



LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

Enjeux, contraintes et voies possibles



Prof. B. Mérenne-Schoumaker

B.Merenne@uliege.be

Institut Destrée

Matinales de l'évaluation et de la prospective

Namur, 12 mai 2022

Remarque préliminaire

- Sujet vaste et thème de nombreuses réflexions et prises de positions
- Choix opéré dans le cadre de ce court exposé
 - Une vision plus énergétique que purement climatique
 - Une réflexion cherchant à articuler l'échelle globale à l'échelle locale
 - La volonté de fournir des clés face aux débats en cours
 - Des propos ne négligeant pas la situation actuelle en posant la question des contraintes et opportunités liées à la guerre Ukraine-Russie

Précisions préalables

- **Energies fossiles** = combustibles fossiles et métaux fissiles
- **Energie primaire – énergie secondaire – énergie finale (consommation finale brute) – énergie utile** : $EF = 70\%$ EP et $EU = 40\%$ EP (pertes pour produire de l'électricité et en raison rendement des machines)
- **Mix énergétique ou bouquet énergétique** = répartition des différentes sources primaires consommées d'origine nationale ou non
- **Energie grise** = énergie nécessaire lors du cycle de vie d'un produit à l'exception de l'utilisation (fabrication, transport, entretien, recyclage) – comptabilisée en divers lieux
- **kWh/ GWh** = unités de production ou de consommation de l'électricité
 - $1 \text{ kWh} = 0,0036 \text{ GJ} = 10^3 \text{ Wh}$; $1 \text{ GWh} = 10^9 \text{ Wh}$; $1 \text{ TWh} = 10^{12} \text{ Wh}$
 - 1 kWh = énergie consommée par une ampoule traditionnelle de 100 W qui brûle pendant 10 heures
 - Un réfrigérateur consomme en moyenne 150 à 200 kWh par an, un smartphone plus de 350
 - Une voiture électrique consomme 15 à 28 kWh par 100 km
 - Un ménage belge consomme 3 500 kWh par an
- **kW/MW** = unités de puissance d'une centrale électrique
 - $1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$
 - Une unité d'une centrale thermique peut atteindre 900 MW, une unité d'une centrale nucléaire 1 400 MW. Les plus grandes fermes éoliennes marines peuvent dépasser les 1 000 MWc comme les parcs solaires.
 - Il s'agit dans ce cas de puissance maximale que pourra atteindre la centrale, le facteur de charge variant en Europe du N-O de 20-40 % pour l'éolien et de 10-15 % pour le solaire photovoltaïque mais atteint plus de 20 % pour le solaire tant en Espagne qu'au Maroc ou au Moyen-Orient

Plan

- Le concept de transition énergétique
- Quel mix énergétique demain?
- Le poids des territoires et de politiques territoriales
- Contraintes et opportunités de la guerre Ukraine - Russie

1. LE CONCEPT DE TRANSITION ÉNERGÉTIQUE

1.1. Un concept qui a évolué depuis son origine...

- Concept né en Allemagne et en Autriche dès les années 1980
- Désignant le passage d'un système reposant sur des **énergies de stock** (pétrole, charbon, gaz, uranium) **très centralisées** à un système reposant sur des **énergies de flux** (éolien, solaire, biomasse...) **décentralisées**
- Deux raisons majeures
 - Poids du 2^e choc pétrolier (1979)
 - Accident de Tchernobyl (1986)



Faujour - réf. 0019-5484

1.1. ... jusqu'aujourd'hui

- Toujours un passage des énergies de stocks vers des énergies renouvelables mais pas de consensus sur l'abandon du nucléaire
- Facteur majeur : urgence climatique → décarboner dans tous les secteurs et en premier lieu dans le secteur énergétique (70 % des GES)

ET des actions en termes de production/consommation :
efficacité et sobriété

+ mesures pour lutter contre les **inégalités** et la **vulnérabilité** dans le domaine de l'énergie → Transition juste

→ Passage d'une politique orientée par la **demande** à une politique déterminée par l'**offre**

1.2. L'actuel moteur : l'urgence climatique

- **Trois rapports du GIEC depuis 2021**
 - Climate Change 2021: *The Physical Science Basis*, août 2021
 - Climate Change 2022: *Impacts, Adaptation and Vulnerability*, mars 2022
 - Climate Change 2022: *Mitigation of Climate Change*, avril 2022
 - **Messages du dernier rapport « Atténuation » (avril 2022)**
 - Malgré des plans nationaux ambitieux, des niveaux d'émissions incompatibles avec les objectifs que la communauté internationale s'est fixés à Paris en 2015 et des émissions de GES qui continuent à augmenter sauf en 2020 et devraient culminer en 2025
 - Pour limiter la hausse des températures en deçà de 1,5 °C (voire 2°) il faudrait **réduire les émissions de 43 % d'ici 2030 et atteindre la neutralité carbone vers 2050**
 - Ce serait possible à un coût raisonnable grâce à des solutions multiples mais cela implique des **transformations majeures et rapides dans tous les secteurs**
 - 4 types de barrières : financières, technologiques, institutionnelles et physiques (durée de vie des installations) + une **transition juste**
- Nécessité de réduire l'utilisation du charbon, du pétrole et du gaz respectivement de 95 %, 60 % et 45 % en 2050 comparé à 2019 en déployant massivement les énergies "bas carbone" + électrifier, renforcer l'efficacité énergétique, utiliser des énergies alternatives dans le transport (biofuels durables, hydrogène, fuels synthétiques...), stocker l'énergie → **d'ici à 2030, les investissements annuels doivent être multipliés par trois, voire six**
- Nécessité de **changer modes de production et de consommation**, ce qui permettrait de réduire les émissions de 40 à 70 % en 2050

1.3. L'objectif final : atteindre la neutralité carbone en 2050

- **Neutralité carbone** = ne pas émettre plus de gaz à effet de serre (GES), responsables du réchauffement climatique, qu'on ne peut en absorber via par exemple les forêts, les sols ou les océans
- **Deux précisions**
 - En général, objectif à atteindre par pays
 - Non seulement les émissions de CO₂ mais tous les GES comme le méthane, le protoxyde d'azote ou les gaz fluorés
- **Impératifs majeurs**
 - Réduction de l'**empreinte carbone** ou la quantité induite des GES par la demande finale intérieure d'un pays (consommation des ménages, entreprises, administrations publiques, organismes à but non lucratif...), que ces biens ou services soient produits sur le territoire national ou importés
 - Réductions touchant la production et la consommation

LES OBJECTIFS DE NEUTRALITÉ CARBONE DANS LE MONDE

	2020	2030	2035	2040	2045	2050	2060
Objectif atteint	Bhoutan Suriname						
Inscrit dans la loi					Suède	Danemark, France, Nouvelle- Zélande, Royaume-Uni.	
Loi proposée						Canada, Chili, Corée du Sud, Espagne, E.U., Fidji.	
Dans un document politique			Finlande	Autriche Islande		Afrique du Sud, Allemagne, Costa Rica, Îles Marshall, Irlande, Japon, Norvège, Portugal, Slovénie, Suisse.	Chine
En discussion		Uruguay				98 pays	

Source : Energy & Climate Intelligence Unit (ECIU), Net Zero Emissions Race, 2020.

Source : Atlas des énergies mondiales, Autrement, 2021.

1.4. Un impératif : une transition juste

- Un constat

- Consommation très liée aux revenus → Part des plus riches dans la consommation considérable
- Importants contrastes Nord-Sud mais problèmes aussi au Nord → concept de précarité énergétique en lien avec revenus d'abord mais aussi les localisations (monde rural/monde urbain)

- Nécessité de mesures pour lutter contre les inégalités et les vulnérabilités

- Dans les pays du Sud : accès à tous à l'électricité (apports de moyens, partage de technologies...)
- Dans les pays du Nord : mesures ciblées (aides directes, accroissement des revenus, rénovation du parc de logements...)

