques, l'océan et le continent, ont joué leur rôle en absorbant environ la moitié des émissions anthropiques totales.  
 \*\* correspondant aux émissions absorbées par des puits de carbone anthropiques, naturels ou artificiels, inexistantes à ce jour.

Au cours des 150 dernières années, les activités humaines ont ajouté à la quantité déjà présente (2 240 Gt CO<sub>2</sub>) relativement stable, 917 Gt CO<sub>2</sub> supplémentaires dans l'atmosphère (ce qui correspond à une hausse de température de 1,1 °C), portant la concentration de CO<sub>2</sub> à environ 3 150 Gt de CO<sub>2</sub> (source : Carbone 4). Gt pour gigatonnes, ce qui correspond à des milliards de tonnes.





[PARTIE 1]

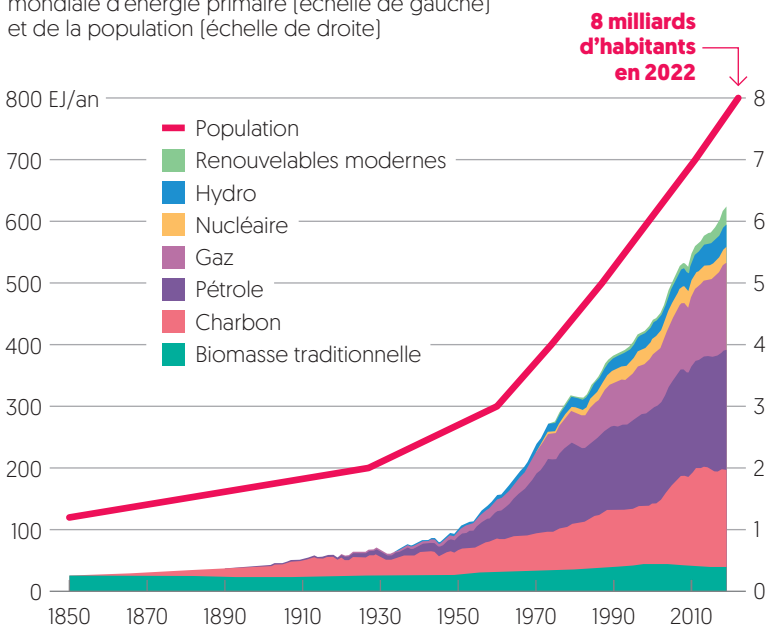
COMPRENDRE

## Une consommation d'énergie corrélée à l'évolution démographique

Évolution depuis 1850 de la consommation mondiale d'énergie primaire (échelle de gauche) et de la population (échelle de droite)

### Des émissions de GES qui ne cessent d'augmenter...

Les émissions nettes de GES mondiales d'origine anthropique n'ont cessé de poursuivre leur ascension et ont atteint un niveau record en 2019<sup>4</sup> de 59,1 Gt d'équivalent CO<sub>2</sub><sup>5, 6</sup> UTCATF compris (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie<sup>7</sup>). Elles ont augmenté de 54 % depuis 1990 et de 80 % depuis 1970. Une hausse spectaculaire à mettre en parallèle avec une explosion de la demande en énergie, allant de pair avec un doublement de la population mondiale sur la période.



EJ = exajoules = 10<sup>18</sup> joules. Sources : Ined, IFP.

## Les émissions nettes d'origines anthropiques ont continué à augmenter pour tous les GES

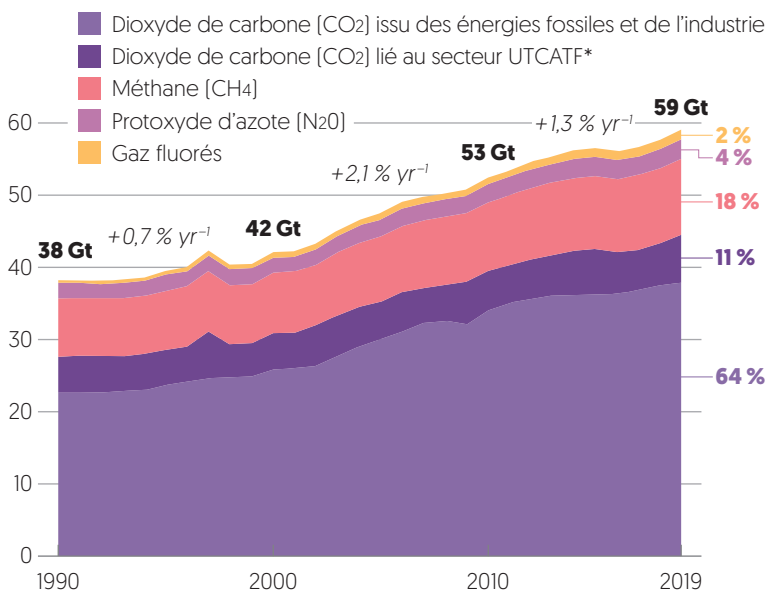
Sources des émissions de gaz à effet de serre depuis 1990, en GtCO<sub>2</sub>-eq yr<sup>-1</sup>

<sup>4</sup> Données 2020 non encore disponibles.

<sup>5</sup> Émissions Gap Report 2020.

<sup>6</sup> L'équivalent CO<sub>2</sub> (eq CO<sub>2</sub>) est une unité créée par le Giec pour comparer les impacts de ces différents GES en matière de réchauffement climatique et pouvoir cumuler leurs émissions.

<sup>7</sup> Le secteur UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) ou LULUCF en anglais (pour Land use, land-use change, and forestry) permet de rapporter les flux de CO<sub>2</sub> entre différents réservoirs terrestres et l'atmosphère qui ont lieu sur les surfaces gérées d'un territoire. Il peut ainsi constituer une source nette ou un puits net de CO<sub>2</sub>. Ce secteur reflète notamment les émissions et absorptions liées à l'utilisation des terres (croissance, mortalité de la biomasse et prélèvement de bois en forêt; impacts des changements de pratiques agricoles sur les sols cultivés, etc.) et aux changements d'utilisation des terres (déforestation, afforestation, artificialisation des sols, etc.)



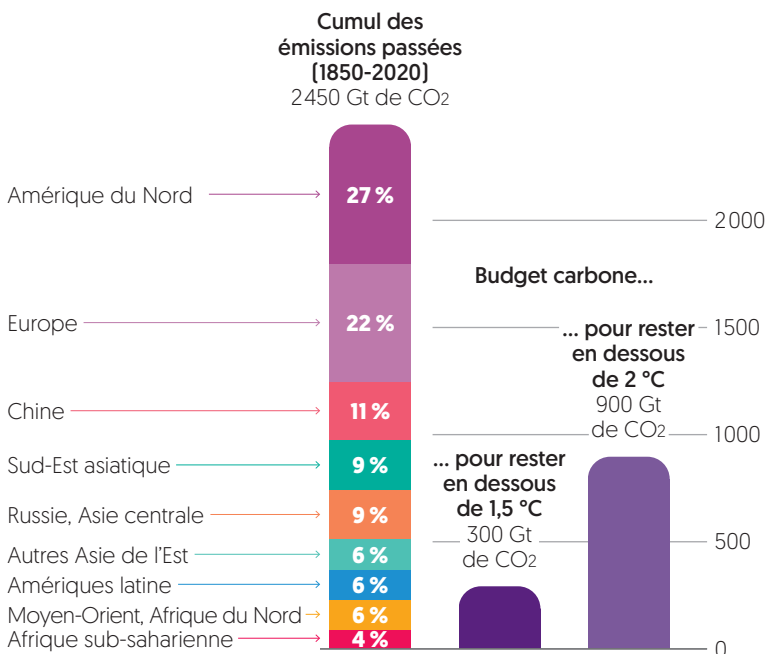
\* Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie. Source : Giec, AR6, WGIII.

Évidemment, tous les pays ne portent pas les mêmes responsabilités quant aux émissions passées et actuelles, présument que l'effort nécessaire à leur réduction ne peut être uniforme<sup>8</sup>. Les États-Unis et l'Europe représentent à eux seuls, près de la moitié des émissions nettes cumulées de CO<sub>2</sub> depuis 1850 (environ 2 450 Gt CO<sub>2</sub> à 2020<sup>9</sup>). Cependant, la Chine est désormais le premier émetteur, pesant pour 30 % environ des émissions de CO<sub>2</sub> au niveau mondial (2018), devant les États-Unis, (14 %), l'Union européenne (8 %) et l'Inde (7 %). Si, en moyenne, les émissions ramenées à la population sont de 5,0 tonnes de CO<sub>2</sub> par an, elles présentent de très larges disparités géographiques, entre un habitant d'Afrique subsaharienne (0,8 t) et des États-Unis (16,1 t<sup>10</sup>). En France, les émissions par habitant sont de 5 t de CO<sub>2</sub>eq, mais l'empreinte carbone d'un français est estimée à 9,9 t CO<sub>2</sub>eq (pour un objectif 2050 de 2,0 t de CO<sub>2</sub>eq), démontrant l'importance du poids des émissions importées. Dans un même pays, les inégalités sont également fortes. Le défi collectif consiste donc à réduire massivement les émissions sans faire peser de façon disproportionnée le poids de la transition écologique sur les populations les plus vulnérables, d'où la nécessité d'une transition juste. Des efforts doivent être déployés afin de prévenir, réduire ou compenser les impacts sociaux négatifs découlant de la transition bas carbone, en particulier sur l'emploi, le droit à la mobilité ou au chauffage.

Si 80 ans nous séparent de la fin de ce siècle, moins de 10 ans, à émissions constantes, nous séparent d'un réchauffement global à 1,5 °C et une vingtaine d'années, d'un réchauffement à 2 °C. Selon des projections récentes, notre budget carbone<sup>11</sup> restant pour limiter la hausse de la température à 1,5 °C ou à 2 °C ne serait donc plus, respectivement, que de 300 milliards et 900 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> supplémentaires au niveau mondial<sup>12</sup>.

## Des responsabilités inégales face aux émissions passées

Émissions en milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>



Le graphe montre les émissions historiques par régions du monde (graphe de gauche) et le budget carbone restant (au centre et à droite) pour avoir 83 % de chances de rester en dessous de 1,5 °C et 2 °C d'après le 6<sup>e</sup> rapport du Giec [2021]. Les émissions tiennent compte des émissions importées de biens et services d'autres régions.

Source : Chancel, 2021. Données historiques de PRIMAP-hist dataset.

<sup>8</sup> L'AIE rappelle dans son analyse « Net Zéro by 2050 » que les réductions des émissions de CO<sub>2</sub> et l'atteinte de la neutralité carbone doivent aller de pair avec l'accès à l'énergie pour tous d'ici à 2030, soit de l'électricité pour 785 millions de personnes qui en sont privées et des solutions de cuissons pour pas moins de 2,6 milliards d'êtres humains.

<sup>9</sup> Sur ces émissions, environ 60 % ont été absorbés par l'océan et la biomasse continentale (réservoirs considérés comme non anthropiques car non gérés par l'Homme) d'où le niveau approximatif de 917 Gt CO<sub>2</sub> présent en surplus dans l'atmosphère.

<sup>10</sup> La comptabilisation des émissions en fonction de la consommation attribue les émissions de la production d'un bien à l'endroit où le bien est consommé. Ainsi, si un bien est produit dans le pays A, mais consommé dans le pays B, les émissions associées à la production de ce bien sont attribuées au pays B. Cette méthode contraste avec la comptabilisation traditionnelle des émissions territoriales ou fondées sur la production, qui attribue toutes les émissions qui se produisent dans un pays à ce pays.

<sup>11</sup> Un budget carbone correspond à une quantité maximale d'émissions de CO<sub>2</sub> pour laquelle il y a une probabilité raisonnable d'éviter la hausse moyenne des températures au-dessus d'un certain niveau.

<sup>12</sup> Microsoft Word - Chancel2021CarbonInequality-Study-Online-22-12-21.docx (wid. world).



[PARTIE 1]

COMPRENDRE



## CLIMAT ET BIODIVERSITÉ, MÊME COMBAT

Le Giec (IPCC en anglais) et l'IPBES<sup>13</sup> ont mis en évidence, pour la première fois, dans un rapport commun publié en juin 2021<sup>14</sup>, les liens complexes entre climat et biodiversité soulignant que, en ayant été traités longtemps séparément, les deux sujets ont eu des impacts négatifs l'un sur l'autre. Le rapport démontre la nécessité de gérer « perte de biodiversité » et « changement climatique » de façon intégrée, comme un seul et même système présentant des racines communes (déforestation, changement d'affectation des terres...) et des liens étroits de rétroaction. Le rapport appelle ainsi à protéger et restaurer les écosystèmes riches en carbone pour à la fois atténuer le réchauffement climatique et protéger la biodiversité, et invite à mettre en place des pratiques de gestion durable des terres agricoles et des écosystèmes forestiers et marins.

Ne nous y trompons pas toutefois. Si la différence entre 1,5 °C ou 2 °C est significative en termes de budget carbone restant, elle l'est aussi en matière d'impacts. Le Giec a montré dans ses rapports que chaque demi-degré compte et que les conséquences attendues d'une augmentation moyenne de 1,5 °C ne sont pas du tout les mêmes que celles d'une hausse de 2 °C.

... **aux conséquences déjà visibles**  
Même 1,5 °C, c'est déjà beaucoup. Dans le deuxième volet de son 6<sup>e</sup> rapport publié en février 2022, le Giec examine partout dans le monde les impacts du changement climatique - pour certains irréversibles ou proches de l'être - sur la nature et les sociétés humaines. Il y rappelle la menace que celui-ci constitue pour la sécurité alimentaire, le bien-être et la santé physique et mentale des populations, et l'extrême urgence à mettre en place des actions mondiales en matière d'atténuation et d'adaptation, assurant que tout retard accentuera le risque de manquer la brève fenêtre d'opportunité permettant d'assurer un avenir viable et durable pour tous. Une nouvelle alerte, s'il en fallait, sur les conséquences de l'inaction pour les générations actuelles et futures.

