

Choix énergétiques et impacts sur les sociétés

Cours

Sommaire

I Les énergies exploitées aujourd'hui

- A Les énergies fossiles
- B L'énergie nucléaire
- C Les énergies renouvelables

II Les choix énergétiques pour demain

- A L'enjeu climatique et environnemental
- B Minimiser la quantité d'énergie consommée
- C La gestion des risques
- D Le mix énergétique
- E Les innovations technologiques

RÉSUMÉ

Il est impossible pour les énergies exploitées aujourd'hui de fournir une production adaptée à la consommation sans épuiser les ressources et sans impact environnemental. Les choix énergétiques pour demain doivent garantir une transition rapide et durable. Il s'agit de confronter des objectifs parfois antagonistes aux répercussions inévitables sur les sociétés.

I Les énergies exploitées aujourd'hui

Les énergies exploitées aujourd'hui sont principalement les énergies fossiles et l'énergie nucléaire. Malgré leur forte densité énergétique, elles utilisent des ressources épuisables et leur exploitation est nuisible à l'environnement. Les énergies renouvelables sont moins polluantes mais leur utilisation est limitée par une production intermittente et un rendement souvent faible.

A Les énergies fossiles

Les énergies fossiles sont produites par combustion de charbon, de gaz naturel ou de pétrole. Leur densité énergétique importante et leur facilité de stockage et de transport les positionnent à la 1^{re} place de la consommation mondiale. Leur exploitation doit être restreinte en raison de leur impact environnemental et de leur caractère épuisable.

Les combustibles fossiles sont facilement transportables. Leur densité énergétique élevée rend leur exploitation aisée et performante. Les énergies produites par leur combustion ont de nombreuses applications : le transport, le chauffage des logements, ainsi que la production d'électricité dans les centrales thermiques.

La puissance produite par une centrale thermique peut atteindre 700 MW, ce qui correspond à la consommation d'une grande ville (340 000 habitants environ).

Mais les combustibles fossiles sont des ressources épuisables : leurs réserves s'amenuisent.

EXEMPLE

Les réserves « prouvées » de pétrole sont estimées aujourd'hui à environ 50 ans de production mondiale au rythme actuel.

Les combustibles fossiles sont les principaux responsables de l'émission de gaz à effet de serre, à l'origine de pollution atmosphérique et du réchauffement climatique.

Les gisements fossiles sont détenus seulement par quelques pays. Leur exploitation pose donc des tensions géopolitiques.

B L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est produite par fission de l'uranium. Elle assure un approvisionnement d'électricité avec une forte densité énergétique. Son exploitation est non polluante pour l'atmosphère mais génère des déchets radioactifs qu'il faut stocker pendant des millions d'années.

L'exploitation de l'énergie nucléaire n'émet pas de gaz à effet de serre et est très performante.

Une centrale nucléaire inclut en général 2 à 4 réacteurs de puissance moyenne de 1 000 MW. Ainsi, une centrale nucléaire produit entre 2 000 et 4 000 MW, ce qui correspond environ à la consommation de 1 à 2 millions de foyers.

EXEMPLE

En France, il existe 58 réacteurs nucléaires en activité, répartis au sein de 19 centrales pour une puissance totale et maximale de 63 130 MW (soit la consommation de 30 millions de foyers).

Les revers de l'exploitation de l'énergie nucléaire sont la production de déchets radioactifs, qui doivent être stockés en toute sûreté pendant des millions d'années, et le risque d'accidents graves aussi bien sur le plan humain qu'environnemental. La probabilité de tels accidents est très faible mais elle n'est pas nulle.

De plus, les réserves d'uranium sur Terre étant limitées, cette forme d'énergie est non renouvelable.

C Les énergies renouvelables

Les énergies renouvelables sont produites par exploitation des flux (rayonnement solaire, vent, courants marins, etc.) et des stocks (biomasse) qui ne sont pas épuisés par la consommation humaine. Leur utilisation est limitée par une exploitation intermittente par nature, et un rendement souvent faible.

