

Introduction

- Avec la révolution industrielle, le taux de gaz carbonique dans l'atmosphère a commencé à s'accroître avec l'utilisation à grande échelle de l'énergie fossile comme source principale d'énergie.
- En effet, l'humanité consomme actuellement 30 fois plus d'énergie qu'il y a **un siècle**.

L'énergie, c'est quoi ?

❑ **Energie** vient du mot Grec « **Energia** » qui signifie « **Force en action** ».

❑ **L'énergie** désigne tout ce que permet de:

- Effectuer un travail,
- Fabriquer de la chaleur et de la lumière,
- Produire un mouvement.

Dans le S.I d'unités, l'énergie s'exprime en **Joules** ou en kilowatt-heure (kWh).

1. Les différentes formes d'énergie

- L'énergie se manifeste de multiples façons: **mécanique, thermique, chimique, rayonnante** ou **nucléaire**.
- Elle peut toujours se convertir d'une forme à une autre.

1.1. L'énergie mécanique : L'énergie mécanique est la somme de deux autres énergies : **l'énergie cinétique** et **l'énergie potentielle**.

a. l'énergie cinétique : est l'énergie des objets en mouvement ; plus la vitesse d'un objet est grande, plus son énergie cinétique est importante (comme : **Energie hydraulique, Energie éolienne**).

b. l'énergie potentielle:

- Elle est stockée dans les objets immobiles.
- Elle dépend de la position des objets.
- Elle existe potentiellement, c-à-d qu'elle ne se manifeste que lorsqu'elle est convertie en énergie cinétique.

1.2. L'énergie thermique : il s'agit tout simplement de **la chaleur**. Celle-ci est causée par l'agitation des molécules dans la matière.

- *Dans une machine à vapeur*, elle est convertie en énergie mécanique ;
- *Dans une centrale thermique*, elle est convertie en électricité.

1.3. L'énergie chimique : est l'énergie associée aux liaisons entre les atomes constituant les molécules.

❑ Certaines réactions chimiques sont capables **de briser ces liaisons**, ce qui libère leur énergie.

Exemples

- Lors de la combustion, le pétrole, le gaz, le charbon ou encore la biomasse, convertissent leur **énergie chimique** en **chaleur et en lumière**.
- Dans les piles, **les réactions électrochimiques** qui ont lieu produisent de **l'électricité**.

3.3. L'énergie électrique : L'énergie électrique représente l'énergie transférée d'un système à un autre grâce à l'électricité, c-à-d par un mouvement de charges électriques.

Les Energies non renouvelables

Il existe deux sources d'énergies non renouvelables :

- les énergies fossiles
- l'énergie nucléaire

A. les énergies fossiles

Le charbon, le pétrole et le gaz naturel proviennent de la décomposition **de végétaux et d'organismes vivants** qui ont été enfouis sous la terre. Ces ressources diminuent quand on les utilise car il leur faut des millions d'années pour se former.

1. Le gaz

Le gaz naturel est une source d'énergie fossile naturelle qui se forme sous terre sur de très longues périodes. C'est principalement composé de gaz comme le méthane. On l'utilise pour produire de l'électricité, chauffer les maisons...

- *Lorsqu'il est brûlé, il libère de l'énergie, mais aussi du dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre qui contribue au changement climatique.*

1.1. Comment se forme ce gaz ?

Le gaz naturel se forme à partir de la décomposition de matière organique qui a eu lieu il y a des millions d'années. Voici le processus de formation simplifié :

1. **Décomposition de Matière Organique** : Au fil du temps, des organismes tels que des micro-organismes, des algues et des plantes meurent et s'accumulent dans des zones humides, des marécages ou des fonds marins.
2. **Enfouissement et Compression** : Ces dépôts de matière organique sont ensevelis par des couches successives de sédiments, ce qui crée des conditions de pression et de température élevées.
3. **Transformation Chimique** : Sous l'effet de la chaleur et de la pression, la matière organique se transforme en composés riches en carbone et en hydrogène, principalement du méthane (CH₄) mais aussi d'autres hydrocarbures plus lourds.
4. **Migration et Stockage** : Le gaz naturel a tendance à migrer à travers les pores des roches sédimentaires, souvent vers des formations géologiques appelées réservoirs. Ces réservoirs, s'ils sont imperméables, permettent au gaz de s'accumuler en quantités économiquement exploitables.
5. **Forage et Extraction** : Pour extraire le gaz naturel, des puits sont forés dans les réservoirs où il est piégé. Une fois extrait, le gaz peut être transporté via des pipelines pour être utilisé comme source d'énergie.

