

# Document de travail n° 74

**Moins de croissance  
trop de carbone**

Ce document de travail a été préparé  
par Michel DIDIER, Gilles KOLEDA et Raphaël TROTIGNON

# Rexecode

---

Centre de Recherche pour l'Expansion de l'Economie et le Développement des Entreprises

Rexecode : association régie par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901 - Siret : 784 361 164 00030 - APE 9412Z  
Siège social : 29 avenue Hoche - 75008 PARIS - Tél. (33) 01 53 89 20 89 - [www.rexecode.fr](http://www.rexecode.fr) - [www.twitter.com/Rexecode](https://www.twitter.com/Rexecode)

# Moins de croissance trop de carbone

Résumé .....	5
1. Des perspectives économiques bouleversées par la crise.....	9
2. Des relations de prévision tendancielle .....	13
3. Perspectives d'émissions de CO <sub>2</sub> de la France .....	19
4. Perspectives d'émissions de CO <sub>2</sub> de l'Union européenne.....	25
5. Perspectives mondiales d'émissions de CO <sub>2</sub> .....	29
6. Synthèse et conclusions .....	33
Bibliographie .....	37
<b>Annexe</b>	
Données et perspectives détaillées .....	39

Ce document de travail est disponible en ligne sur le site de Rexecode

<http://www.rexecode.fr/public/Analyses-et-previsions/Documents-de-travail>



## Moins de croissance trop de carbone



# Moins de croissance trop de carbone

## Résumé

Moins de croissance, trop de carbone, c'est le constat dressé par le tout nouveau pôle Energie-Climat créé au sein de Rexecode, à côté du Pôle Conjoncture et du Pôle Etudes économiques.

Pour atteindre l'objectif d'émissions nettes égales à zéro en 2050, les politiques mises en œuvre devront faire évoluer, de façon plus ou moins contraignante, les modes de production et les usages de consommation. Pour que ces politiques ne soient pas entravées, voire rejetées, par l'opinion publique, elles devront aussi s'inscrire dans une démarche de recherche du plein emploi et d'augmentation du pouvoir d'achat. La prise en compte des relations entre les résultats économiques, les capacités énergétiques et les objectifs climatiques sera déterminante pour l'efficacité même de l'action publique car les ressources qui peuvent lui être affectées sont et seront limitées. Dans l'immédiat, la crise sanitaire et le confinement ont entraîné une profonde récession économique et une forte attente de relance économique, ce qui renforce encore cette nécessaire intégration. C'est pourquoi Rexecode a décidé d'associer désormais aux exercices de perspectives macroéconomiques à moyen terme un volet portant sur les émissions de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) qui est le principal gaz à effet de serre (environ 70 % du total). Le présent document de travail rend compte de cette démarche exploratoire. D'autres travaux suivront, l'ambition affichée de Rexecode étant de pouvoir publier à terme un document de travail intitulé *Plus de croissance, moins de carbone*.

Nos perspectives explorent la période 2020-2030, l'année 2030 étant souvent retenue comme un point de passage de référence de la transition vers une économie neutre en carbone. La Stratégie Nationale Bas Carbone française comme le Paquet climat énergie européen et le projet de *Green Deal* de la Commission européenne ont des points de visée en 2030.

En 2019, avant la crise économique et sanitaire actuelle, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> avaient atteint 36 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> (50 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent pour l'ensemble des gaz à effet de serre). L'Union européenne, avec des émissions de 3 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> représentait 8 % des émissions mondiales et la France, avec 327 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, moins de 1 % des émissions mondiales.

La prévision courante de la croissance mondiale était avant la crise de 3 % à 3,5 % par an. Le confinement d'une partie de la planète a provoqué une forte récession mondiale, avec un recul attendu du PIB de l'ordre de 5 % en 2020, mais aussi, après un rebond en 2021, un rythme de croissance économique des prochaines années affaibli. Il en résultera une diminution des émissions annuelles de CO<sub>2</sub>. La révision en baisse des émissions de CO<sub>2</sub> que nous prévoyons pour l'année 2020 du fait de la récession sont de 11,4 % pour la France, de 9,8 % pour l'Union européenne et de 7,6 % pour le monde, par rapport aux perspectives d'émissions antérieures pour 2020. Le rebond de sortie de récession se traduira en 2021 par un rebond des émissions. Sur l'ensemble de la période 2020-2030, on peut s'attendre tendanciellement, par rapport aux perspectives antérieures, à une révision en baisse des prévisions d'émissions de CO<sub>2</sub> cumulées de 190 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> pour les émissions de la France, de 1 600 millions de tonnes pour l'Union européenne et de 17 200 millions de tonnes pour le monde.

Nous utilisons pour effectuer nos simulations d'ici 2030 deux relations simples, d'une part entre la consommation d'énergie primaire et le PIB, d'autre part entre les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie primaire. Ces relations prolongent les tendances des années récentes, mais elles ne prennent pas en compte des ruptures éventuelles des nouvelles politiques climatiques. Les ratios d'énergie primaire nécessaire pour produire une unité de PIB, et d'émission de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par unité d'énergie primaire consommée, s'avèrent très différents selon les pays du monde. En France, le ratio d'énergie primaire était de 0,10 en 2018, année la plus récente pour laquelle les données sont disponibles. Cela signifie que pour produire ou utiliser 1 000 euros de PIB (aux prix courants de 2018), on met en jeu une centaine de kilos de pétrole ou équivalent, ce qui dégage dans l'atmosphère 143 kilos de CO<sub>2</sub>. Les chiffres similaires pour la moyenne mondiale sont de 197 kilos de pétrole et 483 kilos de CO<sub>2</sub> émis, très supérieurs à ceux de la France.

Ces ratios diminuent depuis 1990, à des rythmes qui sont différents selon les régions. En France, le ratio des émissions par unité de PIB en volume<sup>1</sup> diminue au rythme de 2,7 % par an depuis une dizaine d'années. En prolongeant les tendances des dix dernières années jusqu'en 2030, on obtient compte tenu des perspectives économiques actuelles, des émissions de 241 millions en tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030. Les mêmes ratios appliqués aux perspectives économiques d'avant crise auraient conduit à des émissions de 259 MtCO<sub>2</sub>. L'« économie » de CO<sub>2</sub> pour l'année 2030 serait donc de 18 MtCO<sub>2</sub>, et l'économie cumulée sur l'ensemble des années 2020 à 2030, de 190 millions de tonnes.

<sup>1</sup> Tous les volumes sont établis aux prix de 2015 pour la France et l'Union européenne.



Les émissions évitées en raison de la crise doivent être rapprochées du coût économique de la crise. La perte de volume du PIB, cumulée de 2020 à 2030, est de 1 647 milliards d'euros (euros constants de 2015). Cela signifie que chaque tonne de CO<sub>2</sub> en moins est associée à un coût économique de 8 700 euros (euros de 2015). Ce coût est beaucoup plus élevé que la valeur tutélaire du carbone indiquée dans le rapport *La valeur de l'action pour le climat* d'Alain Quinet (France Stratégie, 2019). Les programmes actuels de réductions des émissions permettent d'obtenir des réductions d'émissions à des coûts par tonne évitée vingt à trente fois inférieurs.

La décroissance n'apparaît donc pas une solution optimale au problème du réchauffement climatique, car les gains environnementaux indirects de la crise sont obtenus à un coût économique exorbitant. Les politiques énergétiques et climatiques peuvent obtenir le même résultat à un coût bien moindre, à condition bien sûr qu'elles soient effectivement mises en œuvre.

Pour le monde, le coût économique de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée serait de l'ordre de 2 200 euros, pour l'Union européenne d'environ 5 200 euros. Cette hiérarchie tient au fait que la France est sensiblement moins émettrice de CO<sub>2</sub> que la moyenne européenne et bien moins encore, que la moyenne mondiale.

La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> prévisible, en conséquence du ralentissement économique, permet de se rapprocher en 2030 des objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone pour la France et, pour l'Union européenne, du Paquet Climat Energie. Elle ne permet pas pour autant, selon nos simulations tendanciennes, d'atteindre ces objectifs. Malgré l'impact de la récession, l'écart entre le niveau des émissions de CO<sub>2</sub> au niveau mondial simulées pour 2030 (42 Gigatonnes de CO<sub>2</sub>) et le niveau compatible avec un réchauffement climatique de 1,5 degré Celsius (17,6 Gigatonnes de CO<sub>2</sub>), demeure considérable et donc préoccupant. Ces résultats incitent fortement à rechercher, au niveau mondial et au niveau de chaque pays, les moyens les plus efficaces pour concilier les objectifs climatiques et les objectifs économiques et sociaux.



1

## Des perspectives économiques bouleversées par la crise

Il y a à peine quelques mois la plupart des perspectives économiques de moyen terme envisageaient une croissance mondiale comprise entre 3 % et 3,5 % au cours de la première moitié des années 2020. Pour la zone euro et pour la France, le taux de croissance était attendu entre 1 % et 1,5 %. La crise sanitaire a balayé ces perspectives. Il a fallu les reconstruire de fond en comble. Nous envisageons désormais une récession du PIB de plus de 10 % pour la France, de 8,6 % pour la zone euro et de 4,6 % pour le monde. Nous attendons un rebond, plus ou moins marqué selon les régions du monde en 2021, mais sur l'ensemble de la décennie 2020, la perte de PIB restera importante.