→ Les trajectoires doivent être pensées socialement parlant

1.5. Une combinaison forte entre efficacité...

- Mesurée par **l'intensité énergétique** ou quantité consommée par rapport au PIB
- Liée aux progrès technologiques (importance RD) et politiques de maîtrise de la consommation
- Beaucoup de progrès déjà réalisés mais attention à l'externalité des productions
- Politiques touchant entreprises, transports et ménages
- Exemples
 - rendement des installations, des appareils, des véhicules
 - performance énergétique des bâtiments
 - nouvelles pratiques comme la cogénération (production conjointe d'électricité et de chaleur), de nouveaux outils comme l'installation de compteurs intelligents (qui encouragent les consommateurs à mieux gérer leur consommation énergétique), économie circulaire...
- Attention aux **effets rebonds** directs : transport aérien, éclairage, consommation voitures... voire indirects : économie dans un secteur (↓budget énergétique maison permet de voyager plus)

1.5. ... et sobriété

- La sobriété consiste à consommer moins et touche aussi entreprises, transports et ménages
- **4 catégories** (ADEME)
 - La **sobriété d'usage** : juste utilisation des équipements : limiter la vitesse sur certaines voies, les achats de produits neufs, les déplacements inutiles...
 - La **sobriété structurelle** consiste à optimiser l'organisation du territoire en rationalisant la consommation d'espace : rénovation des logements en centre-ville plutôt que de créer des lotissements en périphérie favorise la centralité ce qui rationalise les déplacements tout en contribuant à limiter la perte de terres agricoles
 - la **sobriété conviviale** consiste à mutualiser les équipements et leur utilisation, comme covoiturage pour les trajets journaliers ou économie fonctionnelle
 - la **sobriété dimensionnelle** a pour but de mettre en cohérence la taille des équipements avec les besoins réels : adapter la taille et la puissance de nos modes de transports à la distance parcourue et au nombre d'usagers transportés

1.6. Autres moyens techniques et/ou économiques

- **Capturer et/ou Séquestrer à grande échelle**

- Captures
 - Des technologies CCUS (capture et stockage) pour des centrales à charbon avec utilisation du CO₂ pour améliorer la récupération d'hydrocarbures dans les gisements pétroliers ou sans utilisation du CO₂ (CCS)
 - Dans l'air : mesure préconisée par l'AIE dans son scénario « *Net Zero Emissions* » à l'horizon 2050
- Séquestrations
 - Naturelle : mais forêts et écosystèmes côtiers souvent fragilisés comme océans
 - Carbone industriel dans anciens sites charbonniers, gisements d'hydrocarbures dans aquifères salins ou sites surveillés, voire fosses matines (projet)

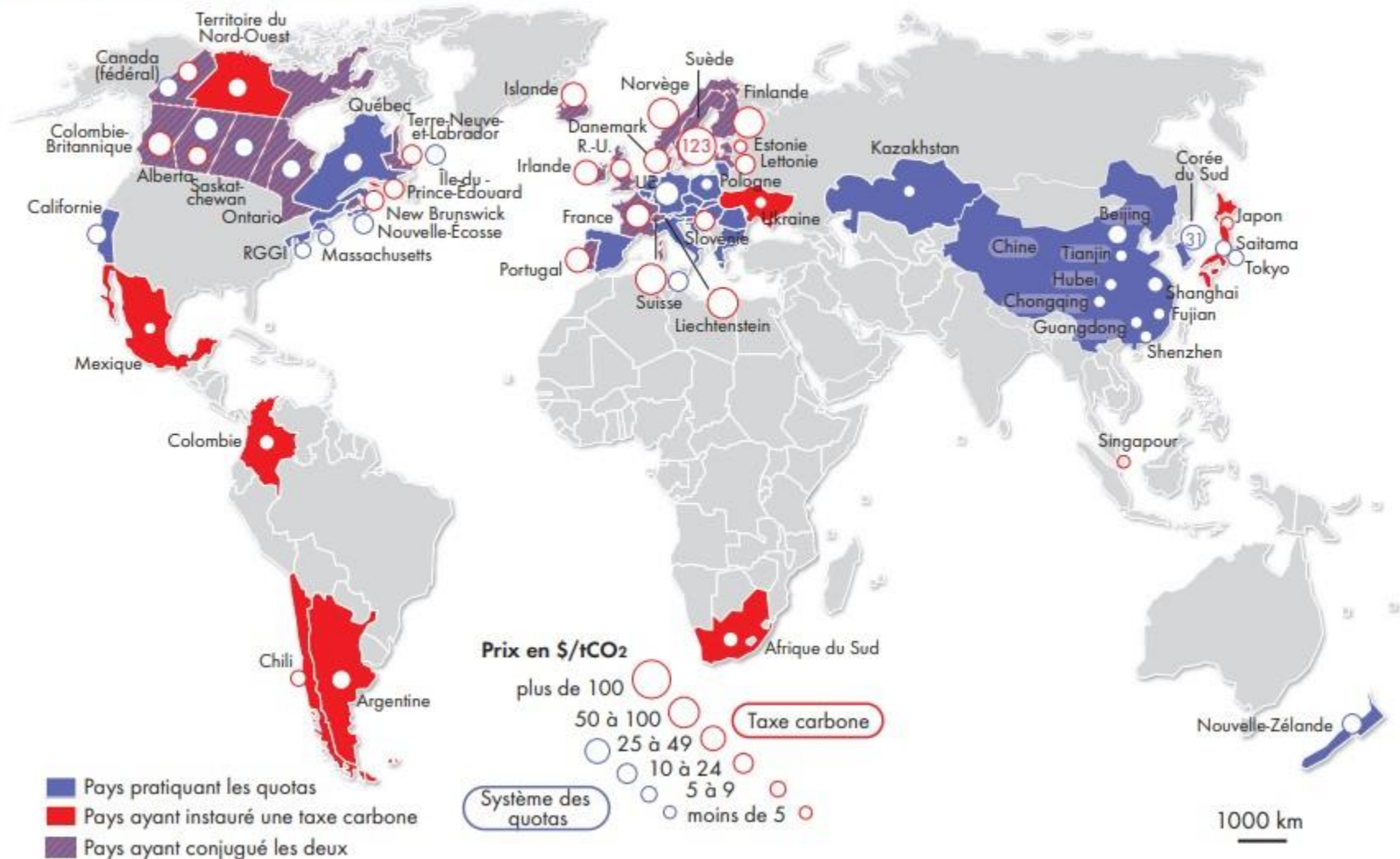
- **Compenser**

- Financement de projets d'efficacité énergétique, de projets EnR, reboisement ...

- **Donner un prix au carbone**

- Une taxe carbone : prix par tonne émise mais problème du prix
- Système de quotas d'émissions échangeable (UE depuis 2003)

PRIX DU CARBONE DANS LE MONDE EN 2020



Source : Institute for Climate Economics (IACE), Les comptes mondiaux du carbone en 2020, mai 2020.

44 pays et 31 provinces ou villes représentant 60 % du PIB mondial - prix < 10 € pour 75 % des émissions alors que idéal est entre 40 et 80 €- revenus : 53 % taxes et 47 % marchés de quotas

