

Dashboard de la transition énergétique



Édition
2021



Direction de la Stratégie Groupe

Publié en novembre 2021

Avant propos

La transition énergétique constitue pour ENGIE un impératif, placé au cœur de sa stratégie, avec un engagement de neutralité carbone pour l'ensemble de ses activités d'ici 2045.

Les enjeux climatiques qui président à cette stratégie dépassent largement le cadre de l'entreprise et représentent un défi pour l'humanité entière. Avec ce rapport, nous présentons une situation précise du contexte énergétique actuel et mesurons le chemin à parcourir pour répondre aux exigences environnementales mondiales.

Après une crise économique sans précédent en 2020, l'année 2021 s'illustre par une montée des tensions sur la scène énergétique sur fond de relance économique et d'impératifs climatiques de plus en plus pressants. Alors que les engagements donnés lors de la COP26 n'ont jamais été aussi ambitieux et que l'économie des énergies renouvelables se consolide, un record d'émissions de CO₂ a été enregistré, conséquence de la reprise des consommations d'énergie fossile, notamment de charbon. La plupart des plans de relance, pourtant colossaux, n'ont réservé qu'une part très modeste aux investissements « verts » alors que ceux-ci ont démontré leur résilience durant la crise. Seule l'Union Européenne, avec *Fit for 55*, s'est dotée d'une politique environnementale exemplaire qui là encore crée des frictions, non seulement avec ses partenaires extérieurs, mais aussi avec ses consommateurs qui voient leur facture énergétique s'alourdir.

Ces vents contraires qui soufflent sur la transition énergétique reflètent toute l'inertie du modèle en place et la difficulté à l'infléchir. Cela signifie que pour atteindre la neutralité carbone en milieu de siècle, cible adoptée dorénavant par un grand nombre d'États et d'entreprises rendus à l'évidence de l'urgence climatique par le 6^e rapport du GIEC, il faut beaucoup plus de moyens qu'aujourd'hui.

Il s'agit en priorité de renforcer davantage les investissements dans les énergies décarbonées et l'efficacité énergétique, sortir très rapidement du charbon, développer et rendre économiquement viables les nouvelles filières comme le biogaz et l'hydrogène ou les moyens de dernier recours comme le CCUS, résoudre les fragilités inhérentes à la pénétration croissante des énergies intermittentes et à l'intégration des systèmes énergétiques, répondre aux réticences que suscitent l'implantation territoriale des renouvelables. Tels sont les défis actuels pour les entreprises du secteur, elles ne pourront les relever qu'avec l'appui de politiques déterminées et une transformation en profondeur des comportements.

Forts de notre expertise des tendances énergétiques et climatiques, et avec l'appui de centres d'études de référence, dont l'Agence Internationale de l'Énergie et Enerdata qui nous apportent leur regard sur les transformations en cours, nous partageons ici notre analyse des nombreuses dimensions de la transition énergétique en les évaluant et en les confrontant aux objectifs environnementaux.

En souhaitant que ce document contribue à une meilleure connaissance des grands enjeux énergétiques et qu'il vous soit utile.

Charlotte Roule

Directrice de la Stratégie Groupe d'ENGIE



Nous sommes un groupe mondial de référence dans l'énergie bas carbone et les services.

Avec nos 170 000 collaborateurs, nos clients, nos partenaires et nos parties prenantes, nous sommes engagés chaque jour pour accélérer la transition vers un monde neutre en carbone, grâce à des solutions plus sobres en énergie et plus respectueuses de l'environnement.

Guidés par notre raison d'être, nous concilions performance économique et impact positif sur les personnes et la planète en nous appuyant sur nos métiers clés (gaz, énergies renouvelables, services) pour proposer des solutions compétitives à nos clients.

Chiffre d'affaires en 2020 : 55,8 milliards d'euros. Coté à Paris et Bruxelles (ENGI), le Groupe est représenté dans les principaux indices financiers (CAC 40, DJ Euro Stoxx 50, Euronext 100, FTSE Eurotop 100, MSCI Europe) et extra-financiers (DJSI World, DJSI Europe et Euronext Vigeo Eiris - World 120, Eurozone 120, Europe 120, France 20, CAC 40 Governance).

ENGIE en bref



EN 2020

170 000

collaborateurs dans le monde

190 M €

de dépenses en R&D

55,8 Mds €

de chiffre d'affaires en 2020

4 Mds €

d'investissement de croissance

101 GW

de capacités de production installée

12 Mds €

d'obligations vertes (green bonds) émises depuis 2014

13 GW

de capacités éoliennes et solaires installées (à 100%)

OBJECTIFS À L'HORIZON 2030

58 %

d'énergies renouvelables dans notre mix énergétique

Baisse de 52 %

des émissions de CO₂ par kWh électrique produit par rapport à 2017

Baisse de 34 %

des émissions de CO₂ liées à l'usage des produits vendus du Groupe par rapport à 2017

Baisse de 35 %

de la consommation d'eau des activités industrielles (comparé à 2019)

50 %

de femmes dans le management du Groupe

100 %

de salariés formés

+ de 10 %

d'apprentis en Europe

OBJECTIFS 2045

Zéro carbone pour les 3 scopes



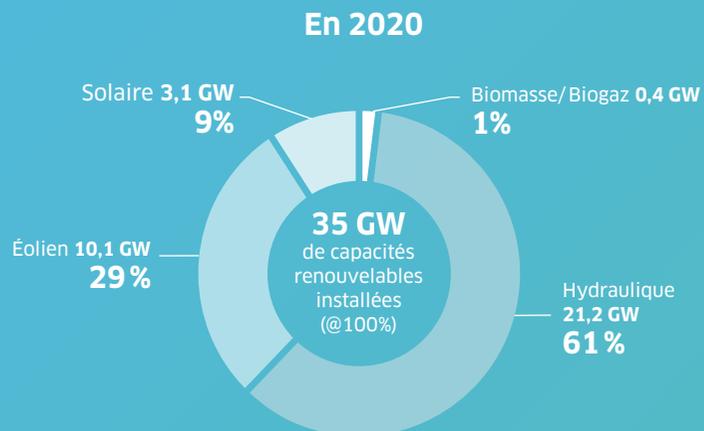


ÉNERGIES RENOUVELABLES

3 Mds€ de chiffre d'affaires

1^{er} producteur dans l'éolien terrestre et solaire en France

Objectif de **3 à 4 GW de capacités renouvelables** additionnelles par an



GAZ

Leader historique de la commercialisation de gaz en France

1^{er} opérateur d'infrastructures gazières en Europe avec un portefeuille comprenant réseaux de transport, réseaux de distribution, stockage et terminaux GNL

Parmi les premiers vendeurs et importateurs de gaz en Europe

1^{er} démonstrateur d'injection d'hydrogène vert dans le réseau de distribution de gaz en France

Objectif de **10%** de gaz verts injectés dans les réseaux en 2030

Objectif en biométhane (en TWh)
10% du gaz en France d'ici **2030**

Capacités connectées
aux réseaux d'ENGIE en France



Sommaire



9
Contexte Post-Covid

27
CO₂ et climat

45
Décarbonation

63
**L'électricité
et les EnR électriques**

83
**Le Gaz naturel
et les gaz renouvelables**

99
Le Pétrole

107
Le Charbon

119
Annexes
Conversions..... p.120
Glossaire p.122
Sources des données
et Méthodologie p.126
Périmètres géographiques
des sources p.127
Contacts p.130

Contexte énergétique post-Covid

Bilan 2020 et perspectives 2021



ÉCONOMIE

Les plans de relance, une occasion ratée pour la plupart des économies mondiales d'investir dans la croissance verte

ÉNERGIE

La crise de Covid-19 aura galvanisé le développement des énergies renouvelables, mais pas réduit pour autant l'importance du charbon dans la production électrique

Économie mondiale	10
Plans de relance verte	14
Investissements dans l'énergie	18
Bilan énergétique	21



Économie mondiale

L'économie mondiale a réagi très rapidement au choc provoqué par la pandémie de Covid-19 mais elle en sort plus fracturée et confrontée à une remise en question de son modèle de croissance

La pandémie du Covid-19 a plongé l'économie mondiale dans une profonde récession en 2020 (-3,8%), la pire depuis la Grande Dépression des années 1930. Presque tous les pays ont connu une chute de leur production, même si la mesure de cette baisse varie selon les régions ; l'Amérique latine a été très affectée tandis que l'Asie était relativement épargnée. Cette crise se caractérise en effet par une nette hétérogénéité des situations géographiques et sectorielles. Les économies les plus touchées sont celles qui ont appliqué les confinements les plus rigoureux et les plus longs et qui par ailleurs reposent sur les services (particulièrement le tourisme) ; les autres facteurs sont le degré d'ouverture ou l'efficacité des mesures prophylactiques. Les soutiens fiscaux (chômage partiel ou allocation, crédits d'impôt aux ménages, report de charges sociales et prêts garantis aux entreprises,...) visant à protéger les potentiels productifs ne joueront pour leur part qu'au moment de la reprise.

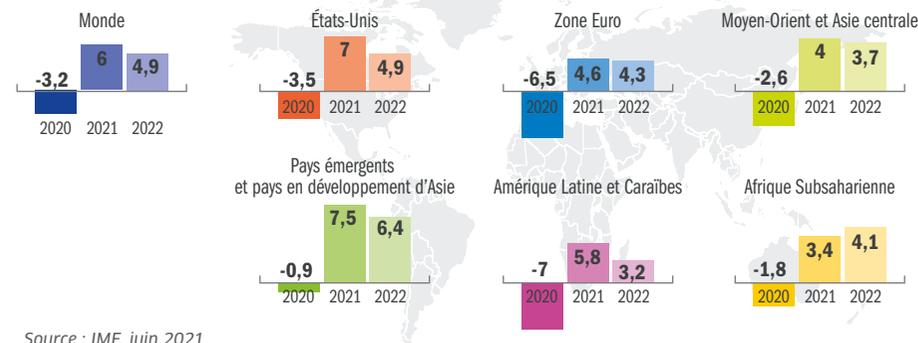
Après un recul sans précédent au 1^{er} semestre, le monde a assez rapidement retrouvé la voie de la croissance au 3^e trimestre. Toutefois, ce mouvement, aussi spectaculaire qu'il soit, ne sera pas suffisant pour compenser les pertes d'activité du début d'année. Alimenté par les dépenses de consommation consécutives aux réouvertures à l'été, il sera bridé par l'arrivée d'une 2^e vague dès l'automne ; fin 2020 la consommation des ménages restait inférieure au niveau pré-pandémique de 4,5%.

Une reprise à plusieurs vitesses. Dès la fin 2020 la Chine retrouvait son niveau d'avant la pandémie dopée par de vigoureuses mesures budgétaires, le redémarrage de l'industrie manufacturière et de la construction, et le relâchement des mesures prophylactiques (Chine : +2,3% en 2020). Pour de nombreux pays d'Asie-Pacifique (Corée du Sud -1%) les déficits de production sont restés modérés grâce à l'efficacité des mesures d'endiguement, aux aides publiques et au redémarrage du secteur manufacturier au niveau régional. Aux États-Unis les mesures de relance vigoureuses (13% du PIB) et les facilités financières ont très vite stimulé l'activité, même si la dynamique a faibli fin 2020. En revanche, dans les grandes économies européennes, la reprise a été moins rapide à cause des perturbations massives provoquées par de nouvelles vagues de contaminations et la réduction des heures de travail qui s'en est suivie dans les services.

En 2021 les perspectives économiques se sont considérablement améliorées grâce au déploiement de vaccins efficaces, l'annonce de relances budgétaires supplémentaires dans certains pays et une meilleure adaptation des économies aux mesures de lutte contre la Covid-19, qui sont aussi plus ciblées. Le variant Delta se diffuse rapidement mais ne constitue pas un risque majeur alors que les moteurs de la croissance mondiale demeurent très robustes. Les prévisions* de PIB mondial pour 2021 s'accordent autour de +6% et de +4,5% en 2022, le rebond des services ayant pris le relai de la production manufacturière, qui reste dynamique mais a cessé d'accélérer. Ces anticipations transparaissent également sur les marchés financiers et ceux des produits de base, les rendements des obligations d'État à long terme et les cours du pétrole ayant retrouvé leurs niveaux d'avant la pandémie. Les politiques budgétaires et monétaires restent très accommodantes et le risque que fait peser la 4^e vague épidémique devrait inciter les banques centrales à être plus attentistes en matière de normalisation.

* Sources : OCDE, mai 2021 ; SOCOFI "Les cahiers verts de l'économie", août 2021

PERSPECTIVES DE L'ÉCONOMIE MONDIALE EN JUILLET 2021 PROJECTIONS DE CROISSANCE PAR RÉGION (EN %)



Source : IMF, juin 2021



Économie mondiale

La reprise exceptionnelle de l'économie mondiale en 2021 est loin d'être solide et homogène, avec l'accès aux vaccins comme principale ligne de faille

Des incertitudes majeures menacent la croissance. La première est le niveau élevé des contaminations à la mi-2021 et la crainte de mutations du virus, potentiellement résistant aux vaccins actuels. Le rythme de la vaccination est un facteur déterminant de l'enclenchement de l'épidémie et donc de l'activité économique. Les campagnes de vaccination progressent à des rythmes différents dans le monde : en août la population complètement vaccinée était de 60% en Israël, en France, dans l'UE et au Canada, 50% aux États Unis, 20% au Brésil et en Russie, 15% en Chine, 9% en Inde et quasiment nulle en Afrique ; soit 15% au niveau mondial.

Des risques liés aux pressions inflationnistes et aux niveaux d'endettements privé et public. Une accélération de l'inflation est observée dans certains pays (émergents, USA) depuis ce printemps due à la forte hausse du prix des matières premières, du fret, de tensions sur les chaînes de production et du retour à la normale des prix dans les secteurs durement touchés par la crise.

Le niveau élevé de la dette des entreprises, équivalent à celui de la crise financière de 2008, est un sujet de préoccupation pour toutes les économies. Les dettes publiques ont explosé (+17% dans le monde en 2020), en particulier dans les pays émergents. Cela les expose au risque d'une montée des coûts d'emprunt, au durcissement des conditions de crédit et à la dépréciation de leur taux de change. Pour les économies avancées, la dette semble soutenable, son coût restant faible.

Une incertitude liée à l'utilisation de l'épargne des ménages. Le soutien public au revenu disponible des ménages en 2020 a conduit à une forte accumulation d'épargne dans les économies avancées. Fin 2021, l'épargne additionnelle, hors épargne de précaution, atteindrait 9 points de revenu disponible en Allemagne, 12 points en Italie et en Espagne, près de 15 au Royaume-Uni et 16 aux États-Unis. La conjoncture mondiale dépendra fortement de l'utilisation de cette « épargne-Covid » accumulée. L'utilisation ou non de seulement un 5^e de ce surcroît d'épargne entrainera en 2022 un différentiel d'environ 2% de PIB pour ces pays (source OFCE, Policy brief 84, Avril 2021).

La forte hétérogénéité de la reprise creuse le fossé entre les pays. Selon la Banque Mondiale, 9 pays riches sur 10 auront retrouvé leur niveau d'activité d'avant la pandémie d'ici à 2022, alors que pour les deux tiers des pays pauvres et en développement la reprise sera plus lente et longue. Pénalisée par la pénurie de vaccins, l'inflation et des soutiens budgétaires insuffisants, l'Afrique ne devrait enregistrer que +2,8% de croissance en 2021, le Moyen-Orient et l'Afrique du Nord +2,4% et les pays à bas-revenu aucune.

Aux États-Unis, la croissance du PIB* devrait être proche de +7 % en 2021 et revenir autour de +3,6% en 2022. L'activité économique et le marché du travail sont désormais à un niveau élevé grâce aux mesures de relance budgétaire (parmi les plus importantes avec 15 points de PIB) et aux campagnes vaccinales. L'investissement, en particulier dans le logement, est soutenu par une politique monétaire accommodante et la consommation privée par la baisse du niveau d'épargne.

Dans la zone euro, l'activité manufacturière bénéficie du dynamisme de la demande extérieure et des dispositifs de chômage partiel qui ont préservé l'emploi. Si de nouvelles mesures de freinage de l'épidémie ont grevé la reprise au 1^{er} trimestre 2021, l'activité s'accélère au 2nd et devrait s'amplifier jusqu'en fin d'année avec l'accroissement des vaccinations ; le PIB* serait de +5,5% en 2021 et de +5,2% en 2022. Ces bonnes prévisions reposent sur la consommation des ménages, le maintien de conditions financières souples, le versement des fonds par l'UE au titre du plan « Next Generation EU » et la fin des restrictions sanitaires.

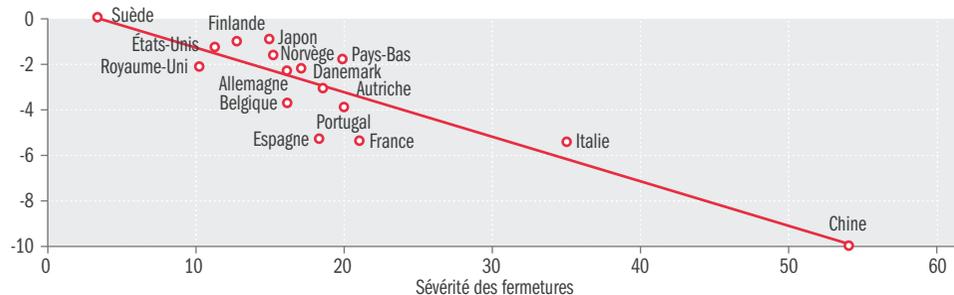
La Chine continuera d'enregistrer une croissance robuste en 2021 (+8,5% en 2021) et en 2022 (+6%) selon le FMI grâce aux exportations, au secteur immobilier et à une politique monétaire accommodante, même si certaines aides budgétaires seront réduites. Les progrès réalisés pour rééquilibrer l'économie chinoise vers les services et la consommation privée, interrompus par la pandémie, devraient reprendre.

* Sources : OECD, May 2021; SOCOFI "Les cahiers verts de l'économie", Août 2021



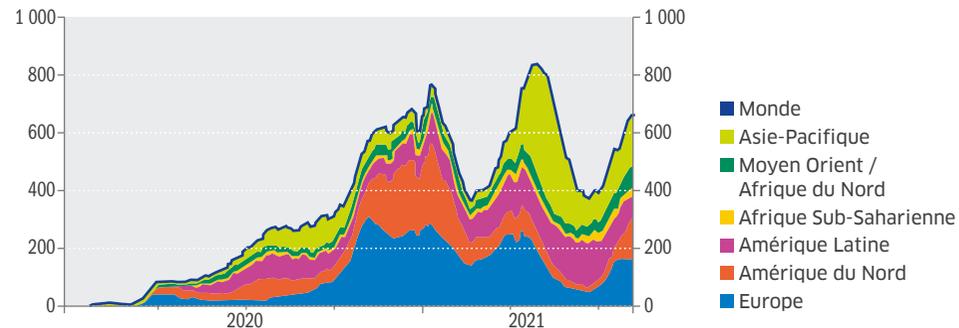
Économie mondiale

CORRÉLATION ENTRE RÉCESSION ÉCONOMIQUE ET SÉVÉRITÉ DES FERMETURES CROISSANCE DU PIB AU 1^{ER} TRIMESTRE 2020, EN %



Source : Oxford & Blavatnik School of Government, Covid-19 Government Response Tracker ; Calculs OFCE

MONDE : LES NOUVEAUX CAS DE COVID (DONNÉES LISSÉES SUR UNE SEMAINE, EN MILLIERS)



Source : Refinitiv Datastream, les cahiers vert de l'économie

TAUX D'ÉPARGNE DES MÉNAGES EN 2020 ET 2021 EN % DU REVENU DISPONIBLE BRUT



Source : Calcul OFCE

PRIX DES MATIÈRES PREMIÈRES (GLISSEMENT ANNUEL EN %)



Source : Refinitiv Datastream, les cahiers vert de l'économie



Économie mondiale

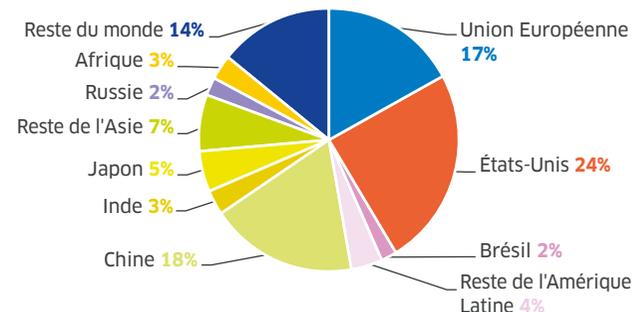
Croissance économique entre 2019 et 2020 et prévisions 2021 et 2022

PIB et Population	Taux de croissance réel du PIB		Prévisions de croissance du PIB*		PIB (en milliards \$ constant 2015)			Population (millions)		
	2019	2020	2021	2022	2010	2019	2020	2010	2019	2020
Europe	1,6%	-6,1%	5,3%	4,7%	17 217	20 106	18 779	608	630	633
Union Européenne	1,7%	-6,4%	4,8%	4,5%	12 881	14 726	13 779	442	448	448
France	1,5%	-8,2%	6,4%	4,5%	2 317	2 603	2 389	65	67	67
Amérique du Nord	2,1%	-3,7%	6,1%	4,7%	17 742	21 564	20 778	343	366	369
Canada	1,7%	-5,4%	6,7%	3,9%	1 396	1 675	1 584	34	38	38
États-Unis	2,2%	-3,5%	6,1%	4,8%	16 346	19 890	19 193	309	329	331
Amérique Latine	3,3%	-7,1%	6,5%	2,8%	5 211	5 518	5 091	586	644	651
Brésil	1,1%	-4,4%	5,7%	2,1%	1 703	1 810	1 730	196	211	213
Asie	4,5%	-1,6%	6,6%	5,4%	17 647	27 751	27 459	3 808	4 136	4 173
Chine	6,1%	2,3%	8,4%	5,8%	7 541	14 194	14 520	1 338	1 400	1 407
Corée du Sud	2,0%	-1,0%	4,2%	3,5%	1 193	1 537	1 521	50	52	52
Inde	4,2%	-7,4%	8,8%	7,1%	1 567	2 769	2 564	1 234	1 367	1 382
Japon	0,7%	-4,8%	2,3%	2,9%	4 178	4 567	4 348	128	126	126
Pacifique	1,9%	-3,5%	4%	3,4%	1 243	1 578	1 525	36	41	42
Australie	1,8%	-2,5%	3,8%	3,5%	1 066	1 346	1 312	22	25	26
CEI	2,2%	-3,6%	4,4%	3,9%	1 725	2 070	2 000	280	292	293
Russie	1,3%	-3,6%	4,5%	2,8%	1 259	1 441	1 389	143	145	145
Moyen Orient	-0,5%	-5,2%	2,5%	4,3%	2 053	2 563	2 417	213	252	257
Arabie Saoudite	0,3%	-4,0%	2,2%	4,7%	509	679	651	27	34	35
Iran	-6,5%	-1,5%	2,9%	2,5%	402	409	403	74	83	84
Qatar	0,8%	-4,5%	2,5%	3,7%	121	172	164	2	3	3
Afrique	3,2%	-3,3%	4,4%	3,8%	2 016	2 577	2 483	1 026	1 292	1 325
Afrique du Sud	0,2%	-7,2%	3,8%	2,5%	285	326	303	51	59	59
Monde	2,7%	-3,6%	5,9%	4,8%	64 854	83 728	80 532	6 899	7 654	7 742
OECD	1,6%	-4,9%	5,3%	4,4%	42 598	50 637	48 122	1 237	1 306	1 314
Non OECD	3,7%	-2,5%	6,6%	5,2%	22 255	33 092	32 410	5 662	6 348	6 428

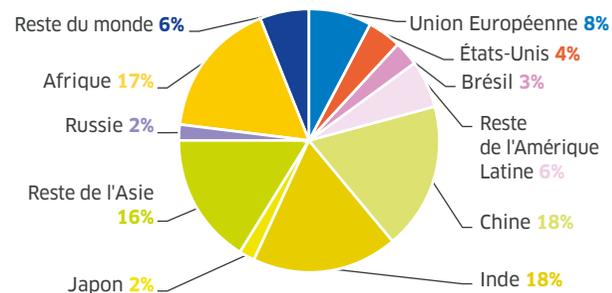
* Prévisions Oxford Economics, août 2021.

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, août 2021

RÉPARTITION DU PIB MONDIAL EN 2020 TOTAL - 80,5 TDS \$ (CONSTANT 2015)



RÉPARTITION DE LA POPULATION MONDIALE EN 2020 TOTAL : 7,75 MILLIARDS



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2019



Les plans de relance verte

Une relance trop peu verte

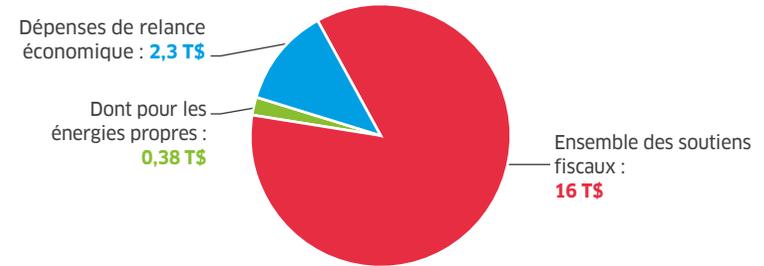
Face aux efforts sans précédent mobilisés pour soutenir les économies mondiales, les sommes consacrées à la transition énergétique sont dérisoires, d'à peine 2% selon le FMI. Les gouvernements ont mobilisé à ce jour 16 000 Mds \$ d'aides publiques dont l'essentiel sont des mesures de « sauvetage » - dépenses sanitaires et soutien d'urgence aux entreprises et aux ménages (évaluation du FMI de juin 2021). Sur ce volume, les sommes consacrées à la relance économique à proprement parler ont été de quelques 2 300 Mds\$, dont seulement 380 Mds\$ orientés vers des projets énergétiques « durables ».

Cette faible somme contraste avec les déclarations de nombreux gouvernements depuis le début de la crise disant combien il était important de mieux reconstruire, pour un avenir plus sain ; mais « *beaucoup doivent encore joindre les actes à la parole* » souligne Fatih Birol, Directeur de l'AIE.

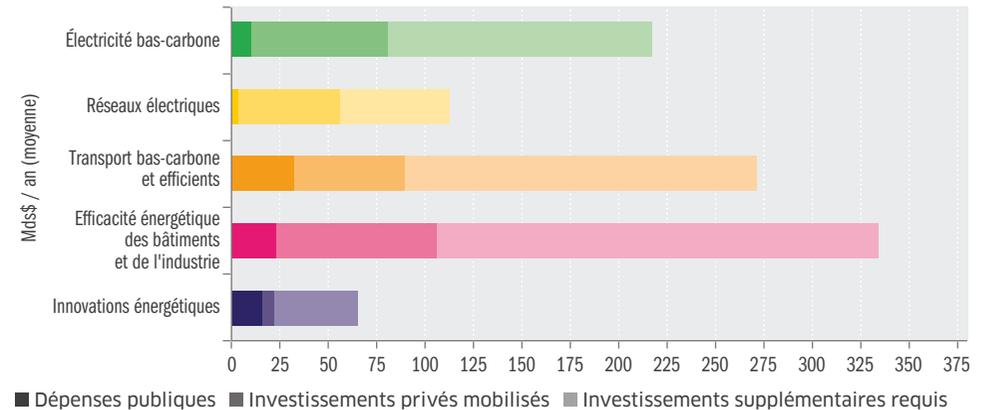
Les dépenses consacrées à la relance verte l'ont été la plupart du temps par le biais de programmes qui existaient déjà, tels que les subventions à l'efficacité énergétique, ou bien à travers les marchés et les services publics ou encore des incitations à la mobilité électrique. Les soutiens « verts » se déclinent pour 37% en subventions et prêts, 17% en réductions d'impôts, et 11% en assouplissements de taxation. Ils ciblent en premier le secteur énergétique (20%) et le transport terrestre (16%), alors que les mesures de soutien au transport aérien et à l'industrie ont perpétué le modèle existant fortement polluant (source : ONU, *Global Recovery Observatory*, 2021).

Quant aux engagements et nouvelles politiques mis en place depuis l'an passé, ils devraient susciter des investissements privés additionnels pour les énergies propres et infrastructures électriques de l'ordre de 350 Mds\$ par an de 2021 à 2023. Si cela représente une augmentation de 30% par rapport aux années précédentes, cela reste très en deçà du financement nécessaire pour placer l'économie mondiale sur la trajectoire de l'Accord de Paris - financement évalué par l'AIE à 1 000 Mds\$ par an sur les prochaines années (Étude *Sustainable Recovery Tracker*, juillet 2021).

LES AIDES DES ÉTATS À LA CRISE DU COVID-19 (EN JUILLET 2021)



INVESTISSEMENTS ADDITIONNELS PRÉVUS DANS LES PLANS DE RELANCE COMPARÉS AUX INVESTISSEMENTS REQUIS POUR UNE CROISSANCE DURABLE PAR AN SUR LA PÉRIODE 2021-2023



Source : AIE, *Sustainable Recovery Tracker*, juillet 2021



Les plans de relance verte

En dépit des preuves d'une meilleure efficacité des relances « vertes » comparées aux relances traditionnelles, la plupart des pays ont manqué cette opportunité, à l'exception notable de l'Europe

Les plans de relance verte ont des effets multiplicateurs économiques importants

grâce aux créations d'emplois à court terme, à leur capacité à attirer des investissements privés et la construction de systèmes résilients ; ils sont à évaluer aussi au regard du coût supérieur de l'inaction. Concrètement, les investissements dans l'efficacité énergétique, comme la rénovation thermique, l'installation d'ENR ou les travaux publics de transport, outre de générer des économies d'énergie, sont facilement mis en œuvre et offrent un fort potentiel de relance économique, d'innovation et d'emplois.

Ces avantages ont été démontrés dans une étude* publiée le 4 mai 2020 par l'Université d'Oxford sous l'égide de Nicholas Stern et Joseph Stiglitz, prix Nobel d'économie. Grâce à une large mobilisation d'experts au niveau mondial et l'analyse de 700 plans de relance (antérieurs à la crise du Covid), ils ont mesuré l'impact économique et climatique d'une sortie de crise par la « voie verte ». En comparaison des mesures de relance budgétaire traditionnelles, les projets verts créent plus d'emplois, offrent un meilleur rendement à court terme par dollar dépensé et permettent de réaliser des économies à long terme.

Ces avantages ont été démontrés dans une étude* publiée le 4 mai 2020 par l'Université d'Oxford sous l'égide de Nicholas Stern et Joseph Stiglitz, prix Nobel d'économie. Grâce à une large mobilisation d'experts au niveau mondial et l'analyse de 700 plans de relance (antérieurs à la crise du Covid), ils ont mesuré l'impact économique et climatique d'une sortie de crise par la « voie verte ». En comparaison des mesures de relance budgétaire traditionnelles, les projets verts créent plus d'emplois, offrent un meilleur rendement à court terme par dollar dépensé et permettent de réaliser des économies à long terme.

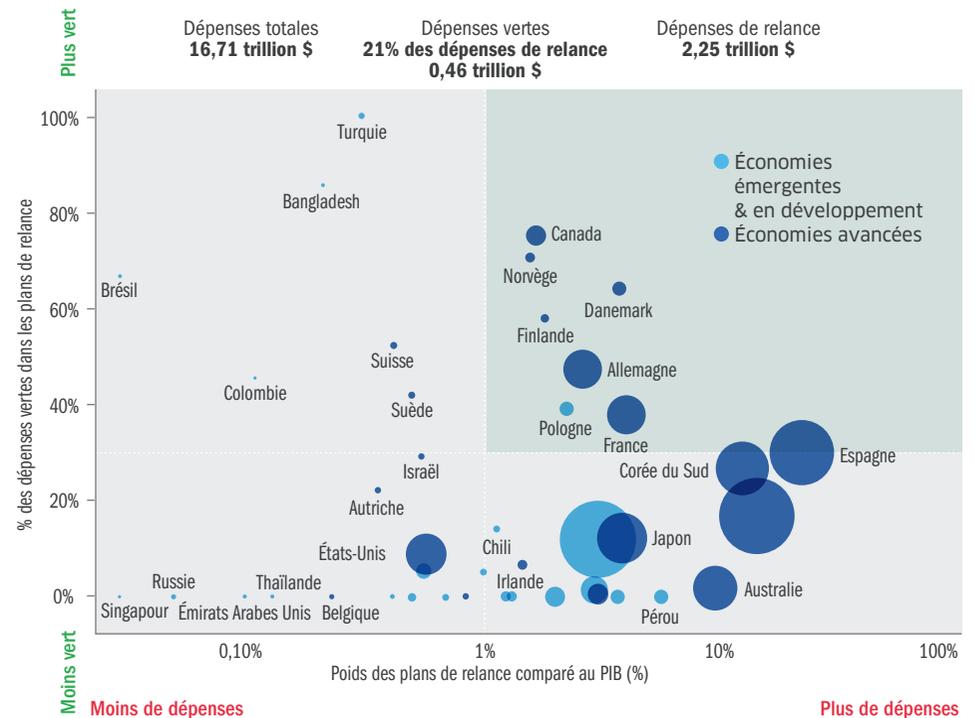
Les taux d'intérêt élevés et les contraintes d'endettement existantes ont entravé les efforts de relance de nombreux marchés émergents et économies en développement.

Bien que la proportion de dépenses publiques pour la transition écologique soit minime en 2020, elles ont tout de même suscité des projets d'investissements privés importants sur un large éventail de domaines, énergie, transport, efficacité énergétique (cf page précédente).

* "Will Covid -19 fiscal recovery packages accelerate or retard progress on climate change?", University of Oxford - SSE, 4 mai 2020.

** Observatoire des plans de relance, University of Oxford - SSE & ONU, 2021.

PART DE DÉPENSES VERTES DANS LES PLANS DE RELANCE NATIONAUX ~20% AU NIVEAU MONDIAL



Sources : <https://data.undp.org/content/global-recovery-observatory/> "Global Recovery Observatory, UNDP"



Les plans de relance verte

L'Union Européenne va pouvoir mettre en œuvre son plan de relance de 750 Mds€ sur lequel elle s'était accordée en juillet 2020. Destiné à réparer les dommages économiques et sociaux causés par la pandémie, ce plan, dénommé « Next Generation EU », est aussi une occasion unique pour l'Europe de transformer son économie pour la rendre « plus verte, plus numérique et plus résiliente ».

Ratifié le 27 mai 2021, cet accord permet à l'UE de lancer un emprunt commun sur les marchés financiers grâce à un instrument temporaire, la Facilité de Relance et Résilience (FRR), qui redistribuera aux États membres les plus affectés 312,5 Mds€ sous forme de subventions et 360 Mds€ sous forme de prêts.

Ces fonds sont associés au budget à long terme de l'Union Européenne qui s'élève pour la période 2021-2027 à 1 074,3 Mds€2018, soit une enveloppe globale de 1 800 Mds€2018.

La politique monétaire de l'UE s'est également adaptée à la gestion de la crise du Covid. La BCE a notamment lancé un programme de *quantitative easing*, le « Pandemic Emergency Purchase Programme » et racheté des actifs financiers à hauteur de 1 850 Mds€. Elle veille à maintenir ses taux directeurs bas, à augmenter le montant des liquidités que les banques peuvent emprunter, à élargir les classes de garanties lors des prêts et à baisser les exigences en matière de fonds propres pour favoriser l'accès au crédit pour les entreprises et les ménages.

Le climat mobilise plus d'un tiers des fonds de relance de l'UE : 33% du budget long-terme lui sont consacré et 37% des aides versées par la FRR aux États membres (248 Mds€) doivent être affectés à des investissements de transition - cette condition étant impérative ; enfin 17,5 Mds€ du plan « Next Generation EU » seront directement destinés à la préservation des ressources naturelles. Au total il s'agit d'un montant de plus de 600 Mds€ que l'UE destine à sa transition verte.

En France, le plan de relance présenté en septembre 2020 s'élève à 100 Mds€, financé pour 40 Mds€ par une contribution européenne. Ce plan dénommé « France Relance » établit trois priorités. La première est l'écologie, avec pour objectif de devenir la première grande économie décarbonée européenne et atteindre la neutralité carbone en 2050. La deuxième est la compétitivité, entre autres en modernisant et relocalisant des projets industriels ou en améliorant les modes de financements des entreprises. La troisième est la cohésion, en apportant de l'aide aux jeunes sur le marché de l'emploi et en soutenant les commerces de centre-ville.

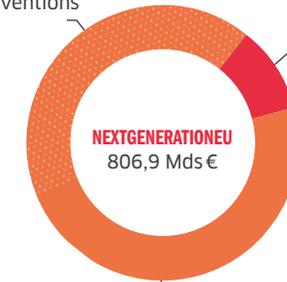
Le volet vert du plan de relance français est relativement important avec 30 Mds€ de l'enveloppe globale destinés au financement de la transition écologique. Les 4 secteurs prioritaires sont la rénovation énergétique des bâtiments (6,7 Mds€), les transports (11 Mds€, dont 1,9 Mds€ pour les véhicules propres et les bornes de recharge électrique), la transition agricole (1,2 Mds€) et l'énergie (9 Mds€, dont 2 Mds€ pour le développement de l'hydrogène vert et 1,2 Mds€ pour la décarbonation de l'industrie).

LE PLAN DE RELANCE DE L'UE « NEXTGENERATION-EU »

Facilité de relance et résilience 723,8 Mds€

-  **AUGMENTATION DES CAPACITÉS**
Énergies propres et renouvelables
-  **RÉNOVATION**
Efficacité énergétique des bâtiments
-  **RECHARGE**
Transport durable et bornes de recharge
-  **DIGITALISATION**
Déploiement de services haut débit rapides
-  **MODERNISER**
Numérisation de l'administration publique
-  **AUGMENTATION DU VOLUME**
Cloud de données et des processeurs durables
-  **AMÉLIORATION DES COMPÉTENCES**
Éducation et formation pour soutenir la digitalisation

338 Mds€
en subventions



385,8 Mds€ en prêts

Contribution de NextGenerationEU à d'autres programmes 83,1 Mds€

- REACT-EU
50,6
- FONDS DE TRANSITION JUSTE
10,9
- DÉVELOPPEMENT RURAL
8,1
- INVESTEU
6,1
- HORIZON EUROPE
5,4
- RESCEU
2

Source : Commission Européenne



Les plans de relance verte

L'« American Rescue Plan Act », troisième plan de relance américain, a été lancé par Joe Biden en mars 2021 et comprend des aides totalisant 1 900 Mds\$. Il fait suite au « Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act » (2 200 Mds\$) datant de mars 2020, et au « Consolidated Action Act » de décembre 2020, dont 900 Mds\$ sont dédiés à la relance post-Covid. La mesure phare de ce dernier plan de relance est une aide directe aux ménages américains (1 400 \$/personne gagnant moins de 75 000 \$/an ou 150 000 \$ pour un couple). Elle est complétée par des mesures supplémentaires d'indemnisation des chômeurs, un crédit d'impôt destiné à faciliter la garde d'enfants ou encore par des aides à destination des établissements scolaires et de l'enseignement supérieur.

La FED soutient aussi l'économie américaine à travers sa politique monétaire en s'engageant à maintenir des taux d'intérêts proches de zéro (les taux d'intérêts accordés aux banques sont passés de 2,25% à 0,25%), en effectuant des rachats d'actions pour soutenir les marchés financiers (quantitative easing) à hauteur de 2,7 Mds\$, et en réinjectant des liquidités.

Au sein des différents plans de relance américains, les dispositions vertes sont presque inexistantes. D'après la National Conference of State Legislatures, les mesures concernant l'environnement dans l'*American Rescue Plan Act* s'élèvent seulement à 195 millions de dollars ; à peine 3 M\$ avaient été dédiés à l'environnement dans le *Coronavirus Aid, Relief, and Economic Security Act*. Dans les deux cas, il s'agit de bien moins d'1% de la totalité des fonds engagés pour soutenir l'économie.

Néanmoins, le nouveau président américain Joe Biden affiche la volonté d'inclure le climat dans sa politique. Il annonce vouloir réduire de moitié les émissions de gaz à effet de serre des États-Unis d'ici 2030, au cours de son sommet sur le climat rassemblant une quarantaine de dirigeants internationaux en avril 2021. Le plan d'infrastructures, d'un montant colossal de 1 200 Mds\$ voté début août 2021, va également dans ce sens, où 86 Mds\$ sont directement dédiés au climat. Le budget alloué à la rénovation des routes (110 Mds\$) et du transport ferroviaire (106 Mds\$) vise aussi à atténuer le changement climatique. En ce qui concerne les infrastructures énergétiques, 73 Mds\$ sont alloués au développement du réseau électrique, 18 Mds\$ au CCUS, 15 Mds\$ aux véhicules électriques et 8 Mds\$ à l'hydrogène.

En mars 2021, l'Assemblée nationale populaire de Chine a adopté les grandes lignes de son 14^e Plan quinquennal, feuille de route économique et sociale du pays pour la période 2021-2025. L'accélération du verdissement de l'économie occupe une place importante, notamment suite à la promesse de Xi Jinping faite devant l'Assemblée générale de l'ONU en septembre 2020 d'atteindre le pic des émissions de CO₂ avant 2030 et la neutralité carbone d'ici 2060. La Chine veut aussi accéder à une autonomie technologique, notamment au niveau des semi-conducteurs qu'elle importe massivement et qui alimentent la rivalité sino-américaine. Autre ambition majeure, être moins dépendante des exportations en s'appuyant sur la consommation intérieure, favorisée par un meilleur système sociale et l'urbanisation.

Les objectifs climatiques n'ont pas pour autant été réévalués par rapport au 13^e Plan. Les progrès à réaliser entre 2021 et 2025 restent peu ou prou les mêmes que ceux fixés sur la période 2016-2020, considérés déjà comme modérés : -15% pour l'intensité énergétique, -18% pour l'intensité carbone, la part des carburants non fossiles doit passer de 15% en 2020 à 20% en 2025 et le couvert forestier de 23% à 24%.

Le 14^e Plan quinquennal se contente de renvoyer aux objectifs climatiques de la Chine de plus long terme et introduit l'idée d'un « plafonnement des émissions de CO₂ » mais sans en fixer une valeur absolue (réduire les émissions de CO₂ par unité de PIB de 65 % par rapport à 2005). Le plafond dépendra donc de la croissance économique chinoise qui ne fait l'objet d'une cible que pour 2021 (+6%) en raison des incertitudes macroéconomiques.

Aussi, bien que les objectifs environnementaux occupent une place plus importante que dans les plans précédents (sur les 20 indicateurs clés pour la période, 8 sont « contraignants » dont 6 concernent l'environnement, le climat et l'énergie), ce Plan est considéré par de nombreux experts comme ambigu (« il renvoie un signal indécis en matière de climat » et ne fait état d'aucun « changement significatif dans le discours de la Chine vis-à-vis du charbon et de l'énergie propre : il fait la promotion des deux » (Climate Action Tracker).



Investissements dans le secteur énergétique

La reprise des investissements énergétiques en 2021 répond à l'amélioration du contexte économique mais aussi à une réorientation structurelle des flux de capitaux vers les technologies propres

Les investissements dans le secteur énergétique devraient rebondir d'environ 10% en 2021, atteignant 1 900 Mds\$* et compensant la réduction de 2020. 2021 marque ainsi une rupture avec des années de stagnation des investissements énergétiques, entre la fin du fort développement de l'industrie pétro-gazière au début des années 2010 et le démarrage des technologies propres.

Alors que beaucoup d'entreprises énergétiques restent dans une situation financière fragile, elles souhaitent malgré tout profiter des politiques monétaires accommodantes et du soutien des gouvernements. Elles sont de plus en plus nombreuses à préférer le secteur électrique et l'aval (efficacité énergétique, batteries, électrification), au détriment de la production traditionnelle d'énergie fossile.

Les dépenses dans les technologies propres (EnR, efficacité énergétique, CCUS, batteries), portées par une surperformance boursière des entreprises de ce secteur en 2020, devraient s'accroître de +7% en 2021 à 750 Mds\$, soit 40% des investissements globaux.

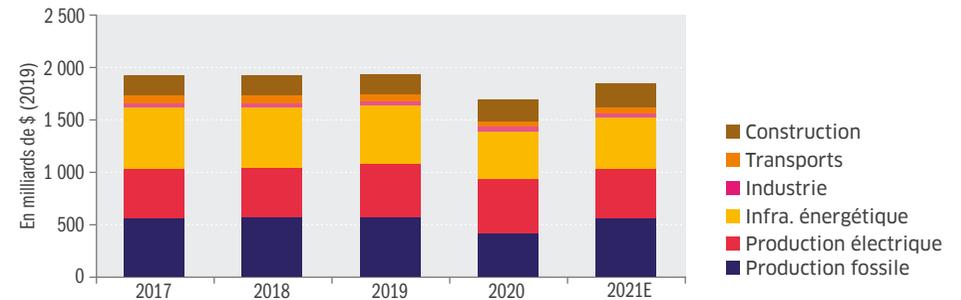
Ce choix est conforté par la multiplication des engagements de la part des Gouvernements, entreprises, institutions financières pour atteindre zéro émission à l'horizon 2050 et l'essor de la finance durable (600 Mds\$ de dettes durables en 2020). Les politiques de relance ont stimulé des projets dans de nouveaux domaines tels que l'hydrogène vert ou le CCUS.

Ils n'en demeurent pas moins que les investissements verts se heurtent toujours à la pénurie de projets de bonne qualité, à des canaux inefficaces pour orienter les fonds disponibles et un manque d'intermédiaires compétents. Ils sont aussi toujours cantonnés aux pays bénéficiant de larges réserves budgétaires, de taux d'intérêt bas et de politiques de soutien claires.

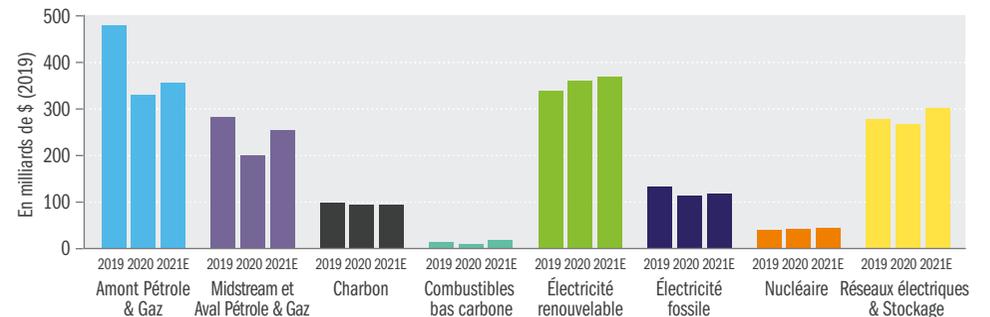
Enfin les sommes investies dans les technologies propres sont bien en deçà de ce que les scénarios climatiques requièrent : il faudrait qu'elles doublent au cours de la décennie pour maintenir les températures en dessous de 2°C et qu'elles triplent pour une stabilisation à 1,5°C.

* Source : AIE, World Energy Investments, 2021 - Estimations pour l'année entière

INVESTISSEMENTS TOTAUX DANS LE SECTEUR ÉNERGÉTIQUE MONDE - 2017 À 2021*



INVESTISSEMENTS DANS LES DIFFÉRENTS SECTEURS ÉNERGÉTIQUES MONDE - 2019 À 2021*



Source : IAE World Energy Investment 2021, mai 2021



Investissements dans le secteur énergétique

Une part croissante des investissements se dirige vers le secteur électrique sous l'impulsion des énergies renouvelables. Stables en 2020 alors que tous les autres investissements chutaient, ils progresseront selon l'AIE de 5% en 2021 pour atteindre plus de 820 Mds\$. L'essentiel sera dédié aux capacités de production (estimation de 530 Mds\$ en 2021), dont 70% seront renouvelables ; le reste sera consacré aux réseaux et au stockage.

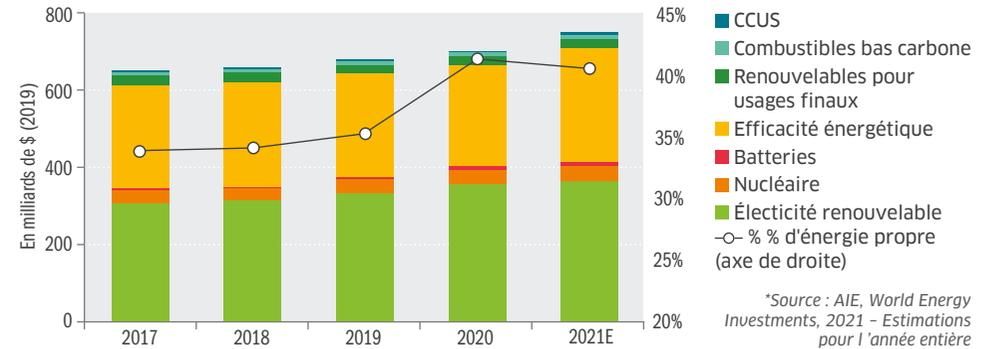
Le développement des EnR électriques s'explique par la spectaculaire baisse des coûts des technologies et leur amélioration (un dollar dépensé pour l'éolien ou le solaire PV génère aujourd'hui quatre fois plus d'électricité qu'il y a dix ans). Le solaire affiche aujourd'hui une très forte compétitivité qui, au vu des appels d'offre, enchères et Corporate PPA, devrait le placer devant l'éolien en 2021. La Chine, l'Inde, les États-Unis et l'Europe devraient accroître leurs investissements dans le solaire de plus de 10% en 2021.

En 2020 les investissements dans les EnR électriques affichaient déjà une exceptionnelle résilience (+7% par rapport à 2019 avec 45% des investissements électriques), mais toujours sur une poignée de marchés, la Chine, qui a connu une année 2020 remarquable pour les investissements éoliens, les États-Unis et l'Europe. L'électrification a également été l'un des moteurs des investissements, avec la poursuite des ventes de véhicules électriques encouragée par la prolifération de nouveaux modèles.

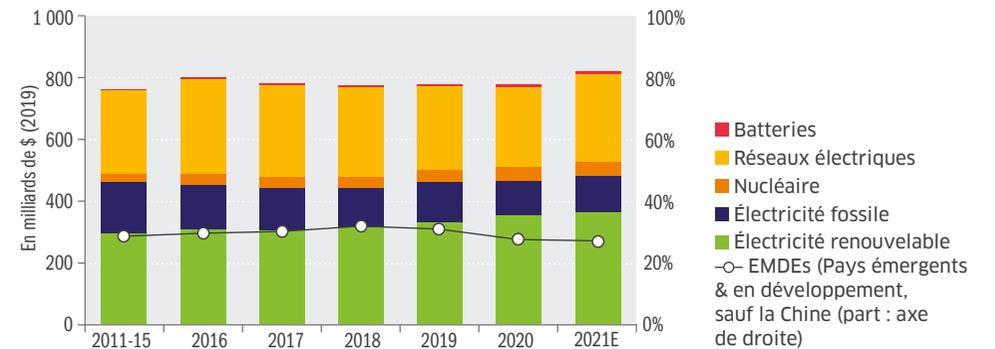
Les investissements dans le nucléaire ont bien résisté à la crise en 2020 et devraient se maintenir avec les plans d'expansion de la Chine, de l'Inde et la Russie. Ils représentent 5% des investissements électriques.

Ceux dans les capacités électriques fossiles ont par contre considérablement chuté en 2020 (-10%), mais avec des différences géographiques (forte baisse en Inde, moindre en Chine, hausse aux USA). Ils devraient reprendre légèrement en 2021.

INVESTISSEMENTS DANS LES TECHNOLOGIES « PROPRES » MONDE - 2017 À 2021*



INVESTISSEMENTS TOTAUX DANS LE SECTEUR ÉLECTRIQUE MONDE - 2011 À 2021*





Investissements dans le secteur énergétique

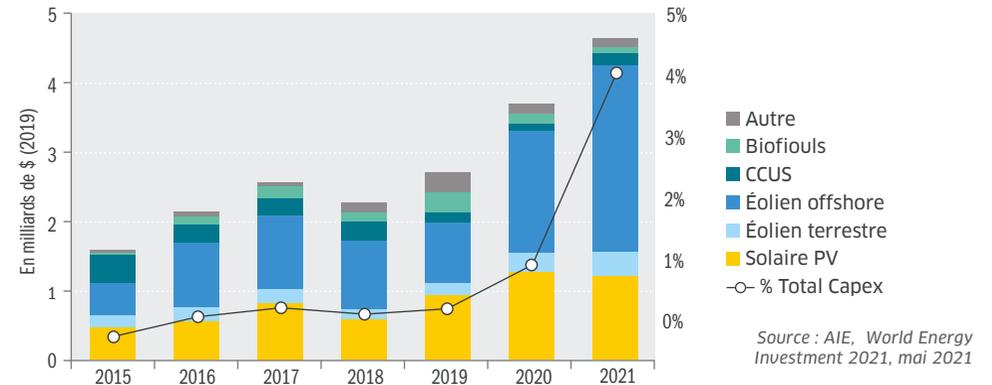
Malgré la crise Covid-19, les investissements dans les batteries ont augmenté de +40% en 2020 pour atteindre 5,5 Mds \$; le score a même été de +60% pour les batteries sur le réseau. Ce développement a été favorisé par la baisse des coûts (-20% en moyenne) et la pratique croissante d'enchères mixtes avec stockage. Cette tendance devrait se poursuivre en 2021.

Les investissements dans les réseaux électriques, après trois années consécutives de recul, ont accusé en 2020 une chute -6% à 255 Mds \$ en raison des pertes de revenu des gestionnaires de réseau. Mais les importants projets en Chine, Europe et États-Unis devraient inverser cette tendance. L'Europe s'est engagée dans un programme d'extension du réseau électrique de 2021 à 2030 qui sera soutenu par le plan de relance. Les États-Unis ont voté le plan de rénovation des infrastructures présenté par Joe Biden qui prévoit 73 Mds \$ pour les réseaux électriques.

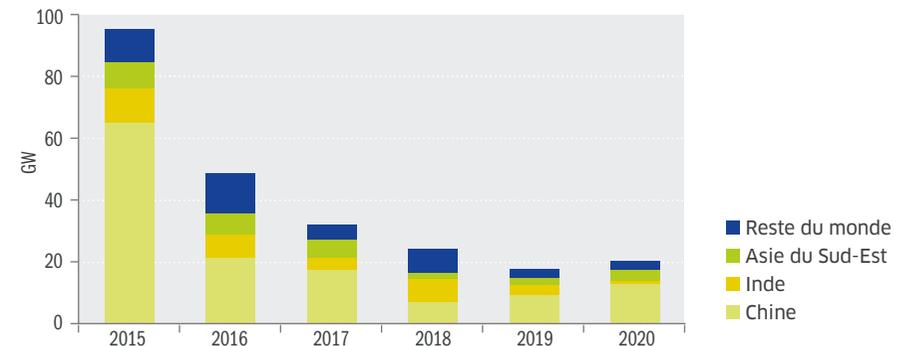
Les investissements dans les énergies fossiles resteront en 2021 bien inférieurs à leur niveau d'avant crise. Après une chute vertigineuse de -25% en 2020, ils devraient rebondir de +14%, passant de 620 Mds \$ à 720 Mds. L'essentiel des dépenses de 2020 a été dirigé vers le pétrole et le gaz (84%), 14% dans le charbon et moins de 2% dans les combustibles décarbonés. Ces derniers intéressent pourtant un nombre croissant d'entreprises - du secteur pétro-gazier ou pas - qui investissent dans des projets de carburants à faible émission de carbone (hydrogène, biocarburants) ou dans le CCUS ; cela devrait avoir une influence tangible sur les tendances futures.

La crise n'aura pas permis d'accélérer la sortie du charbon car après une forte baisse en 2020 (-9%) les investissements repartent en 2021 tirés par les besoins électriques de l'Asie. L'Inde et la Chine n'ont d'ailleurs pas réduit leurs investissements en 2020 alors qu'ils diminuaient du quart dans le reste du monde. En déclin de 80% dans le monde depuis 2015, les investissements dans les centrales charbon regagnent du terrain en 2020 et 2021 avec l'assouplissement des autorisations en Chine et des projets en Asie.

INVESTISSEMENTS DANS LES ÉNERGIES PROPRES DES SOCIÉTÉS PÉTROLIÈRES ET GAZIÈRES SUR LA PÉRIODE 2015-2021



CENTRALES CHARBON - DÉCISIONS FINALES D'INVESTISSEMENT (FID)





Bilan énergétique

Les conséquences de la pandémie sur le marché énergétique ont été violentes, mais ont aussi été source d'enseignement en matière de technologies propres

La demande d'énergie primaire a connu en 2020 sa baisse la plus importante depuis la fin de la Seconde Guerre Mondiale (-4%). Sous l'effet des mesures sanitaires la consommation énergétique a diminué dans la majorité des pays dans des proportions similaires aux reculs économiques : plus fortement dans les pays développés (-6%) que dans les marchés émergents (-3,4% en Inde, -3% en Asie du Sud-Est, -2% au Moyen-Orient et -1,5% en Afrique), la Chine étant le seul pays où la consommation énergétique a augmenté en 2020 (+2%).

Le secteur des transports a été le plus touché, avec une baisse de -11% de la demande énergétique en raison des restrictions des mobilités, en particulier pour le transport aérien international (-45%).

La récession s'est répercutée avec force sur le marché pétrolier qui perdait 9 Mbl/j, alors que les technologies durables se sont démarquées par leur résilience, continuant leur progression, en particulier pour le solaire.

La demande de pétrole a été de loin la plus affectée, avec un recul de -8,9% en 2020, subissant de plein fouet les restrictions de déplacements routiers et aériens. La consommation de carburants pour les transports (52% des consommations pétrolières) chutait de -14% en 2020.

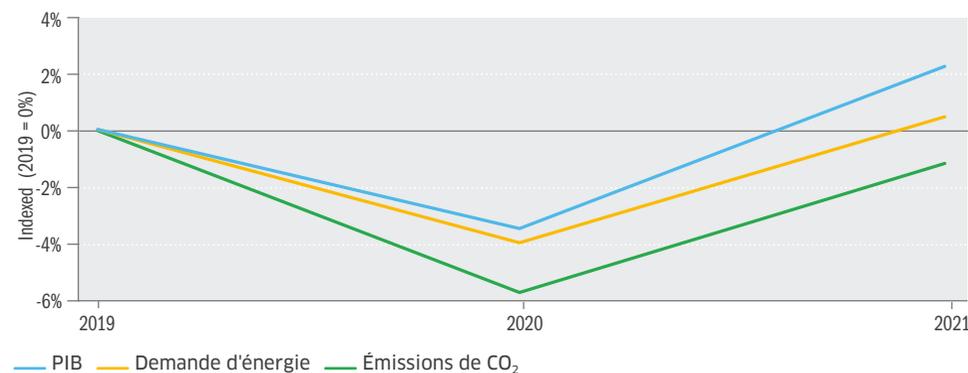
Les consommations de charbon ont enregistré un recul de -4% dû pour moitié au secteur électrique, sous l'effet conjugué d'une moindre demande électrique, de la part significative prise par les ENR et de prix du gaz bas. Ceci a été particulièrement vrai dans les pays développés, USA, UE, Russie (recul de -15% de la demande des centrales charbon) mais aussi au Brésil. L'autre moitié de la baisse a eu lieu dans les industries fortement consommatrices comme la sidérurgie et le ciment.

Le gaz a mieux résisté que les autres fossiles (-1% en 2020) en raison d'un prix faible qui a encouragé les substitutions au charbon dans la production électrique pendant la crise, notamment dans les pays de l'OCDE. La demande des pays non-OCDE a été soumise à des situations contrastées, entre un hiver froid en Chine (+8%) et à l'inverse, des températures clémentes et une faible demande électrique en Russie (-5%), mais au final s'est bien maintenue.

Les énergies renouvelables sont les grandes gagnantes de la crise, conservant une hausse de +3% en 2020. Premières dans l'ordre de mérite grâce à un coût marginal nul, les ENR électriques ont augmenté de +7% en 2020 malgré un contexte électrique déprimé (recul global de -1%). Le secteur électrique a ainsi représenté les 2/3 de la croissance des ENR en 2020, l'autre tiers provient de l'usage de la biomasse dans l'industrie (+3%).

