



G7 GERMANY
Science 7 Dialogue

Décarbonation : Les arguments en faveur d'une action internationale urgente

Dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat de 2015, 196 pays se sont engagés à réduire considérablement leurs émissions de gaz à effet de serre afin de limiter le réchauffement climatique. Cependant, les mesures de réduction annoncées ne sont pas du tout alignées sur la trajectoire des 2°C, et encore moins sur la trajectoire des 1,5°C qui est nécessaire de toute urgence pour éviter les pires impacts du changement climatique¹. Les États du G7 ont contribué à près de la moitié des émissions mondiales cumulées et émettent actuellement environ 25 % des émissions mondiales annuelles de dioxyde de carbone (CO₂)². Tous les principaux émetteurs ont l'obligation d'utiliser leur puissance économique et technologique pour être à l'avant-garde mondiale des efforts déployés pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris.

Pour accélérer la transition vers un monde dont les émissions de gaz à effet de serre sont nulles, voire négatives, il faut agir immédiatement. En raison des délais relativement longs et des profonds changements technologiques et sociaux requis, il est particulièrement important de mettre en œuvre et d'adapter les politiques dès maintenant pour parvenir à l'indépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. La sécurité d'approvisionnement énergétique et la résilience des systèmes énergétiques jouent un rôle tout aussi important dans la décarbonation des économies.

Décarbonation : Secteurs critiques

Énergie électrique

En raison des efforts déployés au niveau mondial pour lutter contre le changement climatique, il est impératif d'électrifier rapidement de nombreux secteurs, ce qui entraîne une augmentation massive de la demande d'électricité. Cela nécessite une transformation fondamentale des systèmes énergétiques dans le monde entier et, plus que jamais, une attention particulière aux sources d'énergie renouvelables. En outre, des mesures d'incitation sont nécessaires pour mettre hors service ou moderniser les installations existantes. Pour la production d'électricité, il existe des technologies à faible et à zéro émission de carbone, telles que l'énergie photovoltaïque (PV) et l'énergie éolienne, dont les coûts sont déjà compétitifs dans la plupart des régions du monde. À court terme, la nature variable de l'éolien et du photovoltaïque pourrait devoir être complétée par des centrales électriques au gaz jusqu'à ce que des technologies de stockage à grande échelle soient disponibles et que le gaz fossile soit remplacé par des combustibles neutres en CO₂. Certains pays choisissent également d'utiliser l'énergie nucléaire dans leur mix énergétique en tant que technologie à faible émission de carbone. Le déploiement accéléré d'installations de production d'électricité neutres en CO₂ dans l'ensemble du G7 permettrait d'éliminer progressivement les technologies utilisant des combustibles fossiles. La priorité absolue est l'abandon mondial de la combustion du charbon dans les centrales électriques.

Les pays n'étant pas tous dotés des mêmes ressources en énergies renouvelables, des systèmes électriques à plus grande échelle traversant les régions et les frontières sont nécessaires. Ces vastes marchés de l'énergie électrique nécessitent des systèmes de transport d'énergie à grande échelle et sur de longues distances et

¹ GIEC, 2022. Résumé pour les décideurs politiques. Dans : *Changement climatique 2022 : Atténuation du changement climatique*.

Contribution du groupe de travail III au sixième rapport d'évaluation du GIEC [Shukla et al. (eds.)], Cambridge University Press.

² Commission européenne, Centre commun de recherche, Crippa et al., 2020. *Fossil CO₂ et GHG emissions of all world countries : 2020 report*. Office des publications, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/56420>

qui peuvent fonctionner en tandem avec des installations locales de stockage, notamment avec des panneaux solaires sur les toits, afin d'améliorer la pénétration de l'électricité renouvelable et de contribuer au couplage sectoriel dans l'ensemble du système.

Transport

Des technologies à émission de carbone quasi nulle sont disponibles pour de nombreux services dans le secteur de la mobilité. Pour le trafic de passagers, les véhicules électriques à batterie (BEV) entrent de plus en plus sur le marché. On s'attend à ce que les progrès technologiques se poursuivent et que les BEV finissent par s'imposer dans les régions densément peuplées du monde. Cela nécessitera une expansion substantielle du système électrique et de son infrastructure. Des solutions alternatives sont nécessaires pour les régions moins densément peuplées où les infrastructures de recharge électrique pourraient être peu pratiques ou trop coûteuses.

Pour plusieurs types de transport (par exemple, l'aviation, les navires, les véhicules utilitaires lourds), l'électricité produite par des batteries sera probablement plus coûteuse ou techniquement plus difficile à mettre en œuvre que les stratégies de décarbonation qui reposent sur les carburants électriques (à partir du CO₂ et de l'hydrogène renouvelable), les carburants synthétiques pour l'aviation, les moteurs fonctionnant à l'ammoniac ou à l'hydrogène, ou les piles à hydrogène, avec l'infrastructure correspondante. De multiples solutions techniques et d'ingénierie doivent être portées à l'échelle du système au cours de la décennie actuelle et de la prochaine décennie, en prenant en compte les questions de sécurité dans le développement des transports à base d'hydrogène.

