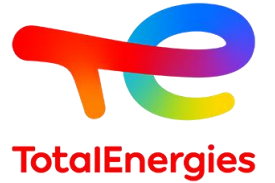


TotalEnergies Energy Outlook 2023

Enjeux & Opportunités de la transition
énergétique

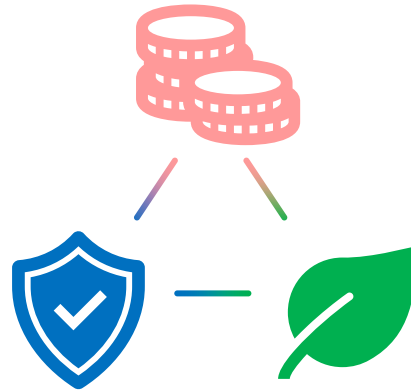
13 novembre 2023

Les trois défis de la transition énergétique



Assurer à une population mondiale en croissance un **approvisionnement en énergie à prix abordable**, nécessaire au développement humain

Assurer la **sécurité énergétique** de chaque pays (risque d'indisponibilité et d'envolée des prix)



Décarboner l'énergie pour en limiter les effets induits en termes de Gaz à Effet de Serre (qui proviennent à ~2/3 de l'énergie)

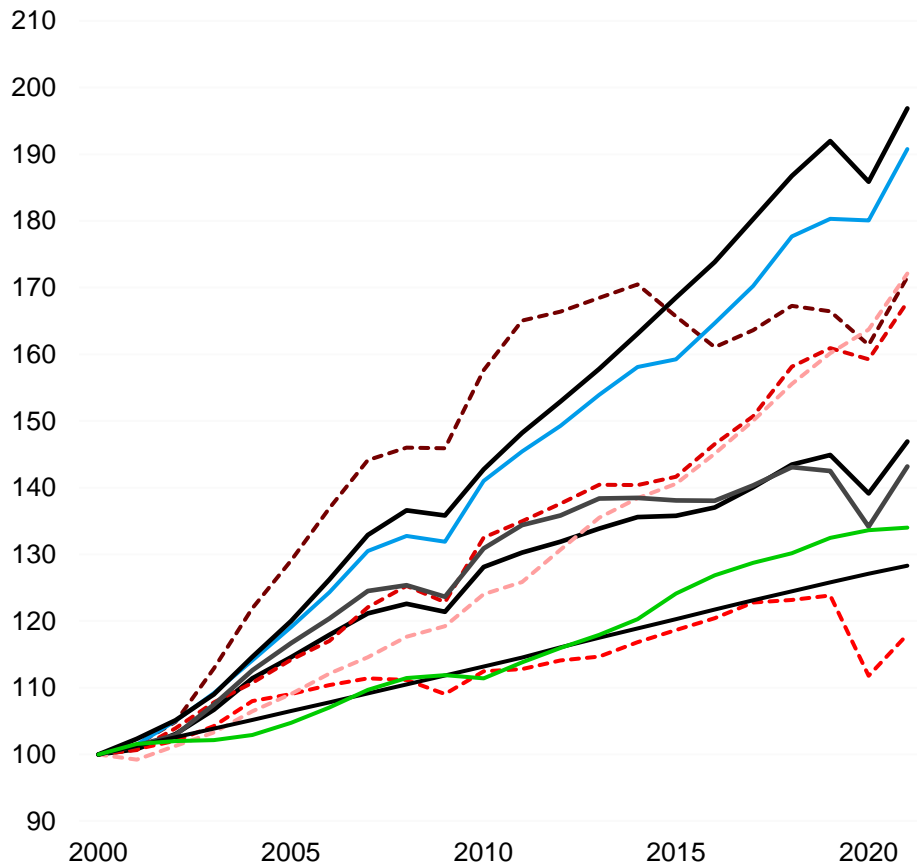
La transition énergétique est en marche

La demande d'énergie primaire et les émissions* augmentent moins rapidement que le PIB



Évolution d'une sélection d'indicateurs

2000=100



Taux Croissance Annuel Moyen (TCAM) 2000/2021

PIB	3,3%
Demande d'électricité	3,1%
Approvisionnement en énergies renouvelables	2,6%
Demande de charbon	2,6%
Demande de gaz naturel	2,5%
Demande totale d'énergie primaire	1,8%
Émissions de CO ₂ *	1,7%
Efficacité énergétique	1,4%
Population	1,2%
Demande de pétrole	0,8%

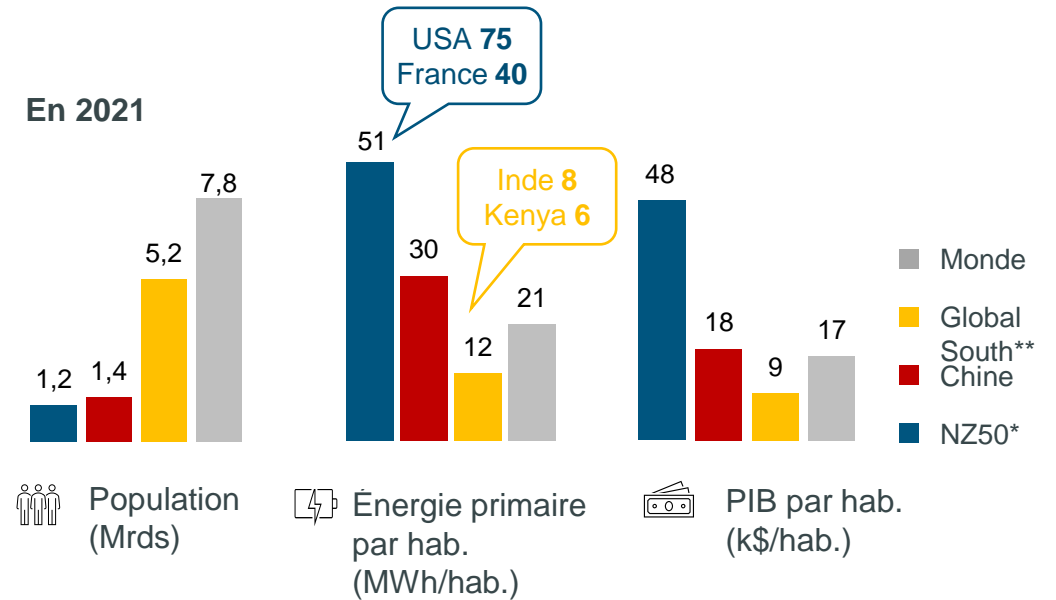
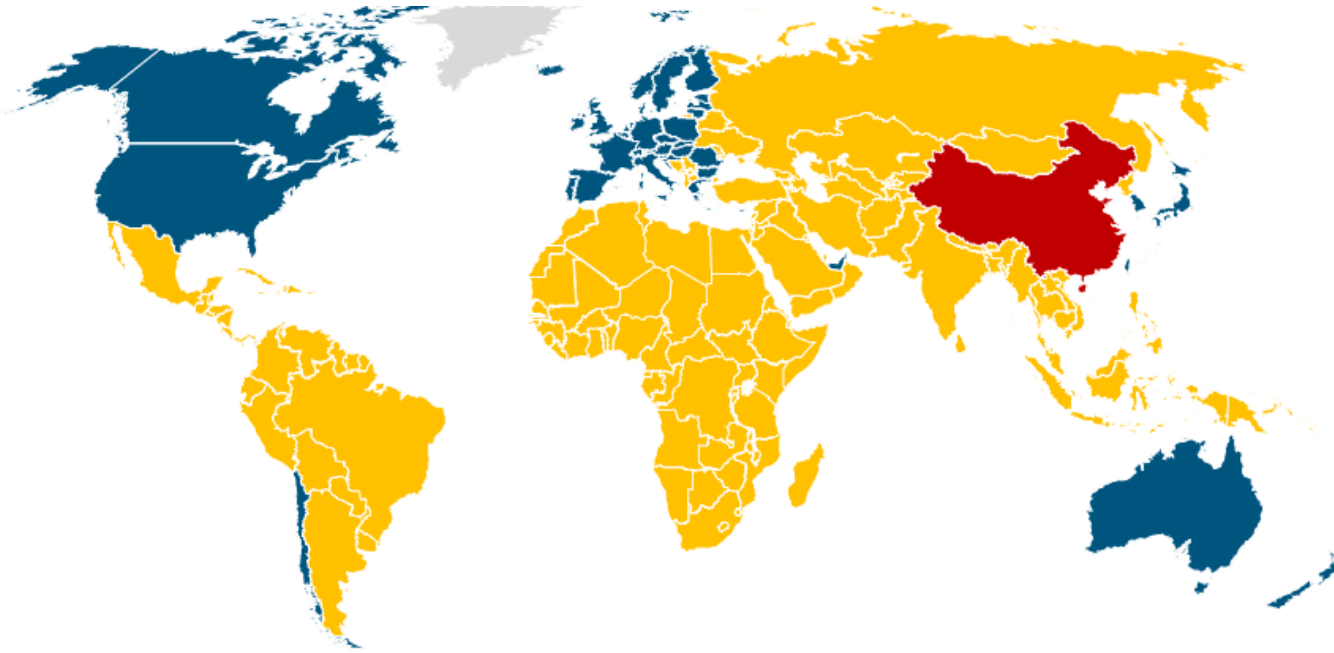
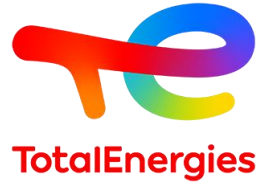
Depuis 20 ans, une meilleure utilisation de l'énergie a permis le découplage PIB / demande d'énergie primaire

Ce découplage est visible dès 2000 pour la demande de pétrole, qui a cru jusqu'en 2019 au même rythme que la population, et depuis 2015 pour le charbon (qui cependant croît sur 2000-2021 au même rythme que les renouvelables)

L'augmentation de la production d'énergies renouvelables au cours des cinq dernières années a répondu à 40 % de la croissance de la demande d'énergie primaire

La transition énergétique sera différente d'un pays à l'autre

Analyse en trois blocs

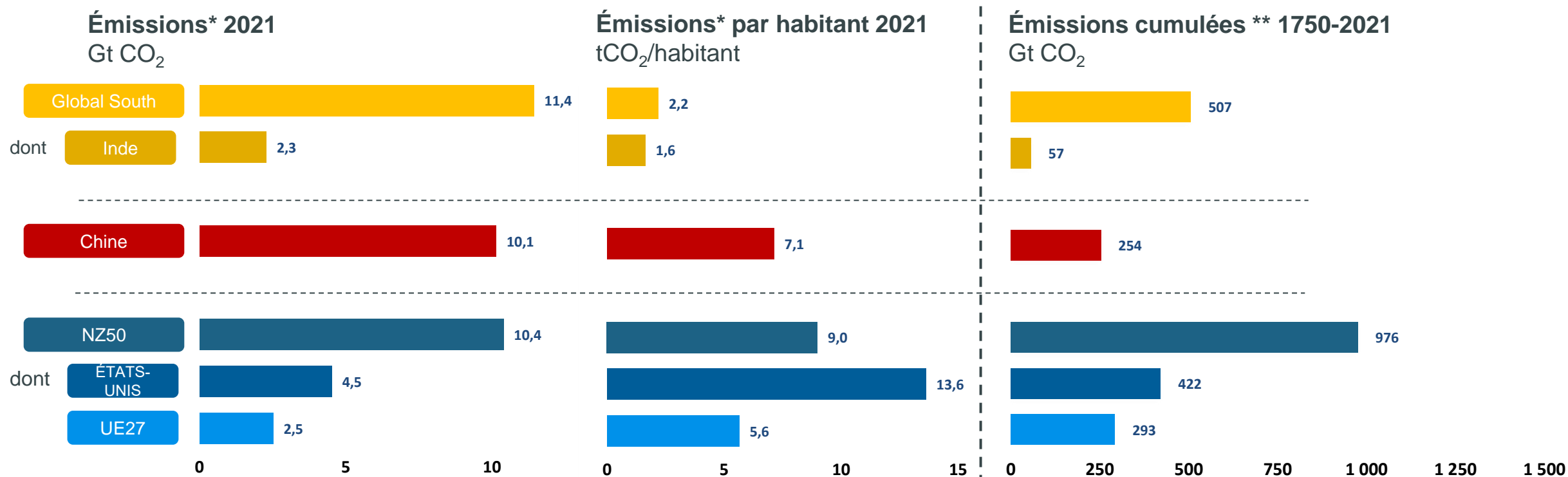


- La transition énergétique n'a pas le même sens pour les habitants des pays NZ50* et pour ceux des pays du Global South** qui ont accès à moins de 10 MWh/an en moyenne (~4 milliards sur 5.2 milliards)
- Elle doit répondre à l'aspiration légitime du Global South** à un niveau de vie plus élevé : sortie de la pauvreté, accès à l'éducation, à la santé, ce qui suppose en premier lieu l'accès à l'énergie

* Les 40 pays, essentiellement de l'OCDE, qui se sont engagés à la neutralité carbone nette en 2050

** Le « Global South » exclut ici la Chine, car l'évolution de sa demande d'énergie se rapproche désormais de celle des pays NZ50