En effet, les impacts sont désormais visibles et se manifestent régulièrement par différents événements climatiques plus ou moins extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones), partout dans le monde. Et il ne s'agit pas seulement d'une hausse de température, prévient le Giec, mais de l'élévation du niveau des mers<sup>15</sup>, de la modification du régime des pluies, du dégel de pergélisol<sup>16</sup>, de la fonte des glaciers et calottes glaciaires<sup>17</sup>, de l'acidification des océans<sup>18</sup>, de la qualité et de la disponibilité de l'eau, de la qualité des sols, de l'érosion de la biodiversité...

## 2. 2020-2030: UNE DÉCENNIE CRUCIALE

### 2.1 Actions radicales requises pour l'atténuation

La réalité est pour l'heure, peu rassurante. D'après le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE)<sup>19</sup>, « les engagements nationaux [à juillet 2021, avant la COP 26, NDLR] en matière de climat, combinés à d'autres mesures d'atténuation, placent le monde sur une trajectoire d'augmentation de la température mondiale de 2,7 °C d'ici à la fin du siècle. Un chiffre qui dépasse large-

<sup>13</sup> Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.

<sup>14</sup> <https://www.ipbes.net/events/ipbes-ipcc-co-sponsored-workshop-report-biodiversity-and-climate-change>.

<sup>15</sup> Environ 30 % de l'élévation du niveau des mers est due à la dilatation causée par l'augmentation de la température de l'eau.

<sup>16</sup> Situé principalement dans l'hémisphère Nord (au Canada et en Sibérie pour l'essentiel) où il représente une surface actuelle d'environ 15 millions de kilomètres carrés, soit 20 à 25 % des terres émergées, il renfermerait, selon les estimations du Giec, entre 1 480 et 1 600 Gt de carbone organique, pouvant transférer ainsi dans l'atmosphère, CO<sub>2</sub> et méthane en quantité. Transfert, qui participerait lui-même au réchauffement climatique.

<sup>17</sup> Confirmation par l'OMM d'un nouveau record de chaleur de 38 °C dans l'Arctique | Organisation météorologique mondiale (wmo.int).

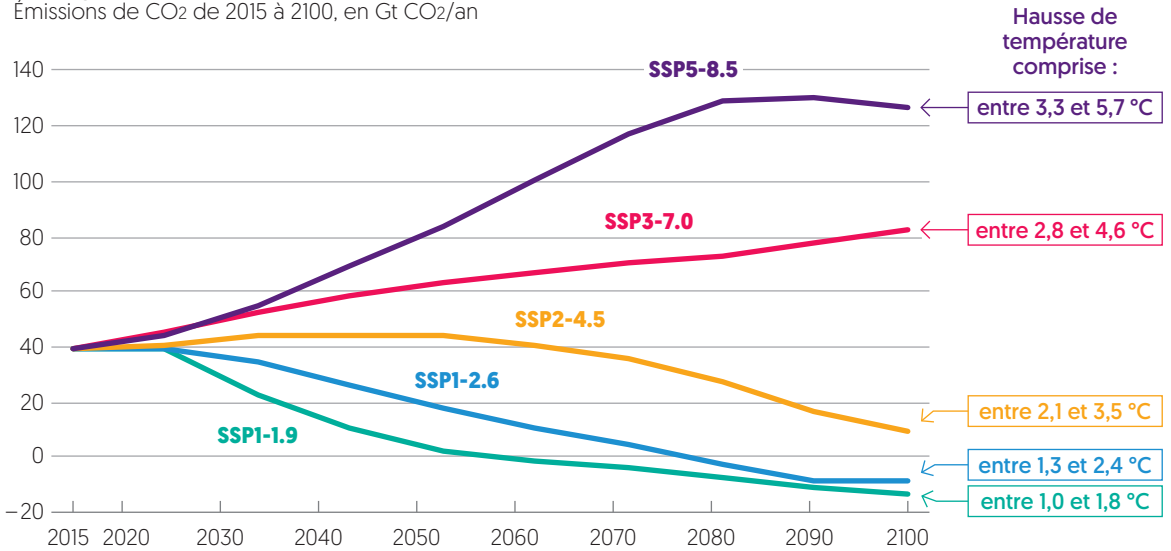
<sup>18</sup> Le pH de surface a diminué à l'échelle mondiale au cours des 40 dernières années, au point qu'il est aujourd'hui plus bas qu'il n'a jamais été depuis au moins 26 000 ans. État du climat en 2021 : des phénomènes météorologiques extrêmes et de lourdes conséquences | Organisation météorologique mondiale (wmo.int).

<sup>19</sup> Rapport 2021 sur l'écart entre les besoins et les perspectives en matière de réduction des émissions.



## La trajectoire de nos émissions actuelles et futures détermine la trajectoire de température à la fin de ce siècle

Émissions de CO<sub>2</sub> de 2015 à 2100, en Gt CO<sub>2</sub>/an



**SSP5-8.5** : scénario avec des émissions de CO<sub>2</sub> très élevées menant de façon très probable à une hausse des températures comprises entre 3,3 et 5,7 °C à long terme.

**SSP3-7.0** : scénario avec des émissions de CO<sub>2</sub> élevées menant de façon très probable à une hausse des températures comprises entre 2,8 et 4,6 °C à long terme.

**SSP2-4.5** : scénario intermédiaire avec des niveaux d'émissions similaires à ceux d'aujourd'hui jusqu'en 2050 menant de façon très probable à une hausse des températures comprises entre 2,1 et 3,5 °C à long terme.

**SSP1-2.6** : scénario avec de basses émissions de CO<sub>2</sub> menant de façon très probable à une hausse des températures comprises entre 1,3 et 2,4 °C à long terme.

**SSP1-1.9** : scénario avec de très basses émissions de CO<sub>2</sub> menant de façon très probable à une hausse des températures comprises entre 1,0 et 1,8 °C à long terme.

Source : Giec, AR6, WGI, 2021.

ment les objectifs de l'accord de Paris sur le climat et conduirait à des changements catastrophiques du climat de la Terre. Pour maintenir le réchauffement climatique en dessous de 1,5 °C ce siècle, le monde doit réduire de moitié les émissions annuelles de gaz à effet de serre au cours des huit prochaines années ». Cette décennie se révèle donc cruciale pour engager l'action nécessaire au respect des objectifs de l'accord de Paris, exigeant des transitions systémiques sans précédent, visant à réaliser au niveau mondial des réductions d'émissions de rythme et d'ampleur considérables, de l'ordre de -5 % à -7 % par an, selon le Giec<sup>20</sup>.

Si, depuis, certains États ont renforcé leurs objectifs durant la COP 26, dont la Chine (neutralité carbone d'ici à 2060), l'Inde (neutralité carbone d'ici

à 2070) et le Brésil (réduction des émissions carbone de 50 % d'ici à 2030), les engagements au niveau mondial, sauf à considérer les scénarios les plus optimistes (respect de l'ensemble des promesses dans leur intégralité et en temps et en heure), restent très largement insuffisants pour contenir le réchauffement climatique dans les limites définies par l'accord de Paris.

Tout retard pris dans l'action à mener pour inverser la tendance mettra la trajectoire Net Zéro d'ici à 2050 hors de portée, rappelle aussi de son côté l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans son rapport « Net Zéro by 2050 »<sup>21</sup>. Des efforts inédits à entreprendre, qui nécessitent, qui plus est, que les économies avancées atteignent la neutralité carbone avant les pays en développement, tout en

<sup>20</sup> Selon le dernier volet du rapport du Giec, les émissions nettes de GES doivent, dans le cas d'un scénario limitant le réchauffement climatique à 1,5 °C, atteindre leur pic avant 2025 et diminuer, de 43 % (médiane) d'ici à 2030 et de 84 % d'ici à 2050.

<sup>21</sup> Net Zéro by 2050 – Analysis - IEA.



[PARTIE 1]

COMPRENDRE

## Pour maintenir l'objectif de l'accord de Paris, le monde doit réduire de moitié les émissions annuelles de gaz à effet de serre au cours des huit prochaines années (ONU).

les aidant, en particulier financièrement, à y parvenir. Sans quoi l'humanité sera confrontée à un risque non négligeable de ne plus être en capacité de s'adapter aux effets du dérèglement climatique - y compris dans un scénario de réchauffement de 1,5 °C.

### 2.2 Actions immédiates requises pour l'adaptation

Si la décennie 2020-2030 est celle de l'atténuation, qui conditionne notre réussite à infléchir la trajectoire de température, elle est et sera aussi celle de l'adaptation <sup>22</sup>, nécessaire pour gérer le changement, inéluctable. L'humanité va devoir composer de plus en plus avec l'imprévisible, avec des aléas climatiques de plus en plus fréquents et de plus en plus violents, affectant nos cultures, remettant en question nos économies, nos techniques et nos organisations sociales. En somme, adopter une posture de résilience. Définie par le Giec comme « une démarche d'ajustement à l'évolution du climat, actuelle ou attendue, et à ses conséquences, afin d'en atténuer les dommages et d'exploiter les effets bénéfiques <sup>23</sup> », l'adaptation au changement climatique est désormais indispensable <sup>24</sup>.

D'où la nécessité de prendre collectivement la mesure du problème, d'anticiper ses conséquences et de mettre en place des stratégies d'adaptation donnant la priorité à l'équité et la justice alors que les vulnérabilités au changement climatique sont inégalement réparties entre les régions

du monde (l'Afrique étant, bien que la moins responsable, la plus touchée et la moins en mesure d'y faire face, mais l'Europe étant loin d'être épargnée) et entre les populations. Cela comprend donc des actions structurelles, institutionnelles, écologiques et comportementales, dans tous les secteurs et à tous les niveaux, du global au local, en fonction des écosystèmes régionaux.

### 3. RÉÉQUILIBRER LE BILAN ÉNERGÉTIQUE DE LA TERRE

Limiter l'intensité du réchauffement climatique revient à limiter la quantité cumulée des GES dans l'atmosphère. D'une part, en réduisant drastiquement les sources d'émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique : celles issues des énergies fossiles (qui dégagent une quantité de carbone jusqu'ici stockée dans des réservoirs fossiles géologiques), de la déforestation mais aussi de l'agriculture (qui déplacent une quantité de carbone jusqu'ici stockée dans la biomasse) ; d'autre part, en augmentant les réservoirs ou puits permettant leur absorption, par des procédés naturels (comme la reforestation, l'afforestation, une gestion durable des sols) ou par des procédés artificiels en développant des solutions technologiques.

#### 3.1 Les énergies fossiles sur le banc des accusés

Elles ont autorisé un développement sans précédent du parc de machines

mondial, amplifiant à mesure d'innovations, les capacités techniques des sociétés humaines. Les énergies fossiles ont permis aux populations des pays développés de disposer, à rythme exponentiel, d'infrastructures industrielles à grande échelle (routes, voies ferrées, hôpitaux ou encore stations d'épuration...) participant à l'amélioration des niveaux de vie et de confort matériels. Mais la consommation d'énergie permettant ces transformations heurte les frontières planétaires. Car le mix énergétique primaire <sup>25</sup> est dominé, au niveau mondial, par les trois énergies fossiles que sont le pétrole, le charbon et le gaz naturel - à elles trois, elles représentent 81 % du total - grandes émettrices de CO<sub>2</sub>.

<sup>22</sup> [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15\\_Full\\_Report\\_High\\_Res.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_High_Res.pdf)

<sup>23</sup> sr15\_glossary.pdf (ipcc.ch)

<sup>24</sup> [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGII\\_FinalDraft\\_FullReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf)

<sup>25</sup> Le terme de mix énergétique (ou bouquet énergétique) désigne la répartition des différentes sources d'énergies primaires utilisées pour les besoins énergétiques dans une zone géographique donnée.

Et la combustion de ces énergies fossiles ainsi que les procédés industriels représentent 65 % des émissions totales de GES, charbon et pétrole en tête.

L'urgence est donc bien de réduire fortement le recours aux énergies fossiles et réorienter les flux d'investissement vers les énergies bas carbone, ce qui implique également d'accompagner les entreprises opérant majoritairement dans ces secteurs dans leur transformation.

### 3.2 La production d'électricité, grande part du problème...

En 2019, la production d'électricité était le premier secteur émetteur de CO<sub>2</sub> dans le monde dû à la combustion d'énergie, avec 41 % du total des émissions. Les transports et l'industrie (y compris la construction) suivent avec une part respective de 24 % et 19 %.

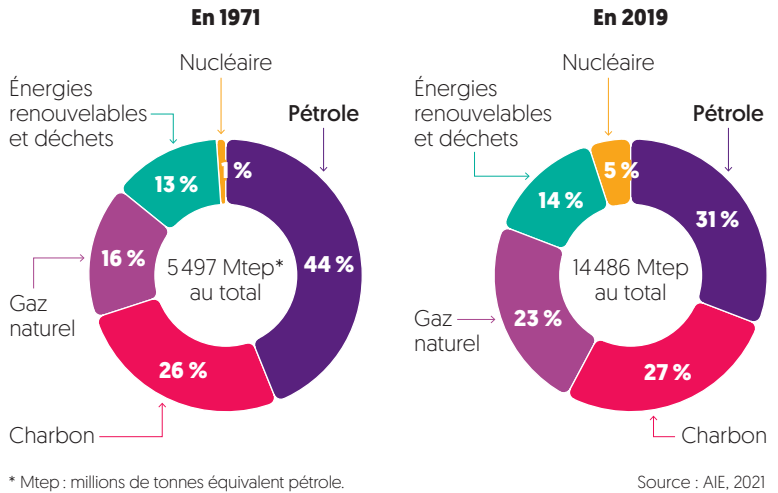
S'agissant de la France, les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la production d'électricité ne représentent que 12 % des émissions dues à la combustion d'énergie, l'électricité étant majoritairement décarbonée sur le territoire français grâce à l'énergie nucléaire qui assure à ce jour environ 70 % de sa production d'électricité. Son parc nucléaire, désormais pour partie en fin de vie, lui a conféré par le passé un avantage certain vis-à-vis de ses voisins européens.