Avantages du gaz naturel :

1. **Émissions de CO₂ moins élevées** : Le gaz naturel produit moins de dioxyde de carbone (CO₂) lors de la combustion par rapport au charbon et au pétrole. Il est considéré comme une source d'énergie fossile plus propre en termes d'émissions de gaz à effet de serre.

2. **Abondance et fiabilité de l'approvisionnement** : Le gaz naturel est relativement abondant et largement disponible dans de nombreuses régions du monde. Il offre une source d'énergie fiable et continue car il n'est pas dépendant des conditions météorologiques comme l'éolien ou le solaire.
3. **Efficacité énergétique** : Les centrales électriques au gaz naturel sont généralement plus efficaces que celles au charbon, ce qui signifie qu'elles peuvent produire plus d'électricité à partir de la même quantité de combustible.
4. **Utilisations Polyvalentes** : Le gaz naturel est utilisé pour une variété d'applications, notamment la production d'électricité, le chauffage résidentiel et industriel, ainsi que comme carburant pour les véhicules.

Inconvénients du gaz naturel :

1. **Émissions de gaz à effet de Serre** : Bien que moins émetteur de CO₂ que le charbon ou le pétrole, le gaz naturel émet toujours du CO₂ lors de sa combustion. Il émet également du méthane (CH₄), un gaz à effet de serre beaucoup plus puissant à court terme que le CO₂.
2. **Dépendance à une ressource non renouvelable** : Le gaz naturel est une ressource non renouvelable, ce qui signifie qu'il finira par s'épuiser. Son utilisation prolongée sans efforts de transition vers des sources d'énergie plus durables peut poser des problèmes à long terme.
3. **Impact environnemental de l'extraction** : L'extraction du gaz naturel, en particulier par fracturation hydraulique, peut avoir des impacts environnementaux tels que la contamination des eaux souterraines et la perturbation des écosystèmes locaux.
4. **Dépendance Géopolitique** : Certains pays peuvent dépendre fortement des importations de gaz naturel, ce qui peut les rendre vulnérables à des fluctuations des prix ou à des problèmes d'approvisionnement liés à la politique internationale.

2. Le pétrole

Le pétrole est une substance naturelle et liquide que l'on trouve sous la surface de la Terre. Il est formé à partir de matières organiques comme les plantes et les animaux qui se sont accumulées et ont été soumises à des pressions et des températures élevées pendant des millions d'années. On extrait le pétrole pour en faire divers produits comme l'essence, le diesel, le plastique et d'autres matériaux utiles dans notre vie quotidienne.

2.1. Comment se forme le pétrole ?

Le pétrole se forme à partir de la décomposition de matières organiques sur de très longues périodes de temps, processus qui se déroule sous la surface de la Terre. Voici les étapes principales de sa formation :

1. **Dépôt de matières organiques** : Tout commence lorsque des organismes marins et terrestres meurent. Leurs restes, tels que des algues, des planctons, des coquillages et des débris végétaux, tombent au fond des océans et des lacs.
2. **Sédimentation** : Les restes organiques sont recouverts par des sédiments tels que du sable, de l'argile et des minéraux qui se déposent au fil du temps. Cette accumulation exerce une pression sur les restes organiques enfouis.
3. **Transformation chimique** : Sous l'effet de la pression et de la chaleur croissantes à mesure que les couches de sédiments s'accumulent, les matières organiques subissent des transformations chimiques. Ce processus, appelé diagenèse, convertit les restes en une substance appelée kérogène.

4. **Formation de pétrole brut** : Si les conditions de pression et de température sont appropriées, le kérogène continue d'évoluer. Il se transforme en hydrocarbures liquides et gazeux, donnant naissance au pétrole brut.
5. **Migration** : Le pétrole a tendance à se déplacer à travers les pores et les fractures de la roche pour atteindre des réservoirs souterrains. Cela se produit car le pétrole est moins dense que les roches environnantes et a une certaine mobilité.