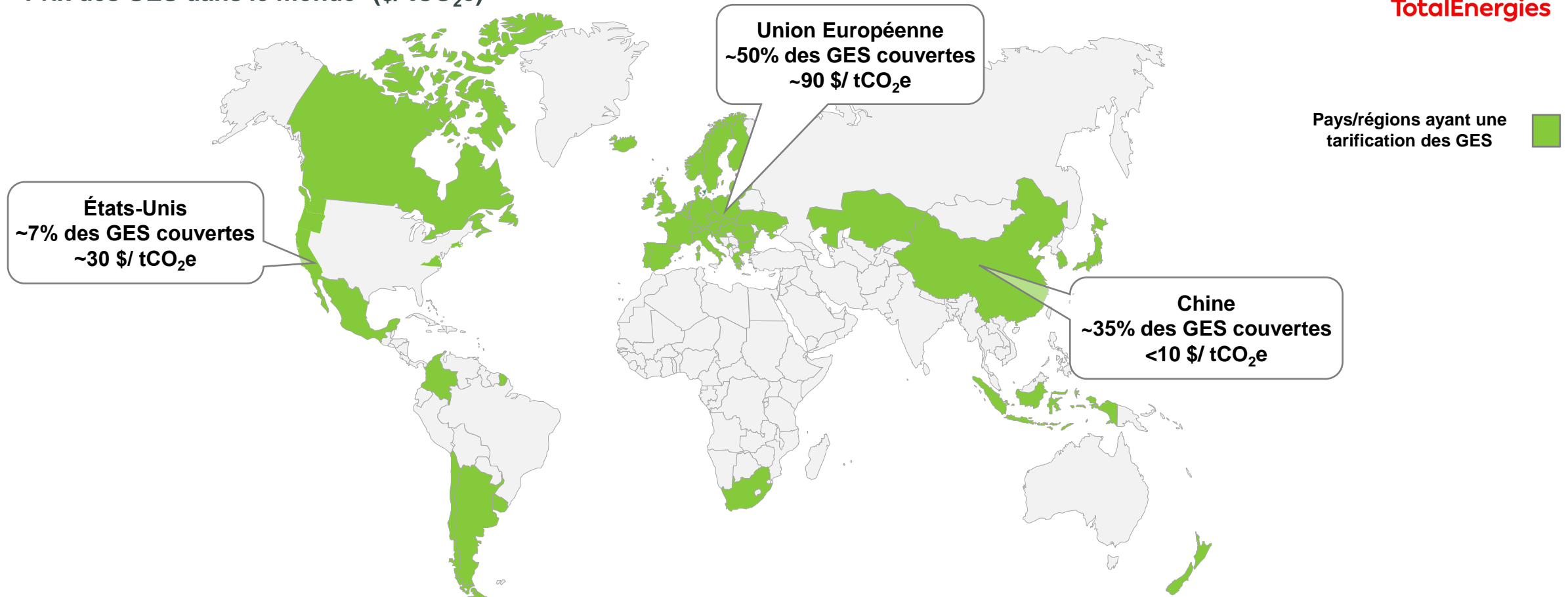
La répartition actuelle des émissions de CO₂ diffère de la répartition historique



- Le Global South revendique le droit au développement, quitte à utiliser les énergies fossiles (a fortiori si disponibles localement) comme les pays NZ50 autrefois
- La justice climatique nécessite un accompagnement de la transition énergétique du Global South : financement mais aussi transfert de technologies et formation

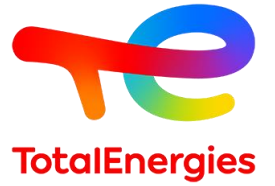
Peu de pays ont introduit une tarification des GES

Prix des GES dans le monde* (\$/ tCO₂e)



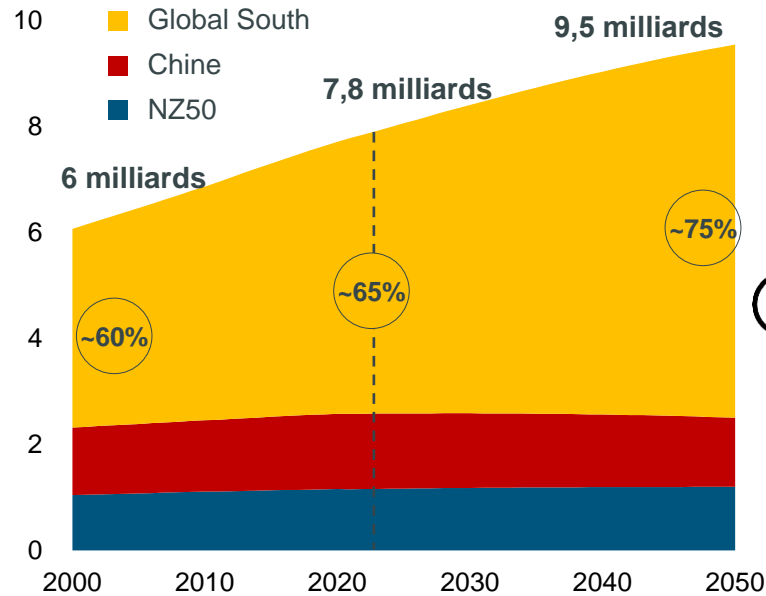
- Aujourd'hui, **environ 20% des émissions** de GES sont couvertes par une tarification, dont seulement 4% (en Europe) à un niveau suffisant pour modifier les comportements
- En Europe, le mécanisme d'ajustement aux frontières vise à rétablir la compétitivité carbone de la production domestique par rapport aux importations

Quelles évolutions pour les trente prochaines années ?



Population

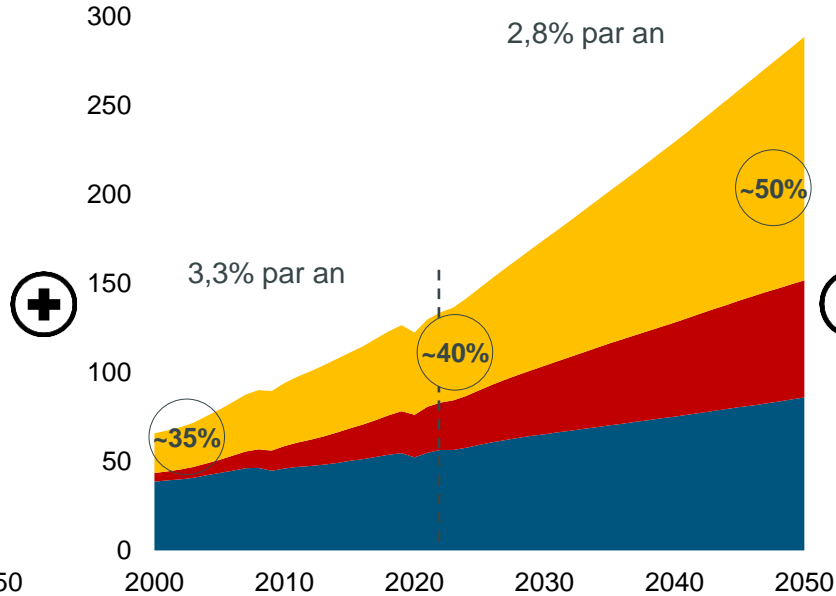
Milliards de personnes



Entre 2022 et 2050, la totalité de l'augmentation de la population mondiale proviendra du Global South

PIB

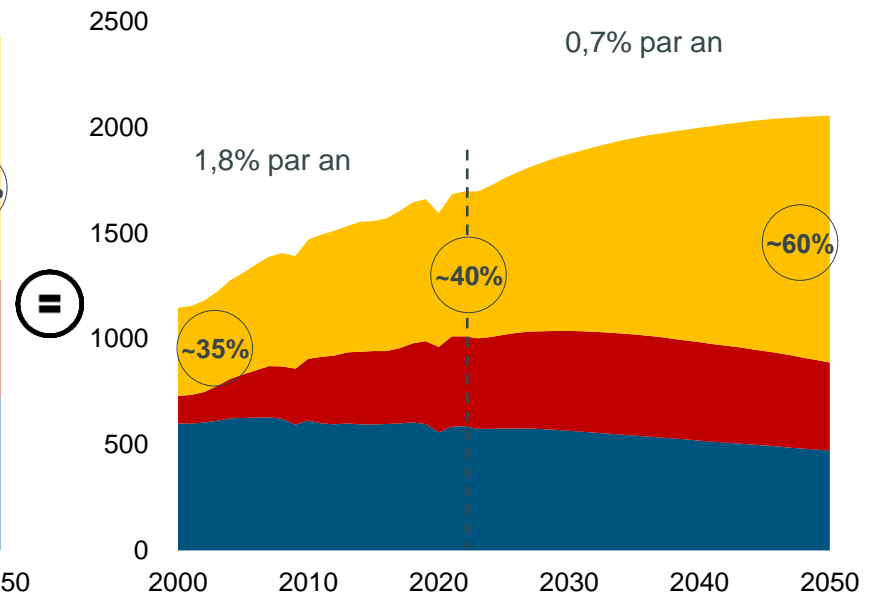
Milliers de milliards de dollars₂₀₁₅



En 2050, les économies du Global South seront aussi importantes que celles des pays NZ50 et de la Chine combinées

Demande totale d'énergie primaire

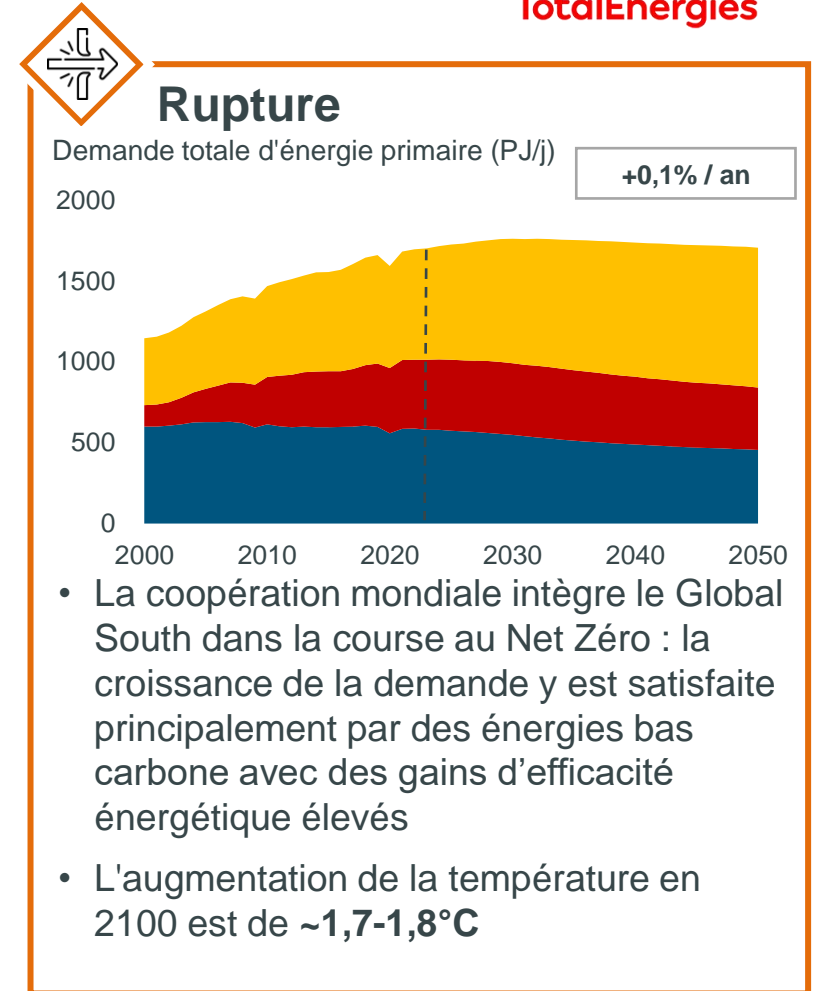
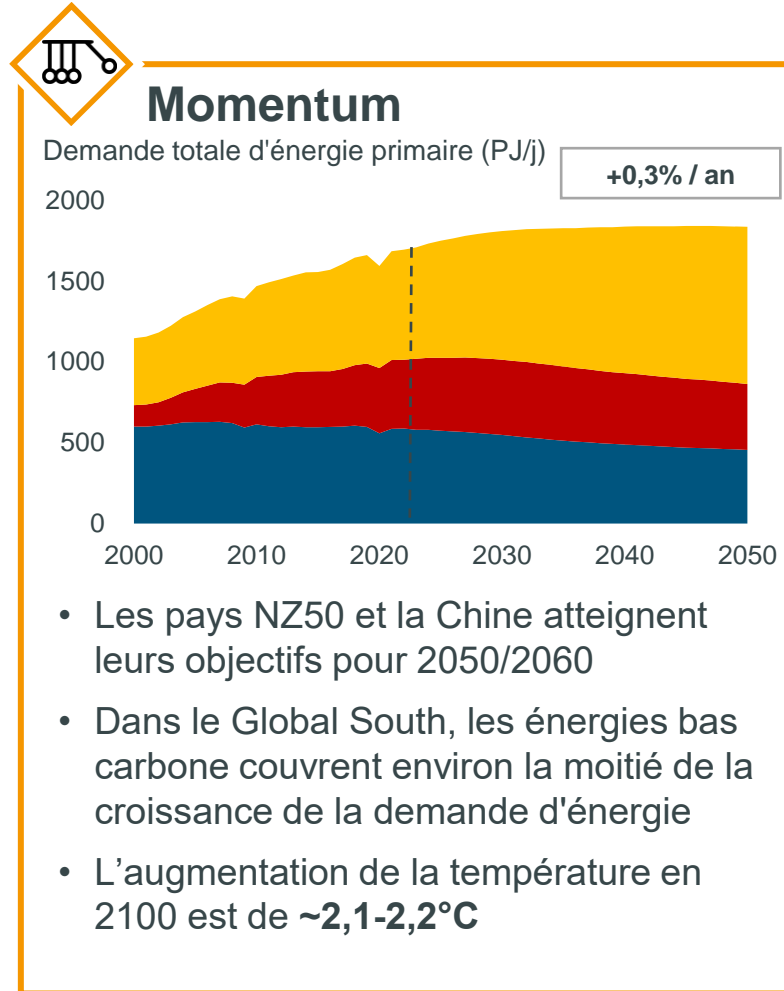
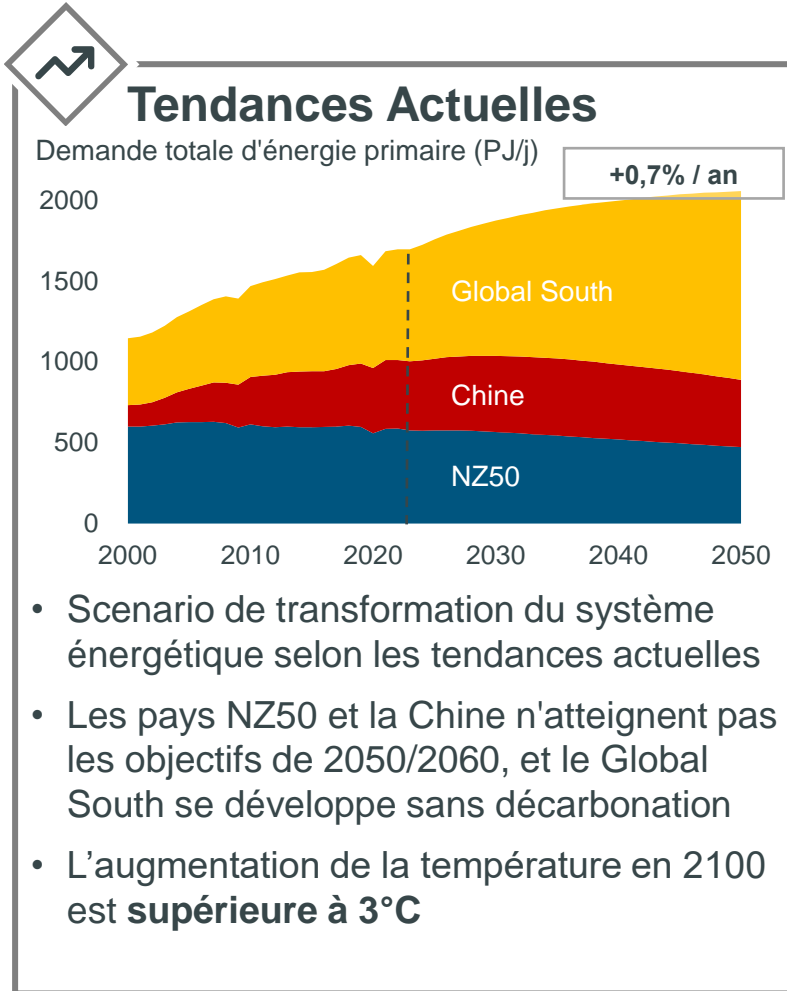
PJ/j