Par définition, les ressources des énergies renouvelables sont illimitées. Généralement, leur exploitation n'émet pas de gaz à effet de serre (sauf la combustion de biomasse) et elle est sûre car elle ne présente pas de risques particuliers.

Les énergies renouvelables servent essentiellement à produire de l'électricité de manière intermittente.

EXEMPLE

La nuit, en l'absence de vent et de lumière, les éoliennes et les panneaux solaires ne peuvent rien produire pour alimenter le réseau électrique.

Le stockage, actuellement difficile, d'une grande quantité d'énergie électrique est donc problématique, notamment dans les domaines des transports et de l'industrie où elles ne peuvent pas remplacer les énergies non renouvelables.

EXEMPLE

Certains véhicules peuvent être alimentés avec des batteries qui stockent l'énergie électrique éventuellement issue d'énergies renouvelables, mais ce n'est pas possible pour les véhicules les plus énergivores comme les avions.

L'impact environnemental des exploitations d'énergies renouvelables n'est pas entièrement positif. L'installation des sites d'exploitation et des dispositifs nécessaires peut émettre des gaz à effet de serre.

EXEMPLE

La fabrication d'une éolienne produit des gaz à effet de serre. Ainsi, on estime que l'empreinte carbone finale est d'environ 14 g d'équivalent CO_2 pour 1 kWh produit par cette technologie.



La fabrication des dispositifs peut recourir à des ressources rares et limitées.

EXEMPLE

La fabrication des panneaux photovoltaïques nécessite des métaux rares dont les gisements présentent un impact environnemental très négatif.

Les constructions nécessaires peuvent dégrader les écosystèmes et les paysages des sites.