2.2. Avantages du pétrole :

1. **Source d'énergie polyvalente** : Le pétrole est une source d'énergie très polyvalente. Il est utilisé pour produire de l'électricité, pour le transport (essence, diesel, kérosène), et il est également utilisé dans de nombreux secteurs industriels.
2. **Facilité de stockage et de transport** : Le pétrole est relativement facile à stocker et à transporter par rapport à certaines autres sources d'énergie, comme le gaz naturel ou l'énergie électrique.
3. **Création d'emplois et stimulation économique** : L'industrie pétrolière crée de nombreux emplois, tant directement dans l'extraction et la production que dans les industries connexes. Elle contribue également de manière significative aux économies nationales de nombreux pays.
4. **Base pour la fabrication de produits chimiques** : De nombreux produits chimiques et matériaux, tels que les plastiques, les médicaments, les lubrifiants, sont dérivés du pétrole.

2.3. Inconvénients du pétrole :

1. **Émissions de gaz à effet de serre** : La combustion du pétrole libère du dioxyde de carbone (CO₂) et d'autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère, contribuant au changement climatique.
2. **Dépendance aux importations** : De nombreux pays sont dépendants du pétrole importé, ce qui les rend vulnérables aux fluctuations des prix et aux instabilités politiques dans les pays producteurs.
3. **Accidents environnementaux** : Les accidents liés à l'exploitation et au transport du pétrole, tels que les déversements de pétrole en mer, peuvent avoir des conséquences graves sur les écosystèmes et la vie marine.
4. **Épuisement des réserves** : Le pétrole est une ressource non renouvelable, ce qui signifie qu'il finira par s'épuiser. Bien que les réserves connues soient importantes, elles ne sont pas infinies.
5. **Dépendance à une seule source d'énergie** : La sur-reliance au pétrole peut entraîner une fragilité économique et des risques en cas de perturbations dans son approvisionnement.
6. **Conflits liés aux ressources** : L'accès et le contrôle des ressources pétrolières peuvent être à l'origine de conflits géopolitiques et de tensions entre les nations.

3. Le charbon

Le charbon est une roche sédimentaire noire ou brune, composée principalement de carbone, d'hydrogène, d'oxygène, de soufre et de divers autres éléments. Il est extrait du sol et utilisé comme source d'énergie pour produire de l'électricité et dans divers processus industriels.

3.1. Comment se forme le charbon ?

1. **Dépôt de matières organiques** : Il commence par l'accumulation de matières organiques végétales, comme des arbres, des fougères et d'autres plantes, dans des zones marécageuses, des lacs ou des marais. Ces matières s'accumulent et forment des dépôts.
2. **Décomposition et transformation** : Au fil du temps, ces dépôts de matières organiques sont recouverts par des sédiments tels que de l'argile et du sable. Sous l'effet de la pression et de la chaleur de l'enfouissement, les matières organiques subissent des transformations chimiques. Cela les convertit en un composé appelé lignite.
3. **Formation de types de charbon supérieurs** : Si le processus de décomposition et de transformation persiste, la lignite évolue en formes de charbon de meilleure qualité, comme la houille et l'antracite. Ces charbons sont plus denses et ont une teneur en carbone plus élevée.
4. **Exploitation minière** : Lorsque les gisements de charbon sont identifiés, on les exploite à l'aide de techniques minières. Cela peut se faire à ciel ouvert ou en souterrain, en fonction de la profondeur et de l'emplacement du gisement.
5. **Utilisation comme source d'énergie** : Une fois extrait, le charbon est transporté vers des centrales électriques ou des installations industrielles où il est brûlé pour produire de la chaleur, qui est ensuite utilisée pour générer de l'électricité.

Les Avantages du Charbon

1. **Ressource abondante** : Le charbon est relativement abondant dans de nombreuses régions du monde, ce qui en fait une source d'énergie disponible en quantités importantes.
2. **Stabilité d'approvisionnement** : Par rapport à certaines sources d'énergie renouvelable, le charbon offre une stabilité d'approvisionnement car il peut être stocké et utilisé à tout moment, indépendamment des conditions météorologiques.
3. **Technologie éprouvée** : Les centrales électriques au charbon utilisent une technologie mature et bien établie, ce qui signifie qu'il existe une grande expertise dans la construction et l'exploitation de ces installations.
4. **Prix relativement bas** : Le charbon est souvent moins cher que certaines autres sources d'énergie, en particulier dans les régions où il est abondant.

