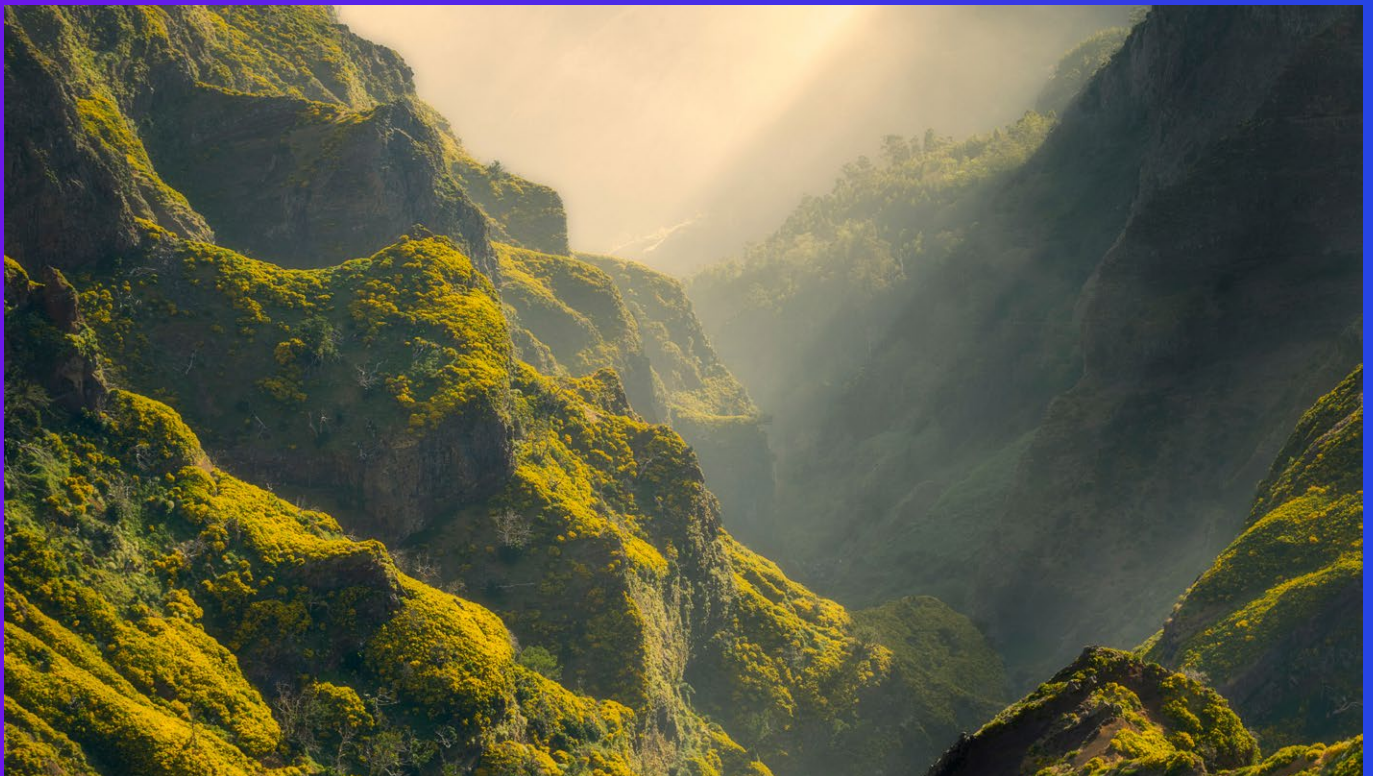


# KPMG explore 10 technologies compétitives pour réduire de 70 % les émissions de gaz à effet de serre

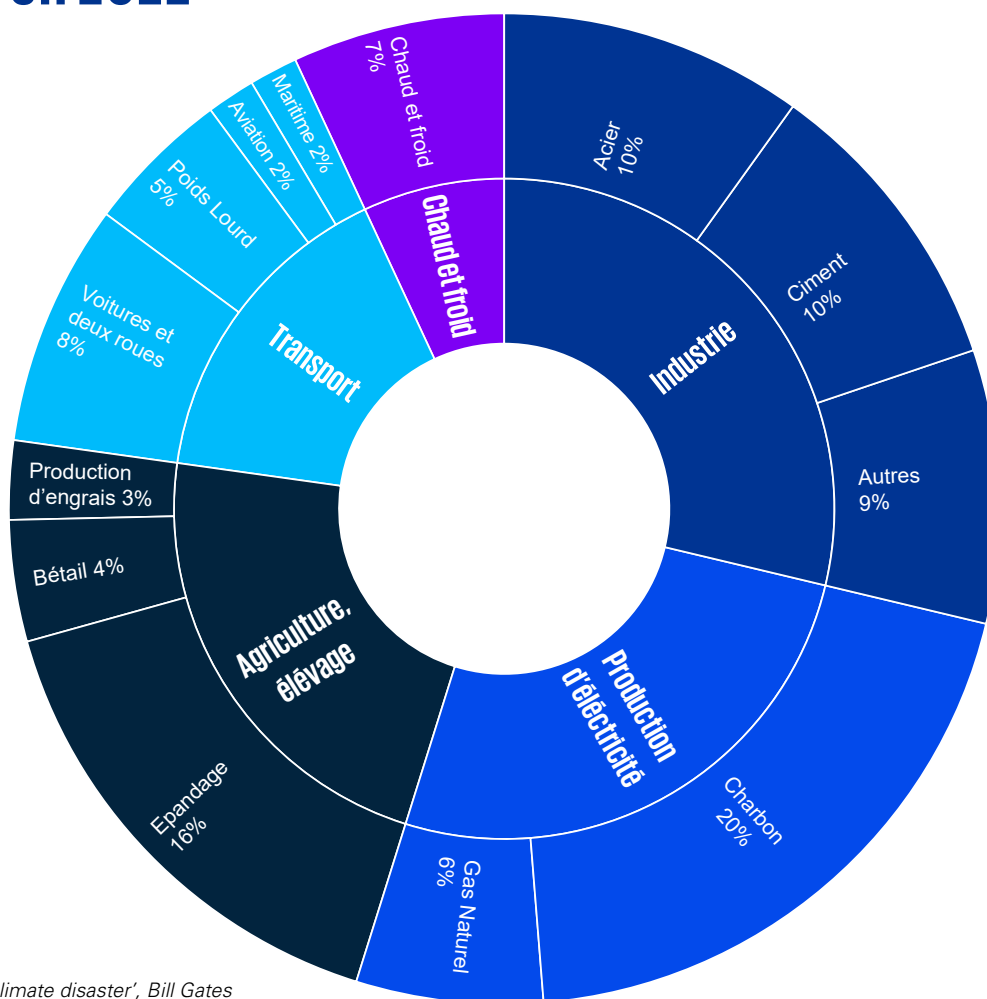


**La mobilisation des parties prenantes à travers leurs engagements de décarbonation et la multiplication des projets d'investissements est sans précédent.**

Pourtant, 2023 va encore marquer une augmentation globale des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) et il apparaît donc légitime de se demander si la vitesse d'exécution et la nature des mesures prises sont bien à la hauteur des enjeux.

L'étude KPMG fait un bilan des solutions de décarbonation et met en lumière 10 leviers à privilégier, évaluant leur impact sur notre trajectoire de réduction des émissions de GES ainsi que leur incidence économique.

# Rappel : 58 milliards de tonnes de GES (eq. CO<sub>2</sub>) émises en 2022



Sources:

- 'How to avoid a climate disaster', Bill Gates
- IEA for power generation intensities



## Industrie 29%

- L'acier émet du CO<sub>2</sub> en réduisant le minerai. A cette étape, l'oxyde de fer relâche de l'oxygène, en étant exposé à une atmosphère de monoxyde de carbone (CO) et de dihydrogène (H<sub>2</sub>), créant l'acier, ce qui nécessite des haut-fourneaux énergivores et du carbone à mélanger avec le fer.
- Le ciment relâche du CO<sub>2</sub> en transformant le calcaire (CaCO<sub>3</sub>) en chaux (CaO), à cela s'ajoute les dépenses énergétiques des fours.



## Agriculture, élevage 22%

- Fertiliser les sols émet du protoxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), qui a un pouvoir réchauffant 300 fois supérieur à celui du CO<sub>2</sub>



## Chaud et froid 7%

- Émissions via chaudières à carburant fossile (fioul, gaz naturel) ou via réfrigérateurs utilisant des énergies fossiles (réfrigérateur à absorption de gaz)



## Electricité 26%

- Le charbon émet 76% de ces émissions, tandis qu'il ne produit que 41% de l'électricité mondiale
- Le gaz naturel émet 24% de ces émissions, pour produire 26% de l'électricité mondiale
- L'intensité carbone varie fortement selon les géographies: le monde émet 563kgCO<sub>2</sub>-eq/MWh, l'UE 275, et la France seulement 58



## Transport 16%

- Ce poste d'émission a une trajectoire inquiétante: dans l'UE, toutes les émissions sont en baisse (-0.7%/an), à l'exception de cette catégorie
- Modifier cet usage implique des impacts substantiels sur les modes de vie