D'ici 2050, la demande d'énergie du Global South serait multipliée par x1,7, même dans un scénario optimiste sur l'efficacité énergétique : alignement sur la moyenne des 5 dernières années soit 2,0% /an vs. 1,4% sur les 20 dernières années

Trois scénarios possibles à 2050

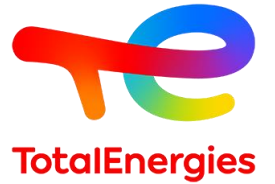
Population 9.5 milliards en 2050, croissance économique 2.8% / an jusqu'en 2050



Notre défi collectif : s'éloigner du scénario "Tendances Actuelles" sans compromettre la croissance des pays émergents

Tendances Actuelles

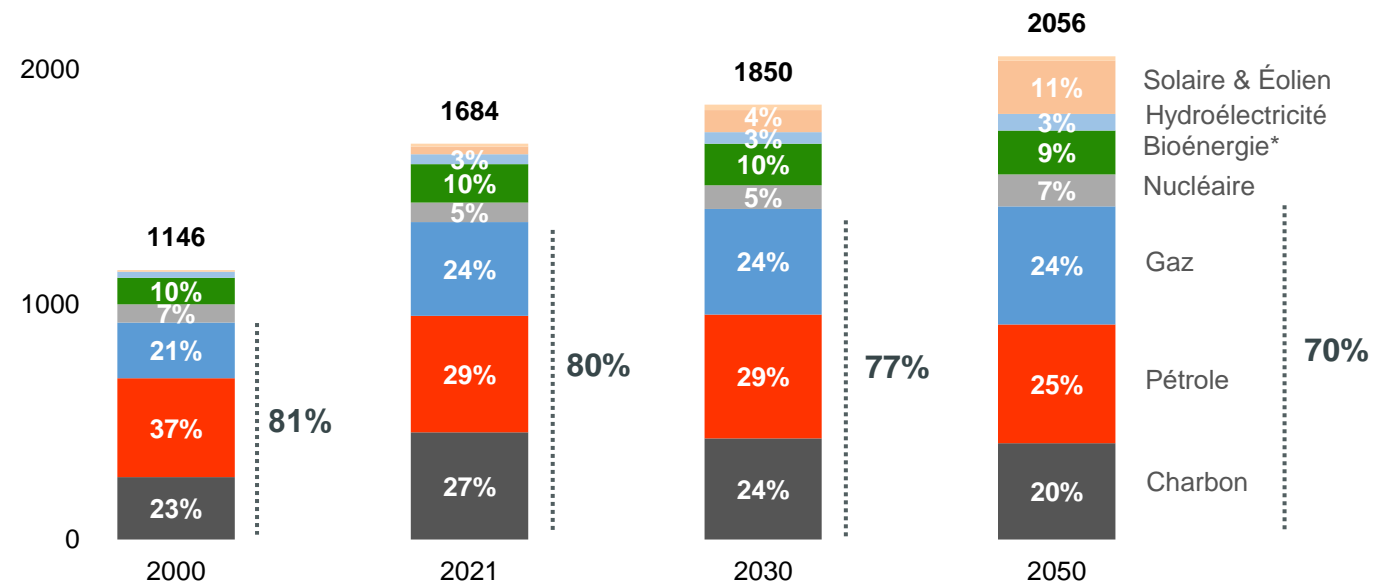
Le système énergétique se transforme, mais pas assez rapidement pour atteindre les objectifs de décarbonation des pays



Tendances Actuelles

- Depuis 2000, la part des fossiles dans l'énergie primaire est constante ~80%
- Entre 2021 et 2050 dans ce scénario, la demande d'énergie primaire augmente de 0,7 % / an, l'efficacité énergétique progresse de 2,0% / an
- L'électrification bas carbone et l'efficacité énergétique progressent dans les pays NZ50 et en Chine, mais bien trop lentement
- La croissance démographique et économique du Global South est très largement alimentée par les combustibles fossiles

Demande mondiale d'énergie primaire (projection)
PJ/j



L'augmentation de la température en 2100 est **supérieure à 3°C****

Ce scénario n'est pas soutenable car il génère trop d'émissions

* Biomasse, déchets, biocarburants, biogaz...

** Par rapport à l'ère pré-industrielle, en comparant les trajectoires d'émissions de CO₂ liées à l'énergie avec les scénarios AR6 du GIEC, à P66

Momentum

Les pays NZ50 et la Chine redoublent d'efforts pour atteindre leurs objectifs, mais avec un soutien limité au Global South

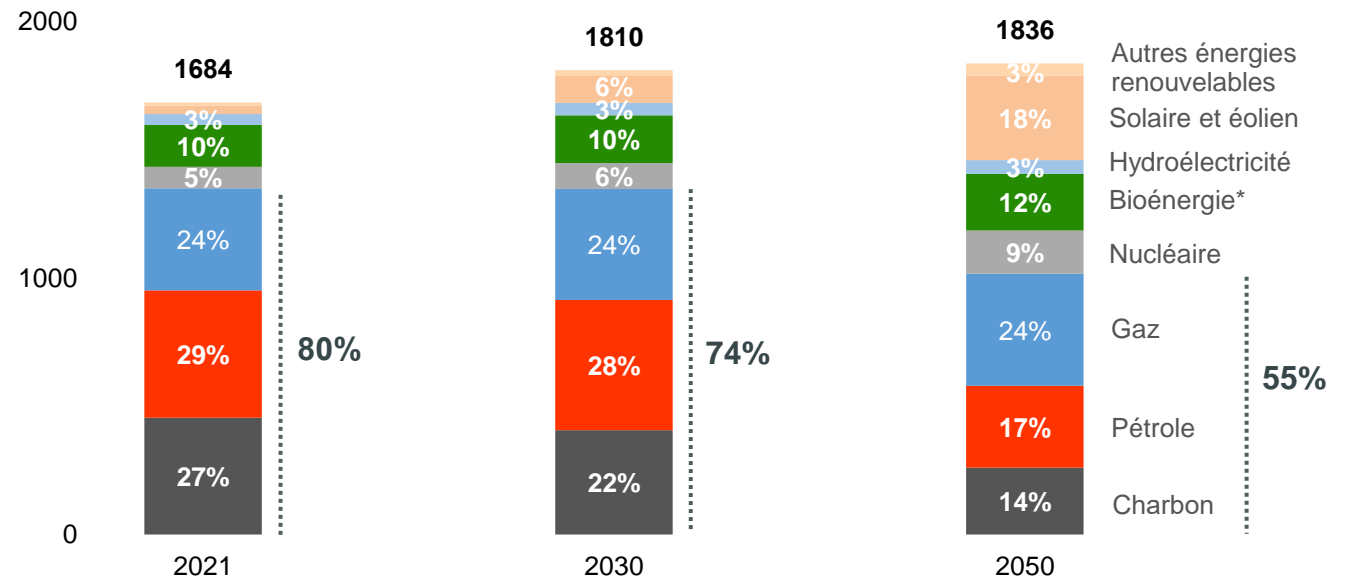


Momentum

- L'efficacité énergétique progresse de 2,4% / an entre 2021 et 2050, contenant l'augmentation de la demande d'énergie à 0,3 % / an
- Les pays NZ50 abandonnent le charbon et la Chine le réduit fortement
- L'électrification des usages finaux, en particulier du transport routier, progresse significativement dans les pays NZ50 et en Chine
- La croissance du Global South reste alimentée pour moitié environ par les combustibles fossiles
- Dans tous les pays, le gaz naturel sert d'énergie de transition pour l'électricité et l'industrie

Demande mondiale d'énergie primaire (projection)

PJ/j



L'augmentation de la température en 2100 est de ~2,1-2,2°C**

La décarbonation des pays NZ50 et de la Chine est nécessaire, mais pas suffisante pour respecter l'Accord de Paris

* Biomasse, déchets, biocarburants, biogaz...