### ... et grande part de la solution?

C'est l'idée qui ressort régulièrement de rapports internationaux comme nationaux (*lire chapitre 2*). L'AIE attribue un rôle clé à l'électricité dans la transition, dans tous les secteurs (le transport, le bâtiment, l'industrie) à condition qu'elle se décarbone suffisamment vite (d'ici à 2040), grâce au déploiement très rapide des énergies

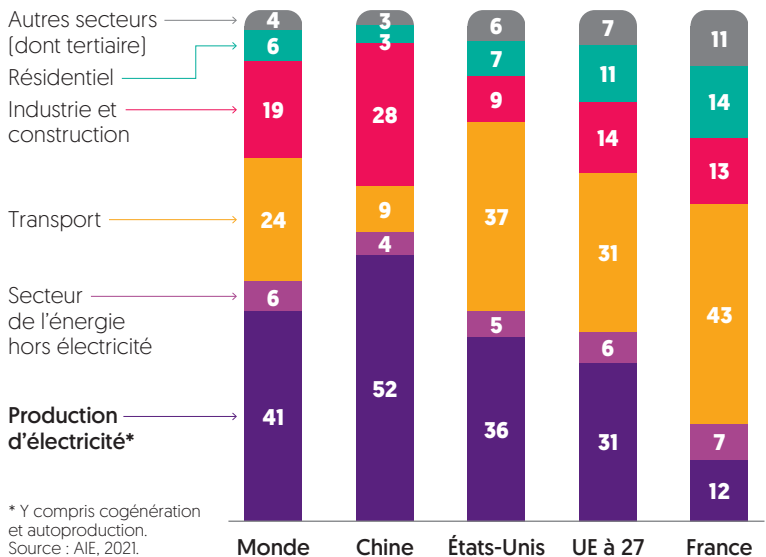
## Un mix énergétique primaire mondial à 80 % fossile

Mix énergétique primaire dans le monde en 1971 et en 2019



## La production d'électricité, plus gros contributeur des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie

Origine des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergie dans le monde en 2019, en %







[PARTIE 1]

COMPRENDRE



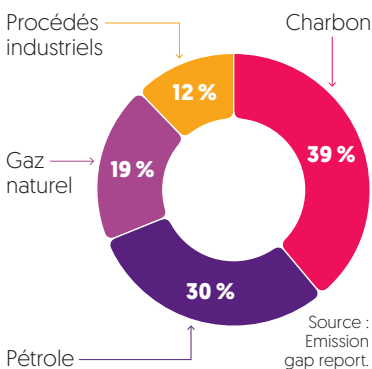
## ET DEMAIN ?

### Le captage et stockage du CO<sub>2</sub>, une voie non encore privilégiée

Visant à récupérer le dioxyde de carbone au niveau des installations émettrices et à le transporter jusqu'à un site de stockage - une formation géologique *onshore* ou *offshore* - la méthode de captage et stockage du carbone (CCS<sup>26</sup>) ne manque théoriquement pas d'attrait. Loin d'être nouvelle, cette technologie reste encore confidentielle à ce jour, très peu de projets à l'échelle industrielle ayant vu le jour dans le monde, sachant que les objectifs de réduction des gaz à effet de serre nécessiteraient la mise en place d'une industrie CCS de taille comparable à celle de l'industrie pétrolière, juge l'institut de recherche, IFP Energies Nouvelles : des installations de captage dont la taille cumulée se compare à celle de l'industrie mondiale du raffinage, des réseaux de transport de taille comparable à ceux du transport du gaz naturel, et des infrastructures pour le stockage comparables à celles des exploitations des plus grands gisements pétroliers.

## Charbon et pétrole, responsables de 70 % des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie

Répartition des émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion d'énergie



renouvelables cette décennie et sous réserve que, parallèlement, la flexibilité du système électrique suive (et les capacités de stockage associées).

L'éolien et le solaire sont donc les voies privilégiées (près de 70 % de la production d'ici à 2050), cette dernière énergie étant vue comme la principale source d'approvisionnement en 2050. Cela équivaut à installer le plus grand parc solaire actuel du monde à peu près tous les jours, estime l'AIE. Ambitieux. C'est pourquoi, il convient de s'appuyer aussi sur les capacités existantes des centrales hydroélectriques et nucléaires qui sont, pour l'heure, les deux plus importantes sources d'électricité bas carbone.

### 3.3 Préserver et développer les puits de carbone

Parallèlement aux réductions, les gouvernements ont pris conscience de l'urgence à protéger les réservoirs de carbone, et notamment à restaurer les sols dégradés et à préserver la biosphère, dont les forêts (*lire partie 2, chapitre 2*), au regard de leur capacité à séquestrer le carbone et aux indispensables services écosystémiques qu'ils rendent. C'est pourquoi, les stratégies d'atténuation reposent également sur la préservation des puits de carbone naturels et sur le développement de puits de carbone artificiels, entre autres, pour compenser les émissions de CO<sub>2</sub> jugées incompressibles.

<sup>26</sup> Pour carbon capture and storage





(PARTIE 2)

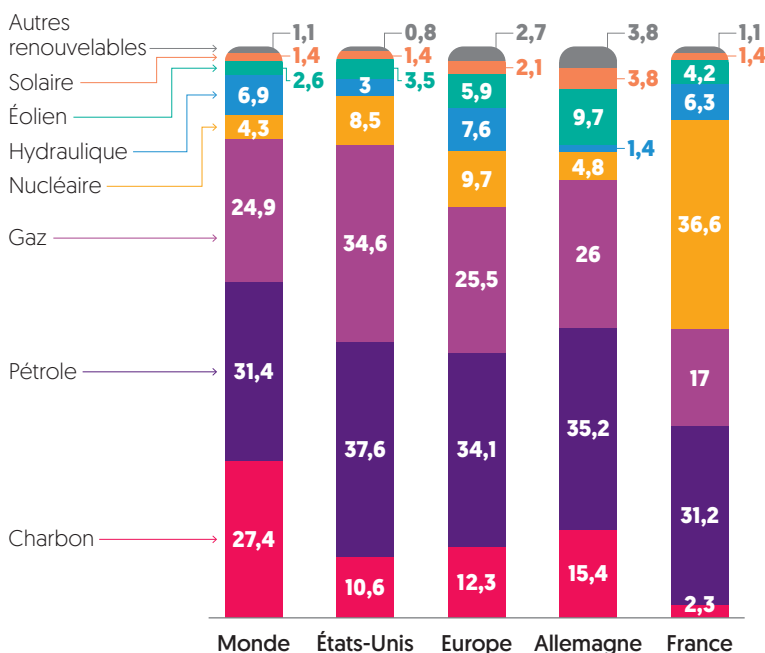
AGIR



L'actualité nous rappelle la nécessité d'une souveraineté énergétique européenne, bien que la situation soit très variable d'un pays européen à l'autre, la dépendance aux énergies fossiles en Europe pouvant varier du simple au double. Si la crise ukrainienne oblige à tenir compte à court terme des situations de tensions extrêmes, elle ne doit pas pour autant faire perdre de vue l'objectif de long terme : la neutralité carbone. Poursuivre notre développement nécessite de rompre avec le passé ; de rompre avec une croissance assise depuis des décennies sur les énergies fossiles ; de réinventer nos modes de vie et en particulier de consommation. Atteindre la neutralité carbone implique de faire des choix.

Au-delà d'un basculement vers des énergies moins polluantes (en produisant davantage d'électricité bas carbone et en développant les usages de la biomasse par exemple), le défi climatique interroge plus que jamais les comportements individuels et collectifs à adopter. Il ne se limite pas à une posture individuelle<sup>27</sup> (moins chauffer sa maison, moins prendre sa voiture...), qui est loin d'être négligeable, mais suppose un engagement collectif très important des sphères publiques et privées, nécessitant des transformations structurelles fortes et des investissements substantiels<sup>28</sup>. C'est pourquoi, veiller aux conséquences sociales sera indispensable pour réussir la transition bas carbone, la répartition équitable des efforts – notamment pour éviter la précarité énergétique des ménages les plus modestes – étant une condition *sine qua non* à son acceptabilité.

## Consommation d'énergie primaire par habitant en 2020, en %



Source : Our World in Data basé sur BP Statistical Review of World Energy.

<sup>27</sup> En combinant gestes individuels et investissements personnels, chaque individu pourrait diminuer son empreinte carbone de l'ordre de 20 % - rapport Carbone 4, Faire sa part ? Pouvoir et responsabilités des individus, des entreprises et de l'État face à l'urgence climatique.

<sup>28</sup> Dans sa dernière publication, le Giec estime que « l'avantage économique mondial de limiter le réchauffement à 2 °C est signalé comme dépassant le coût de l'atténuation dans la plupart des publications évaluées ».



## 1

# QUELS SYSTÈMES ÉNERGÉTIQUES POUR QUELLE SOCIÉTÉ ?

**En France, plus de 60 % de l'énergie finale utilisée est d'origine fossile, pétrole en tête.**

Partout dans le monde, la transition énergétique est au centre des réflexions concernant la transition environnementale, d'autant que les projections démographiques, bien que sujettes à discussions sur la deuxième partie de ce siècle, montrent une poursuite continue de la hausse de la population mondiale dans un contexte où les économies en développement cherchent, à juste titre, à acquérir des niveaux de vie et de confort équivalents aux pays développés.

En ce qui concerne l'Union européenne, la transition est amorcée pour respecter la neutralité carbone. En juillet dernier, la Commission européenne a proposé un nouveau paquet législatif, intitulé « Fit for 55 », visant à adapter la politique de l'Union européenne en matière d'environnement, d'énergie et de transport pour aligner

sa législation sur les ambitions qu'elle s'est fixées pour 2030 : atteindre l'objectif d'une baisse de 55 % de ses émissions de gaz à effet de serre (comparé aux niveaux de 1990).

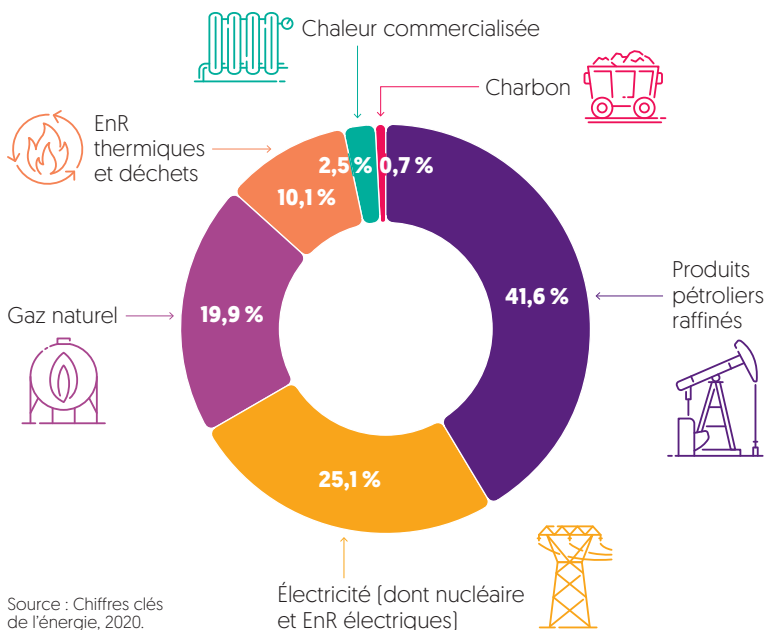
La France poursuit le même objectif dans sa stratégie nationale bas carbone (SNBC)<sup>29</sup>, sa feuille de route qui fixe les grands objectifs de réduction de GES.

Si le mix électrique de la France est largement décarboné, son mix énergétique reste encore très dépendant des énergies fossiles qui représentent environ 63 % de l'énergie finale utilisée, pétrole en tête (42 %), suivi par le gaz naturel (20 %), le charbon étant quasi inexistant (moins de 1 %).

## 1. ÉMETTRE MOINS, C'EST CONSOMMER MOINS

### Un mix énergétique français encore très carboné

Répartition du mix énergétique en France



Pour parvenir à la neutralité carbone, la France prévoit de diminuer sa consommation d'énergie finale de 40 % d'ici à 2050. Un objectif jugé ambitieux mais indispensable, qui repose sur deux leviers : la sobriété, qui vise à maîtriser la demande de biens et services, et l'efficacité énergétique, qui permet de réduire la quantité d'énergie nécessaire à leur production. « La décarbonation de l'énergie sera d'autant plus facilitée que la demande sera faible », rappelle ainsi l'Ademe dans son dernier rapport sobriement intitulé « Transitions 2050 »<sup>30</sup>. Quelles

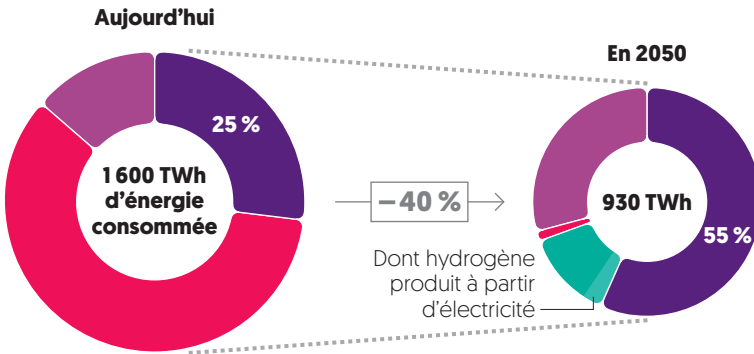
<sup>29</sup> Outil créé par la loi de transition énergétique pour la croissance verte d'août 2015

<sup>30</sup> Ademe - Transition(s) 2050.