Les capacités renouvelables ont même connu une année assez exceptionnelle : +12% pour l'éolien (+111 GW installés, soit deux fois plus qu'en 2019) grâce à une accélération en Chine (+72 GW), et à des nouvelles installations de grande ampleur aux USA, en Australie et dans l'UE. Evolution encore meilleure dans le solaire dont les capacités installées augmentent de +20% (+127 GW), notamment en Chine (+49 GW), dans l'UE et aux USA.

ÉVOLUTIONS COMPARÉES DU PIB, DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE ET DES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR RAPPORT À 2019 - MONDE



Source : AIE, World Energy Investment 2021, mai 2021



Bilan énergétique

2021 devrait totalement effacer le recul de la demande énergétique en privilégiant encore les énergies renouvelables, mais terni par un retour critique du charbon

La demande énergétique rebondit fortement en 2021 et devrait dépasser son niveau de 2019, bien que toujours freinée dans certain secteur par les nouvelles vagues épidémiques*.

Les niveaux de consommation énergétique sur l'année dépendront bien sûr encore de l'évolution épidémique, toutefois la reprise de la croissance économique et la levée presque générale des restrictions en milieu d'année laissent prévoir selon l'AIE et Enerdata une augmentation de la consommation d'énergie mondiale de +4,6% en 2021 (+0,5% par rapport à 2019).

D'après l'AIE, près de 70% proviendra des marchés émergents dont la consommation d'énergie devrait dépasser de +3,4% le niveau de 2019 ; la Chine (+6% en 2021, soit +8% par rapport à 2019) et l'Inde (+7% soit +2% par rapport à 2019) en seront les moteurs.

Pour les pays développés un retour aux niveaux pré-crise n'est pas envisageable en 2021 ; la consommation énergétique étasunienne restera 3% inférieure à celle de 2019 bien qu'en hausse de +5% en 2021, tandis que l'UE et le Japon connaîtront une croissance plus faible (respectivement +3,5% et +0,9% d'après Enerdata).

La reprise de la demande d'énergie primaire dépendra largement de celle des transports. L'AIE anticipe une demande du transport bien inférieure en 2021 à celle de 2019 en raison de la poursuite des restrictions de la mobilité internationale. Mais dans le cas où ces consommations reviendraient à leur niveau pré-crise dès cette année, alors la demande d'énergie primaire pourrait dépasser de 2% son niveau de 2019.

* Les projections 2021 présentées ici sont celles de l'AIE (Global Energy Review 2021, Avril 2021). Elles sont basées sur les statistiques du 1^{er} trimestre 2021. Ces prévisions comportent un degré d'incertitude élevé provenant en particulier d'éléments exogènes : émergence de nouveaux variants, levée des restrictions sanitaires, étendue de la vaccination ou encore conséquences économiques liées aux confinements.

Les prévisions d'Enerdata (Global Energy Trends - Juin 2021) sont concordantes. Elles reposent sur des projections macroéconomiques d'organisations internationales et sur les relevés en continu d'Enerdata de données énergétiques sur tous les pays et tous les secteurs.

La crise a galvanisé le développement des énergies renouvelables, mais la reprise se traduit aussi par un appel exceptionnel au charbon, balayant 5 années de déclin, et qui pèsera lourd sur les émissions de CO₂.

La demande pétrolière regagne du terrain en 2021 (+6,2%), mais restera inférieure de 3% à celle de 2019 en raison du maintien d'une bonne partie de l'année des limitations de transport routier et d'un trafic aérien très en deçà de 2019. Seule l'Asie dépassera son niveau de 2019 sous l'impulsion de la Chine (+7,2%) et de l'Inde (+6,9%).

Sous l'impulsion de l'Asie, la demande de charbon connaîtra en 2021 un record de croissance de +4,5% (+0,5% par rapport à 2019), proche de son pic de 2014. Ce rebond proviendra à 80% de la demande électrique de l'Asie, rappelant le rôle central du charbon dans la plupart des économies en développement. Les prévisions pour la Chine sont éloquentes : sa consommation de charbon sera à son plus haut niveau en 2021 (+4%). Les USA et l'Europe ne regagneront par contre qu'un quart de la baisse de 2020, accélérant ainsi leur sortie volontariste du charbon.

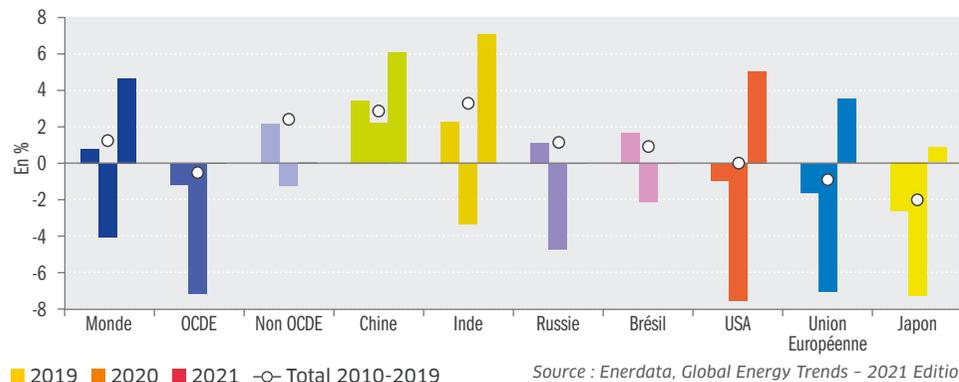
Avec une croissance anticipée de +3,2% en 2021, le gaz connaîtra la plus forte progression parmi les énergies fossiles sur la période 2019-2021 (+1,3% par rapport à 2019), favorisé par la reprise économique rapide en Asie, et dans une moindre mesure au Moyen-Orient et en Russie. Cette hausse proviendra pour les trois quarts de l'industrie et du bâtiment, tandis que la production électrique à partir de gaz naturel restera inférieure à son niveau de 2019 en raison de prix en hausse.

Les énergies renouvelables sont en bonne voie pour franchir de nouveaux seuils ; la hausse prévue en 2021 de la production électrique renouvelable est de +8%, la plus rapide depuis les années 70, pour atteindre 8 300TWh. Eolien et solaire devraient contribuer aux 2/3 (respectivement +17% et +18%), mais aussi la biomasse et l'hydroélectricité (+8,3%). Ces deux années de croissance rapide porteront les EnR à 30% de la production électrique, trois points de plus qu'en 2019.

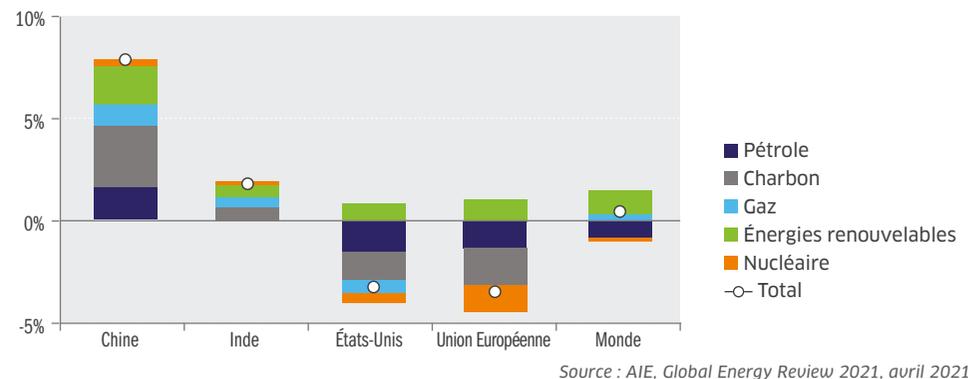


Bilan énergétique

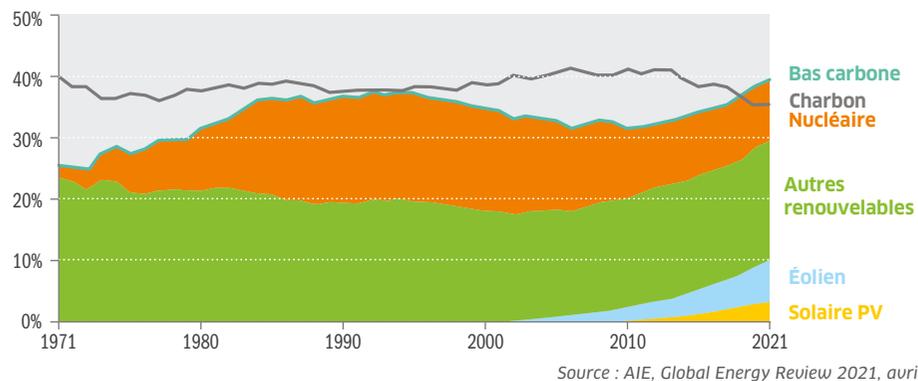
CROISSANCE DE LA DEMANDE ÉNERGÉTIQUE PRIMAIRE PAR RÉGION ESTIMATIONS 2021 AIE (%/AN)



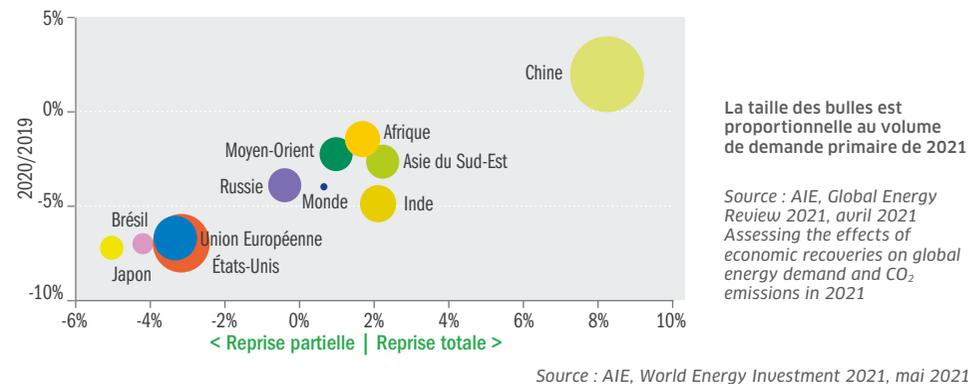
CROISSANCE DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR RÉGION ET PAR COMBUSTIBLE EN 2021 (PAR RAPPORT À 2019)



PART DES ÉNERGIES DÉCARBONÉES ET DU CHARBON DANS LA PRODUCTION ÉLECTRIQUE - 1971-2021



ÉVOLUTION DE LA DEMANDE D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR RÉGION EN 2020 ET 2021 - PAR RAPPORT À 2019





Production d'énergie primaire

Production d'énergie primaire en 2020 en Mtep	Fossiles									Biomasse			Électricité			Chaleur			Total		
	Charbon et Lignite			Pétrole brut et GNL			Gaz naturel			Biomasse			Électricité primaire			Géothermie et Solaire					
	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde
Europe	113	-17%	3%	180	8%	4%	176	-7%	5%	167	1%	13%	328	-5%	24%	3	0%	10%	971	-4%	7%
Union européenne	88	-16%	2%	75	-4%	2%	77	-14%	2%	157	1%	12%	279	-6%	20%	3	3%	8%	679	-7%	5%
Amérique du Nord	284	-24%	8%	1 002	-4%	24%	938	0%	28%	113	-7%	8%	354	0%	26%	3	17%	10%	2 695	-5%	19%
Canada	23	-22%	1%	261	-5%	6%	145	-2%	4%	13	-5%	1%	63	0,0%	5%	0	2%	0%	505	-4,3%	4%
États-Unis	261	-24%	7%	741	-4%	17%	793	0%	24%	100	-7%	8%	291	1%	21%	3	17%	10%	2 190	-5%	16%
Amérique latine	48	-24%	1%	408	-5%	10%	152	-8,6%	5%	153	2%	12%	88	-1%	6%	1	5%	4%	851	-6%	6%
Brésil	2	3%	0,1%	160	7%	4%	21	-8%	1%	97	3%	7%	43	-1%	3%	1	6%	3%	324	4%	2%
Asie	2 636	0%	69%	346	-2%	8%	399	0%	12%	506	0%	38%	458	5%	33%	25	1%	72%	4 382	1%	31%
Chine	1 961	1%	52%	201	2%	5%	163	10%	5%	114	-1%	9%	274	7%	20%	23	0%	68%	2 749	2%	19%
Inde	294	4%	8%	36	-5,9%	1%	23	-12%	1%	199	4%	15%	38	2%	3%	1	8%	4%	590	2%	4%
Indonésie	288	-9%	8%	37	-5%	1%	56	-7%	2%	31	-4%	2%	27	3%	2%	0	NA	0%	438	-8%	3%
Pacifique	283	-6%	8%	20	16%	0,5%	148	8%	4%	8	-4%	1%	12	4%	1%	1	6%	1%	472	-1%	3%
Australie	282	-6%	7%	19	18%	0,5%	133	8%	4%	5	-5%	0,4%	5	15%	0,3%	0	6%	1%	443	-1%	3%
CEI	286	-7,8%	8%	655	-8%	15%	753	-7%	23%	18	3,3%	1%	103	2%	8%	0	-100%	0%	1 814	-7%	13%
Russie	221	-9%	6%	515	-9%	12%	579	-6%	17%	11	4%	1%	76	5%	6%	0	NA	0%	1 402	-7%	10%
Moyen Orient	1	4%	0%	1 291	-9%	30%	569	1%	17%	1	-1%	0,1%	5	-12%	0,4%	1	0%	2%	1 867	-6%	13%
Qatar	0	NA	0%	73	-2%	2%	149	0%	5%	0	NA	0%	0	NA	0%	0	NA	0%	222	-1%	2%
Émirats Arabes Unis	0	NA	0%	168	-9%	4%	51	-7%	2%	0	NA	0%	1	29%	0,0%	0	NA	0%	219	-9%	2%
Arabie Saoudite	0	NA	0%	520	-7%	12%	80	1%	2%	0	NA	0%	0	0%	0%	0	NA	0%	599	-6%	4%
Iran	1	4%	0%	135	-9%	3%	198	1%	6%	1	-1%	0%	4	-17%	0,3%	0	NA	0%	339	-4%	2%
Afrique	147	-5%	4%	366	-11%	9%	196	-6%	6%	373	1%	28%	22	-2%	2%	0	1%	0,6%	1 104	-6%	8%
Nigéria	0	-7%	0%	89	-14%	2%	39	2%	1%	124	1%	9%	1	0%	0%	0	NA	0%	253	-5%	2%
Monde	3 798	-4%	100%	4 267	-6%	100%	3 331	-3%	100%	1 338	0%	100%	1 371	0%	100%	34	2%	100%	14 157	-4%	100%
OCDE	668	-16%	18%	1 296	-2%	30%	1 278	0%	38%	326	-2%	24%	771	-2%	56%	8	7%	24%	4 351	-4%	31%
Non OCDE	3 130	-1%	82%	2 972	-8%	70%	2 053	-4%	62%	1 012	1%	76%	599	3%	44%	26	1%	76%	9 806	-4%	69%

Source : Enerdata, Global Energy & CO₂ Data, août 2021



Consommation d'énergie primaire

Consommation d'énergie primaire en 2020 en Mtep	Fossiles									Biomasse			Électricité			Chaleur			Total		
	Charbon et Lignite			Pétrole brut et GNL			Gaz naturel			Biomasse			Électricité primaire			Géothermie et Solaire					
	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde
Europe	193	-18%	5%	537	-9,2%	14%	441	-2%	13%	177	1%	13%	330	-5%	24%	9	1%	15%	1 687	-7%	13%
Union européenne	143	-20%	4%	470	-10,3%	12%	390	-3%	12%	167	1%	12%	284	-5%	21%	5	2%	8%	1 458	-7%	11%
Allemagne	44	-18%	1%	93	-7%	2%	74	-2%	2%	31	0%	2%	33	-3%	2%	1	3%	2%	276	-6%	2%
France	5	-28%	0,1%	60	-16,0%	2%	35	-8%	1%	17	-5,6%	1%	99	-9%	7%	0,4	6%	1%	216	-11%	2%
Amérique du Nord	227	-21%	6%	805	-12%	21%	825	-2%	25%	110	-7%	8%	353	0%	26%	4	12%	8%	2 325	-8%	17%
Canada	12	-22%	0%	95	-12%	3%	102	-5%	3%	13	-5%	1%	58	-2%	4%	0	2%	0%	279	-7%	2%
États-Unis	216	-21%	6,0%	711	-12%	19%	722	-1%	22%	97	-8%	7%	296	1%	22%	4	12%	7,7%	2 046	-8%	15%
Amérique Latine	36	-17%	1%	285	-14%	7%	196	-1%	6%	153	2%	11%	84	-5%	6%	2	4%	3%	756	-7%	6%
Brésil	14	-12%	0,4%	100	-5%	3%	29	-6,6%	1%	97	3%	7%	46	0%	3%	1	5%	2%	286	-2,2%	2%
Asie	2 833	-0,6%	78%	1 456	-3%	38%	667	1%	20%	506	0%	38%	458	5%	34%	39	3%	70%	5 958	0%	44%
Chine	2 011	1%	56%	680	4%	18%	268	7%	8%	114	-1%	9%	272	7%	20%	37	3%	66%	3 381	2%	25%
Inde	400	-4%	11%	218	-10%	6%	53	-1%	2%	199	4%	15%	38	3%	3%	1	8%	2%	908	-3%	7%
Indonésie	64	-4%	2%	67	-9,8%	2%	37	-5%	1%	30	-4%	2%	27	3%	2%	0	NA	0,0%	225	-5%	2%
Japon	104	-8%	3%	144	-10%	4%	90	-3%	3%	17	5%	1%	31	-10%	2%	0,4	5%	1%	386	-7%	3%
Corée du Sud	67	-12%	2%	103	-6%	3%	47	1%	1%	21	3%	2%	45	12%	3%	0,3	2%	1%	283	-3%	2%
Pacifique	42	-4%	1%	52	-3%	1%	38	0%	1%	8	-4%	1%	12	4%	1%	1	4%	1%	153	-2%	1%
Australie	40	-4%	1%	42	-4%	1%	34	1%	1%	5	-5%	0,4%	5	15%	0,3%	0,4	6%	1%	126	-2%	1%
CEI	174	-8%	5%	202	-5%	5%	525	-6%	16%	17	4,3%	1%	101	3%	7%	1	-1%	1%	1 019	-5%	8%
Russie	108	-11%	3%	144	-4%	4%	395	-5%	12%	11	4%	1%	74	6%	5%	0	NA	0%	731	-5%	5%
Moyen Orient	8	-4%	0,2%	318	-8%	8%	471	4%	14%	1	-1%	0,1%	5	-15%	0,4%	1	0%	1%	804	-1%	6%
Iran	1	3%	0%	74	-9%	2%	189	4%	6%	1	-1%	0%	3	-21%	0,2%	0	NA	0%	268	-1%	2%
Arabie Saoudite	0	NA	0%	130	-5%	3%	80	1%	2%	0	0%	0%	0,1	0%	0%	0	NA	0%	209	-3%	2%
Afrique	99	-10%	3%	172	-9,7%	5%	134	-2%	4%	373	1%	28%	22	-1%	2%	0,3	1%	1%	801	-4%	6%
Monde	3 612	-4%	100%	3 826	-7,4%	100%	3 296	-1%	100%	1 345	0%	100%	1 367	0%	100%	55	4%	100%	13 502	-4%	100%
OCDE	630	-17%	17%	1 694	-11%	44%	1 490	-2%	45%	336	-2%	25%	770	-2%	56%	14	4%	26%	4 934	-7%	37%
Non OCDE	2 982	-1,1%	83%	2 133	-5%	56%	1 806	0%	55%	1 009	1%	75%	597	3%	44%	41	3%	74%	8 568	-1%	64%

Source : Enerdata, Global Energy & CO₂ Data, août 2021



Consommation d'énergie finale

Consommation d'énergie finale en 2020 en Mtep	Fossiles									Biomasse			Électricité			Chaleur			Total		
	Charbon et Lignite			Pétrole brut et LGN			Gaz naturel			Biomasse			Électricité primaire			Géothermie et Solaire					
	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde	Volume	Évolution 2019-2020	Part dans le total monde
Europe	58	-9,7%	5%	483	-10,5%	14%	275	-3%	18%	104	0%	10%	271	-4%	14%	56	0%	16%	1 246	-6%	13%
Union européenne	41	-17%	4%	421	-11%	13%	243	-3%	16%	96	0%	10%	228	-5%	12%	50	0%	14%	1 079	-7%	12%
Allemagne	11	-12%	1%	85	-8%	3%	56	-1,8%	4%	16	2%	2%	41	-5%	2%	10	-2%	3%	219	-5%	2%
France	2	-20%	0,2%	56	-14,4%	2%	26	-7%	2%	12	-7%	1%	36	-5%	2%	4	2,5%	1%	136	-10%	2%
Amérique du Nord	20	-13,6%	2%	759	-12,0%	23%	389	-6%	25%	90	-8%	9%	363	-4%	19%	11	3%	3%	1 630	-9%	17%
Canada	3	-3,9%	0%	81	-14,6%	2%	45	-4,9%	3%	10	-4%	1%	44	-3%	2%	1	-10%	0%	184	-9%	2%
États-Unis	17	-15,3%	1,4%	678	-12%	20%	344	-6%	22%	79	-8%	8%	319	-3,9%	17%	10	3,9%	2,9%	1 446	-8%	15%
Amérique latine	18	-9%	2%	257	-11%	8%	67	-8%	4%	109	2%	11%	112	-2%	6%	1	4%	0,4%	565	-6,7%	6%
Brésil	10	-5%	1%	94	-4,1%	3%	10	-5%	1%	67	3%	7%	43	-2%	2%	1	6%	0,3%	226	-1,6%	2%
Asie	994	-2%	85%	1 275	-3%	38%	342	3%	22%	386	-2%	39%	917	2%	48%	167	6%	46%	4 080	-1%	44%
Chine	735	-1%	63%	582	3%	17%	181	9%	12%	69	-11%	7%	561	4%	29%	156	7%	43%	2 284	2%	24%
Inde	130	-1%	11%	194	-10%	6%	31	-2%	2%	167	4%	17%	102	-2%	5%	1	8%	0%	625	-3%	7%
Indonésie	21	-11%	2%	69	-10%	2%	17	4%	1%	22	-4%	2%	23	-1%	1%	0	NA	0,0%	152	-6%	2%
Japon	34	-18%	3%	133	-8%	4%	26	-8%	2%	6	0%	1%	77	-3,1%	4%	1	2%	0,3%	276	-8%	3%
Corée du Sud	18	-5%	2%	89	-6%	3%	21	-3%	1%	17	-1%	2%	44	-2%	2%	6	1%	2%	195	-4%	2%
Pacifique	4	-5,0%	0,4%	52	-4,5%	2%	16	0%	1%	7	-2%	1%	22	-3%	1%	1	4%	0,2%	101	-3%	1%
Australie	4	-4%	0,3%	43	-4%	1%	13	2%	1%	4	-5%	0%	18	-3%	1%	0,4	6%	0,1%	82	-3%	1%
CEI	55	-6%	5%	169	-3%	5%	212	-1%	14%	9	4%	1%	94	-2%	5%	123	-3%	34%	662	-2%	7%
Russie	33	-7%	3%	122	-3%	4%	156	-1%	10%	5	4%	0,5%	62	-3%	3%	101	-3%	28%	478	-3%	5%
Moyen Orient	4	20%	0,4%	233	-9%	7%	199	1%	13%	1	-1%	0,1%	86	0%	5%	1	0%	0,2%	524	-3%	6%
Iran	1	3%	0,1%	65	-9%	2%	109	3%	7%	1	-1%	0%	23	2,4%	1%	0	NA	0%	198	-2%	2%
Arabie Saoudite	0	NA	0%	92	-6%	3%	27	3%	2%	0	0%	0%	25	-1%	1%	0	NA	0%	145	-3%	2%
Afrique	18	-16%	2%	153	-10%	5%	46	-3%	3%	291	1%	29%	57	-2,5%	3%	0,2	1%	0,1%	565	-4%	6%
Monde	1 170	-3%	100%	3 379	-8%	100%	1 546	-2%	100%	996	-1%	100%	1 922	-1%	100%	361	2%	100%	9 373	-4%	100%
OCDE	133	-12,3%	11%	1 562	-10,9%	46%	733	-4,6%	47%	221	-4%	22%	796	-4%	41%	71	0%	20%	3 517	-7%	38%
Non OCDE	1 036	-2%	89%	1 817	-5%	54%	813	1%	53%	775	-1%	78%	1 126	1%	59%	289	2%	80%	5 856	-2%	63%

Source : Enerdata, Global Energy & CO₂ Data, août 2021

CO₂ et climat



6^E RAPPORT DU GIEC SUR LE CLIMAT

« Le réchauffement climatique a désormais des conséquences irréversibles pour des siècles ou des millénaires, notamment pour les océans, les calottes glaciaires et le niveau des mers. »

ÉMISSIONS DE CO₂

2021 a en grande partie effacé le recul des émissions de 2020, mais se dessinent néanmoins des changements structurels liés aux politiques énergétiques et l'évolution des technologies

Le changement climatique	28
Le 6 ^e rapport du GIEC sur le climat	30
Les émissions de CO ₂	32
Émissions de CO ₂ par secteur	35
Sources et facteurs d'émission du CO ₂ et autres GES	36
Tarifcation carbone : marchés et taxes carbone	38
Les prix sur le marché carbone européen . .	40
Le <i>Green Deal</i>	43



Le changement climatique

La hausse des températures en Europe a franchi en 2020 la ligne rouge fixée par l'Accord de Paris

L'augmentation constante des températures est le premier indicateur de l'ampleur du changement climatique.

La hausse globale des températures se poursuit en 2020, troisième année la plus chaude après 2016 et 2019, avec des amplifications notables, en particulier en Europe qui enregistre la moyenne la plus élevée de son histoire (0,4°C au-dessus de 2019 selon Copernicus). La France n'a pas été épargnée, atteignant 14°C en moyenne sur l'année, température la plus chaude enregistrée devant 2018 (13,9°C).

De nouveaux records de chaleur ont été battus (Cuba, Australie, Japon) dont 54,4°C en août dans la Vallée de la Mort, considérée comme la plus haute température jamais observée ; Verkhoïansk en Sibérie orientale a aussi connu un pic à 38,8°C, du jamais vu pour cette station météo réputée comme la plus froide de l'hémisphère Nord.

Ces records s'inscrivent dans une tendance globale entamée dans les années 1980. Depuis, chaque décennie est en moyenne plus chaude de 0,3°C à la précédente ; en résulte une hausse des températures en Europe de 2,2°C par rapport à l'époque préindustrielle et de 1,25°C au niveau mondial. Les six dernières années écoulées sont les plus chaudes jamais enregistrées.

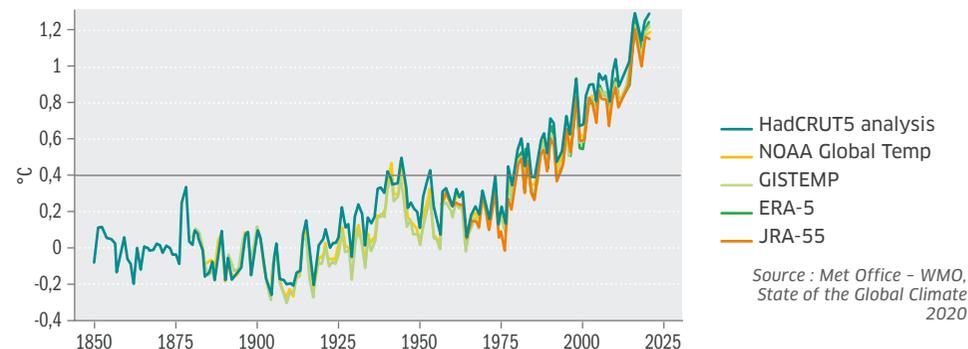
Le réchauffement et l'acidification des océans limitent leur capacité à réguler le climat.

En première ligne du réchauffement climatique puisqu'ils absorbent 90% de la chaleur accumulée dans l'atmosphère, les océans connaissent depuis les années 1970 une hausse anormale de leur température. Cette évolution, particulièrement marquée en 2020, entraîne de multiples dérèglements.

L'un des plus visibles est l'élévation du niveau des mers qui s'est accélérée ces dernières décennies (+3,3 mm/an en moyenne depuis 1993, soit 9 cm au total, contre +1,7 mm/an sur la période 1901-2020). Elle est liée pour un tiers à la dilatation de l'eau et pour deux tiers à la fonte des glaces.

Son corollaire est la dégradation alarmante de la cryosphère. La banquise arctique a ainsi connu en 2020 sa plus faible étendue (3,74 Mkm² après la fonte estivale), sachant que les 12 minimums saisonniers correspondent aux 12 dernières années ; l'Antarctique perd chaque année une partie de sa calotte glacière (175 à 225 Gt), phénomène qui a débuté à la fin des années 1980 et qui s'accélère depuis 2005.

ÉCART DE TEMPÉRATURES DEPUIS 1850



Les océans sont aussi un formidable puit de carbone, par dissolution ou photosynthèse, captant près de 25% des émissions de CO₂. Or l'excès de CO₂ conduit à leur acidification croissante qui, conjuguée à l'augmentation de la température, réduit leur capacité à capter les gaz. Outre les effets sur la biodiversité, c'est bien l'aptitude des océans à limiter le changement climatique qui est remise en cause.

Toujours plus intenses et nombreux, les phénomènes climatiques extrêmes alertent sur l'urgence climatique.

- **Inondations** : précipitations anormalement élevées durant l'année 2020 en Inde, Chine, Corée et au Japon, ainsi que de graves inondations dans de vastes zones de l'Afrique ayant mené à une invasion de criquets pèlerins au Sahel.
- **Sécheresses** : vagues de chaleur extrêmement violentes dans les régions intérieures de l'Amérique du Sud (3 Mds\$ de pertes agricoles au Brésil), et aux USA (incendies sans précédent).
- **Tempêtes** : record de tempêtes battu dans l'Atlantique Nord avec 30 tempêtes baptisées en 2020 ; le cyclone Amphan touchant l'Inde et le Bangladesh fût le plus coûteux jamais enregistré (14 Mds\$ de dommages confirmés).



Le changement climatique

À plus long terme des conséquences sur les populations et les économies difficilement soutenables

Les écosystèmes seront profondément altérés par la hausse des températures.

Les projections du GIEC font état d'une possible disparition de la banquise en été sous quelques décennies, entraînant une hausse du niveau moyen des mers de 21 à 81 cm d'ici la fin du siècle. Les masses d'air et les courants océaniques seront perturbés tandis que l'évaporation plus importante de l'eau modifiera les précipitations (augmentation du pluviomètre dans les hautes latitudes tempérées et diminution dans les zones tropicales de l'hémisphère Nord). Selon l'OMM* la majeure partie de l'Afrique souffrira d'au minimum 30 jours supplémentaires par an de canicule en 2050 ; les risques de sécheresses et d'incendies seront accrus avec la hausse de la variabilité interannuelle de la pluviométrie ; les cyclones seront plus intenses et fréquents (+8% en Amérique du Nord).

La biodiversité sera profondément impactée par ces transformations qui auront de graves répercussions sur les écosystèmes : près d'un cinquième des espèces sauvages sont menacées d'extinction du fait de la dégradation de leur territoire (dans le cas d'un réchauffement de 1,5°C, 6% des insectes, 8% des plantes et 4% des vertébrés verront une grande partie de leur territoire détruit ; 99% des barrières de corail disparaîtront au-delà d'une hausse de 2°C).

Des décennies de progrès en matière de santé publique et de réduction de la pauvreté remis en cause.

L'insécurité alimentaire est repartie à la hausse depuis 2014 après des décennies de déclin, en raison pour partie de l'impact des dérèglements climatiques sur les rendements de nombreuses cultures (blé, maïs, soja) baissant régulièrement ou fluctuant de manière importante ce qui influe nécessairement sur leur prix et la sécurité de leur approvisionnement ; l'acidification des océans mène aussi à une baisse des ressources halieutiques.

La FAO** estime que les pénuries de nourriture ainsi que d'eau potable augmenteront dans les prochaines décennies et qu'un milliard et demi de personnes souffriront de malnutrition en 2080.

Le changement climatique a donc bien des effets sur la santé publique, que ce soit indirectement (famines, déplacements, maladies portées par les oiseaux et moustiques), ou directement avec la mortalité liée aux vagues de chaleurs (augmentation de 54% ces vingt dernières années pour atteindre 300 000 morts en 2018 d'après *The Lancet*).

Le changement climatique contraint des populations toujours plus importantes à migrer,

que cela soit à cause d'événements météorologiques extrêmes ou avec la montée du niveau moyen des mers qui menace 600 à 700 millions de personnes (GIEC), une personne sur dix vivant dans une zone à risques. 2020 a vu un record de déplacements dus aux catastrophes naturelles avec 31 millions contre 23 ces dernières années (IDMC***) : 14,6 millions de personnes ont fui les cyclones et ouragans dans les zones d'Asie du Sud-Est, de la corne de l'Afrique, Caraïbes et Amérique du Sud (30 tempêtes nommées en 2020) ; 14 millions ont fui des inondations (Sahel, Chine, Philippines, Bangladesh, Inde) et 1,2 million ont fui des feux.

Au-delà des conséquences sociales, le changement climatique a un coût économique

entre 0,2% et 2% du PIB mondial d'ici 2100 pour un réchauffement de 2°C (GIEC). Selon l'étude *"Investing for Resilience"* publiée en 2016 par University of Cambridge (*Climate Wise*), 200 Mds\$ d'investissements seront nécessaires annuellement d'ici 20 ans, pour combler les pertes dues aux impacts du changement climatique.

En 2019, les dommages économiques pour les inondations seules, ont été estimés à 82 Mds\$, dont 13 Mds\$ seulement étaient assurés (*Policy opportunities on the road to net zero underwriting. Highlighting three key areas of influence for the insurance industry, 2021*)

Selon la Banque Mondiale et la Banque Internationale de Reconstruction et de Développement, les pertes moyennes annuelles dues aux désastres climatiques sont estimées à 314 Mds\$ et pourraient atteindre 415 Mds\$ en 2030 en raison des investissements requis dans les infrastructures (*Investing in Urban Resilience, 2015*).

*OMM : Organisation Météorologique Mondiale

**FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

***IDMC : Observatoire des situations de déplacement interne, 20 mai 2021



Le 6^e rapport du GIEC sur le Climat

« **AR6 Climate Change** » est la sixième évaluation du GIEC sur l'état actuel du climat, son évolution et le rôle de l'activité humaine. Sont également présentées des trajectoires d'évolution climatique possibles et les conditions de limitation du changement climatique induit par l'homme. Le rapport montre des prévisions très pessimistes et des preuves accablantes de l'influence de l'activité humaine. Le GIEC appelle les décideurs à s'engager à atteindre la neutralité carbone ainsi qu'à réduire les émissions de méthane provenant de la production de combustibles fossiles, mais l'élimination du charbon reste la priorité absolue. Publié trois mois avant la COP26 de Glasgow où se joueront les négociations climatiques les plus importantes depuis l'Accord de Paris, ce rapport est considéré comme influent car basé sur des bases scientifiques solides.

L'état actuel du climat : Selon le rapport, la température de la planète devrait augmenter de 1,5°C d'ici 2030, soit dix ans plus tôt que la précédente prévision du GIEC, et de 2°C au milieu des années 2040. La tendance actuelle est à un réchauffement climatique d'environ 4°C d'ici 2100.

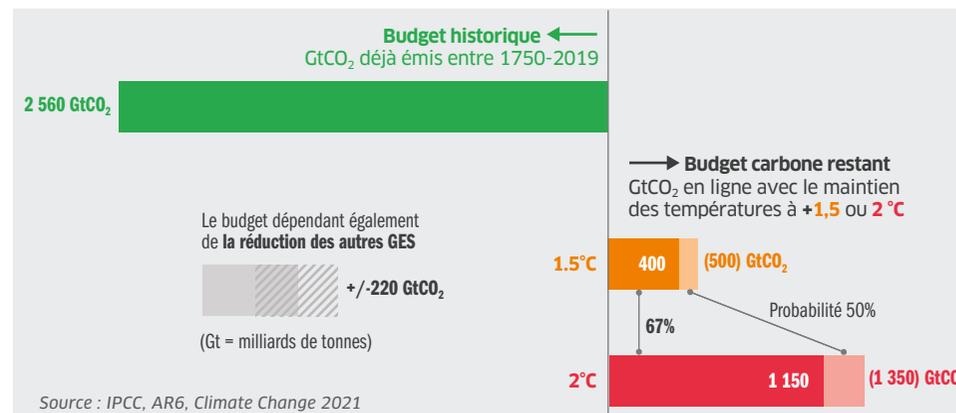
Le réchauffement climatique a désormais des « *conséquences irréversibles pour des siècles ou des millénaires* », notamment concernant les océans, les calottes glaciaires et le niveau des mers : la canicule de 50°C subie par le Canada en juin 2021 aurait été "presque impossible" sans le changement climatique selon les scientifiques du GIEC. Le niveau des océans a augmenté de 20 cm au siècle dernier, le rythme de cette élévation s'est accéléré au cours de la dernière décennie avec la fonte des calottes glaciaires. La mer devrait gagner un mètre d'ici 2100, voir deux mètres. La fonte des calottes glaciaires constitue un « point de rupture ». Elle aura des conséquences dévastatrices, radicales voire irréversibles pour la planète et l'humanité.

L'ampleur des changements récents et l'état actuel de nombreux aspects du système climatique sont sans précédent depuis des siècles, voire des millénaires. La planète entière se réchauffe et certaines régions plus que d'autres. Le GIEC démontre que l'activité humaine est responsable « sans équivoque » du réchauffement climatique ; elle provoque des changements rapides et à grande échelle du climat (atmosphère, océans, cryosphère et biosphère), tout en jouant sur les phénomènes climatiques extrêmes.

Ce que signifie « Limiter le changement climatique futur ».

- **Net zéro CO₂** : « Du point de vue des sciences physiques, limiter le réchauffement climatique induit par l'homme nécessite de limiter les émissions cumulées de CO₂ et atteindre au moins la neutralité carbone, tout en réduisant fortement les autres GES ».
- **Chaque 1 000 Gt d'émissions cumulées de CO₂ sont estimées provoquer une augmentation de 0,45 °C à la surface du globe.**
- **Budget carbone** : Si l'on veut se donner 83% de chance de rester sous la barre des 1,5°C il ne faut pas émettre plus de 300 Gt de CO₂ supplémentaires (500 Gt si l'on introduit une probabilité de 50%), sachant que l'humanité a émis 2 560 Gt CO₂ depuis 1750. Ceci représente un déficit colossal puisqu'il s'agit de moins de 10 ans d'émissions au rythme actuel (pour rappel, 35 Gt CO₂ ont été émis en 2020).
- **Méthane** : Des réductions fortes, rapides et soutenues des émissions de CH₄ limiteraient également l'effet de réchauffement résultant de la baisse de la pollution par les aérosols et amélioreraient la qualité de l'air.

BUDGET CARBONE





Le 6^e rapport du GIEC sur le Climat

Le 6^e rapport sur le climat présente 5 nouveaux scénarios décrivant 5 futurs climatiques possibles selon le degré de sévérité de la lutte contre le réchauffement climatique.

- **SSP1-1,9** : +1,4°C en 2100 – neutralité carbone en 2050, émissions négatives au delà.
- **SSP1-2,6** : +1,8°C – baisse des émissions de CO₂ pour arriver à la neutralité carbone en 2050 ou peu après 2050.
- **SSP2-4,5** : +2,7°C – les émissions de CO₂ restent au niveau actuel jusqu'en 2050.
- **SSP3-7,0x** : +3,6°C – les émissions de CO₂ sont multipliées par 2 en 2100.
- **SP5-8,5** : +4,4°C – les émissions de CO₂ sont multipliées par 2 en 2050.

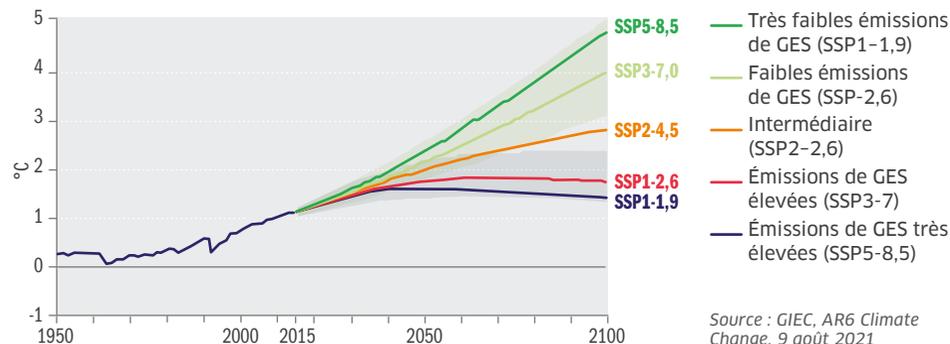
Dans tous les scénarios d'émissions considérés, la température à la surface de la planète continuera d'augmenter au moins jusqu'au milieu du siècle. Cette augmentation dépassera 2°C au cours du 21^e siècle, sauf à réduire drastiquement les émissions de CO₂ et autres GES dans les décennies à venir. L'augmentation des émissions est soumise à un phénomène d'accélération car plus il y a de CO₂ dans l'atmosphère, moins les puits océaniques (qui absorbent actuellement une grande partie du CO₂) et terrestres seront efficaces pour ralentir l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère.

LES RAPPORTS DU GIEC

Depuis sa création en 1988 par l'OMM* et le PNUE**, le GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat) a produit 5 rapports d'évaluation (AR) et plusieurs rapports spéciaux, ainsi que méthodologiques. Le GIEC a engagé son 6^e cycle d'évaluation en 2017. Il repose sur trois groupes de travail (GT) qui remettront leurs travaux selon le calendrier suivant :

- **9 août 2021** : Éléments scientifiques du changement climatique par le GT 1 (« Rapport d'Évaluation sur le Changement Climatique » ou AR6 *Climate Change*)
- **Septembre 2021** : Atténuation du changement climatique (GT 3)
- **Octobre 2021** : Impacts, adaptation et vulnérabilité (GT 2)
- **Septembre 2022** : le rapport de synthèse – qui sera remis lors du premier bilan mondial de la CCNUCC – « doit synthétiser et intégrer les documents contenus dans les rapports d'évaluation et les rapports spéciaux » et « doit être rédigé dans un style non technique adapté aux décideurs politiques et répondre à un large éventail de questions neutres sur le plan politique ». Le rapport de synthèse est composé de deux parties, un résumé pour les décideurs (SPM) de 5 à 10 pages et un rapport plus long de 30 à 50 pages.

AUGMENTATION GLOBALE DES TEMPERATURES PAR RAPPORT À 1850-1900



L'AR6 *Climate Change* est rédigé par le GT 1, soit 234 scientifiques de 66 pays et basé sur plus de 14 000 études scientifiques. Il est hautement scientifique, difficile à lire pour les non-experts du climat. Il est composé de 4 chapitres :

- État actuel du climat
- Futurs climatiques possibles
- Information climatique pour l'évaluation des risques et l'adaptation régionale
- Limiter le changement climatique futur

Ce rapport de 4 000 pages se concentre sur les constats physiques du changement climatique et apporte les connaissances scientifiques les plus récentes et les plus complètes sur le système climatique et le changement climatique. Il reflète les dernières avancées de la science du climat pour offrir une image beaucoup plus claire des changements climatiques passés, présents et futurs.

*OMM : Organisation Mondiale Météorologique – **PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement.



Les émissions de CO₂

La baisse historique des émissions de CO₂ en 2020 n'aura pas été un tournant radical vers la décarbonation

La crise sanitaire a conduit à une baisse historique des émissions de CO₂ sur l'année 2020. Les émissions de CO₂ ont chuté de -5,8% en 2020 (soit 2 Gt), ce qui représente la plus forte baisse jamais enregistrée, cinq fois supérieure à celle de la crise financière de 2009 (chiffres AIE).

La récession économique n'explique pas à elle seule cette évolution puisque la chute de la demande énergétique (-4%) est inférieure à celle des émissions de CO₂. C'est aussi le résultat de l'importance des renouvelables dans le mix électrique et de leur résilience alors que le recul des consommations électriques se répercutait essentiellement sur la production électrique modulable, notamment sur le thermique charbon.

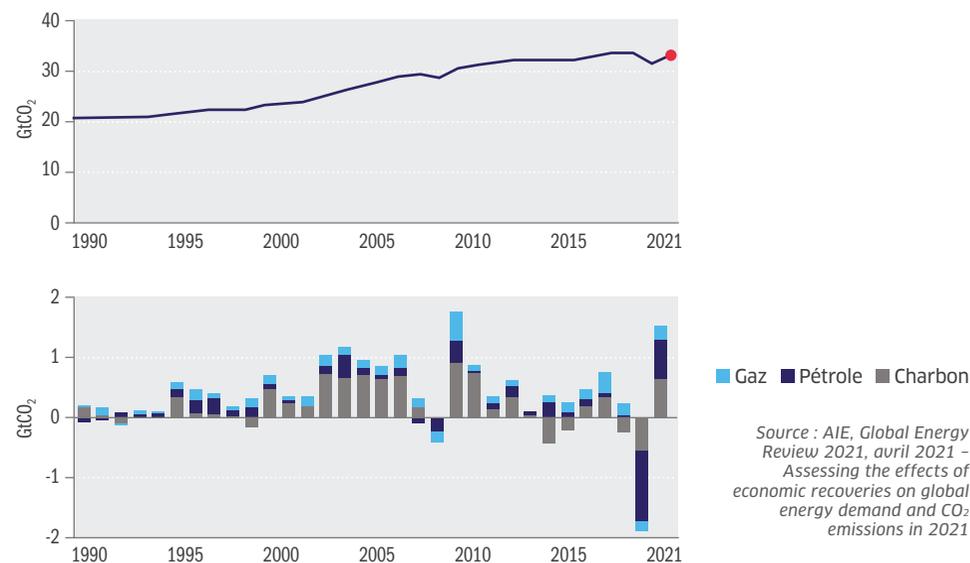
Si les émissions de CO₂ sont retombées en 2020 au niveau de 2012 (31,5 Gt), la concentration annuelle dans l'atmosphère reste la plus élevée de notre ère (413 ppm).

Le rebond des émissions de CO₂ en 2021 se révèle pour l'instant partiel en raison des effets persistants de la crise. L'augmentation de la demande de charbon et de pétrole avec la reprise économique devrait provoquer une hausse de +4,8% des émissions de CO₂ cette année d'après l'AIE (soit +1 500 MtCO₂ par rapport à 2020) ; un niveau d'émissions encore inférieur de 1,2% à celui de 2019.

Ce rebond partiel s'explique par les mesures restrictives encore en place, en particulier concernant le transport dont les émissions demeurent un tiers inférieur à celles de 2019. Un retour au niveau pré-crise est cependant possible dans le cas d'une reprise totale du transport (impact de +1,5%).

La relance économique, et son impact sur les centrales charbon, accentue les divergences entre pays. Une baisse structurelle des émissions est à l'œuvre dans les pays développés (-18% depuis 2000) qui représentent aujourd'hui moins du tiers des émissions globales ; elle est menée avec l'UE pour fer de lance (-30%), suivie des USA (-24%) et du Japon (-14%).

ÉMISSIONS GLOBALE DE CO₂ ENTRE 1990 ET 2021 (EN GT)



A contrario les émissions continuent de progresser de près de 2% par an dans les pays en développement (bien que ce rythme ait été divisé par deux en 20 ans), tirées par la Chine, l'Inde, la Russie et l'Indonésie.

La reprise post-crise accentue ces disparités, avec un niveau global d'émissions attendu pour 2021 supérieur de 5% en Chine par rapport à 2019 (+600Mt) et de 1,4% en Inde (+200Mt) sous la pression des centrales charbon. Les émissions aux États-Unis resteront 6% inférieures à celles de 2019 (malgré une reprise importante de +200Mt), tandis que l'UE ne recouvrera qu'un tiers de la baisse de 2020 (+80Mt).



Les émissions de CO₂

L'écart de trajectoire que devra combler la prochaine COP26

L'amélioration récente du facteur carbone reste trop faible pour viser une trajectoire 2°C.

Le facteur carbone, ou intensité carbone (émissions CO₂/consommation d'énergie) a connu une baisse historique en 2020 (-1,7%) en raison de l'impact de la crise sur le mix électrique (cf page précédente) et les transports. Cette amélioration devrait être toutefois amoindrie par la hausse attendue en 2021 (+0,3%).

Le facteur carbone retrouvera donc la tendance qu'il suivait depuis l'Accord de Paris, c'est-à-dire une régression d'environ -0,8% chaque année, un taux bien trop faible pour espérer approcher une cible 2°C qui requerrait d'après Enerdata une baisse d'environ -3,2% par an.

Les plans de relance échouent à insuffler une accélération de la décarbonation.

Les Nations Unies les présentaient comme une occasion unique d'investir dans la décarbonation des économies, ils se révèlent en réalité comme une opportunité globalement manquée du fait de leur manque d'ambition écologique et du soutien majeur aux secteurs intensifs en carbone (transports notamment). L'*American Rescue Plan Act* en est un exemple éclairant (cf Plans de relance en Chapitre 1 : seulement 195 M\$ sur ses 1 900 Mds\$ consacrés à l'environnement. La France s'illustre comme l'un des seuls pays du G20 à prendre des mesures importantes : un tiers des fonds (30 Mds€) sont alloués à la transition écologique dans le plan de relance, dont 2 à l'hydrogène vert.

On peut cependant espérer que la crise sanitaire aura renforcé la prise de conscience des enjeux environnementaux, ce qui pourrait avoir une influence significative : les comportements individuels (comme le fait de moins prendre l'avion) pourraient contribuer d'après le *NZE scenario* de l'AIE à une baisse de 8% des émissions de CO₂ à eux-seuls.

La réalisation des objectifs environnementaux demande des changements radicaux et rapides des trajectoires.

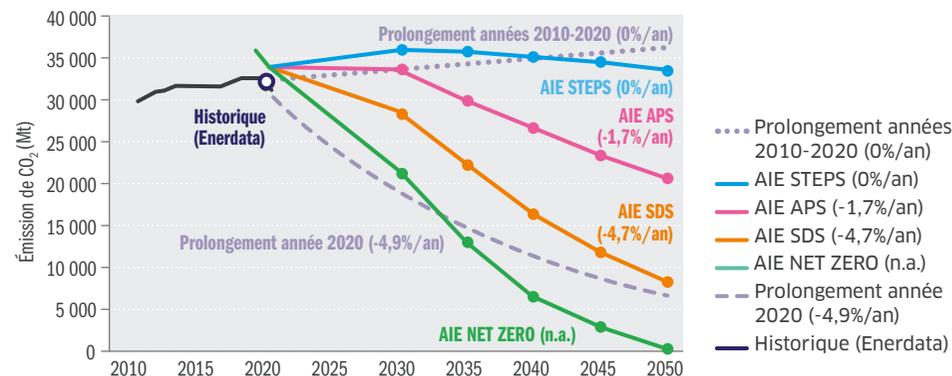
Malgré la ratification de l'Accord de Paris par 184 pays (au 1^{er} juin 2019), les NDCs (illustrées dans le scénario STEPS de l'AIE) sont insuffisantes pour limiter le changement climatique à 1,8-2°C en 2100 (scénario SDS), et encore moins à 1,5°C (scénario NZE).

Les objectifs fixés pour 2030 (-3 à -4 GtCO₂), malgré leur réévaluation récente, ne sont toujours pas compatibles avec la vision à plus long terme ; la COP26 sera décisive car elle révèlera la capacité des États à s'engager sur la voie de la décarbonation globale en 2050.

Même si de nouveaux pays (Chine, Japon, Corée du Sud, Afrique du Sud) ont pris récemment des engagements de neutralité climatique à l'horizon 2050-2060, ceux-ci ne sont pour l'instant pas suivis de politiques et actions à court terme permettant des résultats significatifs d'ici 2030, seule façon de ne pas dépasser les +1,5°C, ligne rouge du GIEC.

Pour rappel, une trajectoire 2°C implique une division par 4 des émissions de CO₂ d'ici 2050 (à 10 GtCO₂), soit une baisse de -4,5% chaque année à partir d'aujourd'hui ; une trajectoire 1,5°C réclame la neutralité carbone en 2050, soit une baisse annuelle de -5% d'ici 2030 et -8% d'ici 2040. Une telle régression nécessite une transformation radicale de la production énergétique (décarbonation des sources de production, électrification des usages) ainsi qu'un renversement de la courbe de consommation énergétique qui devra décroître significativement.

ÉMISSIONS TOTALES DE CO₂ - MONDE



Sources : IEA, World Energy Outlook 2021 ; Enerdata 2021



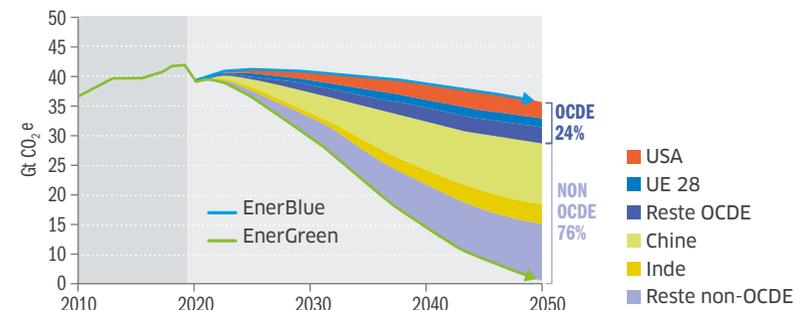
Les émissions de CO₂

Émissions de CO ₂ en Mt	1990	2000	2010	2019	2020	Évolution 1990-2020	TCAM 1990-2019	Évolution 2019-2020	Part dans le Monde 2020
Europe	4 401	4 245	4 184	3 668	3 282	-25%	-1%	-11%	11%
EU-27	3 542	3 360	3 247	2 778	2 473	-30%	-1%	-11%	8%
EU-28	4 098	3 892	3 732	3 125	2 774	-32%	-1%	-11%	9%
Allemagne	953	830	781	678	617	-35%	-1%	-9%	2%
France	365	386	356	311	272	-26%	-1%	-13%	1%
Amérique du Nord	5 296	6 347	5 991	5 512	4 915	-7%	0%	-11%	16%
États-Unis	4 866	5 817	5 445	4 933	4 405	-9%	0%	-11%	14%
Canada	430	530	546	580	510	19%	1%	-12%	2%
Amérique Latine	852	1 202	1 523	1 567	1 394	64%	2%	-11%	5%
Mexique	265	369	446	436	364	37%	2%	-17%	1%
Asie	4 798	6 824	12 761	15 865	15 691	227%	4%	-1%	51%
Chine	2 255	3 140	7 798	9 562	9 717	331%	5%	2%	31%
Inde	523	912	1 570	2 319	2 191	319%	5%	-6%	7%
Corée	243	447	594	608	570	134%	3%	-6%	2%
Japon	1 055	1 138	1 115	1 044	979	-7%	0%	-6%	3%
Indonésie	145	272	410	596	558	285%	5%	-6%	2%
Pacifique	286	371	428	433	414	45%	2%	-4%	1%
CEI	3 556	2 212	2 391	2 419	2 303	-35%	-1%	-5%	7%
Russie	2 189	1 522	1 610	1 719	1 619	-26%	-1%	-6%	5%
Moyen-Orient	589	963	1 609	1 935	1 866	217%	4%	-4%	6%
Arabie Saoudite	156	244	435	508	492	216%	4%	-3%	2%
Iran	181	320	515	620	619	242%	4%	0%	2%
Afrique	538	680	1 043	1 266	1 179	119%	3%	-7%	4%
Afrique du Sud	252	296	430	422	396	57%	2%	-6%	1%
Monde	20 316	22 844	29 930	32 664	31 044	53%	2%	-5,0%	100%
OCDE	11 195	12 772	12 630	11 590	10 430	-7%	0%	-10%	34%
Non OCDE	9 121	10 072	17 299	21 075	20 614	126%	3%	-2%	66%
Brics	5 413	6 169	11 785	14 435	14 309	164%	4%	-1%	46%

NB : Les émissions de CO₂ présentées ici sont celles liées à la combustion d'énergie, soit 90% des émissions de CO₂ (voir pages suivantes « Répartition des GES »).

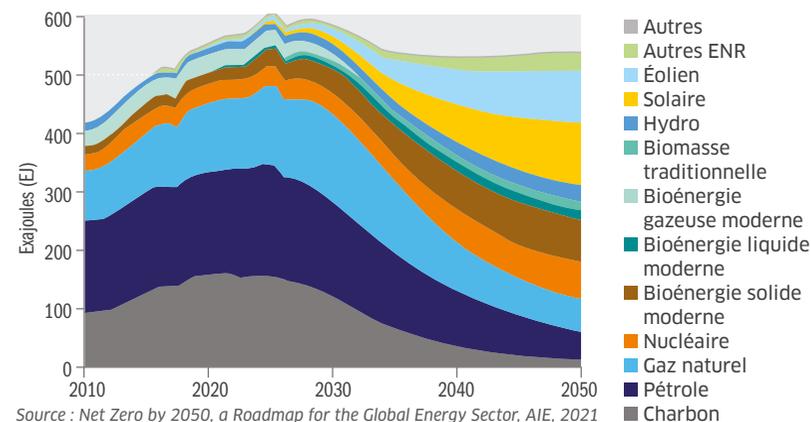
Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, août 2021

RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ PAR RÉGION POUR REJOINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050



Source : Global Energy Scenarios through 2050, Enerdata, avril 2021

OFFRE TOTALE D'ÉNERGIE POUR ATTEINDRE ZÉRO ÉMISSIONS NETTES EN 2050



Source : Net Zero by 2050, a Roadmap for the Global Energy Sector, AIE, 2021



Les émissions de CO₂ par secteur

Émissions de CO ₂ par secteur (Mt)	Secteur Énergie				Résidentiel, Tertiaire & Agriculture				Industrie				Transport				Total			
	1990	2020	TC 1990-2020	TC 2019-2020	1990	2020	TC 1990-2020	TC 2019-2020	1990	2020	TC 1990-2020	TC 2019-2020	1990	2020	TC 1990-2020	TC 2019-2020	1990	2020	TC 1990-2020	TC 2019-2020
Europe	1 670	1 018	-39%	-15%	870	642	-26%	-4%	1 039	687	-34%	-6%	821	935	14%	-13%	4 401	3 282	-25%	-11%
EU-28	1 327	764	-43%	-15%	694	466	-33%	-5%	875	520	-41%	-8%	645	724	12%	-12%	3 542	2 473	-30%	-11%
EU-27	1 567	835	-47%	-15%	805	555	-31%	-4%	966	566	-41%	-8%	760	817	8%	-14%	4 098	2 774	-32%	-11%
Allemagne	349	192	-45%	-16%	213	128	-40%	-2%	232	135	-42%	-9%	159	162	2%	-6%	953	617	-35%	-9%
France	60	45	-26%	-13%	97	66	-32%	-9%	95	54	-43%	-11%	113	107	-6%	-15%	365	272	-26%	-13%
Amérique du Nord	2 299	1 967	-15%	-11%	664	616	-7%	-10%	807	685	-15%	-5%	1 525	1 647	8%	-14%	5 296	4 915	-7%	-11%
États-Unis	145	180	24%	-13%	80	85	6%	-8%	86	88	3%	-4%	118	157	33%	-17%	430	510	19%	-12%
Canada	2 154	1 787	-17%	-11%	584	530	-9%	-10%	721	597	-17%	-5%	1 407	1 490	6%	-13%	4 866	4 405	-10%	-11%
Amérique Latine	235	403	71%	-13%	105	151	44%	-2%	222	337	52%	-7%	289	504	74%	-15%	852	1 394	64%	-11%
Mexique	96	128	33%	-19%	26	29	12%	-2%	59	95	62%	-8%	84	111	33%	-24%	265	364	37%	-17%
Asie	1 625	8 118	400%	0%	904	1 268	40%	-1%	1 702	4 342	155%	-1%	567	1 962	246%	-8%	4 798	15 691	227%	-1%
Chine	724	5 389	645%	2%	524	760	45%	2%	912	2 666	192%	4%	95	902	847%	-6%	2 255	9 717	331%	2%
Inde	207	986	376%	-6%	85	198	134%	-2%	167	735	340%	-3%	64	272	323%	-14%	523	2 191	319%	-6%
Corée	48	231	384%	-3%	23	28	18%	-9%	42	151	264%	-10%	32	148	360%	-7%	145	558	285%	-6%
Japon	387	457	18%	-2%	138	113	-18%	-6%	317	225	-29%	-12%	213	184	-14%	-9%	1 055	979	-7%	-6%
Indonésie	50	266	434%	-8%	73	54	-27%	0%	77	150	96%	-6%	44	100	128%	-5%	243	570	134%	-6%
Pacifique	144	208	45%	-4%	15	26	74%	1%	54	69	26%	-5%	72	111	53%	-6%	286	414	45%	-4%
CEI	1 986	1 160	-42%	-7%	623	381	-39%	-1%	601	499	-17%	-2%	347	263	-24%	-7%	3 556	2 303	-35%	-5%
Russie	1 276	822	-36%	-8%	382	234	-39%	-1%	310	390	26%	-3%	221	173	-22%	-8%	2 189	1 619	-26%	-6%
Moyen-Orient	193	709	267%	-3%	77	187	144%	1%	167	591	254%	1%	152	379	149%	-13%	589	1 866	217%	-4%
Arabie Saoudite	40	208	424%	4%	53	144	172%	2%	49	141	187%	-1%	40	127	220%	-8%	181	619	242%	0%
Iran	53	136	156%	-3%	3	5	92%	-5%	51	232	360%	3%	49	118	139%	-14%	156	492	216%	-3%
Afrique	242	562	132%	-4%	50	110	120%	-4%	132	182	37%	-11%	114	325	187%	-10%	538	1 179	119%	-7%
Afrique du Sud	143	277	93%	-5%	14	26	80%	-4%	65	46	-29%	-2,4%	30	47	61%	-17%	252	396	57%	-6%
Monde	8 394	14 145	69%	-4%	3 309	3 382	2%	-3%	4 725	7 390	56%	-2,2%	3 888	6 126	58%	-11%	20 316	31 044	53%	-5%
OCDE	2 379	7 537	217%	-1%	1 033	1 258	22%	0%	1 509	3 938	161%	1,7%	493	1 576	220%	-8%	5 413	14 309	164%	-1%
Non OCDE	4 465	4 008	-10%	-11%	1 738	1 465	-16%	-6%	2 258	1 890	-16%	-6,4%	2 734	3 066	12%	-13%	11 195	10 430	-7%	-10%
Brics	3 929	10 137	158%	-1%	1 571	1 917	22%	0%	2 467	5 500	123%	-0,7%	1 153	3 059	165%	-9%	9 121	20 614	126%	-2%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data (2021)



Sources d'émissions de CO₂ et différents GES

Le Protocole de Kyoto définit 6 gaz à effet de serre :

Le CO₂ (Dioxyde de carbone) provient en grande partie de la combustion d'énergie fossile (détail ci-contre). Il représente à lui seul 83% des GES. Son pouvoir de réchauffement (PRG) est, en tant que marqueur, égal à 1 et sa durée de vie dans l'atmosphère est estimée à environ 100 ans.