Ces perspectives sont conditionnées à l'hypothèse, relativement neutre mais loin d'être assurée au stade actuel, qu'il n'y aurait pas de retour significatif de l'épidémie et de nouvelles mesures contraignantes de confinement, en soulignant toutefois qu'il faudra sans doute maintenir un certain temps des règles de prudence qui sont susceptibles de limiter la productivité.

### Moins d'investissement et plus de risques

La question économique centrale est celle des réactions des acteurs économiques au choc, puis à la levée progressive, du confinement. Sur le plan économique, le confinement a été une diminution contrainte, exogène et brutale, de la quantité de travail. Celle-ci a entraîné une diminution du produit national et de sa contrepartie exacte qui est le revenu national. En levant cette contrainte, le déconfinement permet un retour progressif à des comportements libres, mais à partir d'une situation profondément déséquilibrée et dans un environnement de montée de l'incertitude.

Notre diagnostic, qui vaut pour la France et à des degrés divers pour les autres pays, est le suivant. En 2020, le revenu disponible qui est égal, rappelons-le, au PIB aura diminué fortement, et cette perte de revenu a bouleversé les équilibres économiques et financiers de tous les agents. Les administrations publiques ont été déséquilibrées à la fois en raison de dépenses exceptionnelles supplémentaires (pour un tiers environ de l'accroissement de déficit) et de pertes de recettes fiscales et sociales (pour deux tiers de l'accroissement de déficit). Les ménages ont perdu des revenus mais ils ont diminué aussi leurs dépenses de consommation et d'investissement, de sorte qu'ils disposeront fin 2020, en grande partie involontairement, d'une épargne financière supplé-

mentaire. Avec la baisse de leur chiffre d'affaires, les entreprises ont subi en 2020 une forte réduction de leurs résultats et de leur épargne annuelle disponible pour investir.

En outre, le niveau d'incertitude est monté de plusieurs crans, tant au plan sanitaire qu'au plan économique. Or, l'incertitude impose une marge de prudence accrue, et la prudence accrue conduit à des comportements, toutes choses égales par ailleurs, encore plus restrictifs. Pour les ménages, cela se traduira sans doute par un comportement d'épargne durablement prudent, pour les entreprises, pour certaines d'entre elles par une cessation d'activité, pour la plupart des autres par une forte baisse de l'investissement et un effort de compression des coûts pour retrouver une situation financière viable.

Une autre hypothèse concerne l'économie d'après crise. Allons-nous, après la récession et le rebond, retrouver nos tendances antérieures ? Ou bien le rythme de la croissance potentielle a-t-il été modifié par le choc sanitaire et économique ? L'observation du passé montre que les récessions laissent des traces. La tendance de la croissance s'est affaïssée de cycle en cycle, notamment en Europe. L'ampleur de la récession actuelle, la contraction relative du capital productif, l'incertitude sur l'avenir et la nécessité de nouvelles précautions sanitaires justifient la prévision d'un nouveau tassement de la croissance potentielle après le rebond de sortie de récession.

Au cours des prochains mois, deux mécanismes contraires se mettront en place. A très court terme, l'épargne involontaire des ménages accumulée pendant le confinement reviendra sur le marché. On constatera donc, et on constate déjà, un rebond relativement marqué mais temporaire de la demande de consommation. Cependant, un second mécanisme beaucoup plus durable et plus puissant s'imposera. Il résultera de la nécessité impérieuse pour les entreprises d'assurer leur survie et de limiter strictement pour cela les dépenses d'investissement et les coûts de production.

## Une perte de croissance définitive

Au total, nous attendons désormais pour l'économie mondiale un recul du PIB de 4,6 % en 2020, puis un rebond de 6,9 % en 2021, et un retour progressif vers 3 % les années suivantes. Ces chiffres doivent être rapprochés des prévisions antérieures. Il y a encore quelques mois, la croissance mondiale était attendue en 2020 à +3,0 %, chiffre au demeurant relativement faible comparé aux tendances antérieures. Cela signifie que la révision en baisse de la croissance mondiale de 2020 due au Covid est de 7,6 points de PIB en 2020. L'écart est considérable. Le rebond de sortie de récession réduirait cet écart à 4,0 % en 2021, puis à 2,7 % en 2022. L'écart réaugmenterait légèrement ensuite en

raison du tassement de la tendance de la croissance potentielle. La moitié de la perte de croissance serait donc définitive.

Pour les Etats-Unis, notre prévision actuelle du PIB pour 2020 est un recul de -7,3 % (contre +1,3 % prévu antérieurement). La perte de croissance de 2020 serait donc de 8,6 points de PIB. L'enseignement du passé est que l'économie américaine rebondit en général rapidement après les récessions. Les Etats-Unis retrouveraient le niveau du PIB de 2019 en 2022. La Zone euro serait plus fortement pénalisée par la crise. La récession du PIB serait en 2020 de 8,6 % et le rebond en 2021 de 6,4 %. Le niveau de 2019 ne serait retrouvé au mieux qu'en 2023. En France, la récession serait encore plus marquée en 2020, le PIB reculant de 10,3 % par rapport à 2019. Nous attendons un rebond de 7,8 % en 2021, et puis de 2,8 % en 2022 avant que la croissance ne converge vers un potentiel de l'ordre de 0,8 % par an.

Le tableau suivant présente nos perspectives d'évolution des principales grandeurs économiques pour la période 2020-2024, et rappelle les prévisions antérieures à la crise sanitaire afin de faire apparaître l'impact de la crise. Nous n'avons pas établi de perspectives détaillées au-delà de 2024. Pour les calculs des prévisions d'émissions de CO<sub>2</sub> qui font l'objet des sections suivantes, nous avons retenu les taux de croissance tendanciels vers lesquels l'économie des différentes zones économiques seraient revenus progressivement.

#### Les chiffres clés de nos perspectives actuelles et rappel des perspectives « avant crise »

	Moyenne 2007 à 2019	2020	2021	2022	2023	2024
<b>Croissance (en % par an)</b>						
<b>Monde</b>						
Perspectives avant crise	3,2	3,0	3,3	3,4	3,3	3,3
Perspectives actuelles	3,2	-4,6	6,9	4,7	3,2	3,0
<b>Etats-Unis</b>						
Perspectives avant crise	1,6	1,3	1,5	2,0	1,8	1,8
Perspectives actuelles	1,6	-7,3	7,4	3,1	1,7	1,7
<b>Zone euro</b>						
Perspectives avant crise	0,8	1,0	1,0	1,3	1,3	1,3
Perspectives actuelles	0,8	-8,6	6,4	3,0	1,4	0,8
<b>France</b>						
Perspectives avant crise	0,9	1,0	1,2	1,4	1,3	1,3
Perspectives actuelles	0,9	-10,3	7,8	2,8	1,5	0,8
<b>Prix du pétrole brut (en \$US/baril)</b>						
Perspectives avant crise	79	69	66	65	65	65
Perspectives actuelles	79	43	55	59	62	64

## Un contexte économique devenu moins favorable à la transition énergétique

Deux observations importantes ressortent de cette comparaison. La première observation à souligner est que la révision en baisse de la croissance due à la crise sanitaire et du confinement est élevée. La perte de volume du PIB mondial en 2020 serait de 7 900 milliards de dollars. Malgré le rebond de 2021, la perte totale de volume du PIB de 2020 à 2030 serait de 51 800 milliards de dollars. Pour la France, la perte de PIB cumulée de 2020 à 2030 serait de 1 647 milliards d'euros. Cela signifie que les ressources disponibles à partager entre la consommation, l'investissement traditionnel et les dépenses à engager en vue des actions pour le climat ont été sensiblement réduites par la crise, ce qui peut créer des tensions entre les besoins immédiats et les investissements d'avenir.

Par ailleurs, en raison du repli de la production et de la demande mondiale de ressources énergétiques, la prévision du prix moyen du pétrole en 2020, qui était déjà avant la crise inférieure de plus de 10 % au prix moyen de 2007 à 2019, a été abaissée de 30 %, et ce prix resterait plus bas que dans les perspectives avant crise jusqu'au milieu de la décennie. Il en résulte, toutes choses égales par ailleurs, un rapport de prix plus favorable aux énergies fossiles qui ne favorisera pas le report spontané de la consommation vers des énergies moins émettrices de CO<sub>2</sub>.

## 2

## Des relations de prévision tendancielle

Pour associer des projections d'émissions de CO<sub>2</sub> aux perspectives économiques, nous retenons deux relations, estimées sur le passé, entre trois variables clé : le volume du produit intérieur brut (PIB), la consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole) et les émissions de CO<sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO<sub>2</sub>). On rappelle que la consommation d'énergie primaire concerne l'ensemble de l'énergie prélevée dans l'environnement naturel, qui est ensuite transformée et transportée pour mettre à disposition des utilisateurs finaux une énergie directement utilisable par eux. La consommation d'énergie primaire est donc plus élevée que la consommation d'énergie finale, puisqu'elle prend en compte les consommations du secteur de l'énergie. Nous ne retenons ici que les émissions de CO<sub>2</sub>, qui représentent environ 70 % de l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre, les autres émissions suivant des logiques différentes. Enfin, au stade actuel, nous estimons les émissions brutes sans tenir compte des absorptions ou émissions du CO<sub>2</sub> liées à l'Utilisation des Terres, au Changement d'Affectation des Terres et à la Foresterie<sup>2</sup>, ou, selon la terminologie habituelle « hors UTCATF ».