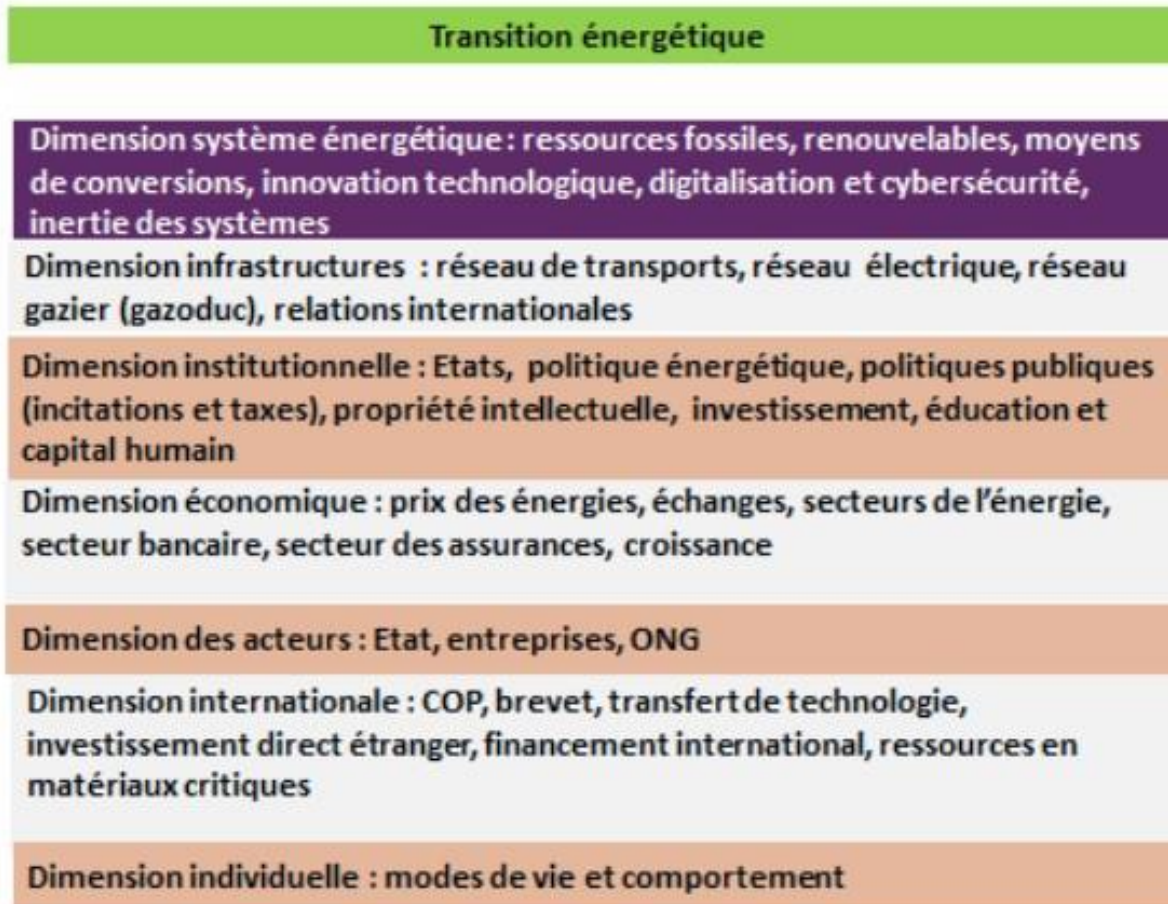
Source : Atlas des énergies mondiales, Autrement, 2021.

1.7. Autres moyens

- Mesures réglementaires et incitatives (législations et fiscalités adéquates)
- Nouvelle gouvernance (préséance de l'intérêt collectif, concertation...)
- Formation et information

1.8. Bilan : Nécessité d'une vision politique, sociale et économique et pas seulement technologique

Figure 3: Les dimensions de la transition énergétique

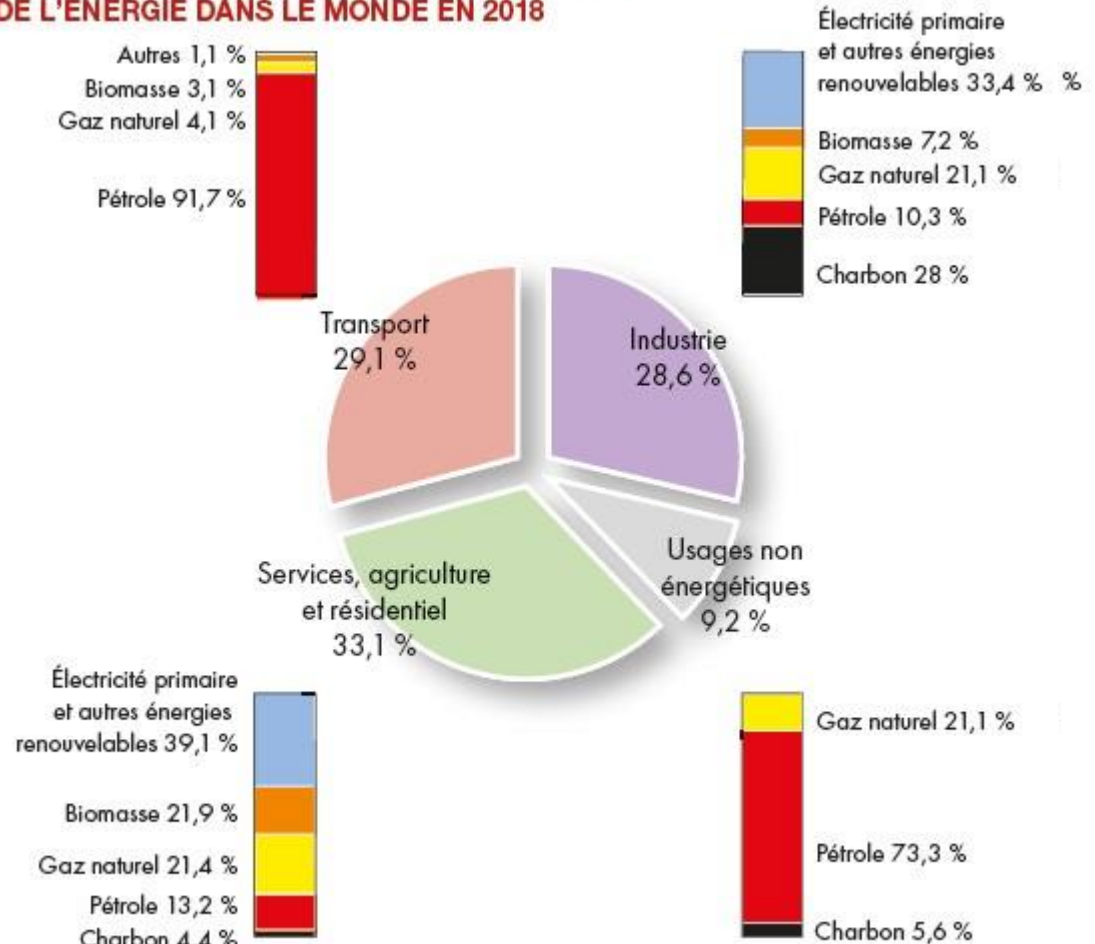


2. QUEL MIX ÉNERGÉTIQUE DEMAIN?

2.1. Sortir des combustibles fossiles (1)

- = En consommer de moins en moins et cesser les financements et les subventions à ces énergies
- **Aujourd'hui = plus de 80 % EnF**
- Charbon : 2/3 pour électricité mais 12 % pour sidérurgie et reste pour carbochimie, ciment... (domestique = 2,5 %)
- Pétrole = 3/4 pour transport et 14 % pour pétrochimie et reste chauffage et prod. Chaleur
- Gaz naturel = > 40 % électricité

LES DIFFÉRENTS SECTEURS DE CONSOMMATION DE L'ÉNERGIE DANS LE MONDE EN 2018



Source: AIE, Key World Energy Statistics 2020.

Source : Atlas des énergies mondiales, Autrement, 2021

2.1. Sortir des combustibles fossiles (2)

- Le cas particulier du gaz naturel souvent considéré comme énergie de transition car
 - Émissions GES + réduites que le charbon, certaines pouvant arriver à 340g CO₂/kWh
 - Possibilité de développer des centrales de cogénération pouvant arriver à 250-270 gCO₂/kWh et économisant 10% d'énergie primaire par rapport à la production séparée de chaleur et d'électricité
 - Espoir demain de remplacer le gaz naturel par du biogaz et/ou de l'hydrogène et donc de servir des réseaux de gaz naturel
- **Souhait** de nombreux pays et semble-t-il de l'UE d'intégrer le gaz comme énergie de transition **mais opposition** des ONG environnementales dont le WWF et surtout aujourd'hui poids du gaz russe

2.2. Montée en puissance des EnR (1)

Sources d'énergie renouvelables, technologies et applications

Énergie solaire  <i>Source:</i> soleil <i>Technologies:</i> systèmes photovoltaïques, systèmes solaires thermiques <i>Applications:</i> électricité, chauffage et refroidissement	Énergie éolienne  <i>Source:</i> vent <i>Technologies:</i> éoliennes <i>Applications:</i> électricité	Énergies marines  <i>Source:</i> vagues, marées <i>Technologies:</i> barrages marémoteurs <i>Applications:</i> électricité	Énergie hydraulique  <i>Source:</i> eau <i>Technologies:</i> centrales hydroélectriques <i>Applications:</i> électricité	Énergie géothermique  <i>Source:</i> terre <i>Technologies:</i> géothermique et pompes à chaleur <i>Applications:</i> électricité, chauffage et refroidissement	Bioénergie  <i>Source:</i> biomasse, déchets <i>Technologies:</i> combustion de biomasse, usines de production de biogaz, biocarburants <i>Applications:</i> électricité, chauffage et refroidissement, transports
--	--	---	---	--	---