** Par rapport à l'ère pré-industrielle, en comparant les trajectoires d'émissions de CO₂ liées à l'énergie avec les scénarios AR6 du GIEC, à P66

Rupture

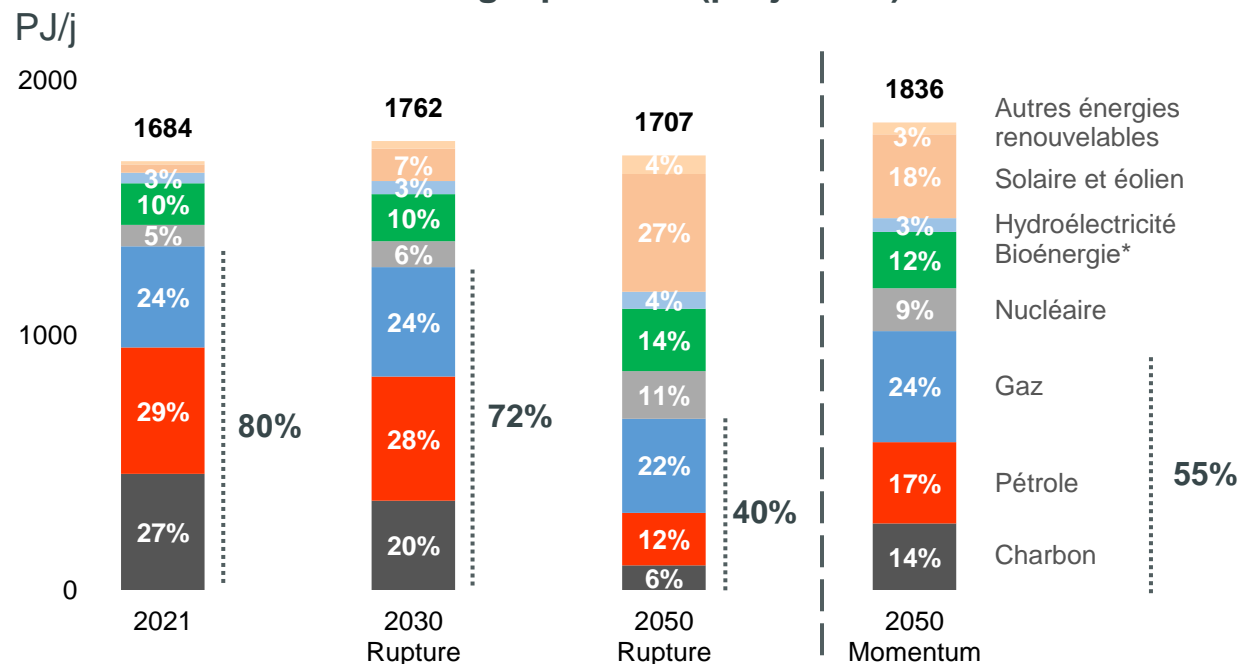
Le Global South est intégré dans la course au Net Zéro



Rupture

- L'efficacité énergétique progresse encore plus vite à 2,7% /an entre 2021 et 2050, limitant l'augmentation de la demande d'énergie à 0,1% /an
- Le Global South applique les leviers de décarbonation des pays NZ50, et abandonne la biomasse traditionnelle (Afrique, Asie du Sud Est)
- Biogaz et bio-fuels répondent à ~1/6 de la demande d'énergie, gaz et renouvelables servent aussi à produire de l'hydrogène décarboné et des carburants de synthèse
- La demande de produits pétroliers, incluant les biofuels, passe 100 Mb/j en 2022 à 71 Mb/j en 2050 dans Momentum et 51 Mb/j dans Rupture

Demande mondiale d'énergie primaire (projection)



L'augmentation de la température en 2100 est de ~1,7-1,8°C **

Le respect de l'Accord de Paris requiert le soutien du Global South par les pays de l'OCDE

* Biomasse, déchets, biocarburants, biogaz...

** Par rapport à l'ère pré-industrielle, en comparant les trajectoires d'émissions de CO₂ liées à l'énergie avec les scénarios AR6 du GIEC, à P66

Comment accélérer la transition énergétique?

ACCELERATEURS



FREINS



Prise de conscience par l'opinion publique



« Concurrence verte » entre les pays et les industries



Développement rapide de l'électrification



Impact déjà significatif des technologies « propres » existantes



Accélération récente des gains d'intensité énergétique

Trop peu de politiques publiques axées sur la demande et la modification des comportements de consommation



Répartition des coûts de la transition pas suffisamment « juste »: l'énergie doit rester abordable



Goulets d'étranglement au niveau de la planification, des permis et du personnel qualifié



Pas assez de technologies « propres » et de R&D

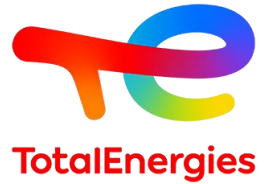


Global South loin de disposer des financements suffisants



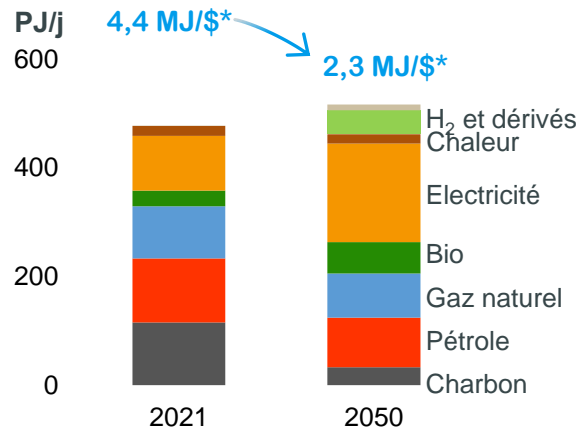
Les défis de la transformation de la demande d'énergie

Comment consommer moins et mieux dans l'industrie, le résidentiel et le tertiaire ?



Évolution de la demande industrielle (scénario Rupture)

41%
Part de l'industrie dans la consommation finale, 2021



Décarbonation du mix énergétique

Changement de comportement / efficacité énergétique



Électrifier les outils de production - principal levier de décarbonation



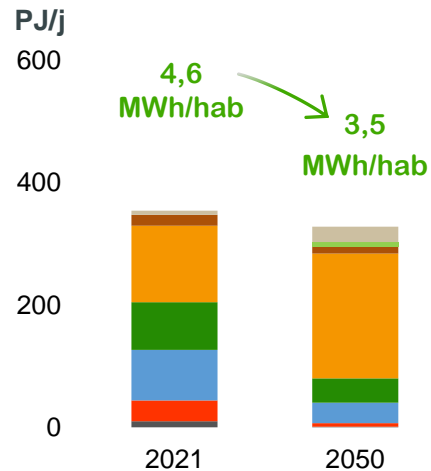
Pour les secteurs où l'électrification n'est pas possible ou suffisante, utiliser du gaz en remplacement du charbon, ce qui divise par 2 les émissions



Capter le CO₂ ou utiliser l'H₂ bas carbone pour progressivement abattre ces émissions résiduelles

Évolution de la demande résidentielle & commerciale (scénario Rupture)

30%
Part du résidentiel et commercial dans la consommation finale, 2021



Remplacer la biomasse traditionnelle (~85% de la bioénergie en 2021) par des énergies modernes dans le Global South



Électrifier au maximum



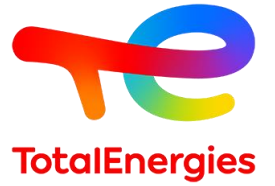
Améliorer l'efficacité énergétique (ex, isolation des bâtiments)



Modifier les comportements de consommation (ex, température de consigne)

Les défis de la transformation de la demande d'énergie

Comment consommer moins et mieux dans le transport ?



26% Part du transport dans la consommation finale, 2021

Évolution de la demande dans le transport (scénario Rupture)

Décarbonation du mix énergétique

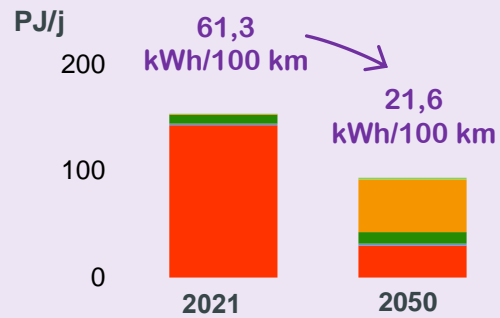
Changement de comportement / efficacité énergétique

Véhicules légers

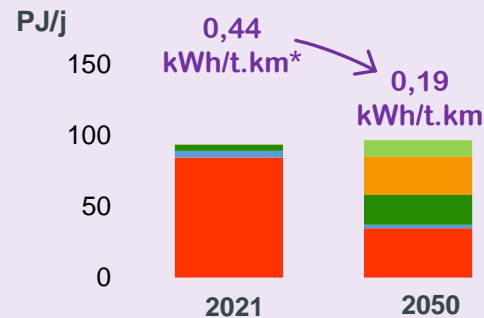
Véhicules lourds

Aviation

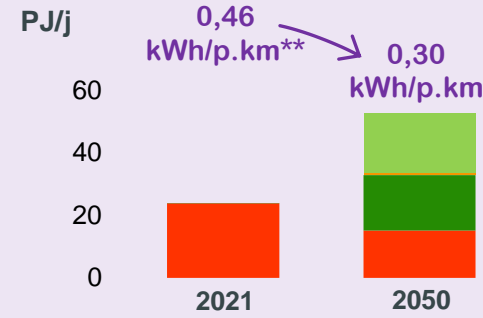
Transport maritime



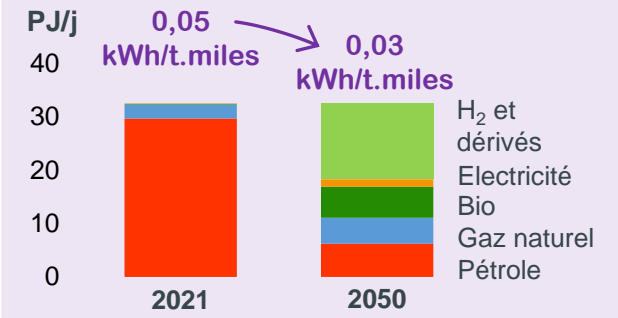
- Développer les transports collectifs
- Remplacer les véhicules thermiques par des véhicules électriques, investir dans le réseau de recharge



- Remplacer les véhicules thermiques par des véhicules bas carbone
- Investir dans le réseau de recharge électrique et hydrogène
- Continuer à innover, dans les batteries en particulier

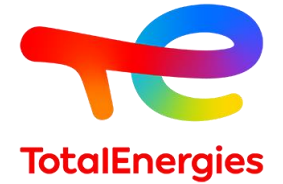


- Augmenter massivement la production de biojet (allocation prioritaire des bio-feedstocks)
- Investir massivement pour développer les e-fuels
- Améliorer l'efficacité énergétique

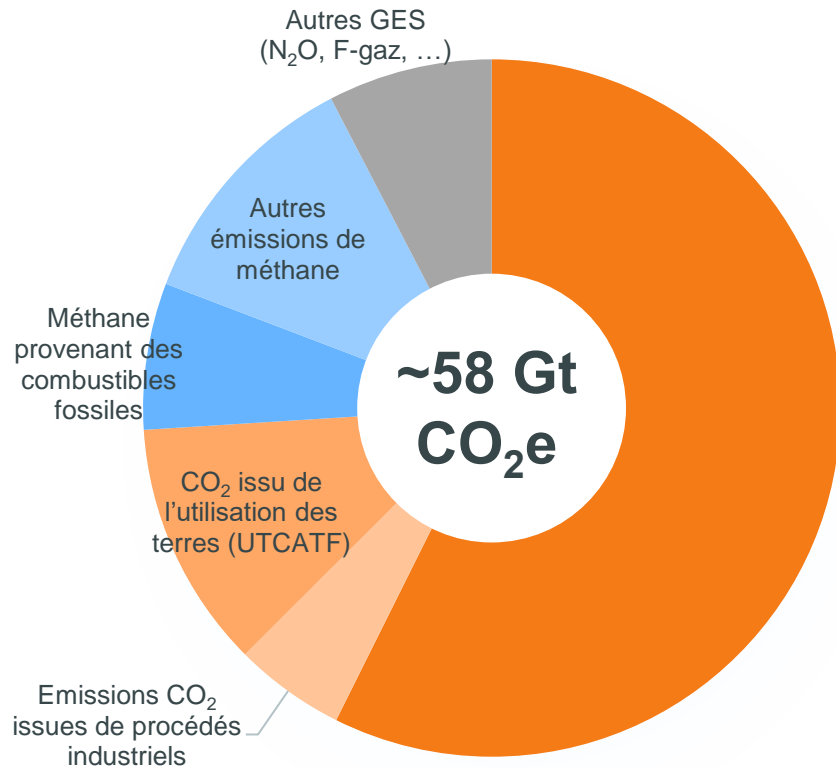


- Diversifier les carburants marins bas carbone en substitution au pétrole
- Investir massivement dans les dérivés de l'hydrogène, dont l'e-ammoniac et e-méthanol
- Améliorer l'efficacité énergétique

Actions à fort impact pour réduire rapidement les émissions

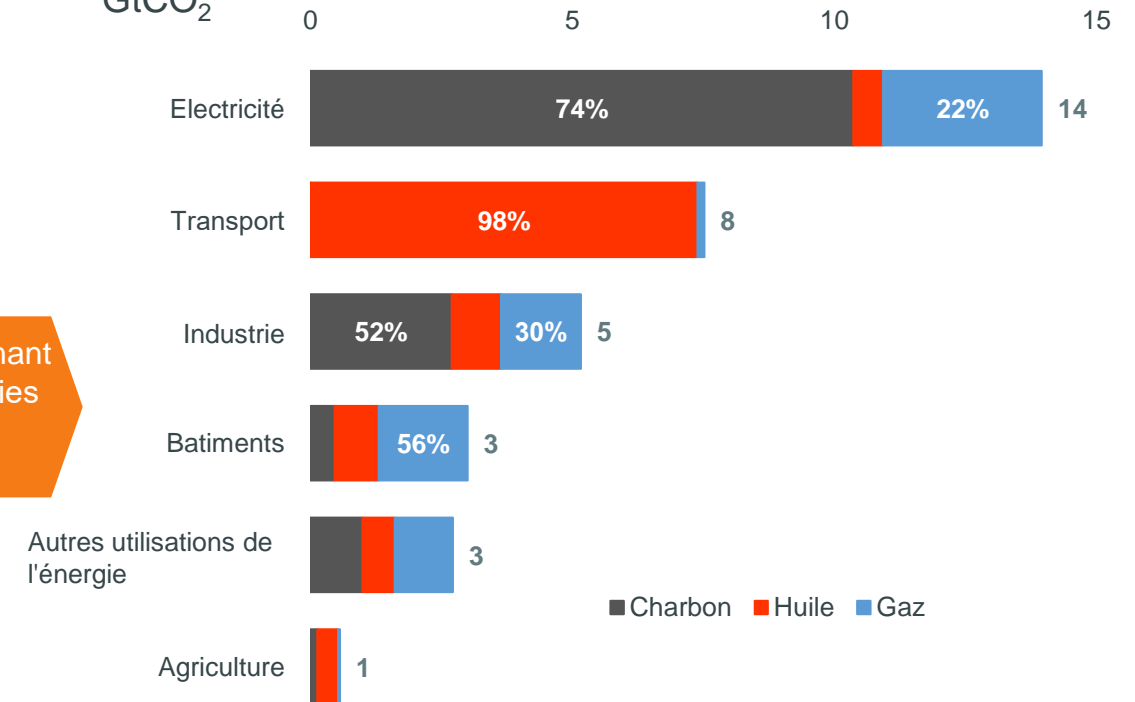


Émissions anthropiques mondiales de GES 2021
GtCO₂e



Émissions de CO₂ provenant de la combustion d'énergies
33 Gt

Émissions mondiales de CO₂ provenant de la combustion d'énergies fossiles 2021
GtCO₂