## Consommation d'énergie finale en France et dans la SNBC

■ Électricité\* ■ Énergies fossiles ■ EnR hors électricité, déchets, chaleur ■ Gaz décarboné



\* Consommation finale d'électricité (hors pertes, hors consommation issue du secteur de l'énergie et hors consommation pour la production d'hydrogène). Consommation intérieure d'électricité dans la trajectoire de référence RTE = 645 TWh.

« Futurs énergétiques 2050 <sup>32</sup> ». L'électricité décarbonée joue donc un rôle crucial dans l'atteinte de la neutralité carbone mais non suffisant. « Le mix énergétique en 2050 est loin d'être tout électrique et l'atteinte de la neutralité carbone repose également sur d'autres leviers », rapporte-t-il.



### POMME DE DISCORDE : NUCLÉAIRE ET GAZ, ÉNERGIES DE TRANSITION

Après des mois de débats, le nucléaire et le gaz sont en passe d'être intégrés sous conditions strictes dans la taxonomie européenne, ce cadre européen visant à élaborer un langage commun pour catégoriser les activités économiques en fonction de leur caractère durable ou non, et ayant pour objectif d'aider banques et investisseurs à diriger leurs capitaux vers la transition bas carbone. Cependant, ces deux énergies – qui craignent de perdre en compétitivité en cas d'exclusion – sont considérées comme de transition. Le clivage est fort entre pro et anti. Et si l'acte délégué devrait être validé par le Parlement européen, certains pays ne cachent pas leur intention de continuer à farouchement s'y opposer et certains investisseurs, de ne pas suivre à la lettre les critères proposés.

qu'elles soient, les dernières études sur le sujet invitent à considérer sérieusement ces deux composantes.

### Attentes fortes autour de l'efficacité énergétique

La stratégie de la France intègre dans ses projections une amélioration sensible de l'efficacité énergétique <sup>31</sup> grâce au progrès technologique des équipements, à la rénovation thermique massive des bâtiments ou à un rendement bien supérieur de la voiture électrique par rapport au moteur thermique. En France, le transport et la production de chaleur sont parmi les consommateurs d'énergie les plus importants et « les actions ayant le meilleur impact climatique consistent à remplacer les produits pétroliers (essence et gasoil) par de l'électricité (ou par de l'hydrogène lui-même produit à partir d'électricité) dans les véhicules particuliers et les poids lourds, et à remplacer le fioul et le gaz fossile pour le chauffage dans le cadre de la rénovation des bâtiments », précise RTE, le gestionnaire du réseau de transport d'électricité français, dans son rapport

## 2. (RE)BÂTIR UN MIX ÉLECTRIQUE FRANÇAIS BAS CARBONE, UNE URGENCE ABSOLUE

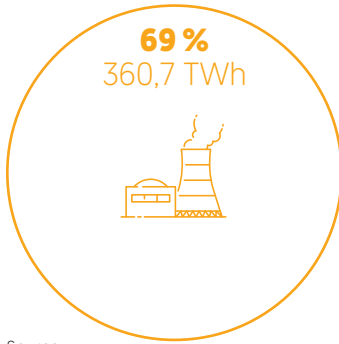
Dans son rapport, RTE explique que pour atteindre ses objectifs, la France n'a d'autre choix que de considérer, de façon complémentaire, toutes les énergies décarbonées, qu'il s'agisse du nucléaire et des énergies renouvelables. Le gestionnaire de réseau avertit qu'« une sortie rapide du nucléaire mettrait en péril la trajectoire climatique du pays à court terme tandis qu'un arrêt du développement des énergies renouvelables la mettrait en danger à long terme ». Pour lui, le véritable enjeu est de pouvoir continuer à assurer la sécu-

<sup>31</sup> À titre de référence, l'AIE vise dans son rapport Net Zero by 2050 une croissance de l'intensité énergétique de plus de 4 % par an sur la décennie 2020-2030, soit 2 fois plus qu'actuellement - « Energy Efficiency 2021 – Analysis - IEA.

<sup>32</sup> Futurs énergétiques 2050 : les scénarios de mix de production à l'étude permettant d'atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050 | RTE (rte-france.com).

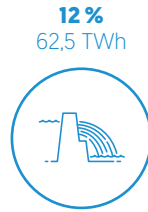
## Le mix électrique français largement décarboné

Répartition de la production d'électricité par filières



Source : RTE, 2021.

Nucléaire



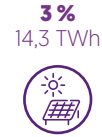
Hydraulique



Thermique fossile



Éolien



Solaire



Thermique renouvelable et déchets

rité de l'approvisionnement en produisant de l'électricité bas carbone.

C'est ainsi que RTE propose six scénarios répartis en deux familles, allant du tout renouvelable à un mix 50/50 ENR/nucléaire. Tous les scénarios visent à assurer la neutralité carbone, et la souveraineté énergétique de la France<sup>33</sup>. Ils supposent tous des décisions rapides et une planification cohérente impliquant l'État, les collectivités, les acteurs économiques et les citoyens, dont la participation active est indispensable.

Tous, par ailleurs, doivent tenir compte de deux prérequis : une augmentation anticipée de 35 % de la demande d'électricité d'ici à 2050 (hors gains liés à la sobriété et à l'efficacité), corollaire de la sortie des énergies fossiles (hausse, qui pourrait même être supérieure dans le cas d'une réindustrialisation de la France, de l'ordre de 60 %), et une baisse de 40 % de la demande finale en énergie (*lire section 1*).

Enfin, tous demanderont des investissements massifs sur quarante ans,

entre 750 et 1 000 milliards d'euros, soit 20 à 25 milliards d'euros par an - le double environ des investissements réalisés ces dix dernières années, estimés à 13 milliards d'euros par an par RTE.

Aucun scénario n'est bien sûr sans conséquence. Il s'agit de mettre en balance, les contraintes industrielles et opérationnelles, les risques techniques et technologiques, les conséquences économiques et environnementales<sup>34</sup>, liés aux choix qui s'offrent à la France : gestion des besoins en flexibilité (pilotage, stockage, nouvelles centrales à gaz décarboné, gestion des interconnexions territoriales et européennes...), gestion des ressources<sup>35, 36</sup>, développement à l'échelle de technologies encore non matures (l'utilisation de l'hydrogène décarboné, le développement de l'éolien flottant ou les techniques de captage et de stockage du carbone), gestion des potentiels conflits d'usage des terres, prise en compte des impacts paysagers, gestion des déchets nucléaires.

<sup>33</sup> À noter que les moyens de production, pour la grande majorité, sont fabriqués par des énergies fossiles ailleurs qu'en France

<sup>34</sup> Dans son chapitre consacré à l'analyse environnementale, RTE rappelle qu'aucune solution, qu'il s'agisse de technologies de production, de transport ou de consommation d'énergie, n'est exempte d'incidence sur l'environnement pendant que l'Ademe, de son côté, précise qu'il n'existe pas, à ce jour, d'indicateur agrégé permettant de résumer les conséquences des scénarios de transition énergétique sur la biodiversité.

<sup>35</sup> « Le système énergétique sort de sa dépendance aux énergies fossiles mais nécessite des quantités importantes de ressources minérales qui suscitent leurs propres enjeux d'approvisionnement et de dépendance. Les différents scénarios ne conduisent pas à identifier un enjeu majeur sur les terres rares. En revanche, de nombreuses ressources nécessaires à la transition du système énergétique (cuivre, lithium, cobalt...) présentent des enjeux de criticité réels », RTE, Futurs Énergétiques, 2021.

<sup>36</sup> La remise en janvier 2022 du rapport Varin sur la sécurisation de l'approvisionnement de l'industrie en matières premières minérales a pour objectif « de renforcer la résilience du tissu industriel sur les chaînes d'approvisionnement en métaux et de développer les initiatives territoriales », « dans un contexte de fortes tensions sur les matières premières minérales, accentué par les nouveaux besoins liés à la décarbonation, des filières de la mobilité électrique ou les énergies renouvelables ».

**Deux prérequis :  
une forte hausse de la demande  
d'électricité et une baisse de 40 % de la  
demande d'énergie finale d'ici à 2050.**





### 3. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES, INCONTOURNABLES MAIS...

Quels que soient les choix opérés, 50 % au moins de l'électricité produite en France d'ici à 2050 devrait provenir des énergies renouvelables <sup>37</sup> dans l'état actuel de l'outil de production et des capacités de renouvellement et de construction des installations nucléaires.

De toutes les énergies renouvelables servant à la production électrique, c'est l'hydraulique qui est aujourd'hui la plus utilisée <sup>38</sup> (avec une production d'électricité autour de 15 %). Son potentiel étant jugé atteint, les regards se portent donc pour l'avenir sur l'éolien

et le solaire <sup>39</sup>, tous deux en fort développement ces dernières décennies.

Représentant encore une proportion assez faible du mix électrique, leur prépondérance anticipée nécessite de passer à une intégration à grande échelle. C'est ce que rappellent RTE et l'Agence internationale de l'énergie (AIE) dans leur rapport conjoint sur la faisabilité technique d'un système électrique à forte proportion de renouvelables <sup>40</sup>, qui identifie les conditions indispensables à réunir pour les intégrer au réseau (qui devra être renforcé

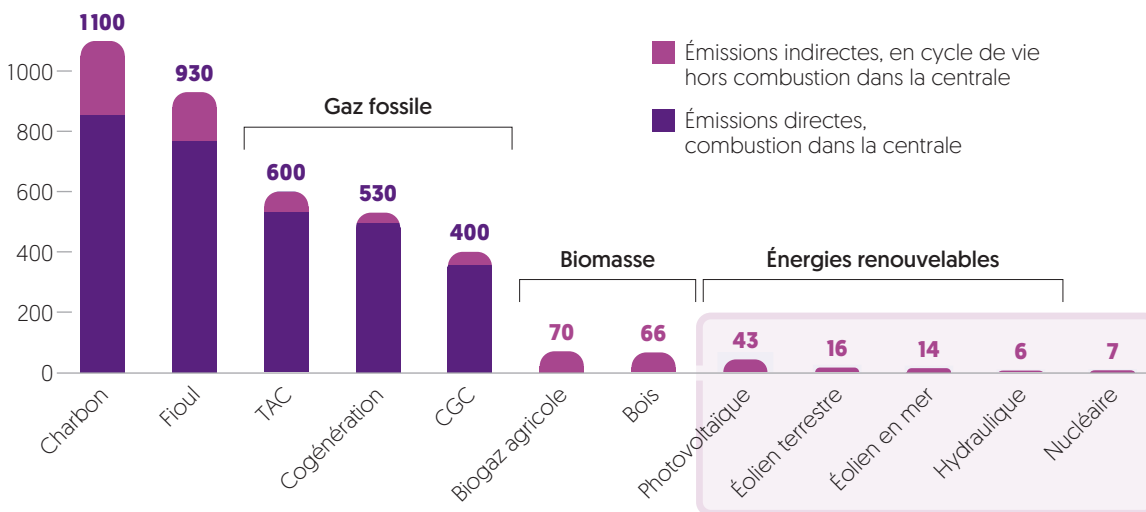
<sup>37</sup> Pour qu'une trajectoire sans développement des énergies renouvelables soit possible, il aurait fallu la décider il y a une vingtaine d'années, précise RTE.

<sup>38</sup> Mais c'est bien la biomasse (solide, liquide ou gazeuse) qui est la principale source d'énergie renouvelable en France.

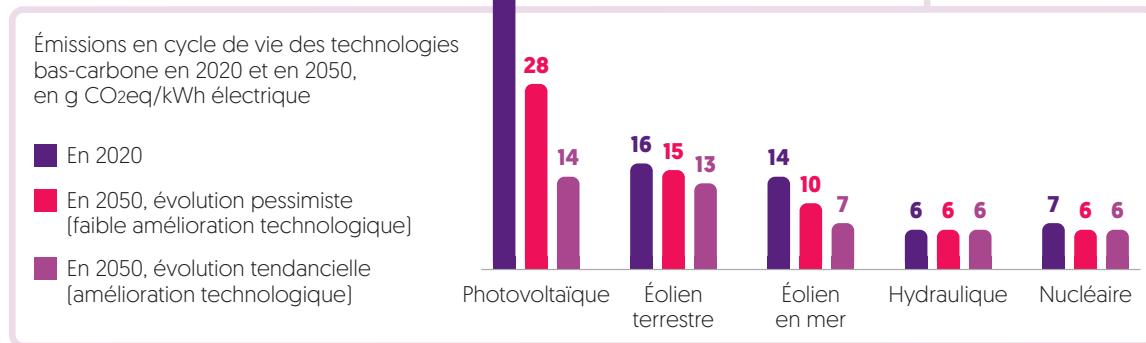
<sup>39</sup> Le solaire présente actuellement l'empreinte carbone la plus élevée bien qu'en forte baisse depuis 15 ans, du fait de sa fabrication notamment.

<sup>40</sup> Conditions et prérequis en matière de faisabilité technique pour un système électrique avec une forte proportion d'énergies renouvelables à l'horizon 2050 (rte-france.com).

### Émissions en cycle de vie pour différentes filières aujourd'hui, en g CO<sub>2</sub>eq/kWh



Source : RTE, 2021



## Le facteur de charge varie en fonction de l'énergie

Répartition par types d'énergie, en %

et amélioré au niveau de la distribution (comme du transport) et sécuriser l'approvisionnement, au regard des enjeux techniques afférents.

L'innovation occupe une place centrale dans l'avenir qui se dessine tout en faisant l'objet de vigilance, un certain nombre de technologies n'étant pas encore disponibles et les délais étant toujours longs entre l'état de R&D et celui de commercialisation à large échelle.

### ... INTERMITTENTES

Faire face à la variabilité. C'est l'une des principales contraintes à prendre en considération dans les mix électriques à forte composante ENR : elles dépendent du bon vouloir des conditions météorologiques, ce qui pose de véritables défis à relever en matière de pilotage afin d'assurer une fourniture continue d'électricité, tous les jours, toute l'année sur l'ensemble du territoire.