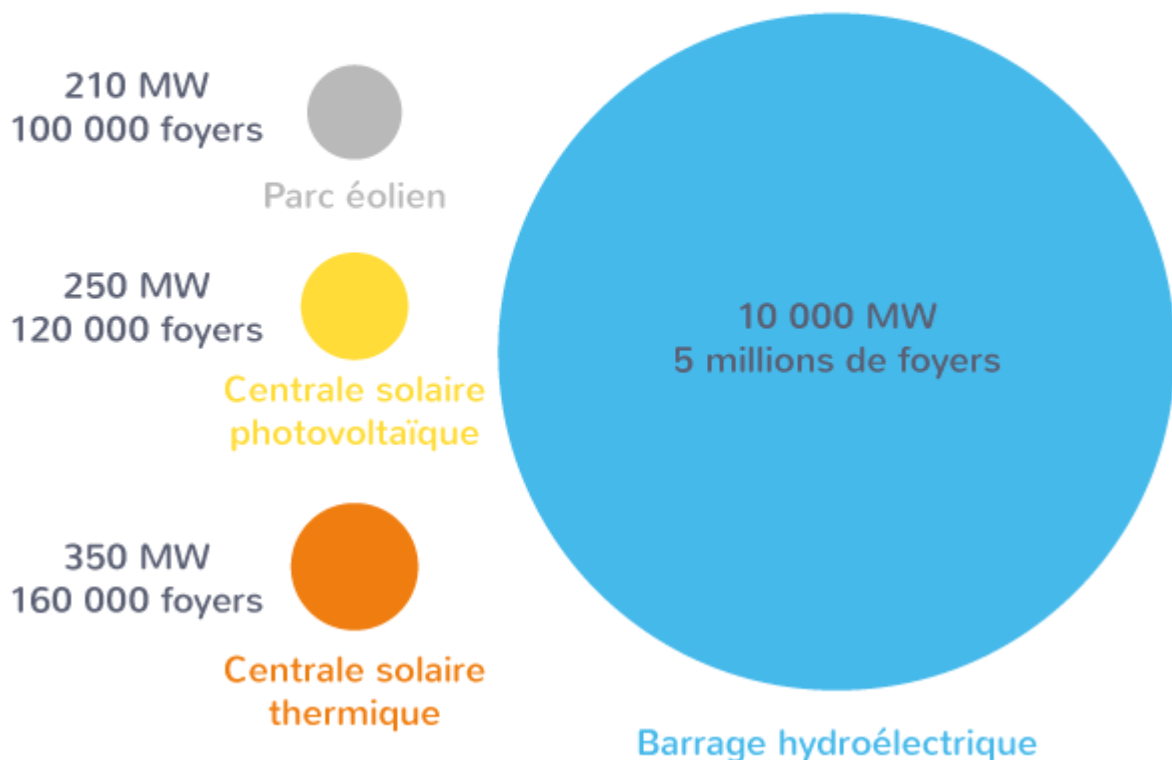
EXEMPLE

Les éoliennes et les barrages hydroélectriques ne passent pas inaperçus dans le paysage et perturbent la vie des animaux qui vivent à proximité.

L'énergie produite par les barrages hydroélectriques est la moins chère et la plus performante. Même si sur ce type de centrales les projets sont coûteux, les frais de fonctionnement et de maintenance sont faibles et les barrages français sont souvent amortis depuis longtemps.

Malheureusement, la création d'un barrage engendre des problèmes sur les écosystèmes locaux. Aussi, le parc hydroélectrique français, installé depuis de nombreuses années, ne recèle pas beaucoup de marge de développement.

Puissance électrique produite par type d'énergie renouvelable et nombre de foyers alimentés



REMARQUE

En 2018, la France s'est classée au 2^e rang européen et au 10^e rang mondial pour sa production hydroélectrique de 63,1 TWh.

II Les choix énergétiques pour demain

Pour répondre à l'enjeu climatique et environnemental, les choix énergétiques du futur doivent permettre d'assurer une transition rapide et durable. Les pistes envisagées consistent à minimiser la quantité d'énergie consommée. Quelle que soit l'énergie choisie, la gestion des risques doit être anticipée. Le mix énergétique est une solution adaptable à court terme. Plusieurs innovations technologiques sont aussi explorées dans le but de produire des énergies moins polluantes, d'économiser l'énergie ou encore de dépolluer.