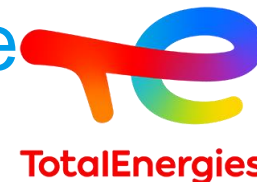


Éliminer le charbon du système électrique (~10 Gt CO₂)

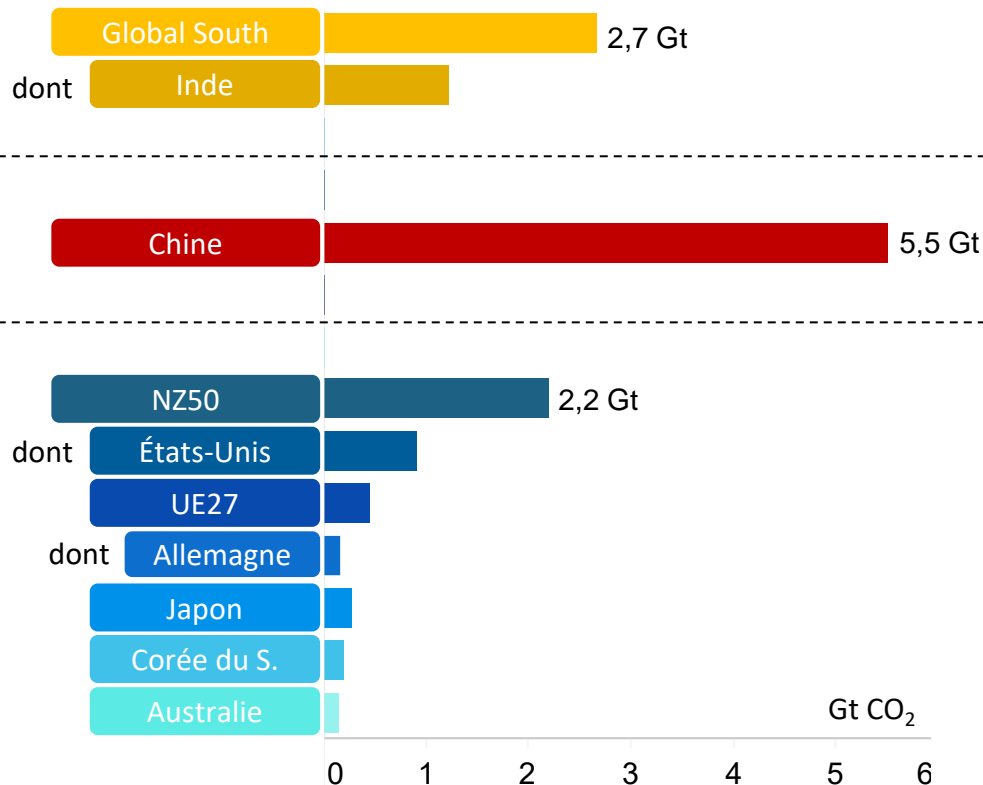
Éliminer les émissions de méthane liées aux combustibles fossiles (~4 Gt CO₂e)

décarboner les transports, en particulier le secteur routier (~80% des émissions, ~6 Gt CO₂)

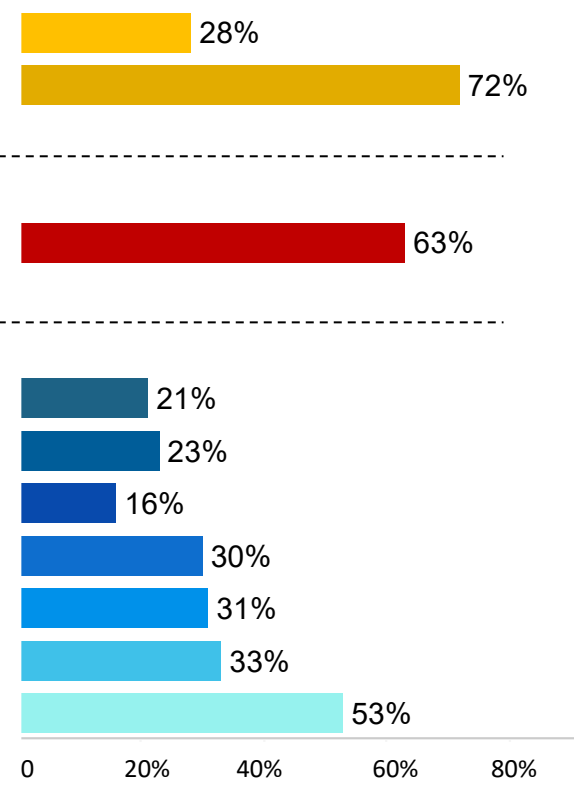
Le charbon est encore trop important dans le mix électrique de nombreux pays



Émissions provenant de la combustion du charbon pour la production d'électricité 2021
Gt CO₂



Part du charbon dans le mix électrique 2021
%

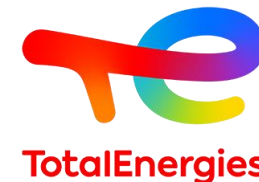


De nombreux pays du Global South privilégient aujourd'hui le charbon, disponible localement, pour alimenter leur croissance économique

Le charbon produit encore aujourd'hui plus de 20% de l'électricité dans les pays NZ50

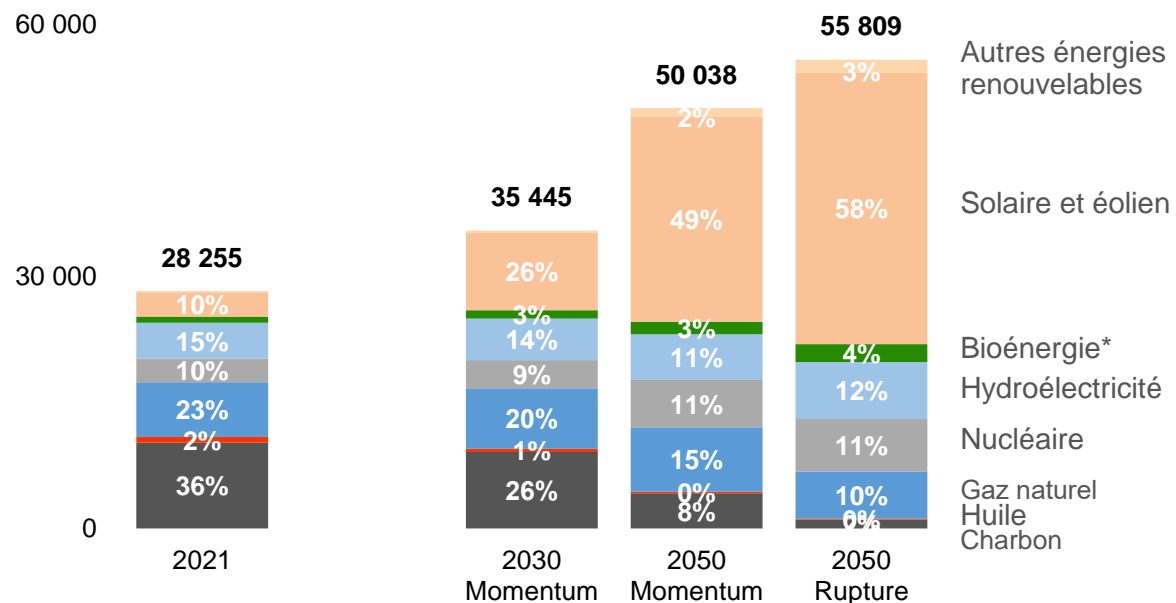
- **Priorité: éliminer le charbon du mix électrique des pays NZ50**
- **Défi: comment le Global South peut-il adopter un développement énergétique différent de la Chine des années 2000 ?**

L'opportunité : développer massivement les REN et accélérer la substitution du charbon par le gaz naturel



Production d'électricité, hors besoins pour produire du H₂ vert

TWh

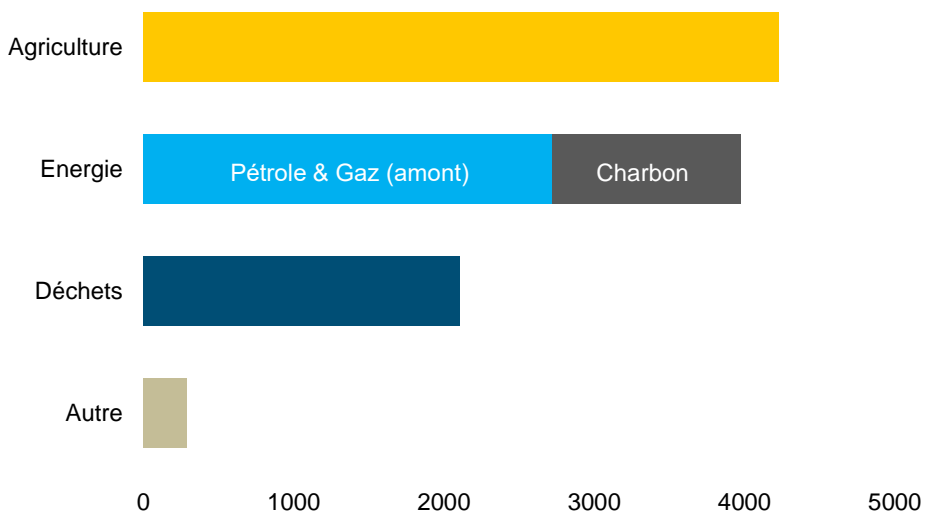


- Grâce à la croissance des renouvelables, les émissions par MWh d'électricité** baissent de 76% entre 2021 et 2050 dans Momentum et de 96% dans Rupture
- Le gaz naturel contribue au système électrique bas-carbone:
 - Il est immédiatement substituable au charbon et 2 fois moins polluant
 - Il est un complément flexible & pilotable des renouvelables intermittents et saisonniers (au côté des batteries)

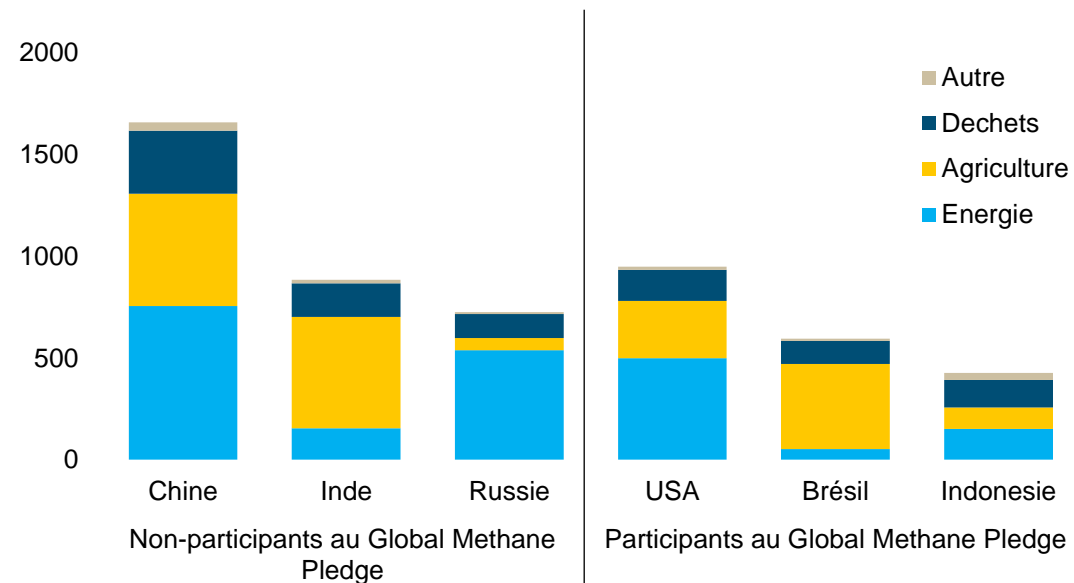
Ce mix requiert d'investir massivement dans les réseaux électriques et les adapter à la complexité du système électrique bas carbone