### 3.1 Quelles installations pour quelle production ?

Le fait que le soleil ne brille pas la nuit ou que le vent souffle davantage l'hiver influent sur le facteur de charge <sup>41</sup> annuel moyen de ces énergies, bien inférieur (autour de 15 % pour la première, 20-25 % pour la deuxième) au nucléaire (en général supérieur à 70 %, mais plus faible en 2020). Ainsi, à titre d'exemple, ce dernier représentait 45 % de la puissance installée en 2020 mais a produit 67 % de l'électricité. À l'inverse, le solaire et l'éolien représentaient respectivement 7,5 % et 13 % de la puissance installée mais 2,5 % et 8 % de la production <sup>42</sup>.

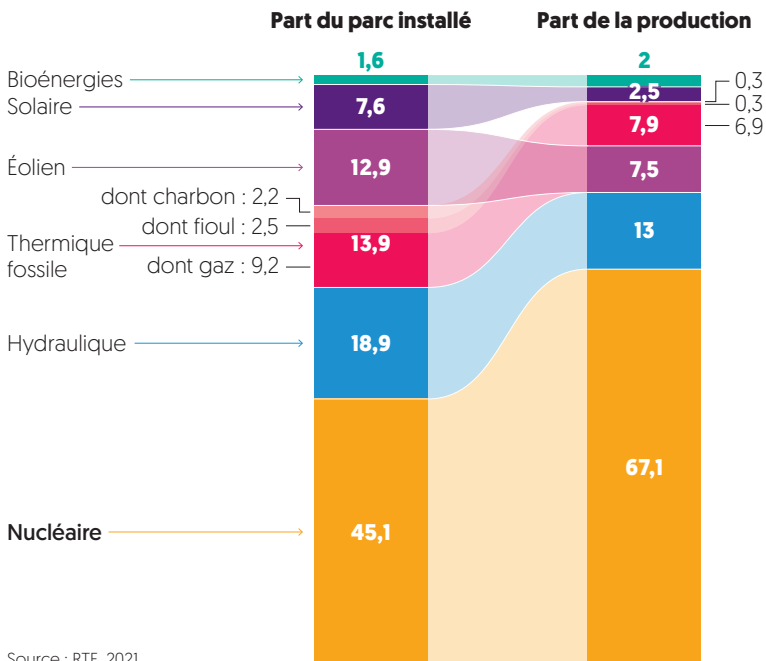
### 3.2 Assurer le pilotage de la demande

À grande échelle, c'est-à-dire, à mesure que le solaire et l'éolien acquièrent une place non négligeable dans le mix électrique, la question de

l'adéquation entre offre et demande se pose. Il existe plusieurs axes d'importance différente mais à développer concomitamment : augmenter les interconnexions avec le reste du réseau européen, disposer de capacité de pilotage bas carbone comme le biogaz, pouvoir flexibiliser la demande et le stockage – qui devient primordial pour disposer d'un réseau électrique suffisamment flexible pour assurer une alimentation de la consommation sans rupture.

Ainsi, développés de manière industrielle, le stockage par batterie permettrait de répondre aux fluctuations quotidiennes, le stockage hydraulique *via* retenues d'eau et pompage (autrement appelé STEP) de gérer les évolutions hebdomadaires et le stockage *via* l'hydrogène, les variabilités saisonnières. Et ces solutions doivent impérativement se développer de manière

importante et dans les délais escomptés. De plus, qui dit stockage / déstockage, dit pertes et production supplémentaire. C'est le cas avec l'électrolyse par exemple dont l'efficacité énergétique est évaluée à 30 % au regard des différentes étapes de transformation.



<sup>41</sup> Rapport entre l'énergie électrique effectivement produite sur une période donnée et l'énergie produite par un fonctionnement à la puissance maximale durant la même période.

<sup>42</sup> Production – Production totale : RTE Bilan électrique 2020 (rte-france.com)



[PARTIE 2]

AGIR

## **ET DEMAIN ? L'hydrogène vert, en attente de passer le cap**

- L'hydrogène vert – produit à partir d'énergies renouvelables – est, depuis quelques années, considéré par de nombreux pays tels que la France, comme une solution incontournable du mix énergétique, pouvant participer à la réponse climatique. En premier lieu, il a vocation à remplacer ce pour quoi l'hydrogène gris – produit à partir de ressources fossiles – est utilisé aujourd'hui, principalement le raffinage de pétrole et la production d'engrais. Deux autres utilisations potentielles lui sont attribuées aujourd'hui : il est regardé d'une part, comme alternative aux énergies fossiles dans les secteurs difficiles à électrifier, particulièrement dans l'industrie (production d'ammoniac, sidérurgie...) et les transports lourds (les transports maritimes, l'aviation ou la mobilité lourde), et d'autre part, comme solution de stockage afin d'équilibrer et piloter le système électrique à mesure que celui-ci devient alimenté par des

énergies renouvelables, par nature intermittentes. L'hydrogène devient donc un moyen de stocker l'excès de production d'électricité avant de la retransformer à d'autres moments de l'année pour pallier l'intermittence saisonnière. Mais ce processus (appelé power-to-gas-to-power) a un coût, celui de perdre à mesure que les transformations s'opèrent, de son efficacité énergétique, évaluée à 30 % seulement. Pour l'heure, l'hydrogène vert représenterait à peine 5 % de la production actuelle d'hydrogène. Présent sur la surface de la Terre que sous forme d'eau, il est le résultat d'une réaction chimique permettant la dissociation de la molécule d'eau. Si le procédé est bien connu – il s'agit le plus souvent de l'électrolyse qui décompose la molécule à partir d'électricité ou de production de chaleur – sa capacité de production à grande échelle et l'optimisation des systèmes qui l'accompagnent, en amont et en aval, restent encore à déployer.

## **ET APRÈS-DEMAIN ? La fusion nucléaire, la promesse d'une énergie infinie au stade expérimental**

- Elle fait rêver depuis que d'éminents physiciens ont découvert que le soleil brille grâce à une réaction de fusion de ses atomes d'hydrogène en atomes d'hélium (libérant au passage une quantité astronomique d'énergie). Depuis, la fusion nucléaire est considérée comme cette énergie potentiellement indéfiniment disponible.

Et ce sera peut-être le cas. Mais pas tout de suite. Si les initiatives dans ce domaine (publiques et privées) se sont multipliées depuis une quinzaine d'années et sont pour certaines, prometteuses, un grand pas reste à franchir avant que la prouesse technologique (qui vise tout de même à reproduire,

dans un réacteur, les conditions qui règnent au cœur des étoiles) puisse se déployer à grande échelle : il reste encore un long chemin à parcourir entre les premiers démonstrateurs et la généralisation des réacteurs pour que la fusion nucléaire pèse un jour dans le mix énergétique mondial.

## ACCOMPAGNER LES MUTATIONS SECTORIELLES

La transition écologique concerne tous les secteurs, interconnectés entre eux, économiquement ou géographiquement. Cela requiert une maîtrise des enjeux de la part des pouvoirs publics, une vision de long terme ainsi qu'une stratégie claire et stable à l'échelon national et européen pour impulser les transformations nécessaires au changement.

### 1. TRANSPORTS: LE GRAND CHAMBARDEMENT

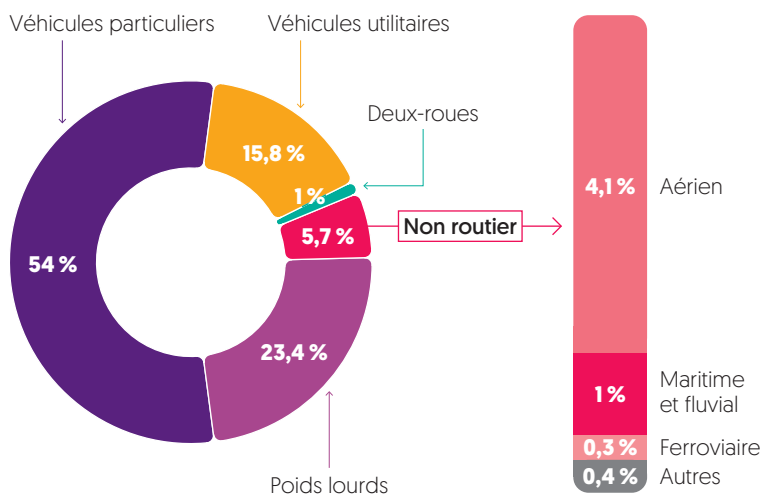
Il est l'un des secteurs clés de la décarbonation des économies. Par sa dépendance quasi-totale au secteur pétrolier de ses modes routier, aérien et maritime, le transport est un très gros contributeur aux émissions de GES dans le monde (25 % de la combustion

d'énergie). En France, il représente environ 30 % des émissions <sup>43, 44</sup>, celles-ci étant principalement dues (à 94 %) au transport routier (de personnes et de marchandises <sup>45</sup>), la voiture particulière y contribuant à elle seule, à plus de la moitié.

Si le secteur a commencé à engager sa transformation, notamment avec l'émergence de véhicules électriques, l'amélioration des rendements des moteurs thermiques, le développement de carburants alternatifs, un cadre réglementaire européen plus contraignant, il n'en reste pas moins que les émissions, contrairement aux autres secteurs, ont continué à progresser, de 10 % entre 1990 et 2019 (pendant que les kilomètres parcourus affichent une hausse de 37 % sur la période). Le secteur va devoir forte-

### À eux seuls, les véhicules particuliers représentent plus de la moitié des émissions de gaz à effet de serre du secteur

Répartition des émissions de GES des transports en France en 2019



Les émissions des transports internationaux aériens et maritimes sont exclues de cette répartition. Elles représentent respectivement 14,3 % et 4,2 % du total considéré ici. Les émissions des activités de construction des véhicules et des infrastructures sont comptabilisées dans la catégorie « Industrie manufacturière et construction ».

Source : Chiffres clés du climat, 2022.

<sup>43</sup> Émissions directes, hors UTCATF, hors phase de fabrication comptabilisées dans l'industrie manufacturière.

<sup>44</sup> Par convention internationale, les transports internationaux aériens, maritimes et fluviaux sont exclus du total national. Seules sont prises en compte les émissions des déplacements effectués entre deux ports ou aéroports localisés en France ; pour le transport routier, les émissions proviennent des véhicules français mais également des poids lourds étrangers réalisant du transit international.

Par convention également : les émissions ne tiennent pas compte de celles liées à la fabrication des véhicules ou à celles des carburants (comptabilisées dans les secteurs industriels) ; les émissions de GES liées à la production d'électricité ne sont pas comptabilisées dans le secteur des transports, mais dans celui de l'énergie et de la transformation de l'énergie.

<sup>45</sup> Chiffres clés du transport - Édition 2021 | Données et études statistiques (developpement-durable.gouv.fr)



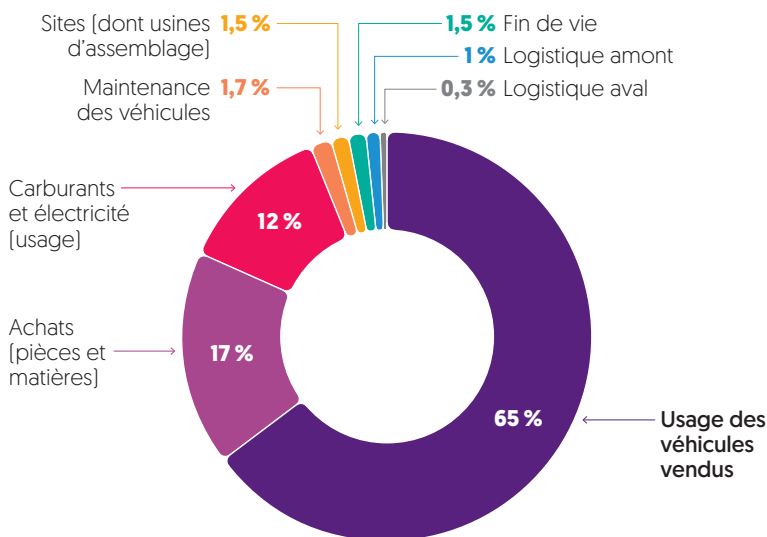


[PARTIE 2]

AGIR

## Véhicule thermique : la phase d'utilisation est la plus émettrice

Répartition de l'empreinte carbone par véhicule vendu, sur 10 ans, 150 000 km parcourus



Source : « La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ? », Plan de transformation de l'économie française, The Shift Project, 2020.

ment accroître ses efforts pour atteindre l'objectif inscrit dans sa feuille de route : la décarbonation totale<sup>46</sup> des émissions du secteur des transports à l'horizon 2050, à l'exception du transport aérien. Et ce, d'autant que d'autres considérations que l'impact climatique entrent en jeu comme la santé publique (pollution de l'air). La tâche est d'autant plus difficile que la population augmente, que la rotation du parc automobile est lente, que le secteur est intimement lié à l'urbanisme, à l'aménagement du territoire et ses infrastructures ainsi qu'aux habitudes de vie des citoyens construites autour de la voiture individuelle, par ailleurs objet de statut social.

### 1.1 Parc automobile thermique aujourd'hui, électrique demain

Les émissions liées à la voiture particulière représentent plus de la moitié des émissions de GES du secteur, la phase la plus émettrice étant liée à la phase d'utilisation du véhicule (75 % des émissions), la grande majorité provenant de la combustion de l'énergie associée<sup>47,48</sup>.