Une première relation traduit le lien entre le PIB et la consommation d'énergie primaire<sup>3</sup>. La seconde relation relie les émissions de CO<sub>2</sub> à la consommation d'énergie. Les données pour l'Union européenne et pour la France sont celles de la base de données d'Eurostat pour la période 1990-2018 (PIB en milliards d'euros constants de 2015, consommation d'énergie primaire en millions de tonnes équivalent pétrole, émissions de CO<sub>2</sub> (hors UTCATF) en millions de tonnes). Pour le monde, le PIB est issu de la base de données de l'OCDE (en dollars constants de 2010), les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation primaire d'énergie proviennent de la base de données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE).

### Des ratios à des niveaux différents dans le monde

Le niveau des ratios est très différent selon les pays ou les zones géographiques. Le ratio consommation d'énergie primaire rapporté au volume du PIB était en 2018 de 0,10 pour la France comme pour l'Union européenne en

<sup>2</sup> L'Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie (UTCATF) est l'une des catégories utilisées dans les inventaires sectoriels des émissions de gaz à effet de serre. Cette catégorie regroupe les émissions et les absorptions qui découlent des activités humaines liées à l'utilisation des terres, leur changement d'affectation et la forêt. On considère ainsi comme anthropiques toutes les émissions et absorptions ayant lieu sur des terres déclarées comme « gérées », bien que ces émissions et absorptions soient en partie naturelles (les terres forestières stockent le carbone dans les arbres, les terres agricoles en stockent dans le sol).

<sup>3</sup> Certains travaux se sont intéressés à la relation entre croissance économique, consommation d'énergie et émissions de gaz à effet de serre. Le lecteur pourra se référer notamment aux articles suivants : [Giraud et Kahraman \(2014\)](#) et [Inc \(2017\)](#).

## Energie primaire, énergie finale : explications

L'énergie que nous utilisons pour nous déplacer, nous chauffer, alimenter nos appareils électriques ou produire les biens et services que nous consommerons, est en règle générale de l'énergie finale. Elle a été produite préalablement, pour être exact, a été transformée à partir de sources d'énergies primaires. L'essence sans plomb provient du raffinage de pétrole brut, l'électricité qui alimente les prises de notre maison a été produite par exemple à partir d'énergie nucléaire ou de l'énergie contenue dans du gaz naturel brûlé dans une centrale électrique, la chaleur qui chauffe notre habitation provient d'une chaudière (à gaz, au fioul), ou d'un réseau de chaleur connecté à une chaufferie qui fonctionne elle-même à partir de sources primaires.

Les opérations de conversions énergétiques, comme celle qui sert à transformer une certaine quantité de gaz en électricité dans une centrale électrique, ont un rendement inférieur à 100 %. Dans la plupart des cas, à chaque fois que l'on convertit de l'énergie (primaire) en une autre forme d'énergie, il y a des pertes de l'ordre de 30 % à 70 %.

Au niveau d'un pays, **toutes les transformations énergétiques sont répertoriées statistiquement dans des bilans énergétiques nationaux** qui rendent compte annuellement de toutes les transformations, en partant des intrants en amont de la chaîne pour aller jusqu'à la consommation d'énergie de chaque secteur en aval, et ceci pour chaque « type » d'énergie (électricité, chaleur, essence...) et selon chaque source qui a servi à sa transformation.

Ces flux d'énergie sont exprimés dans une unité commune qui permet de comparer les différentes sources d'énergie sur une même base. On utilise le plus souvent la tonne équivalent pétrole (tep) qui représente la quantité d'énergie « contenue » dans une tonne de pétrole, c'est-à-dire la quantité maximale qu'on pourrait en extraire avec un rendement de 100 %. D'autres unités équivalentes existent (le joule (J), le wattheure (Wh) etc.) qui mesure aussi une quantité d'énergie. Des facteurs de conversion standard permettent de passer de l'une à l'autre si nécessaire. Dans le présent dossier, nous utiliserons la tonne équivalent pétrole.

En amont de la chaîne on trouve la production ou l'importation de sources naturelles d'énergie de base (pétrole brut, charbon, gaz naturel et variantes, chaleur nucléaire, etc...). Une partie de ces biens trouve un usage non énergétique, une partie du pétrole est utilisée dans la chimie par exemple. La partie de ces produits qui va servir à la production d'énergie finale et qui sera ensuite consommée dans les différents secteurs de l'économie est appelé « consommation d'énergie primaire ». C'est la somme des quantités brutes d'énergie naturelle qui entrent dans le système énergétique d'un pays (du pétrole brut, du gaz, du charbon et leurs variantes naturelles, la chaleur nucléaire produite dans les réacteurs avant sa transformation en électricité, l'énergie du vent, de l'eau et du soleil). En France en 2018, selon le dernier bilan énergétique national, *Bilan énergétique de la France pour 2018*, cette quantité était de 239 millions de tonnes équivalent pétrole, dont 45 % était de la chaleur nucléaire, 33 % des produits pétroliers, 15 % du gaz.

Ces intrants énergétiques sont ensuite convertis, en une seule ou en plusieurs étapes, en d'autres produits ou vecteurs énergétiques directement utilisables (essence, diesel, électricité, chaleur, gaz naturel liquéfié...). En bout de chaîne, on obtient ce que l'on appelle la « consommation d'énergie finale ». En 2018 elle était de 147 Mtep. L'énergie finalement utilisable représente donc environ 60 % de l'énergie primaire. Environ 37 % de cette énergie finale est consommée sous forme de produits pétroliers raffinés (essence, diesel et dérivés), 26 % sous forme d'électricité, 19 % sous forme de gaz naturel.



moyenne, mais de 0,2 en moyenne pour l'ensemble du monde. Ces ratios ont peu évolué depuis 2018. Cela signifie qu'en France pour produire, et utiliser pour la consommation et l'investissement, 2 361 milliards d'euros de PIB, il faut consommer 239 millions de tonnes d'équivalent pétrole, soit 0,10 fois le PIB. De façon plus parlante, pour produire 1 000 euros de PIB, il faut consommer 100 kilos d'équivalent pétrole d'énergie primaire, soit l'équivalent d'une centaine de litres de pétrole brut. Le ratio pour la moyenne de l'Europe est proche de celui de la France. En revanche, le ratio moyen mondial est très supérieur. Pour produire 1 000 euros de PIB dans le monde, il faut consommer actuellement en moyenne 197 kilos d'équivalent pétrole d'énergie primaire.

Les ratios d'émissions CO<sub>2</sub> par unité d'énergie primaire consommée sont aussi très différents. Le ratio français est de 1,39. Cela signifie que la consommation de 239 millions de tonnes équivalent pétrole d'énergie primaire dégage 332 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. Dit autrement, une consommation d'énergie primaire d'une tonne d'équivalent pétrole dégage 1,39 tonne de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Les chiffres similaires sont de 2,2 tonne de CO<sub>2</sub> en moyenne pour l'Union européenne et de 2,5 tonnes en moyenne dans le monde. Ces chiffres parlent d'eux-mêmes et montrent l'urgence de les réduire très sensiblement.

**On en déduit par simple combinaison des deux ratios qu'à la production de 1 000 euros est associée l'émission de 143 kilos de CO<sub>2</sub> en France, de 234 kilos de CO<sub>2</sub> en moyenne en Europe et de 483 kilos de CO<sub>2</sub> en moyenne dans le monde.** La question climatique étant par nature mondiale, il est important que les chiffres les plus élevés convergent vers les chiffres les plus bas.

#### Les ratios de consommation et d'émissions en 2018

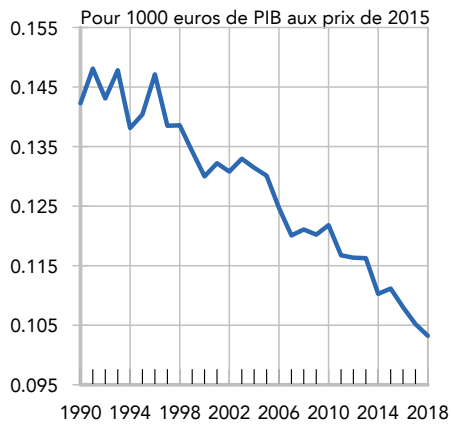
	France	Union européenne	Monde
PIB (en milliards d'euros courants (2018))	2 361	13 492	73 166 <sup>1</sup>
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonne équivalent pétrole)	239	1 376	14 391
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes)	332	3 056	35 322
Ratio Consommation d'énergie primaire / PIB (en kg équivalent pétrole pour 1 000 € de PIB)	101	102	197
Ratio Emissions de CO <sub>2</sub> / Consommation d'énergie primaire (en tCO <sub>2</sub> par tonne équivalent pétrole)	1,39	2,22	2,45
Ratio Emissions de CO <sub>2</sub> / PIB (en kg de CO <sub>2</sub> pour 1 000 €)	143	234	483

<sup>1</sup> Le PIB mondial était de 86 409 dollars en 2018 selon la Banque Mondiale, soit 73 166 euros pour un taux de change moyen en 2018 de 1 euro = 1,18 dollar.