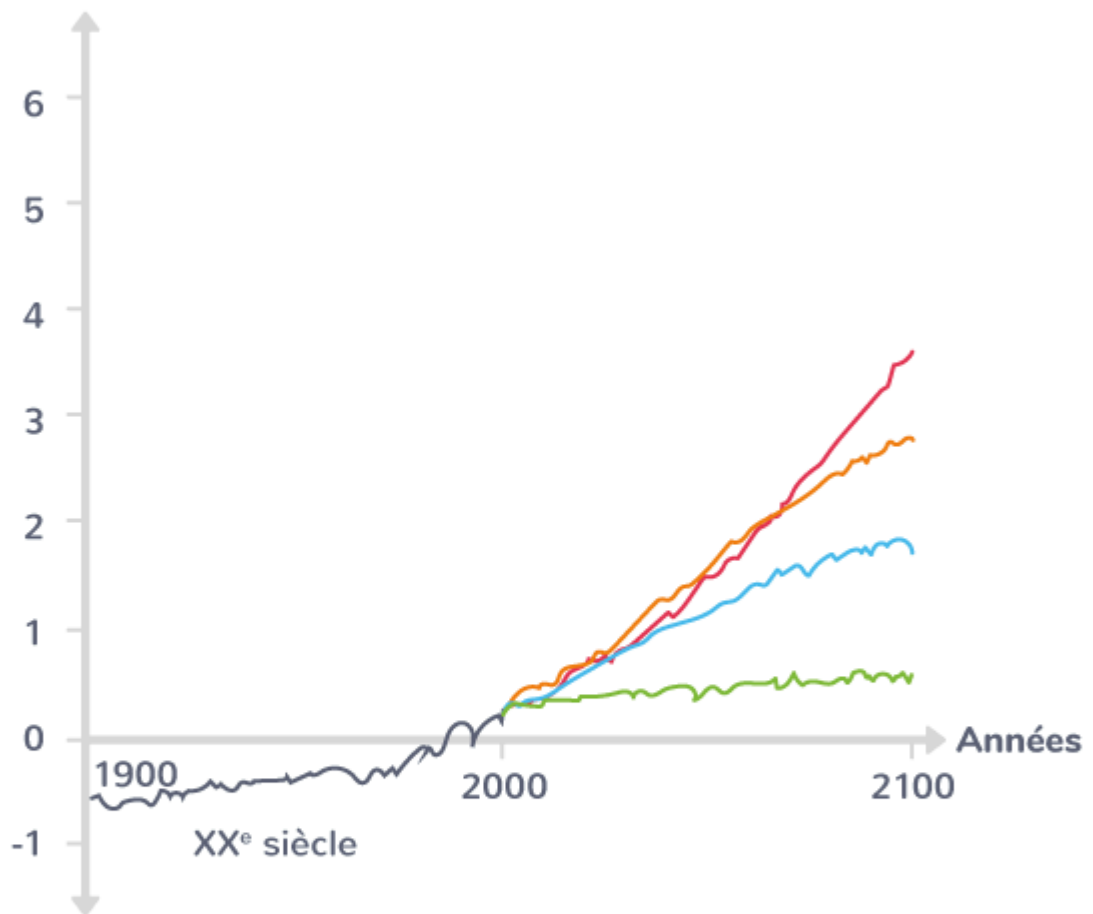
A L'enjeu climatique et environnemental

L'enjeu climatique et environnemental est un défi majeur pour les sociétés en ce début de XXI^e siècle. Les choix de transition énergétique reposent sur un régime durable de conversion et d'utilisation de l'énergie.

Aujourd'hui, il est avéré que si les concentrations des gaz à effet de serre continuent d'augmenter au rythme actuel, la température globale de la Terre augmenterait d'environ 4 °C d'ici 2100.

Prévisions sur l'augmentation de la température

Augmentation globale
de la température (°C)



- Sans mesures prises à l'échelle mondiale
- Avec une amélioration des technologies au rythme actuel
- Avec une transition rapide vers des technologies « propres » et utilisant les ressources de manière efficace
- Avec une concentration en gaz à effet de serre constante depuis l'an 2000



Depuis 1995, plus d'une centaine de pays se réunissent chaque année lors des COP (*Conference of parties*) pour débattre du climat et de la lutte contre le réchauffement climatique. Du fait de la complexité du sujet et de ses enjeux, c'est un processus long dans lequel se mêlent des problématiques environnementales, économiques, sociales et diplomatiques.

EXEMPLE

Avec la COP 21 et l'accord de Paris adopté par 195 pays (parmi les plus gros émetteurs de CO_2 comme les États-Unis, le Canada, la Chine ou l'Australie), l'espoir se dessine de réduire les émissions de gaz à effet de serre et de limiter à 2 °C voire 1,5 °C le réchauffement de la planète avant 2100.

B Minimiser la quantité d'énergie consommée

La diminution des stocks des énergies fossiles et nucléaire, non renouvelables, et la nécessité de limiter leurs rejets, imposent de minimiser la quantité d'énergie consommée.

La meilleure solution pour économiser les ressources énergétiques non renouvelables et diminuer les différents rejets est de consommer globalement moins d'énergie. À l'avenir, cette économie d'énergie permettra aussi d'adapter la consommation à la production plus faible des énergies renouvelables.

Les gouvernements peuvent réduire l'énergie consommée en construisant des bâtiments moins énergivores, en développant des moyens de transport collectifs et en incitant les industries et les particuliers à utiliser des installations et des appareils consommant moins d'énergie.