En effet, aujourd'hui, le parc automobile est constitué très majoritairement de véhicules à moteur thermique fonctionnant au pétrole<sup>49</sup>, qui pourraient être frappés d'interdiction de vente dès 2035 en Europe<sup>50</sup>. C'est donc bien à une problématique énergétique à laquelle le secteur est prioritairement confronté. C'est pourquoi le véhicule électrique est considéré comme l'une des pistes les plus sérieuses<sup>51</sup> à développer massivement mais aussi comme un véritable virage industriel impliquant une transformation profonde mais déjà engagée de l'industrie automobile. Sa démocratisation et la rapidité de son

appropriation dépendront aussi de son accessibilité économique et de la capacité de la France à, d'une part, développer les infrastructures nécessaires à son utilisation et d'autre part, à absorber dans son mix électrique à reconstruire (*lire partie 2, chapitre 1*), la demande supplémentaire émanant de l'électrification croissante des usages.

Il n'en reste pas moins que le renouvellement du parc est long (autour de 15 à 20 ans) et qu'il convient, pour répondre aux objectifs de réduction des émissions fixés par l'Europe, de gérer l'existant. Dans son Plan de transformation de l'économie française (PTEF), The Shift Project identifie dans ses analyses sur la mobilité quotidienne, la mobilité longue<sup>52</sup> et l'industrie automobile<sup>53</sup>, les différents leviers d'action liés à l'usage dans une équation qu'il décompose ainsi :

<sup>46</sup> Un objectif intermédiaire de -28 % d'émissions de GES en 2030 par rapport à 2015 a été fixé.

<sup>47</sup> Pour La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ? (theshiftproject.org) – 53/148.

<sup>48</sup> Concerne les voitures particulières et les véhicules utilitaires.

<sup>49</sup> Seulement 0,8 % des voitures particulières roulent aux énergies alternatives.

<sup>50</sup> La Commission européenne a proposé, dans son paquet législatif, Fit for 55, d'interdire les moteurs thermiques et hybrides dès 2035. La disposition devra passer l'étape du Parlement européen courant juin pour être validée.

<sup>51</sup> <https://www.carbone4.com/analyse-faq-voiture-electrique>.

<sup>52</sup> Couvre l'ensemble des déplacements de personnes réalisés sur plus de 100 km.

<sup>53</sup> La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ? (theshiftproject.org) – 65/148.

$$CO_2eq = \sum \text{Mobilité} \times \text{Modes} \times \text{Remplissage} \times \text{Efficacité} \times \text{Intensité carbone}$$

$$CO_2eq = \sum \text{Voyageurs.km} \times \% \text{ mode} \times \frac{1}{\text{Taux d'occupation}} \times \frac{\text{Conso d'énergie Véhicule.km}}{\text{Conso d'énergie}} \times \frac{CO_2eq}{\text{Conso d'énergie}}$$

Source : The Shift Project.

Faire évoluer les comportements de mobilité des personnes est essentiel pour décarboner le secteur et en premier lieu, le parc existant. Il s'agit de jouer sur l'ensemble des variables, interconnectées les unes aux autres :

- en diminuant la circulation routière pour baisser le nombre de kilomètres parcourus, liés aux déplacements domicile travail, aux activités de consommation (alimentaire ou de

des comportements étant de rapprocher les activités et services des lieux d'habitation, la numérisation des usages (télétravail, e-santé) constituant une partie de la solution (bien qu'introduisant une responsabilité vers un usage plus sobre du numérique)

- en opérant un changement plus global des habitudes des utilisateurs vers des modes de transport mieux remplis (covoiturage) et plus sobres en carbone (passer du véhicule privé à l'autopartage, au vélo ou au transport collectif,

## Faire évoluer les comportements de mobilité des personnes est essentiel pour décarboner le secteur et en premier lieu, le parc existant.

santé...), aux déplacements professionnels (à ce titre, le verdissement de la flotte automobile des entreprises est cruciale <sup>54</sup>). Une composante indissociable des questions de démographie, d'urbanisme et d'aménagement du territoire, la condition à l'évolution

de l'avion au chemin de fer...). Ce qui implique le développement et l'industrialisation d'une offre de mobilité alternative adaptée et les infrastructures associées en évitant d'augmenter l'artificialisation des sols.

- en diminuant l'intensité carbone en développant les carburants alternatifs, tels que le biocarburant (qui serait plus pertinent pour la mobilité lourde et très longue distance), mais sans que cela n'entraîne de répercussion sur la déforestation et vienne concurrencer la production alimentaire qui va s'intensifier dans les décennies à venir (*lire section 3*). Les biocarburants nouvelle génération, eux, sont encore au stade de l'expérimentation. De son côté, l'hydrogène, axe prioritaire d'investissement pour la France, fait son chemin, davantage pour décarboner la mobilité lourde.

- en tenant compte du remplacement à terme du parc thermique par le parc électrique et de l'absence de marge d'efficacité des moteurs électriques, les gains potentiels d'efficacité énergétique résident dans la masse des véhicules, leur vitesse et leur aérodynamisme.

## 1.2 Ralentir la course du fret pour favoriser le report modal

Le fret, qui regroupe l'ensemble des transports commerciaux de marchandises réalisées en France, est principalement assuré par le mode routier (89 % des tonnes transportées par kilomètre parcouru). Son atout ? Sa grande flexibilité et la densité de son réseau. Son défaut ? Ses impacts environnementaux, sur le climat et la qualité de l'air. Assuré en très grande partie par poids lourds pour les moyennes et longues distances et par véhicules utilitaires légers (VUL) <sup>55</sup> pour les plus courtes, le fret routier, fonctionnant au diesel en quasi-totalité, représente 98 % des émissions du transport de marchandises, ce qui fait de lui un secteur particulièrement important à décarboner <sup>56</sup>.

De même que pour le transport de personnes, cela suppose des changements d'usage et, notamment de repenser les choix modaux, qui ne pourront se faire qu'avec un relâchement des contraintes temporelles <sup>57</sup> :

- Un renouveau de la multimodalité et de l'intermodalité, en reportant une partie des flux vers le fret ferroviaire <sup>58</sup> (aujourd'hui 9 % des tonnes transportées par kilomètre) et le transport fluvial (2 %, bien que la France possède le plus long réseau de voies navigables d'Europe, 38 000 km <sup>59</sup>), tous deux délaissés depuis des décennies au profit du transport routier, mais suscitant l'intérêt désormais comme vecteurs incontournables de la transition. Cela suppose de lourds investissements dans les infrastructures ferroviaires et les plateformes multimodales.

- La transformation du parc de véhicules, en électrifiant massivement les VUL et pourquoi pas les poids lourds, pour lesquels se développent des motorisations moins émettrices comme le moteur hybride ou à hydrogène.

<sup>54</sup> D'après le Shift Project, la majorité des immatriculations des véhicules neufs est désormais assurée par les personnes morales « La transition bas carbone : une opportunité pour l'industrie automobile française ? » (theshiftproject.org) 42/148.

<sup>55</sup> Également utilisé pour le transport de personnes, surtout par les professionnels artisans.

<sup>56</sup> TSP-PTEFV1-FLFret.pdf (theshiftproject.org).

<sup>57</sup> Trajectoires de décarbonation profonde du transport de marchandises en France, Rapport descriptif (iddri.org).

<sup>58</sup> L'objectif est de doubler la part modale du fret ferroviaire d'ici à 2030, en passant de 9 % à 18 %, pour passer à 25 % à l'horizon 2050.

<sup>59</sup> Fret ferroviaire | ministère de la Transition écologique (ecologie.gouv.fr)



## Le résidentiel et le tertiaire représentent, en France, 28 % des émissions de gaz à effet de serre.

- Une diminution des kilomètres parcourus et des quantités transportées, conditionnée à une autonomie plus grande des territoires en nourriture (*lire section 3*), permettant de réduire fortement les flux de marchandises agricoles et alimentaires, par nature, périssables.

### 2. IMMOBILIER : UN SECTEUR À RÉINVENTER

Comme pour le secteur du transport auquel il est très lié, la décarbonation du secteur des bâtiments constitue un prérequis à l'atteinte de la neutralité carbone en France et doit fortement s'accélérer à court terme au regard du retard pris par rapport aux objectifs intermédiaires inscrits dans la stratégie nationale bas carbone (SNBC), la feuille de route de la France qui fixe les grands objectifs de réduction de GES. Le résidentiel et le tertiaire représentent, en France, 28 %<sup>60</sup> des émissions de gaz à effet de serre, et ce, en excluant les émissions liées à la construction/déconstruction des bâtiments (scope 3) et les conséquences de l'artificialisation des sols, dont la principale cause est l'étalement urbain. À lui seul, le résidentiel représente 70 % des émissions du secteur (scope 1), faisant de la décarbonation du logement, une véritable priorité. La mission est d'autant plus délicate qu'elle doit s'opérer de façon planifiée et dynamique à l'échelle nationale en tenant compte de l'objectif « zéro artificialisation nette<sup>61</sup> » et des spécificités locales, présentes et à venir telles que les bassins d'emploi et leur potentielle évolution, alors que le loge-

ment, objet central de la vie des populations, relève de préférences individuelles, et sa localisation, pour beaucoup, constitue le choix de toute une vie.

#### 2.1 Plus d'habitants, moins de maisons neuves

Le logement neuf, particulièrement l'habitat individuel sous sa forme pavillonnaire, est régulièrement pointé du doigt en tant que cause majeure de l'artificialisation des sols et remis en question au regard des enjeux environnementaux qu'entraîne l'étalement urbain, qui génère par ailleurs des problématiques de mobilité et un recours accru à la voiture individuelle (*lire section 1*). Inscrit dans la loi Climat et Résilience, l'objectif « zéro artificialisation nette » en 2050 – avec une étape intermédiaire visant à diviser par deux le rythme actuel en dix ans – sera complexe à mettre en œuvre tant il est indissociable des contextes régionaux et de l'attractivité des territoires sous-tendue par la dynamique géographique de l'emploi, sur fond de démographie croissante. Il interroge aussi de nouveau la cohérence et l'efficacité des politiques du logement et de l'habitat, lorsque, parallèlement au rythme soutenu de constructions neuves chaque année, un nombre important de logements restent vacants, l'offre ne rencontrant pas nécessairement la demande. Bien qu'emportant la préférence des Français, la maison individuelle en secteur diffus, déjà en perte de vitesse, risque de se voir progressivement remplacée, sur le marché du neuf, par le logement collectif et, plus largement, par des constructions en renouvellement urbain.

**Décarboner la construction.** Une nouvelle page vient de s'ouvrir dans la construction neuve avec l'entrée en vigueur, le 1<sup>er</sup> janvier 2022, de la très discutée réglementation, RE 2020, dont l'une des principales caractéristiques est la mesure de l'empreinte carbone des bâtiments sur l'ensemble du cycle de vie, obligeant le secteur à plus d'efficacité dans leurs modes constructifs et à une diversité plus large dans l'utilisation des matériaux, le béton et l'acier étant les plus émissifs. Une opportunité pour décarboner le secteur et un premier pas vers une vision non plus seulement thermique ou énergétique mais environnementale du bâtiment qui pourrait ouvrir la voie à des réflexions sur le parc existant dont la rénovation est l'un des points clés de la décarbonation du secteur du bâtiment.

<sup>60</sup> Its\_fr\_fr.pdf (europa.eu)

<sup>61</sup> Objectif à 2050 consacré par la loi climat et résilience, publiée au JO le 24 août 2021.



En tenant compte de l’empreinte carbone liée à la rénovation elle-même – on se rapproche ici du concept de rénovation environnementale - The Shift Project dans son rapport « habiter une société bas carbone »<sup>62</sup> publié dans le cadre du plan de transformation de l’économie française qu’il propose, montre toutefois que « la rénovation d’un bâtiment présente un impact beaucoup plus limité que la construction d’un bâtiment de même surface [...] étant nettement moins consommatrice de matériaux [...], le gros œuvre notamment impliquant des matériaux plus carbonés en quantité plus importante. »

## 2.2 Rénovation énergétique massive des logements

La rénovation énergétique est clairement un passage obligé et elle va nécessiter d’accroître significativement, et sur un temps court, les montants d’investissements publics et

## La rénovation, moins émettrice que la construction

Facteurs d’émissions et quantité de matière utilisés dans le cadre de la modélisation pour les différents actes constructifs pour l’année 2021

|   |                            | Construction   | Rénovation globale   |
|---|----------------------------|--|--|
|  | <b>Maison individuelle</b> | Carbone<br>641 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup><br>Matière<br>1440 kg/m <sup>2</sup> | 47 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup><br>38 kg/m <sup>2</sup>  |
|  | <b>Logement collectif</b>  | Carbone<br>736 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup><br>Matière<br>1900 kg/m <sup>2</sup> | 148 kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup><br>27 kg/m <sup>2</sup> |

Source : The Shift Project.

privés, d’autant qu’il est préférable de la penser et l’envisager de façon globale plutôt que de manière fragmentée. La rénovation énergétique (*lire encadré*) consiste à la fois à améliorer l’efficacité énergétique du logement en tant qu’enveloppe - isolation et amélioration du rendement du système de chauffage – et à changer la source d’énergie qui l’alimente pour disposer d’une solution décarbonée (électricité, chauffage urbain, biomasse, solaire thermique, etc.). Le

besoin est d’autant plus pressant que les émissions de GES liées à l’usage proviennent en très grande majorité du chauffage. C’est pourquoi il est urgent de commencer par les logements les plus économes et émetteurs (étiquettes F et G du DPE – Diagnostic de performance énergétique), en rendant progressivement obligatoire la rénovation de ces logements.