L'opportunité: agir maintenant pour réduire les émissions de méthane

Principales sources d'émissions anthropiques de méthane 2022*
MtCO₂e



Principaux pays émetteurs de méthane 2022, par source*
MtCO₂e



Les technologies pour éliminer les émissions dans la production pétrole & gaz (purges, torches et fuites) **existent** et sont aisées à mettre en œuvre

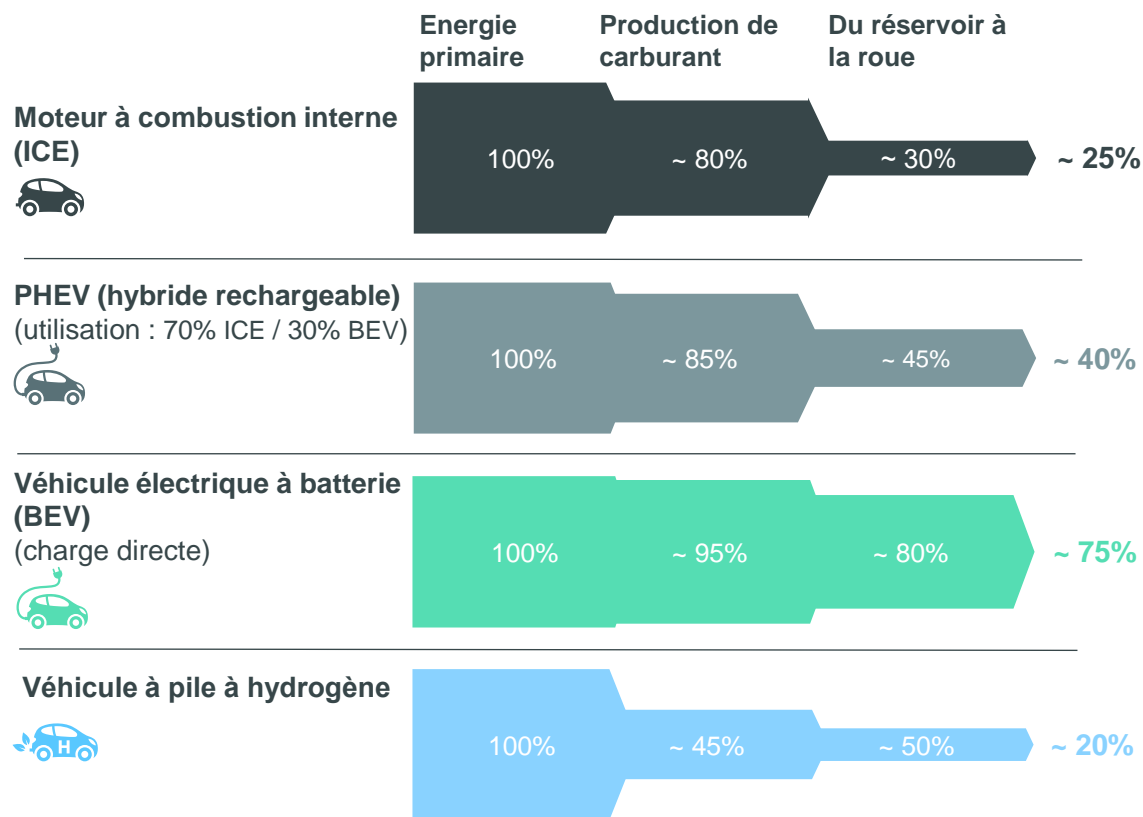
Objectif: tendre vers le zéro méthane : détection et remédiation (drones, imagerie satellitaire...)

Engagement mondial sur le méthane (Global Methane Pledge) :

- Suite à la COP de Glasgow, >150 pays engagés à **réduire les émissions de méthane d'au moins 30 % en 2030 (vs. 2020)**
- Impact positif et rapide sur le réchauffement climatique, estimé par l'UNEP à **-0,2°C d'ici 2050**

L'opportunité : électrifier le transport routier

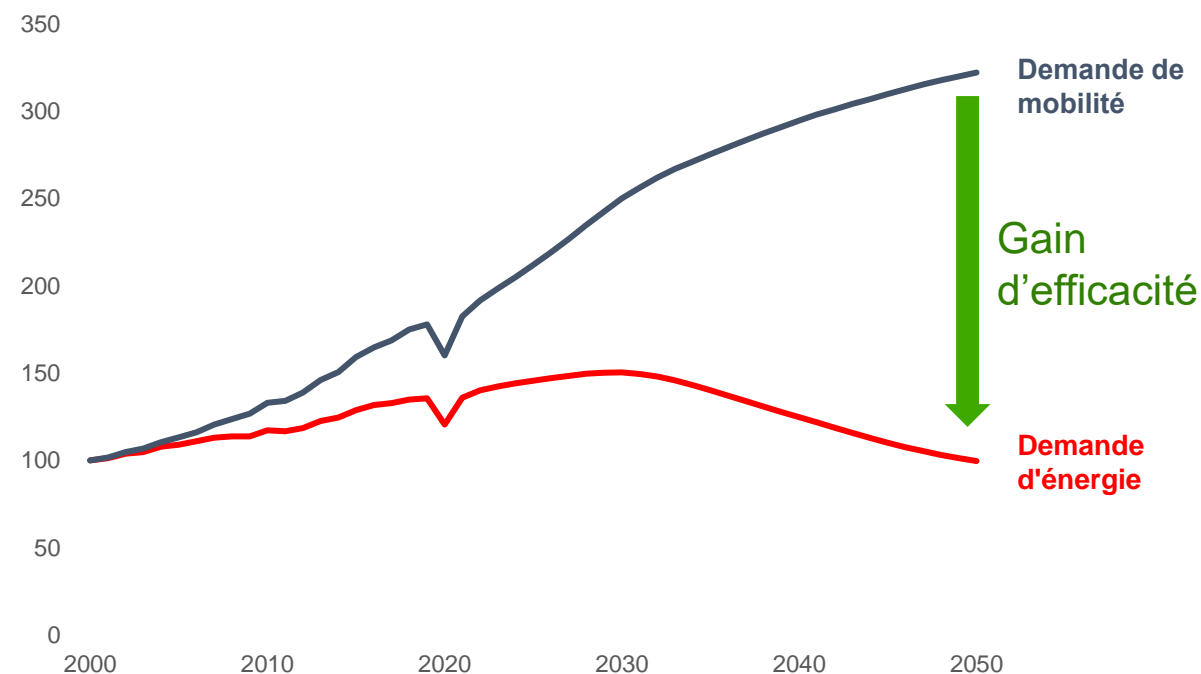
Efficacité comparée des motorisations des voitures particulières



L'électricité est la solution à privilégier pour décarboner le transport routier, pourvu qu'elle soit bas carbone

Évolution des demandes de mobilité et d'énergie pour les voitures particulières (scénario Momentum)

Demande de mobilité (véhicules.km) et demande d'énergie (PJ/j)
Base : 2000 = 100



Dans Momentum, la part des véhicules électriques augmente très rapidement (notamment en Chine, Etats-Unis et Europe), ce qui permet de découpler la demande d'énergie de la demande de mobilité

Quelle sera la vitesse d'électrification des voitures et 2-3 roues ?

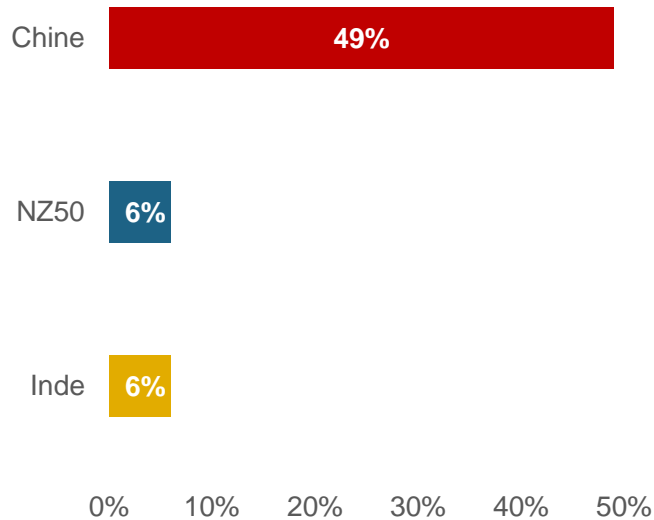


TotalEnergies

En 2022, les Véhicules Légers ont émis environ 4 Gt de CO₂

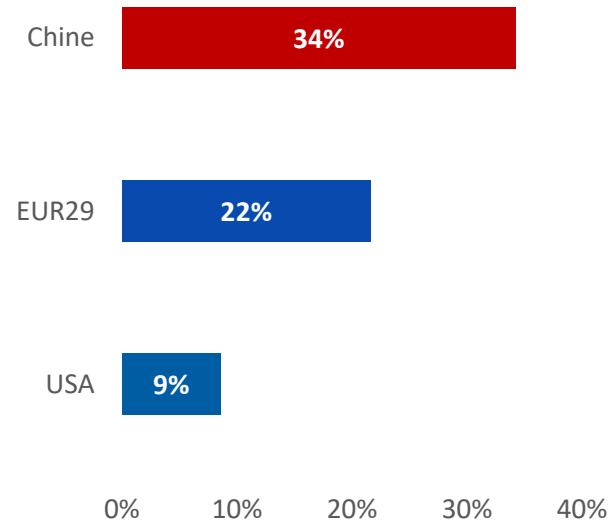
Part de l'électrique dans les ventes de 2-3 roues 2022

En %



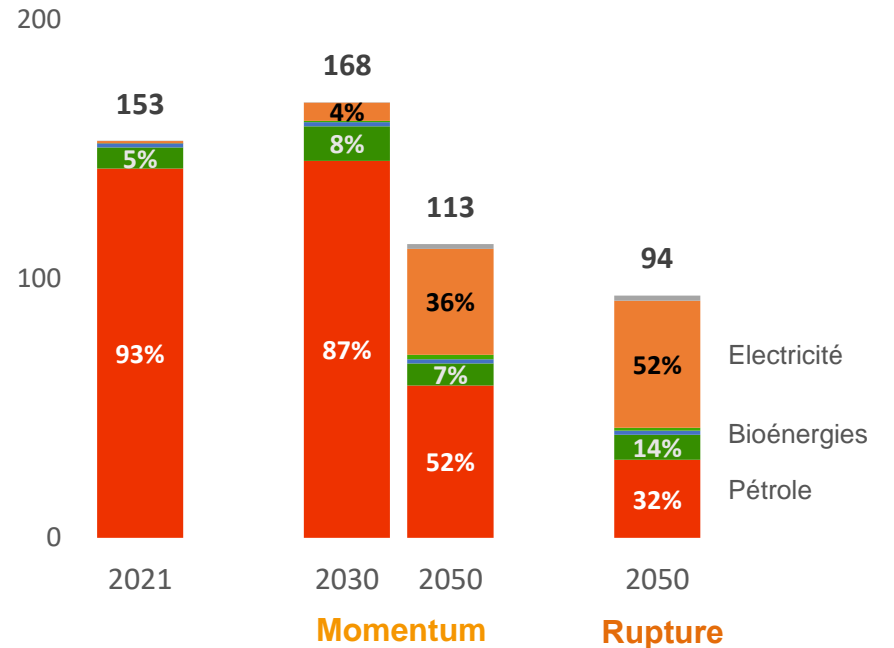
Part de l'électrique dans les ventes de Véhicules Légers (hors 2-3 roues) janvier à juillet-2023*

En %



Évolution du mix énergétique mondial des Véhicules Légers (y.c 2-3 roues)

PJ/j

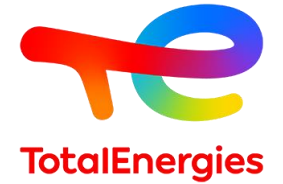


L'électrification des **2-3 roues** est une **opportunité de décarbonation simple et accessible** dans les pays émergents, qui pourrait déplacer ~1.5 Mb/j de pétrole à 2030.

La Chine est en avance sur l'électrification de son parc: plus d'une voiture électrique sur deux vendue dans le monde l'est en Chine

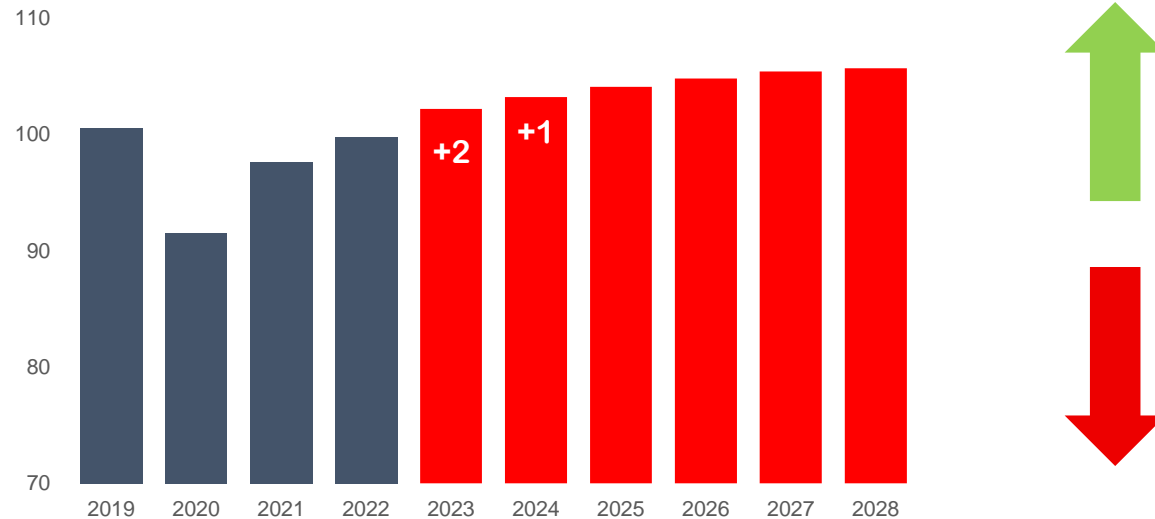
D'ici à 2050, l'électrification des Véhicules Légers permettrait de diviser par deux les émissions dans le scénario Momentum (de 4 à 1.7 GtCO₂) et par quatre dans le scénario Rupture (de 4 à 0.9 GtCO₂)

Pourquoi les prévisions de demande de pétrole sont-elles incertaines?