Le CH₄ (Méthane), lié principalement à l'agriculture, mais aussi aux émissions fugitives et aux décharges, a un PRG 28 fois supérieur à celui du CO₂. Bien qu'il ne représente que 10% des émissions de GES et que sa durée de vie dans l'atmosphère se situe aux alentours de neuf ans, il est, d'après les experts, responsable de 20 à 30% de l'augmentation des températures depuis l'ère préindustrielle.

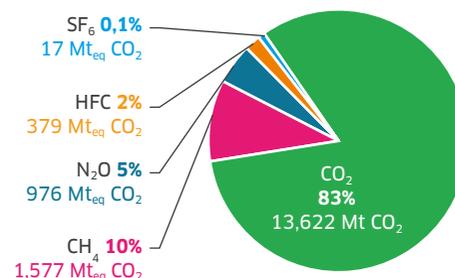
Le N₂O (Protoxyde d'azote) est le troisième plus important GES. Il est libéré lors de la décomposition des composés azotés comme les engrais, mais également lors de la combustion des carburants pour l'aviation ou encore à l'occasion de feux de savane. Avec un PRG de 265 et une durée de vie dans l'atmosphère de 120 ans, le protoxyde d'azote est un GES particulièrement nocif pour la couche d'ozone.

Les HFC (Hydrofluocarbures) sont des GES au pouvoir réchauffant près de 13 000 fois supérieur à celui du CO₂. Constitués de carbone, de fluor et d'hydrogène, ils sont principalement utilisés dans les climatiseurs ou les réfrigérateurs. Un amendement au Protocole de Montréal signé en 2016 à Kigali prévoit leur abandon progressif, mais des millions de tonnes continuent chaque année d'être émises illégalement sur le marché.

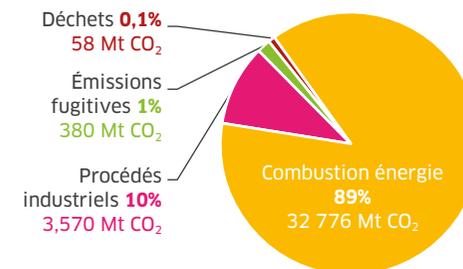
Les PFC (Perfluorocarbures), que l'on trouve dans certains ustensiles de cuisine comme les poêles antiadhésives, ont un PRG en moyenne 7 600 fois plus important que celui du CO₂. Très volatils, ils sont responsables de la contamination d'espaces naturels reculés comme le Pôle Nord ou certains lacs de l'Himalaya. Au contact du corps humain, les PFC sont de puissants perturbateurs endocriniens (notamment en matière de fertilité) et peuvent avoir des impacts neurologiques marqués (déficit d'attention, hyperactivité).

Le SF₆ (Hexafluorure de soufre) ne constitue que 0,1% des émissions de GES en équivalent CO₂, mais présente une permanence dans l'atmosphère de plus de 3 200 ans. Utilisé dans les équipements électriques moyenne et haute tension en raison de sa stabilité et de sa résistance élevée, ce gaz artificiel a un potentiel de « serre » 22 800 supérieur à celui du CO₂.

ÉMISSIONS DE GES DES PAYS DE L'ANNEXE 1* (HORS UTCATF) TOTAL : 16 571 MT_{eq} CO₂ EN 2018



ÉMISSIONS DE CO₂ MONDIALES (HORS UTCATF) TOTAL : 36 785 MT CO₂ IN 2018



*Annexe 1 : voir Glossaire.

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data (2020), UNFCCC Greenhouse Gas Inventory Data - Les chiffres 2018 sont les plus récents

Les sources d'émissions de CO₂ :

La combustion d'énergie fossile représente 89% des émissions de CO₂ au niveau mondial.

Les procédés industriels, qui incluent la chimie, la sidérurgie ou encore la fabrication de ciment, sont responsables à hauteur de 10% des émissions de CO₂. Celles-ci sont en progression rapide dans les pays où se développe l'industrie lourde, comme l'Inde (+45% depuis 2010).

Les émissions fugitives ou liées au gaz brûlé en torchère restent très importantes dans les pays producteurs de pétrole et gaz. Si elles ne représentent que 1% au niveau mondial, elles atteignent 20% du bilan CO₂ de la Russie (responsable avec l'Iran et l'Irak de 40% de cette source d'émissions).

Le traitement des déchets pèse assez peu sur les émissions de CO₂ (quoi qu'en France l'incinération des ordures soient tout de même équivalentes en CO₂ à 2,3 millions de voitures), mais par contre il pèse fortement sur les émissions de méthane (la décomposition des déchets organiques représente chaque année en France 16% des émissions de méthane). Des pratiques comme le recyclage ou la valorisation des déchets constituent un levier majeur de réduction des émissions et même d'économie d'énergie.



CO₂ et climat : facteurs d'émission

LES FACTEURS D'ÉMISSION DES COMBUSTIBLES (EN KG CO₂/TEP)

Combustibles	Émissions directes	Émissions ACV
Charbon	345	377
Fioul lourd	283	324
Fioul domestique	272	324
Gazole	254	219
Essence (SP95, SP98)	254	311
GPL	233	272
Gaz naturel	205	244
Bois-énergie	18,8	29,5

Source : Base carbone de l'ADEME, janvier 2015 et révisions de 2021

ÉMISSIONS DE CO₂ DES CENTRALES ÉLECTRIQUES (EN GRAMME DE CO₂ PAR KWH D'ÉLECTRICITÉ PRODUITE)

Valeurs en France	Centrale à charbon	Centrale fioul-vapeur	Centrale à gaz*	Centrale nucléaire	Cogénération gaz	UIOM**	Éolien terrestre	Éolien offshore	PV	Hydro-électricité réservoir	Hydro-électricité fil-de-l'eau
Combustion	969	628	404		230 à 380	860 à 1 548	0	0	0	0	0
Avec ACV d'après la base Carbone ADEME	1 060	730	418	6 [monde : 66]	–	Non renseigné	14	16	43	10	13

*Centrale à gaz : CCGT.

** UIOM : Unité d'incinération des ordures ménagères.

Valeurs établies en 2015 et revues en 2021.

Source : Base Carbone de l'ADEME

Les contenus CO₂ sont évalués selon deux conventions :

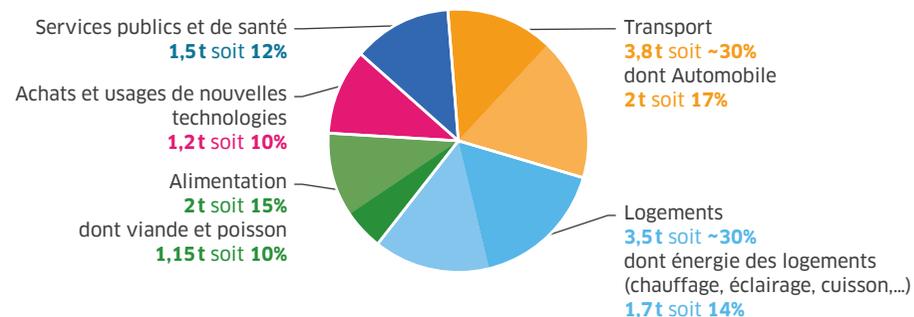
- soit en émissions directes : comptabilisation des émissions uniquement lors de l'utilisation de l'énergie par le consommateur ;
- soit en Analyse du Cycle de Vie (ACV) afin de prendre en compte l'ensemble des émissions de l'extraction à l'utilisation finale : extraction, production, transport, distribution, utilisation, voire gestion des déchets.

La comptabilisation des GES est régie par un protocole international (GHG Protocol),

fruit d'un partenariat entre entreprises, ONG, Gouvernements, établissements universitaires et organisé par le World Resources Institute (WRI). Lancé en 1998, il a pour mission d'élaborer des normes et des outils de comptabilisation et de déclaration des GES acceptés au niveau international ; l'adoption de ces normes est un élément essentiel à la promotion d'une économie mondiale à faible intensité carbone. Les normes du Protocole des GES sont les outils comptables les plus largement utilisés pour mesurer, gérer et déclarer les émissions de GES.

Le GIEC a également élaboré une méthodologie pour quantifier les émissions de GES par secteur. Les facteurs d'émissions produits par ces deux organismes font référence au niveau international et ont été adoptés par ENGIE pour son reporting environnemental réglementaire.

EMPREINTE CARBONE* D'UN FRANÇAIS : 12 TEQ** CO₂ PAR AN, DONT 8 T DE CO₂ (2018, EN TEQ CO₂)



* Empreinte carbone : émissions de GES directes et indirectes.

** TEQ : Tonne équivalent.

Source : ADEME, Ministère de la Transition Écologique



Tarification carbone : marchés et taxes carbone

Malgré la crise sanitaire, la tarification carbone continue de s'imposer comme un instrument majeur pour réduire les émissions de CO₂, mais son impact reste encore limité

Le volume d'émissions de CO₂ couvert par un système de tarification explicite du carbone a augmenté significativement en 2020. Au 1^{er} avril 2021, 64 taxes ou marchés carbone étaient en fonctionnement dans le monde, à un échelon national ou infranational. Les instruments de tarification carbone couvrent aujourd'hui 21,5% des émissions globales de GES (11,65 GtCO₂e), proportion qui n'était que de 12% lors de l'Accord de Paris et de 15% début 2020 (World Bank).

Cette accélération provient du développement des marchés carbone : ils couvrent aujourd'hui 17% des émissions de GES alors qu'ils n'en couvraient que 10% en 2020, cela grâce à la création d'ETS importants (Chine pour l'essentiel, légère extension de l'ETS créé le 01/01/2021 au RU et création d'un ETS allemand pour les émissions non couvertes par l'EU ETS). Les 35 taxes carbone actives concernent 5% des émissions globales, un taux qui est resté stable malgré la création de quatre juridictions supplémentaires cette année. (source World Bank, "State and Trends of Carbon Pricing 2021").

Annoncé comme la clé de voûte de sa stratégie bas-carbone, la Chine a inauguré le 1^{er} février 2021 un ETS national, plus grand marché carbone au monde (7,4%). Il s'appliquera initialement aux émissions de CO₂ liées au secteur électrique (4 GtCO₂) avant de s'ouvrir à d'autres secteurs (aluminium, acier, etc.) ; dès ses débuts il devrait concerner 30 à 40% des émissions totales de la Chine.

Les instruments de tarification carbone ont généré 53 Mds \$ de revenus en 2020 (+5 Mds par rapport à 2019) dus majoritairement à la hausse des prix sur l'EU-ETS (voir prix EU-ETS) qui a rapporté 22,5 Mds \$. La taxe carbone française (9,6 Mds \$) et canadienne (3,4 Mds \$) génèrent aussi d'importantes recettes. En 2019 près de la moitié des revenus de la tarification carbone étaient utilisés pour financer des projets dédiés à la transition bas-carbone.

Les marchés carbone ont démontré au moment de la crise sanitaire leur robustesse.

Après un ajustement à la baisse tant des prix que des quantités de quotas échangés, ils se sont rapidement stabilisés et le niveau d'échange (prix comme volumes) est revenu à un niveau d'avant crise, signe de leur capacités à résister aux chocs extérieurs. Les marchés carbone se sont en effet dotés de nombreux mécanismes de stabilisation et de régulation extrêmement innovants ces dernières années, améliorant leur robustesse, transparence et prévisibilité.

Toutefois, les prix du carbone restent globalement trop faibles et insuffisamment étendus pour permettre une réduction drastique des émissions de GES.

Tout d'abord la part des émissions couvertes par un prix du carbone, même si elle a progressé ces dernières années, reste limitée (4/5 ne sont toujours pas tarifées). Pour viser l'objectif d'une couverture de 50% des émissions en 2030, il faudra créer de nouvelles tarifications et élargir les marchés existants à d'autres secteurs.

Ensuite les prix du carbone restent globalement trop bas (3\$/tCO₂ en moyenne) pour être efficaces dans la transition énergétique : un consensus scientifique international estime que les prix optimaux du carbone se situent actuellement entre 40 et 80\$/tCO₂e et 50 à 100 \$ en 2030 (Stern-Stiglitz). Malgré certains niveaux très élevés (137\$/tCO₂ en Suède) et l'augmentation importante sur le marché EU-ETS (qui a dépassé 60€ en septembre), seulement 4% des émissions sont couvertes par un prix du carbone supérieur à 40\$/tCO₂.

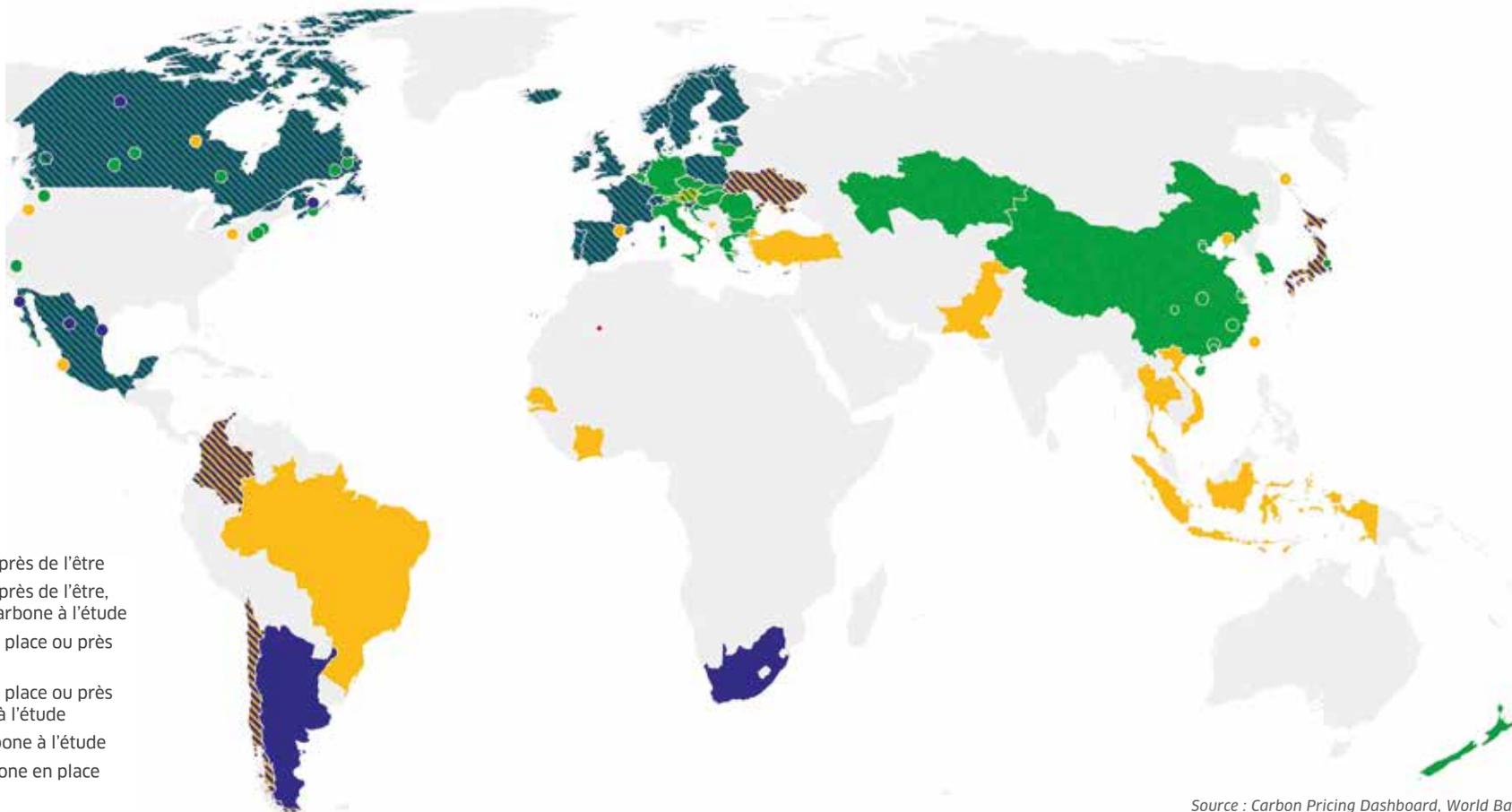
Il faut aussi qu'ils soient adaptés, ce qui explique l'absence de tarification à l'échelle mondiale. Certains secteurs et pays sont en effet bien plus sensibles à un coût du carbone élevé : la tonne de CO₂ fixée à 100 \$ aura par exemple un impact de 0,25 \$/l d'essence contre 200 \$/t d'acier (40% du prix de vente) tandis qu'une tonne de CO₂ fixée à 50 \$ doublerait le prix du ciment en Inde ; la question de l'élargissement des ETS reste donc extrêmement complexe.

Pour remédier à ce manque d'efficacité des instruments de tarification, le FMI préconise la création d'un mécanisme international de fixation d'un prix plancher pour le carbone. Pour rester acceptable socialement, il devrait être équitable, souple, tenir compte des responsabilités différenciées des pays et provenir d'une démarche collective des grands pays émetteurs.



Tarifification carbone : marchés et taxes carbone

CARTE MONDIALE DES PRIX EXPLICITES DU CARBONE 2020



- ETS en place ou près de l'être
- ETS en place ou près de l'être, et ETS ou taxe carbone à l'étude
- Taxe carbone en place ou près de l'être
- Taxe carbone en place ou près de l'être, et ETS à l'étude
- ETS ou taxe carbone à l'étude
- ETS et taxe carbone en place ou près de l'être

Source : Carbon Pricing Dashboard, World Bank, avril 2021



Les prix sur le marché carbone européen

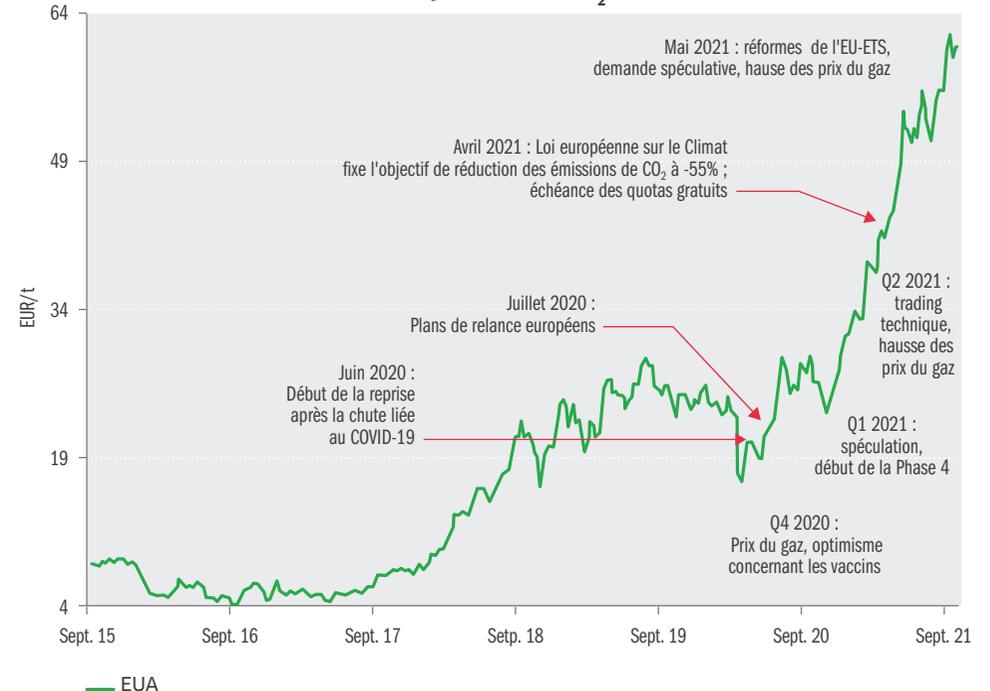
Longtemps marqué par sa faiblesse et sa stabilité, la hausse sur le marché européen soulève des interrogations quant au futur niveau des prix du CO₂

Le prix du CO₂ sur le marché du carbone européen a franchi en septembre 2021 60 € par tonne, un niveau jamais observé et une hausse spectaculaire depuis le début d'année (+30 €/t). Les prix des quotas d'émission carbone sont en quelques mois passés de 33 €₂₀₂₀/t en moyenne en janvier, à 38 €₂₀₂₀/t mi-février, pour dépasser 50 €₂₀₂₀/t en mai, puis 64 € fin septembre.

Plusieurs facteurs sont à l'origine d'une telle augmentation des prix :

- Le renforcement des ambitions climatiques de l'UE, qui s'est concrétisé par la fixation en décembre 2020 d'un objectif de réduction des émissions de 55% en 2030 par rapport au niveau de 1990 et a suscité un mouvement spéculatif auprès des fonds d'investissements et assurances. De nombreux acteurs financiers ont ainsi rejoint le marché attirés par le potentiel de hausse de prix.
- Les marchés financiers qui ont connu une flambée au premier trimestre 2021, signe d'un optimisme retrouvé grâce aux campagnes de vaccination et l'annonce de plans de relance économiques dans le monde, ont également soutenu le prix des quotas carbone qui y est corrélé.
- Les températures, en dessous des normales de saison en février, avril et mai, ont joué un rôle, en renforçant la production d'électricité thermique à partir de gaz et de charbon, et en provoquant une envolée des prix du gaz qui a réduit la compétitivité des centrales gaz face aux centrales charbon plus émettrices. Ces deux facteurs ont soutenu la demande de quotas et donc des prix.

ÉVOLUTION DU PRIX DU CARBONE SUR LE MARCHÉ EUROPÉEN DE QUOTAS DE CO₂



Source: ICE - ECX front-month futures



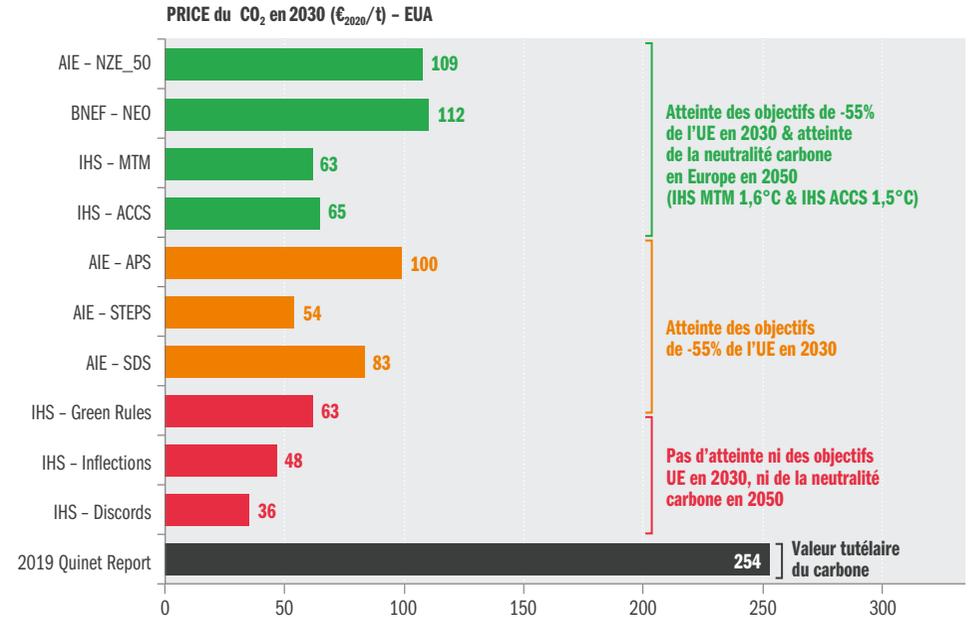
Les prix sur le marché carbone européen

Les prévisions de prix long terme du carbone demeurent haussières, suggérant un changement structurel du marché.

Concernant l'évolution des prix du CO₂ sur l'EU ETS, un certain consensus se dessine autour de 60 €/t pour 2030, soit une pérennisation des niveaux actuels ; au delà, la valeur de 100€/t en 2050 est communément retenue, mais les fourchettes peuvent être très larges à tout horizon.

Pour illustration, Bloomberg anticipe une rapide augmentation à 74 €₂₀₂₀/t en 2025 et 94 €₂₀₂₀/t en 2030, à mesure des retraits de quotas de la réserve de stabilité et de la saturation des possibilités de substitution entre combustibles. IHS Markit présente deux scénarios, l'un dans lequel le SEQE-UE* est l'unique outil de réduction des émissions avec des prix à 46 €₂₀₂₀/t d'ici 2030 et 102 €₂₀₂₀/t en 2050, l'autre reposant davantage sur des mesures nationales à 45 €₂₀₂₀/t d'ici 2030 et 56 €₂₀₂₀/t en 2050. Le scénario SDS de l'AIE est établi sur un prix de 100 € en 2030, mais selon le rapport Quinet la « valeur tutélaire » du carbone est pour cette date bien supérieure, à 250 €/t.

COMPARAISON DES PRIX DU CARBONE À HORIZON 2030 DANS PLUSIEURS SCÉNARIOS (OCTOBRE 2021)



Source : ENGIE, octobre 2021

*SEQE-UE : le Système d'échange de quotas d'émissions de l'UE couvre les émissions d'environ 11 000 installations du secteur de l'électricité et de l'industrie manufacturière, ainsi que des compagnies aériennes opérant entre ces pays, ce qui représente environ 40 % des émissions de GES de l'UE.



Les prix sur le marché carbone européen

À travers la hausse des prix du CO₂ se joue la résilience de l'économie européenne face à ses objectifs climatiques

Les dernières années ont mis en évidence une nouvelle résilience du SEQE-UE et le bon fonctionnement de ses mécanismes économiques. Malgré la profonde crise économique consécutive à la pandémie de Covid-19, le marché s'est redressé rapidement, avec des indicateurs stables, tels que les volumes échangés en augmentation depuis 2017, suggérant une bonne liquidité, ou le maintien des participations aux enchères. Néanmoins, l'arrivée d'investisseurs financiers sur le marché l'a rendu plus volatile qu'en 2020.

Mais plusieurs réformes ont été nécessaires pour assoir son efficacité.

Conçu par l'UE en 1997 pour mettre en œuvre ses engagements vis-à-vis du Protocole de Kyoto, le SEQE-UE a débuté en 2005. Après plusieurs années de fonctionnement, ce marché a présenté deux faiblesses majeures. D'une part, le dispositif s'est montré vulnérable aux chocs externes, comme la crise économique de 2008 ; d'autre part, les États et la Commission Européenne n'ont pas fait preuve d'une capacité suffisante à réajuster à la baisse l'offre de quotas à court terme. Cela a longtemps maintenu les prix du carbone à des niveaux très bas (<10€/tCO₂ entre 2012 et 2018).

En 2018, la Commission Européenne fixe un objectif de réduction d'émissions de 40% à horizon 2030 par rapport aux niveaux de 1990 et réforme le SEQE : accélération de la baisse annuelle de quotas pour réduire les excédents et renforcer les prix du carbone. Autre levier, la « réserve de stabilité » du marché entre en vigueur en 2019 ; les quotas excédentaires y sont transférés en fonction du surplus du marché, ou remis sur le marché en cas de déficit.

Dernière étape à date, en décembre 2020 l'UE valide un objectif de réduction d'émissions pour 2030 plus ambitieux de 55% par rapport aux niveaux de 1990, qui entre en vigueur en avril 2021, et annonce en juillet 2021 des propositions législatives de révision du SEQE-UE (cf *Green Deal* ci-après).

Signal positif pour l'accélération de la transition énergétique, cette hausse n'est pas sans conséquences sur l'économie.

Il existe un risque de détérioration de la compétitivité de l'industrie européenne en réduisant les capacités d'investissement des industriels et en renforçant les risques de fuites de carbone (délocalisation des industries fortement émettrices hors UE). En réponse à cette menace concurrentielle, l'UE propose de mettre en place un *Carbon Boarder Adjustment Mechanim*, qui appliquerait aux biens importés la même tarification carbone.

Côté consommateurs, l'impact concerne en premier lieu la hausse de leur facture énergétique. Hors mesures compensatoires, l'augmentation des prix du carbone creuse les inégalités, ses effets n'étant pas identiques selon les ménages à faible ou à haut revenus. Une politique de redistribution des recettes de la taxe carbone ciblée vers les ménages ayant les revenus les plus faibles limiterait les effets négatifs de la hausse des prix du carbone sur les ménages. En juillet 2021, la Commission Européenne a donc annoncé la création d'un Fonds Social pour le Climat qui vise à atténuer l'impact économique de l'extension du SEQE-UE au transport routier et aux bâtiments sur les ménages les moins aisés et les petites entreprises les plus vulnérables.

La hausse des prix se heurte aussi à un bilan jusqu'à présent peu lisible. Depuis la mise en place du SEQE-UE en 2005, les émissions couvertes avaient diminué de 35% en 2019 et de 42% en 2020 (Agence européenne pour l'environnement), soit bien au-delà de l'objectif de réduction de la phase 3 fixé à 21% pour 2020 par rapport à 2005. Mais il est difficile de distinguer l'effet du SEQE-UE de l'effet de l'activité économique et des autres politiques visant à réduire les émissions carbone en Europe. D'après l'I4CE et la *European Roundtable on Climate Change and Sustainable Transition* (ERCST), ce sont avant tout les énergies renouvelables et les politiques environnementales qui sont à l'origine de la réduction des émissions carbone. Le marché carbone européen aurait surtout favorisé la production d'électricité au gaz par rapport à celle au charbon et n'aurait pas particulièrement favorisé l'investissement dans de nouvelles technologies bas carbone.



Le Green Deal

Avec son « pacte vert » l'UE réinvente en profondeur son modèle de croissance

Le Green Deal est une stratégie holistique visant à transformer en profondeur l'économie européenne.

La « loi européenne sur le climat » adoptée en avril 2021 fixe des objectifs ambitieux que le *Green Deal* doit permettre d'atteindre : une réduction des émissions de GES d'ici 2030 rehaussée de 40% à « au moins 55% » et zéro émissions nettes en 2050.

Avec ce « pacte vert » ce seront 550 Mds€ investis dans la transition énergétique d'ici 2027, en particulier pour massifier les travaux d'efficacité énergétique dans les bâtiments (175 Mds€), soutenir la filière hydrogène et accélérer les projets d'EnR électriques. Le programme « de la ferme à la fourchette » et le développement de l'économie circulaire montrent une volonté de construire une économie durable et efficace dans l'utilisation des ressources en changeant en profondeur nos modes de consommation et de production.

D'ici 2030 la consommation d'énergie finale devra chuter d'au minimum 36% (dont -25% pour le gaz, -30% pour le pétrole et -70% pour le charbon), tandis que la part d'EnR dans le mix énergétique devra atteindre 40%. Les objectifs d'efficacité énergétique, rehaussés à 36% pour la consommation d'énergie finale et 39% pour l'énergie primaire seront contraignants. La réduction des émissions visera particulièrement la production électrique et le bâtiment (-60% d'émissions de GES), l'industrie (-25%) et les transports (-20%).

Le mécanisme de transition équitable de 75 Mds€ permettra de rendre ces évolutions acceptables économiquement et socialement en apportant une aide aux régions et secteurs les plus affectés par la transition verte.

Le financement du « pacte vert » proviendra de fonds publics comme privés : l'UE est censée rassembler 1 000 Mds€ sur 10 ans (dont 503 Mds€ provenant du budget, 279 d'InvestEU, 114 des fonds nationaux de co-financement structurels).

Cette ambition réhaussée soulève de nombreux enjeux et difficultés opérationnelles.

Le *Green Deal* va conduire l'UE à revoir l'essentiel de ses politiques publiques afin de les aligner avec la stratégie de croissance durable portée par le pacte. Par exemple une étude INRAE/AgroParisTech présentée au Parlement européen montre que les négociations pour la future PAC (2021-2027) ne reflètent pas pour l'heure les ambitions et objectifs du *Green Deal*.

Les politiques industrielle et étrangère de l'Union seront aussi affectées du fait de nouvelles dépendances stratégiques inhérentes à une économie verte (notamment les minéraux de terres rares venant de Chine).

Au-delà de ces nécessaires adaptations, le pacte reste encore assez peu ambitieux pour certaines filières, comme les réseaux chaud/froid, le développement du biométhane ou encore sur les fonds alloués au financement d'infrastructures transnationales de transport d'énergie.

Surtout le *Green Deal* pose un réel problème de compétitivité des entreprises européennes du fait d'un prix du carbone plus élevé (voir prix CO₂) ainsi que de normes environnementales plus strictes ; pour que le *Green Deal* puisse être efficace, l'UE doit exiger le respect d'une réglementation environnementale stricte comme condition d'accès au marché commun, encourageant ses partenaires commerciaux à passer au vert.



Le Green Deal

En 2021 les engagements politiques du Green Deal se transforment en propositions législatives.

La loi Climat d'avril dernier sera suivie dans les 18 prochains mois par la révision d'une cinquantaine de lois européennes afin de les aligner avec ses objectifs.

Le premier paquet législatif, « *Fit for 55* », présenté le 14 juillet, contient certaines mesures emblématiques, comme la création du *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) permettant de lutter contre le *dumping* environnemental en taxant les produits importés selon leur niveau d'émissions de GES. Les secteurs visés sont l'électricité, la sidérurgie et la métallurgie, la cimenterie et les engrais. L'autre grande évolution porte sur l'intégration dans le SEQE du bâtiment (chauffage), et du secteur des transports ; à partir de 2026, les transports routiers seront intégrés au marché carbone européen tout comme les transports maritimes. Le secteur de l'aviation se verra progressivement imposer une tarification du carbone dont il était jusqu'à présent largement exempté grâce à des quotas d'émissions gratuits.

Pour que l'extension du marché carbone au bâtiment et au transport routier n'accroisse pas les inégalités, la Commission européenne a prévu un Fonds social pour le climat, abondé en partie par les recettes estimées du nouveau marché du carbone ; il est destiné à aider financièrement les citoyens les plus vulnérables dans la rénovation thermique de leur logement, ainsi qu'à se tourner vers des modes de transports plus propres.

La Commission propose aussi un volet innovant, en faveur des carburants alternatifs dans l'aviation (*initiative ReFuel Aviation*) et le transport maritime (*FuelEU Maritime*), y compris l'hydrogène décarboné. Elle propose en outre qu'à partir de 2035 les voitures et camionnettes mises sur le marché n'émettent plus de CO₂, ce qui signifierait que les voitures à moteur thermique (essence ou diesel) ne pourraient plus être vendues à compter de cette date. La Commission envisage en conséquence d'imposer aux États membres une multiplication des points de recharge pour les voitures électriques et des stations de ravitaillement pour les véhicules à hydrogène.

Enfin, la Commission propose la révision de la directive sur la taxation de l'énergie pour que l'imposition des produits énergétiques soit en adéquation avec les ambitions climatiques et énergétiques de l'UE.

Une seconde vague législative aura lieu en décembre 2021.

Elle portera sur la décarbonation du secteur gazier, les émissions de méthane et surtout la directive EPBD sur les performances énergétiques des bâtiments.

Ces réformes sont accompagnées d'une « taxonomie verte » orientant les décisions d'investisseurs privés, une catégorisation officielle des activités qui contribuent à atténuer ou à s'adapter au changement climatique. Celle-ci fait encore l'objet de nombreuses discussions ; les différentes positions de l'UE par rapport au gaz naturel ou au nucléaire devraient être explicitées d'ici la fin de l'année.

Malgré la subsistance de certaines incohérences avec les politiques actuelles de l'UE,

d'incertitudes et de manquements, tant de points qui s'améliorent à mesure que les négociations murissent, le *Green Deal* semble marquer un tournant fondamental dans la politique de l'UE. De tels efforts n'auront néanmoins pas les effets escomptés s'ils ne sont pas accompagnés d'une coopération internationale dans la transition énergétique, au regard du faible poids de l'UE dans les émissions globales (10%) : le *Green Deal* a donc pour objectif de montrer l'exemple aux États partenaires afin qu'ils accompagnent l'édification de nouvelles normes environnementales et accélèrent la décarbonation de leur économie.



Décarbonation

PERSPECTIVES

La neutralité carbone à l'horizon 2050 s'impose dans les exercices prospectifs et auprès des instances de décisions ; de nombreux Gouvernements l'ont déjà adoptée et la COP26 en a fait sa cible

SCÉNARIOS

Pour autant, les engagements donnés par les États à Glasgow, bien qu'ils n'aient jamais été aussi ambitieux, ne suffiront pas à stabiliser les températures comme le démontre le scénario *Announced Pledges* de l'AIE

Messages de l'Agence Internationale de l'Énergie et d'Enerdata	46
Décarboner : comment ?	49
Les scénarios énergétiques	50
Efficacité énergétique	54
Sobriété énergétique	56
Finance durable	58
Captage, Stockage et Utilisation de CO ₂ (CCUS)	60

Les énergies renouvelables, élément essentiel de la décarbonation, sont traitées dans les chapitres « Électricité et ENR » et « Gaz et gaz renouvelables »

Décarbonation : message de Tim Gould, Agence Internationale de l'Énergie, octobre 2021



Une nouvelle économie énergétique globale voit le jour. Elle sera à terme plus électrifiée, plus efficace, plus interconnectée et plus propre. Cette nouvelle économie est le fruit d'un cercle vertueux d'actions politiques et d'innovations technologiques, et la baisse des coûts alimente désormais sa dynamique. Quand les économies ont plié sous la contrainte des confinements, les énergies renouvelables, comme l'éolien et le solaire photovoltaïque, ont continué de progresser à un rythme soutenu et les véhicules électriques ont enregistré des ventes records.

Pour ceux qui franchissent le pas, cette nouvelle économie énergétique offre des opportunités colossales. Dans un scénario de neutralité carbone en 2050, le marché que représente la fabrication des turbines éoliennes, des panneaux solaires, des batteries lithium-ion, des électrolyseurs et des piles à combustibles dépasse largement les 1 000 milliards de dollars par an, selon nos estimations. Il s'agit donc d'un marché comparable par sa taille à celui du pétrole mondial actuel. Les perspectives sont immenses tout au long des chaînes d'approvisionnement qui se développent à travers le monde. Même beaucoup plus électrifié, le nouveau système énergétique offre des débouchés majeurs aux fournisseurs de carburants, puisque la production et la livraison de gaz décarbonés représentent à horizon 2050 un marché équivalent à presque la moitié de celui du gaz naturel mondial aujourd'hui.

La transformation est cependant loin d'être achevée : à chaque chiffre témoignant de la rapidité de la transition énergétique, on peut en opposer un autre, attestant de la ténacité du statu quo. La reprise économique rapide mais inégale au lendemain de la récession provoquée l'année dernière par la crise du Covid-19 met à rude épreuve certains segments du système énergétique, avec pour conséquence une flambée des prix sur les marchés du gaz naturel, du charbon et de l'électricité. Malgré toutes les avancées réalisées dans le domaine des énergies renouvelables et de la mobilité électrique, la consommation de charbon et de pétrole a fortement rebondi cette année. C'est pour cette raison essentiellement que l'année 2021 marque le deuxième plus fort taux de croissance des émissions de CO₂ de l'histoire. Les fonds publics que les plans de relance ont consacré à l'énergie durable ne représentent qu'environ un tiers

des investissements nécessaires à une refonte du système énergétique. C'est par ailleurs dans les pays en développement toujours en prise avec une crise sanitaire pressante que l'insuffisance de fonds est la plus criante. Le développement de l'accès universel à l'énergie est au point mort, notamment en Afrique sub-saharienne.

Les engagements pris à la COP26, s'ils sont mis en œuvre à temps et entièrement, impacteront significativement les émissions et limiteront la hausse des températures à 1,8°C d'ici 2100 (avec une probabilité de 50%). Le fait que pour la première fois les gouvernements aient présenté des objectifs compatibles avec un réchauffement inférieur à 2°C est certainement un grand pas, mais il convient de préciser deux éléments importants. Tout d'abord, on ne peut considérer comme acquis le fait que les gouvernements mettront en œuvre leurs engagements de manière exhaustive et en temps voulu. Nombreuses sont les promesses encore dépourvues de politiques solides et crédibles, susceptibles de les concrétiser. Or un scénario uniquement basé sur les politiques existantes (analyse secteur par secteur des politiques mises en œuvre ou proches de l'être, tel qu'énoncé dans le *Stated Policies Scenario* de notre rapport WEO-2021) permet d'envisager, non pas une baisse rapide, mais une stabilisation des émissions mondiales liées à l'énergie. Ensuite, ces promesses – même entièrement mises en œuvre – ne mettent toujours pas le monde sur la voie d'un réchauffement climatique moyen limité à 1,5°C.

Décarbonation : message de Tim Gould, Agence Internationale de l'Énergie, octobre 2021



Les engagements annoncés ont de fortes implications pour les marchés énergétiques.

Dans un scénario où toutes les promesses sont tenues, la grande majorité des nouvelles capacités d'ici à 2030 provient de la production électrique à faibles émissions. Le solaire photovoltaïque et l'éolien apportent environ 500 GW de capacités annuelles supplémentaires d'ici 2030. La consommation de charbon par le secteur électrique diminue de 20% par rapport aux récents points hauts. La croissance rapide des ventes de véhicules électriques et l'amélioration continue de l'efficacité des carburants portent le pic de la demande pétrolière autour de 2025. La demande mondiale de gaz se stabilise également et commence à diminuer avant 2030, bien que les tendances varient beaucoup d'une région à l'autre. Grâce à l'amélioration de l'efficacité énergétique, la tendance de la demande énergétique mondiale établit un plateau après 2030.

Pour placer le monde sur la voie d'un réchauffement limité à 1,5°C, les investissements annuels dans les projets d'énergies propres et d'infrastructure doivent augmenter fortement :

ils doivent être multipliés au moins par trois sur les dix prochaines années par rapport à leur niveau actuel situé autour de 1 000 milliards de dollars. Un catalyseur international est essentiel à la fois pour accélérer les flux de capitaux soutenant la transition énergétique et permettre aux économies en développement plus particulièrement de tracer une nouvelle voie de développement qui soit moins émettrice. L'essentiel des investissements dans la transition énergétique devra venir des entreprises privées, des consommateurs et des financeurs répondant aux signaux du marché et aux politiques gouvernementales. Parallèlement à la mise en œuvre des politiques et réformes réglementaires nécessaires, les institutions financières publiques – soutenues par les banques internationales de développement ainsi que par des engagements financiers plus importants de la part des pays avancés – joueront un rôle crucial dans l'orientation de l'investissement vers des zones dans lesquelles les investisseurs privés évaluent encore mal le rapport risque-rendement.

Tim Gould est le Chef Économiste de l'Agence Internationale de l'Énergie

L'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) est une organisation intergouvernementale rattachée à l'OCDE dont la mission est de travailler avec les gouvernements et l'industrie pour promouvoir une énergie durable pour tous. Elle est reconnue mondialement, notamment pour son rapport prospectif annuel *World Energy Outlook*.





Décarbonation : message de Morgan Crénès, Enerdata, septembre 2021

Même si la crise du Covid -19 est loin d'être terminée, on peut d'ores et déjà affirmer que le recul sans précédent des émissions de CO₂ observé en 2020 procède presque exclusivement de facteurs conjoncturels et non de changements fondamentaux liés à la décarbonation.

Le retour de la consommation énergétique et des émissions de CO₂ à leurs niveaux d'avant-crise démontre le besoin urgent de « mutations », plus que de « transitions ».

Pour contenir le réchauffement climatique à long terme en-deçà de 2°C, il faudrait réduire les émissions de CO₂ de 5% par an*. Or, au cours des dix dernières années, elles ont augmenté en moyenne d'1% par an et la crise du Covid-19 a tout juste ébranlé la tendance : selon les estimations**, les émissions de CO₂ ne reculeront en 2021 que d'1% par rapport à 2019.

D'ici la fin de l'année, la plupart des indicateurs d'efficacité énergétique et de décarbonation auront retrouvé leurs niveaux pré-Covid, qui sont loin d'être suffisants pour répondre aux objectifs de l'Accord de Paris.

Il y a cependant une tendance positive à noter, qui est celle d'une croissance significative des capacités renouvelables (éolien, solaire PV), une dynamique qui semble partie pour durer.

La grande leçon à tirer de la crise du Covid-19 tient peut-être dans le fait que son impact sur l'activité économique en 2020 a provoqué une réduction des émissions de CO₂ du même ordre que celle requise chaque année pour parvenir à l'objectif de « moins de 2°C », preuve que les systèmes énergétiques doivent radicalement changer pour s'aligner sur les objectifs de décarbonation.

Nous savons quels sont les domaines dans lesquels des progrès sont nécessaires. Quantité d'études approfondies traitent de la décarbonation du système énergétique et en ont défini les piliers : efficacité de l'utilisation finale, électrification, comportements (sobriété énergétique), décarbonation de l'approvisionnement en énergie... En théorie nous avons la recette, mais **la dynamique manque encore de puissance.**

Côté négatif, l'agenda 2030 et les objectifs des CDN* restent insuffisants**, de la même façon, les décisions prises récemment pour répondre aux problématiques de court terme ne vont pas dans la bonne direction. Les plans de relance post-Covid montrent combien les politiques actuelles sont inadaptées : il s'agissait d'une occasion unique d'enclencher des changements fondamentaux pour décarboner, or jusque-là la plupart des pays font preuve d'un manque de volonté politique pour sortir d'une trajectoire « *Business as usual* ». Les études récentes le soulignent d'ailleurs : seule une petite fraction des mesures de relance sont consacrées à la décarbonation.

Côté positif, nombreux sont les gouvernements nationaux, collectivités locales et entreprises, à avoir défini des objectifs à long terme ambitieux, qui devront se traduire tôt ou tard par des initiatives concrètes. La finance pourrait apporter un soutien décisif dans ce contexte en constante évolution, qu'il s'agisse d'alignement sur les trajectoires de décarbonation, de risques liés à la transition énergétique ou de taxonomie des activités durables.

*Émissions de CO₂ liées à l'énergie.

** <https://www.enerdata.net/publications/reports-presentations/world-energy-trends.html>

*** Contributions Déterminées au niveau National.

Morgan Crénès est Directeur du Département Data & Research d'Enerdata

Enerdata est une société indépendante de recherche et de conseil spécialisée dans l'analyse et la modélisation des marchés mondiaux de l'énergie et de leurs moteurs. Créée en 1991, Enerdata possède aujourd'hui plus de 25 ans d'expérience sur les problématiques passées et présentes qui façonnent l'industrie de l'énergie.





Décarboner : comment ?

Pourquoi décarboner

Le 6^e rapport du GIEC publié en août 2021 constate que le réchauffement climatique a désormais des conséquences irréversibles pour des siècles, notamment sur les océans, les calottes glaciaires et le niveau des mer. La hausse de +1,5°C des températures – ligne rouge au-delà de laquelle des écosystèmes et des organismes ne pourront s'adapter – devrait survenir d'ici 2030, 10 ans plus tôt que ce qu'anticipait l'édition précédente, signe de l'accélération du phénomène. Une stabilisation à ce niveau implique d'abaisser les émissions mondiales de CO₂ de 40% d'ici 2030 et d'atteindre la neutralité carbone en 2050. C'est la cible partagée par l'ONU, une grande partie des États du globe, Union européenne en tête, et un nombre croissants d'acteurs économiques.

Le secteur énergétique, c'est-à-dire les producteurs, fournisseurs et consommateurs, porte à ce titre une lourde responsabilité puisque 75% des émissions de GES proviennent de la combustion d'énergie. Mais au-delà de l'absolue nécessité de décarboner l'énergie, c'est l'ensemble des activités humaines qu'il faut rendre plus respectueuses de l'environnement afin d'en préserver les ressources et les écosystèmes. Si le coût des efforts à réaliser est considérable – d'autant plus que la démographie et l'industrialisation continuent à se développer – il est sans commune mesure avec celui de l'inaction et des dégâts causés par le réchauffement climatique et la destruction des milieux naturels ; la période actuelle en est une preuve accablante.

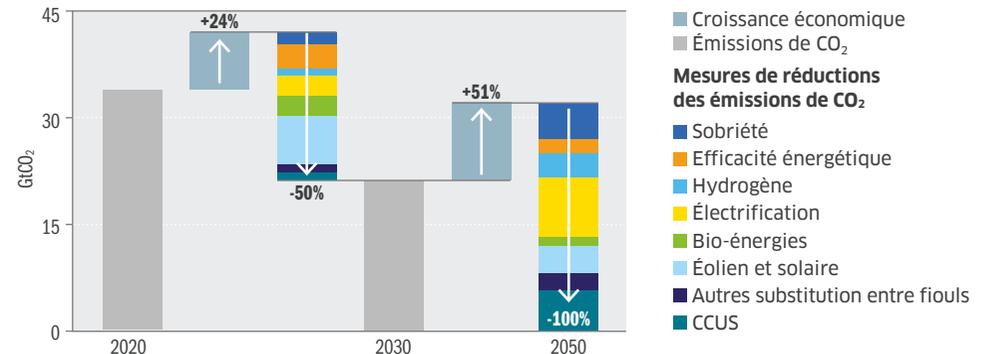
Les outils de la décarbonation

C'est en actionnant tous les leviers de décarbonation que des résultats sont possibles et que la résilience globale de nos systèmes sera renforcée. Nous présentons ici les principaux dans le domaine énergétique, avec une évaluation de leur portée et du niveau actuel de développement, cette liste n'étant bien entendu pas exhaustive car n'abordant pas les domaines connexes comme la reforestation, le recyclage ou la digitalisation.

- **L'amélioration de l'efficacité énergétique est le levier N°1** car il concerne l'ensemble de la chaîne et conserve de grandes marges de progression en raison de ses difficultés de mise en œuvre (savoir faire, coûts, faible rentabilité si le prix de l'énergie est bas).
- **Le développement des ENR**, électriques ou gazeuses (biométhane, hydrogène vert), doit permettre une décarbonation quasi totale de la production électrique et de s'attaquer aux points de résistance que sont la mobilité, les industries intensives, tout en favorisant les circuits courts (production décentralisée, réemploi des déchets agricoles, utilisation de l'électricité renouvelable fatale). Les ENR sont présentées dans les chapitres « Électricité et ENR électriques » et « Gaz et gaz renouvelables ».

- **La sobriété énergétique**, grande absente des politiques et des projets, est probablement le levier le plus efficace, et qui plus est, rapide à mettre en œuvre à moindre coût, mais reste pénalisée par l'image contraignante qu'elle continue de véhiculer ; la crise du Covid a toutefois permis de faire évoluer les mentalités à ce sujet.
- **La finance verte** s'est révélée nécessaire pour faire aboutir les projets de transition énergétique qui se heurtent à des critères de financement trop « courttermistes » ou exigeants en terme de rentabilité.
- **La « Capture, Stockage et Utilisation » de CO₂** enfin est un outil qui n'a sans doute pas la faveur des « jusqu'au-boutistes » mais qui s'avère être capable de décarboner les « dernières » émissions de CO₂, à savoir celles très chères ou trop difficiles à supprimer.

LES TECHNOLOGIES ET ACTIONS MOBILISÉES POUR ATTEINDRE LA NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050 – SCÉNARIO NET ZÉRO DE L'AIE (NZE 2021)



Source : AIE, Net Zero Emissions 2021

Les scénarios énergétiques de l'Agence Internationale de l'Énergie (octobre 2021)



Les scénarios* présentés par l'AIE en amont de la COP26 ont plusieurs intentions : d'une part de mesurer l'impact sur le climat des politiques en cours (scénario STEPS) et des engagements donnés (scénario APS), et d'autre part d'évaluer l'écart qui les sépare d'une trajectoire de neutralité carbone (scénario NZE), seule capable de maintenir la hausse des températures en dessous de +1,5°C.

L'objectif retenu lors de la conférence de Glasgow est la neutralité carbone en 2050, cible réclamée par le GIEC dans son 6^e rapport d'août 2021 et que de nombreux Gouvernements ont fait leur.

Pour autant, les engagements donnés par les États, bien qu'ils n'aient jamais été aussi ambitieux, ne suffiront pas à stabiliser les températures, comme le montre la comparaison avec le scénario radical *Net Zero Emission*.

Pourquoi les engagements donnés par les États sont-ils insuffisants ?

- **Investissements dans les énergies propres** : leur doublement au cours de la prochaine décennie ne permettra pas de surmonter l'inertie du système énergétique.
- **Il existe de fortes divergences entre pays** concernant la rapidité de mise en œuvre des mesures de transition énergétique.
- **La décennie en cours est déterminante** pour espérer obtenir un système énergétique neutre en carbone en 2050, or les engagements actuels ne couvrent que 20% de la réduction nécessaire en 2030. L'ensemble des pays doivent renforcer leurs efforts.
- **Crispation internationale** : les engagements contiennent aussi les germes de nouvelles divisions, dans le commerce de biens à forte intensité énergétique ou dans les investissements internationaux. La réalisation de la neutralité carbone dépend d'une transition mondiale collaborative dans laquelle personne n'est laissé pour compte.

* Source : AIE, World Energy Outlook 2021

L'AIE met en avant quatre mesures clés pour combler au cours des dix prochaines années l'écart entre les engagements d'aujourd'hui et la trajectoire de 1,5 °C.

- Doubler le déploiement de l'énergie solaire PV et éolienne – accélérer la décarbonisation du mix électrique comblera d'un tiers l'écart de CO₂ entre les trajectoires APS et NZE.
- Mettre l'accent sur l'efficacité énergétique qui doit progresser de +4%/an.
- Mettre en place un vaste plan de réduction des émissions de méthane provenant du traitement des combustibles fossiles : il permettra de réduire l'écart de 15 %.
- Stimuler l'innovation en matière d'énergie propre, en particulier dans les secteurs à forte intensité énergétique (ciment, acier, transport longue distance). Le CCS et l'hydrogène sont essentiels pour les producteurs et sont tous deux confrontés à des obstacles technologiques et commerciaux qui doivent être surmontés.

Les scénarios énergétiques de l'Agence Internationale de l'Énergie (octobre 2021)



Les scénarios « classiques » :

○ **STEPS (Stated Policies Scenario)** : reflète les mesures réellement mises en place par les gouvernements, ainsi que les initiatives politiques en cours d'élaboration ; c'est un miroir tendu aux plans actuels qui illustre leurs conséquences.

Sans efforts supplémentaires les températures moyennes continueront d'augmenter d'au moins +2,6°C au-dessus du niveau pré-industriel en 2100.

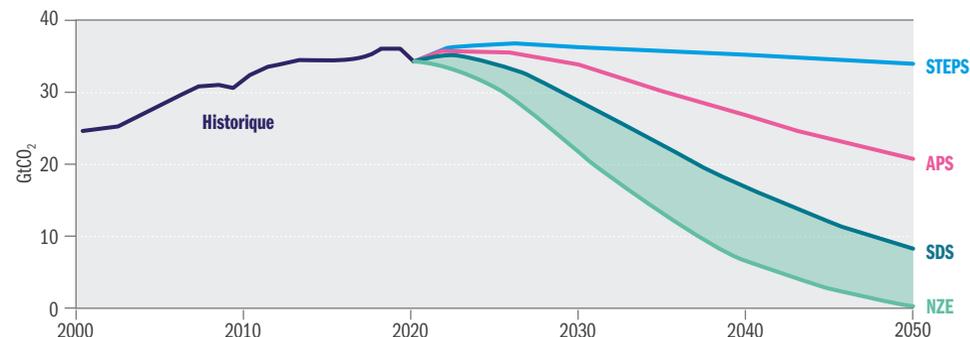
○ **SDS (Sustainable Development Scenario)** a été conçu pour illustrer les objectifs de l'Accord de Paris. L'urgence climatique s'intensifiant, l'AIE est passé en 2021 à un scénario plus ambitieux « zéro carbone » ; le SDS est toujours présenté comme un point de repère. Les émissions mondiales de CO₂ tombent à 8 Mt en 2050 et vers zéro net en 2070. Dans le scénario SDS la température culmine en 2100 à environ +1,7°C du niveau pré-industriel.

Les nouveaux scénarios de l'édition 2021 :

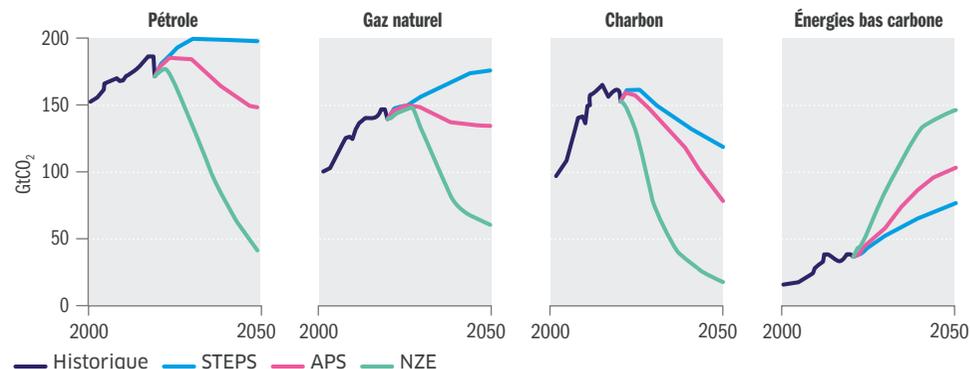
○ **APS (Announced Pledges Scenario)** : mise en œuvre de tous les engagements climatiques pris par les Gouvernements du monde entier, engagements nets zéro et NDC, dans les délais et dans leur intégralité. Les émissions de CO₂ commencent à baisser légèrement d'ici 2030 grâce au développement des renouvelables et un affaiblissement du charbon dans le secteur électrique ; les gains d'efficacité stabilisent la demande mondiale d'énergie à partir de 2030. Au cours de la période allant jusqu'en 2050, étant donné que tous les engagements annoncés sont tenus avec succès, les émissions mondiales de CO₂ liées à l'énergie chutent de 40 % – tous les secteurs enregistrent une baisse mais le secteur électrique est de loin le plus important. La température monte en 2100 autour de +2,1°C ; ce scénario n'atteint pas les émissions nettes zéro, donc la température n'est pas stabilisée.