### Ratio consommation d'énergie primaire / PIB

Tonne d'équivalent pétrole d'énergie primaire consommée

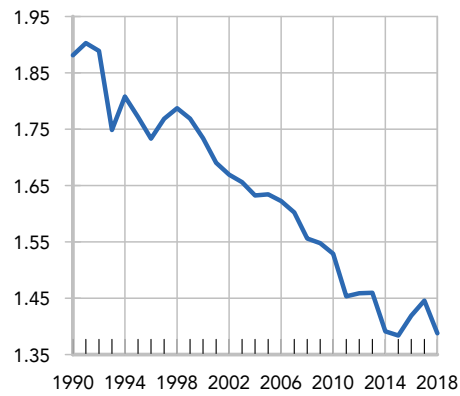
#### France



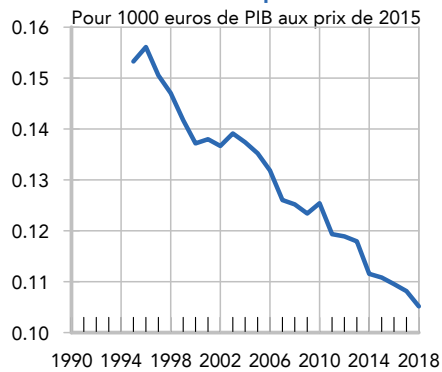
### Ratio émissions de CO<sub>2</sub> / consommation d'énergie primaire

Tonnes de CO<sub>2</sub> par tonne d'équivalent pétrole d'énergie primaire consommée

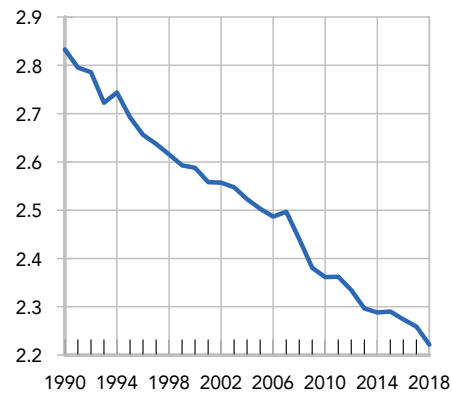
#### France



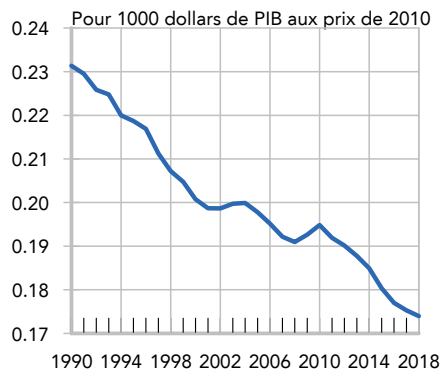
#### Union européenne



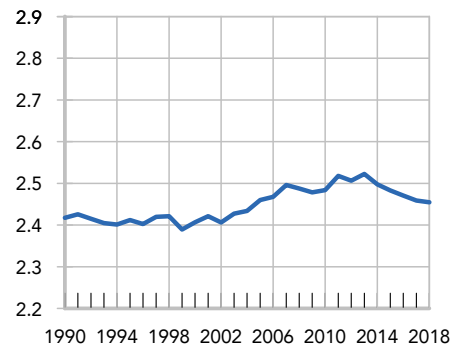
#### Union européenne



#### Monde



#### Monde



© Rexecode

## Des ratios de consommation et d'émissions en baisse depuis 1990

Les évolutions des ratios, d'une part, des consommations d'énergie primaire sur PIB en volume (aux prix de 2015) et, d'autre part, des émissions de CO<sub>2</sub> sur consommation d'énergie primaire, sont présentés sur la page ci-contre pour la France, l'Union européenne et pour l'ensemble du monde. On observera que les tendances d'évolution des ratios de l'Union européenne sont similaires à celles de la France. Les tendances mondiales sont en revanche très différentes.

Le ratio de la consommation d'énergie primaire au PIB en volume, pour les différents pays ou zones retenues, connaît des tendances décroissantes depuis de nombreuses années, de l'ordre de 1,6 % par an de baisse du ratio en France et en Union européenne et de -0,9 % dans le monde.

Le ratio des émissions de CO<sub>2</sub> à la consommation d'énergie primaire (en tonne de CO<sub>2</sub> par tonne équivalent pétrole d'énergie primaire consommée) a baissé de l'ordre de 1 % par an en France et dans l'Union européenne pendant plusieurs décennies. Pour l'ensemble du monde, après avoir faiblement progressé de 1990 à 2015, il a amorcé une tendance décroissante faible (-0,1 % par an sur la période 2008-2018).

L'évolution du ratio de la consommation d'énergie primaire au PIB reflète les évolutions technologiques du système productif et les efforts d'économie d'énergie primaire. Il dépend donc de ces évolutions, et il peut donc évoluer, de façon sans doute lente et progressive. L'hypothèse de référence retenue pour nos perspectives d'évolution des consommations d'énergie primaire au cours de la prochaine décennie est que la tendance de baisse du ratio consommation d'énergie/PIB perdurerait pour la décennie à venir.

L'évolution du ratio des émissions de CO<sub>2</sub> à la consommation d'énergie primaire décrit notamment les évolutions du mix énergétique vers moins de carbone, avec notamment le développement des énergies renouvelables au cours des dernières années dans un certain nombre de pays. L'évolution de ce ratio dépend donc aussi des politiques mises en œuvre. Nous faisons également, pour notre exercice de perspectives, l'hypothèse que la tendance à la baisse de ce ratio va perdurer pour la décennie à venir. **Les perspectives présentées ne doivent donc pas être considérées comme des objectifs, mais comme des perspectives tendancielles présentées à titre de référence illustrative.**

## Des simulations tendanciennes d'ici 2030

Les perspectives de consommation d'énergie primaire et d'émissions de CO<sub>2</sub> sont donc établies selon la méthodologie suivante. On retient la chronique de PIB qui ressort de nos perspectives économiques de moyen terme, étendues jusqu'en 2030. A partir de cette chronique de PIB, en prolongeant la tendance 2008-2018 du ratio consommation d'énergie primaire sur PIB en volume, on obtient une chronique de consommation d'énergie primaire jusqu'en 2030. En appliquant la tendance 2008-2018 du ratio émissions de CO<sub>2</sub> sur énergie primaire à cette chronique de consommation d'énergie primaire, on obtient des perspectives d'émissions de CO<sub>2</sub> jusqu'en 2030.

Il est possible par cette démarche d'estimer les conséquences de la crise sanitaire et économique sur les émissions de CO<sub>2</sub> jusqu'en 2030. Pour ce faire, nous réalisons la même simulation en retenant la chronique de PIB de nos perspectives antérieures (Scénario « avant crise »). La comparaison entre les trajectoires du scénario « avant crise » et des perspectives actuelles permet d'apprécier les conséquences de la crise économique et sanitaire sur le PIB, les consommations d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>.

Il est en outre possible d'apprécier l'écart, d'ici 2030, entre les émissions de CO<sub>2</sub> associées à nos perspectives économiques actuelles et les émissions associées aux objectifs affichés par les pouvoirs publics. Pour la France, nous examinons donc l'écart de trajectoire des consommations d'énergie primaire et des émissions de CO<sub>2</sub> à l'objectif 2030 de la Stratégie Nationale Bas Carbone et sa déclinaison pour le secteur de l'énergie, la Programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)<sup>4</sup>. Pour l'Europe, nous comparons les trajectoires de consommation d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub> aux objectifs du « Paquet climat énergie » à l'horizon 2030. Pour le monde, il n'existe pas d'objectifs proprement dits, l'Accord de Paris (2015) ne donnant que des injonctions pour maintenir le réchauffement climatique à 1,5 degré Celsius et pour parvenir à une neutralité carbone dans la seconde partie du XXI<sup>ème</sup> siècle. Nous retenons donc l'une des trajectoires du rapport spécial du GIEC paru en 2019, qui devait permettre de maintenir avec une probabilité élevée le réchauffement climatique à 1,5 degré Celsius.

Ces deux comparaisons sont présentées dans les documents suivants, successivement pour la France, pour l'Europe et pour le monde dans son ensemble.

<sup>4</sup> La dernière version disponible de cette PPE ayant un objectif affiché à l'horizon 2028, nous l'étendons pour parvenir à un objectif 2030.

## Perspectives d'émissions de CO<sub>2</sub> de la France

En appliquant les tendances de moyen terme des deux ratios de la France, consommation d'énergie primaire sur PIB et émissions de CO<sub>2</sub> sur consommation d'énergie primaire, aux perspectives de croissance de la période 2020-2030, on peut simuler l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> au cours de la prochaine décennie. Il s'agit, rappelons-le, de perspectives tendancielles, hors ralentissement ou accélération des politiques conduites au cours des années passées. La comparaison des émissions associées aux perspectives économiques d'avant-crise et des prévisions d'émissions associées aux perspectives actuelles permet d'estimer la révision en baisse des prévisions tendanciennes d'émissions qui résultent, toutes choses égales par ailleurs, de la révision en baisse des perspectives de croissance. Par ailleurs, la comparaison des perspectives d'émissions actuelles d'ici 2030 et des objectifs d'émissions affichés par les pouvoirs publics pour 2030 montre l'écart éventuel entre l'évolution tendancielle et l'objectif visé, écart qu'il resterait à combler par des actions susceptibles de modifier les tendances de chacun des deux ratios.