2.2. Montée en puissance des EnR (2)

- Certaines + répandues sur terre que d'autres : biomasse, soleil et vent
- Des quantités récupérables variables : soleil, vent, hydraulique et biomasse + de possibilités
- Des degrés de maturité différents

Contraintes

- Presque toutes intermittentes
- Presque toutes liées à des innovations technologiques, donc à des moyens financiers et humains
- Certains impacts environnementaux : occupation sols, paysage, impacts sur population...
- Explosion consommation en métaux : d'après Eurométaux (avril 22), l'Europe aura besoin d'ici 2050 de 35 x + de lithium et de 7 à 26 x + de terres rares selon les produits; sa consommation augmentera de 33 % pour l'aluminium, de 35 % pour le cuivre, de 45 % pour le silicium, de 100 % pour le nickel, de 330 % pour le cobalt

Et impératifs

- Assumer la **flexibilité par nouvelle organisation du système énergétique** : décentralisation, stockage, interconnexion des réseaux, meilleure adaptation demande à l'offre disponible
- Pour les métaux : recyclage, ↑durée de vie des produits, réparations, partage + sobriété
- Faire face à la **concurrence des EnF** en matière de disponibilités (exemple actuel de la Chine) et de prix

2.2. Montée en puissance des EnR (2)

Le cas des gaz renouvelables

- Principal gaz = **biogaz** produit à partir de la dégradation de matières organiques en l'absence d'oxygène c-à-d de la méthanisation de résidus de cultures alimentaires, des effluents d'élevage, des cultures intermédiaires, des déchets organiques de collectivités et d'industries. Généralement consommé sur son lieu de production pour produire de la chaleur et éventuellement de l'électricité en cogénération.
- Epuré ce biogaz peut devenir du **biométhane** lui permettant d'avoir les mêmes propriétés que le gaz naturel et d'être injecté dans les réseaux de gaz après avoir été odoré
- **Autres voies pour produire du biométhane**
 - Méthanisation de l'hydrogène (power to gaz)
 - Pyrogazéification de matières ligneuses et de déchets solides
- **En France** : un quasi-doublement de la production de biométhane en 2021 mais cela représente < de 1 % de la production du gaz naturel
- L'**Allemagne**, champion européen de biogaz utilisé pour produire de l'électricité (8 % du total) soit 2 X + que l'hydraulique et autant que le solaire

2.3. Quid du nucléaire ?

- **Le nucléaire est-il une énergie verte?**
 - Oui pour certains (notamment AIEA et la France avec 7 pays de l'Europe de l'Est et la Finlande) qui font pression sur l'UE car électricité décarbonée (12 g/kWh) de CO₂ contre environ 1000 g/kWh pour le charbon, plus de 700 g/kWh pour le pétrole et même 50 g/kWh pour le solaire photovoltaïque.
 - Non pour d'autres car déchets et risques d'accident (Luxembourg, Autriche, Portugal, Danemark)
- **Quel nucléaire?**
 - Réacteurs de 3^e génération (EPR) + sûrs et produisant moins de déchets (2 en Chine, 1 en Finlande + 4 en construction au Royaume-Uni, 1 en France et 6 en projet) mais nombreux problèmes rencontrés
 - Small Modular Reactor (SMR) de 50 à 300 MW produits en usine + faciles à intégrer dans systèmes électriques et + faciles à mettre hors service (choix de la France dans son Plan France 2030)
- **Depuis la guerre en Ukraine, un nouvel intérêt au Royaume- Uni, au Canada, en France, en Belgique ...**

2.4. Un grand espoir : l'hydrogène vert

- Obtenu par **électrolyse de l'électricité renouvelable** contrairement à l'hydrogène fossile tiré du gaz naturel et du charbon (95 % de la production actuelle), à l'hydrogène bleu tiré du gaz naturel avec séquestration du CO₂ et l'hydrogène rose produit par électrolyse d'électricité nucléaire
- **D'où neutralité carbone et** possibilité de stocker l'électricité excédentaire des productions renouvelables (flexibilité) mais coût 2 à 4 x plus cher et nécessité de disposer d'électricité renouvelable
- **Trois paramètres du coût** : prix de l'électricité, coût et efficacité de l'électrolyseur et les coûts de transport et de stockage → localisations spécifiques
- **Usages principaux prioritaires**
 - Décarbonisation des procédés industriels où utilisation massive de l'hydrogène fossile (engrais, raffineries, chimie et production d'acier)
 - Transports lourds sur longues distances grâce à des piles à combustible
 - Réseaux de gaz naturel où on peut injecter 10 à 20 % d'hydrogène vert ou convertir l'hydrogène en méthane par adjonction de CO₂
 - Alimentation en électricité des points ou zones isolées
- **Mais réserves climatiques** : nécessité de réduire les fuites dans les installations ou dans les transports, car l'hydrogène dans l'atmosphère a un pouvoir réchauffant nettement plus fort que le CO₂

3. LE POIDS DES TERRITOIRES ET DES POLITIQUES TERRITORIALES

3.1. Quel rôle pour les territoires?

Intérêts de l'échelle « territoires »

- Niveau révélateur des différences mais aussi le bon niveau spatial pour favoriser des actions, des expérimentations car **intégration possible des différentes politiques thématiques** en lien avec l'énergie (AT, mobilité, logement, consommation, lutte contre la précarité énergétique...) et souvent niveau spatial qui rencontre le plus la **confiance des citoyens**
- Espace permettant de **nouvelles pratiques plus partenariales**, où il est possible de mieux solliciter les acteurs, où des expériences peuvent menées puis transférées ailleurs
- Mais **difficultés** souvent pour disposer d'informations à l'échelle locale d'autant plus que les territoires sont des **systèmes ouverts**
 - Consommations d'énergie
 - Emissions de GES
- Et **forte dépendance** vis-à-vis des
 - Innovations et coûts des technologies mises sur le marché,
 - Financements (publics et privés),
 - Modes de gouvernance (fonctionnement, évaluation...)

3.1. Quel rôle pour les territoires?

Dangers et contraintes

- **Danger principal = localisme**
 - Toute politique énergétique doit être balancée entre un cadre national ou européen et des approches bottom-up territoriales avec comme mot d'ordre : le principe de subsidiarité
- **Contraintes**
 - Dépasser des actions ponctuelles et créer un réel réseau d'actions en lien les unes avec les autres
 - Impliquer des acteurs de nature différente
 - Inscrire ces actions dans des plans cohérents
 - Des moyens financiers (pour la France au moins 50 à 60 Mds par an...)
 - Avoir une vision prospective et tenir dans le temps
 - **Transition = processus avec une vision à moyen et long terme**

3.2. Trois domaines prioritaires

- **Transports et mobilité**

- Exemples : réduire les déplacements, reporter les déplacements nécessaires sur des modes de transport moins énergétivores, favoriser la multimodalité et les modes doux, développer les usages collectifs de la voiture...

- **Nouveaux modes de consommation**

- Exemples : isoler le parc immobilier et construire les nouveaux bâtiments passifs, développer les circuits courts, modifier ses habitudes alimentaires, mettre en place une économie circulaire, développer l'économie de la fonctionnalité, rechercher la sobriété numérique ... et développer des technologies *low-tech* plus sobres, adaptées aux besoins et à faible impact environnemental

- **Aménagement des territoires**

- Exemples : freiner la périurbanisation, favoriser la mixité des fonctions, organiser les territoires à partir des réseaux et des axes de transport...