# Les 10 technologies préconisées dans l'étude :



## Electricité

- Usage du **nucléaire** et de l'**hydroélectrique** pilotables
- Electricité **solaire** et **éolien** pour compléter le mix à prix attractifs



## Chaud et froid

- Remplacement de toutes les chaudières par des  **pompes à chaleur**



## Industrie

- **Oxyfuel** et **boucle du carbonate de calcium** pour capturer le CO<sub>2</sub> dans les procédés utilisant de la chaleur
- Utilisation du **stockage géologique** pour le carbone capturé



## Transport

- Utilisation des **véhicules électriques à batterie** pour l'usage personnel et les utilitaires légers
- Utilisation des **bio-carburants** pour le transport longue distance

# Notre étude aboutit à 3 conclusions majeures

## 01

La priorité doit être donnée à la généralisation des énergies décarbonées, qui permettront une réduction majeure des émissions de GES tout en réalisant des économies.

## 02

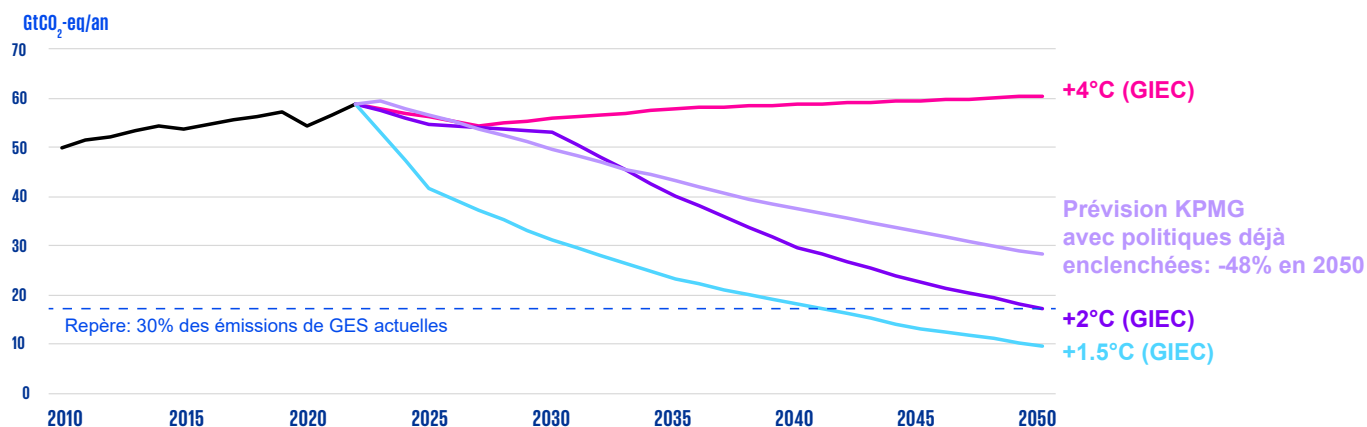
Décarboner l'énergie utilisée par les différents secteurs économiques ne suffit pas. Des activités majeures telles que l'acier, le ciment ou l'agriculture mettent en œuvre des procédés fortement émissifs de GES pour lesquelles des solutions techniques spécifiques devront être déployées. La décarbonation doit également prendre en compte les autres limites planétaires et intégrer des solutions de régénération.

## 03

L'inertie liée à « l'effet de parc », c'est-à-dire le temps requis pour que les équipements très émissifs actuellement en activité atteignent leur fin de vie et soient remplacés par les solutions de décarbonation matures et rentables identifiées, exclut l'atteinte des scénarios 1.5°C ou 2°C à 2100 sans changement majeur de comportement des acteurs économiques. Des mesures incitatives et des solutions complémentaires seront donc nécessaires.

## Prévisions de réchauffement pour différents scénarios d'émissions de GES

(°C exprimés 2100 vs. 1850-1900)



## Explications sur la méthodologie employée par KPMG pour aboutir à ces conclusions

KPMG a réalisé une méta-étude évaluant une vingtaine de technologies actuelles. Le classement des technologies selon l'axe économique est effectué selon leur coût de réduction du carbone (€/tCO<sub>2</sub>eq). Pour ne lister que les sources les plus utilisées, nos équipes se sont appuyées sur : l'IEA (y compris l'organisme de recherche IEA GHG), Eurostat, l'ENSTO-E, lex-Europa (le site officiel de l'UE pour les lois votées ou en cours de discussion), le GIEC, le JRC (Joint Research Center, organisme de recherche de la commission européenne). Selon les technologies évaluées, des sources plus spécifiques sont invoquées, par exemple l'ICCT (International Council on Clean Transportation) pour les piles à hydrogène à l'usage du transport longue distance.