○ **Net Zero Emission (NZE)** : la température est stabilisée à +1,5°C. Ce scénario représente une voie étroite mais réalisable pour que le secteur énergétique mondial atteigne zéro émission nette de CO₂ d'ici 2050 ; les émissions totales devraient baisser d'environ 40% d'ici 2030 (à 21 Gt, 7 Gt de moins que la SDS). Mais cette trajectoire nécessite une mobilisation sans précédent des moyens à travers le monde et de tous les membres de la société, pas seulement du secteur énergétique.

ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LES SCÉNARIOS DU WEO 2021



CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE CO₂ DANS LES SCÉNARIOS DU WEO 2021



Source : AIE, World Energy Outlook 2021

Les scénarios énergétiques de l'Agence Internationale de l'Énergie (octobre 2021)



CONSOMMATION D'ÉNERGIE ET ÉMISSIONS DE CO₂ AU NIVEAU MONDIAL DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE

Consommation primaire d'énergie en Mtep	Monde			Stated Policies Scenario				Announced Pledges Scenario				Sustainable Development				Net Zero Emissions by 2050			
	2010	2020	Part 2020 (%)	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050
Demande Primaire totale	13 017	14 068	100%	16 027	17 768	100%	0,8%	15 551	16 108	100%	0,5%	14 312	13 803	100%	-0,1%	13 067	12 969	100%	-0,3%
Charbon	3 654	3 721	26%	3 587	2 790	16%	-1,0%	3 380	1 870	12%	-2,3%	2 651	831	6%	-4,9%	1 717	411	3%	-7,1%
Pétrole	4 111	4 094	29%	4 741	4 736	27%	0,5%	4 421	3 525	22%	-0,5%	4 020	2 135	15%	-2,1%	3 282	1 008	8%	-4,6%
Gaz naturel	2 749	3 313	24%	3 724	4 156	23%	0,8%	3 499	3 181	20%	-0,1%	3 327	2 035	15%	-1,6%	3 091	1 450	11%	-2,7%
Nucléaire	719	702	5%	812	967	5%	1,1%	855	1 158	7%	1,7%	884	1 228	9%	1,9%	989	1 447	11%	2,4%
Renouvelables	1 139	1 636	12%	2 603	4 598	26%	3,5%	2 880	5 933	37%	4,4%	3 408	7 557	55%	5,2%	3 979	8 649	67%	5,7%
Solaire	19	112	1%	380	1 039	6%	7,7%	456	1 533	10%	9,1%	568	2 061	15%	10,2%	764	2 606	20%	11,1%
Éolien	29	136	1%	344	748	4%	5,8%	430	1 228	8%	7,6%	516	1 502	11%	8,3%	681	2 123	16%	9,6%
Hydro	296	373	3%	437	580	3%	1,5%	437	590	4%	1,5%	463	681	5%	2,0%	504	728	6%	2,3%
Bioénergie moderne	733	903	6%	1 254	1 815	10%	2,4%	1 354	2 119	13%	2,9%	1 576	2 546	18%	3,5%	1 713	2 431	19%	3,4%
Autres renouvelables	62	112	1%	189	420	2%	4,5%	203	466	3%	4,9%	287	767	6%	6,6%	315	760	6%	6,6%
Biomasse solide	626	576	4%	502	411	2%	-1,1%	494	408	3%	-1,1%	-	-	-	-	-	-	-	-

Émissions de CO ₂ en Mt CO ₂	2010	2020	Part 2020 (%)	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050	2030	2050	Part 2050 (%)	TCAM (%) 2020-2050
Total CO₂	32 345	34 156	100%	36 267	33 903	100%	-0,0	33 640	20 726	100%	-1,7	28 487	8 170	100%	-4,7	21 147	0	-	-
Charbon	13 828	14 240	42%	13 487	10 277	30%	-1,1	12 614	5 713	28%	-3,0	9 493	1 395	17%	-7,5	5 915	195	-	-13,3
Pétrole	10 530	10 123	30%	11 693	11 468	34%	0,4	10 754	7 988	39%	-0,8	9 571	3 986	49%	-3,1	7 426	928	-	-7,7
Gaz naturel	6 040	7 165	21%	8 091	9 123	27%	0,8	7 415	6 087	29%	-0,5	6 931	2 799	34%	-3,1	5 960	566	-	-8,1
Secteur électrique	12 380	13 530	40%	12 425	9 915	29%	-1,0	11 375	5 506	27%	-3,0	8 891	887	11%	-8,7	5 816	-369	-	-
Charbon	8 933	9 832	29%	8 791	6 100	18%	-1,6	8 056	3 045	15%	-3,8	5 741	179	2%	-12,5	2 950	69	-	-15,2
Pétrole	826	601	2%	412	256	1%	-2,8	374	238	1%	-3,0	290	121	1%	-5,2	173	6	-	-14,1
Gaz naturel	2 621	3 097	9%	3 222	3 559	10%	0,5	2 976	2 524	12%	-0,7	2 888	990	12%	-3,7	2 781	128	-	-10,1

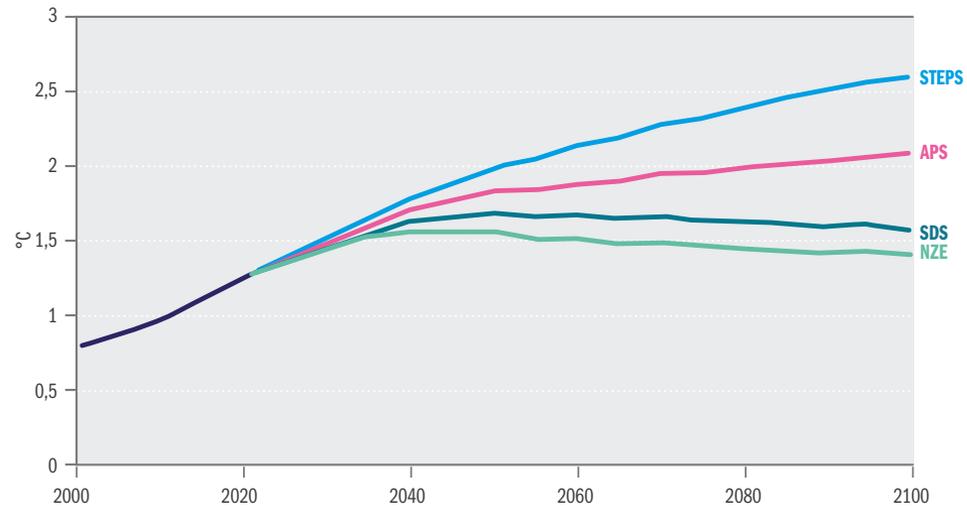
Source : AIE, World Energy Outlook 2021

Les scénarios énergétiques de l'Agence Internationale de l'Énergie (octobre 2021)



Hausse des températures à l'horizon 2100 : +2,6°C pour le scénario STEPS, +2,1° pour APS, +1,7° pour SDS et +1,5° pour NZE

AUGMENTATION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE
DANS LES SCÉNARIOS WEO 2021



Source : AIE, World Energy Outlook 2021



Efficacité énergétique

Le potentiel en matière d'efficacité énergétique reste largement inexploité ; les freins ne viennent pas des technologies mais des organisations et des habitudes qui doivent être profondément repensées

L'efficacité énergétique, un des principaux leviers pour limiter le réchauffement climatique, est un des points critiques de la transition énergétique. Elle doit contribuer à abaisser de près de 40% les émissions de CO₂ et faciliter la décarbonation des autres secteurs en la rendant plus facile et moins chère.

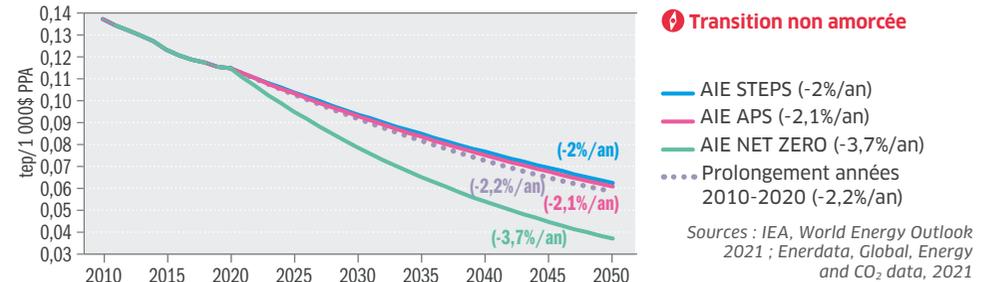
Les domaines sur lesquels les efforts doivent se concentrer sont la rénovation en profondeur du parc immobilier mondial, non seulement l'enveloppe des bâtiments mais aussi l'efficacité des équipements, en imposant des normes et avec l'appui de financements ; la digitalisation et la gestion de la demande appliquées aux réseaux, au chauffage et refroidissement des bâtiments ou aux transports ; le changements de comportements en mettant l'accent sur les choix de mode de transport et sur les compteurs intelligents, et pour finir l'industrie en mettant en place des objectifs, réglementations, incitations et outils (audits énergétiques, systèmes de gestion numérique, financement).

L'unité de mesure privilégiée pour suivre l'évolution de l'efficacité énergétique est l'intensité énergétique, définie comme la consommation d'énergie par unité de PIB. L'intensité énergétique est toutefois sensible à d'autres facteurs, notamment les changements structurels de l'économie, les taux de change ou à des aléas tels que la pandémie de Covid. Pour mieux isoler l'efficacité énergétique il est courant de raisonner à monnaie constante et à parité de pouvoir d'achat.

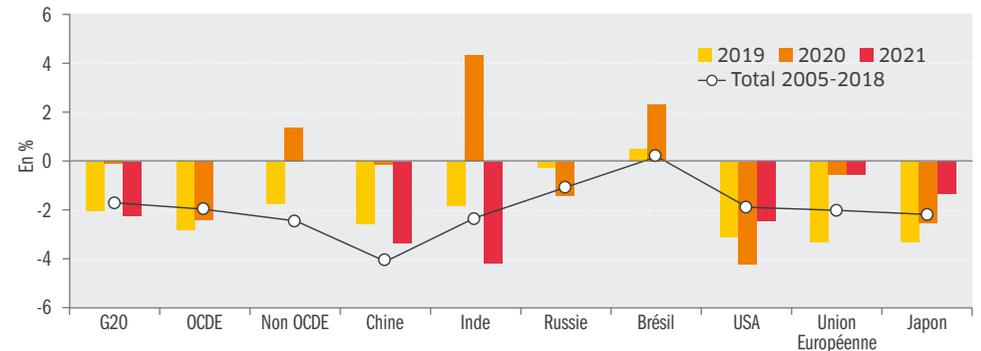
L'efficacité énergétique a évolué à l'échelle mondiale ces deux dernières décennies au point d'être déjà la principale composante des services énergétiques et une des « premières ressources énergétiques » dans de nombreux pays. Elle a permis sur cette période de réduire les consommations d'énergie d'environ 20% dans l'ensemble des grandes économies (membres de l'AIE, Argentine, Brésil, Indonésie, Russie, Afrique du Sud), soit -12% de la demande finale et 12% d'émissions de GES évitées.

Ceci représente un rythme annuel moyen de réduction de l'intensité de près de -2%, rythme qui s'est affaibli ces dernières années (-1,5% en 2018, -1,6% en 2019) ; la dégradation observée en 2020 (-0,8%) ne peut être en revanche considérée comme significative, la récession économique ne permettant pas de mesurer correctement l'usage de l'énergie.

PROJECTION DE L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE - MONDE



TENDANCES POUR L'INTENSITÉ ÉNERGÉTIQUE (%/AN) DANS LES PAYS DU G20



NB : Intensité énergétique : nombre de tonnes équivalent pétrole pour 1 000 \$ de PIB à Parité de Pouvoir d'Achat.

Source : Enerdata



Efficacité énergétique

La tendance mondiale pour la décennie en cours ne laisse pas envisager de recul plus prononcé de l'intensité énergétique qui restera proche de -2% par an (scénario STEPS), cadence qu'il faudrait pratiquement doubler (à -3,7%) pour s'inscrire sur une trajectoire de neutralité carbone (scénario NZE), alors que les engagements actuels des États ne permettront, s'ils sont mis en œuvre, qu'une très légère amélioration (-2,1%). Ce panorama mondial occulte toutefois de fortes disparités entre zones car si les efforts en cours dans les pays développés permettront de réduire la hausse des consommations énergétiques des deux tiers, cette contribution tombe à un quart dans les pays en développement.

L'amélioration de l'efficacité repose en grande partie sur les investissements, hors ceux-ci restent assez faibles (proches de 300 Mds \$ en 2021) au regard de ce que requiert la transition énergétique : selon l'AIE, il faudrait que leur montant annuel double d'ici 2030 (à 577 Mds \$ / an) et approche les 900 Mds \$ en 2050 (scénario SDS) ; dans ce scénario l'efficacité énergétique est le principal facteur de réduction des émissions en raison de son ratio efficacité/coût. La progression récente des investissements d'efficacité énergétique dans le bâtiment en Europe (de 70 Mds \$ en 2019 à 100 Mds \$ en 2021) démontre l'importance des politiques de soutien (30 Mds \$ en Allemagne, 7 Mds \$ en France, « Superbonus » de 110% des dépenses de rénovation en Italie...). Les États-Unis et la Chine ont aussi obtenu des résultats dans ce domaine.

De forts potentiels en matière d'efficacité énergétique demeurent en fait inexploités.

Les efforts à fournir concernent notamment les bâtiments et les transports.

Le bâtiment constitue le secteur clé en matière d'efficacité énergétique avec un tiers de la demande finale, dont 80% pour le chauffage. Les gains en efficacité se situent au niveau de la performance énergétique des bâtiments et des équipements, et sont à réaliser en priorité via la rénovation des bâtiments existants. Les efforts en matière de rénovation sont de taille : actuellement seulement 1% du parc immobilier est rénové chaque année alors qu'il faut un taux de 4% pour réduire les consommations de chauffage. La mise en œuvre de l'ensemble des moyens permettrait de réduire de 40% la consommation par mètre carré des bâtiments.

Les transports représentent également une source très importante d'économie d'énergie (ils comptent pour 25% de la demande finale d'énergie et près de 40% des émissions mondiales de CO₂). L'AIE estime que leur consommation unitaire (par km) pourrait être réduite de 30% en améliorant l'efficacité des moteurs à combustion, en développant l'hybridation, en réduisant la taille des véhicules ou la friction des pneus, et en électrifiant le parc de véhicules, cette technologie étant beaucoup plus efficace.

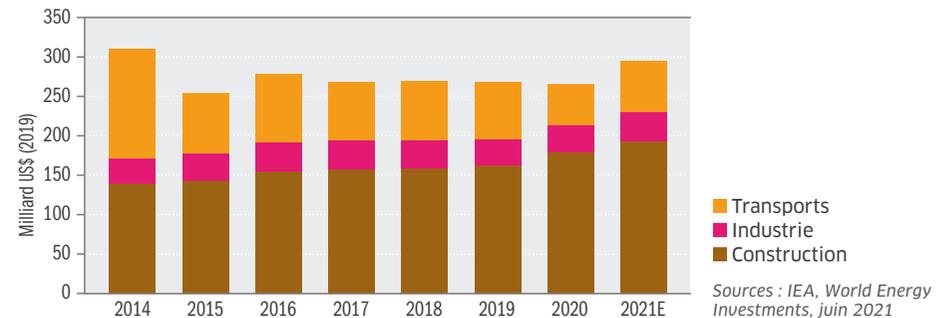
Dans l'Union européenne les politiques en matière d'efficacité énergétique s'accroissent.

L'UE, où les bâtiments représentent près de 40% de la consommation finale d'énergie et 30% des émissions de CO₂, a d'abord approuvé en novembre 2018, dans le cadre du *Clean Energy Package*, un engagement non contraignant visant à accroître l'efficacité énergétique de 32,5% d'ici 2030. La Directive Performance énergétique des bâtiments avait simultanément été révisée afin d'introduire des objectifs de rénovation thermique ambitieux qui parviennent à un parc immobilier décarboné d'ici 2050 (*Near-zero energy building*) ; des investissements importants dans les nouvelles technologies, comme les *smartgrids*, accompagnent ce programme.

L'adoption en avril 2021 du *Green Deal* européen vient renforcer les objectifs d'efficacité énergétique qui passent à 36-39% d'ici 2030 pour la consommation d'énergie primaire et finale : il s'agit d'« au moins doubler » le taux moyen de rénovation énergétique des bâtiments, actuellement entre 0,4 % et 1,2 % selon les États ; ceci représente 35 millions de bâtiments rénovés et la création de 160 000 emplois d'ici 2030 et un financement prévu de 175 Mds € d'ici 2027.

Le plan de relance européen consacre de son côté 57 Mds € à l'efficacité énergétique, attribués pour 40% à la rénovation des bâtiments, 30% aux voitures électriques, 20% aux infrastructures urbaines et moins de 1% à l'industrie.

INVESTISSEMENTS TOTAUX EN EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE PAR SECTEUR





Sobriété énergétique

Confinée jusqu'à présent à des initiatives locales, la sobriété sort du bois et s'invite dans les scénarios de neutralité carbone

Longtemps sous-estimée, la sobriété énergétique apparaît aujourd'hui comme un levier incontournable de la lutte contre le réchauffement climatique. Visant à réduire la consommation d'énergie par des changements de comportement, de mode de vie et d'organisation collective, elle s'inscrit dans la continuité du rapport Brundtland (1987)*, mettant en évidence la nécessité de trouver un compromis entre les besoins matériels et sociaux des individus et les limites environnementales de notre écosystème. En se basant davantage sur des évolutions sociétales que sur des progrès techniques, la sobriété énergétique est indépendante des capacités de financements et de la disponibilité des ressources, et offre donc une réduction certaine et effective des émissions. Par ailleurs, elle doit être complémentaire à l'efficacité énergétique, pour éviter un potentiel effet rebond suite à l'amélioration de cette dernière.

Une société engagée dans la sobriété énergétique modifie ses normes sociales, ses besoins individuels et ses imaginaires collectifs au profit d'une réduction volontaire et organisée des consommations d'énergie. Parallèlement, cette démarche collective permet de limiter les externalités négatives des modes de consommation et de production (pollutions, bruit, problèmes de santé, etc.) et participe en ce sens à une amélioration générale de la qualité de vie des populations. Elle se traduit par des mesures telles que la limitation de la température ambiante dans les logements, la réduction du nombre d'appareils électroniques, la promotion du vélo ou encore la généralisation du télétravail, dans une logique de « faire moins pour utiliser moins » (voir tableau ci-après). Face à l'urgence climatique, des mesures plus radicales sont prônées, notamment par les jeunes, comme le mouvement de boycott *flygskam* en suédois (« honte de l'avion »).

Jusqu'à présent, les stratégies de sobriété énergétique s'articulent principalement autour de mesures d'incitation aux pratiques économes en énergie, pour la plupart du temps au niveau local. Leur efficacité individuelle a pu être mesurée et les exemples sont nombreux : le consortium ENERGISE** a pu répertorier 1 067 initiatives de mode de consommation durable dans l'UE, couvrant une grande diversité de projets locaux. On peut citer pour illustration le programme « Familles à énergie positive » en France qui, en sensibilisant 30 000 foyers aux économies d'énergie, a permis une réduction de 12% en moyenne au sein du panel, ou bien « La société à 2 000 watts*** » à Zurich qui a permis de réduire sur dix ans la consommation d'énergie primaire de 5 000 à 4 200 watts par habitant et par an.

Dans le secteur privé, un des axes de la sobriété est l'économie de partage. Aux États-Unis l'autopartage aurait globalement permis de réduire de 5% la consommation d'essence des ménages grâce aux déplacements évités et aux économies en infrastructure de stationnement.

TYPLOGIE DES MESURES DE SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

	SOBRIÉTÉ INDIVIDUELLE	SOBRIÉTÉ COLLECTIVE
Sobriété d'utilisation	 SOBRIÉTÉ D'USAGE Limitation du niveau et de la durée des équipements. ○ Ex : réduction de la vitesse sur les routes, réparation, éco-conception...	 SOBRIÉTÉ COLLABORATIVE Mise en place d'organisations collectives et mutualisation des biens. ○ Ex : covoiturage, cohabitation, transports en commun...
Sobriété de conception	 SOBRIÉTÉ DIMENSIONNELLE Adaptation du dimensionnement des équipements aux besoins. ○ Ex : température ambiante, taille de la voiture, régime alimentaire réduit...	 SOBRIÉTÉ ORGANISATIONNELLE Organisation collective d'incitations spatiales et temporelles. ○ Ex : aménagement urbain, économie circulaire, circuits courts...

Source : NegaWat

* Le rapport Brundtland est le nom communément donné à la publication officiellement intitulée *Notre avenir à tous (Our Common Future)*, rédigée en 1987 par la Commission mondiale sur l'environnement et le développement de l'Organisation des Nations unies. Utilisé comme base au Sommet de la Terre de 1992, ce rapport emploie pour la première fois l'expression de « *sustainable development* », traduit en français par « développement durable ».

** Energise : Réseau de recherche, bonnes pratiques et innovation pour l'énergie durable.

*** Le concept de société à 2 000 watts vise à réduire la consommation d'énergie primaire correspondant à une puissance moyenne continue de 2 000 watts par personne pendant une année et à des émissions de GES de 1 tonne CO₂ équivalent par personne et par an ; la consommation d'énergie primaire et les émissions de GES sont calculées à partir de la consommation d'énergie finale en appliquant des facteurs d'énergie primaire ou des coefficients d'émission de GES.



Sobriété énergétique

Pour autant, la sobriété énergétique ne connaît pas à l'heure actuelle de déploiement à grande échelle, et demeure dans l'angle mort de la plupart des politiques et scénarios énergétiques, principalement en raison de l'image contraignante qu'elle continue de véhiculer.

Sur le plan politique et économique, la philosophie qu'elle incarne est largement perçue comme incompatible avec le modèle de croissance qui continue de guider l'action des décideurs publics, malgré quelques timides remises en question. Au niveau individuel, le message de tempérance énergétique qu'elle promeut entre en contradiction avec la perception du confort et des normes sociales dominantes, encore majoritairement fondées sur l'abondance matérielle et le consumérisme. D'une manière plus générale, elle pose la question de la juste répartition des efforts en matière de sobriété, alors que de nombreux foyers restent menacés par la précarité énergétique.

La pandémie de Covid a bousculé les lignes, non seulement en imposant des comportements « sobres », à travers les mesures de confinement et de prévention, mais aussi en mettant en évidence la fragilité des écosystèmes et des modes d'approvisionnement. Parmi les changements majeurs que la crise a déclenché dans des délais très courts, certains perdureront :

- Accélération du télétravail et de la digitalisation d'une partie des salariés ; il est estimé qu'un tiers de la main-d'œuvre mondiale conservera en permanence des pratiques de travail à distance à temps partiel (source : Global Workplace Analytics, 2020).
- Ralentissement du trafic aérien ; le secteur de l'aviation prévoit un changement permanent dans la nature des voyages, le voyage d'affaires sera réduit de manière durable (source : Sorensen, 2020 ; Boone et al., 2020).
- D'autres attitudes pourraient être durablement modifiées, comme les rythmes de consommation et les attitudes de précaution (épargne), le besoin de sécurité sanitaire et alimentaire, le recul de la concentration, les relocalisations industrielles, l'économie locale et circulaire, la réduction de la mobilité.

Les dernières enquêtes* menées auprès de la population française montrent bien une évolution en faveur de la sobriété : pour 57% des français consommer moins est facteur d'économies (contre 27% en 2017), le caractère local des produits est une motivation pour 76% des consommateurs, au niveau alimentaire ressort le désir de mieux consommer, en particulier du bio et des légumineuses, l'acquisition d'objets d'occasion progresse, l'usage d'un bien est plus important que sa possession pour 76% d'entre eux (65% en 2010), ne plus prendre l'avion

pour ses loisirs gagne du terrain (43 % des sondés le font déjà, chiffre en hausse de 7 points depuis 2018). Les valeurs matérialistes semblent reculer au profit de la réalisation de soi et de nouvelles formes de vivre ensemble ; des démarches pionnières de sobriété émergent à l'échelle individuelle et de petits collectifs, et prennent de leur essor au niveau territorial. Pour autant une grande partie de la population ne prendra pas ce chemin ; la frugalité reste choisie par les catégories plutôt aisées tandis qu'elle est subie par les moins favorisés, et une majorité de français reste attachée à la consommation. Comme dans de nombreux domaines, la crise de Covid-19 aura amplifié la fracture entre les différentes parties de la population autour de la sobriété.

La sobriété devient également plus explicite dans les objectifs de décarbonation totale.

Jusqu'à présent les mesures de sobriété énergétique étaient très peu évaluées dans les trajectoires de long terme, à part dans le scénario « négaWatt 2050 » qui estime qu'elle peut permettre de réduire de 28% la demande énergétique à l'horizon 2050 (sur une réduction totale de 50%, l'autre part de 22% provenant de l'efficacité énergétique - étude au périmètre France). Par contre dans les scénarios 2°C de l'AIE (SDS), Greenpeace (Energy [R]) ou BP (Rapid Transition), si figurent bien plusieurs mesures de sobriété, notamment l'économie circulaire et les transferts modaux, cette notion n'est pas identifiée en tant que telle et il n'est pas proposé de vision volontariste et globale de la sobriété énergétique.

La hausse des ambitions climatiques a changé la donne comme le démontre le scénario Net-Zero de l'AIE publié en avril 2021.

La participation active des citoyens y est une composante indispensable à la réalisation de l'objectif de neutralité carbone en 2050. Les changements de comportements peuvent permettre de réduire la demande énergétique mondiale de 10%, et de 10% également les émissions cumulées d'ici 2050, le secteur des transports étant le plus sensible. Les trois domaines d'économie privilégiés sont : les consommations d'énergie excessives ou gaspilleuses, les changements de mode de transport, les gains d'efficacité des matériaux. Sans changement de comportement, la part des technologies à faibles émissions dans les usages finaux devrait être beaucoup plus importante dès 2030 pour atteindre le même niveau d'émissions.

Sur les 35 Gt de réduction de CO₂ d'ici 2050, 8% reposent entièrement sur des gains d'efficacité comportementale et matérielle (ex : moins prendre l'avion) et 55% sur un mix technologie bas carbone et engagements citoyens (ex : achat de véhicule électrique, installation de chaudière solaire).

* CREDOC « Consommation et modes de vie » de Février 2021 ; GreenFlex/ADEME « Baromètre de la consommation responsable », avril 2021 ; Obsoco/ADEME, « Les perspectives utopiques des Français au temps du Covid-19 », juin 2021



Finance durable

Le thème de la durabilité suscite de l'intérêt sur les marchés financiers

La finance durable cherche à concilier efficacité de l'économie, protection des clients et intérêt général, en intégrant des critères sociaux, sociétaux et environnementaux.

Plus particulièrement, la finance verte regroupe l'ensemble des opérations financières visant à soutenir le développement durable, notamment la lutte contre le réchauffement climatique. Elle englobe également les initiatives des autorités de régulation et de supervision du secteur financier qui contribuent à ces objectifs. Il s'agit d'un levier fondamental de la transition écologique, Emmanuel Macron a notamment présenté la finance comme le « nerf de la guerre » au Sommet sur le climat en avril 2021.

Les principaux outils de la finance durable sont des modes de financement par la dette, des obligations ou des prêts qui encouragent les progrès environnementaux ou sociaux (*sustainable debt*).

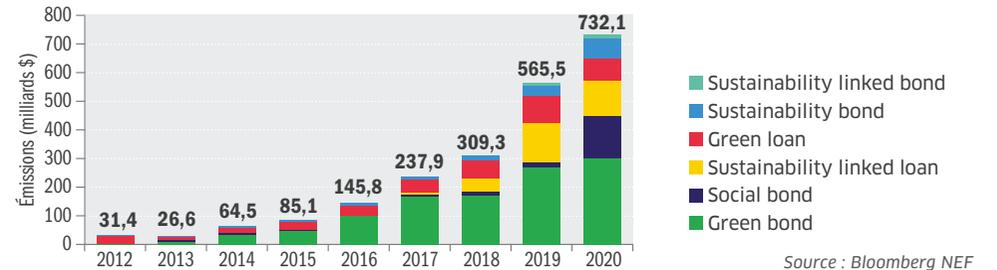
Il en existe deux catégories. Dans la première, l'émetteur ou l'emprunteur s'engage à affecter les fonds au financement ou au refinancement de projets environnementaux et/ou sociaux. Cette catégorie comprend les *green bonds* (46% du marché du financement durable ou *sustainable debt market*), les *green loans* (17%), les *social bonds* (11%) et les *sustainability bonds* (8%), qui concernent les projets qui sont à la fois environnementaux et sociaux. Dans la seconde catégorie, l'utilisation de fonds n'est pas contrainte, c'est la performance de l'émetteur ou de l'emprunteur par rapport à des indicateurs de développement durable qui est suivie. Cette catégorie comprend les *sustainability-linked loans* (17% du marché du financement durable), et les *sustainability-linked bonds* (2%). De plus, le marché voit émerger des *transition bonds*, des obligations difficiles à catégoriser comme « vertes » mais jouant un rôle dans la transition écologique car conçues pour aider les industries polluantes « émettrices »* à financer leur passage à des modes de fonctionnement plus propres.

Malgré la pandémie de Covid-19, le marché du financement durable a atteint un nouveau record d'émissions en 2020 de 732 Mds\$, soit une augmentation de 29% par rapport à 2019.

Cette progression est moins importante que celle observée entre 2018 et 2019 de 83%, mais permet de dépasser le seuil de 2 000 Mds\$ d'émissions cumulées sur le marché, pour atteindre 2 300 Mds\$ fin 2020. L'émission de *sustainability bonds* et de *green bonds* a augmenté respectivement de 74% et de 13%, permettant de dépasser 1 000 Mds\$ d'émissions cumulées pour ces derniers. L'émission de *social bonds* a augmenté spectaculairement de 720% ; cet instrument a été utilisé pour maintenir et relancer l'économie suite à la pandémie, notamment par l'UE, l'Unédic et la Banque africaine de développement. Les

volumes de *sustainability-linked loans* et de *green loans* ont chuté de 15%, mais cela reste modéré face aux difficultés économiques engendrées par la crise. Avec une telle dynamique, Bloomberg envisage que la taille du marché dépasse 3 000 Mds\$ en 2021.

ÉMISSIONS ANNUELLES SUR LE MARCHÉ MONDIAL DES FINANCEMENTS DURABLES



La croissance du financement durable s'inscrit plus largement dans un intérêt grandissant pour l'investissement se référant à des critères ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance).

Ainsi les flux vers les fonds ESG ont fortement augmenté au cours des deux dernières années ; Bloomberg estime que d'ici 2025, les actifs ESG pourraient représenter le tiers des actifs mondiaux sous gestion, soit 53 000 Mds\$. Les engagements de nombreuses entreprises à atteindre la neutralité carbone à horizon 2050 (2045 pour ENGIE pour les Scopes 1, 2 et 3) renforcent encore ce mouvement. Enfin, les investisseurs sont de plus en plus conscients des risques associés au changement climatique** et de ses effets négatifs sur leurs investissements, les rendant plus exigeants envers les entreprises et les émetteurs d'obligations en matière de divulgation des informations ESG. De nombreux indices boursiers ont été créés pour identifier et suivre les performances de ces entreprises « durables ».

* Entendu ici comme émetteur de titres financiers (et non émetteur de CO₂)

** La Task-Force on Climate-Related Financial Disclosures définit les risques climats selon deux catégories : les risques physiques, c'est-à-dire les risques résultant des dommages directement causés par les phénomènes météorologiques et climatiques ; et les risques de transition, c'est-à-dire les risques résultant des effets de la mise en place d'un modèle économique bas-carbone.



Finance durable

La réglementation de la finance durable et ses limites

Le développement de la finance durable a été encouragé par la création de normes et leur harmonisation à l'échelle internationale. Leur diffusion est assurée par l'*International Capital Market Association*, gardienne du temple des principes et lignes directrices en matière d'émissions durables, qu'elle vient d'ailleurs de mettre à jour afin d'en accroître la transparence et en renforcer la fiabilité (en particulier sur l'utilisation des fonds levés et la diffusion d'information). Les états se mobilisent également pour réguler la finance durable, en particulier au Royaume-Uni, à Hong-Kong et au sein de l'UE.

Les risques climatiques pourraient avoir un effet non négligeable sur la stabilité financière et sur la stabilité des prix, ainsi que des répercussions sur la valeur et le profil de risque des actifs détenus au bilan des banques centrales. La BCE a donc proposé début juillet 2021 un plan d'action pour la période 2021-2024 visant à inscrire le changement climatique dans sa stratégie de politique monétaire. Il consiste à prendre en compte les questions climatiques dans les analyses macro-économiques, la conduite de la politique monétaire, l'évaluations des risques ou bien la mise en place de dispositifs de garanties et d'achats de titres.

Malgré les efforts de clarification et de normalisation, l'aptitude de la finance durable à favoriser la transition écologique reste précaire.

Certains critères de la finance manquent de clarté ou semblent ne pas être en lien particulier avec des projets durables ; c'est le cas des *transition bonds*, ce qui peut tenter certains acteurs de faire du *greenwashing*. Pour exemple, grâce aux *sustainability-linked bonds* qui ne financent pas directement des projets durables mais sont liés à des indicateurs de performance auto-évalués, Total a pu s'engager en janvier 2021 à émettre sa dette uniquement sous forme de *sustainability-linked bonds*, alors que l'entreprise continue de financer des projets d'exploration pour les énergies fossiles.

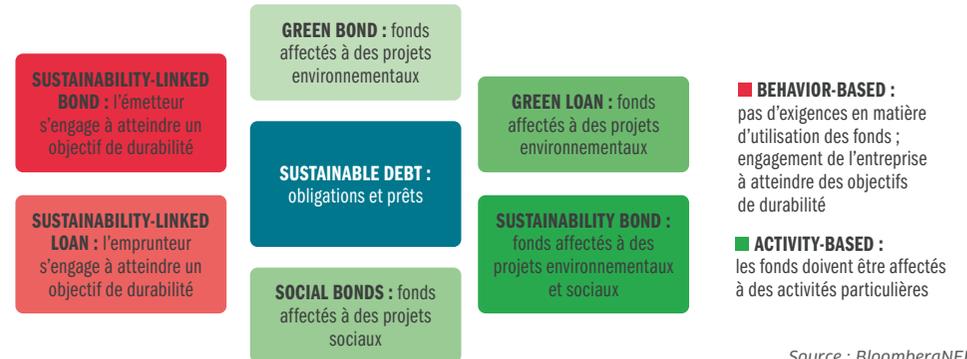
Les banques financent encore massivement les énergies fossiles. Le rapport *Banking on Climate Chaos 2021* (rapport annuel rédigé par 6 ONG) a révélé que les 60 plus grandes banques du monde ont accordé 3 800 Mds\$ aux entreprises actives dans les secteurs du pétrole, du gaz et du charbon depuis l'Accord de Paris, les banques françaises étant à la 4^e place mondiale et à la 1^{re} en Europe. Cela représente plus que la taille du marché de la finance durable (environ 3 000 Mds\$).

Ce constat plaide pour une régulation plus contraignante afin de favoriser les rendements du « vert » au détriment du « brun ». Pour certains analystes* les limites de la finance verte viennent du fonctionnement intrinsèque du système financier qui est inadapté à favoriser la transition vers une économie bas carbone. Si le rôle fondamental de la finance comme levier pour limiter le changement climatique est indiscutable, ils insistent sur le fait qu'elle n'est pas capable de traiter le problème par elle-même, et qu'une régulation plus contraignante est nécessaire.

Pour changer l'allocation des liquidités en faveur de la transition, il faudrait modifier le couple rendement-risque du « vert » relativement à celui du « brun » ; il s'agit donc d'influencer le prix de marché pour que les acteurs soient incités à se tourner vers les titres verts. Pour cela il existe trois possibilités : augmenter le rendement du vert via une subvention, dégrader le rendement du brun via une taxe, ou baisser le risque du vert grâce à des garanties d'état. Les ONG les Amis de la Terre et Oxfam France proposent quant à elles d'inscrire une obligation légale pour les grandes entreprises de se conformer à une trajectoire contraignante de réduction de leur empreinte carbone et de sortie de leurs activités polluantes, sous peine de sanction financière.

* « L'illusion de la Finance verte », Mai 2021, Alain Grandjean et Julien Lefournier, Éditions de l'Atelier.

LES DIFFÉRENTES CATÉGORIES DE DETTE DURABLE



Source : BloombergNEF



Captage, valorisation et stockage du CO₂ ou CCUS*

Pressé par les engagements de neutralité carbone, et grâce au soutien de certains pays, le CCUS connaît en 2021 un net regain d'intérêt avec le lancement de nombreux projets

Le captage et stockage de CO₂ voit depuis le début 2021 une multiplication des projets motivés par la pression environnementale croissante, la baisse des coûts, des intérêts commerciaux plus marqués et l'engagement financier de certains États. Fin septembre 2021 les projets de CCUS atteignaient au niveau mondial une capacité totale de 111 millions de tonnes par an (Mtpa), soit une hausse de 52% par rapport à fin 2020 (73 Mtpa) selon le Global CCS Institute.

C'est en Amérique du Nord que les projets sont les plus nombreux en raison de crédits d'impôt pour le CCS ; plus de 40 projets ont été annoncés cette année, dont l'énorme concept d'Exxon Mobile, le *Houston Ship Channel*. En Europe, stimulés par des objectifs d'émissions plus stricts et des prix du carbone élevés, 35 projets sont en cours de développement, dont 17 présentés cette année au Royaume-Uni, en Norvège, Belgique et aux Pays-Bas. Dans la région Asie-Pacifique, des projets en Indonésie et en Malaisie liés aux développements gaziers ont été récemment approuvés.

S'ils étaient construits, ces projets porteraient les capacités CCS, actuellement de 44 Mtpa, à près de 190 Mtpa en 2030. Cette croissance, sous-tendue par les attentes croissantes de décarbonation de la part des entreprises et des États, repose aussi sur une diminution des coûts (voir fourchette de coûts slide suivante) et sur des intérêts commerciaux plus forts.

Le CCS, considéré au début des années 2000 comme une technologie clé pour décarboner, en particulier pour les centrales électriques au charbon, n'aura pas connu le développement envisagé. Les projets commerciaux à grande échelle demeurent peu répandus en raison notamment du manque de réglementation et d'incitations, de la concurrence aigüe des technologies alternatives, de l'adhésion mitigée du public et du prix trop bas du carbone. En outre de grandes questions restent à régler, comme la fiabilité à long terme du stockage souterrain. Il a fallu attendre 2017 pour voir se développer des projets et à ce jour on compte 63 installations commerciales de CCUS dans le monde (26 en exploitation, 3 en construction, 13 en développement en FEED, 21 en développement initial).

Les acteurs majeurs du déploiement de la technologie CCS sont essentiellement les compagnies pétrolières et gazières, les acteurs des gaz industriels et les opérateurs d'infrastructures de transport de gaz, qui préparent leur diversification. Les premiers clients intéressés sont les grands industriels des secteurs lourdement émetteurs de CO₂, tels que la sidérurgie, la cimenterie ou la production d'hydrogène, pour réduire leur empreinte carbone, ainsi que les producteurs thermiques d'électricité.

En ce qui concerne l'utilisation du carbone, elle est en grande partie guidée par les besoins de l'industrie pétrolière en tant que « gaz coussin », ou « Récupération Assistée de Pétrole » (RAP)** (22 des 26 installations en exploitation).

Mais de nouvelles opportunités d'utilisation du CO₂ émergent. En tant que matière première, il peut par exemple entrer dans la fabrication de produits bas-carbone, comme les carburants synthétiques décarbonés – en étant combiné à de l'hydrogène renouvelable (e-méthane, e-kérosène, e-méthanol, autres e-fuels), ou entrer dans la fabrication de matériaux de construction, ou encore dans certaines applications de chimie industrielle.

Sous réserve de l'adaptation du cadre réglementaire, ceci permettrait de décarboner des secteurs impossible à électrifier tout en développant une économie circulaire du CO₂, par réutilisation dans un premier temps du CO₂ qui aurait été émis dans l'atmosphère, puis à plus long terme du CO₂ biogénique, voire du CO₂ directement prélevé dans l'environnement, résultant en un cycle neutre en CO₂. Les secteurs du transport aérien et du transport maritime, soumis à des obligations de décarbonisation et d'incorporation de carburants décarbonés, seraient demandeurs de ces produits.

*CCUS : Carbon Capture, Utilisation and Storage.

** La Récupération Assistée de Pétrole ou RAP (en anglais, Enhanced Oil Recovery, ou EOR) est une technique permettant d'accroître la quantité de pétrole extraite des gisements d'hydrocarbures par injection de CO₂ et d'eau.



Captage, valorisation et stockage du CO₂ ou CCUS

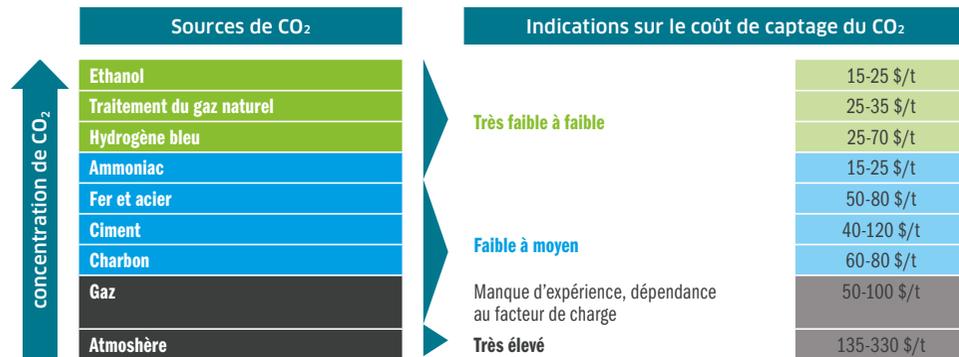
Avec près de 190 MtCO₂/an, les quantités de CCUS augmentent mais restent modestes à l'horizon 2030 par rapport au volume de CO₂ émis dans l'atmosphère

L'avenir du CCUS reste conditionné aux volontés politiques et à l'acceptation sociétale. Les installations de CCUS actuellement en service peuvent capter et stocker de manière permanente 40 MtCO₂/an (28 MtCO₂/an en 2015), soit 0,1 % des émissions mondiales annuelles dues aux combustibles fossiles. Un volume minime qui fait dire à ses détracteurs que le CCUS est une perte d'argent qui encourage le prolongement des énergies fossiles polluantes, en particulier le charbon.

Pourtant de nombreux organismes, dont l'Agence internationale de l'énergie, considèrent le CCUS comme essentiel pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050. La prochaine COP26 devrait se pencher sur la rentabilisation des projets de CCUS et la mise en place par les gouvernements de cadres réglementaires qui le reconnaissent et le valorisent, comme d'autres moyens de réduction des émissions.

Pour se placer sur la trajectoire des Accords de Paris, les capacités de CCUS doivent augmenter de 350 Mt chaque année d'ici 2030, et atteindre 5 Gt en 2050 selon l'AIE (scénario SDS). Plus ambitieux, le scénario « Net Zero » de l'AIE aura lui besoin d'avoir capté 20% des émissions actuelles, soit 7,6 Gt, en 2050 pour atteindre la neutralité carbone ; cela implique que la moitié des combustibles fossiles soient traités dans des usines équipées de CCUS à cet horizon. Parmi les sensibilités quantifiées par l'AIE, ne pas développer de CCUS est de loin la plus coûteuse.

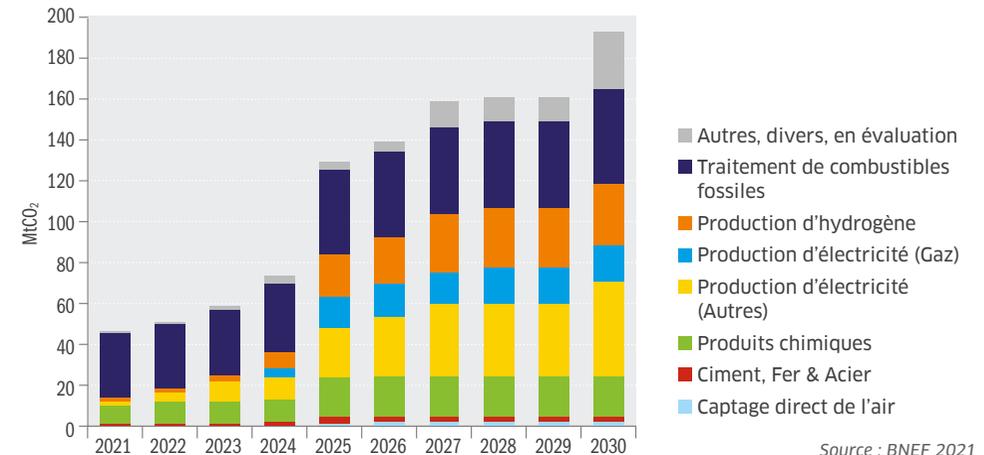
ESTIMATION DES COÛTS DU CAPTAGE DU CO₂



Source : ENGIE Impact 2021

De fortes incertitudes pour les sources à faible concentration compte tenu du peu d'installations en opération.

CAPACITÉS MONDIALES DE CAPTAGE ANNONCÉES PAR SOURCE D'ÉMISSION



Source : BNEF 2021

Dans un futur proche, la croissance du CCUS est portée par la production d'électricité et la production d'hydrogène. En 2030, les projets annoncés de centrales électriques au gaz représentent 18 Mt de CO₂ capté.

Électricité et EnR électriques



CAPACITÉS

Alors que les capacités renouvelables connaissent un développement rapide dans les économies avancées, leur financement dans les pays émergents reste un défi majeur

PRODUCTION

Pour faire face à l'explosion de la demande électrique les centrales charbon tournent à plein régime

Électricité et transition énergétique	64
Capacités de production	69
Consommation	74
Production	76
Prix	81



Électricité et transition énergétique

La décarbonation du secteur électrique est le premier levier sur lequel il faut agir vite pour combler l'écart avec les objectifs climatiques

Fer de lance de la transition énergétique, le secteur électrique connaît un développement rapide des renouvelables et une électrification croissante des usages.

Appuyé par une meilleure compétitivité, le renforcement des politiques et une influence tangible des critères environnementaux, le déploiement des ENR enregistre de réels progrès, que la crise liée au Covid n'a pas entachés. Pourtant la transformation de la production électrique demeure un défi majeur. En effet, si l'électricité ne pèse que 20% de la demande finale, elle génère par contre 45% des émissions de CO₂ totales liées à la combustion d'énergie, du charbon notamment. Des efforts gigantesques restent à fournir pour atteindre les niveaux fixés par le scénario de neutralité carbone de l'AIE (NZE).

Une accélération de la décarbonation est impérative. Malgré le doublement de la production renouvelable au cours des 20 dernières années, la part des technologies bas carbone n'a finalement pas évolué au niveau mondial, restant à 36% du mix électrique. Or, la neutralité carbone suppose que les technologies propres, ENR pour l'essentiel, répondent à la quasi-totalité de la demande électrique, qui, dans ce contexte, augmente de surcroît de 3% par an.

Autre signe de la lenteur des progrès, la faible amélioration de l'intensité carbone*. Hormis l'épisode exceptionnel de 2020 (-3%) rendu possible par la baisse de la demande et un moindre recours au thermique, elle fléchit doucement de -1% en tendance, alors que l'urgence climatique réclame un recul annuel de 6% d'ici 2030. En cause, la résistance du charbon qui conserve une part de 35% dans la production électrique.

* Intensité carbone de l'électricité : 435gr CO₂/kWh en 2020.

La décennie en cours est déterminante pour le secteur électrique, qui doit tout à la fois sortir du charbon (80% du charbon est utilisé pour produire de l'électricité), doubler ses capacités de production en raison de l'électrification croissante, et réduire ses émissions de 8% par an d'ici 2030.

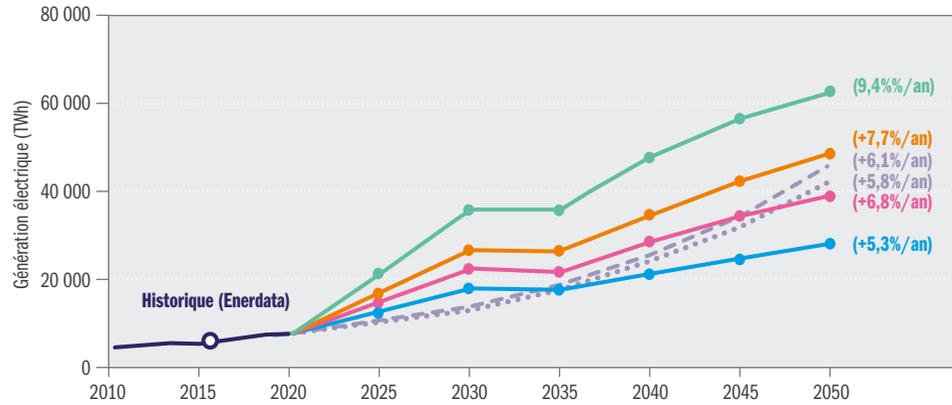
La pénétration croissante des renouvelables, couplée à l'électrification des usages, soulève en outre de nombreuses questions sur la robustesse et la sécurité du système électrique.

L'intermittence de la production renouvelable (en particulier solaire et éolienne) rend la problématique de l'équilibre électrique cruciale et place l'enjeu de la flexibilité au cœur des préoccupations. L'année 2021 est à cet égard symptomatique avec des pannes majeures d'électricité dans plusieurs régions (Texas, Japon, Chine) en raison d'épisodes de froid extrême, de chaleur ou de sécheresse, phénomènes qui s'aggraveront avec le réchauffement climatique. Le déploiement à grande échelle des technologies renouvelables continue par ailleurs d'alimenter plusieurs débats ; parmi eux, la controverse autour de l'extraction des métaux rares pour la fabrication des panneaux photovoltaïques ou des batteries, les réticences des populations à voir s'implanter des parcs éoliens ou le problème des émanations de méthane de certains barrages hydrauliques.



Électricité et transition énergétique

PROJECTIONS DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE MONDE

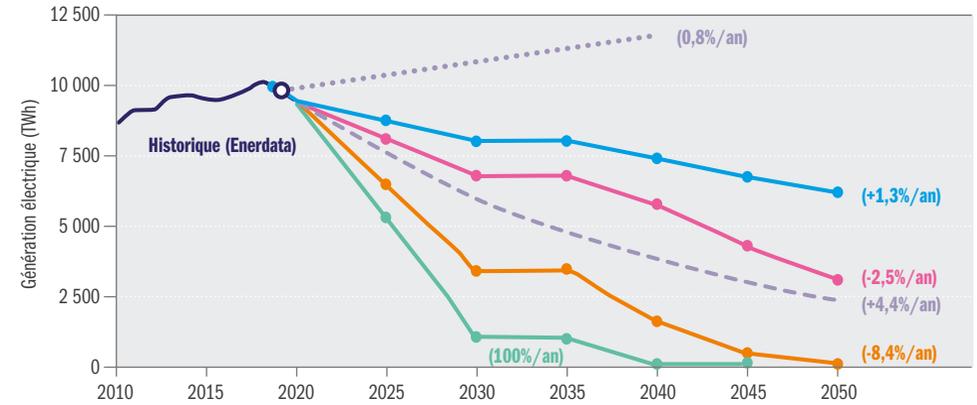


⚡ Transition amorcée mais dynamique insuffisante

- AIE NET ZERO (+9,4%/an)
- AIE SDS (+7,7%/an)
- AIE APS (+6,8%/an)
- AIE STEPS (+5,3%/an)
- - - Prolongement années 2010-2020 (+5,8%/an)
- - - Prolongement année 2020 (+6,1%/an)
- Historique (Enerdata)

Source : AIE, World Energy Outlook 2021 ; Enerdata, Global Energy & CO₂ Data, 2021

PROJECTIONS DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ À PARTIR DE CHARBON MONDE



⚡ Transition non amorcée

- AIE STEPS (-1,3%/an)
- AIE APS (-2,5%/an)
- AIE SDS (-8,4%/an)
- AIE NET ZERO (+100%/an)
- - - Prolongement années 2010-2020 (+0,8%/an)
- - - Prolongement année 2020 (-4,4%/an)
- Historique (Enerdata)

Source : AIE, World Energy Outlook 2021 ; Enerdata, Global Energy & CO₂ Data, 2021



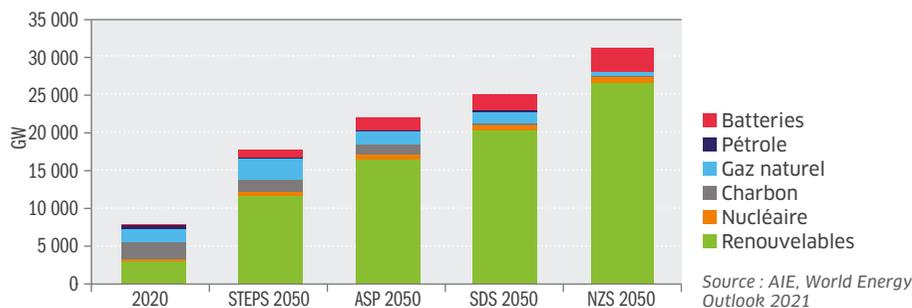
Électricité et transition énergétique : prévisions de capacités de production

PRÉVISIONS DE CAPACITÉS ÉLECTRIQUES PAR SOURCE DANS LES SCÉNARIOS STEPS ET SDS DE L'AIE

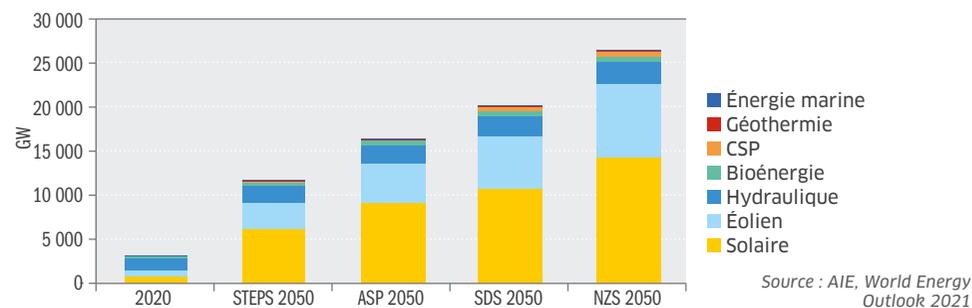
Prévisions de capacités électriques par source en GW	2020	Stated Policies Scenario				Announced pledges Scenario				Sustainable Development Scenario				Net Zero Emissions by 2050 Scenario			
		2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050
Renouvelables	2 989	5 998	11 692	66%	+4,7%	6 912	16 514	72%	+5,9%	8 017	20 304	78%	+6,6%	10 293	26 568	80%	+7,6%
Solaire	739	2 550	6 163	35%	+7,3%	3 063	9 095	40%	+8,7%	3 582	10 865	42%	+9,4%	4 956	14 458	43%	+10,4%
Éolien	737	1 603	2 995	17%	+4,8%	1 943	4 633	20%	+6,3%	2 378	5 881	23%	+7,2%	3 101	8 265	25%	+8,4%
Hydraulique	1 327	1 564	1 995	11%	+1,4%	1 584	2 050	9%	+1,5%	1 679	2 360	9%	+1,9%	1 804	2 599	8%	+2,3%
Bioénergie	163	234	347	2%	+2,5%	257	444	2%	+3,4%	281	599	2%	+4,4%	297	640	2%	+4,7%
CSP	6	17	92	1%	+9,3%	28	173	1%	+11,6%	46	424	2%	+15,0%	73	426	1%	+15,0%
Géothermie	16	27	61	0%	+4,7%	30	73	0%	+5,3%	44	124	0%	+7,2%	52	126	0%	+7,2%
Énergie marine	1	4	37	0%	+13,8%	7	46	0%	+14,5%	7	51	0%	+15,0%	11	55	0%	+15,3%
Nucléaire	415	447	525	3%	+0,8%	465	641	3%	+1,5%	475	669	3%	+1,6%	515	812	2%	+2,3%
Charbon	2 109	2 035	1 618	9%	-0,9%	1 963	1 265	6%	-1,7%	1 564	283	1%	-6,5%	1 192	158	0%	-8,3%
Gaz	1 822	2 211	2 752	15%	+1,4%	2 071	1 786	8%	-0,1%	2 023	1 548	6%	-0,5%	1 950	495	1%	-4,3%
Pétrole	430	290	185	1%	-2,8%	261	156	1%	-3,3%	256	157	1%	-3,3%	178	25	0%	-9,0%
Batteries	17	159	1 046	6%	+14,8%	302	1 613	7%	+16,4%	341	2 123	8%	+17,5%	585	3 097	9%	+19,0%
Capacités totales	7 782	11 143	17 844	100%	+2,8%	11 996	22 795	100%	+3,6%	12 728	25 996	100%	+4,1%	14 933	33 415	100%	+5,0%

Source : AIE, World Energy Outlook 2021

PRÉVISIONS DE CAPACITÉS ÉLECTRIQUES PAR SOURCE DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (EN GW)



PRÉVISIONS DE CAPACITÉS RENOUVELABLES PAR SOURCE DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (EN GW)





Électricité et transition énergétique : prévisions de capacités de production

PRÉVISIONS DE CAPACITÉS ÉLECTRIQUES PAR SOURCE DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (EN TWh)

Prévisions de production électrique en TWh	2020	Stated Policies Scenario				Announced pledges Scenario				Sustainable Development Scenario				Net Zero Emissions by 2050 Scenario			
		2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	Part en 2050	TCAM 2020-2050
Renouvelables	7 593	14 056	27 883	60%	+4,4%	15 917	38 959	71%	+5,6%	18 283	48 436	84%	+6,4%	22 817	62 333	88%	+7,3%
Solaire	833	3 492	9 667	21%	+8,5%	4 190	14 194	26%	+9,9%	4 989	17 433	30%	+10,7%	6 970	23 469	33%	+11,8%
Eolien	1 596	4 102	8 805	19%	+5,9%	5 115	14 384	26%	+7,6%	6 115	17 577	30%	+8,3%	8 008	24 785	35%	+9,6%
Hydraulique	4 347	5 087	6 739	14%	+1,5%	5 080	6 852	13%	+1,5%	5 387	7 921	14%	+2,0%	5 870	8 461	12%	+2,2%
Bioénergie	709	1 145	1 852	4%	+3,3%	1 249	2 375	4%	+4,1%	1 362	3 199	6%	+5,2%	1 407	3 279	5%	+5,2%
CSP	13	46	302	1%	+11,0%	78	589	1%	+13,5%	129	1 377	2%	+16,8%	204	1 386	2%	+16,8%
Géothermie	94	176	423	1%	+5,1%	190	449	1%	+5,3%	284	801	1%	+7,4%	330	821	1%	+7,5%
Énergie marine	1	9	95	0%	+15,0%	15	115	0%	+15,8%	16	129	0%	+16,2%	27	132	0%	+16,3%
Nucléaire	2 692	3 115	3 711	8%	+1,1%	3 282	4 449	8%	+1,7%	3 395	4 714	8%	+1,9%	3 777	5 497	8%	+2,4%
Charbon	9 467	8 733	6 189	13%	-1,4%	7 926	3 047	6%	-3,7%	5 618	42	0%	-16,5%	2 947	-	0%	-40,0%
Gaz	6 257	7 112	8 418	18%	+1,0%	6 522	5 691	10%	-0,3%	6 345	2 011	3%	-3,7%	6 222	253	0%	-10,1%
Pétrole	716	500	308	1%	-2,8%	450	291	1%	-3,0%	327	119	0%	-5,8%	189	6	0%	-14,6%
Batteries	26 762	33 575	46 703	100%	+1,9%	34 362	54 716	100%	+2,4%	34 424	57 950	100%	+2,6%	37 316	71 164	100%	+3,3%
Capacités totales	7 782	11 143	17 844	100%	+2,8%	11 996	22 795	100%	+3,6%	12 728	25 996	100%	+4,1%	14 933	33 415	100%	+5,0%

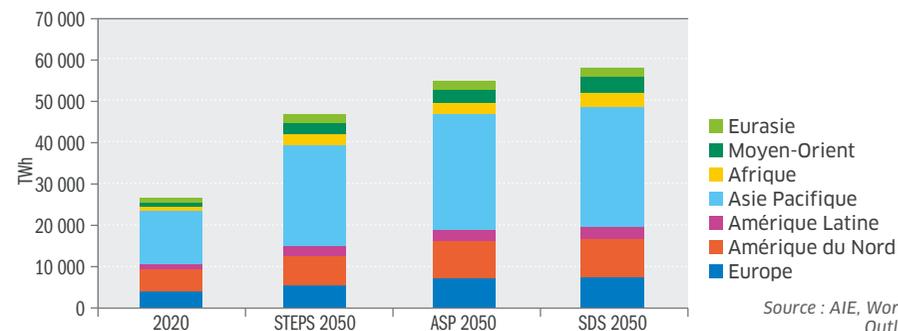
Source : AIE, World Energy Outlook 2021

PRÉVISIONS DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE PAR RÉGION DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (EN TWh)

Prévisions de production électrique en TWh	2020	Stated Policies Scenario			Announced pledges Scenario			Sustainable Development Scenario		
		2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050
Europe	3 952	4 601	5 594	1,2%	4 911	7 091	2,0%	4 926	7 267	2,1%
Amérique du Nord	5 221	5 618	6 726	0,8%	6 066	9 063	1,9%	6 048	9 155	1,9%
Amérique Latine	1 277	1 616	2 435	2,2%	1 584	2 637	2,4%	1 575	2 987	2,9%
Asie Pacifique	12 961	17 292	24 743	2,2%	17 320	28 195	2,6%	17 360	29 215	2,7%
Afrique	827	1 215	2 384	3,6%	1 239	2 542	3,8%	1 400	3 488	4,9%
Moyen-Orient	1 189	1 616	2 764	2,9%	1 625	3 130	3,3%	1 485	3 724	3,9%
Eurasie	1 335	1 617	2 057	1,5%	1 617	2 057	1,5%	1 630	2 114	1,5%
Monde	26 762	33 575	46 703	1,9%	34 362	54 716	2,4%	34 424	57 950	2,6%

Source : AIE, World Energy Outlook 2021

PRÉVISIONS DE PRODUCTION ÉLECTRIQUE PAR RÉGION DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (EN TWh)

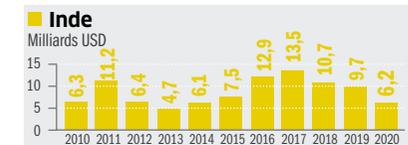
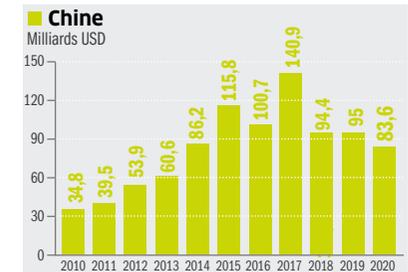
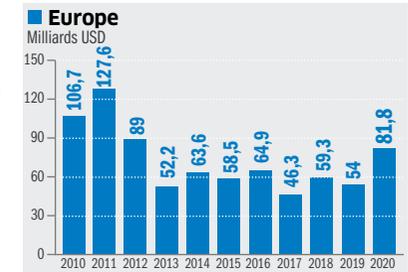
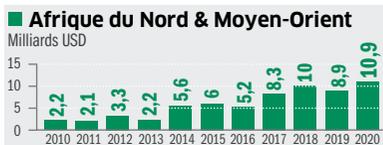
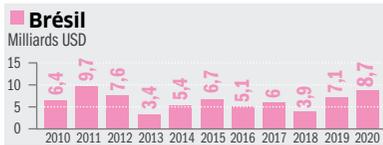
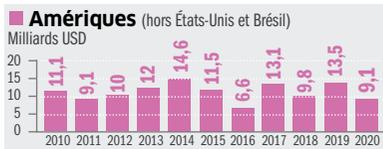
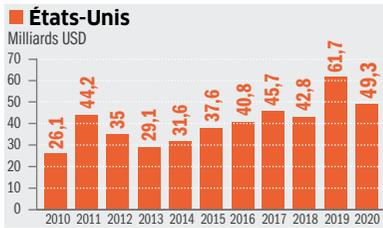


Source : AIE, World Energy Outlook 2021



Électricité et transition énergétique : investissements dans les EnR

INVESTISSEMENTS MONDIAUX DANS LES ÉNERGIES RENOUVELABLES, ÉLECTRIQUES ET COMBUSTIBLES, PAR PAYS ET RÉGION DE 2010 À 2020



Note : Les chiffres incluent les projets d'énergie renouvelable à l'échelle des services publics et les projets solaires à petite échelle et excluent les grands projets hydroélectriques de plus de 50 MW.