- **Mais attention aux risques**

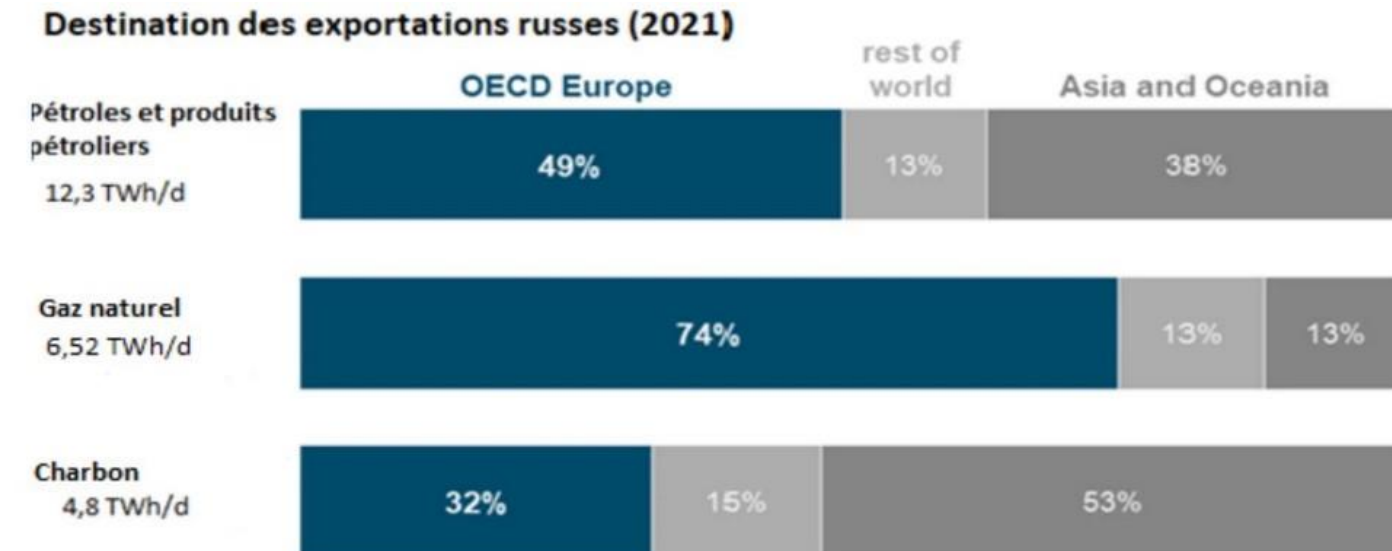
- Accroissement des inégalités entre personnes → nécessité d'une solidarité entre personnes et d'actions contre la précarité énergétique
- Accroissement des inégalités entre territoires → nécessité d'une solidarité territoriale en matière d'accès et de coût de l'énergie, *via* notamment la péréquation tarifaire

- **Et le voulons-nous réellement?**

4. CONTRAINTES ET OPPORTUNITÉS DE LA GUERRE UKRAINE - RUSSIE

4.1. Part de la Russie dans marché énergétique mondial et européen

- **Production mondiale** : 2^e GN (après USA) - 3^e pétrole (après USA et SA) – 6^e charbon (après Chine, USA, Indonésie, Inde et Australie)
- **Exportations mondiales** 1^{er} GN (Qatar 2^e) - 3^e pétrole (10,5 %) (EAU 16 % et SA 11,5%) et 3^e charbon (après Australie et Indonésie)
- Rôle central au sein de **l'OPEP+** (alliance de l'OPEP et 10 autres pays en 2016) qui s'accorde sur niveaux de production pétrolière de ses membres pour influencer sur les cours
- **La Russie est le principal fournisseur de l'UE** : 40 % du gaz, 30 % du pétrole et 42 % des combustibles solides mais fortes différences selon les pays



Destination des exportations russes de combustibles fossiles
Auteur : Académie des technologies d'après US-EIA et BP Outlook - Licence : DR

4.2. Conséquences énergétiques

- **Augmentation des prix**

- Pétrole X 2 et gaz X5 (à la Bourse de Rotterdam)
- Électricité
- Nombreux autres secteurs touchés au niveau de leurs coûts de production et de transports

→ **Inflation et impacts importants économiques et sociaux**

- **Réorganisation du marché de l'énergie**

- Montée en puissance du GNL
- Développement du gaz de schiste avec ses conséquences environnementales
- Montée en puissance de nouveaux producteurs notamment africains
- Russie devra se trouver de nouveaux clients si boycott des produits russes
- Transition énergétique accélérée?

4.3. Se passer du gaz et du pétrole russes

- **Se passer du gaz russe : un défi Pourquoi?**
 - Plus de 90 % du gaz russe vient par gazoducs et l'essentiel du gaz qu'il serait possible d'acheter ailleurs est du GNL ce qui implique des terminaux méthaniers et sans doute des prix plus élevés
 - Vu l'actuelle situation des marchés du GNL, trouver 50 milliards de mètres cubes supplémentaires de GNL est quasi impossible
 - Rompre des contrats à long terme avec Gazprom engendrerait de lourdes amendes
 - → seule solution à court terme : réduire la consommation de gaz d'autant plus que l'Ukraine va fermer ce 11 mai une partie du transit (1/3 des livraisons)
- **Se passer du pétrole russe : un peu plus facile?**
 - Le commerce du pétrole passe principalement par des ports et des pétroliers
 - Des fournisseurs plus nombreux
 - Mais un réel problème pour le diesel (et donc pour le mazout de chauffage et le kérosène) car l'Europe importe environ la moitié de son diesel de Russie en raison de la qualité du pétrole russe (pétrole de schiste américain pas assez riche et pétrole du Moyen-Orient ou du Venezuela trop chargé en soufre ce qui accroît le coût de raffinage)

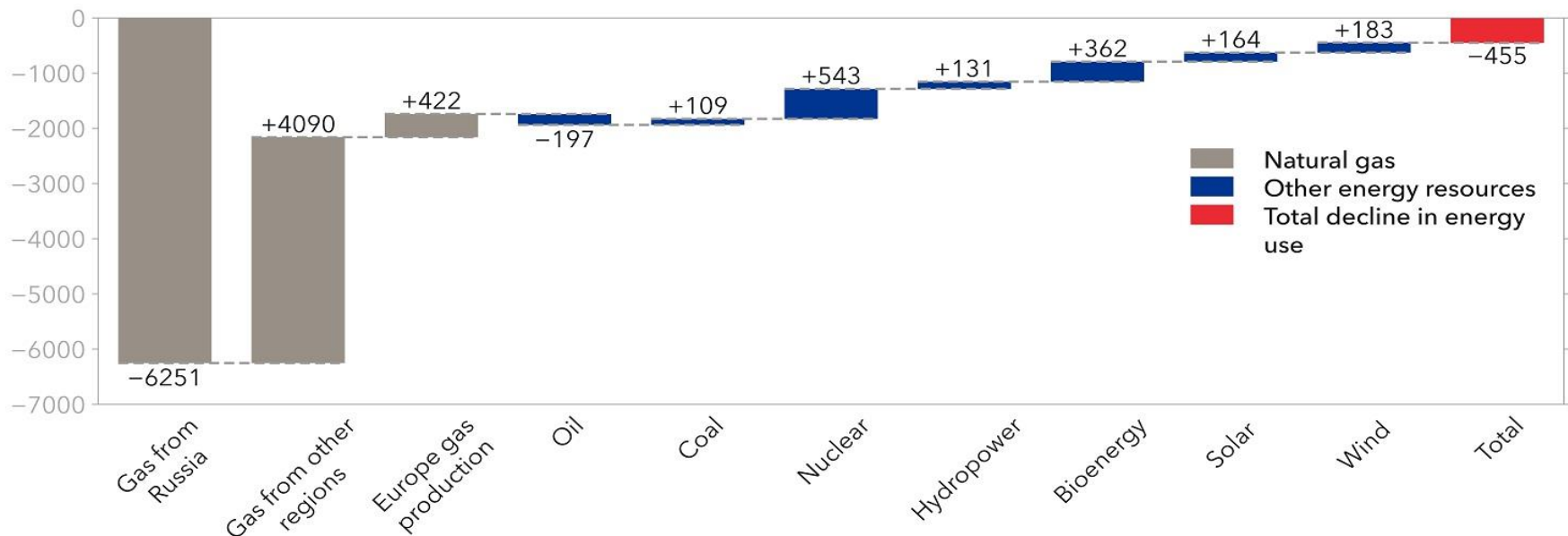
4.4. Quel impact sur la transition énergétique en Europe? (1)