Le périmètre géographique de notre analyse se veut résolument mondial, néanmoins, plusieurs calculs utilisent des valeurs de paramètres propres au contexte européen, pour deux raisons :

1. L'Europe fait figure d'avant-garde de la décarbonation, et nombre de décideurs privés ou publics seront donc en premier lieu intéressés par une analyse propre à ce périmètre géographique.
2. Les mécanismes de taxe carbone aux frontières, tels que le CBAM européen déjà enclenché ou encore les versions canadiennes et australiennes en cours de discussion, vont graduellement faire converger le référentiel économique européen de ceux du reste du monde.

Dans ce même objectif et pour permettre aux lecteurs de mieux s'appropriier les conclusions, ou bien élaborer les leurs en remplaçant la valeur de certains paramètres avec une autre idoine à leur contexte, un effort de simplification et de transparence sur les calculs en annexes a été fait.

Enfin, concernant la méthodologie employée pour prédire les quantités mondiales de GES émises, l'hypothèse principale de travail est que les principes du capitalisme continueront de s'appliquer sans disruption majeure, ce qui signifie qu'aucun outil de production polluant ne sera mis hors service avant sa fin de vie théorique. Pour illustrer ce raisonnement avec un exemple : si une centrale à charbon est conçue pour 40 ans, son exploitant maintiendra l'activité tant que des profits sur coûts marginaux peuvent être générés. La résultante est une adoption lente des technologies de décarbonation pourtant rentables et en corollaire, la non-atteinte des principaux objectifs climatiques (+1.5°C de l'Accord de Paris) et donc une plus forte probabilité d'un réchauffement >2°C (en 2100 vs période préindustrielle).



## L'étude met en avant des technologies trop absentes du débat public, et remet en question certaines orientations dont les impacts positifs ne sont pas démontrés.

Les solutions les plus connues du grand public (énergies renouvelables, nucléaire, hydroélectricité, pompes à chaleur, véhicules à batterie électrique, ...) sont, fort heureusement, parmi les plus performantes économiquement. Preuve de leur rentabilité s'il en est besoin : les énergies renouvelables se développent de manière fulgurante et avec une moindre intervention des gouvernements, notamment via les contrats PPA (Power Purchase Agreement).

L'analyse met également en lumière des technologies performantes telles que l'oxycombustion, encore méconnue

du grand public et de nombre d'industriels, malgré les bénéfices substantiels qu'elle apporte.

Enfin, l'étude invite à reconsidérer certains choix. Par exemple, l'hydrogène dans la mobilité, trop cher par rapport au véhicule batterie et au bio-carburant. En revanche, la demande en hydrogène pour des process chimiques (réduction du minerai de fer, synthèse d'engrais...) est justifiée économiquement et requière des investissements dans la structuration de la chaîne de valeur hydrogène.

## Les contacts experts de KPMG :



**Nicolas Leonetti**  
Associate Partner  
Operations & Performance  
Strategy  
+33 1 55 68 46 74  
nleonetti@kpmg.fr



**Maud Danel-Fédou**  
Partner Climate  
ESG centre of excellence  
+33 1 55 68 46 71  
mdanel-fedou@kpmg.fr



**Alain Pasqualini**  
Senior Manager  
Operations & Performance  
Strategy  
+33 1 55 68 08 82  
alainpasqualini@kpmg.fr

Les informations contenues dans ce document sont d'ordre général et ne sont pas destinées à traiter les particularités d'une personne ou d'une entité. Bien que nous fassions tout notre possible pour fournir des informations exactes et appropriées, nous ne pouvons garantir que ces informations seront toujours exactes à une date ultérieure. Elles ne peuvent ni ne doivent servir de support à des décisions sans validation par les professionnels ad hoc. KPMG S.A. est membre français de l'organisation mondiale KPMG constituée de cabinets indépendants affiliés à KPMG International Limited, une société de droit anglais (« private company limited by guarantee »). KPMG International et ses entités liées ne proposent pas de services aux clients. Aucun cabinet membre n'a le droit d'engager KPMG International ou les autres cabinets membres vis-à-vis des tiers. KPMG International n'a le droit d'engager aucun cabinet membre.

© 2023 KPMG S.A., société anonyme d'expertise comptable et de commissariat aux comptes, membre français de l'organisation mondiale KPMG constituée de cabinets indépendants affiliés à KPMG International Limited, une société de droit anglais (« private company limited by guarantee »). Tous droits réservés. Le nom et le logo KPMG sont des marques utilisées sous licence par les cabinets indépendants membres de l'organisation mondiale KPMG.