Source : REN21, Renewables 2021 Global Status Report



Électricité : capacités de production

Si la pandémie n'a pas freiné les capacités renouvelables dans les pays développés, elle a par contre aggravé les difficultés de financement dans les pays émergents

Les investissements dans les renouvelables électriques connaissent une accélération inespérée en 2020. Selon BNEF, 501 Mds de \$ ont été investis dans les actifs de transition énergétique à faibles émissions en 2020, soit 9% de plus qu'en 2019. Les renouvelables ont ainsi capté 60% des investissements en nouvelles capacités électriques en 2020. Cet engouement se justifie par la spectaculaire baisse des coûts des technologies et leur amélioration, l'attrait de ce secteur pour les investisseurs et les engagements de décarbonation des États et entreprises.

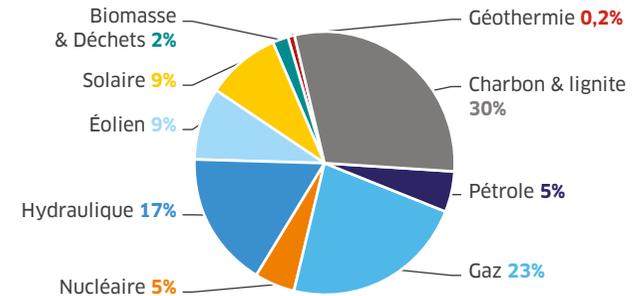
Les capacités électriques ont continué à progresser en 2020 (+335 GW), tirées par un développement exceptionnel des renouvelables (+260 GW, soit +10% de hausse). Il s'agit pour l'essentiel (90%) de capacités solaires (+127 GW) et d'éolien (+111 GW), alors que les énergies fossiles perdent du terrain (60 GW installés contre 64 GW en 2019) – sources IRENA et Enerdata.

L'essor des capacités renouvelables est dû pour moitié à la Chine qui renforce sa position de leader en se dotant de 136 GW renouvelables supplémentaires en 2020 (72 GW d'éolien et 49 GW de solaire) ; elle poursuivra son expansion en 2021 avec un objectif annoncé de 90 GW éolien et solaire (d'après l'Administration Nationale de l'Énergie chinoise).

Les autres grands marchés ne sont pour autant pas en reste. Les États-Unis ont augmenté leurs capacités renouvelables de 29 GW en 2020 (15 GW de solaire et 14 GW d'éolien), pratiquement le double de 2019 ; ce rythme se maintiendra en 2021 grâce au renforcement des plans de soutien publics, tant au niveau fédéral que des États (+20 GW de solaire prévue en 2021). L'Europe enregistre aussi une belle progression de 40 GW en 2020 qui est appelée à se maintenir en 2021 avec de nouvelles installations en Allemagne. Le *Green Deal* a en outre offert à l'Union Européenne une nouvelle impulsion en dotant les filières solaire et éolien de 2 Mds € ; dans la foulée une initiative européenne, European Solar Initiative, a été lancée en mars 2021 pour accélérer le déploiement du PV et faire émerger une production de panneaux solaires en Europe. L'Inde enfin, malgré les pénuries liées au Covid, n'a pas abaissé le niveau de ses ambitions en matière de solaire et d'éolien et annonce fin 2020 un projet hybride, éolien, solaire et batteries, de 30 GW.

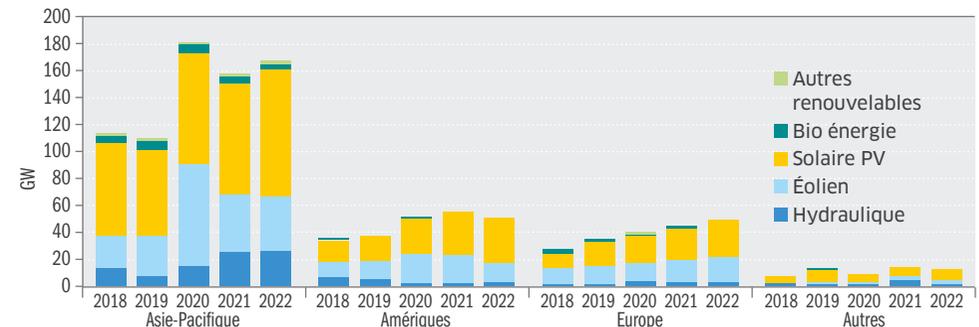
Ces développements sont toutefois encore très concentrés sur les économies avancées, alors que le grand défi est d'arriver à financer le développement dans les pays émergents.

RÉPARTITION DES CAPACITÉS ÉLECTRIQUES EN 2020 - TOTAL : 7 805 GW



Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021

AJOUTS NETS ANNUELS DE CAPACITÉS RENOUVELABLES PAR RÉGION ET TECHNOLOGIE



Source : AIE, Electricity Market Report, 2021



Électricité : capacités de production

Le renouveau des capacités charbon en Asie souligne toute la difficulté de la zone à mener de front écologie et économie

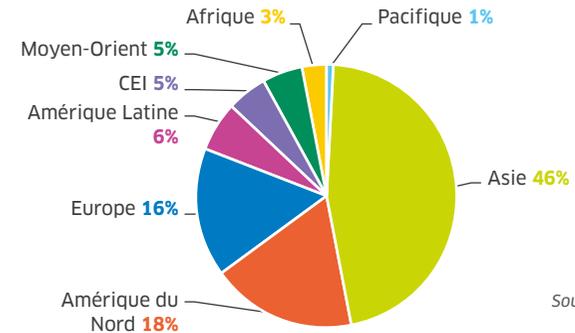
En dépit d'une accélération des fermetures de centrales à charbon, les capacités mondiales augmentent (+15 GW en 2020) sous la pression de la Chine. En 2020, 38GW de capacités charbon ont été fermées, notamment aux États-Unis (-10GW) et dans l'UE 27 (-7GW) avec l'arrêt des dernières unités en Autriche, Suède et Portugal, de la moitié du parc espagnol (-4 GW) et d'un GW en Allemagne. Mais de son côté la Chine, qui traverse une véritable crise énergétique en raison d'une explosion de la demande électrique, n'a d'autre choix que d'ouvrir de nouvelles centrales charbon (+55 GW en 2020, soit les ¾ des capacités additionnelles mondiales et 90GW sont en construction).

On dénombre actuellement 400GW de projets et 140GW en construction dans le monde, essentiellement en Asie (Chine, Inde, Vietnam, Indonésie et Japon pour 80%). Une évolution en totale contradiction avec les trajectoires de décarbonation qui imposent un arrêt immédiat des nouvelles constructions. Les centrales existantes devront s'adapter, soit en intégrant des énergies décarbonées, biomasse ou ammoniac, soit du CCUS. Enfin, une décarbonation totale à l'horizon 2050 suppose la fermeture d'ici 2030 de 100GW chaque année (Scénario NZE de l'AIE).

Les capacités gaz évoluent modérément (+1,7% en 2020, soit +30 GW). L'expansion des CCGT est essentiellement motivée par les fermetures de centrales au charbon et au fioul. Les projets en cours, de l'ordre de 85GW, se situent à 80% dans les régions d'Asie-Pacifique, d'Amérique du Nord et du Moyen-Orient.

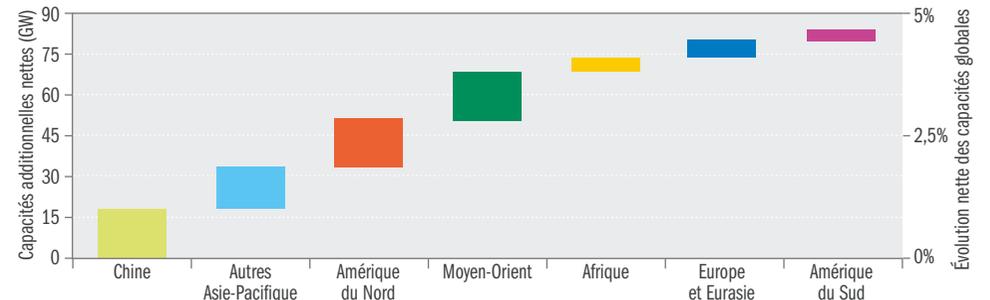
Le nucléaire est lui aussi soumis à des positions contrastées, qui ont conduit à une quasi stagnation des capacités depuis Fukushima. Le rythme actuel des mises en services, d'une dizaine de GW par an, équilibre approximativement celui des démantèlements (respectivement +8,7GW et -9,2GW en 2021 selon l'AIE), soit une légère baisse du parc en 2020 et 2021. Les perspectives sont plus positives avec une augmentation prévue en 2022 (+10,5GW versus -6,8GW) et la construction de 54 réacteurs dans 19 pays, pour une capacité totale de 60GW. Le rythme des retraits est plus incertain, la prolongation des vieilles centrales aux USA, en Europe et au Japon étant assujetties à des conditions exigeantes de sécurité, d'acceptation sociale et de marchés. Le débat sur le nucléaire demeure puissant, relancé par la recherche d'énergies neutres en carbone et les projets de petites unités plus flexibles et plus sûres (petits réacteurs modulaires ou PRM) ; il reste un levier important de la transition énergétique.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA CAPACITÉ ÉLECTRIQUE EN 2020
TOTAL : 7 805GW



Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021

AJOUTS DE CAPACITÉS DE PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ AU GAZ PAR RÉGION, 2020-2022



Source : AIE, Electricity Market Report, 2021



Électricité : capacités de production par type de centrale

Capacités électriques installées en GW	Capacités totales			Capacités thermiques				Capacités nucléaires				Capacités renouvelables			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020
Europe	803	1 264	2,1%	445	515	-1,8%	41%	141	119	-2%	9%	217	630	6,3%	50%
UE27	633	979	2,0%	357	405	-1,9%	41%	126	107	-2,0%	11%	150	467	6,6%	48%
UE28	711	1 082	1,7%	419	455	-2,0%	42%	138	116	-1,8%	11%	154	511	6,2%	47%
Allemagne	119	238	2,7%	81	102	0,1%	43%	22	10	0%	4%	16	127	5,1%	53%
France	115	136	0,5%	26	21	2,2%	15%	63	61	-3%	45%	25	54	3,8%	40%
Amérique du Nord	992	1 393	1,6%	699	874	-0,7%	63%	119	115	-1,7%	8%	175	405	7,9%	29%
Canada	111	148	0,9%	33	37	3,0%	25%	10	14	0%	9%	68	98	0,2%	66%
États-Unis	881	1 246	1,7%	665	838	-0,9%	67%	109	101	-1,9%	8%	107	307	10,6%	25%
Amérique Latine	223	477	5,0%	94	218	5,6%	46%	4	5	0%	1%	125	254	4,7%	53%
Brésil	74	179	4,1%	10	43	4,5%	24%	2	2	0%	1%	61	134	4,0%	75%
Asie	932	3 569	7,0%	673	2 152	3,1%	60%	69	118	1%	3%	190	1 299	14,6%	36%
Chine	336	2 244	9,3%	254	1 289	4,5%	57%	2	50	2,4%	2%	80	905	17,3%	40%
Corée du Sud	49	126	2,3%	32	79	-1,7%	63%	14	23	0,0%	18%	3	24	21,5%	19%
Inde	114	412	1,6%	87	278	0,4%	68%	3	7	0%	2%	25	127	4,4%	31%
Japon	259	349	2,9%	167	194	2,2%	56%	45	33	0,0%	9%	47	122	5,1%	35%
CEI	329	413	0,3%	234	280	-0,7%	68%	32	44	-2,2%	11%	64	90	5,1%	22%
Russie	211	271	-0,4%	147	188	-0,7%	69%	20	29	-3,2%	11%	44	53	2,4%	20%
Moyen Orient	118	351	4,2%	111	325	3,7%	92%	0	2	147%	1%	7	24	6,5%	7%
Arabie Saoudite	31	101	18,8%	31	101	18,9%	100%	0	0	-	0%	0	0	0%	0%
Iran	33	83	2,8%	31	69	3,3%	84%	0	1	0%	1%	2	13	0,5%	15%
Afrique	103	243	4,2%	79	185	4,0%	76%	2	2	0%	1%	22	56	5,3%	23%
Égypte	15	61	2,0%	12	55	2,2%	90%	0	0	-	0%	3	6	0,5%	10%
Afrique du Sud	42	52	2,9%	38	38	-0,4%	73%	2	2	0%	4%	2	12	15,4%	23%
Pacifique	55	94	8,3%	40	50	0,6%	54%	0	0	-	0%	15	44	18,7%	46%
Australie	46	83	8,9%	37	47	0,2%	57%	0	0	-	0%	9	36	23,2%	43%
Monde	3 553	7 805	4,5%	2 373	4 600	1,7%	59%	367	405	-0,6%	5%	813	2 801	10,2%	36%
OCDE	2 154	3 297	2,3%	1 390	1 778	-0,4%	54%	314	288	-1,4%	9%	451	1 231	7,6%	37%
Non-OCDE	1 399	4 508	6,1%	983	2 822	3,1%	63%	53	117	1,3%	3%	363	1 569	12,4%	35%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : détail des capacités thermiques

Détail des capacités thermiques installées en GW	Total Capacités thermiques			Capacités Charbon & Lignite				Capacités Pétrole				Capacités Gaz naturel				Capacités Biomasse et déchets			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020
Europe	445	515	-1.8%	209	174	-4,5%	34%	87	37	-3%	7%	139	256	-0,3%	50%	10,2	49,1	1,6%	9,5%
UE27	357	405	-1,9%	160	137	-4,7%	34%	79	32	-2%	8%	110	196	-0,2%	48%	9,0	39,1	0,7%	9,7%
UE28	419	455	-2,0%	193	145	-5,4%	32%	84	36	-3%	8%	132	228	-0,2%	50%	9,8	47,1	0,9%	10,3%
Allemagne	81	102	0,1%	52	46	-2%	46%	7	3	0%	3%	20	40	2,6%	40%	1,9	12,0	0,0%	11,8%
France	26	21	2,2%	3	3	0%	14%	17	3	0,7%	16%	6	13	3,0%	60%	0,5	2,2	3,1%	10,4%
Amérique du Nord	699	874	-0,7%	337	248	-3,9%	28%	61	41	-3,2%	5%	286	567	1,0%	65%	14,4	18,1	-0,3%	2,1%
Canada	33	37	3,0%	18	11	0%	31%	8	6	0%	16%	7	16	7,2%	44%	1,1	3,2	0%	8,8%
États-Unis	665	838	-0,9%	320	237	-4,1%	28%	53	35	-3,7%	4%	279	551	0,8%	66%	13,3	14,8	-0,4%	1,8%
Amérique Latine	94	218	5,6%	11	21	0,7%	9%	43	62	4,4%	28%	36	114	8,0%	52%	3,3	21,6	2,0%	9,9%
Brésil	10	43	4,5%	2	5	-0,3%	12%	5	8	0,7%	19%	1	15	11,6%	34%	1,8	15,3	1,8%	35,4%
Asie	673	2 152	3,1%	411	1 713	3,8%	80%	135	94	-6,5%	4%	123	313	3,0%	15%	4,3	32,4	1,9%	1,5%
Chine	254	1 289	4,5%	225	1 217	4,7%	94%	20	15	0%	1%	8	49	1,0%	4%	0,5	8,5	0%	0,7%
Corée du Sud	32	79	-1,7%	14	36	-3,0%	45%	5	3	0%	3%	13	40	0,0%	50%	0,6	1,3	-16,2%	1,6%
Inde	87	278	0,4%	71	236	0,4%	85%	5	4	0,0%	1%	10	29	0%	10%	0,0	10,3	3,1%	3,7%
Japon	167	194	2,2%	61	95	2,2%	49%	61	33	0,2%	17%	42	59	3,2%	30%	2,0	7,9	3%	4,1%
CEI	234	280	-0,7%	79	75	0,7%	27%	24	26	-1,3%	9%	130	178	-1,3%	64%	0,6	1,4	4%	0,5%
Russie	147	188	-0,7%	42	43	1,0%	23%	16	16	0%	9%	88	128	-1,4%	68%	0,6	0,6	0%	0,3%
Moyen Orient	111	325	3,7%	4	5	0%	1%	50	94	3,2%	29%	58	226	3,9%	70%	0,0	0,0	0%	0,0%
Arabie Saoudite	31	101	18,9%	0	0	-	0%	18	48	5,7%	48%	13	53	34%	52%	0,0	0,0	-	0,0%
Iran	31	69	3,3%	0	0	-	0%	9	15	0%	21%	23	54	4,2%	79%	0,0	0,0	0%	0,0%
Afrique	79	185	4,0%	41	42	-0,3%	23%	13	30	3,0%	16%	24	113	6,0%	61%	0,2	1,2	0%	0,6%
Égypte	12	55	2,2%	0	0	-	0%	2	5	0%	10%	10	50	2%	90%	0,0	0,0	-	0,0%
Afrique du Sud	38	38	-0,4%	38	35	-0,4%	91%	0,3	3	0%	8%	0	0	-	0%	0,1	0,2	0%	0,5%
Pacifique	40	50	0,6%	28	25	0%	50%	4	3	4,2%	6%	8	21	1%	41%	0,5	1,3	0%	2,6%
Australie	37	47	0,2%	27	25	0%	53%	4	2	0%	4%	6	19	0%	41%	0,4	1,0	0%	2,1%
Monde	2 373	4 600	1,7%	1 120	2 303	2,0%	50%	417	385	-0,7%	8%	804	1 787	2%	39%	33,5	125,1	1,5%	2,7%
OCDE	1 390	1 778	-0,4%	641	577	-3,0%	32%	227	132	-1,6%	7%	494	990	1%	56%	28,3	79,0	0,3%	4,4%
Non-OCDE	983	2 822	3,1%	478	1 725	3,7%	61%	190	253	-0,2%	9%	310	798	3%	28%	5,2	46,1	3,6%	1,6%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : détail des capacités renouvelables

Détail des capacités renouvelables installées en GW	Total capacités renouvelables			Capacités hydrauliques				Capacités éoliennes				Capacités solaires				Capacités géothermiques			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020
Europe	217	630	6,3%	203	249	1,4%	39%	13	218	7,1%	35%	0,2	160	13,9%	25%	1	3	4,0%	1%
UE27	150	467	6,6%	136	152	0,4%	32%	13	178	6%	38%	0,2	137	15,2%	29%	1	1	3,3%	0%
UE28	154	511	6,2%	141	156	0,4%	31%	13	204	6%	40%	0,2	150	13,8%	29%	1	1	3,3%	0%
Allemagne	16	127	5,1%	10	11	-0,1%	8%	6	62	2,4%	49%	0,1	54	9,7%	42%	0	0	0%	0%
France	25	54	3,8%	25	26	0,1%	48%	0	18	7%	33%	0	10	8,6%	19%	0	0	0%	0%
Amérique du Nord	175	405	7,9%	168	183	0%	45%	3	132	12,4%	33%	0,8	86	21,0%	21%	3	4	1,2%	1%
Canada	68	98	0,2%	67	81	0%	83%	0,1	14	1,2%	14%	0	3	0,4%	3%	0	0	-	0%
États-Unis	107	307	10,6%	101	102	0,1%	33%	2	119	13,9%	39%	0,8	83	22,0%	27%	3	4	1,2%	1%
Amérique Latine	125	254	4,7%	123	198	1%	78%	0,1	34	16,2%	14%	0	20	36,4%	8%	1	2	-1,7%	1%
Brésil	61	134	4,0%	61	109	0,2%	82%	0	17	11,4%	13%	0	8	72,3%	6%	0	0	-	0%
Asie	190	1 299	14,6%	185	559	2,7%	43%	2	331	29,0%	26%	0,4	404	23,5%	31%	3	5	0%	0%
Chine	80	905	17,3%	79	370	3,4%	41%	0,3	282	35%	31%	0,1	253	24,1%	28%	0	0	0%	0%
Corée du Sud	3	24	21,5%	3	7	0%	27%	0	2	8,1%	7%	0	16	35,4%	66%	0	0	-	0%
Inde	25	127	4,4%	24	51	1,0%	40%	1	39	3,0%	30%	0	38	11,1%	30%	0	0	-	0%
Japon	47	122	5,1%	46	50	0%	41%	0	4	11%	3%	0,3	67	8,9%	55%	1	1	0%	0%
CEI	64	90	5,1%	64	78	0,4%	86%	0	3	61,0%	4%	0	9	44,2%	10%	0	0	0%	0%
Russie	44	53	2,4%	44	51	0,1%	95%	0	1	458,7%	2%	0	2	26,7%	3%	0	0	0%	0%
Moyen Orient	7	24	6,5%	7	17	2%	68%	0	1	20,3%	4%	0	7	18%	28%	0	0	-	0%
Arabie Saoudite	0	0,4	0%	0	0	-	0%	0	0	0%	0%	0	0,4	0%	100%	0	0	-	0%
Iran	2	13	0,5%	2	12	0,1%	94%	0	0	0,3%	2%	0	0,4	12,8%	3%	0	0	-	0%
Afrique	22	56	5,3%	22	38	2,1%	68%	0,1	7	12,6%	12%	0	10	13,9%	19%	0	0,8	0%	1%
Égypte	3	6	0,5%	3	3	0%	49%	0	1	0%	24%	0	2	1,9%	29%	0	0	-	0%
Afrique du Sud	2	12	15,4%	2	4	0%	29%	0	3	26%	21%	0	6	22,1%	49%	0	0	-	0%
Pacifique	15	44	18,7%	15	14	0%	33%	0,1	10	30,9%	24%	0	18	32,8%	41%	0,4	1,1	3,1%	3%
Australie	9	36	23,2%	9	9	0%	24%	0	10	33%	27%	0	18	33,0%	49%	0	0	-	0%
Monde	813	2 801	10,2%	786	1 335	1,6%	48%	17	737	18,1%	26%	2	713	21%	25%	9	16	1,2%	1%
OCDE	451	1 231	7,6%	428	498	0,8%	40%	16	370	9,7%	30%	1	353	16,3%	29%	6	10	2%	1%
Non-OCDE	363	1 569	12,4%	358	837	2,0%	53%	2	367	28,0%	23%	0,1	360	26,9%	23%	3	6	0%	0%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : consommation

Après un recul en 2020 en raison de la crise sanitaire, la croissance de la demande électrique retrouve un rythme soutenu

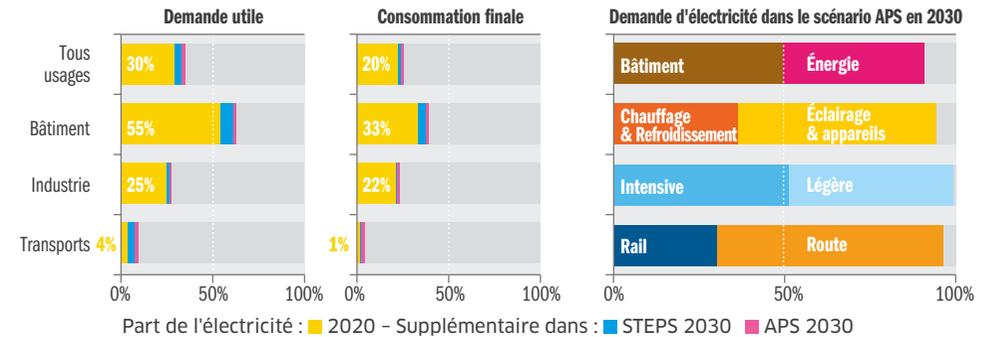
La demande d'électricité a connu un recul en 2020 (-1% au niveau mondial) car les consommations domestiques ont compensé une partie de la baisse d'activité de l'industrie et du tertiaire. L'électrification des usages s'est par ailleurs poursuivie avec des ventes record de véhicules électriques.

La reprise économique a engendré un rebond de la demande électrique mondiale en 2021, de l'ordre de +5% selon l'AIE. La Chine et l'Inde en sont les principaux moteurs, qui toutes deux enregistrent une progression de +8% en 2021.

Les effets seront plus limités dans les pays développés ; la vague de froid intense en début d'année aux États-Unis devrait leur permettre de pratiquement recouvrer le niveau de 2019, alors que les principaux marchés européens, Allemagne, France, Italie et Espagne, en dépit d'un rebond de 4% en moyenne, n'effaceront pas entièrement le recul de 2020 (entre 4 à 6%). Le Japon reste en retrait, avec une croissance attendue de +1% contre une chute de -4% l'an passé.

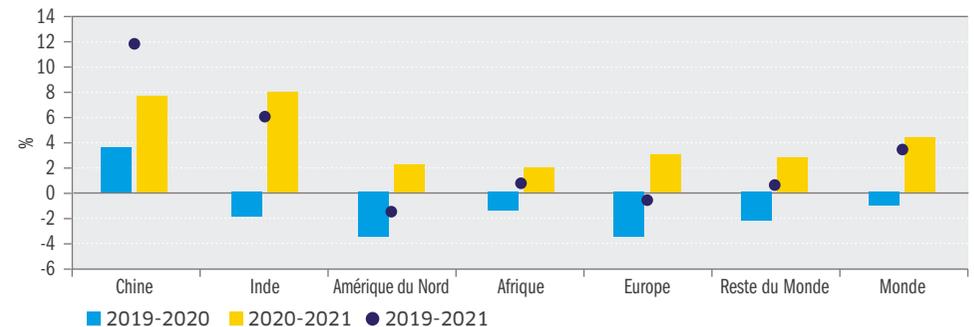
La demande électrique restera dynamique au cours de la décennie, mue par la croissance économique des pays en développement et l'électrification des usages. En fonction des choix environnementaux, la demande électrique évoluera d'ici 2030, d'après l'AIE, entre +2,3% par an dans les conditions actuelles de développement (scénario STEPS), à +2,5% si les engagements donnés à la COP26 sont mis en œuvre (APS), et jusqu'à +3,4% dans l'hypothèse académique d'une trajectoire neutre en carbone (NZE). Les écarts dépendent des efforts qui seront réalisés pour électrifier les transports routiers, le chauffage des bâtiments et les processus industriels. La production d'hydrogène captera également une certaine quantité d'électricité (évaluée à 500 TWh dans le scénario APS à 3 850 TWh dans NZE en 2030). Ce mouvement devra impérativement être tempéré par l'amélioration de l'efficacité énergétique, en particulier dans le bâtiment, pour éviter une trop forte pression sur les infrastructures et sur les coûts. Les pays en développement, et particulièrement l'Asie, comptent pour 80% de la croissance ; ce n'est que dans le cas d'un objectif « Net Zero » que la demande se déporte un peu vers les économies matures sous la poussée des électrolyseurs et d'une électrification plus rapide des véhicules.

PART DE L'ÉLECTRICITÉ DANS LA DEMANDE UTILE ET FINALE D'ÉNERGIE SELON LES SCÉNARIOS DE L'AIE



Source : AIE, World Energy Outlook, 2021

ÉVOLUTION DE LA DEMANDE D'ÉLECTRICITÉ EN 2020 ET 2021 PAR RÉGION



Source : AIE, Global Energy Review, 2021



Électricité : consommation

Consommation d'électricité en TWh	Consommation totale							Résidentiel 2020		Tertiaire 2020		Industrie 2020		Transports 2020	
	2000	2010	2019	2020	Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020	Part dans le total Monde	TWh	Part dans le total de la zone	TWh	Part dans le total de la zone	TWh	Part dans le total de la zone	TWh	Part dans le total de la zone
Europe	2 837	3 253	3 278	3 150	-3,9%	-0,3%	14%	965	31%	880	28%	1 169	37%	68	2%
UE 27	2 197	2 508	2 481	2 370	-4,5%	-1%	11%	711	30%	673	28%	878	37%	57	2%
France	385	444	434	412	-5,1%	-0,7%	2%	155	38%	126	31%	113	27%	9	2%
Allemagne	484	532	500	477	-4,5%	-1,1%	2%	128	27%	127	27%	203	43%	13	3%
Italie	273	299	291	275	-5,4%	-0,8%	1%	66	24%	86	31%	105	38%	13	5%
Royaume-Uni	330	329	295	281	-4,7%	-1,6%	1%	108	38%	80	29%	83	29%	5	2%
Amérique du Nord	3 988	4 271	4 361	4 198	-3,7%	-0,2%	19%	1 637	39%	1 598	38%	938	22%	13	0,3%
Canada	488	482	531	513	-3,3%	0,6%	2%	179	35%	140	27%	182	36%	1	0,2%
États-Unis	3 500	3 789	3 831	3 685	-3,8%	-0,3%	16%	1 458	40%	1 458	40%	756	21%	12	0,3%
Amérique Latine	773	1 097	1 333	1 303	-2,2%	1,7%	6%	391	30%	311	24%	541	42%	5	0,4%
Brésil	321	438	513	504	-1,8%	1,4%	2%	148	29%	128	25%	193	38%	2	0,4%
Mexique	145	216	280	272	-2,8%	2,3%	1%	66	24%	52	19%	141	52%	1	0,4%
Asie	3 245	6 674	10 720	10 860	1,3%	5,0%	48%	2 284	21%	2 209	20%	5 750	53%	212	2%
Chine	1 037	3 451	6 524	6 726	3,1%	6,9%	30%	1 137	17%	1 263	19%	4 016	60%	171	3%
Inde	369	721	1 213	1 186	-2,3%	5%	5%	317	27%	168	14%	472	40%	17	1%
Japon	973	1 036	919	891	-3,1%	-2%	4%	260	29%	290	33%	322	36%	16	2%
Corée du Sud	263	449	526	514	-2,2%	1,4%	2%	71	14%	160	31%	264	51%	3	1%
Moyen Orient	379	721	1 003	1 003	0,0%	3,4%	5%	413	41%	318	32%	220	22%	0,5	0,0%
Iran	95	186	260	266	2,4%	3,7%	1%	90	34%	47	18%	90	34%	0,5	0%
Arabie Saoudite	99	203	297	294	-1,0%	3,8%	1%	131	45%	116	39%	43	15%	0,0	0,0%
CEI	847	1 020	1 110	1 092	-1,5%	0,7%	5%	279	26%	211	19%	482	44%	70	6%
Russie	586	701	741	723	-2,5%	0,3%	3%	170	24%	146	20%	330	46%	57	8%
Afrique	360	537	684	666	-2,5%	2,2%	3%	242	36%	134	20%	247	37%	5	1%
Égypte	64	124	155	153	-1,0%	2,2%	1%	63	41%	30	20%	42	28%	1	0,3%
Afrique du Sud	174	203	204	194	-4,6%	-0,4%	1%	50	26%	35	18%	100	51%	3	1%
Pacifique	210	254	263	257	-2,5%	0,1%	1%	73	28%	78	30%	93	36%	6	2%
Australie	173	210	216	211	-2,5%	0,0%	1%	60	28%	68	32%	75	35%	6	3%
Monde	12 640	17 827	22 751	22 529	-1,0%	2,4%	100%	6 283	28%	5 740	25%	9 439	42%	380	2%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : production

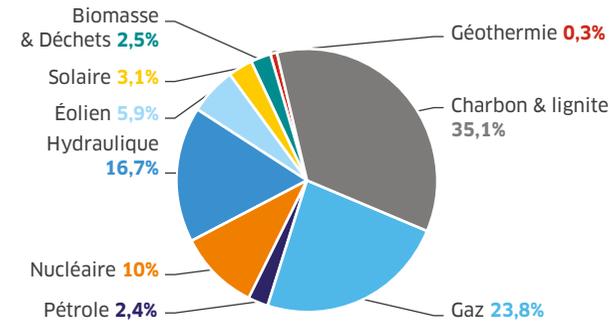
Après avoir bénéficié d'un contexte 2020 favorable, la production électrique renouvelable consolide sa progression en 2021

Alors que la production globale d'électricité déclinait de -1% en 2020, et que l'ensemble des sources fossiles chutaient fortement, les énergies renouvelables ont affiché une excellente tenue. Cette progression inattendue (6,5%) tient pour une large part à l'avantage que leur confère des coûts marginaux nuls, mais aussi au fait que ni les mises en service, ni les investissements en nouvelles capacités, n'ont été interrompus par la crise ou par les contraintes opérationnelles. 2021 enregistre un nouveau record de croissance (estimation de +8%), qui portera la production électrique renouvelable à près de 30% du mix électrique mondial. Combinée au nucléaire, la production des sources décarbonées dépasse pour la première fois la production des centrales charbon dans le monde (36% contre 35%). En Europe, la production ENR seule (37%) a dépassé en 2020 celle de l'ensemble des combustibles fossiles (36%) ; le reste est assuré par le nucléaire (25%).

Les moteurs de cette croissance sont pour les deux tiers le solaire et l'éolien. La production éolienne a augmenté de +12% en 2020, soit autant qu'en 2019, et devrait afficher +17% en 2021 (+270TWh à 1 597TWh) selon l'AIE. La production solaire connaît une dynamique semblable, de +22% en 2020 et +18% attendus en 2021 (+151TWh à 838TWh). Trois marchés, la Chine, le plus vaste, l'Europe et les États-Unis, représentent 90% de cette progression. L'hydraulique, qui pèse 17% de la production totale d'électricité, s'est redressé de +2% en 2020, à 4 490TWh, grâce à la mise en service de grands projets, notamment en Chine (+12GW) et en Turquie (+2,5GW).

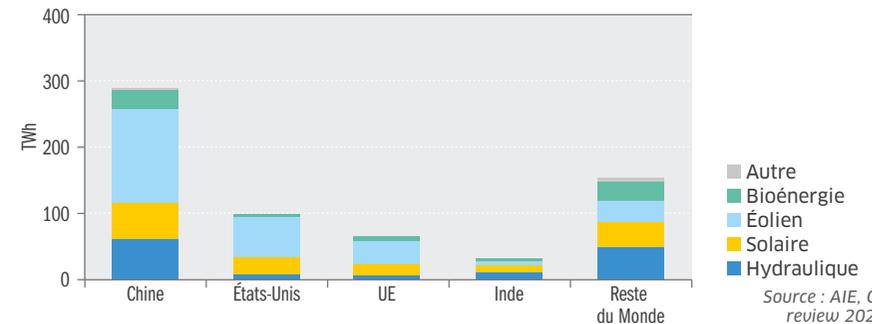
La croissance rapide du solaire et de l'éolien se poursuivra au cours de la prochaine décennie grâce aux politiques de soutien dans plus de 130 pays et aux réductions de coûts qui leur permettent d'être compétitives dans la plupart des marchés. Leur place dans le mix de production électrique, aujourd'hui de 9%, progressera à 40% en 2050 dans le cadre d'un scénario tendanciel, et jusqu'à 70% dans l'hypothèse d'un système électrique décarboné.

RÉPARTITION DE LA PRODUCTION MONDIALE D'ÉLECTRICITÉ EN 2020
TOTAL : 26 860 TWh



Source : Enerdata
Global Energy
& CO₂ Data, 2021

AUGMENTATION DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ RENOUVELABLE
PAR TECHNOLOGIE, PAYS ET RÉGION, 2020-2021



Source : AIE, Global Energy
review 2021, avril 2021



Électricité : production

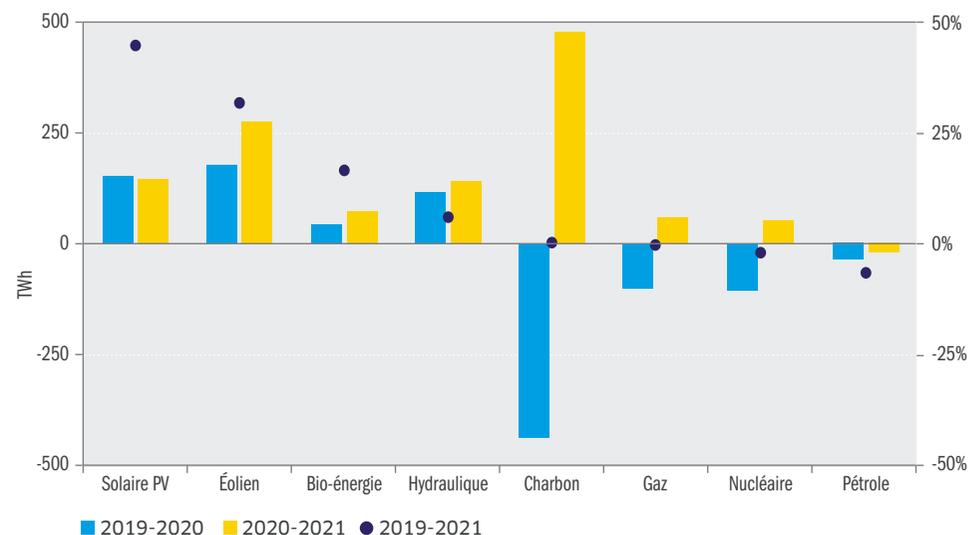
En 2021, l'accroissement de la production renouvelable ne suffit pas à couvrir la hausse de la demande qui provoque une forte reprise de la production thermique au charbon

Le contexte change radicalement en 2021 avec un rebond de la demande d'électricité (+5%), bien supérieur à la hausse de la production renouvelable. Aussi, la production fossile regagne rapidement du terrain pour combler un déficit important, de plus de 500TWh. Cela a généré des tensions extrêmes en Chine et en Inde qui se sont répercutées sur l'ensemble du marché énergétique.

La production à base de charbon a dépassé son niveau pré-Covid et progressera de +5 % en 2021 (+480TWh), atteignant ainsi un record historique. La moitié de cette hausse provient de la Chine où les centrales charbon sont mises à contribution comme jamais. Leur production devrait augmenter de 340TWh en 2021, soit 7% de plus qu'en 2019. L'Inde, soumise également à une pression énorme de la demande électrique, mobilise sa flotte au charbon qui assure à la mi 2021 près de 80% de la production électrique, avec une production charbon de 10% supérieure à celle de 2019. En Europe et aux États-Unis, la part du charbon dans la production électrique est revenue dès l'été à son niveau pré-Covid en raison de la hausse des prix du gaz qui joue en faveur du charbon au détriment des CCGT, et malgré la hausse des prix du CO₂ en Europe.

La production à partir de gaz, pourtant moins émettrice de CO₂, reste à l'écart, souffrant d'un manque de compétitivité par rapport au charbon. Elle est par ailleurs moins implantée dans la région Asie-Pacifique où les besoins font rage, et fait face à la concurrence croissante des énergies renouvelables aux États-Unis et en Europe. Ces éléments expliquent une faible croissance attendue en 2021, de 1% après un léger recul en 2020 (-0,4%).

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ EN 2020 ET 2021 PAR SOURCE



Source : AIE, Global Energy review 2021, avril 2021



Électricité : production

Production d'électricité en TWh	Production totale			Production thermique				Production nucléaire				Production renouvelable (hors biomasse)			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020
Europe	3 433	3 708	-3,5%	1 807	1 564	-8,8%	42%	971	758	-10,7%	20%	655	1 386	8,5%	37%
UE27	2 655	2 775	-4,6%	1 390	1 167	-10,2%	42%	860	684	-10,8%	25%	405	923	9,6%	33%
UE28	3 032	3 088	-4,5%	1 673	1 334	-10,1%	43%	945	734	-10,8%	24%	414	1 020	10,0%	33%
Allemagne	577	571	-6,5%	372	300	-11,3%	52%	170	64	-14,4%	11%	35	207	4,8%	36%
France	539	532	-7%	53	57	-8,8%	11%	415	354	-11,3%	67%	71	121	11,3%	23%
Amérique du Nord	4 658	4 906	-2,8%	3 128	2 768	-6,5%	56%	871	926	-2,0%	19%	660	1 212	6,0%	25%
Canada	606	648	-0,7%	174	121	-8%	19%	73	98	-3,0%	15%	359	429	2,1%	66%
États-Unis	4 053	4 257	-3,1%	2 954	2 647	-6,4%	62%	798	828	-1,8%	19%	301	782	8,3%	18%
Amérique Latine	982	1 614	-2,0%	370	724	-4,2%	45%	20	36	0,4%	2%	592	854	-0,1%	53%
Brésil	349	614	-2,0%	38	139	-6,8%	23%	6	14	-13,2%	2%	304	461	0,0%	75%
Asie	3 965	12 667	1,7%	2 943	9 062	-0,1%	72%	505	664	1,9%	5%	517	2 941	7,5%	23%
Chine	1 356	7 798	3,7%	1 116	5 327	1,8%	68%	17	367	5,1%	5%	223	2 104	8,5%	27%
Corée du Sud	290	563	-2,9%	176	374	-9,1%	66%	109	160	9,8%	28%	6	29	30%	5%
Inde	562	1 557	-2,5%	469	1 208	-4%	78%	17	43	-1,9%	3%	76	306	4,1%	20%
Japon	1 048	993	0%	625	764	0%	77%	322	51	-26,2%	5%	101	178	10,4%	18%
Pacifique	253	310	-2,6%	207	217	-6,2%	70%	0	0	-	0%	46	93	6,9%	30%
CEI	1 250	1 557	-2,6%	816	958	-6,7%	62%	210	294	0,0%	19%	224	304	9,5%	20%
Russie	878	1 092	-3,0%	582	654	-8%	60%	131	216	3,3%	20%	165	222	9,8%	20%
Moyen Orient	472	1 250	0,2%	464	1 204	0,9%	96%	0	7	0,0%	1%	8	39	-15,8%	3%
Arabie Saoudite	126	363	-1,1%	126	362	-1,1%	100%	0	0	-	0%	0	1	0%	0%
Iran	121	322	2,6%	118	293	6,0%	91%	0	7	0,0%	2%	4	22	-28%	7%
Afrique	445	849	-2,5%	354	659	-3,7%	78%	13	13	-7,9%	1%	78	177	2,7%	21%
Égypte	78	193	-1,0%	64	174	-2%	90%	0	0	-	0%	14	20	12,2%	10%
Afrique du Sud	211	240	-5,0%	194	209	-6%	87%	13	13	-7,9%	5%	4	18	5,0%	7%
Monde	15 459	26 860	-1%	10 089	17 156	-2,7%	64%	2 591	2 698	-3,5%	10%	2 779	7 006	6,3%	26%
OCDE	9 784	10 746	-2,7%	6 062	5 946	-6%	55%	2 249	1 879	-5,7%	17%	1 474	2 921	7,9%	27%
Non-OCDE	5 675	16 114	0,9%	4 027	11 211	-0,7%	70%	342	819	2%	5%	1 306	4 084	5,1%	25%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : détail de la production thermique

Détail de la production d'électricité thermique en TWh	Total production thermique			Production Charbon & Lignite				Production Pétrole				Production Gaz naturel				Production Biomasse et déchets			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total de la zone - 2020
Europe	1 807	1 564	-8,8%	1 039	540	-17,8%	35%	192	36	-36%	2%	527	756	-2,4%	48%	48	232	2%	15%
UE27	1 390	1 167	-10,2%	844	385	-20,9%	33%	173	36	-34%	3%	332	568	-2,2%	49%	42	178	0%	15%
UE28	1 673	1 334	-10,1%	966	392	-20,9%	29%	181	38	-30,6%	3%	480	680	-4,6%	51%	46	224	2%	17%
Allemagne	372	300	-11,3%	304	142	-22%	47%	5	4	-13,8%	1%	53	99	4,6%	33%	10	55	-4,6%	18%
France	53	57	-8,8%	31	5	-16%	9%	7	6	4%	11%	12	35	-11,5%	61%	4	11	-2,3%	19%
Amérique du Nord	3 128	2 768	-6,5%	2 247	864	-22,7%	31%	133	35	-7,1%	1%	668	1 789	3,8%	65%	80	80	-3,4%	3%
Canada	174	121	-8%	118	38	-21,9%	32%	15	6	-8%	5%	34	67	2%	56%	8	10	-8%	8%
États-Unis	2 954	2 647	-6,4%	2 130	826	-23%	31%	119	29	-6,9%	1%	634	1 722	3,9%	65%	72	70	-3%	3%
Amérique Latine	370	724	-4,2%	43	85	-15,9%	12%	173	121	-2,8%	17%	140	440	-3,3%	61%	13	79	3,0%	11%
Brésil	38	139	-6,8%	11	19	-21,6%	14%	15	9	-17,3%	6%	4	56	-7,5%	40%	8	56	2,6%	40%
Asie	2 943	9 062	-0,1%	1 983	7 250	-0,1%	80%	375	118	-8,8%	1%	569	1 420	-0,9%	16%	16	273	11%	3%
Chine	1 116	5 327	1,8%	1 060	4 925	1,5%	92%	47	12	1,8%	0%	6	263	1,8%	5%	2	127	19,4%	2%
Corée du Sud	176	374	-9,1%	111	207	-15,6%	55%	35	7	-31%	2%	30	148	0,4%	40%	0,1	13	29,5%	3%
Inde	469	1 208	-4%	390	1 083	-4,8%	90%	21,6	6,5	-14,30%	1%	56	74	4,0%	6%	1	45	3,4%	4%
Japon	625	764	0%	223	322	-2,0%	42%	134,3	29,1	-30,00%	4%	258	363	4,0%	47%	10	50	7,3%	7%
Pacifique	207	217	-6,2%	176	151	-3,6%	69%	3	7	-14,8%	3%	26	55	-11%	25%	2	4	-8,1%	2%
CEI	816	958	-6,7%	266	277	-8,6%	29%	57	8	-27,2%	1%	491	670	-5,7%	70%	3	4	4,0%	0%
Russie	582	654	-8,4%	176	155	-13,7%	24%	33	8	-3,4%	1%	370	488	-6,8%	75%	3	3	4,0%	0%
Moyen Orient	464	1 204	0,9%	30	21	-8%	2%	189	262	-6,9%	22%	246	922	3,6%	77%	0	0,2	0,0%	0%
Arabie Saoudite	126	362	-1,1%	0	0	-	0%	68	150	-1%	41%	58	213	-1,0%	59%	0	0	-	0%
Iran	118	293	6,0%	1	1	3%	0%	25	25	-11%	8%	92	267	8,0%	91%	0	0	0%	0%
Afrique	354	659	-3,7%	208	244	-6%	37%	37	60	-13,3%	9%	109	353	-0,5%	54%	1	2	0%	0%
Égypte	64	174	-2,3%	0	0	-	0%	8	20	-11,1%	12%	57	154	-1,0%	88%	0	0	-	0%
Afrique du Sud	194	209	-6%	193	209	-6%	100%	0	0,2	0%	0%	0	0	-	0%	0,3	0,4	0%	0%
Monde	10 089	17 156	-2,7%	5 991	9 431	-4,5%	55%	1 159	647	-9,8%	4%	2 775	6 405	0,0%	37%	164	674	5%	4%
OCDE	6 062	5 946	-6%	3 780	2 083	-16,8%	35%	591	137	-23,9%	2%	1 548	3 343	1,5%	56%	143	383	2,0%	6%
Non-OCDE	4 027	11 211	-0,7%	2 211	7 348	-0,3%	66%	567	510	-5,1%	5%	1 228	3 062	-1,6%	27%	21	291	8,9%	3%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : détail de la production renouvelable

Détail de la production d'électricité renouvelable en TWh	Total production renouvelable (hors biomasse)			Production hydraulique				Production éolienne				Production solaire				Production géothermique			
	2000	2020	Évolution 2019-2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020	2000	2020	Évolution 2019-2020	Part dans total zone 2020
Europe	655	1 386	8,5%	626	683	5,4%	49%	22	507	10,9%	37%	0,1	174	16,2%	13%	6	21	-0,7%	2%
UE27	405	923	9,6%	379	374	8,0%	40%	21	395	8,5%	43%	0,1	148	17,9%	16%	5	7	-0,5%	1%
UE28	414	1 020	10,0%	387	382	8,0%	37%	22	471	9,8%	46%	0,1	161	15,9%	16%	5	7	-0,5%	1%
Allemagne	35	207	4,8%	26	25	-8,4%	12%	9	130	5,0%	63%	0,1	53	11,8%	25%	0	0,2	3,1%	0%
France	71	121	11,3%	71	67	8,5%	55%	0	40	16,3%	33%	0	13	11,3%	11%	0	0,1	-2,3%	0%
Amérique du Nord	660	1 212	6,0%	639	699	1,0%	58%	6	376	13,1%	31%	1	118	17,4%	10%	15	19	5,6%	2%
Canada	359	429	2,1%	359	387	1%	90%	0	38	11%	9%	0	4	4,9%	1%	0	0	-	-
États-Unis	301	782	8,3%	280	312	0,5%	40%	6	338	13,4%	43%	1	113	18,0%	14%	15	19	5,6%	2%
Amérique Latine	592	854	-0,1%	584	709	-2,4%	83%	0,2	103	9,1%	12%	0	34	36%	4%	8	9	-9,1%	1%
Brésil	304	461	0,0%	304	395	-0,6%	86%	0	57	1,9%	12%	0	8	21,2%	2%	0	0	-	-
Asie	517	2 941	7,5%	494	1 896	3,4%	64%	2	556	12,7%	19%	0,4	461	21,2%	16%	20	28	1,1%	1%
Chine	223	2 104	8,5%	222	1 356	3,9%	64%	1	466	16%	22%	0	282	21%	13%	0,1	0,1	0%	0%
Corée du Sud	6	29	30%	6	7	14,4%	25%	0	3	18,1%	11%	0	18	39,7%	64%	0	0	-	-
Inde	76	306	4,1%	75	178	0,9%	58%	2	64	-4,6%	21%	0	64	26,8%	21%	0	0	-	-
Japon	101	178	10,4%	97	88	9,3%	50%	0,1	8	3,2%	5%	0,4	79	12,9%	45%	3	2	-3,4%	1%
Pacifique	46	93	6,9%	43	42	-1,6%	46%	0,2	23	15,7%	25%	0	19	23,5%	20%	3	9	0,3%	9%
CEI	224	304	9,5%	224	292	8,1%	96%	0	5	80,6%	2%	0	6	55,9%	2%	0,1	0,4	-1,9%	0%
Russie	165	222	9,8%	165	218	9,0%	98%	0	1,5	331,8%	1%	0	2	54,3%	1%	0,1	0,4	-1,9%	0%
Moyen Orient	8	39	-15,8%	8	25	-26,9%	65%	0	2	8,6%	4%	0	12	17,7%	31%	0	0	-	-
Arabie Saoudite	0	1	0%	0	0	-	0%	0	0	-	0%	0	1	0,0%	100%	0	0	-	-
Iran	4	22	-28,0%	4	22	-29,0%	97%	0	0	12,9%	2%	0	0,3	35,0%	1%	0	0	-	-
Afrique	78	177	2,7%	78	140	0,0%	79%	0,2	19	7,4%	11%	0	13	35,0%	7%	0	5	0%	3%
Égypte	14	20	12,2%	14	13	-1,0%	65%	0,1	4	22,2%	20%	0	3	116,3%	15%	0	0	-	0%
Afrique du Sud	4	18	5,0%	4	6	2%	33%	0	7	0,0%	37%	0	5	16,3%	30%	0	0	-	0%
Monde	2 779	7 006	6,3%	2 695	4 486	2,2%	64%	31	1 591	12%	23%	1	837	21%	12%	52	92	0,3%	1%
OCDE	1 474	2 921	7,9%	1 411	1 510	3,4%	52%	29	930	12,0%	32%	1	425	18,0%	15%	33	56	0,5%	2%
Non-OCDE	1 306	4 084	5,1%	1 284	2 975	2%	73%	3	661	12,2%	16%	0	413	23,2%	10%	19	35	-0,1%	1%

Source : Enerdata Global Energy & CO₂ Data, 2021



Électricité : prix

Les prix de l'électricité se redressent en 2021 avec la hausse des prix des combustibles, du CO₂ et de la demande

Les prix de gros de l'électricité ont fortement chuté sur l'ensemble des marchés en 2020, dans le sillage du repli de la demande électrique et des prix des combustibles fossiles (entre 20% et 50%) ; le poids des capacités renouvelables à faibles coûts marginaux dans le mix de production électrique a également joué. Des conditions météorologiques particulièrement favorables au solaire et à l'éolien ont même donné lieu à plusieurs épisodes de prix négatifs. Les cours ont reculé en moyenne sur 2020 de 25% en 2020.

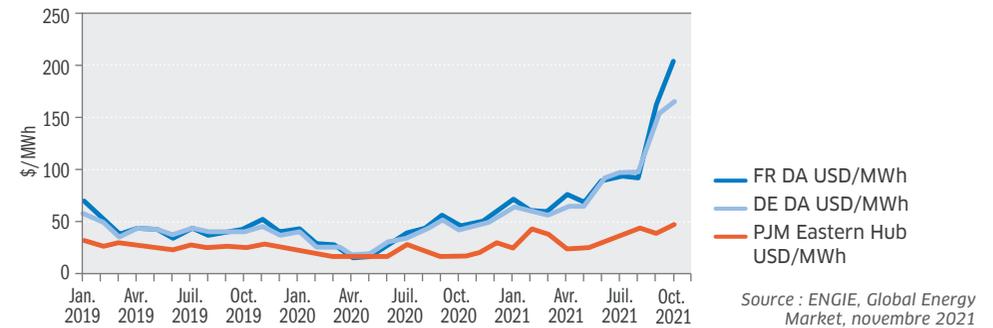
La relance économique, suivie d'une reprise vigoureuse des consommations d'électricité, a enclenché un redressement des cours qui reviennent à leur niveau pré-Covid dès le milieu de l'année. On assiste au second semestre 2021 à un emballement sur l'ensemble des places de marché.

En Europe, les prix de l'électricité sont multipliés par trois depuis le début d'année (de 53 à 150 €/MWh pour le *Baseload* CAL-22 en Allemagne) tirés par la hausse des combustibles – entre le 1^{er} janvier et le 1^{er} novembre le contrat charbon API2 Rotterdam passe de 70 à 150 €/tonne, les prix spots TTF du gaz passent de 18 € à 90 €/MWh – et les quotas européens d'émissions de CO₂ passent de 32 à 57 €/tonne (EUA Spot).

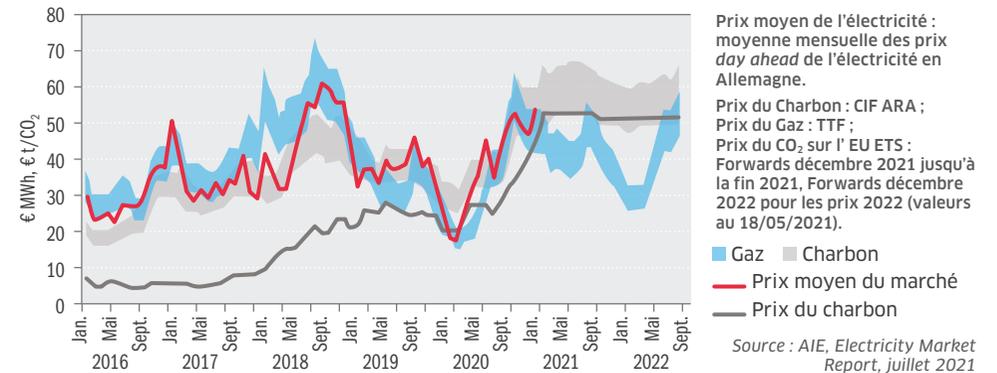
Au Japon et aux États-Unis, suite à des événements météorologiques exceptionnels début 2021, les prix ont atteint des niveaux records ; ainsi au Texas un épisode de froid extrême a totalement rompu l'équilibre offre/demande et entraîné pendant plus de trois jours des pics à 9 000 USD/MWh (pour rappel les prix étaient à 150 USD/MWh fin 2020). Au Japon, l'augmentation de la demande de chauffage liée à de très basses températures et combinée à un approvisionnement limité en gaz, a également insufflé une hausse des prix atteignant plus de 200 JPY/kWh en janvier (contre 30 JPY/kWh fin 2020), poussant le Ministère de l'Économie à prendre des mesures de plafonnement des prix (source : AIE, Electricity Market Report).