D'après DNV : - 9% gaz russe mais au total – 3% seulement pour consommation énergétique
→ **Oui mais impact limité sans autres mesures**

FIGURE 1 PJ = 10^{15} joules

Impact of the Ukraine war on European primary energy mix in 2024, compared with a pre-war model run

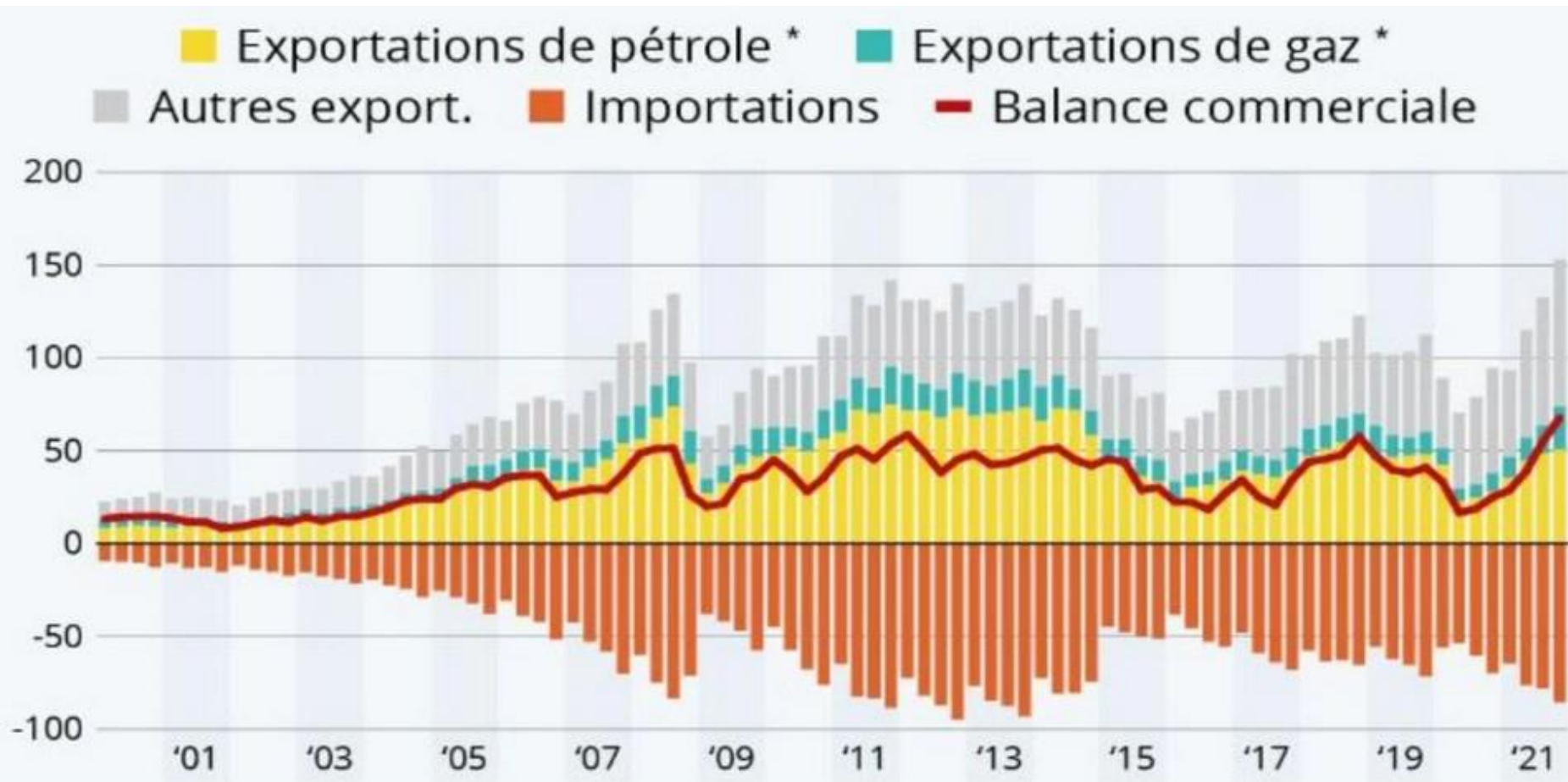
Units: PJ/yr



4.4. Quel impact sur la transition énergétique en Europe? (2)

- Mais pour l'AIE (03-03-22), **possibilité d'aller plus loin** : réduire de plus de 1/3 la dépendance en un an (soit environ 50 Mds m³) avec 10 mesures
 - Ne pas signer de nouveaux contrats de gaz avec la Russie
 - Remplacer les approvisionnements russes par du gaz provenant de sources alternatives comme l'Algérie, l'Azerbaïdjan + GNL du Qatar et des États-Unis (mais presque aussi émissif que le charbon...)
 - Introduire des obligations minimales de stockage de gaz
 - Accélérer le déploiement de l'énergie solaire et éolienne
 - Maximiser la production d'électricité à partir de la bioénergie et du nucléaire
 - Adopter des mesures fiscales à court terme sur les bénéfices exceptionnels afin de protéger les consommateurs d'électricité contre les prix élevés
 - Accélérer le remplacement des chaudières à gaz par des pompes à chaleur
 - Accélérer les améliorations de l'efficacité énergétique dans les bâtiments et l'industrie
 - Encourager les consommateurs à réduire temporairement la température de leur thermostat de 1°C
 - Intensifier les efforts pour diversifier et décarboner les sources de flexibilité du système électrique (charbon et mazout) (mais attention à l'↑ GES)

4.5. Quels impacts pour la Russie?

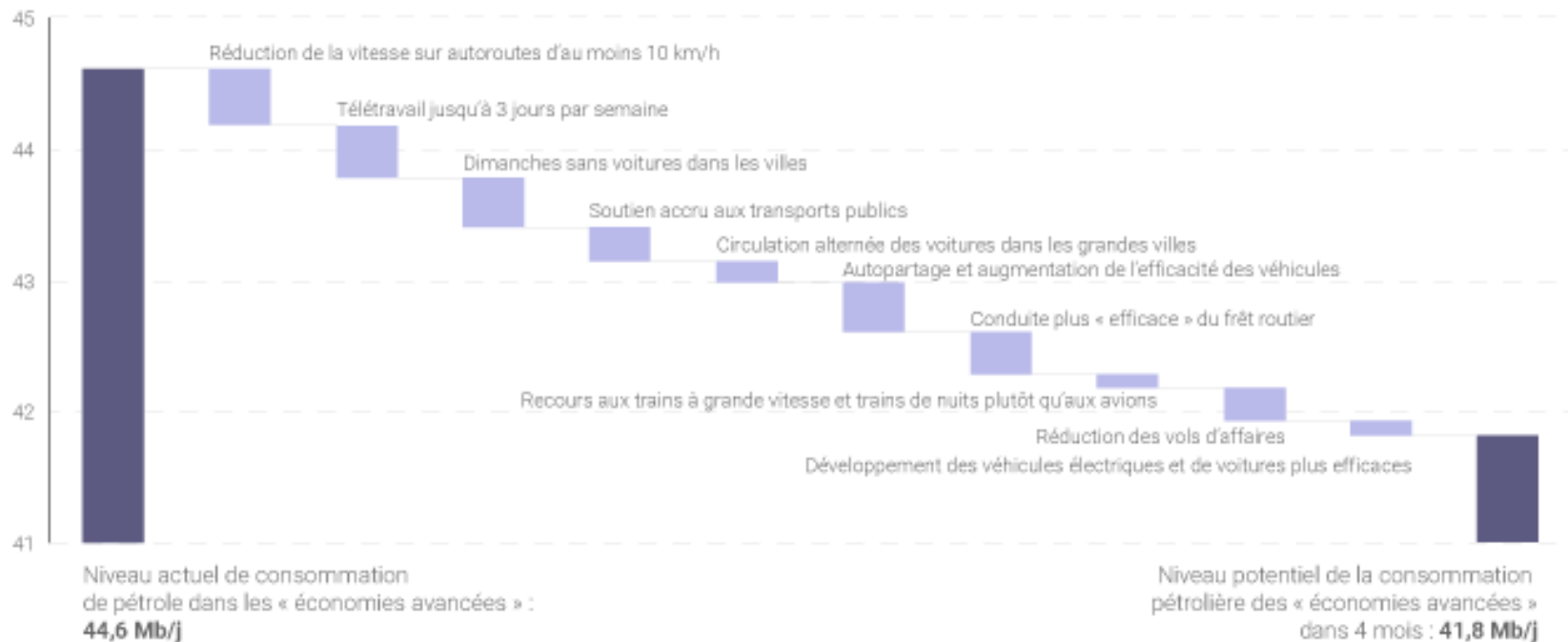


Balance commerciale russe
Auteur : Banque centrale de Russie - Licence : DR

Impact financier limité car hausse des prix mais sans doute forte diminution production car infrastructures limitées pour exporter hors Europe

4.6. Mesures pour aller plus loin au niveau des économies avancées et du pétrole

Pétrole Les recommandations de l'AIE pour réduire la consommation des « économies avancées » dans les 4 prochains mois



Connaissance des Énergies | Source : A 10-Point Plan to Cut Oil Use, AIE, mars 2022.