Chauffage et refroidissement

Le chauffage et la climatisation des habitations, de l'industrie et des bâtiments commerciaux sont l'une des principales sources d'émissions de CO₂ car il repose actuellement essentiellement sur des énergies fossiles. En raison de la longue durée de vie des appareils dans les bâtiments et l'industrie, les systèmes de chauffage et de climatisation à base de combustibles fossiles nouvellement ajoutés bloqueront les émissions pendant des décennies.

La combinaison d'une isolation efficace et d'un chauffage solaire et géothermique - lorsque la situation géographique le permet - est une alternative qui permet d'utiliser directement une énergie neutre en CO₂, auxquels il faut ajouter le renforcement des normes et réglementations en matière d'efficacité énergétique pour la construction de nouveaux bâtiments. Le chauffage électrique, de préférence par pompe à chaleur, notamment lorsque le chauffage solaire thermique n'est pas efficace pour des raisons géographiques et économiques, est une solution si l'électricité est produite de manière neutre en CO₂.

Avec le réchauffement climatique, il faut répondre à l'augmentation de la demande de climatisation. Il est possible d'utiliser une meilleure isolation et des climatiseurs (reposant sur des pompes à chaleur inversées, alimentées par de l'électricité renouvelable). La plupart de ces technologies sont déjà disponibles à grande échelle et leur coût est compétitif ou presque.

Industrie

Les industries lourdes sont confrontées à toute une série de défis en matière de décarbonation. Les industries métallurgiques - principalement l'acier - et l'industrie du ciment sont des contributeurs majeurs aux émissions de gaz à effet de serre. Pour l'acier, les procédés d'électroréduction directe ou de réduction par l'hydrogène sont des alternatives au haut fourneau, mais ils n'ont pas encore atteint l'échelle commerciale à des coûts compétitifs. Le recyclage du métal, du verre et du béton est déjà assez avancé, mais il peut encore être augmenté pour minimiser la dépense énergétique. Dans ce domaine, un facteur limitatif est lié à la difficulté de retrouver des matériaux de base avec les puretés appropriées.

La production chimique est un autre secteur industriel, qui dépend fortement de l'énergie de chauffage fossile et des matières premières. Avec une part plus importante d'électricité renouvelable dans le système, l'électrification et d'autres options de chauffage à faible teneur en carbone peuvent réduire son empreinte en CO₂. Les matières premières d'origine végétale pourraient également remplacer les matières premières

fossiles. Les hydrocarbures produits par les technologies de captage et d'utilisation du carbone (CCU) pourraient donner accès à de nombreux éléments constitutifs de la chaîne de valeur chimique. Toutefois, les transformations technologiques font intervenir des améliorations et des adaptations de la production chimique, qui nécessitent des investissements importants.

Agriculture, sylviculture et utilisation des sols

L'agriculture, la sylviculture et l'utilisation des terres représentent un peu moins d'un quart des émissions mondiales de gaz à effet de serre. La réduction et la séquestration des émissions dans ces secteurs sont d'une importance capitale. L'élevage et la production laitière ont des effets variés sur l'environnement et constituent un facteur important du changement climatique. La réduction de l'élevage, l'amélioration de l'utilisation des engrais ainsi que les innovations technologiques et les pratiques agricoles adaptées aux régions peuvent contribuer à la mise en place de systèmes alimentaires durables ayant des effets positifs sur le climat ainsi que sur les sols, l'eau, la biodiversité et la santé humaine. En outre, la déforestation est l'aspect le plus significatif du changement d'affectation des sols qui affecte le réchauffement de la planète, transformant les forêts de puits de carbone en sources de carbone.

La décarbonation : Moteurs et obstacles

Lorsqu'il existe des technologies à faible ou à zéro émission de carbone, le principal facteur qui empêche la transition vers ces technologies et des comportements moins émetteurs de gaz à effet de serre est le coût économique lié à l'adoption de nouveaux usages et à la modernisation des infrastructures fossiles existantes. Toutefois, le calcul évolue vers un approvisionnement en énergies renouvelables, de plus en plus apprécié comme un facteur essentiel pour la sécurité et l'indépendance énergétiques, la qualité de l'air local et la santé humaine.

La décarbonation peut également être soutenue par le développement et l'utilisation de vecteurs énergétiques et de carburants synthétiques. L'utilisation de l'hydrogène « vert »³ basé sur des sources d'énergie renouvelables et à faible teneur en carbone peut permettre de décarboniser des secteurs difficiles à électrifier. Parmi les défis à relever figurent les coûts de production, les pertes pendant le transport et les faibles rendements actuels dans les scénarios de production d'électricité à partir de H₂.

Dans toutes les économies, il n'existe pas de prix uniforme pour les émissions de CO₂. L'adoption de prix minimaux du carbone coordonnés au niveau international parmi les principaux émetteurs est nécessaire. Cela permettra d'adapter les comportements institutionnels et individuels en faveur de choix de production et de consommation à faible intensité de carbone.