### Les émissions de CO<sub>2</sub> évitées en raison du changement des perspectives économiques

Nous utilisons les relations historiques entre le PIB, la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> observées pour la France pour projeter l'évolution, d'abord de la consommation d'énergie en fonction de l'évolution du PIB, ensuite des émissions de CO<sub>2</sub> en fonction de la consommation d'énergie, dans les deux scénarios économiques envisagés pour 2020-2030, le « scénario avant crise », et le « scénario actuel ». Nous évaluons ainsi la réduction des perspectives d'émissions de CO<sub>2</sub> qui résultera, toutes choses égales par ailleurs, de la chute du PIB de 2020, du rebond de 2021 et d'une trajectoire moins dynamique de l'économie par la suite.

Pour l'évolution du PIB de la France dans le scénario « avant crise », nous retenons un taux de croissance moyen de 1,3 % par an jusqu'en 2030, y compris en 2020, qui était un scénario relativement consensuel avant la crise. Ce scénario économique est un peu plus favorable que nos perspectives antérieures et correspond à peu près au scénario sous-jacent aux travaux de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). Le scénario après crise est le scénario présenté à la section 1 de ce dossier, avec un recul brutal de l'économie en 2020, un rebond qui s'amorce actuellement, puis une tendance ralentie à moyen terme, avec un retour progressif vers une croissance potentielle de l'ordre de 0,8 % par an, un peu plus faible que dans les perspectives attendues avant la crise. **Entre les deux scénarios, la révision en baisse de la croissance est de -0,6 %**

par an en moyenne sur les onze années de la période et le total cumulé des écarts de PIB est une baisse du volume du PIB de 1 647 milliards d'euros (en euros constants de 2015).

Il apparaît que sur l'ensemble de la période 2020-2030, la consommation d'énergie primaire serait diminuée sur les onze années de 150 millions de tonnes d'équivalent pétrole et les émissions de CO<sub>2</sub> cumulées sur onze ans seraient inférieures d'environ 190 millions de tonne de CO<sub>2</sub> dans le scénario « après crise » à celles du scénario « avant crise ». Cette baisse des émissions est importante et représente environ deux-tiers d'une année d'émissions en moins<sup>5</sup>.

**Écarts cumulés entre le scénario actuel  
et le scénario « avant crise » sur l'ensemble de la période 2020-2030 pour la France**

PIB (en milliards d'euros constants de 2015)	-1 647
Consommation d'énergie (en millions de tonnes d'équivalent pétrole)	-150
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	-190

*L'ensemble des trajectoires en matière de PIB, de consommation d'énergie primaire et d'émissions de CO<sub>2</sub> sont présentées en annexes.*

Il est instructif de rapprocher la baisse de la quantité de CO<sub>2</sub> émis et de la perte de création de valeur, écart cumulé entre le PIB du scénario « avant crise » et celui du scénario « après crise ». Cette perte atteindrait 1 647 milliards d'euros constants. La baisse cumulée des émissions est de 190 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, du fait du moindre dynamisme de l'économie au cours des dix prochaines années. Elle serait ainsi obtenue en contrepartie d'une perte de revenu de 1 647 milliards d'euros, soit à un « coût » de 8 700 euros par tonne de CO<sub>2</sub> évitée, perte de PIB divisée par le gain d'émissions de CO<sub>2</sub> en moins. Ce coût est exorbitant car on sait qu'il existe actuellement des programmes de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> pour lesquels le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée se situe entre 50 et quelques centaines d'euros, comme le rappelle Christian Gollier dans l'ouvrage *Le climat après la fin du mois*. **On peut en conclure que la décroissance générale et relativement indifférenciée, en l'occurrence bien sûr non voulue, est loin d'être d'une réponse optimale à la lutte contre le changement climatique.**

<sup>5</sup> Le Haut Conseil pour le Climat s'attend à une diminution en moyenne annuelle des émissions en 2020 par rapport à 2019 entre -5 % et -15 %. L'estimation qui ressort de nos calculs est de -13 % par rapport à 2019. Voir Haut Conseil pour le Climat, Rapport annuel 2020, [Redresser le cap, relancer la transition](#).

## La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et la trajectoire de la Stratégie Nationale Bas Carbone

La Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) définit pour la France une trajectoire de réduction des émissions de gaz à effet de serre afin d'atteindre la neutralité carbone en 2050. La programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) précise les orientations énergétiques de la France en phase avec la trajectoire de la SNBC. La synthèse de la *Stratégie française pour l'énergie et pour le climat – programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) 2019-2023 2024-2028*, dans sa version d'avril 2020, pose des objectifs ambitieux en matière de baisse de consommation d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub> pour 2023 et 2028 (années retenues pour les objectifs intermédiaires) : une baisse de 15,4 % de la consommation d'énergie en 2028 par rapport à 2018 (soit une baisse de 37 millions de tonnes équivalent pétrole par rapport à la consommation de 2018), une baisse de 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> en 2028 par rapport à 2016 (soit 100 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en moins par rapport à 2018). Nous étendons les objectifs de la PPE à 2030 en retenant le même rythme de réduction envisagé pour la consommation d'énergie en 2029 et en 2030 afin de faire porter toutes les comparaisons sur l'année 2030.

Les objectifs de la SNBC / PPE impliquent pour 2030, une baisse de 18,4 % de la consommation d'énergie primaire (entre 2018 et 2030), soit une économie de 44 millions de tonnes équivalent pétrole d'énergie, et pour les émissions de CO<sub>2</sub>, une baisse de 30 % des émissions de CO<sub>2</sub> (entre 2018 et 2030), soit 99 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en moins en 2030 par rapport à 2018.

La simulation des perspectives d'émissions de CO<sub>2</sub> associées à nos perspectives économiques actuelles, donc plus faibles que les perspectives d'émissions prévisibles antérieurement, permet d'examiner dans quelle mesure les nouvelles prévisions se rapprochent des objectifs de la PPE.

En 2018, les émissions françaises de CO<sub>2</sub><sup>6</sup> étaient de 332 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. L'objectif de la SNBC est d'atteindre 233 millions de tonne de CO<sub>2</sub> en 2030 (soit une baisse de 30 % par rapport à 2018). Le scénario « avant crise » aboutissait à des émissions de 259 millions de tonnes en 2030. L'objectif était donc de réduire les émissions de 332 millions de tonnes en 2018 à 233 en 2030, soit 99 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. Le scénario « avant crise » aurait conduit à une baisse des émissions de CO<sub>2</sub> de 74 millions de tonnes en 2030 par rapport à 2018, environ les trois quarts de l'objectif visé par la SNBC. Le scénario actuel accentue la baisse des émissions par rapport à 2018, jusqu'à 91 millions de tonnes. Il conduit à des émissions de 241 millions de tonnes en 2030, soit une baisse de 27 % par rapport à 2018, et 92 % de l'objectif visé. **Le gain en termes de baisse d'émissions de CO<sub>2</sub> supplémentaires est donc**

<sup>6</sup> Hors UTCATF.

**très significatif. Il reste cependant insuffisant pour atteindre totalement les objectifs de la SNBC de 2030.**

**Objectifs SNBC / PPE et résultats associés aux perspectives « avant crise » et aux perspectives actuelles pour l'année 2030**

	Pour mémoire base 2018	Objectifs SNBC / PPE	Perspectives avant crise	Perspectives actuelles
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	239	195	220	204
Soit par rapport à 2018 (en %)		-18 %	-8 %	-15 %
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	332	233	259	241
Soit par rapport à 2018 (en %)		-30 %	-22 %	-27 %

Source : Stratégie Nationale Bas Carbone, Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, avril 2020 et calculs Rexecode

Ces résultats, qu'il faut considérer comme des ordres de grandeurs, appellent quelques commentaires. On observera tout d'abord que dans le scénario « avant crise », les perspectives d'émissions basées sur les comportements passés et les relations historiques entre le PIB, la consommation d'énergie primaire, et les émissions de CO<sub>2</sub> aboutissaient à des réductions des émissions bien moindres que celle envisagées dans la PPE. La baisse de la consommation d'énergie primaire n'aurait représenté en 2030 que moins de 43 % de celles envisagées dans la PPE (-19 millions de tep contre un objectif de -44 millions de tep). La baisse des émissions de CO<sub>2</sub> en 2030 n'aurait représenté que 74 % de l'objectif de la SNBC (baisse de 74 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> contre un objectif de baisse de 99 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>). Ces observations signifient que les objectifs étaient hors d'atteinte sans une forte inflexion des tendances dont les moyens restaient à préciser.

**Le scénario actuel qui enregistre l'impact de la révision en baisse des perspectives de croissance, rapproche les consommations d'énergie et les émissions des objectifs de la Stratégie Nationale Bas Carbone et de la programmation pluriannuelle de l'énergie.** La plus faible consommation d'énergie, du fait du ralentissement de l'économie, permet de se rapprocher des objectifs. La baisse associée des émissions permet presque d'atteindre l'objectif fixé par la SNBC pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (celui-ci serait réalisé à 92 % : baisse de 91 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> contre un objectif de baisse de 99).