Demande de produits pétroliers*

Mb/j



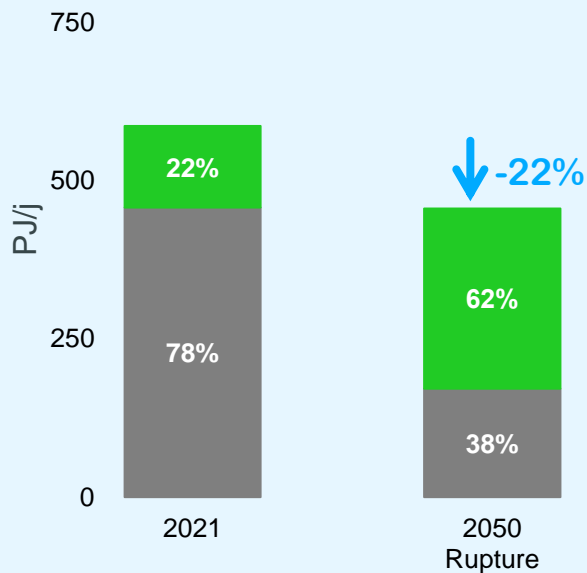
- Croissance de la population mondiale et de la demande de mobilité locale
- Croissance de la mobilité internationale (aviation et maritime)

- Pénétration des véhicules électriques en 2030, 2040 et 2050
- Evolution des comportements
- Innovations technologiques

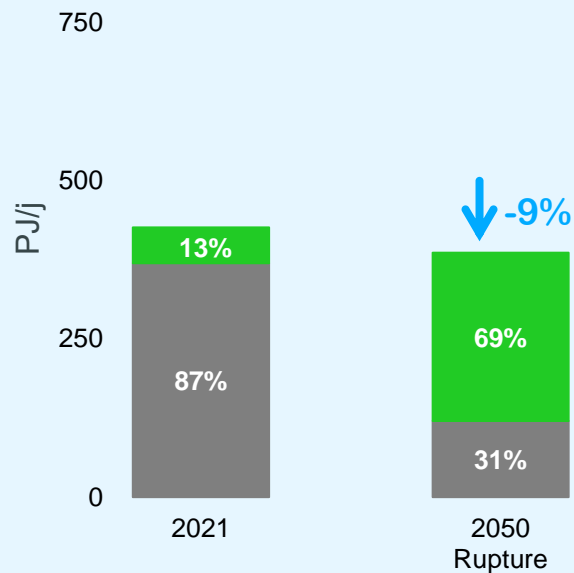
- **D'ici à 2030: croissance anticipée des produits pétroliers de 6 Mb/j entre 2022 et 2028**
- **Après 2030, incertitude sur le rythme d'adoption des EV à l'échelle mondiale**

Des enjeux spécifiques à chaque bloc pour respecter l'Accord de Paris

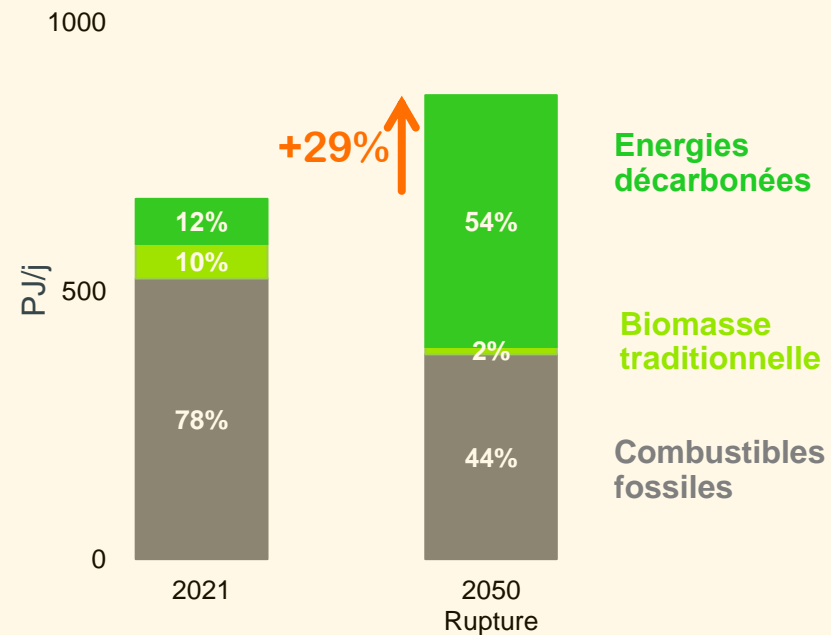
Demande d'énergie primaire NZ 2050



Demande d'énergie primaire Chine



Demande d'énergie primaire Sud Global



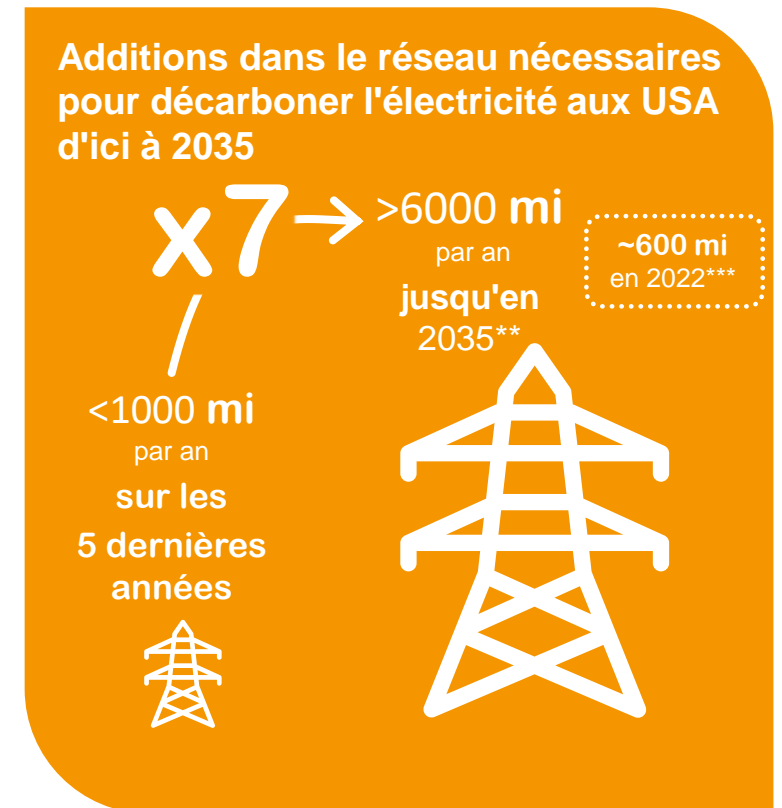
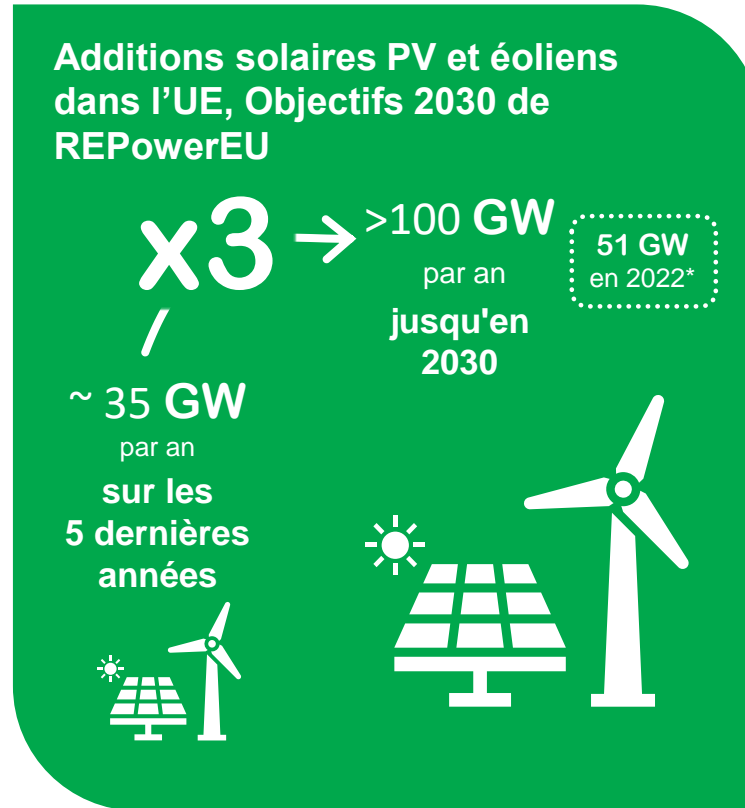
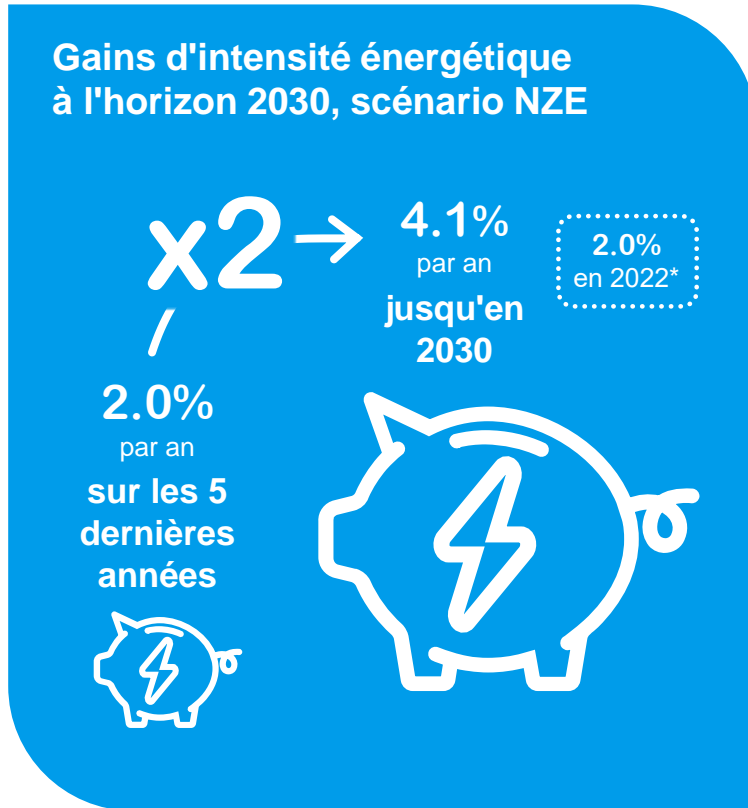
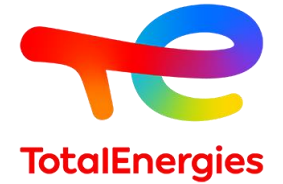
Contenir et modifier la demande grâce à l'efficacité énergétique, au déploiement de nouvelles technologies et aux changements de comportements.