Pour atteindre les objectifs de l'accord de Paris sur le climat, il faut réduire les émissions de gaz à effet de serre. Les options comprennent le boisement et le reboisement des terres épuisées, la restauration des zones humides ainsi que d'autres solutions fondées sur la nature. D'autres approches techniques sont le captage et l'utilisation du CO₂ (pour les produits à longue durée de vie et dans les économies d'énergie circulaire), le captage et la séquestration du CO₂ et le captage direct dans l'air et l'eau de mer. Cette boîte à outils émergente de mesures d'atténuation du changement climatique sera nécessaire quels que soient les progrès réalisés dans les différents secteurs ci-dessus.

Il reste encore des défis scientifiques et technologiques fondamentaux, ainsi que des problèmes de réglementation, d'échelle et de société, qui doivent être résolus pour atteindre la neutralité climatique. Dans tous ces efforts, les États du G7 doivent jouer un rôle de premier plan dans l'élaboration de solutions qui fonctionnent à la fois pour eux-mêmes et pour les pays du monde entier dans des circonstances différentes.

³ L'hydrogène vert présente des émissions de carbone nettement inférieures à celles de l'hydrogène gris, qui est produit par reformage à la vapeur du gaz naturel.

Recommandations

Nous demandons aux gouvernements du G7 de prendre les initiatives suivantes afin de parvenir à des émissions nettes nulles d'ici 2050 ou avant :

(1) Construire un système énergétique neutre en carbone et résilient.

- Éliminer progressivement les énergies fossiles, notamment le charbon, ainsi que les subventions conduisant à des impacts négatifs pour le climat.
- Accélérer la décarbonation complète du secteur de l'électricité.
- Accélérer l'électrification de la mobilité et des transports et des infrastructures associées, ainsi que du chauffage et de la climatisation.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs difficiles à réduire :
 - Efficacité énergétique, efficacité des matériaux et circularité ;
 - Mise en œuvre de carburants de substitution, tels que les carburants électriques ou l'ammoniac, et l'hydrogène.
- Développer et déployer des technologies à émissions négatives et des solutions biosourcées.
- Fournir des mécanismes pour faire face à l'intermittence en développant des technologies d'électricité pilotables pour les périodes de faible approvisionnement en énergie renouvelable, comme le stockage ou la reconversion, la gestion et l'efficacité de la demande, et l'extension du réseau au-delà des frontières nationales ainsi que les réseaux intelligents. Il faut des règles de marché et des systèmes de tarification pour encourager les échanges et les ressources d'approvisionnement.
- Assurer la sécurité énergétique en atténuant les manques potentiels d'approvisionnement et en diversifiant l'offre pour accroître la résilience du système

(2) Renforcer la coopération internationale en vue d'une transition énergétique équitable à l'échelle mondiale.

- Développer des systèmes d'échange internationaux pour les énergies renouvelables comme modèle pour une mise en œuvre généralisée au-delà du G7. Commencer par des accords sur la normalisation et la certification de la charge en CO2 et de la provenance des vecteurs énergétiques.
- Renforcer les efforts de décarbonation en établissant un mécanisme mondial de tarification du CO2, complété par des mesures plus directes et plus rapides.
- Promouvoir les alliances climatiques (comme un club climatique mondial et coopératif) et les partenariats pour coordonner l'action climatique et assurer les aides financières promises à l'échelle globale.
- Veiller à ce que les solutions appropriées soient disponibles au niveau mondial.

(3) Renforcer la connaissance du climat et la participation des citoyens.

- Aider les citoyens du monde entier à mieux comprendre les menaces que fait peser le changement climatique, la manière dont il affecte leur vie et celle des générations futures, et le rôle qu'ils doivent jouer dans l'atténuation et l'adaptation.
- Réduire les obstacles à une consommation à faible émission de carbone et promouvoir les changements de comportement en encourageant l'efficacité énergétique et les économies d'énergie, les déplacements actifs et les changements de régime alimentaire, par exemple en réduisant la consommation de viande et de produits laitiers au profit de produits à base de plantes.
- Sensibiliser aux co-bénéfices des énergies renouvelables et propres, tels que la réduction de la pollution atmosphérique et du bruit, l'amélioration de la sécurité énergétique et la stabilité ou la baisse des prix.

(4) Promouvoir la recherche ainsi que l'innovation technologique et sociale vers la neutralité climatique.

- Investir dans la recherche fondamentale et renforcer la coopération internationale pour relever les défis de la R&D dans le domaine de la climatologie et de la transformation industrielle. Améliorer la mise à l'échelle des technologies neutres sur le plan climatique.

- Soutenir la coopération internationale dans le suivi du système énergétique et de sa transformation en fournissant des données sur l'énergie et les émissions de manière transparente et en temps quasi réel.
- Continuer à développer et à normaliser les méthodes de déclaration des sources et des puits de gaz à effet de serre. Développer la recherche sur les solutions fondées sur la nature, en particulier leur impact sur le climat et leur potentiel d'atténuation à l'échelle mondiale.
- Promouvoir les sciences sociales et comportementales afin de soutenir les innovations sociales transformatrices pour accroître le soutien aux technologies, aux politiques et aux habitudes en faveur de modes de vie neutres en carbone.