En résumé, la récession a nettement rapproché le niveau des émissions de CO<sub>2</sub> prévisibles des objectifs pour 2030, mais il resterait un écart à combler pour atteindre pleinement ces objectifs visés par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) pour 2030 et la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE). Il faut aussi souligner que les objectifs de 2030 sont des objectifs intermédiaires, l'objectif final étant la neutralité carbone en 2050. L'écart de 2030 préfigurait ainsi un écart qui se creuserait sans doute au-delà de 2030.



## 4

## Perspectives d'émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union européenne

En 2018, les émissions de CO<sub>2</sub><sup>7</sup> pour l'ensemble des pays de l'Union européenne était de 3 056 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> équivalent pétrole. En appliquant comme pour la France, les tendances de moyen terme des ratios calculés sur le passé pour l'Union européenne, nous simulons l'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> au cours de la prochaine décennie, hors ralentissement ou accélération des politiques conduites au cours des années passées. La comparaison des émissions associées aux perspectives économiques d'avant-crise et des prévisions d'émissions associées aux perspectives actuelles permet d'estimer la révision en baisse des prévisions tendancielle d'émissions qui résultent, toutes choses égales par ailleurs, de la révision en baisse des perspectives de croissance. La comparaison des perspectives d'émissions actuelles d'ici 2030 et des objectifs d'émissions affichés par la Commission européenne pour 2030 montre l'écart probable entre l'évolution tendancielle et l'objectif visé, qu'il resterait à combler par des mesures visant à infléchir les tendances.

### Les émissions de CO<sub>2</sub> évitées en raison du changement des perspectives économiques

Nous examinons, comme pour la France, les relations observées au niveau de l'Union européenne, d'une part entre la consommation d'énergie primaire et le PIB, et d'autre part entre les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation d'énergie primaire, sur la base des comportements historiques.

Dans les perspectives « avant-crise », le PIB de l'UE 27 aurait connu, selon le consensus des prévisionnistes, une croissance de 1,7 % en 2020, pour revenir progressivement vers un taux de croissance de 1,5 % en 2030. Le scénario actuel est le scénario de nos perspectives économiques présenté à la section 1. Ce scénario envisage désormais une récession de 8,3 % en 2020, un rebond de 6,7 % en 2021, et sur l'ensemble de la période 2020-2030 un taux de croissance moyen du PIB de 1 %, inférieur de 0,7 point au taux de croissance attendu avant la crise.

La crise économique et le ralentissement économique au cours de la prochaine décennie dans l'Union européenne ont des conséquences importantes sur les consommations d'énergie primaire et les émissions de CO<sub>2</sub> de l'Union européenne. La consommation d'énergie primaire dans le scénario « avant crise » aurait atteint 1 265 millions de tonnes équivalent pétrole en 2030. Elle serait ramenée dans le scénario de croissance actuel à 1 192 millions de tonnes

<sup>7</sup> Hors UTCATF.

équivalent pétrole en 2030, soit une baisse de 73 millions de tonnes équivalent pétrole (-5,7 %).

Les émissions de CO<sub>2</sub> auraient atteint 2 535 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030 dans le scénario « avant crise ». Elles atteindraient désormais 2 389 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030 dans le scénario actuel, soit une baisse de 146 millions de tonnes équivalent pétrole (-5,8 %).

Sur l'ensemble de la période 2020-2030 (onze années), le cumul des écarts de PIB entre le scénario actuel et le scénario « avant crise » pour l'Union européenne est de 8 363 milliards (en euros constants de 2015), soit sept mois d'une année moyenne de PIB du scénario « avant crise » sur cette période. Le cumul des écarts de consommation d'énergie atteint 760 millions de tonnes équivalent pétrole. Le cumul des écarts d'émissions de CO<sub>2</sub> sur les onze années est de 1 599 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

**Ecarts cumulés du scénario actuel au scénario de « avant crise »  
sur la période 2020-2030 pour l'Union européenne à 27**

PIB en volume (en milliards d'euros constants de 2015)	-8 363
Consommation d'énergie (en Mtep)	-760
Emissions de CO <sub>2</sub> (en Mt CO <sub>2</sub> )	-1 599

L'ensemble des trajectoires de PIB, de consommation d'énergie primaire et d'émissions de CO<sub>2</sub> sont présentées en annexes.

On constate donc bien une réduction significative des émissions de CO<sub>2</sub>, de près de 1 600 millions de tonnes, c'est-à-dire un net gain environnemental. **Lorsqu'on rapporte la perte de PIB, c'est-à-dire le coût économique de la crise, à la baisse des émissions, gain environnemental indirect de la crise sanitaire, on obtient un coût de 5 200 euros la tonne de CO<sub>2</sub> économisée du fait de la crise et de ses conséquences.** Ce coût de la tonne de CO<sub>2</sub> (involontairement) évitée est inférieur au coût analogue pour la France car l'Europe est en moyenne plus émettrice de CO<sub>2</sub> que la France. Il reste que le coût de 5 200 euros la tonne est un coût exorbitant.

## **La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et la trajectoire du Paquet climat énergie européen**

Le cadre du Paquet Climat-Energie a été adopté par le Conseil européen en octobre 2014, il prévoit des cibles et des objectifs stratégiques à l'échelle de l'Union européenne pour la période 2021-2030. Les objectifs en matière d'énergies renouvelables et d'efficacité énergétique ont été révisés à la hausse en 2018. Ces objectifs visaient à réduire, d'ici 2030, les émissions de l'UE d'au moins 40 % par rapport au niveau de 1990, de permettre à l'Union Européenne

de progresser vers une économie neutre pour le climat et de mettre en œuvre les engagements pris au titre de l'accord de Paris. Le nouveau Pacte vert (ou *Green Deal* annoncé par la Commission) pour l'Europe, qui est actuellement en cours de discussion, propose de porter cet objectif à au moins 50 %.

**Objectifs du Paquet climat énergie et résultats associés aux perspectives « avant crise » et aux perspectives actuelles à l'horizon 2030**

	Pour mémoire base 1990	Objectifs du Paquet climat énergie	Perspectives avant crise	Perspectives actuelles
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	1 367	1 128	1 265	1 192
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	3 872	2 323	2 535	2 389

Source : Paquet Climat énergie, Commission européenne et calculs Rexecode

**Le scénario « avant crise » amenait en 2030 l'Union européenne assez loin des objectifs qu'elle s'était fixés en matière d'économies d'énergie et d'émissions de CO<sub>2</sub>, soit à 45 % de l'objectif de réduction pour la consommation d'énergie primaire et à 71 % de l'objectif de réduction pour les émissions de CO<sub>2</sub>.**

La révision en baisse de la croissance rapproche les consommations d'énergie et les émissions des objectifs du Paquet climat énergie (tel que révisé en 2018). La plus faible consommation d'énergie primaire, du fait du ralentissement de l'économie, permet de se rapprocher des objectifs de consommation d'énergie. La réduction de la consommation d'énergie primaire atteindrait 74 % de l'objectif du Paquet climat énergie en 2030. La baisse associée des émissions permettrait de se rapprocher de l'objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> (celui-ci serait réalisé à 91 %, baisse de 667 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> contre 733 pour l'objectif), sans toutefois les atteindre. Le renforcement envisagé de l'objectif de baisse des émissions de 40 à 50 % voire 55 % (par rapport à 1990), dans le cadre du *Green Deal*, suppose une forte accélération du rythme de la baisse des émissions de l'Union européenne.

Une difficulté pour l'Union européenne est qu'elle est constituée en partie d'économies en rattrapage, les pays de l'ex Europe de l'est, qui continuent de connaître une croissance relativement forte et n'ont pas encore fait des mouvements importants en matière d'économies d'énergie et de décarbonation de leurs économies. **Des inflexions de tendance fortes devront intervenir pour réaliser les objectifs du Paquet climat énergie et a fortiori ceux du projet de l'« European Green Deal ».**



## Perspectives mondiales d'émissions de CO<sub>2</sub>

Le problème du réchauffement climatique est un problème global. L'Union européenne représente moins de 10 % des émissions de gaz à effet de serre mondiales, la France moins de 1 %. Nous devons donc, pour bien mesurer les enjeux globaux du phénomène de réchauffement climatique, évaluer la manière dont vont évoluer les émissions mondiales du CO<sub>2</sub> sur la base du taux de croissance de l'économie mondiale de nos perspectives. Nous suivons la même méthode que pour la France ou l'Union européenne, à partir des ratios observés pour le monde.

### Les émissions de CO<sub>2</sub> évitées en raison du changement des perspectives économiques

Les perspectives « avant-crise » étaient une croissance de 3,3 % du PIB mondial en 2020, puis revenant progressivement à 3,1 %. Le scénario actuel envisage désormais une récession mondiale de 4,6 % en 2020, un rebond de 6,9 % en 2021 et sur l'ensemble de la période 2020-2030 un taux de croissance moyen du PIB mondial de 2,8 %, inférieur de 0,4 % au taux de croissance attendu avant la crise.

Sur l'ensemble de la période 2020-2030 (onze années), le cumul des écarts de PIB entre le scénario actuel et le scénario « avant crise » pour le monde atteint 43 948 milliards (dollars constants de 2010) soit cinq mois d'une année moyenne de PIB du scénario « avant crise ». Le cumul des écarts de consommation d'énergie primaire dépasse légèrement 7 022 millions de tonnes équivalent pétrole. Le cumul des écarts d'émissions de CO<sub>2</sub> est de 17 200 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.