Décarboner la chaleur, c’est substituer aux énergies fossiles (gaz et fioul majoritairement) des modes de production bas carbone. Cela consiste à généraliser l’installation de pompes à chaleur (PAC) dans les habitats individuels mais aussi collectifs, ces derniers devant/pouvant également faire l’objet d’un raccordement massif à des réseaux de chaleur urbains (à mesure qu’ils se décarbonent), notamment en zones denses, mobilisant des sources



### RÉNOVATION, DE QUOI PARLE-T-ON ?<sup>63</sup>

L’expression « rénovation thermique » est la plus ancienne utilisée et est associée principalement à l’amélioration de l’isolation de l’enveloppe d’un bâtiment. La « rénovation énergétique » englobe et étend la notion de « rénovation thermique » en mettant en avant l’énergie utilisée dans le bâtiment. Il ne s’agit pas seulement de s’occuper de la thermique du bâtiment, mais également du système de chauffage, du type d’énergie utilisée, ou encore de l’optimisation des usages énergétiques, *via* par exemple l’installation de thermostats dits intelligents. La « rénovation climatique », expression moins courante, met l’accent sur le changement climatique et son adaptation. Son usage permet de mettre en avant les enjeux de confort d’été, de plus en plus pressants en France métropolitaine, mais aussi l’adaptation du bâti à de nouveaux phénomènes climatiques. Enfin, l’expression de « rénovation environnementale », également moins utilisée, se veut plus holistique. Il s’agit ici de prendre en compte l’ensemble des enjeux environnementaux de la rénovation, et notamment l’empreinte écologique de l’action de rénovation elle-même (comme les matériaux d’isolation, en tenant compte des analyses en cycle de vie).

<sup>62</sup> TSP-PTEF-Habiter-dans-une-société-bas-carbone-RF-7-octobre-2021.pdf (theshiftproject.org)

<sup>63</sup> Définitions issues du rapport « Rénover Mieux, Leçons d’Europe », du Haut Conseil pour le Climat, novembre 2020 - HCC\_Rapports\_Rénover\_mieux copie (hautconseilclimat.fr).



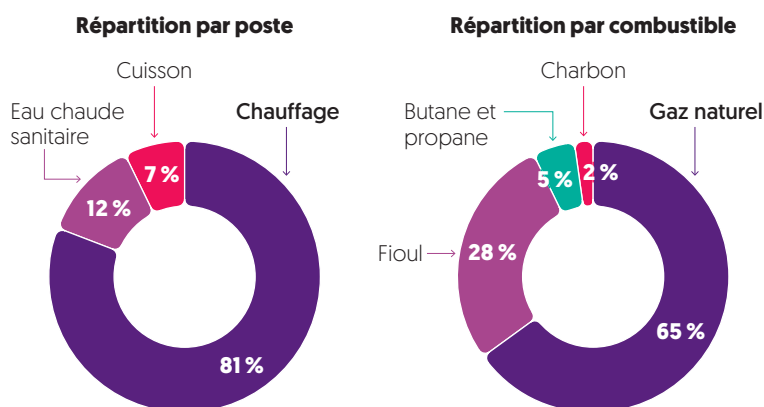


d'énergies telles que la géothermie profonde, la chaleur fatale industrielle ou encore la combustion de déchets. De ce point de vue, les collectivités ont un rôle clé à jouer dans l'évaluation de l'intérêt et de la faisabilité des projets, à condition de connaître un certain nombre de caractéristiques du parc existant.

### 3. FILIÈRE ALIMENTAIRE ET SECTEUR AGRICOLE, UN SYSTÈME À FAIRE ÉVOLUER

Comment opérer une transition rapide de notre système agricole sans mettre en danger notre souveraineté alimentaire et tout en enravant les pertes de biodiversité et ses services écosystémiques associés (qualité de l'eau, pollinisation, qualité de l'air) ? C'est l'immense défi auquel sont confrontés les gouvernements du monde entier et en premier lieu l'ensemble de la filière alimentaire. En effet, le secteur est un important émetteur de gaz à effet de serre : directement par l'émission de méthane et de protoxyde d'azote essentiellement due à sa production agricole et indirectement par le changement d'affectation des terres et les activités en aval de sa production. Mais il est à la fois un maillon indispensable à notre sécurité alimentaire, au moment où le changement climatique met à rude épreuve les

## Émissions de CO<sub>2</sub> liées aux bâtiments résidentiels en France en 2019



Ne sont prises en compte que les émissions de CO<sub>2</sub> dues à la combustion d'énergies fossiles. Le contenu carbone de l'électricité et de la chaleur achetée à des réseaux n'est pas pris en compte. Les émissions des activités de construction des bâtiments sont comptabilisées dans la catégorie « Industrie manufacturière et construction ».

Source : SDES, d'après Ceren, 2020.

cultures et les sols, dans un contexte d'évolution toujours forte de la démographie. Le secteur agri-alimentaire doit en effet simultanément réduire ses émissions - tout en augmentant si possible le potentiel de stockage de carbone dans les sols et la biomasse - et s'adapter au changement déjà présent en se préparant à absorber les chocs climatiques à venir, désormais inévitables.

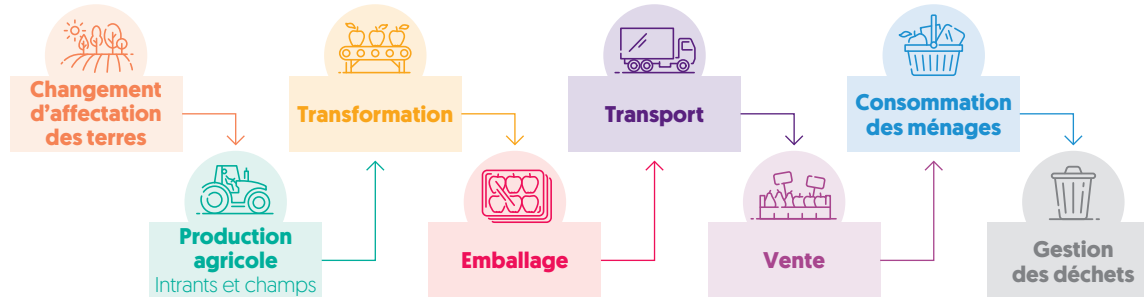
Une transition indispensable qui appelle une réponse globale et systémique alors que le secteur est par nature parcellaire et d'une grande diversité. Ses émissions sont diffuses et difficiles à mesurer, et les enjeux sont multiples par la complexité des processus en jeu. Une réponse qui dépasse l'exploitation agricole alors qu'elle est, elle-même, à son niveau, solution de résilience.

**Une transition indispensable qui appelle une réponse globale et systémique alors que le secteur est par nature parcellaire et d'une grande diversité.**

### 3.1 Du champ à l'assiette : la demande alimentaire invitée à évoluer

Faire évoluer les pratiques alimentaires et les modes de production appelle à une véritable vision de long terme. Ce qui nécessite de repenser le système alimentaire à chacune de ses étapes, de la production agricole aux surfaces qui lui sont dédiées, à la transformation

## Le changement d'affectation des terres et la production agricole concentrent une grande partie des émissions de gaz à effet de serre



des produits, à leur transport, à leur conditionnement...

Si les émissions de GES liées à l'alimentation sont difficiles à évaluer, notamment par la difficulté à chiffrer l'effet du changement d'affectation des terres (très important)<sup>64</sup>, un consensus semble s'instaurer autour d'un tiers des émissions globales. Ainsi, le think tank français I4CE estime que la demande alimentaire mondiale génère de 22 % à 37 % des rejets de gaz à effet de serre, tous secteurs confondus<sup>65</sup>.

D'après I4CE, « l'essentiel des émissions provient de la phase de production (changement d'affectation des terres et production agricole), tandis que les émissions générées par les étapes de postproduction et de post-vente sont relativement limitées. Par ailleurs, si la gestion des déchets constitue le poste le moins émetteur du cycle alimentaire, les émissions contenues dans le gaspillage alimentaire des consommateurs sont loin d'être négligeables ».

### 3.2 Modifier les régimes alimentaires

L'une des réponses très souvent évoquées pour réduire efficacement les émissions des GES liées aux régimes alimentaires consiste à diminuer la consommation de protéines animales. Si la question alimentaire entraîne des débats passionnés autour de la consommation de viande et de produits laitiers, parce qu'elle est liée à la culture, la tradition, l'éducation, l'idée de faire évoluer les pratiques de consommation (du moins, celles dites « occidentales ») commence à faire son chemin, d'autant qu'elle est intimement liée à la problématique de santé publique. Aussi, l'humanité est invitée à rebasculer, au moins en partie, vers une alimentation plus végétale et moins carnée, comme cela a été le cas au fil de son histoire.

En France, par exemple, l'Ademe juge que « la consommation de viande et de lait mobilise plus de 80 % de la surface agricole utile nécessaire à la totalité de notre alimentation ». Le bœuf, à lui seul, surpasse largement

les autres denrées alimentaires en matière d'émissions de GES (rumination) tout en étant par ailleurs énergétiquement inefficace, que ce soit dans la consommation d'eau douce ou dans sa consommation de surfaces<sup>66</sup>.

<sup>64</sup> L'absence d'harmonisation des méthodes de comptabilisation de l'empreinte GES alimentaire et les incertitudes des estimations des émissions du secteur agricole et de l'UTCATF peuvent entraîner des écarts importants d'une étude à l'autre. Un consensus semble s'installer autour d'un tiers. L'importante incertitude qui caractérise l'estimation des émissions liées au changement d'affectation des terres est à souligner : elle est liée à la fois à l'incertitude inhérente aux estimations des émissions de l'UTCATF, ainsi qu'à la difficulté d'attribuer à l'agriculture ou non les changements d'affectation des terres et notamment la déforestation.

<sup>65</sup> 0318-I4CE2984-EmissionsGES-et-conso-alimentaire-Note20p-VF\_V2.pdf.

<sup>66</sup> <https://ourworldindata.org/grapher/energy-efficiency-of-meat-and-dairy-production>.

**La demande alimentaire mondiale génère de 22 % à 37 % des rejets de gaz à effet de serre, tous secteurs confondus.**



### AGRICULTURE ET DÉFORESTATION, L'ÉQUILIBRE FRAGILE DES SURFACES

L'agriculture est la première raison des changements d'affectation des terres et la principale source de la déforestation<sup>67</sup> et de ses conséquences (les forêts abritant la plus grande partie de la biodiversité des terres émergées de la planète). « L'agriculture commerciale à grande échelle, principalement l'élevage de bétail et la culture du soja et de l'huile de palme, a représenté 40 % de la déforestation tropicale entre 2000 et 2010<sup>68</sup>. » Autant le coût de l'inaction sera très élevé, autant le bénéfice d'un changement dans les pratiques ou dans les comportements, pourrait l'être également, à commencer par une modification des régimes alimentaires, d'autant que « les pertes et le gaspillage alimentaires sont responsables d'environ 7 % des GES alors que près de 30 % des terres agricoles mondiales sont actuellement occupées à produire des aliments qui ne seront jamais consommés<sup>69</sup>. »

Végétaliser davantage son alimentation permettrait donc de libérer des surfaces agricoles, aujourd'hui très largement occupées par des prairies, cultures fourragères ou cultures de céréales à destination du cheptel, venant en concurrence directe avec l'alimentation humaine. « Cette libération des terres est un paramètre central dans les scénarios de transition agroécologique », rappelle The Shift Project.

### 3.3 Transformer les modes de production : vers une généralisation des pratiques agroécologiques

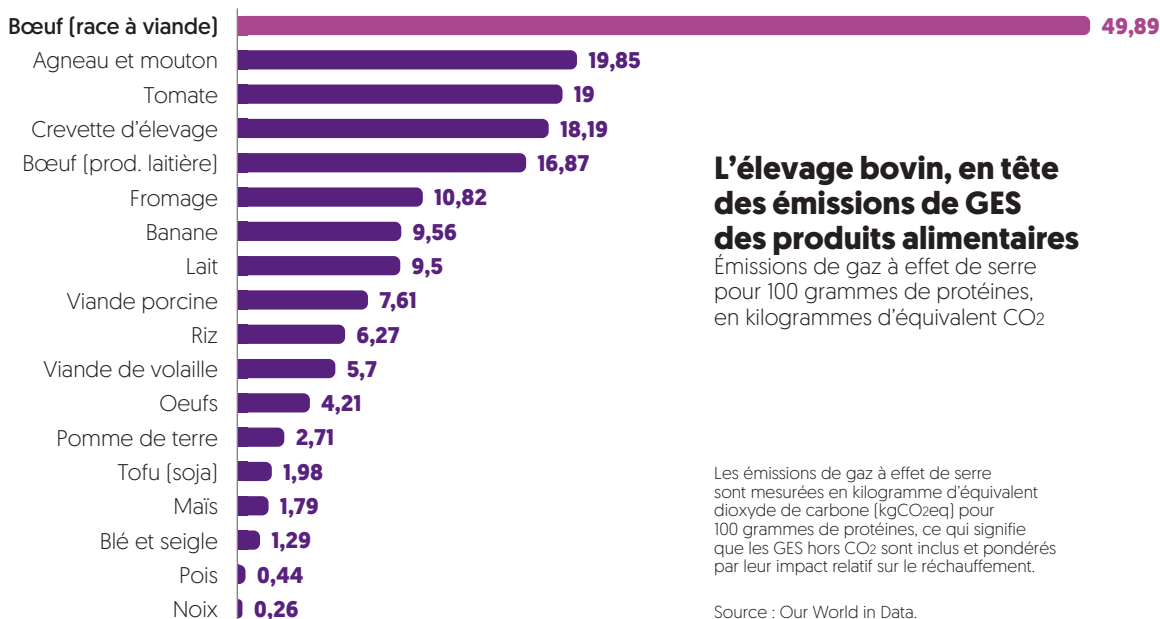
Transformer le système productif agricole, c'est mettre en place des techniques pour garder les sols vivants. Ce, pour répondre au défi de l'adaptation en s'assurant une plus grande résilience face aux risques climatiques et nourrir une population estimée à près de 10 milliards de personnes en 2050. Transformer le sys-

tème de production, c'est donc protéger et restaurer les écosystèmes, c'est utiliser les ressources de manière raisonnée, c'est développer le potentiel de séquestration du carbone. C'est, en somme, ce que proposent les différentes pratiques regroupées sous le terme générique

<sup>67</sup> An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries (iop.org).

<sup>68</sup> La Situation Des Forêts Du Monde 2020 (fao.org).