Source : IEA, 18-03-22.

Economies avancées = 45 % de la demande mondiale de pétrole.
Diminution attendue = 2.7 millions b/j ou ce que l'Europe importe comme pétrole de Russie

BILAN ET CONCLUSION

Bilan

- Pas de solution miracle
- On a souvent les technologies mais il faut les mettre en œuvre
- Importance de mesures d'encouragement et coercitives (dont fiscalité)
- Aller très vite là où les gains sont rapides ex : diminuer la vitesse, la T° car construire de nouveaux réseaux de TenC prend du temps comme de rénover tout le parc immobilier
- Dépasser les convaincus, toucher les indifférents
- La décroissance fait peur → rôle de la communication, de l'information et de la formation
- Plus on attend plus cela coûtera cher

- Il faudra aussi mettre en place des politiques d'adaptation aux changements climatiques

Conclusion

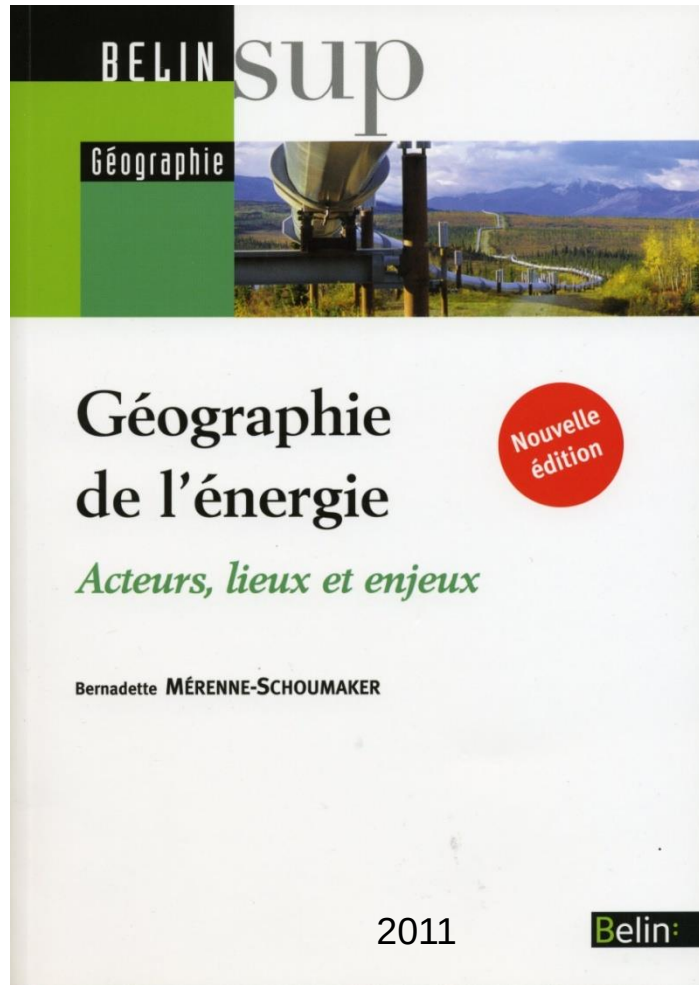
危机

Dangers Opportunités

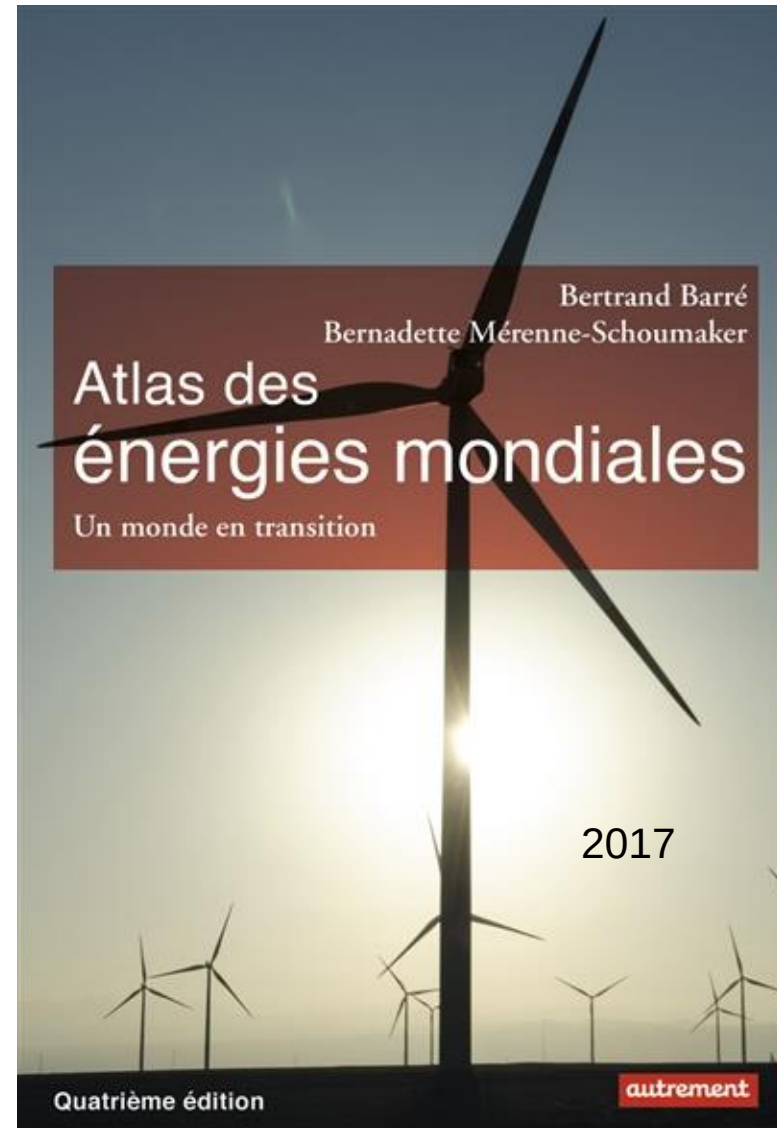
- La transition énergétique = un **impératif** et des **opportunités** face aux crises que rencontre notre actuel modèle de production et de consommation d'énergie
- Il faut donc inventer un **nouveau modèle énergétique** reposant sur le double principe : consommer moins et consommer mieux
- Elle suppose une large **mobilisation des acteurs** (entreprises, chercheurs, associations, citoyens, responsables politiques...) mais aussi des **cadres de références précis et clairs** à toutes les échelles spatiales
- L'**échelle territoriale** est sans conteste une échelle intéressante à condition de l'articuler à d'autres (Région Pays, UE) pour plus de cohérence et d'efficacité