#### Écarts cumulés du scénario actuel au scénario de « avant crise » sur 2020-2030 pour le Monde

<i>Ecart cumulé sur onze années</i>	<b>2020-2030</b>
PIB en volume (en milliards de dollars constants de 2010)	-43 948
Consommation d'énergie (en Mtep)	-7 022
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	-17 200

L'ensemble des trajectoires de PIB, de consommation d'énergie primaire et d'émissions de CO<sub>2</sub> sont présentées en annexes.

Il ressort donc un gain environnemental non négligeable dû au décrochage du PIB en 2020 et aux moindres émissions de CO<sub>2</sub> qui en résultent<sup>8</sup>. En 2019, la consommation d'énergie primaire était de 14,7 milliards de tonnes équivalent pétrole. La prévision dans le scénario « avant crise » était pour 2030 de 17,8 milliards de tonnes équivalent pétrole. Elle serait ramenée à 17,2 milliards de tonnes équivalent pétrole dans le scénario de nos perspectives macroéconomique actuelles. En 2019, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> (hors UTCATF) ont atteint 36,2 Gigatonnes de CO<sub>2</sub> (36,2 gigatonnes). En 2030, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> atteindraient selon nos prévisions 43,4 gigatonnes de CO<sub>2</sub> dans le scénario « avant crise » et elles seraient 41,7 gigatonnes de CO<sub>2</sub> dans le scénario « actuel ».

La réduction cumulée des émissions de CO<sub>2</sub> sur la période 2020-2030 (-17 200 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>) présente un gain environnemental important. Lorsqu'on rapporte la perte de PIB (qui est le coût économique), à la baisse des émissions, c'est-à-dire le gain environnemental indirect de la crise, on obtient un coût de 2 600 dollars (soit 2 200 euros constants de 2015) par tonne de CO<sub>2</sub> économisée du fait de la crise et de ces conséquences sur les onze prochaines années.

## La diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et la trajectoire compatible avec un réchauffement de 1,5 degré Celsius

Les objectifs de réduction des émissions déterminés par chaque pays découlent des négociations internationales. Le dernier accord au niveau mondial est l'Accord de Paris conclu en décembre 2015 dans le but de « Contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation de la température à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels ».

---

<sup>8</sup> L'agence internationale de l'énergie prévoit une baisse des émissions de 8 % en 2020 par rapport à 2019. L'estimation de la baisse par rapport à 2019 qui ressort de nos calculs est une baisse de 11 %. Voir *International Energy Agency, 2020, Global Energy Review 2020, The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO<sub>2</sub> emissions.*



Emissions de CO<sub>2</sub> en 2030 de la trajectoire du GIEC compatible avec un réchauffement climatique inférieur à 1,5 degré Celsius et résultats des scénarios avant crise et actuel

	Niveau d'émissions compatible avec un réchauffement inférieur à 1,5 degré	Perspectives avant crise	Perspectives actuelles
Emissions de CO <sub>2</sub> (en milliards de tonnes de CO <sub>2</sub> )	17,6	43,4	41,7

Source : GIEC, 1er groupe de travail 2013, Global Carbon Project 2016 et calculs Rexecode

Le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) indique que le niveau d'émissions de CO<sub>2</sub> au niveau mondial, compatible avec un réchauffement de 1,5 degré Celsius, devrait être en 2030 de 45 % inférieur à son niveau de 2010 soit d'environ 17,6 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub>.

Les perspectives actuelles conduisent à des émissions de 41,7 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030 alors que la trajectoire compatible avec un réchauffement de 1,5 degré requiert des émissions de CO<sub>2</sub> de 17,6 milliards de tonnes. Dans notre scénario, le budget carbone mondial permettant de contenir l'augmentation de la température à 1,5 degré serait épuisé avant 2030<sup>9</sup>.

Les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> « évitées » par la crise s'établissent à 1,7 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2030, par rapport au scénario avant crise. Elles devraient diminuer de 25,8 milliards de tonnes pour un objectif 2030 compatible avec un réchauffement climatique de moins de 1,5 degré Celsius. **La crise et ses conséquences sur une décennie n'aura donc permis de réaliser (involontairement) que moins de 7 % des efforts nécessaires pour se rapprocher de la trajectoire recommandée par le GIEC.**

<sup>9</sup> Le lecteur peut se référer sur ce point à l'ouvrage de Christian de Perthuis, *Le tic-tac de l'horloge climatique - Une course contre la montre pour le climat*.



## 6

## Synthèse et conclusions

Les hypothèses tendancielle sous-jacentes aux perspectives présentées dans les sections précédentes sont bien évidemment discutables. Les tendances étant déterminées par les politiques économiques, par les investissements réalisés par les agents et les évolutions technologiques, des changements de tendance sont possibles à l'avenir, certains dans un sens favorable, mais d'autres aussi peut-être dans un sens moins favorable.

Dans un sens défavorable, la consommation d'énergie primaire par unité de PIB en volume, qui diminuait tendanciellement de 1,6 % par an en France depuis 2008, pourrait connaître un recul moins marqué, voire une pause, dans le contexte actuel de baisse relativement durable du prix des énergies fossiles, et de révision en baisse des perspectives de croissance et donc des capacités d'investissements nouveaux. Pour les mêmes raisons, les émissions de CO<sub>2</sub> par unité de consommation d'énergie, qui diminuaient au cours de la dernière décennie au rythme de 1,1 % par an en France (développement des énergies renouvelables, développement de la mobilité électrique, évolution des systèmes de chauffage vers des systèmes moins basés sur l'énergie fossile), pourraient aussi connaître une baisse moins rapide.

En revanche, dans un sens favorable, les plans de relance annoncés pour la France et pour l'Europe intègrent des mesures et des investissements favorables à la transition énergétique. Selon les décisions et actions des agents économiques, les tendances décroissantes du ratio des émissions de CO<sub>2</sub> à la consommation d'énergie primaire et de consommation d'énergie au PIB, pourraient donc se poursuivre voire s'amplifier. La prise de conscience des enjeux écologiques et des mesures et investissements de la part de l'Etat joue en faveur de cette évolution.

Ces incertitudes devant être gardées à l'esprit, l'examen des données actuelles et des tendances « spontanées » est illustratif et permet de tirer quelques enseignements des perspectives présentées, qui constituent une référence tendancielle.

1. La décroissance générale n'est pas une solution optimale au problème climatique. Les réductions d'émissions obtenues par ce biais sont très coûteuses car elles ne résultent pas de transformations qui diminueraient structurellement notre dépendance aux énergies fossiles.

2. La crise nous a rapproché de nos objectifs de réduction des consommations énergétiques et des émissions de CO<sub>2</sub>. Toutefois ceux-ci ne seront pas atteints si les tendances passées se poursuivent sans inflexion.

3. On constate des différences très importantes dans le monde entre les niveaux d'intensité énergétique et d'intensité d'émissions, en partie explicables par l'état du développement et les choix énergétiques des différents pays.

On soulignera notamment qu'en appliquant la méthode tendancielle sur trois zones géographiques distinctes, les valeurs obtenues pour le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> évitée varient du simple au triple, voir au quadruple. Ces différences ont plusieurs explications.

Premièrement, l'intensité énergétique de la production est assez différente entre le monde, l'Europe et la France. Il faut actuellement environ 200 kg d'équivalent pétrole pour générer 1 000 € de PIB en moyenne au niveau mondial, alors qu'il n'en faut environ que 100 en Europe et en France. Une raison est que les économies développées sont davantage tournées vers les services, mais aussi que les industries et les transports ont réalisé dans ces pays des gains d'efficacité énergétique marqués.

Deuxièmement, les sources d'énergie primaire de ces zones sont loin d'être identiques. La consommation d'énergie primaire est à 50 % décarbonée en France, grâce à la place importante du nucléaire, et le charbon ne représente plus que 4 %. A l'inverse au niveau mondial, 80 % de la consommation repose encore sur des énergies fossiles, et presque 30 % sur le charbon. L'Europe se situe entre les deux, avec un bouquet énergétique composé à 30 % de renouvelables et de nucléaire et à 70 % d'énergie fossile. Le charbon a régressé et n'occupe qu'environ 15 % des consommations. Ceci explique que l'intensité carbone de l'énergie consommée (le ratio CO<sub>2</sub>/énergie primaire) est très nettement plus faible en France, et que le niveau européen est intermédiaire, tout en restant plus proche du niveau mondial que du niveau français.

Lorsqu'on combine les deux ratios précédents, l'intensité énergétique du PIB, et l'intensité carbone de l'énergie, on obtient l'intensité carbone du PIB, c'est-à-dire la quantité d'émissions de CO<sub>2</sub> induite par une production moyenne de 1 000 euros dans l'économie. L'inverse de ce ratio, exprimé en euros par tonne de CO<sub>2</sub>, représente la valeur de la production « assise » sur chaque tonne de CO<sub>2</sub> émise. C'est ce ratio qui explique les différences constatées dans notre étude. La France ayant déjà la meilleure efficacité énergétique et la meilleure intensité carbone parmi les trois zones, on comprend que réduire les émissions de une tonne de CO<sub>2</sub> par un effet croissance soit plus coûteux en point de croissance. C'est dans d'autres directions qu'il faut envisager la réduction des émissions.