* Les prix de gros de l'électricité sur le marché allemand sont pour une large part déterminés par le coût de production des centrales charbon et gaz (prix du CO₂ inclus).

PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE, ALLEMAGNE ET USA (EN \$/MWH)



COMPARAISON ENTRE LES PRIX D'ÉLECTRICITÉ EN ALLEMAGNE ET LES PRIX DES COMBUSTIBLES ET DU CO₂*



Gaz naturel et gaz renouvelables



CONSOMMATION

Les très vives tensions sur l'offre de gaz, liées à une succession d'incidents et à la reprise de la demande, montrent l'importance des instruments de flexibilité

Dans un système énergétique de plus en plus intégré, aux nombreuses interdépendances entre marchés électrique et gazier, et une part croissante d'énergies renouvelables, la sécurité d'approvisionnement est une priorité et doit être abordée de façon globale

HYDROGÈNE

La baisse des coûts des électrolyseurs et de l'électricité renouvelable va fortement modifier les équilibres de ce marché dans les prochaines années

Gaz naturel et transition énergétique.	84
Consommation de gaz naturel	87
Production de gaz naturel.	90
Prix du gaz naturel.	92
Les gaz renouvelables : biogaz et hydrogène.	93



Gaz naturel et transition énergétique

De nombreuses portes restent ouvertes pour le gaz naturel grâce à la place particulière qu'il occupe dans le mix énergétique et le développement des gaz renouvelables

Au centre des préoccupations en 2021 en raison de la flambée des prix, le gaz soulève encore des interrogations quant à son aptitude à se maintenir dans un monde décarboné. Son évolution est en effet à la croisée des chemins, entre la sortie des énergies fossiles et le développement des renouvelables : moins carboné que les autres fossiles le gaz naturel permet une décarbonation rapide des systèmes énergétiques traditionnels ; il est aussi énergie renouvelable lorsqu'il est produit à partir de déchets agricoles notamment (biométhane), ou à partir d'électricité renouvelable par électrolyse de l'eau (hydrogène vert), ou bien encore par combinaison d'hydrogène vert et de gaz carbonique émis par l'industrie (méthane de synthèse). Le rôle qu'il joue dans l'équilibrage du système électrique et la maîtrise des coûts est aussi crucial pour la transition énergétique.

L'un des premiers déterminants de l'évolution de la demande de gaz dans les prochaines années est la substitution au charbon dans le secteur électrique. C'est un facteur de réduction des émissions important (1 060 gCO₂/kWh contre 418 gCO₂/kWh) qui a permis selon l'AIE d'effacer 750 Mt CO₂ entre 2010 et 2020 dans la production électrique en Europe et aux États-Unis, mais aussi dans le bâtiment et l'industrie en Chine. Les engagements donnés en amont de la COP26 (scénario APS), ainsi que la déclaration finale, visent une généralisation des conversions charbon/gaz, avec une réduction annuelle attendue de 180 Mt CO₂ ; l'impact sur la demande de gaz serait de +100 Gm³ en 2030. La trajectoire de neutralité carbone nécessite davantage de substitutions au charbon (+185 Gm³ de gaz en 2030) ainsi que des substitutions pétrole/gaz dans le secteur électrique au Moyen-Orient et dans l'industrie en Asie.

Le gaz naturel est également moins émetteur que le pétrole et le charbon de particules fines et permet ainsi d'améliorer la qualité de l'air, surtout pour les industries énergivores.

Les besoins en énergie des pays en développement sont le second levier de croissance de la demande de gaz, en particulier dans le secteur manufacturier où l'utilisation du gaz peut largement remplacer charbon, pétrole ou biomasse plus polluants. Son déploiement sera toutefois conditionné à sa disponibilité et au développement de nouvelles infrastructures.

Les limites d'un mix énergétique ne reposant que sur l'électricité d'origine renouvelable plaident en outre pour le maintien du gaz afin de limiter les risques de rupture de fourniture et de maîtriser les coûts. En effet un système « tout électrique » trouverait ses limites pour des raisons de coûts, de matières premières, de disponibilité du foncier, d'acceptabilité sociale ou de taille des réseaux. Garder une part de gaz permet de réduire considérablement le surdimensionnement des infrastructures électriques exacerbé par les pointes électriques (dus notamment au chauffage électrique), l'intermittence des ENR et leur éloignement production/consommation. L'urgence climatique impose une décarbonation rapide que permettent les solutions gaz grâce aux infrastructures gazières existantes, l'efficacité des centrales gaz et un rapport coût-efficacité supérieur à de nombreux développements d'ENR électriques.

En revanche, la demande de gaz sera contrainte par la concurrence des renouvelables, l'amélioration de l'efficacité énergétique et l'électrification. Cela concernera en particulier le secteur du bâtiment en fonction du rythme des rénovations et des autres améliorations de l'efficacité énergétique dans les pays où il est utilisé de façon importante pour le chauffage.

Enfin la demande de « méthane » dépendra du développement des gaz renouvelables, biogaz, carburants à base d'hydrogène et gaz de synthèse qui viendront progressivement remplacer le gaz fossile, au fur et à mesure des améliorations technologiques et des coûts.

Le principal défi pour développer les biogaz est la mise en place d'installations à grande échelle afin de réduire les coûts, et celle d'une chaîne d'approvisionnement. L'hydrogène, accompagné de mesures volontaristes et avec l'appui des économies d'échelle, pourrait devenir le carburant à faible teneur en carbone le plus important.

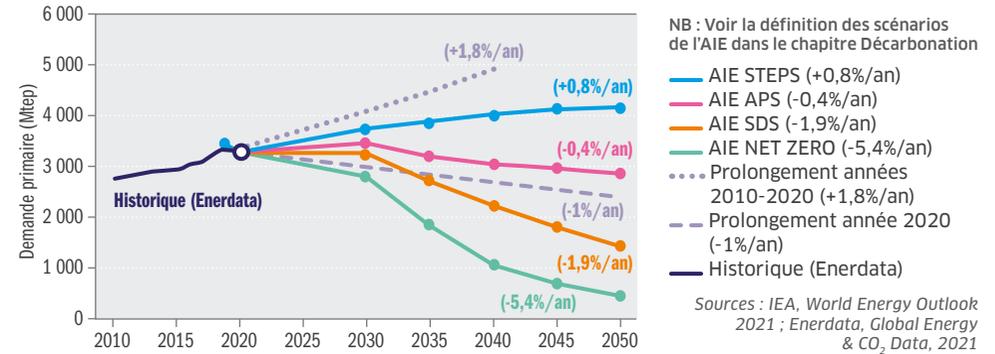


Gaz naturel et transition énergétique

Évolution de la demande de gaz dans les scénarios de l'AIE (WEO 2021). La demande de gaz naturel se maintient jusqu'en 2030 grâce aux substitutions et à la demande des pays émergents. Elle prend ensuite des chemins divergents selon la rigueur des politiques environnementales. Le gaz fossile est fortement restreint dans un scénario de neutralité carbone, alors que les gaz renouvelables y prennent toute leur place.

- Dans les cinq prochaines années la consommation de gaz fossile augmente dans tous les cas de figure, en particulier dans le secteur industriel des économies émergentes et dans la production électrique des économies avancées.
- Dans le scénario STEPS (prise en compte des INDC), la demande de gaz fossile continue d'augmenter sur toute la période d'ici 2050 (+1 000 Gm³), tirée par les pays en développement, en particulier pour l'industrie manufacturière légère en Chine et en Inde, ainsi que la chimie en Chine (40%).
- Dans le scénario APS (engagements de décarbonation donnés avant la COP26) la demande mondiale de gaz naturel fossile augmente de +6% jusqu'en 2030, en raison de l'électrification croissante nécessitant de nouvelles CCGT, puis recule très faiblement ensuite, la hausse des besoins dans les secteurs Industrie et Électricité des marchés en développement étant compensée par un recul dans les économies avancées. Au sein des pays ayant pris un engagement « Zéro carbone » des trajectoires radicalement différentes se dessinent, entre ceux qui ont encore du charbon et où le gaz permet de décarboner rapidement l'économie (Chine, Corée), et ceux ayant déjà engagé cette substitution (UE, États-Unis, Japon, Canada, Brésil). Le gaz progresse dans tous les pays n'ayant pas défini d'objectifs Zéro carbone. Dans ce scénario, à l'horizon 2050 les gaz renouvelables (environ 3 650 TWh PCS de biogaz) et le gaz fossile avec CCUS représentent chacun 9% du total Gaz. L'hydrogène aura un rôle important dès 2030 dans les pays s'étant engagés dans la neutralité carbone (3% du mix global en 2050).
- En revanche dans le scénario NZE la demande de gaz fossile chute rapidement, de moitié d'ici 2030 et des ¾ d'ici 2050, les quantités restantes étant couvertes à cette horizon à 70% par des installations de CCUS. Les raisons sont le développement des capacités de production d'électricité neutre en carbone et l'élimination progressive du gaz naturel dans les bâtiments. La chute du gaz fossile est cependant en partie compensée par le développement des gaz verts : biogaz (4 200 TWh en 2050) et hydrogène bas carbone produit à partir de gaz naturel avec CCUS (en 2030 environ 250 Gm³ de gaz sont utilisés dans les reformeurs de méthane à vapeur équipés de CCUS). Aussi au final, la demande primaire « tous » gaz augmente de près de +5% en 2030 et ne recule que de -20% en 2050 (à 3 000 Gm³). L'hydrogène de son côté représente 13% du mix en 2050 (22 000 TWh dont 70% par électrolyse).

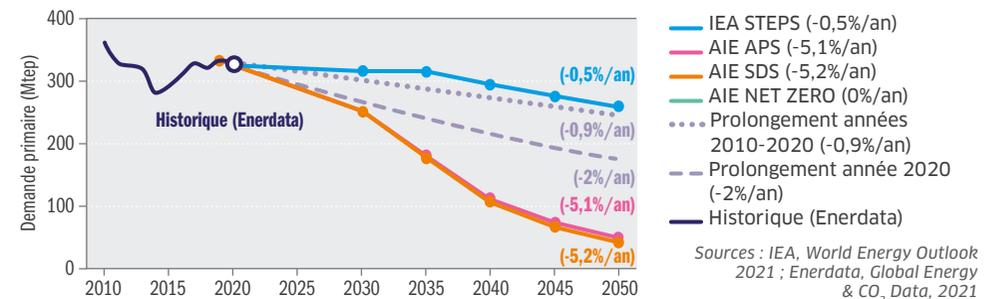
PROJECTIONS DE CONSOMMATION DE GAZ FOSSILE - MONDE



Transition amorcée mais dynamique insuffisante

La progression actuelle du gaz naturel correspond en grande partie à des substitutions au charbon dans la production électrique, ce qui contribue à réduire les émissions de CO₂ ; par contre les efforts trop insuffisants en matière d'efficacité énergétique ne permettent pas de peser sur la demande énergétique globale.

PROJECTIONS DE CONSOMMATION DE GAZ FOSSILE - UNION EUROPÉENNE (UE27)



Transition amorcée mais dynamique insuffisante

Dans l'UE, zone la plus exigeante, le gaz naturel participe à la décarbonation du système électrique en remplacement du charbon ; à partir de 2030 il faudra accélérer le développement des gaz verts pour conserver des solutions gaz tout en les décarbonant ; la réduction globale des consommations d'énergie est un point critique.



Gaz naturel et transition énergétique

PRÉVISIONS DE CONSOMMATION MONDIALE DE GAZ NATUREL DANS LES SCÉNARIOS STEP, APS ET SDS DE L'AIE (EN GM³)

Prévisions de consommation de gaz En Gm ³	2020	Stated Policies Scenario				Announced Pledges Scenario				Sustainable Development Scenario			
		2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050
Europe	596	587	497	-0,6%	10%	504	234	-3,1%	6%	483	118	-5,3%	5%
Amérique du Nord	1 096	1 154	1 073	-0,1%	21%	933	418	-3,2%	11%	900	328	-3,9%	13%
Amérique Latine	148	154	191	0,9%	4%	152	154	0,1%	4%	134	98	-1,4%	4%
Asie Pacifique	839	1 114	1 442	1,8%	28%	1 105	1 164	1,1%	30%	1 146	880	0,2%	36%
Eurasie	597	663	711	0,6%	14%	668	712	0,6%	18%	634	419	-1,2%	17%
Moyen Orient	559	658	839	1,4%	16%	665	841	1,4%	22%	541	435	-0,8%	18%
Afrique	164	208	319	2,3%	6%	210	308	2,1%	8%	193	170	0,1%	7%
Bunkers internationaux	1	16	40	12,1%	1%	12	21	9,8%	1%	8	5	4,4%	0%
Monde	3 999	4 554	5 113	0,8%	1	4 249	3 852	-0,1%	100%	4 038	2 452	-1,6%	100%

Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021

86

PRÉVISIONS DE PRODUCTION MONDIALE DE GAZ NATUREL DANS LES SCÉNARIOS STEP, APS ET SDS DE L'AIE (EN GM³)

Prévisions de production de gaz En Gm ³	2020	Stated Policies Scenario				Announced Pledges Scenario				Sustainable Development Scenario			
		2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	Part en 2050
Europe	241	200	181	-0,9%	4%	179	96	-3,0%	2%	172	41	5,1%	2%
Amérique du Nord	1 165	1 305	1 188	0,1%	23%	1 071	549	-2,5%	14%	1 006	433	3,4%	18%
Amérique Latine	151	154	209	1,1%	4%	150	162	0,2%	4%	133	98	2,6%	4%
Asie Pacifique	643	702	782	0,7%	15%	701	639	0,0%	17%	700	450	1,9%	18%
Eurasie	926	1 088	1 183	0,8%	23%	1 038	990	0,2%	26%	1 006	601	2,3%	25%
Moyen Orient	645	800	1 124	1,9%	22%	805	1 018	1,5%	26%	742	577	2,2%	24%
Afrique	244	305	446	2,0%	9%	305	399	1,7%	10%	278	252	1,9%	10%
Monde	4 014	4 554	5 113	0,8%	100%	4 249	3 852	-0,1%	100%	4 038	2 452	2,5%	100%
Gaz conventionnel	2 899	3 177	3 634	0,8%	71%	3 084	3 047	0,2%	79%	2 975	1 899	2,2%	77%
Gaz de réservoir compact	290	279	223	-0,9%	4%	229	71	-4,6%	2%	277	113	2,3%	5%
Gaz de schiste	742	1 013	1 136	1,4%	22%	853	650	-0,4%	17%	705	373	3,8%	15%
Méthane de houille	80	62	94	0,5%	2%	59	84	0,2%	2%	57	68	1,1%	3%
Autre	3	24	25	7,3%	0%	24	-	-	-	24	-	-	-

Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021



Gaz naturel : consommation

Forte reprise de la demande de gaz en 2021, mais contrariée par des problèmes d'approvisionnement

La demande mondiale de gaz naturel a reculé en 2020 de -1,6%, affectée au premier semestre (-4% en glissement annuel) par la pandémie et sans être soutenue par les besoins de chauffage en raison de températures plus douces que la normale. Cette baisse reste faible au regard de celles enregistrées par les autres énergies fossiles, le gaz étant moins dépendant de la production électrique que le charbon et moins exposé que le pétrole dans le transport. Le second semestre a vu un début de reprise en raison de prix du gaz particulièrement attractif, et à ceux en hausse du CO₂ en Europe, donnant au gaz un avantage compétitif dans le secteur électrique par rapport au charbon.

La situation s'est encore redressée en 2021 en étant toutefois fragilisée par des tensions sur l'offre. La demande de gaz a fortement rebondi fin 2020 et début 2021, bénéficiant d'une combinaison de facteurs positifs : une période de chauffage prolongée avec des températures printanières inférieures à la moyenne, une consommation de gaz plus élevée dans le secteur de l'électricité et une reprise économique forte. Celle-ci s'exerce avec force en Asie, tout particulièrement en Chine, devenue le premier marché importateur de GNL devant le Japon. Ce mouvement sera consolidé tout au long de l'année par le secteur industriel, non seulement en Asie mais aussi au Moyen-Orient et en Europe.

Des pics de demande ont été observés en début d'année dans les marchés « thermosensibles » comme la France, et de façon spectaculaire aux États-Unis où un épisode de froid extrême a induit de vives tensions sur l'équilibre offre-demande et une flambée des prix.

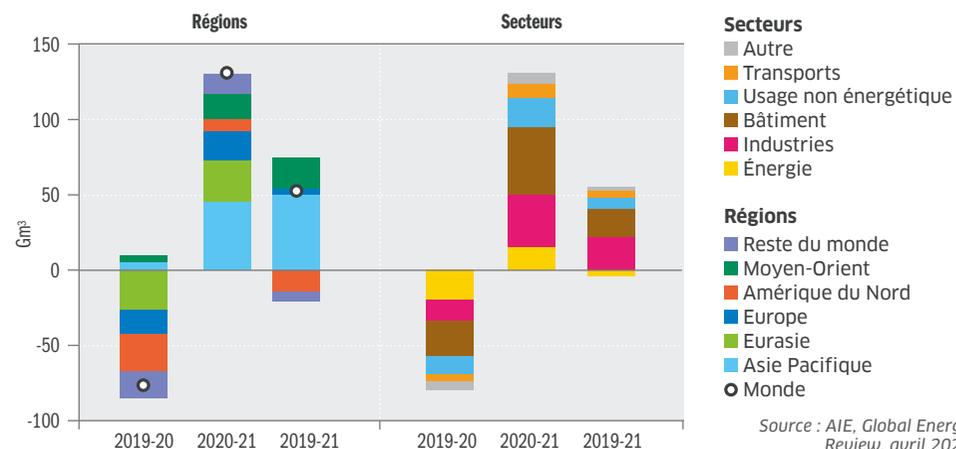
Les centrales gaz ont en outre profité au premier semestre de la faiblesse des autres sources de production, éolienne, solaire ainsi qu'hydraulique avec des sécheresses sur de grands marchés (Chine, Californie, Brésil, Turquie), nucléaire en raison des retards pris dans les opérations de maintenance pendant la crise de Covid, et également charbon, plusieurs centrales ayant été « décommissionnées » dans les derniers mois à cause de mauvaises conditions de marché.

Les tensions rencontrées au niveau des approvisionnements ont toutefois déclenché à partir du milieu d'année une hausse exceptionnelle des prix du gaz en Europe et en Asie qui a sapé les arbitrages jusqu'alors favorables dans le secteur électrique. Même les prix élevés du CO₂ en Europe n'ont pas suffi à sauvegarder son avantage.

Au global la demande en gaz devrait augmenter de +3% en 2021 selon l'AIE, déclinée au niveau sectoriel en +5% dans l'industrie et le résidentiel/ tertiaire et +1% dans la production électrique.

2021 illustre parfaitement les défis auxquels les systèmes énergétiques seront confrontés face à des conditions météorologiques de plus en plus extrêmes. L'appel aux centrales gaz démontre l'importance de préserver des capacités de secours flexibles afin d'assurer la continuité de fourniture électrique en cas d'impacts météorologiques importants.

ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE PÉTROLE SELON LES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE L'AIE ENTRE 2020 ET 2030





Gaz naturel : consommation primaire

Consommation primaire de gaz naturel, en Gm ³	2000	2005	2010	2015	2019	2020	Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020	Part dans le Monde 2020
Europe	505	575	600	500	547	532	-2,8%	-1,2%	14%
UE-27	379	436	449	366	411	398	-3,2%	-1,2%	10%
UE-28	481	536	549	439	489	471	-3,7%	-1,5%	12%
France	40	47	48	39	42	39	-7,3%	-2,2%	1%
Allemagne	88	91	95	81	95	93	-2,4%	-0,2%	2%
Italie	71	86	83	68	74	71	-4,4%	-1,6%	2%
Pays-Bas	49	50	56	41	44	44	-1,9%	-2,5%	1%
Royaume-Uni	102	100	99	73	78	73	-6,2%	-3,0%	2%
Amérique du Nord	753	722	781	882	1 007	985	-2,3%	2,3%	25%
États-Unis	661	623	683	767	884	867	-1,9%	2,4%	22%
Canada	92	99	97	115	123	117	-4,6%	1,9%	3%
Amérique Latine	136	182	215	245	242	223	-7,9%	0,4%	6%
Argentine	37	44	45	51	52	49	-5,9%	0,9%	1%
Mexique	40	55	70	78	83	75	-9,5%	0,7%	2%
Asie	290	393	558	658	794	802	1,0%	4%	20%
Chine	25	47	125	192	303	325	7,2%	10,0%	8%
Inde	29	38	53	55	64	63	-1,4%	1,7%	2%
Japon	88	91	111	114	103	100	-3,1%	-1,1%	3%
Pacifique	29	30	37	42	47	46	-3,0%	2%	1%
CEI	570	624	663	602	665	645	-3,1%	-0,3%	16%
Russie	391	426	466	445	501	485	-3,3%	0,4%	12%
Moyen-Orient	174	255	374	481	537	551	2,6%	3,9%	14%
Arabie Saoudite	38	56	73	87	97	97	0,6%	2,9%	3%
Iran	62	99	144	184	212	221	4,2%	4,3%	6%
Émirats Arabes Unis	30	42	61	74	78	75	-3,9%	2,1%	2%
Afrique	57	90	108	134	164	158	-3,4%	4%	4%
Monde	2 515	2 870	3 335	3 543	4 004	3 941	-1,6%	1,7%	100%
OCDE	1 411	1 482	1 625	1 649	1 831	1 781	-2,7%	0,9%	45%
Non OCDE	1 103	1 389	1 711	1 894	2 173	2 160	-0,6%	2,4%	55%

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021



Gaz naturel : consommation par secteur

Consommation totale en 2020, en Gm ³	Énergie		Industrie		Transport		Services, Résidentiel & Agriculture		Usages non énergétiques		Total	
	2020	Évolution 2019-2020	2020	Évolution 2019-2020	2020	Évolution 2019-2020	2020	Évolution 2019-2020	2020	Évolution 2019-2020	20 2020 19	Évolution 2019-2020
Europe	199	-4%	109	-4%	2	-5%	202	-1%	20	-5%	532	-3%
UE-27	147	-4%	87	-4%	2	-5%	145	-2%	18	-4%	398	-3%
UE-28	176	-5%	95	-5%	2	-5%	179	-2%	18	-4%	471	-4%
France	9	-8%	10	-7%	0	-6%	19	-7%	1	-7%	39	-7%
Allemagne	26	-4%	23	-4%	0	0%	41	0%	3	-6%	93	-2%
Italie	32	-5%	10	-8%	1	-8%	28	-2%	1	-8%	71	-4%
Pays-Bas	18	3%	7	-7%	0	-5%	15	-3%	3	-9%	44	-2%
Royaume-Uni	30	-11%	9	-7%	0	NA	35	-1%	0,4	0%	73	-6%
Amérique du Nord	520	1%	174	-2,0%	2	15%	255	-8%	34	4%	985	-2%
États-Unis	456	1%	157	-2,0%	2	16%	222	-8,6%	30	5%	867	-2%
Canada	64	-4%	17	-2,6%	0,1	1%	32	-7%	4	-2,6%	117	-5%
Amérique Latine	144	-8%	42	-11%	6	-19%	19	-1%	12	-6%	223	-7,9%
Argentine	27	-7%	8	-7%	2	-24%	12	0%	1	-7%	49	-6%
Mexique	59	-8%	15	-16%	0,1	-15%	1	6%	0,4	-16%	75	-10%
Asie	379	-2%	196	4%	42	5%	125	4%	59	-1%	802	1%
Chine	93	4%	118	8%	32	9%	70	8%	11	9%	325	7%
Inde	27	-1%	7	-2%	3	-4%	4	-2%	22	-2%	63	-1%
Japon	71	-1%	11	-10%	0,0	-9%	18	-8%	0,2	-10%	100	-3%
Pacifique	27	-5%	10	-1%	0,1	2%	7	2%	3	-6%	46	-3%
CEI	387	-4%	62	-2%	6	-2%	133	-1%	57	-1%	645	-3%
Russie	295	-5%	47	-1%	2,0	-1%	87	-1%	53	-1%	485	-3%
Moyen-Orient	312	4%	132	0%	8	2%	69	3%	31	2%	551	3%
Arabie saoudite	64	-1%	27	3%	0	NA	0	NA	7	3%	97	1%
Iran	92	7%	43	1%	8	2%	61	4%	16	1%	221	4%
Émirats Arabes Unis	37	-2%	38	-6%	0	NA	0	NA	0,4	-6%	75	-4%
Afrique	103	-4%	24	-4%	0,4	-5%	15	-1%	15	-4%	158	-3%
Monde	2 071	-2%	748	-1%	67	1%	824	-2%	231	-1%	3 941	-2%
ODCE	906	-1%	323	-3,8%	5	0%	491	-5,3%	56	0%	1 781	-3%
Non OCDE	1 165	-2%	425	1%	61	1%	334	2%	176	-1%	2 160	-1%

Source : Enerdata, Global Energy and CO2 Data, 2021



Gaz naturel : production

Les très vives tensions qui s'exercent en 2021 sur les approvisionnements en gaz rappellent que la sécurité d'approvisionnement reste un sujet majeur pour ce marché

Difficile d'imaginer encore à la mi 2020 que la production de gaz, marquée par des années de croissance soutenue grâce au gaz de schiste américain et aux développements du GNL (Yamal, Qatar...), allait connaître une grave crise d'approvisionnement en 2021. La production mondiale de gaz a connu entre 2015 et 2019 un rythme soutenu de +3,5% en moyenne annuelle, franchissant les 4 Tm³ fin 2019. Cette dynamique s'est poursuivie au premier semestre 2020, en dépit de la baisse des consommations de gaz liée au Covid, pour constituer des stocks très importants aux États-Unis et en Europe. À partir du 3^e trimestre pourtant, une succession de problèmes, opérationnels, commerciaux et climatiques s'abattent sur la production de gaz et sur les capacités d'exportation, générant, face à la forte reprise de la demande, de très vives tensions tout au long de 2021. La production de gaz a reculé de -2,8% (-113 Gm³) en moyenne sur 2020 et est repartie en 2021 sur un rythme qui devrait être de +3,8% (+150 Gm³ à 4,1 Tm³) selon l'AIE.

Le marché du GNL, encore excédentaire mi-2020, s'est retrouvé dès la fin d'année en difficulté, pris en étau entre la reprise de la demande et un resserrement de l'offre. Une série de pannes, de retards et de reports de maintenance liés au Covid ont affecté de nombreux producteurs (Australie, Indonésie, Pérou, Norvège, Russie, mais aussi Trinidad, le Nigéria et l'Angola) et généré des tensions extrêmes sur ce marché. Elles se sont traduites par une flambée des prix du GNL en 2021 et une âpre concurrence entre acheteurs, qui s'est faite en faveur de l'Asie du Nord-Est et au détriment de l'Europe. Elles ont permis en revanche aux fournisseurs bénéficiant de flexibilité, les *swing producers*, États-Unis pour l'essentiel, mais aussi le Qatar et l'Égypte, d'accroître leur production afin de satisfaire pratiquement toute la demande additionnelle. Au total les approvisionnements en GNL ont ralenti à +1% en 2020, alors qu'ils étaient sur une croissance annuelle de +10% entre 2015 et 2019, et progresseront de près de +5% en 2021 (AIE). La fin des opérations de maintenance des fournisseurs traditionnels devrait apporter une détente à condition que l'hiver ne soit pas trop rigoureux.

La situation a été tout aussi tendue avec les importations par gazoducs, les frictions entre la Russie et l'Ukraine ayant perturbé les approvisionnements de l'Europe, fortement dépendants de la Russie (2nd producteur derrière les USA et 1^{er} exportateur mondial). Si les flux russes ont repris au 3^e trimestre 2021 via le *Blue Stream* et le *TurkStream*, les incertitudes concernant le début des livraisons du *Nord Stream 2* restent très élevées. Gazprom a déclaré, pour contrer les reproches qui lui sont faits par les européens de ne pas ouvrir suffisamment « les robinets », qu'elle couvrira à elle seule un tiers de la hausse de la consommation de gaz dans le monde en 2021.

Les stocks de gaz, pléthoriques en 2020, ont été très sollicités en 2021 et abordent l'hiver avec des niveaux inférieurs aux moyennes saisonnières dans les principales régions gazières (de 16% en Europe, 7% aux USA, 17% au Japon et Corée), les conditions de marché n'ayant pas permis des injections suffisantes au cours de l'été pour les reconstituer. Les capacités de stockage souterrain ont joué un rôle central pendant la vague de froid de janvier-février et dans la fourniture des besoins supplémentaires de l'Europe, en apportant la flexibilité transrégionale nécessaire. Là encore 2021 aura mis l'accent sur l'importance des stockages. Ainsi le manque criant de capacités en Asie, la rendant dépendante des importations spot de GNL, vient de pousser les autorités du Japon, de la Corée et de la Chine à prendre des mesures pour améliorer le développement du stockage.

Les contrats de longue durée pour de grand volume et à destination fixe sont de retour en 2020 et 2021. Ils ont représenté 82 % des nouveaux contrats au cours des huit premiers mois de 2021. Cela s'explique par la diminution des sources d'approvisionnement flexibles (principalement américaines) et par une volatilité des prix élevée, avec en 2021 des pics sur les marchés spot sans précédent. Mesurant l'importance de s'assurer des prix stables, acheteurs et vendeurs ont signé des contrats long terme allant de 2 Gm³/an (43%), à 2-4 Gm³/an (40%), voir plus de 4 Gm³/an (17%).

La succession d'incidents survenus sur le marché du gaz au cours de l'année écoulée illustre le rôle essentiel des outils de flexibilité dans un système énergétique en transition. Les outils de flexibilité comme les stockages, les interconnexions et le GNL permettent de s'adapter aux fluctuations brusques et inattendues de la demande ou de l'offre, et d'assurer la sécurité et la continuité d'approvisionnement, autant du système gazier qu'électrique compte tenu des liens de plus en plus étroits entre eux (comme l'a illustré la crise texane en février dernier).

Cette sécurité est d'autant plus cruciale dans un mix énergétique en voie de décarbonation avec l'intégration croissante de sources renouvelables, que ce soit l'intégration des gaz renouvelables, qui réclament des systèmes plus complexes, décentralisés et bidirectionnels, ou l'intégration des renouvelables électriques intermittentes.

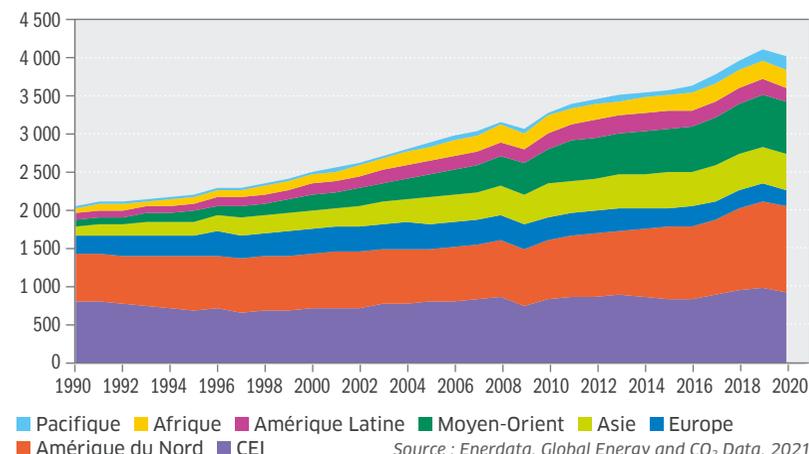


Gaz naturel : production

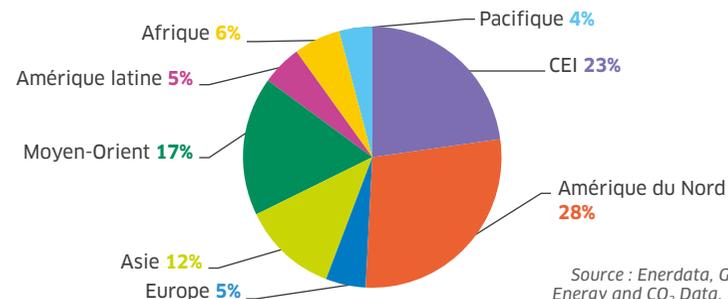
Production de gaz naturel, en Gm ³	2000	2005	2010	2015	2019	2020	Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020	Part dans le Monde 2020
Europe	320	329	317	261	230	214	-7,0%	-3,9%	5%
UE-27	150	148	148	98	71	56	-21,3%	-9,3%	1%
UE-28	265	241	206	138	111	95	-13,7%	-7,4%	2%
Norvège	53	87	110	121	119	116	-2,4%	0,5%	3%
Pays-Bas	74	78	90	55	34	24	-28%	-12,4%	1%
Royaume-Uni	115	93	58	41	40	40	-0,2%	-3,7%	1%
Amérique du Nord	726	700	760	932	1 138	1 125	-1,1%	4,0%	28%
États-Unis	544	512	604	767	962	953	-0,9%	4,7%	24%
Canada	182	188	156	165	176	172	-2,3%	1,0%	4%
Amérique Latine	138	179	211	219	199	181	-8,7%	-1,5%	5%
Asie	251	335	426	449	479	478	-0,2%	1,2%	12%
Chine	27	49	96	135	176	193	10%	7,3%	5%
Indonésie	70	75	86	75	69	64	-6,6%	-2,9%	2%
Malaisie	50	66	61	69	71	66	-7,7%	1%	2%
Pacifique	39	40	58	83	159	171	7,6%	11,5%	4%
Australie	33	36	53	68	142	154	7,9%	11,3%	4%
CEI	709	797	834	844	982	915	-6,8%	0,9%	23%
Russie	573	628	657	638	751	705	-6,1%	0,7%	18%
Turkménistan	47	63	45	84	87	NA	NA	NA	NA
Moyen-Orient	196	302	467	585	669	674	0,7%	3,7%	17%
Arabie saoudite	38	56	73	87	97	97	0,6%	2,9%	2%
Iran	59	99	144	184	232	234	1,1%	5,0%	6%
Qatar	25	45	121	165	168	167	-0,1%	3,3%	4%
Afrique	124	189	209	202	251	236	-6,1%	1,2%	6%
Algérie	82	89	85	84	90	84	-6,8%	-0,1%	2%
Monde	2 504	2 870	3 281	3 574	4 108	3 995	-3%	2,0%	100%
OCDE	1 110	1 104	1 181	1 304	1 545	1 530	-0,9%	3%	38%
Non OCDE	1 394	1 766	2 100	2 269	2 563	2 464	-3,8%	1,6%	62%

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL DE 1990 À 2020 (EN GM³)



RÉPARTITION DE LA PRODUCTION DE GAZ NATUREL DANS LE MONDE EN 2020 - TOTAL : 3 995 GM³





Gaz naturel : prix

Dans un contexte énergétique très tendu, les prix du gaz naturel réagissent violemment

La reprise économique a engendré une flambée exceptionnelle des prix du gaz en Europe et en Asie au cours de l'année 2021.

Les prix de gros du gaz en Europe (référence TTF) et le prix spot du GNL en Asie ont suivi une ascension vertigineuse en 2021, qui s'est accentuée au fur et à mesure que le marché se resserrait. Les cours sur le marché européen, aux environs de 17 €/MWh (6 \$/Mbtu) en janvier, se sont envolés au delà de 110 €/MWh à l'automne avec l'arrivée de la période de chauffe, un record depuis le début des échanges sur les hubs gaziers européens. Un contexte particulier de forte reprise économique, de tensions sur les approvisionnements et de hausse généralisée des prix des combustibles, ainsi que du CO₂, explique cette hausse (voir section prix des autres chapitres). Elle se caractérise également par une volatilité historiquement élevée, liée aux incertitudes sur la durée du sous-provisionnement, et par une grande faiblesse des stocks en raison d'un printemps plus rigoureux que d'habitude et du manque d'appétit des fournisseurs à remplir les stockages durant l'été au regard des niveaux de prix élevés (au début de l'automne les stocks européens étaient inférieurs de 10 Gm³ à la moyenne des 5 dernières années).

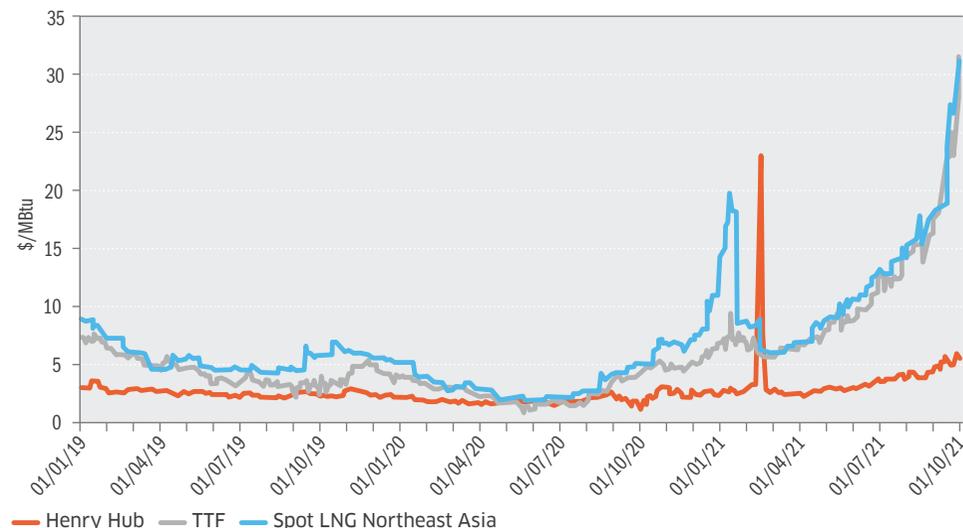
Les premiers mois de 2021 ont été marqués par un froid extrême, d'abord en Asie du Nord-Est, puis en Amérique du Nord, notamment au Texas, qui a conduit à un épisode de grandes tensions et des pics de prix du Henry Hub à 24 \$/MBtu.

À partir de septembre, les cours spot du gaz atteignent des niveaux carrément « stratosphériques », stimulés par de nouvelles inquiétudes européennes concernant la capacité de la Russie à augmenter les exportations par pipeline et la concurrence continue pour les cargaisons en provenance d'Asie (ces dernières étant sujettes à certaines restrictions de liquéfaction et à une forte demande de la zone). L'évolution en parallèle des prix du TTF et des prix spot du GNL d'Asie reflète d'ailleurs cette compétition entre les deux marchés.

Les États-Unis connaissent aussi des tensions mais, hormis la pointe de février, d'une moindre ampleur : les prix du Henry Hub ont grimpé à plus de 6 \$/MBtu en octobre sous la pression de la demande européenne dépendante des livraisons de GNL américain.

Pour rappel, la moyenne du prix européen TTF était de 13,5 €/MWh (4,5 \$/MBtu) en 2019, de 9,4 €/MWh (3,2 \$/MBtu) en 2020 et s'établit début novembre 2021 à 43 €/MWh (14,8 \$/MBtu). La moyenne du prix spot de l'Asie du Nord-Est était de 5 \$/MBtu en 2019, de 2 \$/MBtu en 2020 et 5,8 \$/MBtu début novembre 2021. La moyenne annuelle du Henry Hub aux États-Unis était de 2,8 \$/MBtu 2019, de 2 \$/MBtu en 2020 et s'établit début novembre 2021 à 4,1 \$/MBtu.

ÉVOLUTION DES PRIX DU GAZ - SPOT JOURNALIER EN \$/MBTU



Source : Q3 2021 - International natural gas prices (CEDIGAZ)

Les perspectives à court terme restent soumises à de fortes incertitudes, concernant notamment les approvisionnements en gaz russe ; les anticipations privilégient toutefois un desserrement des tensions et un recul des prix en fin d'année.

Cette détente reste dépendante non seulement de l'approvisionnement russe, mais aussi des températures hivernales en Europe, de l'offre d'autres producteurs comme la Norvège, ou de la disponibilité des cargaisons de GNL. La volatilité devrait rester importante en raison de l'inélasticité de la demande, les possibilités de transfert vers le charbon dans la production électrique étant épuisées.



Les gaz renouvelables : le biogaz

Les gaz « verts », en parallèle de l'électricité renouvelable, seront indispensables à la transition énergétique

Les gaz verts : de quoi parle-t-on ?

○ **Le Biogaz** est obtenu à partir de gaz de décharge, de boues de stations d'épuration ou de résidus agricoles ou agroalimentaires via la digestion anaérobie (dit aussi « méthanisation »). Il peut être utilisé tel quel pour produire de l'électricité et de la chaleur (cogénération).

La digestion anaérobie est un processus biologique qui utilise des micro-organismes pour décomposer la matière organique en l'absence d'oxygène. En résulte le biogaz, mélange composé de méthane, de CO₂ et d'autres gaz, et un digestat qui peut être utilisé comme engrais.

○ **Le Gaz de synthèse** est obtenu soit par pyro-gazéification, soit par recombinaison d'hydrogène vert et de dioxyde de carbone (procédé de « méthanation »). La pyro-gazéification ou gazéification est un procédé thermochimique permettant de produire un combustible gazeux, appelé syngas, à partir de matières lignocellulosiques (bois, paille...). Ce syngas est composé principalement de méthane, d'hydrogène, de monoxyde de carbone et de dioxyde de carbone. Ce syngas peut être utilisé directement via une cogénération ou être purifié afin de produire du biométhane.

○ **Le Biométhane est du biogaz ou du gaz synthétique épuré** et injecté dans les réseaux pour se substituer au gaz naturel pour tous les clients et pour tous les usages, y compris mobilité (GNV).

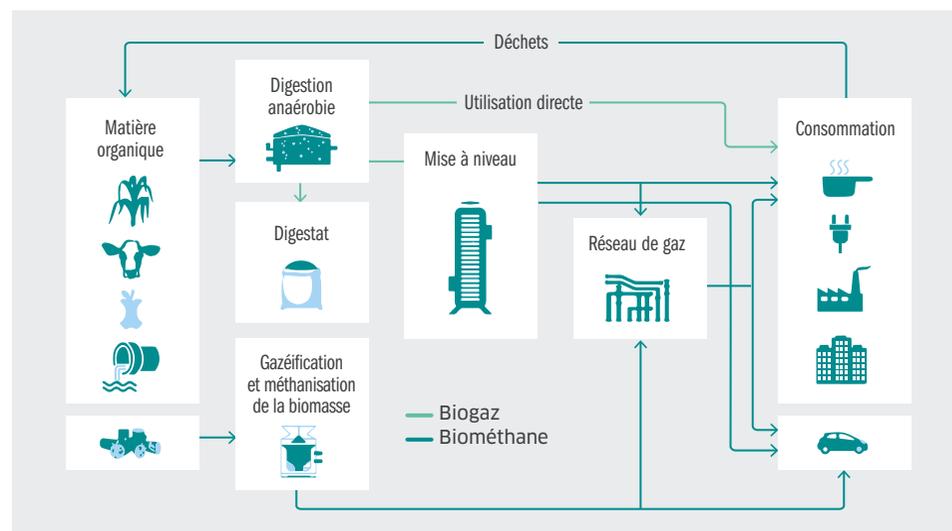
○ **L'hydrogène vert** est obtenu par électrolyse à partir d'électricité renouvelable (*Power-to-Gas*), ou à partir de biomasse (vaporeformage de biogaz ou pyro-gazéification). Principalement utilisé comme matière première industrielle aujourd'hui, l'hydrogène pourra être injecté directement dans le réseau de gaz naturel ou sous forme de méthane après combinaison avec du CO₂ (voir section suivante).

Biométhane, méthane de synthèse ou hydrogène peuvent être soit injectés dans les réseaux de gaz (jusqu'à un certain pourcentage pour l'hydrogène), soit utilisés directement hors réseau pour certains usages comme la mobilité.

Les gaz verts proviennent aujourd'hui essentiellement du biogaz produit par méthanisation. Le biogaz est principalement valorisé sous forme de chaleur et d'électricité via un moteur de cogénération. **Cependant la production de biométhane injectable dans les réseaux est actuellement en voie de développement grâce aux incitations réglementaires dans plusieurs pays européens.**

La pyro-gazéification et le *Power-to-Gas* n'ont pas encore atteint la maturité technologique de la méthanisation et leur production demeure encore faible comparée à celle-ci.

LES DIFFÉRENTS MOYENS DE PRODUIRE DU BIOGAZ ET DU BIOMÉTHANE



Source : European Biogas Association, Statistical Report, 2019



Les gaz renouvelables : le biogaz

Deux facteurs principaux expliquent l'essor du biogaz : la disponibilité de la matière première et le soutien politique.

Pour ces raisons son développement est inégal à travers le monde ; l'Europe, la Chine et les États-Unis représentent 90% de la production mondiale, évaluée à 35 Mtep (~410 TWh) en 2018. Mais cette production ne représente encore qu'une infime partie du potentiel mondial estimé lui à près de 600 Mtep (~7 000 TWh).

Quant à l'Europe, la production de biogaz stagne depuis quelques années. En effet, le biogaz a connu une croissance exponentielle jusqu'à 2014, et plus atténuée depuis, à la suite principalement des modifications de la loi EEG* en Allemagne. En 2019 la production de biogaz en Europe s'élevait à 167 TWh. Elle reste concentrée à 75% dans trois pays : Allemagne (82 TWh), Italie (23 TWh) et le RU (20 TWh).

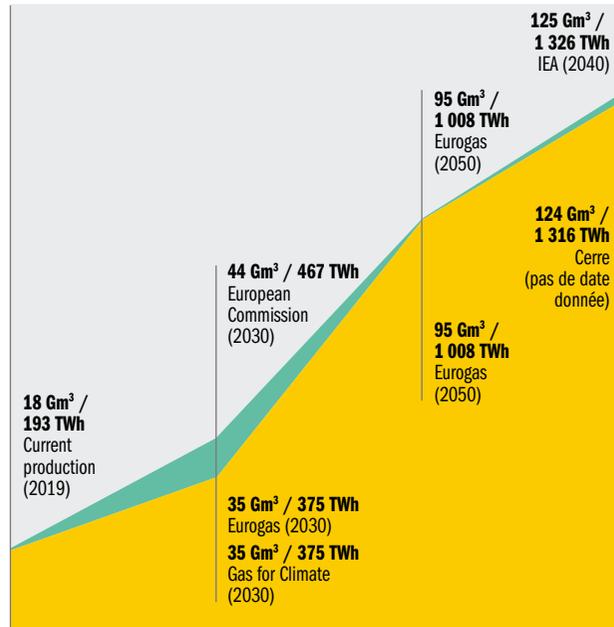
La dynamique du biométhane se poursuit en Europe.

En 2019, la production de biométhane en Europe s'élevait à 26 TWh, une croissance de 15% par rapport à 2018. Les trois principaux pays producteurs de biométhane sont : Allemagne (10 TWh), Danemark (2,6 TWh) et France (2,2 TWh). La dynamique de développement est la plus prononcée en France, tant en termes du nombre de nouvelles installations mises en service qu'en termes de production.

Le rythme rapide de développement du biométhane continue avec une augmentation du nombre d'installations de 16% entre 2018 et 2019. Entre 2017 et 2019 le taux moyen de croissance annuelle du biométhane est de 15%. Le potentiel du biométhane en Europe est estimé à environ 400 TWh en 2030 (10% de la consommation du gaz naturel) et plus de 1 000 TWh en 2050.

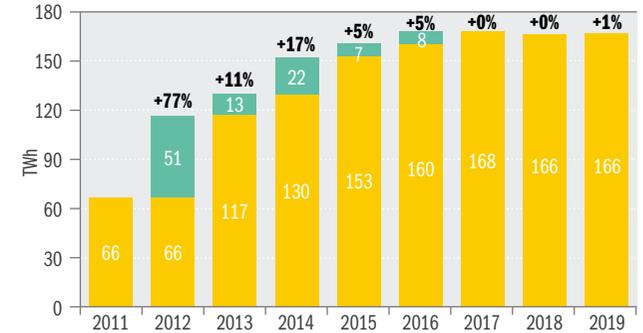
* EEG : Erneuerbare Energien Gesetz, loi allemande accordant une priorité aux énergies renouvelables grâce à des tarifs d'achat dédiés.

POTENTIEL DE BIOGAZ ET DE BIOMÉTHANE EN EUROPE POUR 2030, 2040 ET 2050 SELON PLUSIEURS ÉTUDES (EN GM³ ET TWH)

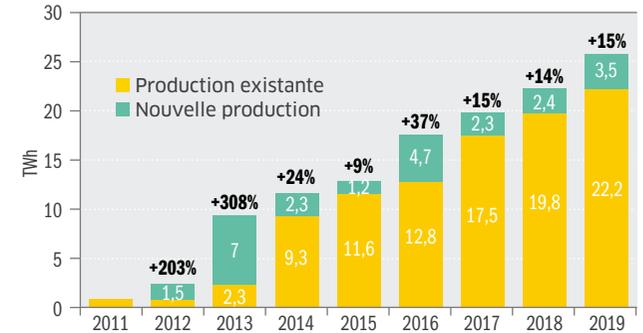


Source : European Biogas Associations « Statistical Report 2021 »

DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION DE BIOGAZ EN EUROPE ENTRE 2011 ET 2019 (EN TWH)



DÉVELOPPEMENT DE LA PRODUCTION DE BIOMÉTHANE EN EUROPE ENTRE 2011 ET 2019 (EN TWH)



Source : European Biogas Associations « Statistical Report 2021 »



Les gaz renouvelables dans la transition énergétique

En répondant aux exigences de la transition énergétique à plusieurs titres les gaz verts en sont un élément essentiel.

Les gaz verts, parce qu'ils peuvent être injectés dans les réseaux gaziers, présentent des avantages spécifiques par rapport aux autres énergies renouvelables : faibles coûts de transport, capacité à être stockés massivement de façon compétitive et avec une forte flexibilité inter-saisonnière. En Europe en particulier, les gaz verts peuvent bénéficier d'infrastructures existantes et largement amorties. Pour ces raisons les gaz verts apparaissent comme un vecteur Indispensable à la transition énergétique et sont présents dans les trajectoires de décarbonation (voir la partie scénarios du chapitre Décarbonation) dans lesquels ils jouent la complémentarité avec les renouvelables électriques.

Le biogaz, parce qu'il est produit localement, permet l'émergence de solutions décentralisées associées à la création d'emplois non délocalisables (environ 3-4 emplois directs par installation). Il contribue aussi à régler les enjeux sociétaux de traitement des déchets et favorise le déploiement d'une agriculture durable. Enfin, il participe à l'amélioration de la qualité de l'air et à l'accès à une énergie « moderne » pour les populations qui en sont encore privées.

Le « market design » est clé pour exploiter le potentiel du biogaz et du biométhane.

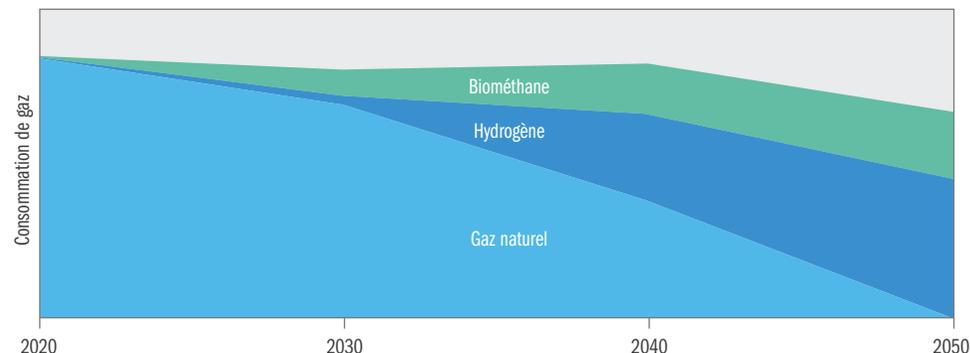
Le développement du biogaz et du biométhane est très capitalistique avec des coûts de production qui dépendent en grande partie du prix des intrants, de la taille des installations et des dispositifs de soutien mis en place au niveau des pays. Ces coûts vont de 40 à 120€ par MWh pour la production par digestion anaérobie.

Biométhane et biogaz ne seront compétitifs avec les combustibles fossiles qu'avec un prix du carbone qui reflète leur avantage environnemental. En attendant cette évolution, des dispositifs de soutien comme les tarifs d'injection, les certificats verts, ou encore des incitations fiscales seront nécessaires pour développer le marché.

La mise en place de politiques de soutien, comme cela a été le cas pour les renouvelables électriques, doit permettre d'améliorer la productivité des unités de méthanisation, professionnaliser la filière en massifiant les opérations et en les standardisant. L'objectif est de réduire d'un tiers les coûts de production de biométhane d'ici 2030.

Enfin le coût de ces dispositifs doit être mis en regard des externalités positives apportées par le biogaz et le biométhane.

PROJECTION DE LA PRODUCTION DE GAZ VERTS DE L'UE À L'HORIZON 2050



Source : Gas for Climate, 2020

USAGE DES GAZ VERTS DANS LES DIFFÉRENTS SECTEURS DE L'UE À L'HORIZON 2050



Source : Navigant, 2019



Les gaz renouvelables : l'hydrogène

L'hydrogène vert est en passe de devenir le vecteur énergétique incontournable de la révolution énergétique

L'hydrogène (H₂) est l'élément chimique le plus répandu sur terre et dans l'univers.

On le trouve notamment dans l'eau (H₂O) et dans les hydrocarbures (pétrole et gaz naturel). **C'est une molécule à haute densité énergétique, qui se transporte et se stocke** : 1 kg d'hydrogène contient environ trois fois plus d'énergie qu'1 kg d'essence.

L'hydrogène produit aujourd'hui est principalement de l'hydrogène carboné.

○ **L'hydrogène gris** s'obtient à partir d'énergies fossiles, notamment de vaporeformage de gaz naturel (76% de la production dédiée provient de gaz naturel et presque tout le reste à partir de charbon d'après l'AIE). L'hydrogène carboné représente donc aujourd'hui ~96% de la production d'hydrogène dans le monde, les 4 % restants étant produits par électrolyse.

○ **La production d'hydrogène gris** est relativement bon marché face à ses concurrents (~2\$/kg H₂ selon le prix local du gaz et du CO₂). Elle est en revanche fortement émettrice de CO₂ (entre ~10 kg de CO₂ et ~20 kg de CO₂ rejetés par kg d'H₂ produit, selon le mode de production) : 830 millions de tonnes de CO₂ sont émises chaque année par ce secteur selon l'Agence internationale de l'Énergie (soit plus que les émissions de l'Allemagne).

○ **L'hydrogène « bleu »** double la production d'hydrogène gris d'un dispositif de Capture et de Séquestration du Carbone (CSC). Jusqu'à 90% du CO₂ émis est ainsi piégé et stocké sous terre, posant des défis techniques.

○ **L'hydrogène « vert » constitue la seule alternative entièrement renouvelable.** Produit par électrolyse de l'eau avec de l'électricité d'origine renouvelable (hydraulique, solaire ou éolien), cette méthode ne rejette ni CO₂ ni polluant. L'hydrogène renouvelable reste encore aujourd'hui de l'ordre de deux à quatre fois plus cher que l'hydrogène gris.

L'hydrogène sert principalement comme matière première industrielle.

Les 70 millions de tonnes d'hydrogène produites chaque année dans des installations dédiées sont principalement utilisées pour la fabrication d'ammoniac, d'engrais et de méthanol, et le raffinage du pétrole. Il s'agit principalement d'hydrogène gris.

La baisse des coûts des électrolyseurs et de l'électricité renouvelable va fortement modifier les équilibres de ce marché dans les prochaines années.

La convergence des initiatives privées et du soutien public a permis à la filière de l'électrolyse d'amorcer un « passage à l'échelle » qui a un impact sur les coûts de production des électrolyseurs (effet d'échelle + industrialisation des process).

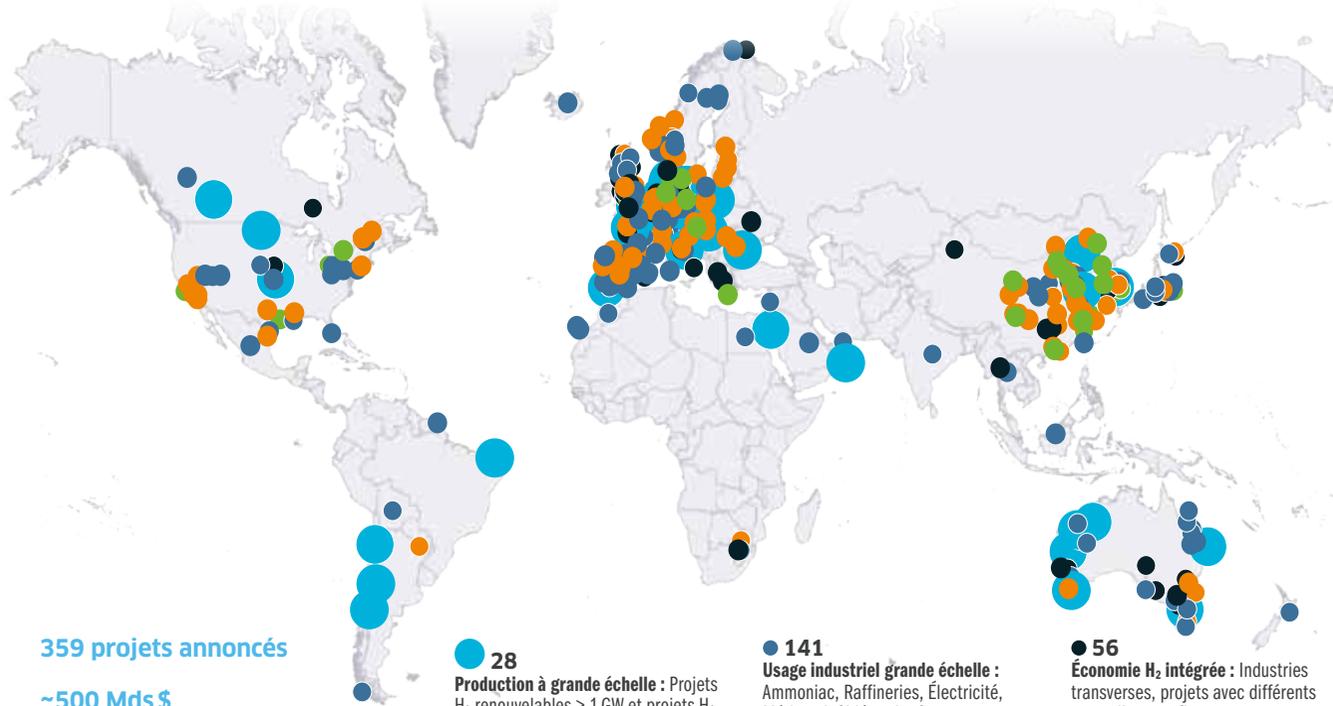
L'ensemble des projets d'électrolyse annoncés dans le monde équivalait ainsi à 65 GW installés en 2030 selon IHS. L'Union Européenne seule a un objectif de 40 GW en 2030.

La répartition des coûts de production de l'hydrogène renouvelable est aujourd'hui de l'ordre de 50%/50% entre coût de l'électrolyseur et coût de l'électricité verte. **La baisse tendancielle des coûts de l'électricité renouvelable et la baisse des coûts de l'électrolyse ont déjà permis une réduction de 45% en moyenne du coût de production de l'hydrogène renouvelable entre 2015 et 2020 selon IHS.**



Les gaz renouvelables : l'hydrogène

LES PROJETS D'HYDROGÈNE DANS LE MONDE



359 projets annoncés

~500 Mds \$
d'investissements
d'ici 2030, dont
150 Mds\$ associés
à des projets matures

● 28
Production à grande échelle : Projets H₂ renouvelables > 1 GW et projets H₂ bas-carbone > 200 kT par an.

● 141
Usage industriel grande échelle : Ammoniac, Raffineries, Électricité, Méthanol, Sidérurgie, Composant industriel.

● 96
Transport : Rail, Maritime, Camions, Voitures et autres applications de mobilité hydrogène.

● 56
Économie H₂ intégrée : Industries transverses, projets avec différents types d'usages finaux.

● 38
Infrastructure : Transport d'H₂, Distribution d'H₂, conversion, stockage.