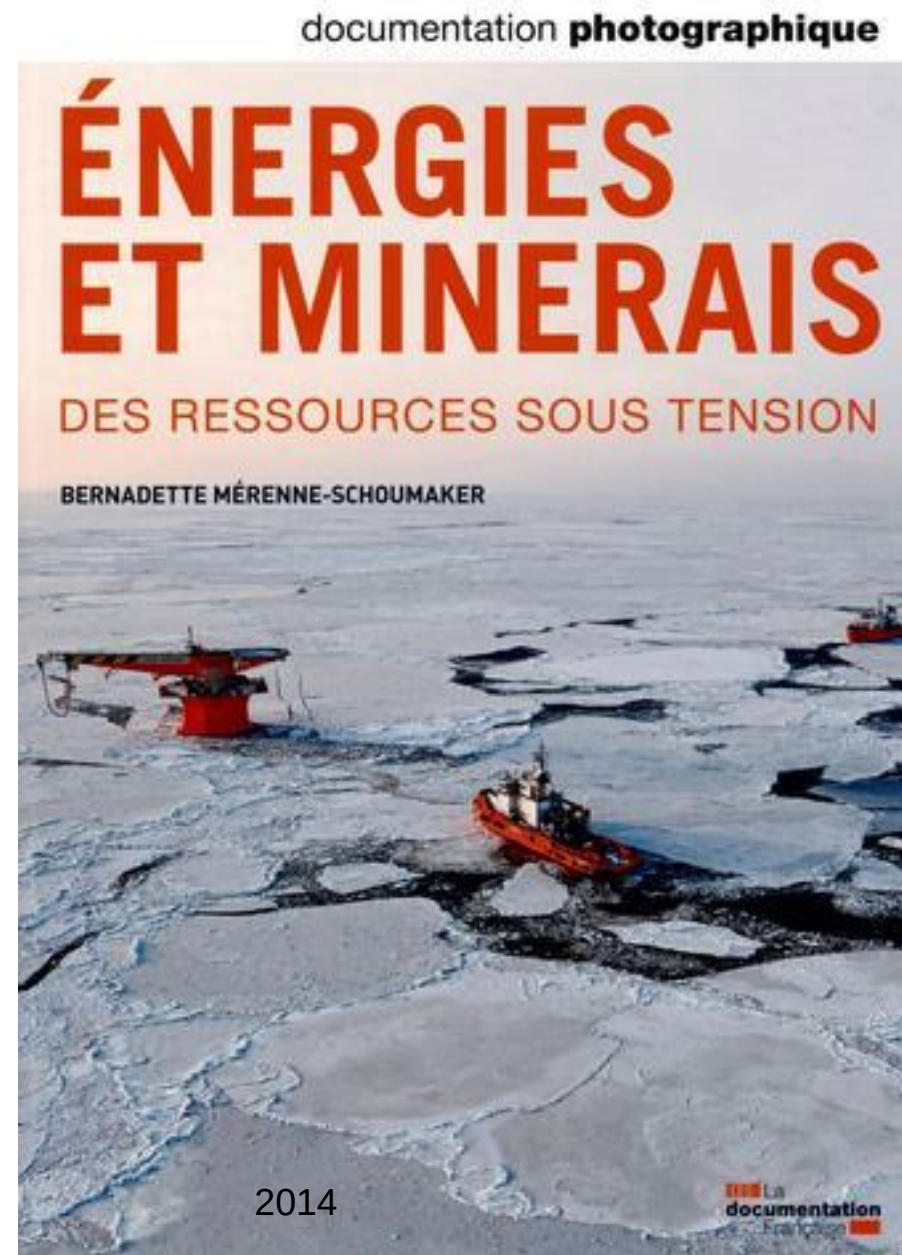
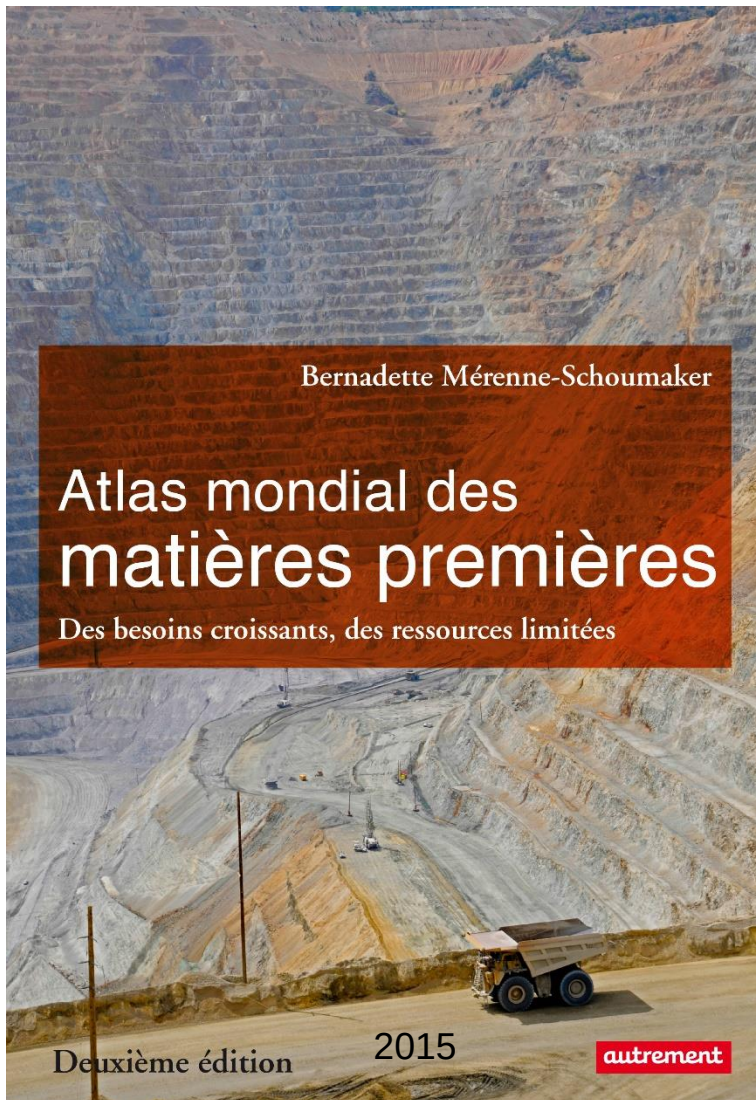
Bibliographie

- BONNET C., CARCANAGUE S., HACHE E., SECK G.S. et SIMOËN M. , *Vers une géopolitique de l'énergie plus complexe ? Une analyse prospective tridimensionnelle de la transition énergétique*, IFP ENERGIES NOUVELLES, IRIS et ANR , 2018 <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/vers-geopolitique-lenergie-plus-complexe>
- CHARLEZ P., *Croissance, énergie, climat. Dépasser la quadrature du cercle*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, 2017.
- CORNOT-GANDOLPHE S., *Le gaz dans la transition énergétique européenne : enjeux et opportunités*, Études de l'Ifri, Ifri, janvier 2018 <https://www.ifri.org/fr/publications/etudes-de-lifri/gaz-transition-energetique-europeenne-enjeux-opportunites>
- KAHRAMAN Z., GUÉRIN A.-J. et JANCOVICI J -M., *Décarbonons! 9 propositions pour que 'Europe change d'ère*, Paris Odile Jacob, 2017.
- MERENNE-SCHOUMAKER B., *Géographie de l'énergie, Acteurs, lieux et enjeux*, 2^e édition, Paris, Belin SUP Géographie, 2011.
- MERENNE-SCHOUMAKER B., *Énergies et minerais, des ressources sous tensions*, Paris, La Documentation Photographique, 8098, mars-avril 2014.
- MERENNE-SCHOUMAKER B. *Atlas mondial des matières premières. Incertitudes et défis*, Paris, Autrement, 2020 (3^e édition)
- MERENNE-SCHOUMAKER B. & BARRÉ B., *Atlas mondial des énergies. Vers un monde plus vert?*, Paris, Atlas Autrement, 2021 (5^e édition).
- REN21, *Renewables 2021 Global Status Report* https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf
- VELTZ P., *L'économie désirable. Sortir du thermo-fossile*, Seuil, Paris, 2021
- Sites
 - Agence internationale de l'énergie (AIE/IEA) : www.iea.org dont Key World Energy Statistics (KWES) (annuel) <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2021>
 - BP (British Petroleum), *Statistical Review of World Energy* (annuel) (dernier rapport 2021) <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
 - Connaissance des énergies <https://www.connaissancedesenergies.org/>



Pour en savoir plus







Merci pour votre attention