Les Inconvénients du Charbon :

1. **Émissions de gaz à effet de serre** : La combustion du charbon émet d'importantes quantités de dioxyde de carbone (CO₂), un gaz à effet de serre contribuant au changement climatique.
2. **Pollution de l'air** : En plus du CO₂, la combustion du charbon produit des polluants atmosphériques tels que les oxydes de soufre (SO_x), les oxydes d'azote (NO_x), les particules fines et les composés organiques volatils (COV), contribuant à la pollution de l'air et à des problèmes de santé publique.

3. *Impact environnemental* : L'extraction du charbon peut entraîner des dégradations environnementales significatives, y compris la destruction des habitats naturels, la pollution des eaux et la modification du paysage.
4. *Dépendance à une ressource non renouvelable* : Le charbon est une ressource non renouvelable, ce qui signifie qu'il finira par s'épuiser. De plus, l'extraction minière peut entraîner des pénuries locales et des conflits liés à l'accès aux ressources.
5. *Santé humaine* : L'exposition à la poussière de charbon et à d'autres polluants associés peut avoir des effets néfastes sur la santé des travailleurs des mines et des populations vivant à proximité des centrales électriques au charbon.

B. L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire est une forme d'énergie produite par les noyaux des atomes. Elle est libérée lors de réactions nucléaires, soit par la fusion des noyaux d'atomes légers, soit par la fission des noyaux d'atomes lourds. Cette libération d'énergie est utilisée pour produire de l'électricité dans les centrales nucléaires.

Avantages de l'énergie nucléaire :

1. *Faibles émissions de gaz à effet de Serre* : L'énergie nucléaire produit très peu de gaz à effet de serre pendant la production d'électricité, ce qui en fait une source d'énergie relativement propre en termes d'émissions de CO₂.
2. *Grande densité énergétique* : Une petite quantité de matière nucléaire peut produire une grande quantité d'énergie, ce qui signifie que les centrales nucléaires nécessitent moins de combustible que les centrales thermiques conventionnelles.
3. *Stabilité de l'approvisionnement* : Contrairement aux énergies renouvelables comme l'éolien ou le solaire, l'énergie nucléaire n'est pas dépendante des conditions météorologiques et peut fournir une source d'énergie stable et fiable.
4. *Réduction de la dépendance aux importations de Pétrole* : L'énergie nucléaire permet de réduire la dépendance aux importations de pétrole, ce qui peut améliorer la sécurité énergétique dans les pays qui n'ont pas de réserves pétrolières importantes.

Inconvénients de l'Énergie Nucléaire :

1. *Déchets Radioactifs* : L'un des plus grands inconvénients de l'énergie nucléaire est la production de déchets radioactifs dangereux et à longue durée de vie. Le stockage sûr et à long terme de ces déchets pose un défi complexe.
2. *Risques d'Accidents Nucléaires* : Bien que rares, les accidents nucléaires graves, tels que ceux de Tchernobyl et Fukushima, peuvent avoir des conséquences dévastatrices sur l'environnement et la santé humaine.
3. *Coûts Élevés de Construction et de Démantèlement* : Les centrales nucléaires nécessitent des investissements financiers substantiels pour leur construction et leur démantèlement. Les coûts de construction peuvent également dépasser les estimations initiales.

4. *Risques de Prolifération Nucléaire* : Les technologies nucléaires peuvent potentiellement être détournées à des fins militaires, ce qui soulève des préoccupations liées à la prolifération des armes nucléaires.
5. *Dépendance à des Ressources Limitées* : Bien que les réserves d'uranium soient abondantes, elles ne sont pas inépuisables, et l'approvisionnement en combustible nucléaire peut devenir un enjeu dans le futur.

Energie renouvelable

Introduction

Dès le 19ème siècle, dans les pays industrialisés, les énergies renouvelables furent progressivement marginalisées aux profits d'autres sources d'énergie que l'on pensait plus prometteuses. Dès lors, **la pollution atmosphérique, le réchauffement climatique, les risques du nucléaire et les limites des ressources** ont fait prendre conscience qu'un développement économique respectueux de l'environnement est nécessaire.