Source : Hydrogen Insights, An updated perspective on hydrogen investment, juillet 2021

D'après le Hydrogen Council, à mi-2021, parmi les 359 projets à grande échelle de production d'hydrogène annoncés dans le monde, 28 sont des projets géants d'une échelle supérieure au GW.

L'Europe mène la course, avec l'Australie, le Japon, la Corée, la Chine et les USA qui émergent également comme de futurs « hubs » d'hydrogène.

Il existe aujourd'hui un consensus scientifique sur la compétitivité prochaine de l'hydrogène renouvelable face à ses concurrents.

○ La poursuite de la baisse des coûts de l'électricité renouvelable et des électrolyseurs devrait permettre une nouvelle division par deux des coûts de production d'ici 2030.

○ La plupart des analystes considèrent ainsi que l'hydrogène renouvelable sera compétitif face à l'hydrogène gris avant 2030 dans les meilleures géographies (i.e. : celles où l'électricité renouvelable – soleil et vent – est la plus compétitive).

○ Dans le même temps, la mise en place de prix du CO₂ élevés devrait accélérer le processus, en renchérissant les coûts de production de l'hydrogène gris.

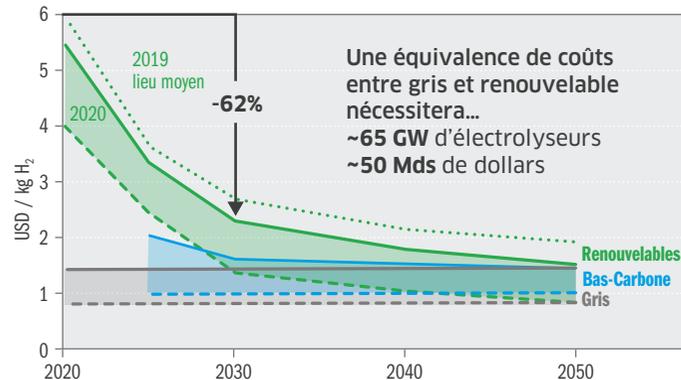


Les gaz renouvelables : l'hydrogène

Le verdissement de la production d'hydrogène ira de pair avec l'extension de ses usages. Au-delà de la décarbonation des consommations actuelles d'hydrogène (raffinage, chimie et conversion de la production d'acier), première étape de développement du marché, la plupart des experts considèrent que l'hydrogène renouvelable va se développer comme solution de décarbonation compétitive dans les secteurs difficiles à électrifier directement : la mobilité lourde (route, trains, production de carburants de synthèse pour le segment maritime et l'aviation), le stockage et la production d'électricité, la production de chaleur, et la production de molécules de synthèse décarbonées.

En 2050, porté par l'hydrogène renouvelable et ses nouvelles utilisations, le marché de l'hydrogène sera dix fois plus gros et la part de l'hydrogène dans la demande finale d'énergie avoisinera les 20%, selon l'*Hydrogen Council* (voir ci-contre).

COÛTS DE PRODUCTION DE L'HYDROGÈNE PAR MOYEN DE PRODUCTION



- Hydrogène renouvelable**
Conditions de baisse des coûts :
- Système dédié RES/Electrolyseur
- Production 100% flexible
- Besoin de plus de renouvelables
- Coûts additionnels pour atteindre le lieu de consommation
- Hydrogène bas-carbone**
Conditions de baisse des coûts :
- Développement de pipelines de CO₂ sur les sites
- Augmentation de la production d'H₂ bas-carbone
- Augmentation de capture et de stockage de CO₂

..... Estimation faite en 2019 des coûts de l'hydrogène vert (lieu moyen)
— Lieu moyen (estimation 2020) — — Lieu optimal (estimation 2020)

Hypothèses-clés : Prix du gaz naturel : 2,6-6,8 USD/MMbtu - LCOE : 25-73 USD/MWh (2020), 13-37 (2030), 7-25 (2050)

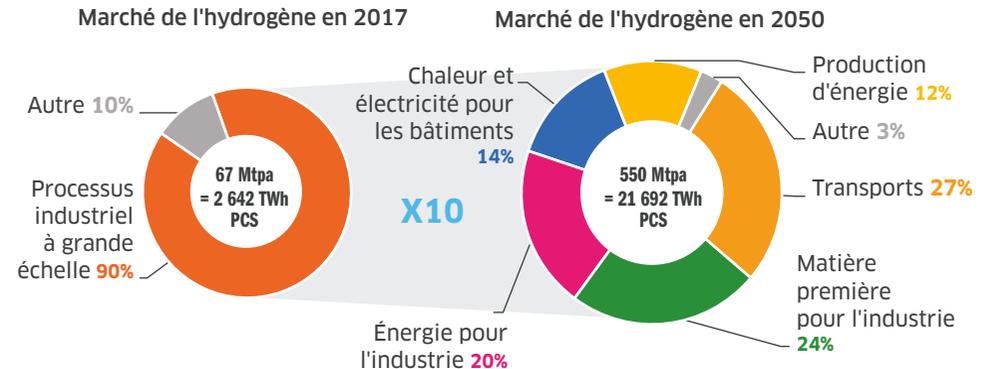
Source : *Hydrogen Insights : a perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Hydrogen Council&McKinsey, 2021*

Dans la plupart des scénarios de transition énergétique, l'hydrogène renouvelable est considéré comme un élément clé, capable de libérer le plein potentiel des renouvelables électriques en stockant leur production intermittente, palliant dans le même temps la saisonnalité de la demande (usages chaleur) et décarbonant les usages non-électrifiables.

L'hydrogène renouvelable fait l'objet d'un fort soutien politique, avec des politiques et ambitions en place ou en cours d'élaboration dans plus de 50 pays à fin 2020 d'après BNEF.

La Commission Européenne a par exemple publié en juillet 2020 une stratégie de déploiement de l'hydrogène, en vue d'atteindre la neutralité carbone. Celle-ci vise l'installation en Europe de 40 GW de capacités d'électrolyse en 2030, pour produire 10 Mt d'hydrogène renouvelable. De nombreux pays européens et hors UE suivent en publiant leurs propres ambitions.

ESTIMATION DU MARCHÉ DE L'HYDROGÈNE EN 2050 (TOUS LES TYPES D'HYDROGÈNE CONFONDUS)



Source : *Hydrogen Council*

Pétrole



PRODUCTION

L'OPEP+, seule en mesure de répondre à la reprise de la demande, choisit de maintenir sa pression sur l'offre et d'entretenir un savant déséquilibre

PRIX

Dans un contexte de tensions exacerbées des prix de l'énergie, les cours du pétrole regagnent des niveaux élevés de 80\$ par baril

Pétrole et transition énergétique	100
Consommation	102
Production	104
Prix	106



Pétrole et transition énergétique

Comparaison entre trajectoire actuelle et trajectoires de décarbonation : si la pandémie de Covid a provoqué un recul exceptionnel de la consommation de pétrole en 2020 (-9%), le niveau pré-crise devrait être recouvré en 2022, soit une production mondiale de l'ordre de 100 mb/j. Dans les conditions actuelles de régulation et de technologies (scénario STEP de l'AIE) la demande continuera d'augmenter à un rythme annuel de +1,5% sur la décennie, pour culminer à 103 mb/j en 2030, puis se stabiliser.

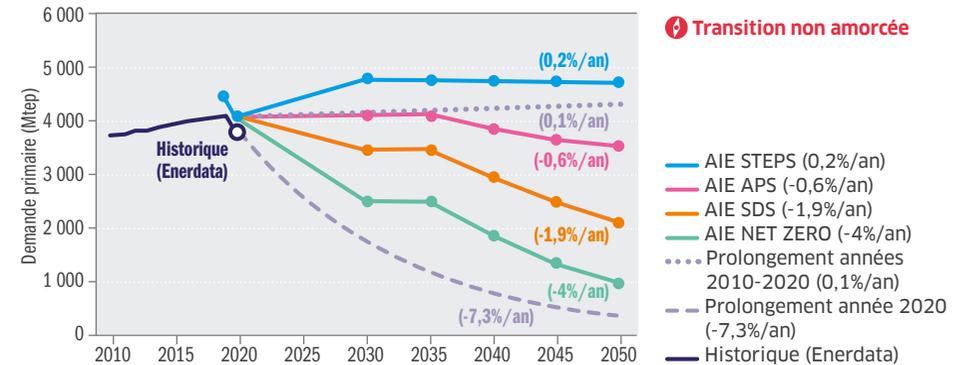
L'écart avec le scénario de neutralité carbone (NZE) est énorme (de 31 mb/j en 2030), celui-ci réclamant une baisse de la consommation de pétrole de 2 mb/j par an d'ici 2050, soit -4,6%/an. A cet horizon il ne reste que 22 mb/j dont les 2/3 pour la pétrochimie. Les investissements dans de nouveaux gisements après 2021 ne sont donc plus justifiés.

Les engagements donnés par les États pour la COP26 (scénario APS), s'ils étaient mis en œuvre, anticiperaient le pic pétrolier en 2025, puis permettraient un recul de la demande d'environ 1 mb/j chaque année jusqu'en 2050 à 77 mb/j. L'écart avec le scénario NZE reste de 24 mb/j en 2030 et de 55 mb/j en 2050.

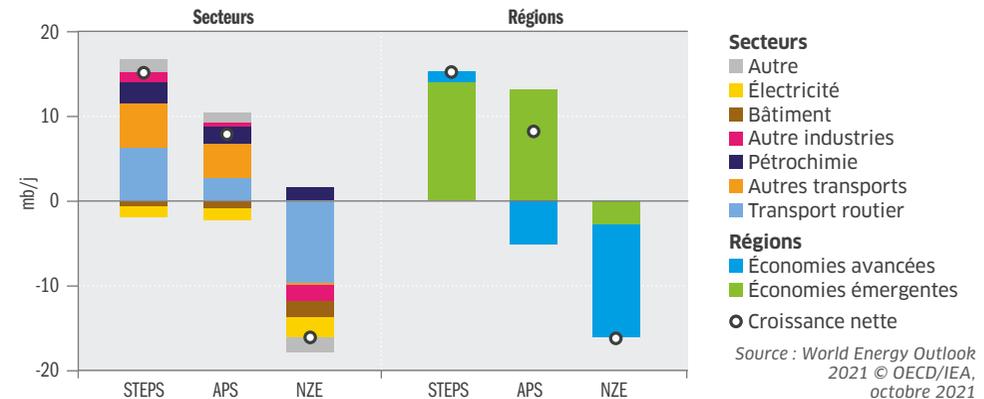
La demande mondiale de pétrole dépendra des transferts modaux, des évolutions technologiques, des choix des consommateurs et des ambitions politiques dans les transports. Le transport routier sera déterminant car le plus susceptible d'avoir des substituts, la demande pour la pétrochimie par contre est plus figée et augmente, elle, dans tous les scénarios en raison des développements au Moyen-Orient, en Chine et en Inde. En contrepartie le taux de recyclage de plastique s'améliore dans tous les scénarios.

Les biocarburants resteront les carburants à faibles émissions les plus importants et augmentent rapidement dans tous les scénarios, avec un triplement dans le scénario NZE d'ici 2030. Les carburants à base d'hydrogène ne se développeront réellement que dans NZE et après 2030 pour alimenter 45% du transport maritime et 30% de l'aviation en 2050 ; ceci sous entend des politiques de soutien, des investissements dans la recherche et des installations de production à grande échelle. NZE voit également 300 millions de véhicules électriques en 2030 qui épargnent 3,5mb/j de pétrole.

PROJECTION DE LA DEMANDE PRIMAIRE DE PÉTROLE - MONDE



ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE PÉTROLE SELON LES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS DE L'AIE ENTRE 2020 ET 2030



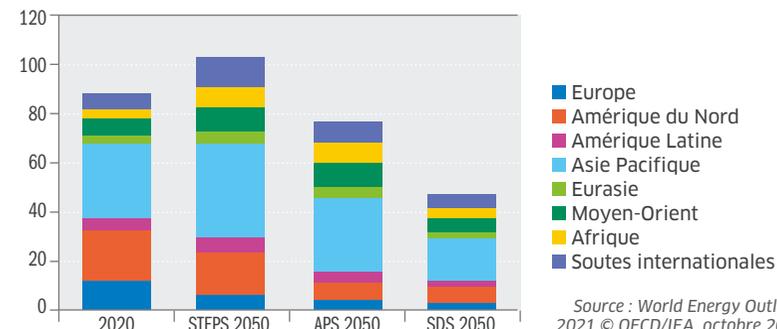


Pétrole : prévisions de consommation et de production selon l'AIE

ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION MONDIALE DE PÉTROLE EN MB/J DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (WEO 2021)

Prévisions de consommation de pétrole en Mb/j	2020	Stated Policies Scenario			Announced Pledges			Sustainable Development Scenario		
		2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050
Europe	11,9	10,4	6,4	-2,0%	9,0	3,6	-3,9%	8,7	2,2	-5,5%
Amérique du Nord	20,1	21,3	16,7	-0,6%	18,0	7,7	-3,1%	17,7	6,8	-3,5%
Amérique Latine	5,0	5,4	6,0	0,6%	4,8	4,0	-0,7%	4,5	2,4	-2,4%
Asie Pacifique	30,8	38,5	38,8	0,8%	37,8	30,1	-0,1%	33,0	17,2	-1,9%
Eurasie	3,7	4,4	4,5	0,7%	4,4	4,5	0,7%	4,0	2,6	-1,2%
Moyen-Orient	6,7	8,2	10,2	1,4%	8,2	10,2	1,4%	7,2	6,1	-0,3%
Afrique	3,6	5,1	8,4	2,9%	5,0	7,9	2,7%	4,6	4,3	0,6%
Soutes internationales	6,1	9,6	11,9	2,3%	8,9	8,8	1,2%	7,9	5,4	-0,4%
Monde	87,9	103	103	0,5%	96,1	76,7	-0,5%	87,6	47,0	-2,1%

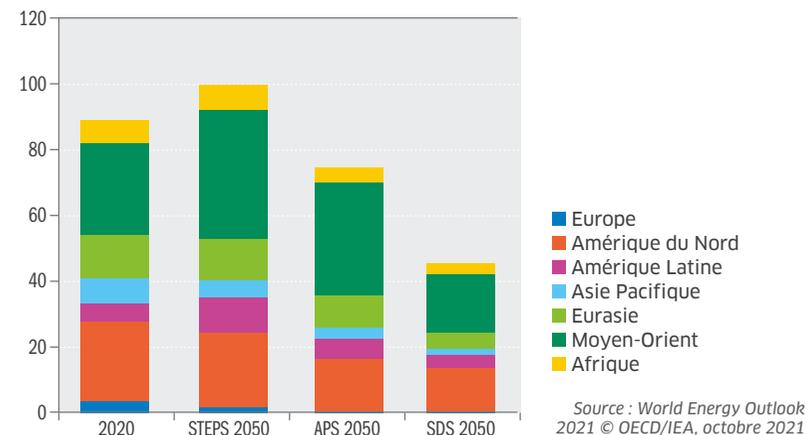
Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021



ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE EN MB/J DANS LES SCÉNARIOS DE L'AIE (WEO 2021)

Prévisions de production de pétrole en Mb/j	2020	Stated Policies Scenario			Announced Pledges			Sustainable Development Scenario		
		2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050
Europe	3,80	3,20	1,60	-2,8%	2,90	0,70	-5,5%	2,60	0,70	-5,5%
Amérique du Nord	23,8	27,7	23,2	-0,1%	25,2	15,6	-1,4%	23,7	13,3	-1,9%
Amérique Latine	5,9	7,9	10,9	2,1%	7,5	6,2	0,2%	6,7	3,4	-1,8%
Asie Pacifique	7,5	6,2	4,7	-1,5%	5,6	3,2	-2,8%	5,1	1,9	-4,5%
Eurasie	13,4	14,4	12,5	-0,2%	13,9	10,2	-0,9%	11,9	5,1	-3,2%
Moyen-Orient	27,7	34,0	39,7	1,2%	32,1	34,3	0,7%	29,3	17,9	-1,4%
Afrique	7,0	6,9	7,3	0,1%	6,5	4,1	-1,8%	6,0	3,4	-2,4%
OPEC	30,9	36,6	43,7	1,2%	34,6	35,4	0,5%	31,7	19,6	-1,5%
non OPEC	58,3	63,8	56,2	-0,1%	59,1	39,1	-1,3%	53,6	25,9	-2,7%
Monde	89,2	100,4	99,9	0,4%	93,7	74,4	-0,6%	85,4	45,6	-2,2%
Pétrole brut conventionnel	59,6	64,1	61,2	0,1%	59,9	46,6	-0,8%	53,6	25,1	-2,8%
Pétrole de réservoirs étanches	7,3	10,6	10,9	1,3%	9,8	7,8	0,2%	8,7	6,4	-0,4%
Liquides de gaz naturel	18,1	20,4	21,4	0,6%	19,3	17,2	-0,2%	18,6	11,7	-1,4%
Pétrole extra-lourd & bitume	3,3	4,1	5,0	1,4%	3,8	2,3	-1,2%	3,5	2,2	-1,3%
Autres productions	0,9	1,2	1,4	1,5%	0,9	0,5	-1,9%	1,0	0,2	-4,9%

Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021





Pétrole : consommation

La consommation de pétrole, la plus affectée par les restrictions liées au Covid, a retrouvé en 2021 un rythme soutenu, entretenu par de très vives tensions sur le marché énergétique au second semestre

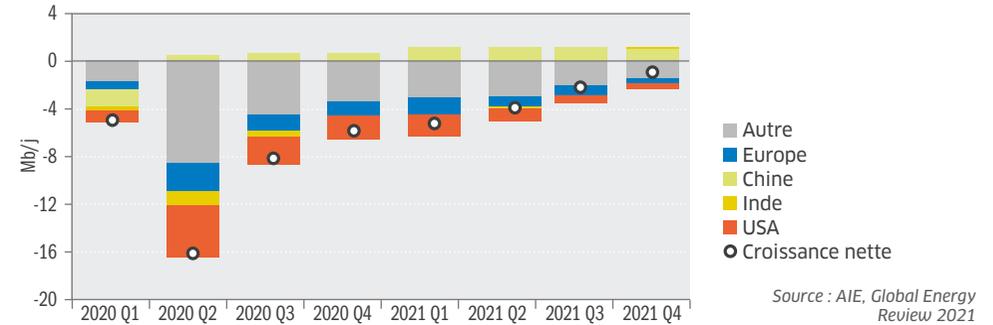
La pandémie de Covid-19 et la crise économique ont eu un impact sans précédent sur la demande mondiale de pétrole en 2020 (recul de -9%, soit -8,7 mb/j). C'est l'énergie la plus touchée en raison du recul de la mobilité, les transports représentant aujourd'hui 60% des consommations pétrolières. En 2020, la demande de kérosène a chuté de -41% avec un trafic aérien 66% inférieur à celui de 2019, alors que la demande de carburants diminuait de -12%. Seule la demande de la pétrochimie a augmenté pour répondre à des besoins accrus par la gestion de la pandémie d'emballages et équipements de protection individuelle en plastique.

Des grandes économies, la Chine est la seule à avoir récupéré rapidement son niveau de consommation grâce à la levée des restrictions et à sa relance économique prématurée, mouvement qui s'est poursuivi en 2021 pour dépasser de 9% son niveau de 2019.

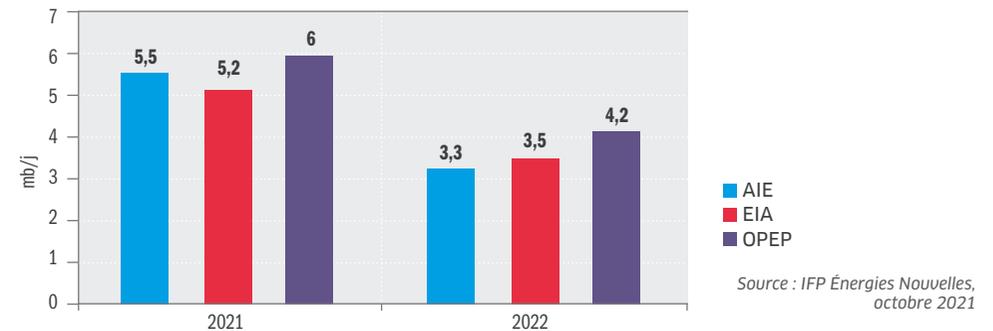
2021 ne comblera pas complètement le déficit de consommation dû à la crise du Covid-19 car la reprise du secteur aérien est lente (l'aviation internationale devrait rester fin 2021 inférieure de 20% au niveau pré-Covid). La demande mondiale d'essence est elle pratiquement revenue au niveau d'avant la pandémie (en baisse de seulement 2%), tout comme celle des autres secteurs. Enfin, la flambée des prix du gaz a induit des arbitrages du gaz vers le fioul par les producteurs d'électricité qui représentent au second semestre une consommation de produits pétroliers additionnelle de +500 kb/j.

L'AIE estime que la demande mondiale de pétrole devrait désormais augmenter de +6% (+5,5 mb/j) en 2021 pour atteindre 96,3 mb/j, volume encore inférieur de -3,2% au niveau pré-Covid. Pour 2022 la demande devrait augmenter de +3,4% (+3,3 mb/j) et atteindre 99,6 mb/j, retrouvant ainsi son niveau de 2019 (AIE, Octobre 2021). Ces anticipations sont soumises aux évolutions de l'activité économique qui montre en fin d'année des signes de ralentissement dans toutes les régions.

ÉVOLUTION DE LA DEMANDE TRIMESTRIELLE DE PÉTROLE EN 2020 ET 2021 PAR RAPPORT AUX NIVEAUX DE 2019



ÉVOLUTION DE LA DEMANDE DE PÉTROLE EN 2021 ET 2022 (EN MB/J) AIE, EIA, OPEP



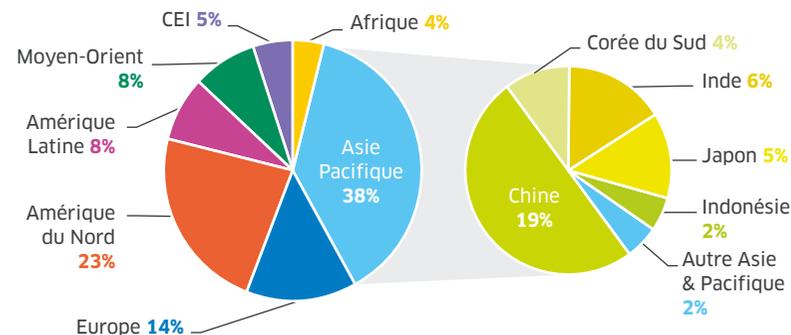


Pétrole : consommation

Consommation totale de pétrole en Mt	2000	2005	2010	2015	2019	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total Monde 2020
Europe	692	704	637	593	600	485	-19,3%	14%
Allemagne	130	121	109	105	103	94	-8,9%	3%
France	91	91	80	78	74	63	-14,5%	2%
Royaume-Uni	68	68	59	57	57	48	-15,5%	1%
Amérique du Nord	974	1 013	906	880	917	816	-11,0%	23%
Canada	89	98	98	100	101	87	-14,0%	2%
États-Unis	886	914	808	780	815	729	-10,6%	21%
Amérique Latine	283	289	330	340	320	277	-13,5%	8%
Brésil	91	88	104	114	105	100	-4,4%	3%
Mexique	85	83	86	80	76	65	-14,6%	2%
Vénézuéla	20	25	30	27	19	-	-	-
Asie	952	1 097	1 193	1 406	1 541	1 270	-17,6%	36%
Chine	249	349	416	543	640	677	5,8%	19%
Corée du Sud	107	111	118	135	139	130	-6,7%	4%
Inde	116	126	154	198	233	210	-9,9%	6%
Indonésie	54	63	67	73	80	72	-10,2%	2%
Japon	263	255	216	205	180	165	-8,1%	5%
Pacifique	43	46	48	53	57	54	-5,0%	2%
CEI	152	156	177	177	194	169	-12,8%	5%
Russie	110	111	134	131	144	140	-2,9%	4%
Moyen Orient	210	256	319	362	350	282	-19,5%	8%
Arabie Saoudite	70	87	122	156	136	128	-5,5%	4%
Émirats Arabes Unis	8	10	14	17	20	16	-18,6%	0%
Irak	20	22	29	35	38	33	-13,6%	1%
Iran	64	75	81	85	87	79	-8,8%	2%
Koweït	9	15	20	19	19	18	-4,0%	1%
Afrique	98	118	151	178	184	164	-10,8%	5%
Afrique du Sud	15	18	22	25	27	23	-13,4%	1%
Monde - Total hors soutes	3 403	3 677	3 760	3 989	4 163	3 516	16%	100%
Soutes aériennes et maritimes	271	316	356	378	399	338	15%	9%
Monde - Total ic soutes	3 674	3 993	4 116	4 367	4 562	3 854	-15,5%	100%

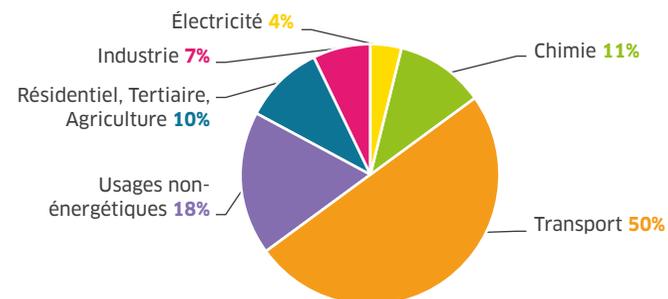
Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

RÉPARTITION DE LA CONSOMMATION PRIMAIRE DE PÉTROLE DANS LE MONDE EN 2020 (HORS SOUTES AÉRIENNES ET MARITIMES) - TOTAL 3 516 MT



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

RÉPARTITION PAR SECTEUR DE LA CONSOMMATION PRIMAIRE DE PÉTROLE DANS LE MONDE EN 2020 - TOTAL 3 854 MT



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021



Pétrole : production

L'OPEP+, seule en mesure de répondre à la reprise de la demande, choisit de maintenir sa pression sur l'offre et d'entretenir un savant déséquilibre

En 2020, les producteurs de pétrole ont dû réduire drastiquement leur offre pour faire face à l'effondrement de la demande (-7% ou -6,7 mb/j en moyenne sur l'année, revenant à 93,9 mb/j - source AIE). Devant des stocks de pétrole totalement saturés et une chute vertigineuse des prix, l'OPEP+ (+ Russie) a dû se résoudre dès le mois de mai à couper de 10 mb/j sa production. Ceci n'a toutefois pas suffi à rééquilibrer le marché qui est resté sur-approvisionné de 3 mb/j en moyenne sur l'année. Cette situation critique a conduit à réduire de l'ordre du tiers les investissements et projets de développement pétroliers.

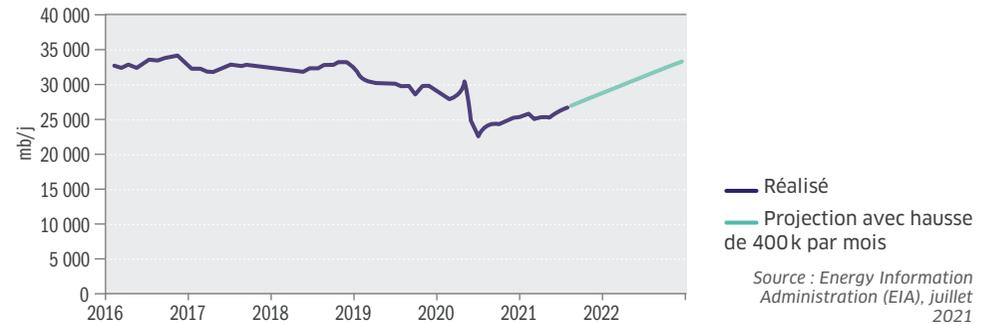
En 2021 la reprise économique a néanmoins redynamisé la production. En réalité l'offre de pétrole en 2021 sera surtout l'affaire de l'OPEP+ dont les excédents de capacités ont atteint près de 8 mb/j. Le cartel a « réouvert les vannes » à partir de janvier, puis décidé en juillet une augmentation régulière de 400 kb/j par mois, ceci à partir d'août et jusqu'à retrouver le niveau pré-Covid qui devrait être atteint en septembre 2022. Un contexte favorable, entre baisse de la production américaine causée par l'ouragan Ida début septembre dans le golfe du Mexique (-1,5 mb/j), hausse de la demande (+6 mb/j) et prix élevés du pétrole, a permis de maintenir cet accord.

La production mondiale devrait augmenter de +1,4 mb/j en 2021, dont 1 mb/j pour l'OPEP+, et atteindre, selon l'AIE, 95,3 mb/j, soit une balance négative de 1 mb/j. La faible hausse de la production américaine marque un changement radical par rapport aux précédentes années, lorsque les États-Unis dominaient la croissance de l'offre mondiale.

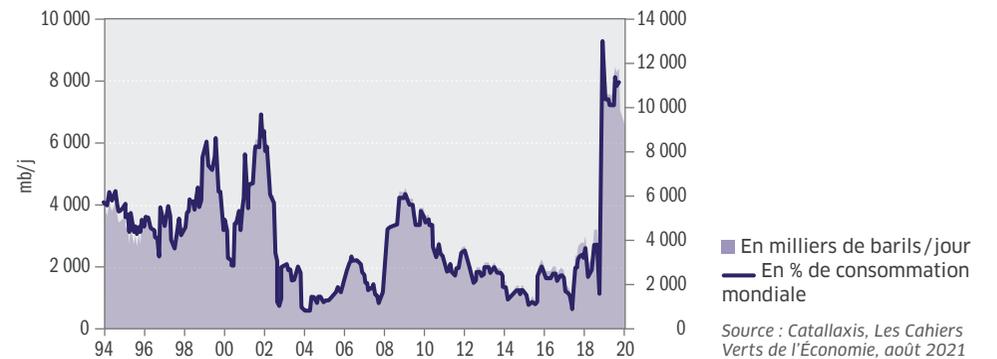
Pour 2022, l'AIE s'attend à ce que l'offre de pétrole augmente de plus de 6 mb/j, dont les deux tiers en provenance des pays de l'OPEP+, à condition qu'ils acceptent de mettre un terme aux restrictions qui pèsent toujours sur leur production (inférieure de 6 mb/j au niveau pré-Covid). Mais le niveau de prix du baril actuel, supérieur au seuil de rentabilité de la plupart des gisements de pétrole, n'incite pas les producteurs à accroître leur offre.

La faiblesse des investissements, qui ne reprennent que faiblement en 2021, pèsera sur les capacités mondiales de production dans les prochaines années. Au delà des raisons conjoncturelles, les investissements dans le secteur pétrolier connaissent depuis 5 ans un ralentissement structurel.

PRODUCTION DE L'OPEP ENTRE 2016 ET 2022 (EN MILLIERS DE B/J)



SURPLUS DE CAPACITÉ DE L'OPEP



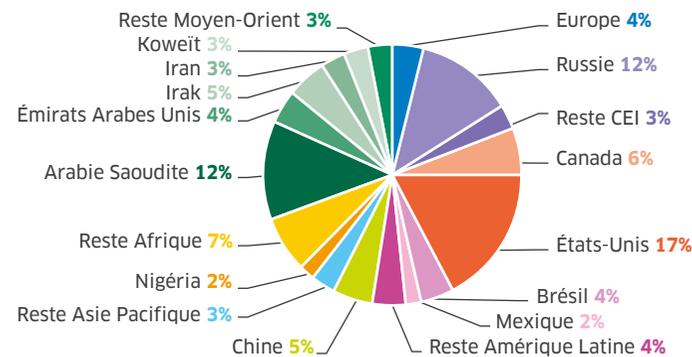


Pétrole : production

Production de pétrole brut, LNG en Mt	2000	2005	2010	2015	2019	2020	Évolution 2019-2020	Part dans le total Monde 2020
Europe	336	268	202	169	163	176	8,3%	4%
Norvège	161	133	100	88	80	95	18,8%	2%
Royaume-Uni	126	85	63	45	52	48	-7,0%	1%
Amérique du Nord	478	450	498	789	1 015	977	-3,7%	23%
Canada	125	140	164	222	267	255	-5%	6%
États-Unis	353	310	334	567	748	722	-3%	17%
Amérique Latine	530	569	539	532	418	397	-5,0%	10%
Brésil	64	85	107	127	146	156	7,1%	4%
Mexique	169	188	145	127	95	95	0%	2%
Vénézuéla	179	182	165	147	57	-	-	-
Asie	340	357	375	383	349	342	-2%	8%
Chine	163	181	204	217	198	201	1,6%	5%
Inde	36	37	42	41	38	35	-5,9%	1%
Indonésie	70	52	48	40	37	35	-5%	1%
Pacifique	38	28	27	19	17	19	15,5%	1%
CEI	392	573	656	677	709	650	-8,2%	16%
Russie	322	466	504	534	561	512	-8,6%	12%
Kazakhstan	35	62	81	81	92	87	-5,4%	2%
Moyen Orient	1 135	1 234	1 207	1 371	1 386	1 263	-8,9%	30%
Arabie Saoudite	436	514	461	565	547	508	-7,0%	12%
Émirats Arabes Unis	121	133	137	178	182	165	-9%	4%
Irak	129	94	117	173	235	206	-12,3%	5%
Iran	199	220	214	161	147	133	-9,3%	3%
Koweït	105	135	123	152	145	131	-9,2%	3%
Afrique	387	477	498	394	403	358	-11,1%	9%
Nigéria	115	129	127	106	101	87	-14,3%	2%
Monde	3 636	3 956	4 002	4 333	4 458	4 183	-6,2%	100%

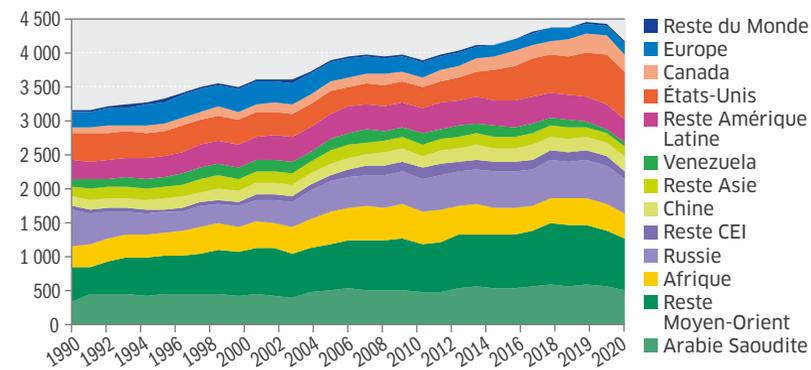
Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

RÉPARTITION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE EN 2020 - TOTAL 4 183 MT



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE PÉTROLE ENTRE 1990 ET 2020 (EN MT)



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021



Pétrole : prix

Loin de la déprime de 2020, les prix sur le marché pétrolier connaissent en 2021 une forte hausse qui met en évidence une dépendance toujours très forte des économies à cette énergie et les difficiles substitutions

Les cours du pétrole se sont effondrés en 2020 au plus fort du confinement sous l'effet d'une contraction de plus du quart des consommations (18 \$ en avril 2020, soit une baisse de 70% par rapport au début de l'année). La réponse rapide de l'OPEP+, en réduisant sa production de 10 mb/j en mai, puis les annonces de plans de relance et les déconfinements progressifs ont permis au baril de se redresser dès le mois de mai (29 \$ en mai puis 40 \$ en juin). À l'automne ce sont des perspectives de consommation en hausse, nourries par l'arrivée des vaccins, qui ont réactivé la tendance haussière, conduisant le baril à 50 \$ en fin d'année. La moyenne 2020 s'établit à 42 \$, inférieure de 35% au niveau pré-Covid (64 \$ en 2019).

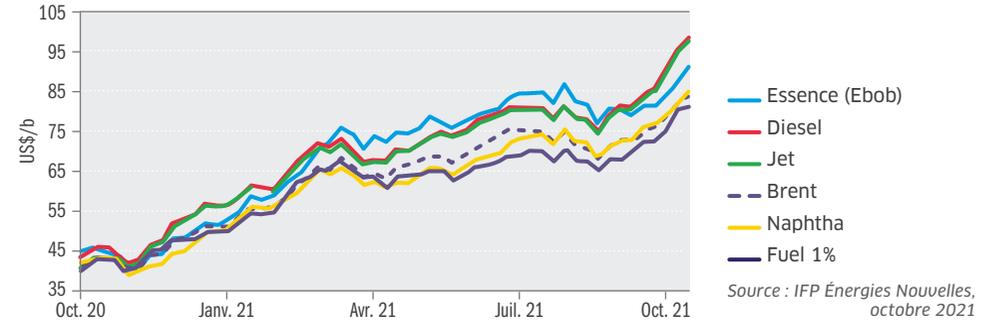
La poursuite de la hausse des cours en 2021 prend une tournure critique. L'amélioration de la conjoncture économique a permis aux prix du pétrole de franchir successivement les barres de 60 \$/b en avril, puis 70 \$ en juin grâce au soutien des spéculations financières sur les cours du baril, pour s'emballer à partir de septembre suite à la décision de l'OPEP+ de ne pas augmenter sa production au-delà de ce qui était prévu. Dans ce contexte d'offre tendue, renforcé par le problème de production dans le golfe du Mexique après le passage de l'ouragan Ida et des stocks au plus bas, des arbitrages en faveur du pétrole de la part des producteurs d'électricité, sont venus attiser la flambée des prix qui atteignent fin octobre 85 \$/b, niveau qui n'avait pas été revu depuis 2014.

Le marché énergétique traverse au second semestre 2021 une crise mondiale, exacerbée par la hausse des prix du gaz et du charbon, qui pousse les producteurs d'électricité à se tourner vers les produits pétroliers.

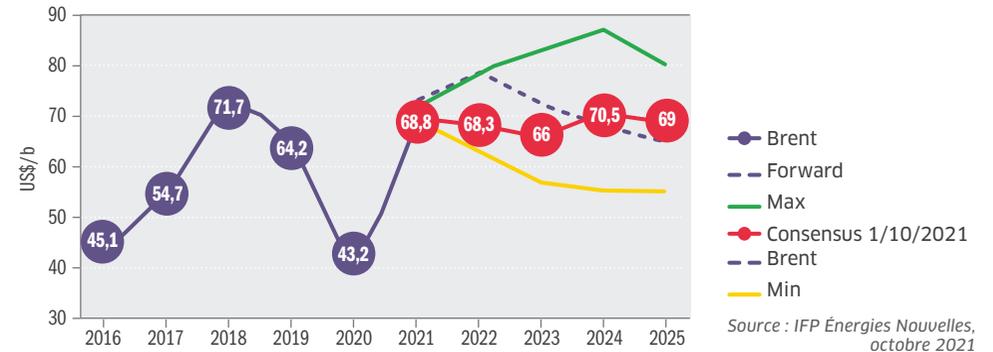
Le baril de brut devrait rester élevé jusqu'en fin d'année en raison d'une balance pétrolière déficitaire (1 mb/j sur l'année 2021) qui ne se rétablira pas avant 2022.

Cette hausse provoque auprès des agents économiques, consommateurs et entreprises, un choc important, d'autant plus qu'ils ne peuvent à court terme opérer de substitutions. Les problèmes qu'elle soulève au niveau du pouvoir d'achat des ménages et des risques d'inflation montre à quel point l'instauration d'une taxe carbone est délicate et la question des redistributions complexe.

PRIX DU PÉTROLE BRUT (BRENT) ET DES PRODUITS PÉTROLIERS (EN \$/B)



PRÉVISIONS DU PRIX DU BRENT D'ICI 2025 CONSENSUS BLOOMBERG (EN \$/B)



Charbon



CHARBON ET TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

La Chine face à un dilemme entre baisse des émissions de carbone et croissance économique forte

CONSOMMATION

Les très vives tensions sur la demande de charbon en 2021 rappellent qu'il joue un rôle central dans l'économie des pays asiatiques

Charbon et transition énergétique	108
Consommation	111
Production	114
Échange internationaux	116
Prix internationaux	117



Charbon et transition énergétique

La fin des projets électriques au charbon est la condition essentielle pour limiter significativement la hausse des températures ; des lueurs apparaissent mais l'écart à combler reste colossal

Source d'énergie la plus émettrice de CO₂ (1 060 gCO₂/kWh pour les centrales électriques au charbon), dont près des 2/3 sont destinés à la production d'électricité, le charbon constitue aujourd'hui l'un des principaux points noirs de la transition énergétique. Il était à l'origine de 42% des émissions mondiales de CO₂ en 2020 et représente 35% du mix énergétique mondial.

Le secteur du charbon a été fortement touché par la crise Covid-19, avec en 2020 une baisse de sa consommation au niveau mondial de -4%. Mais la reprise économique a rapidement corrigé cet accès de faiblesse et a relancé de plus belle la consommation de charbon qui culmine en 2021, en raison notamment de l'augmentation rapide de la production d'électricité à base de charbon en Asie. Cet épisode de repli brutal aura permis de mesurer les efforts requis pour décarboner l'économie mondiale puisque le scénario de neutralité carbone (NZE) de l'AIE défend un recul annuel de la demande de charbon d'ici 2030 de -8% par an.

La crise économique a dans certains pays renforcé le recours au charbon, qui reste une source importante d'approvisionnement en énergie. Des projets de nouvelles centrales à charbon ont vu le jour en Chine, en Inde, en Indonésie, au Japon et au Vietnam ; ces pays concentrent 80% des nouvelles centrales, avec plus de 600 nouvelles centrales pour une capacité approchant les 540GW (368 en Chine). Très clairement, ces projets menacent l'objectif de limiter le réchauffement des températures dans le monde à 1,5°C.

À l'échelle mondiale, deux dynamiques bien distinctes sont à l'œuvre. Dans les économies avancées (pays de l'OCDE, Bulgarie, Croatie, Chypre, Malte, Roumanie), notamment au sein de l'UE et aux États-Unis, le recours au charbon connaît ces dernières années une forte diminution sous l'effet des fermetures anticipées de centrales, de la croissance des énergies renouvelables, d'un gaz naturel plus compétitif (hormis la crise actuelle) et de prix du CO₂ plus élevés. En revanche, la demande de charbon continue d'augmenter dans les pays en développement. Ces divergences sont prises en compte dans le scénario tendanciel STEPS de l'AIE, qui anticipe à horizon 2050 une baisse de la consommation de charbon de -3,5% en moyenne annuelle pour les économies avancées, contre une inflexion très limitée de la demande pour les pays en développement (-0,6%).

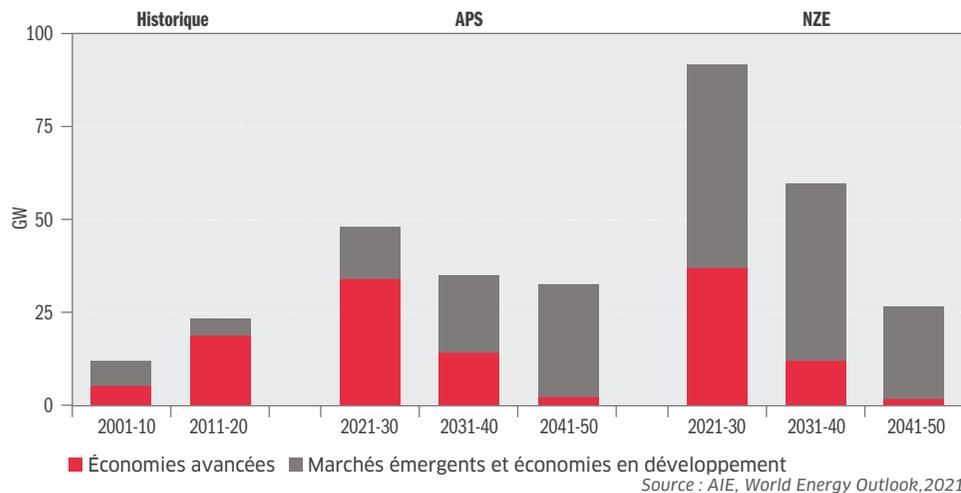
Un écart colossal sépare la tendance actuelle, ou même celle que dessinerait les engagements donnés par les États à la COP26, d'une trajectoire neutre en carbone. L'AIE propose 3 axes d'amélioration pour accélérer la sortie du charbon : stopper la construction de nouvelles centrales, réduire les émissions des centrales en exploitation (2 300GW) en leur adjoignant des installations de CCUS ou en intégrant des combustibles décarbonés, et enfin, fermer des unités au rythme de 100GW par an d'ici 2030 ; cela suppose par ailleurs d'investir en capacités renouvelables afin de transférer un tiers de la production des centrales charbon.



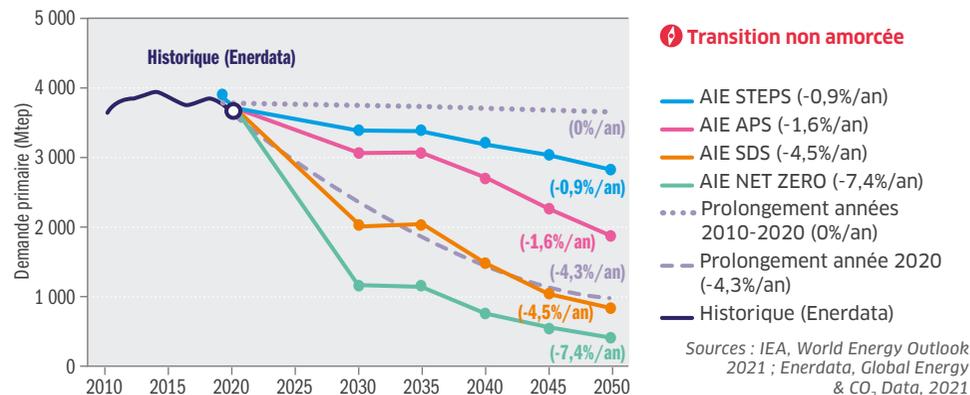
Charbon et transition énergétique

Le futur du charbon apparaît donc intrinsèquement lié à l'ampleur et au contenu des politiques environnementales qui seront menées à l'avenir par les gouvernements. Les décisions de privilégier les énergies renouvelables ou de restreindre le financement de projets liés au charbon pourraient avoir un impact décisif. En mai 2021, les pays du G7 se sont notamment engagés à mettre fin aux aides publiques destinées aux centrales à charbon. Les banques, assureurs et fonds d'investissements adoptent également des politiques de désengagement des actifs charbon. À cet égard, l'annonce de Xi Jinping à l'Assemblée générale des Nations unies en septembre dernier de ne plus construire de centrales à charbon à l'étranger pourrait avoir des conséquences non négligeables ; la fin du financement chinois faciliterait l'annulation de plus de 40GW prévus dans une vingtaine de pays (équivalent au parc allemand) et devrait conduire à renoncer à 55% des projets de centrales à charbon.

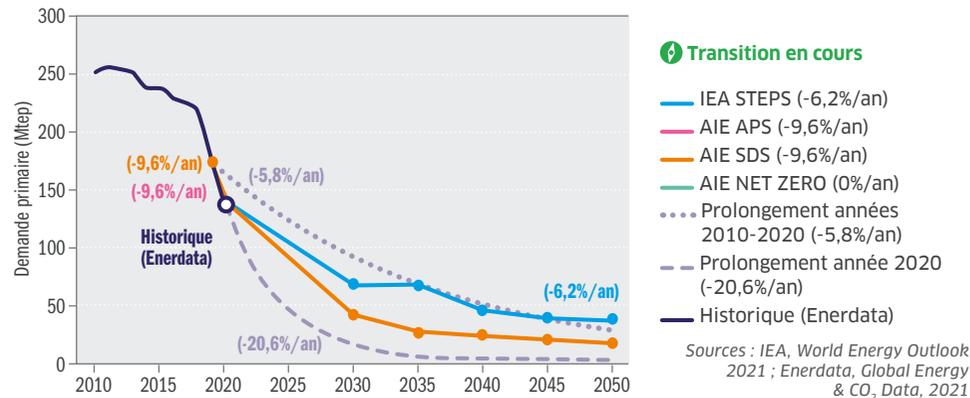
MOYENNE ANNUELLE DES MISES HORS-SERVICE DE CENTRALES ÉLECTRIQUES AU CHARBON DANS LES SCÉNARIOS APS ET NZE DE L'AIE



PROJECTION DE LA CONSOMMATION DE CHARBON - MONDE



PROJECTION DE LA CONSOMMATION DE CHARBON - UNION EUROPÉENNE (UE 27)



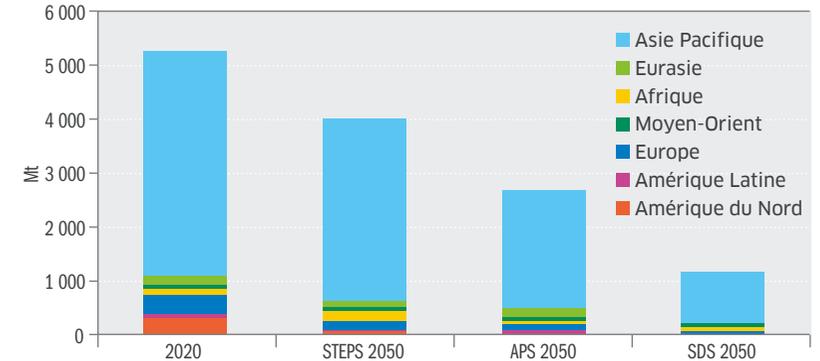


Charbon : prévisions de consommation et de production selon l'AIE

PRÉVISIONS DE CONSOMMATION MONDIALE DE CHARBON DANS LES SCÉNARIOS STEPS, APS ET SDS DE L'AIE (EN MTEC*)

Prévisions de consommation de charbon en Mtec	2020	Stated Policies Scenario			Announced Pledges Scenario			Sustainable Development Scenario		
		2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050
Amérique du Nord	346	192	59	-5,7%	84	35	-7,4%	79	28	-8,1%
Amérique Latine	44	42	49	0,3%	27	25	-1,9%	23	16	-3,4%
Europe	330	197	151	-2,6%	157	124	-3,2%	116	54	-5,9%
Afrique	156	168	159	0,1%	139	72	-2,5%	118	29	-5,5%
Moyen-Orient	4	11	15	4,2%	11	15	4,2%	5	3	-1,2%
Eurasie	221	221	211	-0,2%	221	211	-0,2%	137	46	-5,1%
Asie Pacifique	4 216	4 301	3 375	-0,7%	4 189	2 191	-2,2%	3 310	1 014	-4,6%
Chine	2 986	2 847	1 980	-1,4%	2 814	879	-4,0%	2 389	614	-5,1%
Inde	557	729	691	0,7%	728	688	0,7%	468	215	-3,1%
Japon	153	116	72	-2,5%	107	46	-4,0%	107	46	-4,0%
Asie du Sud-Est	257	338	393	1,4%	338	388	1,4%	214	79	-3,8%
Monde	5 317	5 132	4 020	-0,9%	4 828	2 672	-2,3%	3 786	1 189	-4,9%

Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021

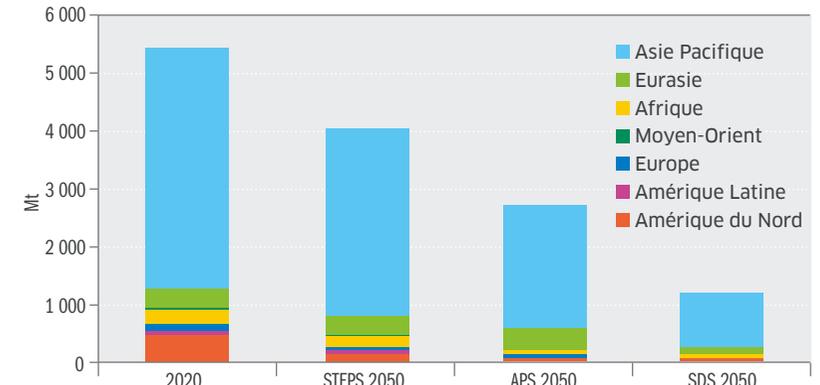


Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021

PRÉVISIONS DE PRODUCTION MONDIALE DE CHARBON DANS LES SCÉNARIOS STEPS, APS ET SDS DE L'AIE (EN MTEC*)

Prévisions de production de charbon en Mtec	2020	Stated Policies Scenario			Announced Pledges Scenario			Sustainable Development Scenario		
		2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050	2030	2050	TCAM 2020-2050
Amérique du Nord	410	262	110	-4,3%	153	58	-6,3%	138	34	-8%
Amérique Latine	63	48	34	-2,0%	35	0	-100%	35	0	-100%
Europe	178	88	41	-4,8%	65	29	-5,9%	51	8	-10%
UE-27	124	53	13	-7,2%	34	5	-10,0%	34	5	-10%
Afrique	213	199	170	-0,7%	151	67	-3,8%	149	46	-5%
Moyen-Orient	1	1	2	0,2%	1	0	-100%	1	0	-100%
Eurasie	394	411	417	0,2%	391	428	0,3%	249	131	-3,6%
Asie Pacifique	4 203	4 123	3 245	-0,9%	4 034	2 091	-2,3%	3 164	972	-4,8%
Asie du Sud-Est	484	479	443	-0,3%	457	458	-0,2%	325	148	-3,9%
Monde	5 462	5 132	4 020	-1,0%	4 828	2 672	-2,4%	3 786	1 189	-5%
Charbon - vapeur	4 296	3 944	3 057	-1,1%	3 703	1 982	-2,5%	2 839	771	-5,6%
Charbon à coke	940	1 005	843	-0,4%	971	605	-1,5%	850	406	-2,8%
Lignite et tourbe	226	182	119	-2,1%	154	86	-3,2%	97	13	-9,1%

Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021



Source : World Energy Outlook 2021 © OECD/IEA, octobre 2021

* Mtec : millions de tonnes équivalent charbon - Tableau des équivalences en Annexe.



Charbon : consommation

Le charbon reste central pour les économies en développement comme le soulignent les tensions sur la demande en 2021

En 2020, la demande mondiale de charbon diminuait de -4%, la plus forte baisse depuis la 2nde Guerre mondiale. La principale raison est la perte de terrain des centrales électriques au charbon durant la crise (voir le chapitre électricité), ce secteur représentant les deux tiers des consommations. Le décrochage particulier aux États-Unis et en Europe s'explique aussi par une meilleure compétitivité des centrales au gaz et par la baisse d'activité de l'industrie lourde, aciéries et cimentiers (un quart des consommations).

La conjoncture s'est brutalement inversée en 2021. Le rebond estimé de +4,5% par l'AIE portera la consommation de charbon mondiale au dessus de son niveau de 2019. 80% proviennent du secteur électrique asiatique, pris sous le feu d'une accélération économique. La flambée des prix du gaz favorise un retour vers le charbon, notamment aux États-Unis et dans l'Union Européenne. Les conséquences de cet emballement se payent très cher en matière environnementale, de l'ordre de 600Mt de CO₂ de plus, soit 2% des émissions totales.

Les tensions en Chine posent la question de sa capacité à se détourner du charbon. La Chine, qui consomme plus de la moitié du charbon produit dans le monde, est confrontée aujourd'hui à une grave crise énergétique qui s'illustre par des coupures d'électricité, des villes entières plongées dans le noir, une baisse d'activité des entreprises et finalement des rationnements d'électricité. Elle a pour origine un manque de charbon. La reprise de l'économie mondiale, plus rapide que prévu, a entraîné à la fois une forte demande pour les produits manufacturés chinois (+28% en septembre sur un an) et des tensions sur les matières premières, dont les prix grimpent en flèche. Pris en étau entre des prix du charbon qui ont triplé depuis un an et ceux de l'électricité fixes, régis par l'État, certaines centrales électriques ont préféré réduire leur offre plutôt que de produire à perte. Traditionnellement excédentaire en charbon, la Chine est confrontée aujourd'hui à un déficit qui l'oblige à importer du charbon moins cher (\$310/tonne pour le charbon chinois contre \$240/t pour le charbon importé).

La consommation de charbon avait légèrement augmenté en Chine en 2020 (+0,6%), alors qu'elle reculait dans la quasi-totalité des autres pays ; en 2021 elle progressera d'environ +6%.

Xi Jinping a donné des engagements forts de réduire les émissions de CO₂ avant 2030, puis d'atteindre la neutralité carbone en 2060 ; précisant lors de la COP26 que la consommation de charbon dans les centrales électriques sera réduite de -1,8% en moyenne d'ici 2035. Ces engagements plongent la Chine dans un dilemme car force est de constater que la baisse des émissions carbone, corrélée avec une croissance économique forte, va être plus difficile que prévu.

L'Inde, second consommateur de charbon, connaît une situation identique. Après un recul de -3,7% en 2020, la demande de charbon subit en 2021 la pression du secteur électrique dont elle fournit 69% de la ressource. Ici aussi, le charbon reste l'énergie clé de la croissance économique. L'AIE anticipe une hausse de la demande de +9% cette année. L'Inde n'a pas pour autant réduit ses ambitions climatiques en s'engageant lors de la COP26 à être neutre en carbone en 2070. Pour cela elle vise 500 GW de capacités électriques renouvelables pour répondre à la moitié de ses besoins électriques d'ici 2030 (144 GW actuellement). Elle compte réduire ses émissions d'1 Gt CO₂ et son intensité carbone de 45% d'ici 2030.



Charbon : consommation

Les États-Unis, engagés dans une baisse structurelle de la consommation de charbon, assistent eux aussi en 2021 à un sursaut dans le secteur électrique. Troisième marché au monde, les États-Unis ont réduit de moitié leur consommation de charbon depuis une dizaine d'années (-8% par an en moyenne sur la période 2010-2020) en raison notamment de sa perte de compétitivité dans la production électrique face au développement des gaz non-conventionnels et des énergies renouvelables. En 2020, le recul sévère de la demande d'électricité (-4%) a provoqué l'effondrement des consommations de charbon (-19%, soit -105 Mt), sachant que le secteur électrique en absorbe 90%. Néanmoins en 2021, la reprise économique et la hausse des prix du gaz, de plus du double depuis le début d'année, encouragent un recours au charbon dans les centrales électriques qui surprend par son ampleur puisque l'AIE prévoit un bond de +22% de leur production et une hausse de +12% de la demande globale de charbon. Compte tenu de l'arrêt depuis 2013 des constructions de centrales charbon, ces tensions ne devraient pas se poursuivre en 2022.

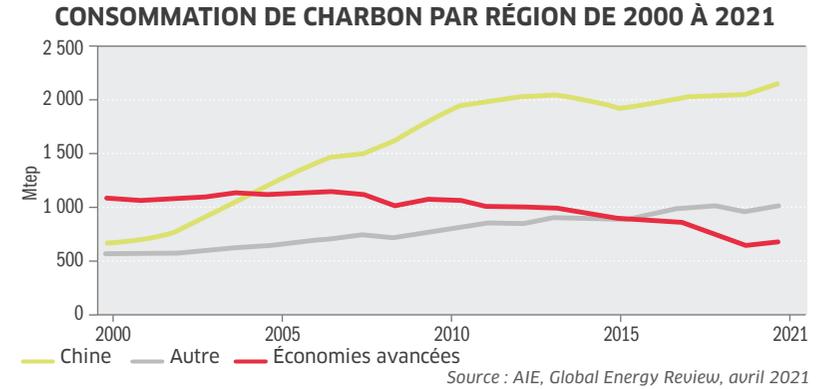
L'Europe n'est pas épargnée, région pourtant la plus ambitieuse en matière climatique. Après un recul de 17% en 2020, la reprise de l'activité économique, mais aussi une météo plus rude et des stocks de gaz très bas (inférieurs de 25% à la moyenne), poussent à la hausse la demande de charbon en 2021, qui devrait augmenter de +10% selon l'AIE. Toutefois la tendance européenne est une sortie à terme du charbon en raison de l'augmentation des prix du carbone et du nombre croissant de pays ayant décidé un moratoire sur le charbon (Autriche, Suède, Portugal, France, Grèce). Les derniers pays à maintenir leurs centrales charbon, soit l'Allemagne, la Pologne et la République Tchèque (2/3 des consommations), sont tout de même dans un mouvement de repli. La part du charbon dans le mix énergétique européen est passé de 25% en 2015 à 11% en 2020.