<sup>69</sup> Background - Food waste and loss reduction | United Nations.



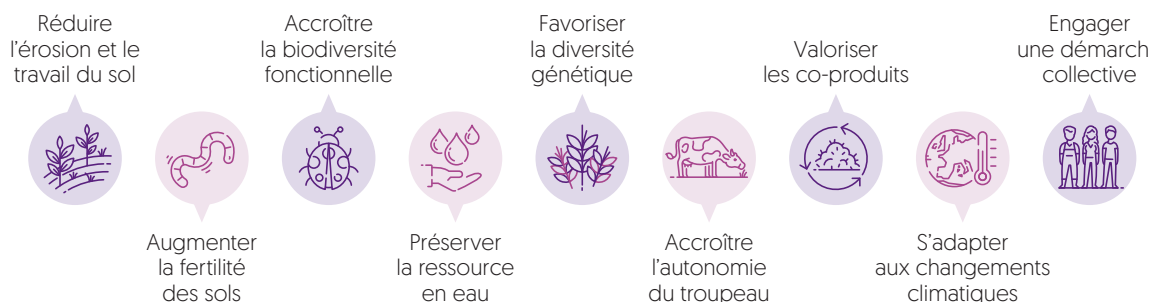
### L'élevage bovin, en tête des émissions de GES des produits alimentaires

Émissions de gaz à effet de serre pour 100 grammes de protéines, en kilogrammes d'équivalent CO<sub>2</sub>

Les émissions de gaz à effet de serre sont mesurées en kilogramme d'équivalent dioxyde de carbone (kgCO<sub>2</sub>eq) pour 100 grammes de protéines, ce qui signifie que les GES hors CO<sub>2</sub> sont inclus et pondérés par leur impact relatif sur le réchauffement.

Source : Our World in Data.

## Les différents objectifs poursuivis par l'agroécologie selon CC Solagro



d'agroécologie <sup>70</sup>, qui ne bénéficie pas d'une définition unique mais peut être présentée comme « une approche globale cherchant à construire des systèmes agraires soutenables et résilients ».

Parmi les principes guidant les pratiques envisagées, on retrouve régulièrement l'idée de :

- généraliser les couverts végétaux et diversifier les cultures, d'associer différentes cultures et/ou variétés (l'homogénéité génétique rendant les cultures particulièrement vulnérables aux stress environnementaux et aux

bioagresseurs), sur une même parcelle, soit dans le temps (les cultures intermédiaires permettant entre autres de limiter l'érosion des sols), soit sur une même surface (cultures associées), soit dans un plan vertical (agroforesterie), ceci permettant de rendre le système plus résilient dans son ensemble.

- restaurer la biodiversité (sérieusement dégradée) en réduisant/supprimant les pesticides et de renouveler la fertilité des sols tout en se passant d'engrais synthétique en utilisant massivement les légumineuses connues



### META-NÉGOCIATION : UN ACCORD DANS LES COULISSES DE LA COP26

Avec un pouvoir réchauffant de l'ordre de 80 fois plus important à 20 ans (et 28 à 100 ans) que le CO<sub>2</sub>, le méthane, qui représente environ 20 % des émissions de GES mondiales, fait désormais partie intégrante des politiques climatiques, étant vu comme un paramètre indispensable à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone d'ici à 2050. En témoigne l'accord mondial sur le méthane (Global Methane Pledge) annoncé à la COP 26 visant une réduction, d'ici à 2030, de 30 % des émissions à l'échelle du globe. Liées à environ 60 % aux activités humaines, les émissions de méthane ont augmenté de près de 10 % entre 2000-2006 et 2017. Si l'industrie fossile n'est pas en reste, contribuant à 35 % environ des émissions anthropiques, particulièrement dues à des fuites dans les chaînes d'extraction, l'agriculture est la principale cause des émissions de méthane. Selon le Citepa <sup>71</sup>, trois mesures d'ordre comportemental permettraient de les diminuer fortement : la diminution du gaspillage et des pertes alimentaires, une meilleure gestion de l'élevage ainsi que l'évolution vers des régimes plus végétariens ou à faible teneur en viande ou en produits laitiers.

<sup>70</sup> Ensemble d'idées et de pratiques consistant à appliquer à l'agronomie des savoirs issus de l'écologie scientifique, dans le but de concevoir des systèmes agraires durables. L'agroécologie ne répond pas à un cahier des charges ou un itinéraire technique précis mais constitue un cadre d'analyse général mettant l'accent sur certains grands principes agronomiques - VersLaResilienceAlimentaire-DigitaleVersion-HD-1.pdf

<sup>71</sup> Méthane : une réduction de 45 % des émissions mondiales d'ici 2030 permettrait d'éviter une hausse de +0,3 °C du réchauffement après 2040 - Citepa





[PARTIE 2]

AGIR

pour fixer l'azote par leur intermédiaire, et en recyclant de façon plus optimale les nutriments.

- développer une gestion intégrée de l'eau dans un contexte où l'accès à la ressource connaîtra d'inéluctables tensions.

Toutefois, pour que l'agroécologie devienne la norme, la transition doit être massive et accompagnée, notamment financièrement (acquisition de matériel spécifique, changement de modèle économique sans oublier la sensibilisation et la formation), pour éviter les difficultés économiques des agriculteurs dans un contexte de fort endettement et de faible pouvoir de négociation sur les prix, ainsi qu'à la réduction d'installations agricoles, faute de repreneurs.

### 3.4 Stocker le carbone dans les sols

Les sols, puits ou source de carbone ?

Les deux. Tout dépend de leur état de santé et de ce qu'on en fait. Réservoirs naturels de carbone, ils ne stockent pas la même quantité selon leur nature, leur qualité et leur utilisation, et en fonction des facteurs climatiques qui conditionnent les processus dynamiques complexes de transformation du CO<sub>2</sub> atmosphérique en matières organiques riches en carbone. En effet, le stockage (ou déstockage) de carbone est le résultat de flux entrants (par transformation des végétaux en matière organique par les bactéries, champignons et vers de terre présents au sol) et sortants (par minéralisation due à la respiration et aux excréments

de ces mêmes organismes). L'augmentation de carbone dans les sols contribuerait à stabiliser le climat et à assurer la sécurité alimentaire, mise en danger par la désertification. Car plus les terres sont dégradées (le réchauffement climatique accentuant le phénomène), moins elles sont fertiles (donc moins productives), et plus elles perdent leur capacité de stockage de carbone. C'est pourquoi il convient de leur restaurer cette faculté. Ce qui est l'objectif des pratiques agricoles durables.



#### L'ARBRE DE LA CONTROVERSE

Ça fait du bien au moral, mais est-ce une bonne idée ? De nombreuses initiatives de reforestation ou d'afforestation ont vu le jour dans le monde entier ces dernières années afin de permettre aux forêts de regagner la place qu'elles ont perdu ces dernières décennies et jouer le rôle qu'on leur attribue de puits de carbone. À condition que le puits ne se transforme pas en source d'émissions. Car la capacité de ces plans massifs de reforestation à contenir le réchauffement climatique ne semble pas acquise. Ils pourraient même avoir un effet contre-productif et l'aggraver<sup>72</sup>. L'effet de la reforestation sur le climat est difficile à mesurer. Les études se multiplient mais les résultats se heurtent au difficile exercice de la modélisation du vivant où entrent en jeu de nombreux paramètres physico-chimiques. Planter un arbre, oui, mais pas n'importe quelle essence, pas n'importe où et pas à n'importe quelle saison. Et plutôt que de planter massivement, penser à protéger l'existant.

<sup>72</sup> Dans leur rapport commun, le Giec et l'IPBES convenaient que les scénarios du Giec ne faisaient pas encore la différence entre la repousse naturelle des forêts, le reboisement artificiel ou le boisement de terres non boisées auparavant, rendant difficile l'évaluation des impacts sur la biodiversité

# CONCLUSION

**L**a transition écologique est par nature, systémique, c'est toute sa difficulté. Elle suppose une compréhension partagée de la complexité des processus environnementaux et des menaces qui pèsent sur les équilibres des écosystèmes ou sur notre capacité de résilience au-delà de la communauté scientifique, pour laquelle le consensus est établi. Elle requiert des décisions cohérentes, coordonnées et équilibrées entre États du monde entier et des actions mobilisant de nombreux acteurs, publics et privés, à toutes les échelles, du global au local. C'est pourquoi elle implique une volonté politique commune et une vision partagée de l'avenir, la prise d'engagements forts et une capacité à les mesurer et les tenir. C'est tout l'enjeu de la Conférence des parties mise en place depuis 1992, et ayant lieu chaque année depuis 1995. Mais ce sont bien aux gouvernements nationaux et, dans le cas de la France, également à l'Union Européenne, de prendre les mesures politiques et réglementaires nécessaires à l'atteinte des objectifs de neutralité carbone afin de poser un cadre explicite et d'établir des règles de jeu claires, permettant à toutes les parties prenantes d'organiser leur transition.

Son principal outil de politique climatique pour atteindre les objectifs inscrits dans son paquet législatif, soit une baisse de 55 % de ses émissions de GES d'ici à 2030 (par rapport à 1990), est le système européen d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre (ou EU ETS). À travers la fixation d'un prix pour la tonne de carbone émise ou évitée, ce système a vocation à inciter la réalisation d'investissements de décarbonation dans les différents secteurs composant l'économie.

En discussion depuis des mois, la réforme du marché du carbone, imminente, devrait élargir celui-ci aux transports routiers et au chauffage des bâtiments pour les entreprises et mettre fin progressivement aux quotas gratuits pour les secteurs couverts par le futur Mécanisme d'ajustement carbone aux frontières, le rendant ainsi plus efficace. Créé en 2005 afin d'imposer un plafond d'émissions aux secteurs

très émetteurs et réorienter ainsi les choix technologiques et techniques des acteurs économiques, le marché du carbone, qui a souffert à ses débuts d'un prix trop bas pour être incitatif, a flirté début 2022 avec les 100 euros, avant de redescendre avec la crise ukrainienne. Avec un prix du carbone qui pourrait largement dépasser les 100 euros/tonne à horizon 2030, l'impact sur les différentes industries pourrait être significatif sans transformation rapide, d'où le rôle clé joué par la finance mondiale dans l'accompagnement de cette transition.

Viser l'objectif zéro émission nette au niveau mondial d'ici à 2050 nécessite à lui seul que les investissements liés à la transition vers une énergie bas carbone atteignent environ 4 000 à 5 000 milliards de dollars par an d'ici à 2050, d'après l'Agence internationale de l'énergie. C'est colossal, d'autant plus que les pays développés devront accompagner les économies émergentes et en développement, sans quoi la neutralité carbone sera inatteignable. Le secteur financier est déjà engagé dans la transition, la Glasgow Financial Alliance for Net Zero (GFANZ) réunissant désormais une coalition d'acteurs représentant 130 000 milliards de dollars d'actifs dans le monde. Mais c'est bien à tous les niveaux que les changements s'opèrent, au niveau mondial comme local, et dans tous les secteurs d'activité. Toutes les entreprises voient leur modèle économique bousculé et stimulé à la fois. La recherche, de plus en plus interdisciplinaire, avance dans tous les domaines provoquant de véritables ruptures aussi remarquables que porteuses d'espoir. De multiples innovations devraient changer, à plus ou moins long terme mais sans aucun doute en profondeur, nos modes de vie.



## LE GROUPE BPCE ET SES ENTREPRISES, ENGAGÉS SUR UNE TRAJECTOIRE « NET ZERO »

**D**ans son plan stratégique BPCE 2024, le Groupe BPCE fait du climat une priorité d'action pour tous ses métiers et toutes ses entreprises, confirmée par son adhésion en juillet 2021 à la « Net Zero Banking Alliance », une initiative internationale lancée par l'UNEP-FI visant la neutralité carbone d'ici à 2050.

Cela signifie qu'il s'est engagé à aligner ses portefeuilles sur une trajectoire zéro émission nette d'ici à 2050 mais aussi à fixer, grâce aux outils de mesure qu'il a développés, des jalons d'alignement de son bilan à court, moyen et long terme, comme il l'a déjà fait pour :

- le fonds général des activités d'assurances, avec une phase intermédiaire en 2024 à 2 °C, avant d'atteindre 1,5 °C dès 2030.
- les portefeuilles de financement de la banque de grande clientèle avec un objectif de 2,5 °C en 2024, 2,2 °C en 2030 avant d'atteindre la neutralité en 2050.

Aussi, le Groupe étend progressivement ses travaux de mesure et d'alignement initiés par le « Green Weighting Factor » aux autres portefeuilles du Groupe avec l'approche dite « Modèles d'évaluation verte » afin de couvrir 100 % des portefeuilles d'ici à fin 2024.

Pour parvenir à la neutralité carbone, le Groupe BPCE entend :

- prioriser les portefeuilles où il peut avoir l'impact le plus significatif, c'est-à-dire ceux qui concentrent les secteurs les plus intensifs en gaz à effet de serre.
- accompagner tous ses clients dans leur transition environnementale qu'il s'agisse de besoins de financement, d'investissement, d'épargne ou d'assurance, avec une dimension de conseil et de dialogue stratégique privilégié, apportant expertise, solutions et vision de long terme ;
- étendre sa stratégie de refinancement durable avec une politique d'émission élargie à des thématiques de transition énergétique aux côtés des émissions vertes et sociales, des produits d'épargne et de placements ESG pour la clientèle, une approche O2D (originate-to-distribute) dans le financement de la production nouvelle d'actifs green ;
- accélérer la réduction de sa propre empreinte environnementale, avec un objectif de diminution d'ici à 2024 de 15 % du bilan carbone du Groupe par rapport à 2019, avec 4 axes priorités : l'immobilier, la mobilité des collaborateurs, les achats et les usages numériques.



PARTENAIRE PREMIUM



[groupeBPCE.com](https://groupeBPCE.com)