Qu'est-ce qu'une énergie renouvelable ?

L'énergie renouvelable, également appelée **énergie verte ou énergie propre**, est une énergie qui provient de sources naturelles comme le soleil, le vent, l'eau et la chaleur de la Terre. Ces sources se renouvellent constamment et ne s'épuisent pas avec l'utilisation.

Principaux avantages de l'énergie renouvelable :

1. *Durabilité et renouvelabilité* : Les sources d'énergie renouvelable, comme le soleil, le vent et l'eau, sont inépuisables à l'échelle humaine, contrairement aux énergies fossiles qui sont limitées.
2. *Réduction des émissions de Gaz à Effet de Serre* : L'utilisation d'énergies renouvelables réduit les émissions de gaz à effet de serre, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique.
3. *Indépendance énergétique* : Les énergies renouvelables peuvent réduire la dépendance aux importations de combustibles fossiles et offrir une source d'énergie locale et indépendante.
4. *Stabilité des prix de l'énergie* : Étant donné que les ressources renouvelables sont gratuites, les coûts associés à la production d'énergie renouvelable sont généralement plus stables que ceux liés aux combustibles fossiles, qui sont soumis à des fluctuations de prix.
5. *Création d'emplois* : L'industrie des énergies renouvelables génère un grand nombre d'emplois dans des domaines tels que la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance de systèmes d'énergie renouvelable.
6. *Réduction de la pollution atmosphérique et de l'impact environnemental* : Contrairement aux énergies fossiles, l'énergie renouvelable ne produit pas de polluants atmosphériques nocifs tels que les oxydes de soufre et d'azote, ce qui améliore la qualité de l'air.

7. *Diversification du mix énergétique* : L'utilisation d'énergies renouvelables permet de diversifier les sources d'énergie, réduisant ainsi la vulnérabilité aux fluctuations de prix et aux pénuries d'approvisionnement.
8. *Innovation et développement technologique* : Le secteur des énergies renouvelables stimule l'innovation et la recherche pour développer des technologies plus efficaces et abordables.
9. *Économies d'énergie et efficacité énergétique* : Les énergies renouvelables encouragent souvent l'efficacité énergétique, ce qui peut réduire la consommation globale d'énergie.
10. *Avantages sociaux* : Les projets d'énergie renouvelable, comme les parcs éoliens et les installations solaires, peuvent apporter des avantages économiques et sociaux aux communautés locales, notamment par le biais de revenus et de projets de développement.

Principaux inconvénients associés à l'utilisation de l'énergie renouvelable :

1. *Variabilité et intermittence* : Les sources d'énergie renouvelable comme le soleil et le vent sont intermittentes et dépendent des conditions météorologiques. Par conséquent, il peut être difficile de garantir un approvisionnement constant en énergie.
2. *Coûts initiaux élevés* : Les installations et les équipements nécessaires pour produire de l'énergie renouvelable peuvent avoir des coûts initiaux élevés, bien que ces coûts diminuent avec l'avancement de la technologie et l'échelle de production.
3. *Besoin de stockage de l'énergie* : Pour pallier l'intermittence des sources d'énergie renouvelable, il est souvent nécessaire d'investir dans des solutions de stockage d'énergie, comme des batteries, ce qui peut ajouter des coûts supplémentaires.
4. *Impact sur les écosystèmes* : La construction et l'exploitation de grandes installations d'énergie renouvelable, telles que les barrages hydroélectriques ou les parcs éoliens, peuvent avoir un impact sur les écosystèmes locaux, notamment la faune et la flore.
5. *Occupation de l'espace* : Les grandes centrales solaires et éoliennes nécessitent souvent de vastes étendues de terres, ce qui peut avoir un impact sur l'utilisation des terres agricoles ou les écosystèmes naturels.
6. *Dépendance aux matériaux rares* : Certaines technologies d'énergie renouvelable, comme les panneaux solaires photovoltaïques et les éoliennes, nécessitent des matériaux rares pour leur fabrication, ce qui peut soulever des préoccupations liées à la disponibilité et à l'exploitation minière de ces matériaux.
7. *Problèmes de gestion des déchets* : Bien que moins que les énergies fossiles, certaines technologies renouvelables, comme les panneaux solaires, nécessitent des procédures spécifiques de recyclage ou de traitement en fin de vie.
8. *Impacts sociaux et économiques locaux* : Les projets d'énergie renouvelable peuvent avoir des effets sur les communautés locales, notamment en termes d'emploi, d'infrastructures et de relations avec les populations autochtones.
9. *Défis de réseau et d'intégration* : L'intégration de sources d'énergie renouvelable intermittentes dans les réseaux électriques existants peut poser des défis en termes de gestion et de stabilité du réseau.