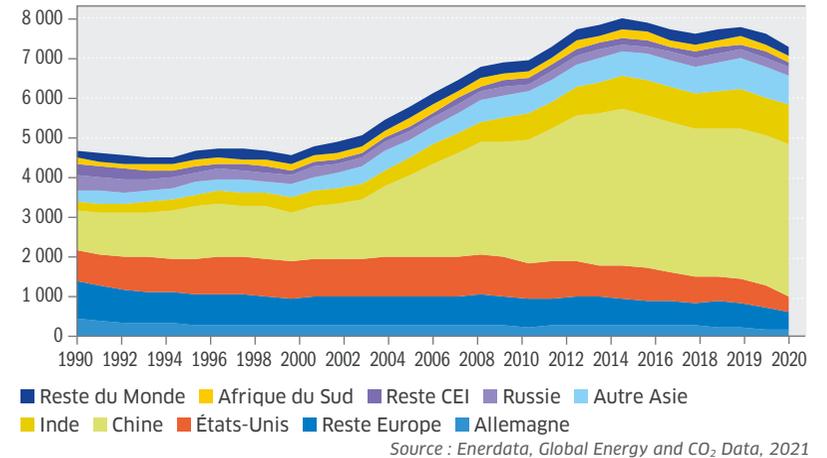
Charbon : consommation

En Mt	Consommation intérieure totale de charbon et lignite						Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020	Part dans le Monde 2020
	2000	2005	2010	2015	2019	2020			
Europe	973	972	914	880	707	587	-17,0%	8%	7%
UE27	772	770	699	679	502	408	-18,7%	6%	5%
UE28	832	833	750	718	511	417	-18,4%	6%	5%
Allemagne	244	244	232	239	168	138	-17,8%	2%	2%
Pologne	141	137	134	129	113	100	-11,5%	1%	1%
Turquie	81	77	95	93	125	109	-12,6%	2%	1%
Amérique du Nord	1 046	1 078	1 004	761	563	444	-21,1%	6%	9%
États-Unis	983	1 018	954	722	533	419	-21,3%	6%	8%
Amérique Latine	47	56	65	80	72	61	-15,2%	1%	1%
Brésil	22	21	23	30	26	23	-11,6%	0%	1%
Asie	2 059	3 296	4 617	5 323	5 615	5 568	-0,8%	76%	66%
Chine	1 304	2 345	3 350	3 770	3 807	3 830	0,6%	52%	47%
Corée du Sud	72	83	120	135	131	115	-12,4%	2%	9%
Inde	376	466	684	885	1 013	976	-3,7%	13%	7%
Indonésie	25	41	67	87	144	139	-3,7%	2%	7%
Japon	149	177	184	195	186	171	-8,0%	2%	7%
Pacifique	130	142	136	119	106	102	-3,8%	1%	6%
Australie	128	138	133	116	103	99	-3,7%	1%	6%
CEI	356	349	368	350	364	337	-7,3%	5%	7%
Kazakhstan	50	65	83	65	75	76	1,8%	1%	2%
Russie	232	214	212	222	229	205	-10,6%	3%	5%
Moyen Orient	13	16	16	17	15	15	1,1%	0%	0%
Afrique	170	192	204	204	204	190	-6,6%	3%	4%
Afrique du Sud	157	179	193	186	176	169	-4,4%	2%	3%
Monde	4 794	6 101	7 325	7 734	7 644	7 304	-4,5%	100%	100%

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021



ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION DE CHARBON DANS LE MONDE ENTRE 1990 ET 2020 (EN MT)





Charbon : production

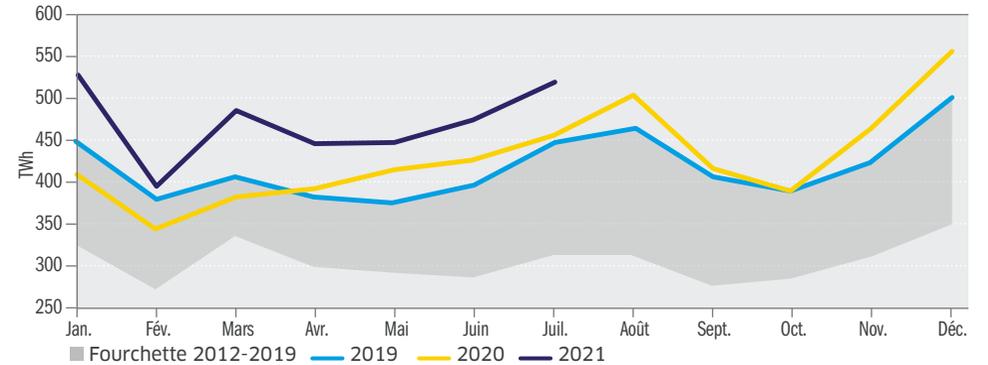
Les grands producteurs de charbon réactivent leur production et ouvrent de nouvelles mines en 2021

Interrompue par la crise du Covid, la production mondiale de charbon repart en 2021 et regagne ses plus hauts niveaux. Les très vives tensions qui s'exercent sur la demande de charbon depuis le retour de la croissance économique suscitent en 2021 une réactivation de la plupart des sites de production, en Chine, en Inde, en Indonésie et en Australie, qui effacera totalement le recul de 2020 (-4,6%). La plupart des pays producteurs de charbon ont en effet drastiquement réduit leur offre en 2020 : -5,9% en Australie, -9% en Indonésie, -4,5% en Afrique du Sud. L'Union Européenne est pour sa part engagée dans un processus de fermetures des mines qui s'est accéléré depuis la 2018 avec la fin des subventions aux centrales à charbon (chute de la production de charbon de -18% en 2019 et -17% en 2020). C'est aux États-Unis que la diminution de la production a été la plus importante en 2020 (-24%), en raison de la faiblesse de la demande électrique et par manque de rentabilité face au gaz naturel et aux énergies renouvelables.

En pleine COP26, la Chine annonce une augmentation importante de sa production. Confrontée à des pénuries d'électricité, la Chine va accroître d'un million de tonnes sa production quotidienne de charbon, qui dépasse déjà les 11,5Mt/jour. Alors que le nombre de mines avait diminué de 10 800 en 2015 à 5 300 fin 2019, des projets de nouveaux sites d'exploitation ont été approuvés et 53 mines, 15 dans les provinces du Nord et 38 en Mongolie intérieure, reprennent du service avec une capacité cumulée de 110Mt (Bloomberg). Par ailleurs, le gouvernement poursuit ses efforts pour accroître la compétitivité et la rentabilité des acteurs locaux par des regroupements et l'ouverture d'une bourse nationale du charbon, le *Coal Trading Center*. Premier producteur, avec 50% du total mondial, la Chine est un des rares pays à avoir maintenu sa production en 2020 (+1,4%) ; la hausse devrait être de +6% en 2021.

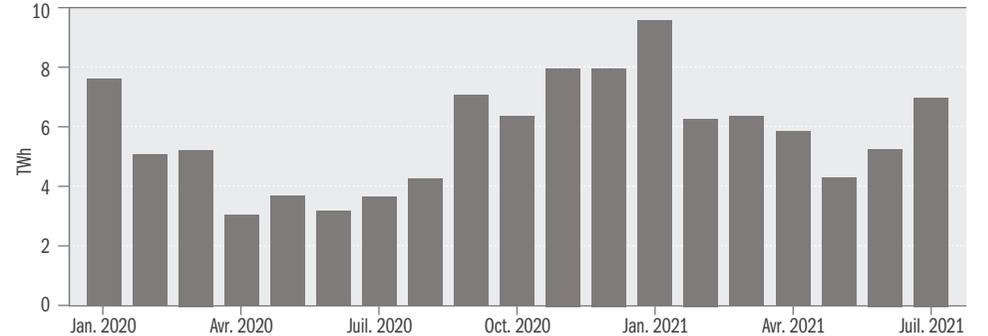
L'Inde, deuxième producteur mondial, relance également sa production de charbon en 2021. Pour réduire sa dépendance à l'égard des importations, le Gouvernement indien a autorisé à partir de juin 2020 l'exploitation minière commerciale, mettant fin à près d'un demi-siècle de monopole de la *Coal India Limited* (dont l'État indien est actionnaire à 90%). Cette mesure destinée à stimuler la production nationale vise aussi à relancer une économie indienne affaiblie par la pandémie, le Gouvernement espérant que l'ouverture des mines de charbon au secteur privé génère 950M\$ de revenus et 69 000 emplois. La croissance de la production indienne s'est poursuivie en 2020, avec +1,2%, et s'accélère en 2021, avec une croissance attendue de +3,7% (AIE).

PRODUCTION DES CENTRALES THERMIQUES AU CHARBON EN CHINE



Source : AIE, Global Energy Review, avril 2021

PRODUCTION DES CENTRALES THERMIQUES AU CHARBON EN EUROPE DE L'OUEST



Source : NBS China, ENTSOE, août 2021

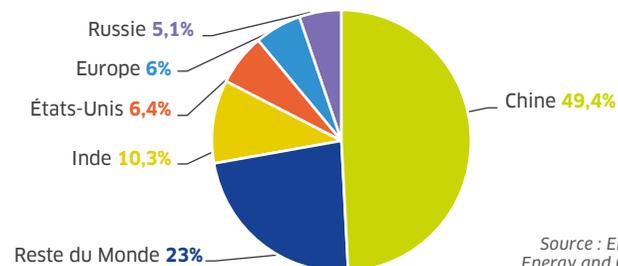


Charbon : production

En Mt	Production de charbon et lignite						Évolution 2019-2020	Part dans le Monde 2020
	2000	2005	2010	2015	2019	2020		
Europe	778	758	706	654	549	454	-17,3%	6%
UE27	626	619	546	520	392	327	-16,5%	4%
UE28	657	639	564	528	394	328	-16,7%	4%
Allemagne	205	206	184	185	127	105	-17,7%	1%
Pologne	163	160	133	136	112	101	-10,4%	1%
Turquie	63	58	73	58	87	70	-19,2%	1%
Amérique du Nord	1 041	1 109	1 064	876	698	533	-23,6%	7%
États-Unis	972	1 039	996	814	641	489	-23,8%	6%
Amérique Latine	65	87	99	109	102	78	-23,6%	1%
Colombie	38	59	74	86	84	64	-24%	1%
Asie	1 851	3 036	4 344	4 829	5 246	5 251	0,1%	69%
Chine	1 355	2 317	3 316	3 563	3 691	3 743	1%	49%
Inde	336	437	570	683	769	779	1,2%	10%
Indonésie	79	171	325	452	606	551	-9%	7%
Pacifique	310	376	441	516	506	476	-6,0%	6%
Australie	307	371	436	512	503	473	-5,9%	6%
CEI	388	439	476	488	566	524	-7,4%	7%
Kazakhstan	77	87	111	93	104	104	-1%	1%
Russie	242	285	300	353	425	386	-9%	5%
Moyen Orient	2	2	2	2	2	2	2,6%	0%
Afrique	231	250	259	270	268	256	-4,5%	3%
Afrique du Sud	224	245	255	256	254	242	-4,5%	3%
Monde	4 665	6 056	7 390	7 744	7 938	7 575	-4,6%	100%

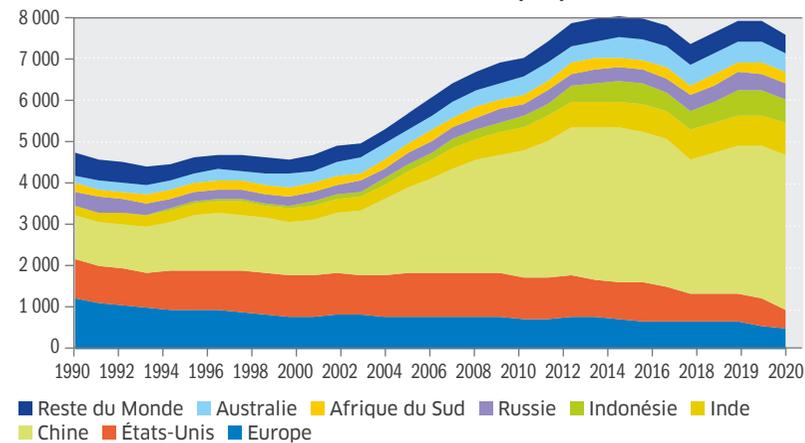
Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA PRODUCTION DE CHARBON EN 2020 - TOTAL : 7 575 MT



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION MONDIALE DE CHARBON ENTRE 1990 ET 2020 (MT)



Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2021



Charbon : échanges internationaux

Exportations en Mt de charbon et lignite	Réalisé - Exportations					
	2010	2019	2020	Part dans le Monde 2020	Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020
Europe	36	22	23	2%	4,8%	-4,4%
UE27	32	20	20	2%	0,8%	-4,4%
UE28	33	21	22	2%	3,7%	-4,2%
Pologne	17	11	11	1%	1%	-4,0%
Amérique du Nord	109	122	91	7%	-25,4%	-1,8%
Canada	34	37	28	2%	-23,1%	-1,7%
États-Unis	76	86	63	5%	-26,3%	-1,8%
Amérique Latine	73	79	58	4%	-26,5%	-2%
Colombie	70	78	57	4%	-26,5%	-2%
Asie	337	546	485	36%	-11,2%	3,7%
Chine	23	9	5	0%	-46,8%	-14,5%
Indonésie	265	469	418	31%	-10,9%	4,7%
Pacifique	295	397	372	28%	-6,2%	2,3%
Australie	293	396	371	28%	-6,2%	2%
CEI	175	243	235	17%	-3,6%	3,0%
Kazakhstan	31	26	26	2%	0,5%	-2,0%
Russie	135	213	204	15%	-4%	4,2%
Moyen Orient	0	0	0	0%	-1%	10,4%
Afrique	68	87	82	6%	-5,8%	2,0%
Afrique du Sud	67	81	76	6%	-5,8%	1,2%
Monde	1 093	1 497	1 347	100%	-10,1%	2,1%

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2020

Importations en Mt de charbon et lignite	Réalisé - Importations					
	2010	2019	2020	Part dans le Monde 2020	Évolution 2019-2020	TCAM 2010-2020
Europe	234	187	149	12%	-20,5%	-4,4%
UE27	181	137	96	7%	-30%	-6,1%
UE28	207	144	102	8%	-29%	-6,9%
Allemagne	51	43	32	3%	-26,0%	-4,5%
Pays-Bas	12	11	6	1%	-41,5%	-6,8%
Amérique du Nord	32	16	12	1%	-24,1%	-9,5%
États-Unis	19	6	5	0%	-23,9%	-12,8%
Amérique Latine	38	49	37	3%	-25,3%	-0,3%
Brésil	18	20	17	1%	-15%	-0,4%
Asie	744	1 100	1 024	79%	-6,9%	3,2%
Chine	185	299	303	23%	1,5%	5,1%
Corée du Sud	119	136	118	9%	-12,7%	-0,1%
Inde	123	245	198	15%	-19,3%	4,9%
Japon	186	183	171	13%	-6,7%	-0,9%
Taiwan	64	68	63	5%	-6,2%	-0,1%
Pacifique	0,30	2	2	0%	16,6%	20,4%
CEI	41	58	54	4%	-7,4%	2,8%
Russie	26	28	27	2%	-2,0%	0,6%
Moyen Orient	15	13	12	1%	-7%	-2,5%
Afrique	9	23	11	1%	-54,1%	1,1%
Monde	1 114	1 447	1 299	100%	-10,2%	1,6%

Source : Enerdata, Global Energy and CO₂ Data, 2020



Charbon : prix

La flambée des prix du charbon crée des tensions importantes en Chine mais reste encore inférieure à celle des prix du gaz sur le marché européen

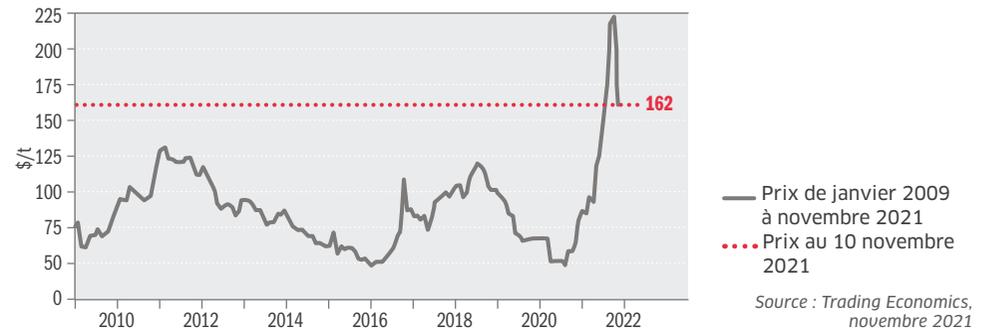
Les cours du charbon, qui ont triplé au cours de 2021, reflètent la surchauffe de l'économie mondiale et les problèmes d'approvisionnement en matière première qui ont marqué toute l'année. De 80 \$ la tonne en début d'année, les cours internationaux du charbon franchissaient 200 \$/t fin octobre, niveau qui n'avait pas été observé depuis 2008, pour revenir à 150\$ début novembre.

Le choc est d'autant plus rude que depuis 2019 les cours du charbon avaient beaucoup baissé, le marché étant bien approvisionné ; la pandémie les a précipité à 50 \$/tonne à la mi-2020, pour regagner du terrain avec l'assouplissement des confinements.

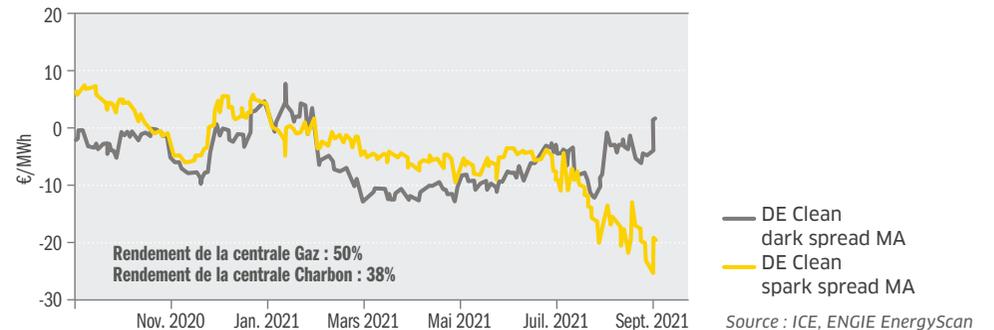
C'est en Asie que cette pression s'exerce avec le plus de force pour les raisons évoquées précédemment, retour à la normale de l'activité industrielle, forte augmentation de la demande d'électricité et sous approvisionnement en charbon. La situation est critique en Chine, qui a en outre subi des inondations dans les mines de charbon en octobre, ce qui explique le pic de prix à 225 \$/t ; les conséquences sur l'économie sont d'ors et déjà estimées à près d'un point de PIB. Le Gouvernement chinois a autorisé mi-octobre les producteurs d'électricité à vendre leur énergie 20 % plus cher que le tarif fixé par l'État et ainsi répercuter sur leurs clients une partie des coûts d'approvisionnement ; l'inflation des prix en sortie d'usine a déjà atteint +11%. Signe que la hausse des prix est critique, le Gouvernement chinois (par la voie de la NDRC) envisage d'intervenir « pour faire revenir les prix du charbon dans une fourchette raisonnable ».

En Europe, le charbon reste compétitif dans les centrales électriques face au gaz, malgré cette hausse et des prix du CO₂ au plus haut. Cette situation devrait perdurer avec l'hiver car l'augmentation de la demande de chauffage maintiendra des prix du gaz très tendus.

PRIX DU CHARBON EN \$/TONNE (MONTH-AHEAD - API, CIF ARA)



MARGE OPÉRATIONNELLE DES CENTRALES ÉLECTRIQUES CHARBON (CLEAN DARK SPREAD) ET GAZ NATUREL (CLEAN SPARK SPREAD) EN ALLEMAGNE



Annexes

Conversions.....	120
Glossaire	122
Sources des données et Méthodologie	126
Périmètres géographiques des sources . . .	127
Contacts	130



Conversions usuelles multi-énergies

Poids	Kilogrammes
1 livre (pound)	0,453
1 tonne américaine (short ton)	907
1 tonne britannique (long ton)	1 016

Dénominations du système américain	
10 ⁰	unit
10 ¹	tens
10 ²	hundreds
10 ³	thousands
10 ⁶	millions
10 ⁹	billions
10 ¹²	trillions

Le billion français est 10¹²

Multiples et sous-multiples décimaux des unités de mesure			
Abbréviation	Nom	Valeur	Puissance
P	peta	1 000 000 000 000 000	10 ¹⁵
T	téra	1 000 000 000 000	10 ¹²
G	giga	1 000 000 000	10 ⁹
M	méga	1 000 000	10 ⁶
k	kilo	1 000	10 ³
h	hecto	100	10 ²
da	déca	10	10 ¹
unité	unité	1	10 ⁰
da	déca	0,1	10 ⁻¹
c	centi	0,01	10 ⁻²
m	milli	0,001	10 ⁻³
μ	micro	0,000 001	10 ⁻⁶

Autres énergies						
	Fioul Lourd	Super Carburant	Bois sec	Déchets ménagers	Déchets de papier	Uranium naturel
Unité physique	1 tonne	1 000 litres	1 tonne	1 tonne	1 tonne	1 tonne
Tonnes équivalent pétrole	0,95	0,79	0,33	0,18	0,33	12 000
MWh	11	9,1	3,9	2,1	3,9	140 280
GJ	40	33	14	7,6	14	505 000

Source : Joint report by the OECD Nuclear Energy Agency and the International Atomic Energy Agency - Uranium 2005 : Resources, Production and Demand

Unités de volume					
De	Vers				
	m ³	litres	ft ³	Galons US	barils
	Multipliez par				
m ³	1	1 000	35,32	264	6,28
litre	0,001	1	0,0353	0,264	0,00629
ft ³	0,0283	28,3	1	7,47	0,178
Galon US	0,00379	3,79	0,134	1	0,0238
Baril	0,159	159	5,62	42	1

Unités d'énergie					
De	Vers				
	MWh	tep	GJ	MMBtu	Therm
	Multipliez par				
MWh	1	0,0860	3,6	3,412	34,12
tep	11,63	1	41,9	39,68	396,8
GJ	0,2778	0,0239	1	0,948	9,48
MMBtu	0,293	0,0252	1,055	1	10
Therm	0,0293	0,00252	0,105	0,1	1



Conversions propres aux énergies primaires

Pétrole brut						
De	Vers					
	Tonnes	1 000 litres	Barils	Gallons US	MWh	GJ
	Multipliez par					
Tonne (métrique)	1	1,212	7,6	320	12,1	43,5
1 000 litres	0,825	1	6,290	264,17	10,0	35,9
Baril	0,132	0,159	1	42	1,587	5,710
Gallon US	0,00313	0,0038	0,0238	1	0,0378	0,136
MWh	0,0827	0,100	0,630	0,630	1	3,60
GJ	0,0230	0,028	0,028	7,35	0,278	1

Charbon					
De	Vers				
	Tonnes courtes	Tonnes métriques	Tonnes Équivalent Pétrole	MWh	GJ
	Multipliez par				
Tonne courte	1	0,9071847	0,6248	7,560	27,22
Tonne métrique	1,102	1	0,6887	8,333	30
Tonne Équivalent Pétrole	1,601	1,452	1	12,1	43,5
MWh	0,1323	0,1200	0,08264	1	3,6
GJ	0,03674	0,03333	0,02299	0,278	1

Gaz naturel (GN) et Gaz naturel liquéfié (GNL) en PCS									
De	Vers								
	Gm ³	Gft ³	Mtep	Millions tonnes GNL	Millions de m ³ de GNL	TBtu	Millions barils équivalent pétrole	TWh	PJ
	Multipliez par								
1 milliard de m ³ GN (1 Gm ³)	1	35,3	0,93	0,739	1,63	37,0	6,37	10,8	39,0
1 milliard de pieds ³ GN	0,0283	1	0,026	0,0209	0,0460	1,05	0,18	0,307	1,10
1 million tonnes équivalent pétrole	1,07	37,9	1	0,794	1,74	39,69	6,84	11,6	41,9
1 million tonnes GNL	1,35	47,7	1,26	1	2,20	50,0	8,62	14,7	52,7
1 million de m ³ de GNL	0,615	21,7	0,573	0,455	1	22,8	3,92	6,67	24,0
1 trillion British thermal units	0,0270	0,955	0,0252	0,0200	0,0440	1	0,17	0,293	1,05
1 million barils équivalent pétrole	0,157	5,54	0,146	0,116	0,255	5,8	1	1,70	6,12
TWh	0,0923	3,258	0,0860	0,0683	0,150	3,41	0,588	1	3,6
PJ	0,0256	0,905	0,0239	0,0190	0,0417	0,948	0,163	0,278	1

1 m³ GN : 0,9 kg de pétrole brut – 1 m³ GN : 10 000 kcal – 1 m³ GN : 41,860 kJ.
 NB : Ces conversions sont effectuées sur la base de huit hypothèses identifiées par les chiffres en gras.

Le passage du m³ au kWh et plus généralement des unités de volume à celles d'énergie dépend de la qualité du gaz. On parle en PCS et PCI selon qu'on utilise l'estimation inférieure ou supérieure du pouvoir calorifique du gaz. L'estimation PCS inclut la chaleur récupérable des fumées (énergie récupérable à la condensation incluse). Dans un contexte gazier on parle généralement en PCS. On parle en PCI dans les bilans inter-énergies nationaux par exemple :

- 1 kWh PCI = 0,9 kWh PCS
- 1 000 m³ de Gaz Naturel PCS . = 0,9 tep
- 1 000 m³ de Gaz Naturel PCI . = 0,81 tep
- 1 tep (contexte PCS) = 1 111 m³ de Gaz Naturel
- 1 tep (contexte PCI) = 1 234 m³ de Gaz Naturel
- 1 m³ de Gaz Naturel PCS = norme de 42 MJ (PCS) (entre 38 et 42 MJ)
- norme de 11,7 kWh (PCS) (entre 9 et 12 kWh)
- conversion européenne : 39 MJ (PCS)
- conversion européenne : 10,8 kWh (PCS)
- conversion en France : 11,5 kWh (PCS)
- 1 Tcf PCS = 25,48Mtep
- 1 tonne de GNL = 1 320 – 1 380 m³ de gaz



Glossaire

AIE : Agence internationale à l'énergie.

Annexe 1 : Pays de l'Annexe 1 de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Liste des pays membres : Allemagne, Australie, Autriche, Belgique, Bulgarie, Canada, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, États-Unis d'Amérique, Union européenne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Islande, Irlande, Italie, Japon, Lettonie, Liechtenstein, Lituanie, Luxembourg, Malta, Monaco, Nouvelle Zélande, Norvège, Pays Bas, Pologne, Portugal, Roumanie, Roussie, Slovaquie, Slovénie, Suisse, République tchèque, Turquie, Ukraine, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord.

ATEE : Association Technique Énergie Environnement, association regroupant les acteurs de l'énergie et de l'environnement (institutionnels, privés,...).

Autoconsommation du secteur énergie : Consommation pour le fonctionnement des unités de transformations d'énergie (centrales électriques, raffineries).

Autoproduction (électricité) : L'auto-production d'électricité est la production brute des entreprises dont l'activité principale n'est pas la production d'électricité.

Biogaz : Le biogaz est un gaz issu de la fermentation, aussi appelée méthanisation, de matière organique (animale ou végétale) en l'absence d'oxygène. Il se compose essentiellement de méthane

(de 50 à 70%), mais on y trouve aussi généralement du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau, du sulfure d'hydrogène... Il est à noter que l'énergie que le biogaz peut délivrer provient uniquement du méthane.

Biométhane : Le biométhane est un biogaz dont on a retiré les éléments indésirables (dioxyde de carbone, vapeur d'eau, sulfure d'hydrogène et autres) afin de ne conserver que le méthane qui a des propriétés similaires à celles du gaz naturel. Le biométhane peut être injecté dans le réseau de distribution ou de transport du gaz naturel.

CAPEX-OPEX : Les dépenses d'exploitation (souvent abrégées en OPEX) sont les coûts courants pour exploiter un produit, des entreprises, ou un système. Leurs contreparties, les dépenses d'investissement de capital (CAPEX), se réfèrent aux coûts de développement ou de fourniture de pièces non-consommables pour le produit ou le système.

CEA : Commissariat à l'énergie atomique.

CEDIGAZ : Association internationale d'industriels pour le gaz (ENGIE en est membre).

CEI : Communauté des États Indépendants, composée de 11 des 15 anciennes républiques soviétiques : Arménie, Azerbaïdjan, Bélarus, Géorgie, Kirghistan, Kazakhstan, Moldavie, Russie, Fédération de Tajikistan, Turkménistan (État associé), Ukraine, Ouzbékistan – la Mongolie en tant qu'État observateur.

Centrales électriques (thermiques) : Les inputs des centrales électriques sont les combustibles consommés par les centrales publiques d'un côté, par les autoproducteurs de l'autre (y compris la cogénération).

Centrales électriques : Les inputs des centrales électriques correspondent pour les centrales thermiques aux consommations de combustibles des centrales. La production des centrales électriques correspond à la production brute.

CERA : Cambridge Energy Research Associates.

CH₄ : Méthane, hydrocarbure au potentiel de réchauffement global 25 fois supérieur à celui du CO₂.

Charbon bitumineux : Charbon destiné à la production d'électricité.

CIF : Cost Insurance Freight. Le prix CIF, par opposition au prix FOB, inclut les frais de transport et les diverses taxes et assurances ; le vendeur est responsable de la marchandise jusqu'au port d'arrivée.

Coke : Charbon transformé utilisé principalement en sidérurgie.

Cokeries et haut-fourneaux : Les inputs des cokeries sont le charbon à coke consommé par les cokeries. Les inputs des haut-fourneaux sont le coke consommé.

Cokeries, briquetteries : Les inputs des cokeries sont le charbon à coke consommé par les cokeries. Les inputs des haut-fourneaux sont le coke consommé. Les outputs des cokeries sont le coke et le gaz de cokerie. Les outputs des haut fourneaux sont le gaz de haut fourneau.

Consommation finale : La consommation finale est le solde entre la consommation intérieure et les consommations des transformations énergétiques et pertes diverses. Elle mesure les besoins des consommateurs finaux du pays. Elles sont ventilées selon les catégories suivantes : industrie, transport, résidentiel, tertiaire, agriculture, et enfin, usages non énergétiques. Les consommations finales de l'industrie sont ventilées par branche, secteurs : sidérurgie, chimie, minéraux non métalliques (matériaux de construction),...

Consommation finale industrie : Les consommations finales de l'industrie sont celles des secteurs minier, manufacturier et construction. Elles excluent la consommation de carburant pour les activités de transport, quand bien même les moyens de transport appartiennent aux sociétés industrielles, ainsi que les consommations de combustibles pour l'autoproduction d'électricité. Les produits énergétiques utilisés comme matière première ou produits d'entretien sont en général séparés ou tout au moins identifiés sous le nom « d'usages non énergétiques ».



Glossaire

Consommation finale Transports : Les consommations finales des transports sont celles de tous les moyens de transport, quel que soit leur statut de propriété et leur type d'utilisation. Elles excluent toutefois les « soutes aériennes et maritimes ».

Généralement, les consommations des transports incluent les consommations des infrastructures (gares, aéroports,...), les navires de plaisance et les consommations des engins de port. Elles sont ventilées selon les quatre principales infrastructures : transport routier, transport ferroviaire, navigation intérieure, transport aérien.

Consommation finale Résidentiel-tertiaire-agriculture : Elles rassemblent toutes les consommations finales de produits énergétiques utilisés à des fins énergétiques, hors celles de l'industrie et des transports. Elles sont ventilées en trois catégories : résidentiel, tertiaire, agriculture (pêche inclus).

Consommation finale pour les usages non énergétiques : Il s'agit des consommations des produits destinés à la pétrochimie (naphta), à la fabrication d'ammoniac (gaz naturel), à l'utilisation sous forme d'électrode (carbone) et de celle de tous les produits utilisés pour leurs propriétés physico-chimiques (bitume, paraffines, huiles moteur, etc.). Elles sont ventilées entre chimie et autres.

Consommation intérieure : La consommation intérieure, pour chaque produit énergétique, est le solde de la production totale, du commerce extérieur, des soutes aériennes et maritimes (pour le pétrole) et des variations de stock.

Consommation primaire : La consommation primaire est le solde de la production primaire, du commerce extérieur, des soutes et des variations de stock. La consommation primaire agrégée sur tous les produits mesure la consommation totale d'énergie du pays, incluant toutes les pertes et les autoconsommations lors des transformations. Pour les énergies primaires, consommation primaire = consommation intérieure.

Consommation privée : Consommation totale de biens et services en unités monétaires par ménages.

Coût moyen d'Exploration et de Développement : Le coût moyen d'exploration et de développement représente le coût en dollar par baril équivalent des réserves supplémentaires d'un pays issues des résultats d'activités d'exploration, découvertes, amélioration de taux de récupération ou mise à jour des évaluations. Ce coût n'intègre pas l'acquisition de licences de réserves prouvées.

Coût de production : Le coût moyen de production représente le coût moyen de remontée du gaz et du pétrole depuis le

réservoir vers l'interface d'expédition au centre de traitement.

DEP : Direction Exploration Production.

DGEMP : Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières.

Dioxyde de soufre : Dans l'industrie, le dioxyde de soufre sert surtout pour la production d'acide sulfurique. L'acide sulfurique possède d'innombrables applications et est le produit chimique le plus utilisé. La pollution atmosphérique en dioxyde de soufre issue de l'industrie provient principalement de la consommation de combustibles fossiles.

EIA-DOE : Energy Information Agency – Department of Energy (USA).

Émissions fugitives : Émissions de gaz à effet de serre, intentionnelles ou non, depuis l'extraction de combustible fossile et jusqu'à son point d'utilisation.

EnR : Énergies renouvelables.

ENTSO-E : European Network of Transmission System Operators for Electricity.

Exportations : Les exportations sont les quantités de produit énergétique exportées du territoire national vers l'étranger, déduction faite des transits simples et des quantités traitées « à façon » pour le compte de pays tiers. Dans le cas des zones géographiques ou géopolitiques, les exportations sont les agrégations des exportations nationales, y compris celles relevant des

flux intérieurs à la zone. Pour des raisons de cohérence comptable, les exportations apparaissent avec un signe négatif.

FOB : Free On Board. Le prix FOB, par opposition au prix CIF, n'inclut aucun frais de transport, aucune taxe ni assurance.

FOD : Fuel Oil Domestique (fioul domestique).

Gaz non-conventionnels : Les gaz « non-conventionnels » sont, comme le gaz dit « conventionnel » essentiellement composés de méthane, mais ils sont piégés dans des roches peu perméables, ce qui, jusqu'à récemment, avait limité leur développement. Leur extraction nécessite en effet des techniques de production beaucoup plus complexes que les réservoirs classiques.

GES : Gaz à effet de serre.

GNL : Gaz Naturel Liquéfié.

GPL : Gaz de Pétrole liquéfié.

Henry Hub : Point de détermination des prix du gaz échangé sur le NYMEX (New York Mercantile Exchange).

HFC : Hydrofluorocarbure (catégorie de gaz fluorés participant activement à la dégradation de la couche d'ozone, d'un potentiel de réchauffement global environ 3000 fois plus important que celui du CO₂).

IEA : International Energy Agency (voir AIE).

IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis.



Glossaire

Importations : Les importations sont les quantités de produit énergétique importées de l'étranger dans le territoire national, déduction faite des quantités simplement en transit vers un pays tiers et des quantités destinées à être traitées « à façon » sur le territoire national pour le compte d'un pays tiers. Dans le cas des zones géographiques ou géopolitiques, les importations sont les agrégations des importations nationales, y compris celles relevant de flux intérieurs à la zone.

Lignite : Sorte de charbon à faible teneur en carbone et au pouvoir calorifique faible.

Light tight oil (tight oil) : Le *light tight oil* ou *tight oil* est un type de pétrole présent dans des couches peu perméables et peu poreuses qui nécessite de ce fait des techniques d'extractions similaires à celles du gaz de schiste. Le *tight oil* diffère du pétrole de schiste notamment par son degré de viscosité et se rencontre entre autres dans les formations de Niobrara et Eagle Ford aux États-Unis.

Liquéfaction (du gaz) : Les entrées des usines de liquéfaction du gaz sont les consommations de gaz naturel. Les sorties sont la production de gaz liquide.

Marginalité : Dans la production d'électricité, la durée de marginalité représente le temps où le moyen de production employé est celui du coût marginal (coût d'une unité supplémentaire) le plus faible. Localisation. Les réserves pétrolières sont essentiellement une mesure de risque géologique – de la probabilité de l'existence du pétrole et de son exploitation dans les conditions économiques et les techniques actuelles.

Réserves Prouvées : Les réserves pétrolières sont appelées possibles, probables ou prouvées selon le degré croissant de certitude que l'on a de leur existence, en fonction des données et des interprétations géologiques et techniques, pour chaque localisation. Les réserves pétrolières sont essentiellement une mesure de risque géologique – de la probabilité de l'existence du pétrole et de son exploitation dans les conditions économiques et les techniques actuelles.

Réserves Probables : Définies par les ressources en gaz et en pétrole « Raisonnablement probables » d'être produites, en utilisant les techniques actuelles, au prix actuel et selon les accords commerciaux et gouvernementaux en cours. Dans l'industrie, elles sont connues sous le nom 2P. Certains spécialistes utilisent l'appellation P50, car elles ont 50% de chance d'être mises en production.

Réserves Possibles : Définies comme « ayant une chance d'être développées en tenant compte de circonstances favorables ». Dans l'industrie, elles sont connues sous le nom 3P. Certains spécialistes utilisent l'appellation P10, car elles ont 10% de chance d'être mises en production.

SF₆ : Hexafluorure de soufre (gaz à effet de serre d'un potentiel de réchauffement global 22 800 fois supérieur à celui du CO₂). Le SF₆ est utilisé dans la métallurgie pour la production d'aluminium et de magnésium, dans la fabrication de semi-conducteurs (en raison de son caractère inerte et de sa densité permettant de maintenir la pureté du milieu contre les poussières et éléments oxydants), dans la construction électrique (postes électriques (Gas Insulated Substation) et appareillage électrique à haute tension pour sa forte rigidité diélectrique et sa bonne stabilité à l'arc électrique), dans les accélérateurs de particules, et dans des applications médicales (par exemple pour la désinfection des matériels respiratoires contre les microbes aérobies).

SO₂ : Dioxyde de soufre. Le dioxyde de soufre est utilisé comme désinfectant, antiseptique et antibactérien ainsi que comme gaz réfrigérant, agent de blanchiment et comme conservateur de produits alimentaires, notamment pour les fruits secs, dans la production de boissons

alcoolisées et plus spécialement en œnologie et dans la fabrication du vin.

Solde du commerce extérieur : Le solde du commerce extérieur est la différence entre les importations et les exportations. Un solde exportateur apparaîtra avec un signe -. On notera que dans le cas des zones géographiques ou géopolitiques, le solde de la zone se confond avec la somme des soldes des pays constituant la zone.

Soutes aériennes et maritimes : Les soutes maritimes correspondent à l'avitaillement hors douane des bateaux de haute mer et à la consommation de carburant des avions pour le transport international. Au niveau des pays elles sont exclues de la consommation primaire et considérées comme des exportations. Au niveau mondial elles sont incluses dans la consommation primaire.

Sulphur dioxide : Dioxyde de soufre.

Tep : Tonne équivalent pétrole.

Troll-Zeebrugge : Terminal GNL et point d'interconnexion d'infrastructures gazières européennes où est fixé un prix spot du gaz.

UE : L'Union européenne compte 27 États membres depuis le retrait du Royaume-Uni le 1^{er} janvier 2020 : Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Italie, Lettonie, la Lituanie, Luxembourg, Malte,



Glossaire

Pays-Bas, Pologne, Portugal, République tchèque, Roumanie, Slovaquie, Slovénie, Suède. L'adhésion de la Croatie est effective le 1^{er} juillet 2013 et confirme les perspectives d'élargissement dans les Balkans commencé neuf ans plus tôt. L'UE compte au total plus de 500 millions d'habitants et couvre une superficie de 3 930 000 km².

UTCF : Utilisation des terres, leurs changements et la forêt (Land Use, Land Use Change and Forestry - LULUCF - en anglais). L'utilisation des terres, leur changement et la forêt est à la fois un puits et une source d'émission de CO₂, CH₄ et N₂O. L'UTCF couvre la récolte et l'accroissement forestier, la conversion des forêts (défrichage) et des prairies ainsi que les sols dont la composition en carbone est sensible à la nature des activités auxquelles ils sont dédiés (forêt, prairies, terres cultivées).

Valeur ajoutée : Mode usuel de mesure de la production nette d'une branche ou d'un secteur en unités monétaires ; la valeur ajoutée est égale à la différence entre la production brute et les consommations intermédiaires ; la valeur ajoutée peut être mesurée au coût des facteurs ou au prix du marché. La valeur ajoutée de l'agriculture mesure l'activité de l'agriculture, de la pêche et de la forêt. La valeur ajoutée de l'industrie mesure l'activité minière, manufacturière, de construction et d'électricité, gaz et eau. La valeur ajoutée des

services ou du secteur tertiaire mesure l'activité de tous les services, publics comme privés : le commerce de détail et de gros, la banque et l'administration publique.

Variation de stocks : Ce sont en principe les variations des niveaux de stock entre deux dates identiques à un an d'intervalle. Les stocks sont ceux des producteurs d'énergie et excluent généralement les stocks chez les consommateurs. Toutefois, selon les méthodes de mesure adoptées par les pays, ces variations de stocks représentent des données réelles ou peuvent inclure des écarts statistiques ou des non-comptages entre l'approvisionnement primaire et les entrées en transformation ou en consommation. Le signe + indique un déstockage pendant l'année, le signe - indique un accroissement des stocks durant l'année. Des variations de stocks présentant systématiquement le même signe sont l'indice de distorsions comptables ou de mauvaise affectation.

WEO : World Energy Outlook, rapport prospectif sur l'énergie dans le monde ; publication annuelle de l'AIE.

Sources des données



CONTEXTE POST-COVID

Enerdata 2021
AIE, Global Energy Review 2021
AIE, World Energy Investment 2021
AIE-WEO 2021
Plans de relance : Perspectives économiques de l'OCDE 2021, Commission européenne, Iddri, NCSL

CO₂ ET CLIMAT

Enerdata 2021
AIE, Global Energy Review 2021
AIE, WEO 2021
AIE, Net Zero by 2050

World Meteorological Organization 2021
World Bank, « State and Trends of Carbon Pricing », 2021

DÉCARBONATION

AIE, WEO 2021
Enerdata - EnerFuture 2021

ÉLECTRICITÉ ET ENR ÉLECTRIQUES

AIE, WEO 2021
Enerdata 2021
AIE, Electricity Market Report, juillet 2021
AIE, Global Energy Review 2021

Boom and Bust 2021 : « Tracking the global coal plant pipeline », avril 2021

GAZ ET GAZ RENOUVELABLES

AIE, Global Energy Review, avril 2021
AIE, Gas Market Report Q4 2021, octobre. 2021
IHS Markit, LNG Market Briefing : Third quarter 2021 review, octobre 2021
Hydrogen Council

CEDIGAZ, International natural gas prices, Q3 2021
AIE, World Energy Outlook 2021, octobre 2021

PÉTROLE

AIE, WEO 2021
AIE, Global Energy Review 2021
BP Statistical Review, juin 2021
Enerdata 2021
IFP, Énergies Nouvelles, octobre 2021
Catalaxis, les Cahiers Verts de l'Economie, août 2021
EIA, Energy Information Administration, juillet 2021

CHARBON

Carbon Tracker
AIE, Electricity Market Report, juillet 2021
Think tank européen E3G, No new coal by 2021, The collapse in the global coal pipeline, septembre 2021
AIE, World Energy Outlook 2021
Enerdata, 2021
US Energy Information Administration

Méthodologie de comptabilité énergétique d'Enerdata



Les données primaires sur l'énergie proviennent de l'AIE (Agence Internationale sur l'Énergie). Elles sont complétées avec les données des organisations régionales (EUROSTAT, OLADE, ADB, OPEC), des institutions spécialisées (Cedigaz), et des sources nationales (statistiques nationales ou données préparées spécialement par des correspondances locales avec plus de 100 partenaires dans environ 60 pays). Ces données complémentaires sont utilisées pour expertiser et affiner les données primaires, et mettre rapidement à jour nos données.

La méthodologie et les définitions utilisées par Enerdata sont identiques à celles de l'AIE et EUROSTAT.

Les statistiques énergétiques en unités physiques sont converties en unités énergétiques, ktep ou Mtep, sur la base des coefficients suivants :

Pétrole brut : coefficient fixe pour la plupart des pays : 1,02 tep/tonne

Produits pétroliers : coefficient fixe pour tous les pays - identique à EUROSTAT ou AIE

Gaz naturel : coefficients nationaux pour les principaux pays et coefficients fixes pour les autres pays (0,82 tep /1 000m³) ; les coefficients nationaux sont indiqués dans les bases de données

Charbon, lignite : coefficient fixe pour le coke ; coefficient national pour la production, les importations, exportations pour les producteurs ou les importateurs majeurs ; les coefficients nationaux sont indiqués dans les bases de données

Électricité :

- nucléaire : 1 TWh = 0,26 Mtep
- hydroélectricité : 1 TWh = 0,086 Mtep
- géothermique : 1 TWh = 0,86 Mtep
- production totale : 1 TWh = 0,086 Mtep
- importations, exportation : 1 TWh = 0,086 Mtep
- consommation : 1 TWh = 0,086 Mtep



Périmètres géographiques des sources

Enerdata	
Zone Europe	
Europe	Union européenne (27), Croatie (entré dans l'UE au 1 ^{er} juillet 2013), Albanie, Bosnie-Herzégovine, Islande, Macédoine, Norvège, Serbie et Monténégro, Suisse, Turquie.
UE 27 et UE 28	Union européenne UE 27 : sans le Royaume-Uni ; UE 28 : ic RU.
Zone Amérique	
Amérique	Amérique du Nord, Mexique, Amérique Centrale, Amérique du Sud, Caraïbes.
Amérique Latine	Amérique Centrale, Mexique, Amérique du Sud, Caraïbes.
Amérique du Nord	Canada, États-Unis.
Amérique Centrale et Mexique	Belize, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama.
Amérique du Sud	Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Equateur, Guyana, Paraguay, Pérou, Suriname, Uruguay, Venezuela.
Caraïbes	Antilles néerlandaises et Aruba, Bahamas, Barbade, Bermudes, Cuba, Dominique, Grenade, Haïti, Jamaïque, République Dominicaine, Saint Vincent et les grenadines, Sainte-Lucie, Trinité et Tobago.
Zone Asie	
Asie	Asie du Sud (Bangladesh, Bhoutan, Inde, Maldives, Népal, Pakistan, Sri Lanka), ASEAN, Afghanistan, Chine, Corée du Nord, Corée du Sud, Hong Kong, Japon, Macao, Mongolie, Taiwan.
ASEAN	Association des Nations du Sud-Est Asiatique (Brunei, Cambodge, Indonésie, Laos, Malaisie, Myanmar, Philippines, Singapour, Thaïlande, Vietnam).
Zone Pacifique	
Pacifique	Australie, Iles du Pacifique, Nouvelle Zélande.
Zone Afrique	
Afrique	Afrique du Nord, Afrique Sub-Saharienne.

Enerdata	
Afrique du Nord	Algérie, Égypte, Libye, Maroc, Tunisie.
Afrique Sub-Saharienne	Afrique du Sud, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroun, Cap Vert, Centrafrique, Comores, Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Erythrée, Éthiopie, Gabon, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée équatoriale, Guinée-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Madagascar, Malawi, Mali, Maurice, Mauritanie, Mozambique, Namibie, Niger, Nigeria, Ouganda, RD Congo, Rwanda, São Tomé et Príncipe, Sénégal, Seychelles, Sierra Léone, Somalie, Soudan, Swaziland, Tanzanie, Tchad, Togo, Zambie, Zimbabwe.
Zone Moyen-Orient	
CGC	Conseil de Coopération du Golfe (Arabie saoudite, Bahreïn, Émirats Arabes Unis, Koweït, Oman, Qatar).
Moyen-Orient OPEP	Arabie saoudite, Émirats Arabes Unis, Irak, Iran, Koweït, Qatar.
OPAEP	Organisation des Pays Arabes Exportateurs de Pétrole (Algérie, Arabie saoudite, Bahreïn, Égypte, Émirats Arabes Unis, Irak, Koweït, Libye, Qatar, Syrie, Tunisie).
Zone CEI	
CEI	Communauté des États Indépendants (ex-URSS hors pays Baltes).
Union Soviétique (ex-)	Arménie, Azerbaïdjan, Biélorussie, Estonie, Géorgie, Kazakhstan, Kirghizistan, Lettonie, Lituanie, Moldavie, Russie, Tadjikistan, Turkménistan, Ukraine, Ouzbékistan.

Source : Enerdata



Périmètres géographiques des sources

International Energy Agency	
Zone Europe	
European Union	EU 27.
Eastern Europe/ Eurasia	Albania, Armenia, Azerbaijan, Belarus, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Estonia, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, the former Yugoslav Republic of Macedonia, the Republic of Moldova, Romania, Russian Federation, Serbia (incl Montenegro until 2004 and Kosovo until 1999), Slovenia, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine, and Uzbekistan. For statistical reasons, this region also includes Cyprus, Gibraltar and Malta.
OECD Europe	Austria, Belgium, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Luxembourg, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, the Slovak Republic, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.
Zone Amerique	
OECD North America	Canada, Mexico and the United States.
OECD Latin America	Chile.
Latin America	Antigua and Barbuda, Aruba, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bermuda, Bolivia, Brazil, the British Virgin Islands, the Cayman Islands, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Dominica, the Dominican Republic, Ecuador, El Salvador, the Falkland Islands, French Guyana, Grenada, Guadeloupe, Guatemala, Guyana, Haiti, Honduras, Jamaica, Martinique, Montserrat, Netherlands Antilles, Nicaragua, Panama, Paraguay, Peru, St. Kitts and Nevis, Saint Lucia, Saint Pierre et Miquelon, St. Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad and Tobago, the Turks and Caicos Islands, Uruguay and Venezuela.
Zone Asie-Pacifique	
China	Refers to the People's Republic of China, including Hong Kong.
ASEAN	Brunei Darussalam, Cambodia, Indonesia, Laos, Malaysia, Myanmar, Philippines, Singapore, Thailand and Vietnam.
OECD Asia	Japan and Korea.
Non-OECD Asia	Afghanistan, Bangladesh, Bhutan, Brunei Darussalam, Cambodia, China, Chinese Taipei, the Cook Islands, East Timor, Fiji, French Polynesia, India, Indonesia, Kiribati, the Democratic People's Republic of Korea, Laos, Macau, Malaysia, Maldives, Mongolia, Myanmar, Nepal, New Caledonia, Pakistan, Papua New Guinea, the Philippines, Samoa, Singapore, Solomon Islands, Sri Lanka, Thailand, Tonga, Vietnam and Vanuatu.
Other Asia	Non-OECD Asia regional grouping excluding China and India.
OECD Oceania	Australia and New Zealand.
OECD Pacific	Includes OECD Asia and Oceania.

International Energy Agency	
Zone Afrique	
Africa	Algeria, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Cameroon, Cape Verde, Central African Republic, Chad, Comoros, Congo, Democratic Republic of Congo, Côte d'Ivoire, Djibouti, Egypt, Equatorial Guinea, Eritrea, Ethiopia, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Libya, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mauritius, Morocco, Mozambique, Namibia, Niger, Nigeria, Reunion, Rwanda, Sao Tome and Principe, Senegal, Seychelles, Sierra Leone, Somalia, South Africa, Sudan, Swaziland, United Republic of Tanzania, Togo, Tunisia, Uganda, Zambia and Zimbabwe.
North Africa	Algeria, Egypt, Libyan Arab Jamahiriya, Morocco and Tunisia.
Sub-Saharan Africa	Africa regional grouping excluding South Africa and North Africa regional grouping.
Zone Moyen-Orient	
Middle East	Bahrain, the Islamic Republic of Iran, Iraq, Israel, Jordan, Kuwait, Lebanon, Oman, Qatar, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, the United Arab Emirates and Yemen. It includes the neutral zone between Saudi Arabia and Iraq.
Autres zones spécifiques	
OECD	Includes OECD Europe, OECD Latin and North America and OECD Pacific regional groupings.
OECD+	OECD regional grouping and those countries that are members of the European Union but not of the OECD.
Other Major Economies	Comprises all countries not included in OECD+ and Other Major Economies regional groupings, including India, Indonesia, the African countries (excluding South Africa), the countries of Latin America (excluding Brazil), and the countries of non-OECD Asia, (excluding China) and the countries of Eastern Europe/Eurasia (excluding Russia).
Other Countries	Algeria, Angola, Ecuador, the Islamic Republic of Iran, Iraq, Kuwait, Libya, Nigeria, Qatar, Saudi Arabia, the United Arab Emirates and Venezuela.

Source : Enerdata



Périmètres géographiques des sources

BP Statistical Review	
North America	US (excluding Puerto Rico), Canada, Mexico.
South and Central America	Caribbean (including Puerto Rico), Central and South America.
Europe	European members of the OECD plus Albania, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Former Yugoslav Republic of Macedonia, Gibraltar, Malta, Romania, Serbia and Montenegro, Slovenia.
Former Soviet Union	Armenia, Azerbaijan, Belarus, Estonia, Georgia, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Latvia, Lithuania, Moldova, Russian Federation, Tajikistan, Turkmenistan, Ukraine, Uzbekistan.
Europe and Eurasia	All countries listed above under the headings Europe and Former Soviet Union.
Middle East	Arabian Peninsula, Iran, Iraq, Israel, Jordan, Lebanon, Syria.
North Africa	Territories on the north coast of Africa from Egypt to western Sahara.
West Africa	Territories on the west coast of Africa from Mauritania to Angola, including Cape Verde, Chad.
East and Southern Africa	Territories on the east coast of Africa from Sudan to Republic of South Africa. Also Botswana, Madagascar, Malawi, Namibia, Uganda, Zambia, Zimbabwe.
Asia Pacific	Brunei, Cambodia, China, China Hong Kong SAR *, Indonesia, Japan, Laos, Malaysia, Mongolia, North Korea, Philippines, Singapore, South Asia (Afghanistan, Bangladesh, India, Myanmar, Nepal, Pakistan, Sri Lanka), South Korea, Taiwan, Thailand, Vietnam, Australia, New Zealand, Papua New Guinea, Oceania.* Special Administrative Region.
Australasia	Australia, New Zealand.
OECD members	Europe : Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Republic of Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, UK. Other member countries : Australia, Canada, Israel, Japan, Mexico, New Zealand, South Korea, US.
OPEC members	Middle East : Iran, Iraq, Kuwait, Qatar, Saudi Arabia, United Arab Emirates. North Africa : Algeria, Libya. West Africa : Angola, Nigeria. South America : Ecuador, Venezuela.

BP Statistical Review	
European Union members	Austria, Belgium, Bulgaria, Cyprus, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Republic of Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden.
Other EMEs (Emerging Market Economies)	South and Central America, Africa, Middle East, non-OECD Asia, non-OECD Europe.
Methodology	The primary energy values of both nuclear and hydroelectric power generation have been derived by calculating the equivalent amount of fossil fuel required to generate the same volume of electricity in a thermal power station, assuming a conversion efficiency of 38% (the average for OECD thermal power generation).
Percentages	Calculated before rounding of actuals. All annual changes and shares of totals are on a weight basis except on pages 6, 14, 18, 20 and 22.
Rounding differences	Because of rounding, some totals may not agree exactly with the sum of their component parts.
Tonnes	Metric equivalent of tons.
Disclosure	Statistics published in this Review are taken from government sources and published data. No use is made of confidential information obtained by BP in the course of its business.

Les groupements de pays sont établis à des fins purement statistiques et ne sauraient impliquer un quelconque jugement sur les positions politiques ou économiques.



Contacts

RÉALISATION : DIRECTION DE LA STRATÉGIE GROUPE

Pierre-Laurent Lucille,
Directeur Pôle Économie, Marchés et Scénarios
Brigitte Cottet,
Directeur de la publication – Analyste sénior, Pôle Économie, Marchés et Scénarios

COORDINATION & GESTION DES DONNÉES CHIFFRÉES : DS
Groupe – Économie, Marchés et Scénarios : Hortense Lelouey

CONTEXTE POST-COVID

DS – Économie, Marchés et Scénarios : Camille Duphil,
Brigitte Cottet

CO₂ ET CLIMAT

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios :
Mathis Morand

DÉCARBONATION

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios
Scénarios énergétiques : Brigitte Cottet
Efficacité énergétique : Camille Duphil
Sobriété énergétique : Camille Duphil
Finance verte : Camille Duphil
CCUS : Alda Engoian, Rémy Carbonnier

N'hésitez pas à adresser vos questions et commentaires à : Brigitte Cottet – ENGIE – brigitte.cottet@engie.com
Direction de la Stratégie Groupe – Économie, Marchés et Scénarios – 1, Place Samuel de Champlain, Faubourg de l'Arche
92930 Paris La Défense Cedex – France

ÉLECTRICITÉ ET ENR ÉLECTRIQUES

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios :
Hortense Lelouey, Brigitte Cottet, Sébastien Chirié

GAZ ET GAZ RENOUVELABLES

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios : Brigitte Cottet
Gaz renouvelables : Marta Kamola-Martines
Hydrogène : Hoel Le Gallo

PÉTROLE

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios :
Hortense Lelouey, Brigitte Cottet

CHARBON

DS Groupe – Économie, Marchés et Scénarios : Camille Duphil,
Brigitte Cottet

**CE DOCUMENT EST ACCESSIBLE SUR
LE SITE WEB ENGIE.COM ET POUR
LES COLLABORATEURS D'ENGIE SUR
LE PORTAIL ENERGY ESSENTIAL HUB
([https://engie.sharepoint.com/sites/dshub/
Documents%20partages/index.aspx](https://engie.sharepoint.com/sites/dshub/Documents%20partages/index.aspx))**

Conception & réalisation du site web :
Engie Impact – Sustainability Solutions EMEAI

Dimitri Tomanos, Analyste sénior
dimitri.tomanos@engie.com

Sébastien Chaumont, Analyste sénior
sebastien.chaumont@engie.com

Bastien Hagenbach, Ingénieur Développeur junior
bastien.hagenbach@engie.com

Design et mise en page

Gaya Graphisme et communication
109 rue Duhesme – 75018 Paris
01 42 58 40 18 18 – 06 62 37 23 66
gayacom@orange.fr – www.gayacom.fr

Traduction

Virginie Collins
Les Chavonnes 73270 Villard-sur-Doron
vi.collins@orange.fr – 06 14 46 49 20

Dashboard de la transition énergétique

Publié en novembre 2021 sur le site www.engie.com

Édition
2021

Ce document est réalisé par un imprimeur éco-responsable sur du papier d'origine certifié.
Il est disponible sur le site [engie.com](http://www.engie.com) où l'ensemble des publications du Groupe peuvent être consultées, téléchargées ou commandées.

ENGIE – RCS Nanterre 542 107 651

Siège social, 1 Place Samuel Champlain, Faubourg de l'Arche, 92930 Paris la Défense Cedex

Reproduction même partielle interdite.

Directeur de la publication : Brigitte Cottet – Direction de la Stratégie Groupe – Email : brigitte.cottet@engie.com



ENGIE

Direction de la Stratégie Groupe – Pôle Économie, Marchés et Scénarios

1 Place Samuel de Champlain – Faubourg de l'Arche – BP 2956 – 92 930 Paris La Défense Cedex – FRANCE

Cette publication a été réalisée et éditée par ENGIE et est destinée à un usage non commercial. ENGIE n'accorde aucune garantie, de manière expresse ou tacite, quant à l'exactitude, la fiabilité, l'actualité, l'exhaustivité et la légalité des informations et données incluses dans le présent document. ENGIE n'est pas tenue de mettre à jour les informations et données du présent document postérieurement à sa publication. ENGIE décline toute responsabilité quant à l'utilisation, la reproduction et la représentation, de tout ou partie, des informations et données du présent document par des tiers. ENGIE ne saurait être tenue pour responsable de tout dommage direct, indirect, accessoire, immatériel et spécial ou de tout autre dommage, opportunité manquée, bénéfice perdu ou de tout autre perte ou dommage de quelque sorte que ce soit, imputés à l'élaboration, la mise en page, la publication et/ou la diffusion du présent document.