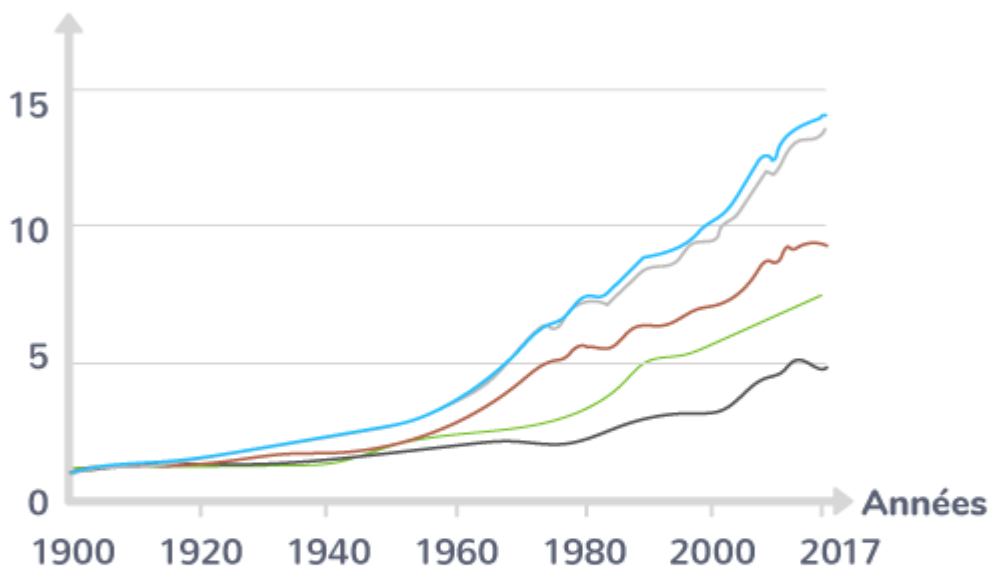


REMARQUE

Contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'exploitation d'une nouvelle forme d'énergie ne réduit pas l'exploitation des énergies plus anciennes : depuis l'ère industrielle, l'hypercroissance de nombreux pays a fait que la consommation des différentes formes d'énergie s'accumule sans cesse.

Évolution de la consommation mondiale des différentes énergies

Consommation d'énergie (Gtep)



- Nucléaire
- Gaz
- Pétrole
- Énergies renouvelables
- Charbon



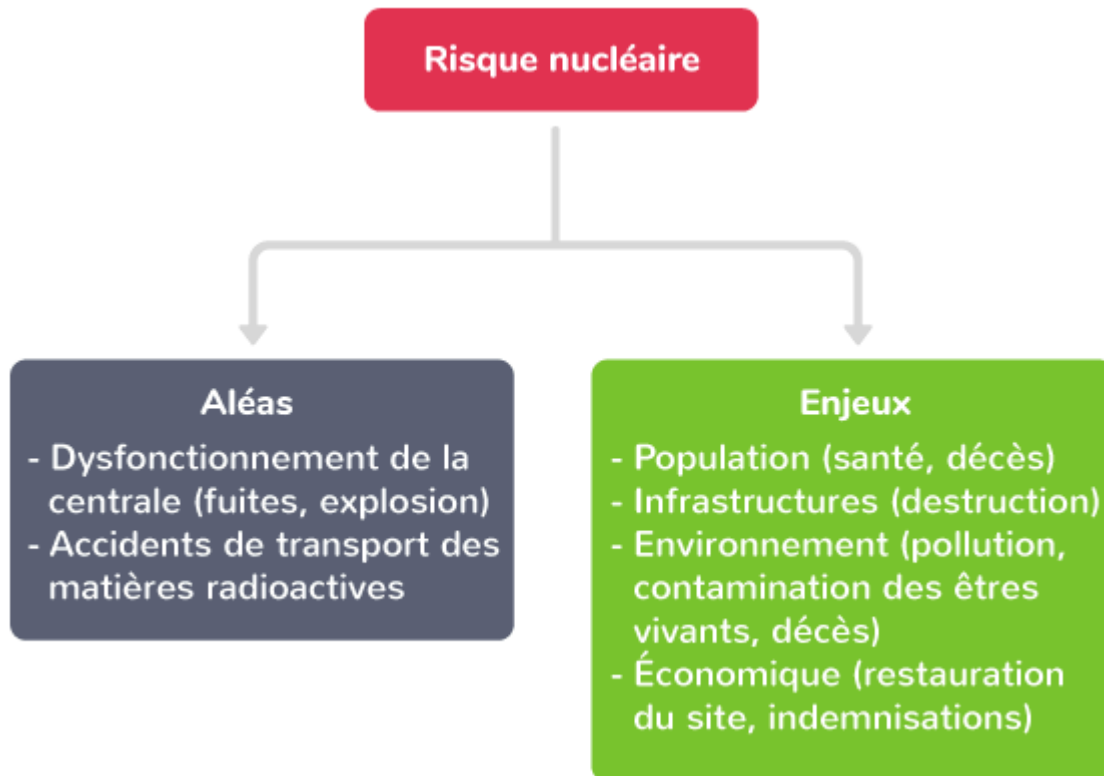
Les ressources énergétiques étant finies, il est inévitable de mettre en place des économies d'énergie à grande échelle.