Les types des énergies renouvelables

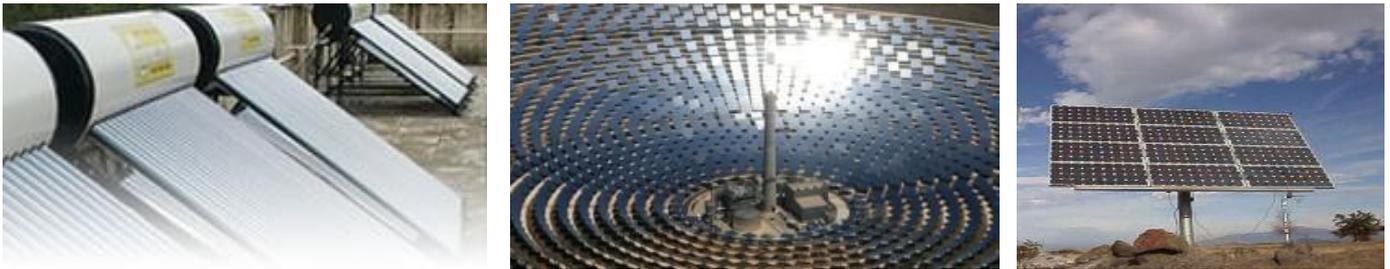
Il existe plusieurs types d'énergies renouvelables, produites à partir de sources différentes.

- Energie solaire ;
- Energie éolienne ;
- Energie hydraulique ;
- Energie géothermique ;
- Energie de la biomasse.

1. Énergie solaire

Ce type d'énergie renouvelable est issu directement de la conversion du rayonnement solaire. C'est également une source d'énergie intermittente non polluante. L'énergie solaire, peut être convertie en chaleur ou en électricité.

On distingue trois catégories d'énergie solaire: énergie photovoltaïque, énergie thermique et énergie thermodynamique.



2. Énergie éolienne

L'énergie éolienne est l'énergie du vent dont la force motrice issue du vent est utilisée de deux manières :

- **Transformation en énergie mécanique** : le vent est utilisé pour faire avancer des [navires à voile](#), faire tourner des [moulins](#) de vent, le pompage de l'eau, etc.
- **Transformation en énergie électrique** : les éoliennes modernes transforment la force de vent en énergie électrique par les aérogénérateurs ou les turbines.



3. Energie hydraulique

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par le mouvement de l'eau, sous toutes ses formes (chutes d'eau, cours d'eau, courants marin, marée, vagues) pour transformer la force motrice de l'eau en électricité.



Hydrolienne



Marémotrice



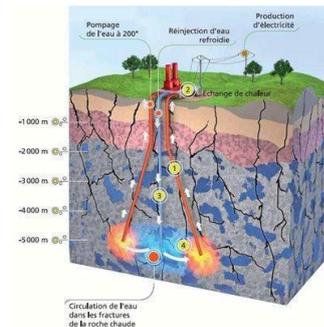
Barrages hydrauliques

4. L'énergie géothermique

La géothermie consiste à capter la chaleur contenue dans la croûte terrestre pour produire du chauffage ou de l'électricité.



Centrale géothermique de Nesjavellir en Islande



5. Energie de la biomasse

La biomasse est l'énergie solaire stockée sous forme organique grâce à la photosynthèse. C'est aujourd'hui la principale source d'énergie renouvelable, bien qu'elle soit sujette à de nombreuses critiques en raison de l'espace nécessaire à sa production.

Les trois familles principales de la biomasse sont;

- Les biocarburants ;
- le bois (biomasse solide);
- Le biogaz.