## Les travaux antérieurs de Rexecode sur la transition énergétique et climatique

- *Une grille d'analyse des évaluations des impacts macro-économiques de la transition énergétique*, mai 2014
- *L'impact sur les secteurs industriels de l'introduction d'une taxe carbone en France* avril 2013
- *Opportunités et coûts potentiels d'une fiscalité environnementale*, septembre 2012
- *Réussir la Croissance Verte, 5ème Rencontres de la Croissance*, 22 octobre 2009
- *Evaluation socio-économique du programme de production d'électricité éolienne et photovoltaïque*, octobre 2009
- *Evaluation socio-économique de différents programmes de certificats d'économies d'énergie*, octobre 2009



## Bibliographie

- Commissariat Général au Développement Durable, 2018, *Les facteurs d'évolution des émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en France de 1970 à 2018*
- Commissariat Général au Développement Durable, 2020, *Les français émettent moins de CO<sub>2</sub> leurs voisins européens*
- Coindoz, L., Criqui, P., Mathy, S., Mima, S., 2017, *Valeurs carbone implicites des contributions nationales et trajectoires 2°C*
- Crippa, M., Guizzardi, D., Muntean, M., Olivier, J.G.J., Schaaf, E., Solazzo, E., Vignati, E., European Commission, Joint Research Centre, 2018, *Fossil CO<sub>2</sub> emissions of all world countries: 2018 report*
- De Perthuis, C., *Le tic-tac de l'horloge climatique - Une course contre la montre pour le climat*, De Boeck, octobre 2019
- Etude du lien entre PIB et consommation d'énergie*, n.d. The Shift Project
- Gadonneix, P.M., World Energy Council, 2008, *Assessment of energy policy and practices. World Energy Council, London, UK*
- Giraud, Gaël and Kahraman, Zeynep (2014), *How Dependent is Growth from Primary Energy ? Output Energy Elasticity in 50 Countries (1970-2011)*, Paris School of Economics and The Shift Project, April 10, 2014
- Gollier, C., *Le climat après la fin du mois*, Presses Universitaires de France, mai 2019
- Haut Conseil pour le Climat, Rapport annuel, 2020, *Redresser le cap, relancer la transition*
- Inc, G., 2017, *Découplage entre croissance économique et émissions de dioxyde de carbone dans le monde*, Policy Center for the New South
- International Energy Agency, 2020, Global Energy Review 2020, *The impacts of the Covid-19 crisis on global energy demand and CO<sub>2</sub> emissions*
- Jobert, T., Karanfil, F., 2012, *Formation et déformation de la Courbe de Kuznets Environnementale pour les émissions de CO<sub>2</sub>*, Innovations 37, 11
- Nordhaus, W., 2019, *Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics. American Economic Review* 109, 1991–2014
- Nordhaus, W., 2019, *Le Casino climatique, Risque, incertitudes et solutions économiques face à un monde en réchauffement*, DeBoeck





## Annexe

### Données et perspectives détaillées

#### 1. France

##### Perspectives d'évolutions des ratios consommation d'énergie primaire sur PIB et émissions de CO<sub>2</sub> sur consommation d'énergie primaire pour la France

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ratio Consommation d'énergie/PIB (tep pour 1 000 euros de PIB aux prix de 2015)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08
Ratio Emissions CO <sub>2</sub> / Consommation d'énergie (tCO <sub>2</sub> pat tep)	1,36	1,34	1,33	1,31	1,30	1,28	1,26	1,25	1,23	1,21	1,20	1,18

##### Les résultats de notre scénario de perspectives avant crise pour la France

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards d'euros de 2015)	2 349	2 378	2 408	2 438	2 469	2 500	2 531	2 563	2 595	2 627	2 660	2 693
Taux de croissance du PIB (en %)	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	240	239	237	236	234	232	230	228	226	224	222	220
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	327	321	315	309	303	297	291	285	278	272	266	259

##### Les résultats de notre scénario de perspectives moyen terme pour la France

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards d'euros de 2015)	2 349	2 107	2 272	2 335	2 370	2 389	2 408	2 427	2 447	2 466	2 486	2 506
Taux de croissance du PIB (en %)	1,5	-10,3	7,8	2,8	1,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	240	212	224	226	225	222	219	216	213	210	207	204
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	327	284	297	296	291	284	277	270	263	255	248	241

## 2. Union européenne

### Perspectives d'évolutions des ratios consommation d'énergie primaire sur PIB et émissions de CO<sub>2</sub> sur consommation d'énergie primaire pour l'Union européenne

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ratio Consommation d'énergie/PIB (tep pour 1 000 euros de PIB aux prix de 2015)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08
Ratio Emissions CO <sub>2</sub> / Consommation d'énergie (tCO <sub>2</sub> pat tep)	2,21	2,19	2,17	2,15	2,13	2,12	2,10	2,08	2,06	2,04	2,02	2,00

### Les résultats de notre scénario de perspectives avant crise pour l'Union européenne à 27

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards d'euros constants de 2015)	13 279	13 499	13 720	13 942	14 164	14 387	14 610	14 834	15 058	15 282	15 507	15 731
Taux de croissance du PIB (en %)	1,5	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	1 374	1 369	1 362	1 355	1 347	1 338	1 328	1 317	1 305	1 293	1 279	1 265
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	3 034	2 997	2 958	2 917	2 874	2 830	2 785	2 738	2 689	2 639	2 588	2 535

### Les résultats de notre scénario de perspectives moyen terme pour l'Union européenne

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards d'euros constants de 2015)	13 279	12 177	12 992	13 421	13 636	13 799	13 965	14 133	14 302	14 474	14 648	14 823
Taux de croissance du PIB (en %)	1,5	-8,3	6,7	3,3	1,6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	1 374	1 235	1 290	1 305	1 297	1 283	1 269	1 255	1 240	1 224	1 208	1 192
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	3 034	2 703	2 801	2 808	2 767	2 715	2 662	2 608	2 554	2 500	2 444	2 389

### 3. Monde

#### Perspectives d'évolutions des ratios consommation d'énergie primaire sur PIB et émissions de CO<sub>2</sub> sur consommation d'énergie primaire pour le Monde

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Ratio Consommation d'énergie/PIB (tep pour 1 000 dollars de PIB aux prix de 2010)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15
Ratio Emissions CO <sub>2</sub> / Consommation d'énergie (tCO <sub>2</sub> par tep)	2,47	2,46	2,46	2,46	2,45	2,45	2,45	2,44	2,44	2,44	2,44	2,43

#### Les résultats de notre scénario de perspectives avant crise pour le Monde

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards de dollars de 2010)	85 036	87 842	90 716	93 658	96 668	99 748	102 899	106 121	109 415	112 781	116 221	119 766
Taux de croissance du PIB (en %)	2,8	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	14 671	14 967	15 261	15 555	15 847	16 137	16 426	16 712	16 995	17 276	17 553	17 831
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	36 204	36 884	37 560	38 232	38 898	39 558	40 212	40 858	41 495	42 123	42 741	43 360

#### Le scénario associé à nos perspectives macroéconomiques de moyen terme pour le Monde

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
PIB (en milliards de dollars de 2010)	85 036	81 125	86 722	90 798	93 704	96 515	99 410	102 392	105 464	108 628	111 887	115 244
Taux de croissance du PIB (en %)	2,8	-4,6	6,9	4,7	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Consommation d'énergie primaire (en millions de tonnes équivalent pétrole)	14 671	13 822	14 589	15 080	15 361	15 614	15 869	16 125	16 382	16 640	16 898	17 157
Emissions de CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes de CO <sub>2</sub> )	36 204	34 063	35 907	37 064	37 705	38 276	38 848	39 422	39 997	40 572	41 147	41 722

**Evolution des trois grandeurs et des trois ratios sur la période 1990-2008 et 2008-2018  
(en % par an)**

Taux de croissance annuel moyen sur la période considérée	France		Union européenne		Monde	
	1990- 2008	2008- 2018	1990- 2008	2008- 2018	1990- 2008	2008- 2018
<b>1. Les grandeurs</b>						
PIB	1,9	0,9	2,1	1,0	3,0	2,5
Consommation d'énergie primaire	1,0	-0,7	0,5	-0,8	1,9	1,6
Emissions de CO <sub>2</sub>	0,0	-1,8	-0,4	-1,7	2,1	1,4
<b>2. Les ratios</b>						
Consommation d'énergie primaire/PIB	-0,9	-1,6	-1,6	-1,7	-1,1	-0,9
Emissions de CO <sub>2</sub> /Consommation d'énergie primaire	-1,0	-1,1	-0,8	-0,9	0,2	-0,1
Emissions de CO <sub>2</sub> /PIB	-1,9	-2,7	-2,4	-2,6	-0,9	-1,1

# Rexecode

Centre de Recherche pour l'Expansion  
de l'Économie et le Développement des Entreprises

Siège social : 29 avenue Hoche • 75008 Paris • [www.rexecode.fr](http://www.rexecode.fr)  
Téléphone : +33 (0)1 53 89 20 89

Association régie par la loi du 1<sup>er</sup> juillet 1901 • APE 9412 Z • SIRET 784 361 164 00030 • TVA FR 80 784 361 164  
[www.rexecode.fr](http://www.rexecode.fr) • [twitter.com/Rexecode](https://twitter.com/Rexecode)

ISSN : 1956-0486