C La gestion des risques

Pour être durable, l'exploitation de certaines énergies nécessite une gestion des risques adaptée.

Le choix énergétique doit se faire en considérant les enjeux et aléas liés à la solution choisie. Le risque est constitué par la combinaison d'un aléa et des enjeux.

EXEMPLE



Une fois le risque identifié et analysé, des mesures de prévention sont établies en amont de la construction du site pour prévoir une réglementation. La diminution des risques à la source est mise en place. La population est informée des risques. L'organisation des secours, les consignes en cas d'accident et les systèmes d'alerte sont préparés. Les fonds permettant les indemnisations à prévoir en cas d'accident sont anticipés.

EXEMPLE

Mesures de prévention dans le cas du risque nucléaire :

- réglementation : lois fixant les règles de création, construction, fonctionnement, surveillance, démantèlement, protection des travailleurs, rejets et inspections ;
- diminution des risques à la source : systèmes de refroidissement pour pallier les éventuels accidents, surveillance constante de la centrale durant son exploitation, personnel qualifié et formé ;
- informations aux populations : fonctionnement de la centrale, impacts environnementaux ;
- alerte : prévision d'un signal d'alarme pour la population ;
- organisation des secours : à la centrale, pour les populations ;
- consignes en cas d'accident : plan de confinement, d'évacuation, consignes en matière d'alimentation, de soins en cas d'irradiation (disponibilité de comprimés d'iode) ;

- indemnisation : l'exploitant doit prévoir un budget de 100 millions d'euros. Au-delà, l'État prend le relais.

Ces mesures peuvent s'appliquer à d'autres énergies et à des degrés plus ou moins importants.

Le choix de l'implantation du site et de l'énergie utilisée doit donc prendre en compte de nombreux facteurs de risque. Le rapport bénéfice/risque doit être parfaitement maîtrisé.

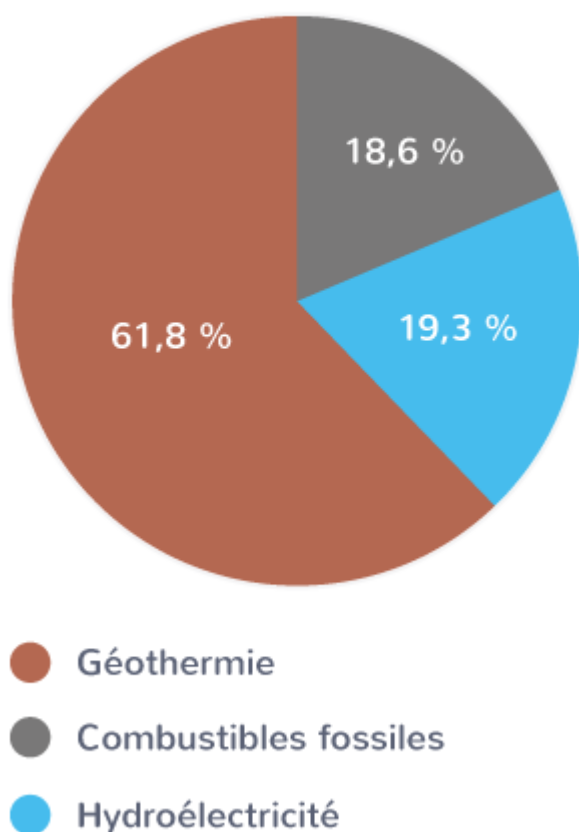
D Le mix énergétique

Le mix énergétique est la répartition des différentes sources d'énergie consommées dans une zone géographique donnée. Il doit être adapté aux disponibilités locales.