Accélérer la construction du système énergétique bas carbone, tout en maintenant le système énergétique actuel le temps que la demande s'ajuste

Satisfaire une demande en forte croissance en substituant la biomasse traditionnelle par des énergies modernes et en faisant progresser l'efficacité énergétique grâce aux technologies des pays avancés (le scénario tendances actuelles conduirait à une croissance de 75% et non pas 29%)

Forte accélération indispensable dans les pays NZ50

pour tenir les objectifs intermédiaires de décarbonation à 2030



Le rythme détermine l'ampleur de la transition à court terme

* Source : AIE – NZE23, septembre 2023

** Source : J.D. Jenkins PhD, Projet REPEAT (Université de Princeton), avril 2023

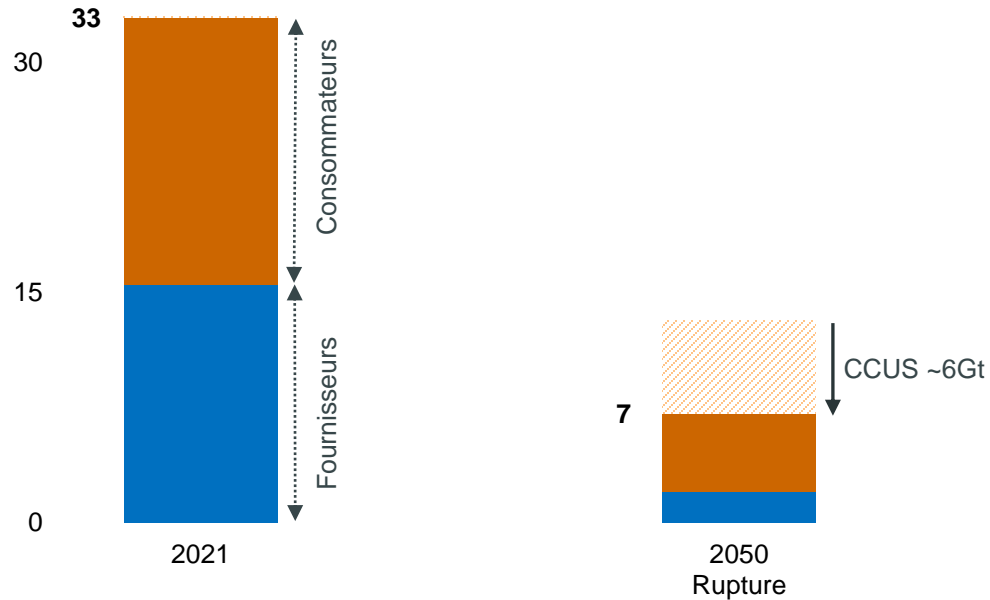
*** Source : Federal Energy Regulatory Commission, janvier 2023 (552 miles ajoutés au cours des 11 premiers mois de 2022)

Déployer le CCUS pour rester bien en dessous de 2°C

Nécessaire pour accompagner la transformation du mix énergétique

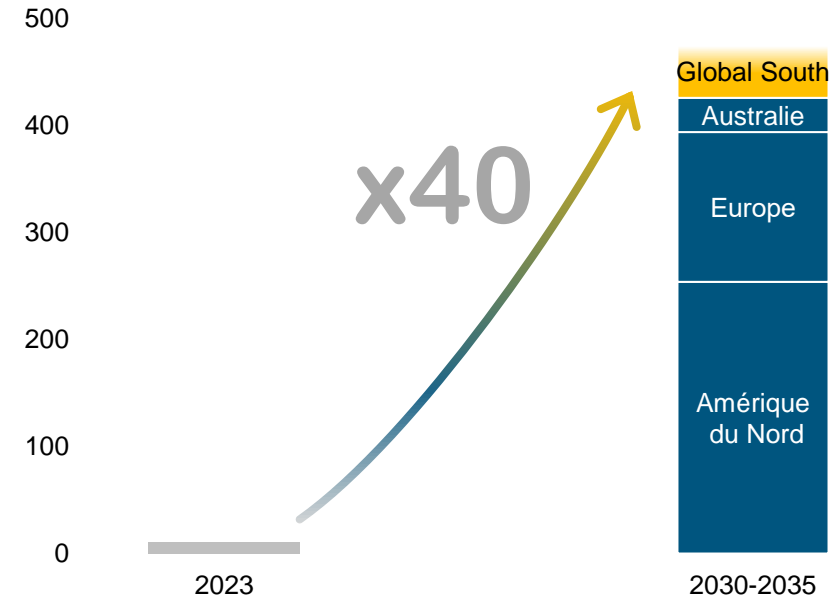
Émissions de CO₂ liées à l'énergie

Gt CO₂



- Les évolutions de la demande et du mix de génération d'électricité permettent de diviser par 2 les émissions de CO₂ en 2050 vs 2021. De plus, 6 Gt de CO₂ doivent être capturées pour atteindre l'objectif climatique
- Le CO₂ capturé peut être stocké ou transformé sous forme de matériau stable (minéralisation, ...)
- La reforestation est indispensable pour capturer le CO₂ résiduel

Projets mondiaux de stockage de CO₂ (à l'exclusion de la récupération assistée du pétrole) Mtpa



- Les annonces de projets continuent d'augmenter: plus en 2021 qu'au cours de la dernière décennie, et plus depuis janvier 2022 qu'en 2021
- 80 % des projets de capture de CO₂ annoncés se situent en Amérique du Nord et en Europe, stimulés par une réglementation favorable

Quel rôle pour l'hydrogène dans la transition ?

AUJOURD'HUI

- **80 Mt d'H₂* carboné (gris)** utilisé principalement dans le raffinage et la chimie (fertilisants)

DEMAIN

Clean H₂

- **Demande avérée** pour décarboner certaines industries lourdes : raffinage et chimie (substitution), sidérurgie, etc.
- **Demande à confirmer** car compétition avec d'autres énergies :
 - Mobilité routière ↔ Electricité
 - Production d'électricité ↔ Gaz naturel + CCUS

APRES-DEMAIN

- **Demande pour des carburants de synthèse dérivés de l'hydrogène (e-fuels)** : aviation, marine, et route
- La chaîne de transformation est longue, et à ce jour peu efficace et énergivore
- H₂ vert gourmand en eau, en espace et en renouvelables; 4 à 5 fois plus cher

EXEMPLE DE CHAINE LONGUE

Électricité verte nécessaire pour décarboner le secteur maritime international

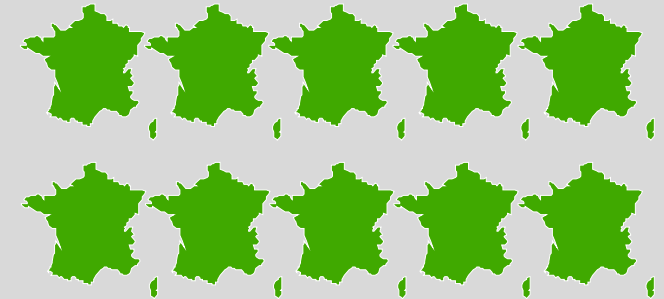
Pétrole →



~5%

de la demande de pétrole mondiale

E-methanol



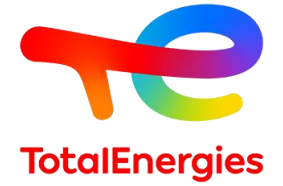
~10 fois

la consommation finale d'électricité française

~4 400 TWh

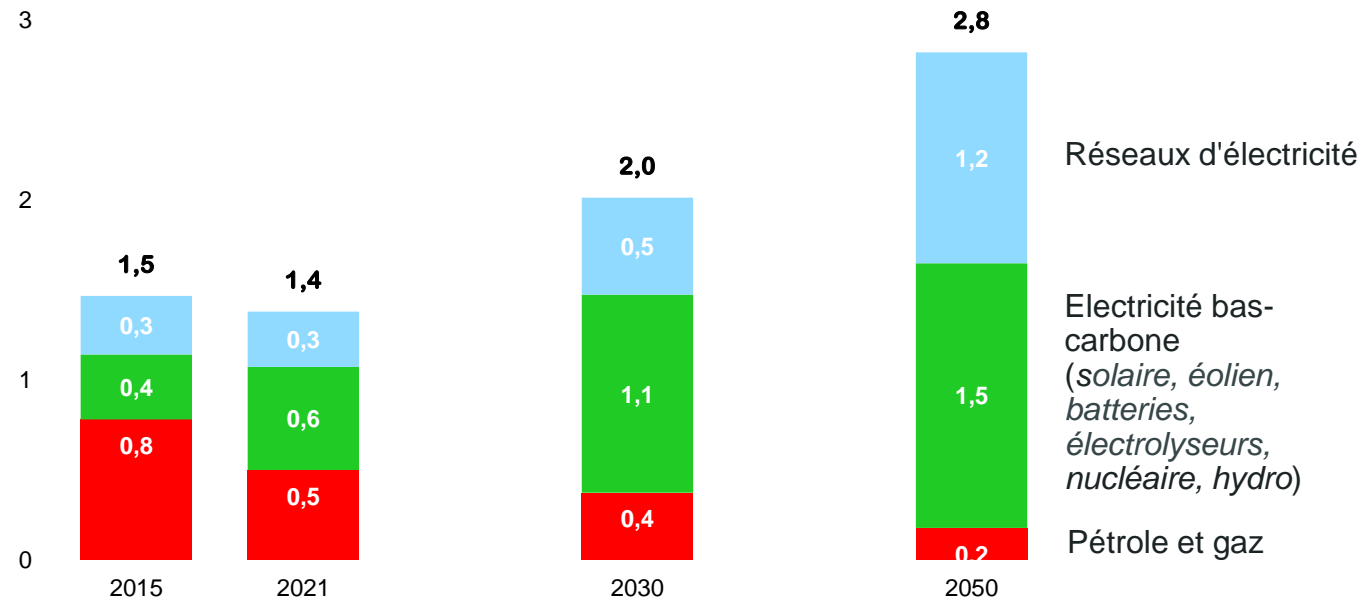
Convertir au e-methanol l'ensemble des navires de haute-mer dans le monde nécessiterait autant d'électricité que l'intégralité de la production actuelle des Etats-Unis ou 10 fois celle de la France ... uniquement en électricité verte

Un investissement considérable dans le système énergétique pour rester en dessous de 2°C



Investissement annuel* (scenario Rupture)

Milliers de Milliards de \$23 par an



Dans le scénario Rupture, les investissements dans le système électrique bas carbone devraient être **plus que doublés d'ici 2030** par rapport à 2021 et **plus que triplés d'ici 2050**

Un effort estimé à **~2% du PIB pour les pays NZ50** et **~ 4-5% dans le Global South** (en concurrence avec la santé, l'éducation, les routes, etc.)

Comment avancer dans la transition?

Le rythme de la transition énergétique n'est pas assez rapide



Face à une demande d'énergie en hausse, impossible de « débrancher » le système énergétique actuel tant que le système énergétique décarboné n'est pas assez développé pour répondre à la demande mondiale

Donc, **les investissements dans le nouveau système énergétique** doivent connaître une très **forte accélération**

- Dans le bloc NZ50, la transition signifie mettre au rebut une partie des biens existants et financer leur remplacement par de nouveaux actifs bas carbone; tout en maintenant les investissements dans l'innovation technologique et dans l'efficacité énergétique
- Dans les pays du Global South, les énergies fossiles sont souvent domestiques et les plus abordables pour améliorer le niveau de vie des populations croissantes. Des transferts financiers sont indispensables pour les orienter vers les énergies bas carbone



L'accélération du rythme d'investissement dans les énergies bas carbone requiert **une coopération forte entre secteurs privé et public**

- Dans les pays NZ50, simplifier et accélérer l'obtention des permis pour accélérer le déploiement des réseaux et des énergies renouvelables
- Soutenir activement la transition du Global South par
 - le développement de garanties financières multilatérales indispensables au financement des projets
 - le déploiement de formations pour accompagner la mise en œuvre locale de nouvelles solutions technologiques



La transition ne se fera pas sans acceptabilité sociale (à la fois entre le Nord et le Sud et au sein des pays NZ50) et de véritables efforts de **justice climatique**

- Mettre en œuvre des financements et transferts de technologies et compétences vers le Global South
- Mettre en œuvre des politiques visant à réduire la demande d'énergie tout en protégeant les citoyens à faibles revenus dans les pays NZ
- Par exemple en France, *en l'absence d'aides publiques*, le surcoût pour un ménage de classe moyenne rénovant son logement, installant une pompe à chaleur et faisant l'acquisition d'une voiture électrique est estimé ~30 k€ , ~7.5 fois son épargne annuelle *

Avertissement - Propriété intellectuelle



Définition TotalEnergies / Compagnie

Les entités dans lesquelles TotalEnergies SE détient directement ou indirectement une participation sont des personnes morales distinctes et autonomes. Les termes « TotalEnergies », « compagnie TotalEnergies » et « Compagnie » qui figurent dans ce document sont utilisés pour désigner TotalEnergies SE et les entités comprises dans le périmètre de consolidation. De même, les termes « nous », « nos », « notre » peuvent également être utilisés pour faire référence à ces entités ou à leurs collaborateurs. Il ne peut être déduit de la simple utilisation de ces expressions une quelconque implication de TotalEnergies SE ni d'aucune de ses filiales dans les affaires ou la gestion d'une autre société de la compagnie TotalEnergies.

Avertissement

Cette présentation peut contenir des déclarations prospectives, au sens du Private Securities Litigation Reform Act de 1995, relatives à la situation financière, aux résultats d'exploitation, aux activités, à la stratégie et aux projets de TotalEnergies, qui sont soumis à des facteurs de risque et à des incertitudes résultant de changements dans, notamment, le développement et l'innovation technologiques, les sources d'approvisionnement, le cadre juridique, les conditions de marché, les événements politiques ou économiques. TotalEnergies n'assume aucune obligation de mettre à jour publiquement les déclarations prospectives, que ce soit en raison de nouvelles informations, d'événements futurs ou autres. De plus amples informations sur les facteurs susceptibles d'affecter les résultats financiers de la Compagnie sont fournies dans les documents déposés par TotalEnergies auprès de l'*Autorité des Marchés Financiers* et de la US Securities and Exchange Commission. En conséquence, aucune certitude ne doit être accordée à l'exactitude ou à la justesse de ces déclarations.

Propriété intellectuelle

Toute reproduction, publication, transmission ou plus généralement toute exploitation des éléments de cette présentation est interdite, sauf autorisation écrite expresse de TotalEnergies.