EXEMPLE

L'Islande parvient à exploiter sa géologie unique pour que son mix énergétique montre une part majoritaire et importante d'énergies renouvelables (géothermie et hydraulique) :

Mix énergétique de l'Islande



REMARQUE

Bien qu'avec son mix énergétique l'Islande parvienne à produire la totalité de son énergie électrique avec des ressources renouvelables, le taux d'émission de CO_2 par habitant de ce pays est égal à la moyenne européenne. En effet, son dynamisme économique fondé sur le tourisme a entraîné un accroissement du trafic aérien (avion, hélicoptère) et

du transport routier, consommateurs d'énergies fossiles, ce qui a dégradé le bilan de CO_2 par habitant de cette île faiblement peuplée (360 000 résidents permanents).

Pour une transition énergétique durable, le mix énergétique doit permettre le plus possible une production d'énergie qui n'émet pas de gaz à effet de serre, dont les rejets sont non nocifs et gérables, et adaptée aux ressources locales.

EXEMPLE

L'exploitation française de l'énergie nucléaire ne peut pas être considérée comme durable car l'uranium utilisé provient principalement de mines au Niger et au Kazakhstan. L'extraction de ce minerai dans ces pays a un impact environnemental non négligeable, son transport en France augmente son empreinte carbone et la dépendance française par rapport à ces nations engendre des collusions et des tensions géopolitiques.

L'adéquation production/consommation, aussi appelée « foisonnement », consiste à ajuster la production aux besoins en pilotant différents lieux de production de manière à ce que les baisses de production d'un site soient palliées par les productions d'un autre site. Ce principe de fonctionnement permettrait donc de répondre à l'intermittence des exploitations des énergies renouvelables.

EXEMPLE

Le projet Desertec prévoit d'exploiter l'excès d'énergie des déserts d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient afin d'approvisionner durablement les régions avoisinantes (en particulier l'Europe) en énergie renouvelable, issue de centrales solaires photovoltaïques, thermodynamiques, et de parcs d'éoliennes.

E Les innovations technologiques

Parmi les innovations technologiques à l'étude, la filière hydrogène est prometteuse à la fois pour le stockage et la production d'énergie. D'autres solutions sont explorées pour produire des énergies moins polluantes, pour économiser l'énergie, ou encore pour dépolluer.

Dans les piles à combustibles, le dihydrogène permet de stocker l'énergie sous forme chimique. Ce stockage est plus particulièrement intéressant lorsqu'il est couplé aux exploitations des énergies renouvelables souvent intermittentes. La réaction chimique entre le dihydrogène et le dioxygène permet de restituer l'énergie, sous forme électrique, à la demande. Le point négatif est qu'actuellement, le rendement de ces piles les plus efficaces est de seulement 30 %. De nombreux laboratoires ont ainsi pour projet d'augmenter leur efficacité, les travaux de deux équipes de chimistes américains permettent d'espérer atteindre un rendement de 98 %.

L'hydrogène pourrait aussi permettre la production d'énergie électrique sans émissions de gaz à effet de serre et en générant peu de déchets radioactifs si la fusion nucléaire de cet élément chimique est un jour maîtrisée. Celle-ci consiste à augmenter suffisamment la température de dihydrogène afin que certains atomes entrent en fusion, libérant une grande quantité d'énergie, de manière similaire à ce qui se produit au cœur du Soleil.

Types de solutions	Exemples
Produire des énergies moins polluantes	<ul style="list-style-type: none">Augmenter le rendement et le stockage des exploitations d'énergie renouvelable

	<ul style="list-style-type: none">• Contrôler la fusion nucléaire de l'hydrogène
Économiser l'énergie	<ul style="list-style-type: none">• Isoler les bâtiments• Privilégier les moyens de transport collectifs et ceux consommant le moins d'énergie fossile• Améliorer l'efficacité des appareils électriques• Mettre en place des transformations sociétales : production localisée, limitation de la croissance, baisse de la consommation
Dépolluer	Piéger le dioxyde de carbone émis par les centrales thermiques et l'enfouir