



**Université Polytechnique
de San Pedro**

Travaux Dirigés

RESSOURCES ENERGETIQUES

**Docteur EGORAN.
Enseignant-Chercheur
+225 0758026840 / 0707578110**

**UFR SDM
LICENCE 3_01**

INTRODUCTION

**Nouvelles
énergies,
quelles solutions
pour demain**



INTÉRÊT DU COURS

Les sources d'énergie sont les ressources, tant naturelles qu'artificielles, à partir desquelles nous extrayons l'énergie nécessaire pour satisfaire nos besoins énergétiques.

Plusieurs intérêts aux plans pédagogique et pratique

- **Compréhension approfondie des enjeux énergétiques**: acquisition de connaissance détaillée des différentes ressources énergétiques (énergies fossiles, renouvelables, nucléaires, etc.), de leurs avantages et inconvénients, ainsi que des défis associés à leur exploitation; compréhension des aspects environnementaux, économiques et sociaux.

- ❑ **Sensibilisation aux enjeux environnementaux**: prise de conscience des enjeux écologiques liés à la transition énergétique (réduction des émissions de gaz à effet de serre, la gestion des déchets nucléaires, ou encore la préservation des écosystèmes)
- ❑ **Développement de compétences analytiques et critiques** : par l'analyse des données, des études de cas, des problèmes pratiques liés à l'énergie
- ❑ **Préparation à des carrières dans le secteur de l'énergie** : gestion des ressources, recherche et développement dans les énergies renouvelables, politique énergétique
- ❑ **Réflexion sur les politiques publiques en matière d'énergie** : incitations économiques pour les énergies renouvelables, les subventions pour la recherche, et les stratégies de transition énergétique

L'énergie est un facteur essentiel du développement et de l'évolution des sociétés humaines, que cela soit sur le plan de l'amélioration des conditions de vie ou sur le plan du développement des activités industrielles.

L'énergie est ce qui permet de fournir un travail, de faire fonctionner des machines. Il existe pour nous de nombreuses sources d'énergie (pétrole-charbon-gaz, nucléaire, solaire, eau, éolien, biomasse, ...)

L'énergie est disponible sur la terre sous différentes formes

Parmi **les énergies primaires**, il en existe des renouvelables et des non renouvelables. Ces énergies ont des avantages et des inconvénients.

Les énergies non renouvelables sont des ressources qui se forment moins vite qu'on les consomme et dont la formation est très lente par rapport à l'échelle du temps humain.

Les ressources fissiles, à l'origine de l'énergie nucléaire

□ Ressource fissile : uranium

Certains atomes d'uranium (uranium 235) constituent une ressource d'énergie car leur *fission* libère de l'énergie. Ils sont extraits d'un minerai. L'uranium disponible sur Terre a mis environ 100 millions d'années à se former, lors de la formation de la Terre.

La quantité d'uranium est donc limitée, les réserves sont estimées à environ 100 ans.

□ Ressources fossiles : pétrole, charbon, gaz naturel

Pétrole, charbon et gaz naturel sont des ressources d'énergie dites fossiles. Les stocks ont été constitués à l'ère primaire (il y a 250 millions d'années).



OBJECTIFS

PÉDAGOGIQUES

(1/2)



OBJECTIF GÉNÉRAL

Offrir aux étudiants les connaissances sur les notions des différents types d'énergies.

OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

(2/2)

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

- ❖ Identifier les différentes formes d'énergies
- ❖ Définir les différentes formes d'énergies

PLAN DU COURS

INTRODUCTION

I. Les sources d'énergies non renouvelables

II. Les sources d'énergies renouvelables

III. La nécessité de stocker et de transporter de l'énergie

CONCLUSION

PARTIE 1:
SOURCES D'ENERGIE
NON RENOUVELABLES

I. 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. Les ressources diminuent quand on les utilise car il leur faut des millions d'années pour se former et sont donc des sources d'énergies non renouvelable.

A. Les carburants issus du pétrole

Le pétrole brut, est une huile minérale foncée et visqueuse qui viens du sous-sol, et qui provient des restes d'animaux et de végétaux morts, le pétrole est donc une source d'énergie fossile non renouvelable.

Le raffinage permet d'isoler ses divers constituants et d'obtenir, après épuration, des carburants.

La combustion de ce carburant crée de l'énergie.

L'essence

L'essence contient des métaux comme le plomb, rejetés dans l'air en même temps que les gaz d'échappement. Les rejets de plomb sont nocifs pour la santé et l'environnement.

Le gazole

Le gazole est le carburant utilisé dans les moteurs Diesel. Le rendement énergétique du moteur Diesel est bien supérieur à celui du moteur à essence, il émet 14 fois plus de particules et il contient du soufre responsable de la formation de dioxyde de soufre SO₂. Ces particules sont responsables de la pollution de l'air.

Le kérosène

Le pétrole peut devenir aussi après transformation, du kérosène, ce carburant est un peu plus lourd que l'essence mais plus léger que le gazole, il est utilisé pour les avions.

B. Le charbon

Le charbon est une matière combustible qui provient de résidus fossilisés de forêts. Lentement elles se sont transformées en charbon.

Le charbon est donc une source d'énergie fossile non renouvelable.

C. Le gaz

Il y a des millions d'années des organismes vivants microscopiques ont été enfouis dans le sol et se sont transformés en gaz naturel sous l'action d'une température élevée d'une forte pression et de l'absence de contact avec l'air.

Le gaz naturel est le moins polluant des combustibles fossiles, car sa combustion émet moins de particules et produit moins de CO₂.

D. L'énergie nucléaire

L'énergie nucléaire provient également d'une matière première qui est l'uranium, c'est donc une énergie fossile.

Cependant on la considère comme une alternative aux autres énergies fossiles car elle n'émet pas de CO₂ et offre une certaine indépendance énergétique même si elle suscite des problèmes de sécurité et de stockage des déchets radioactifs.

PARTIE 2:
SOURCES D'ENERGIE
RENOUVELABLES

Les énergies renouvelables, comme leur nom l'indique, ne sont pas des énergies fossiles. Appelées aussi **énergies propres** car provenant des phénomènes naturels (vent, rayonnement solaire), leur exploitation est en plein essor.

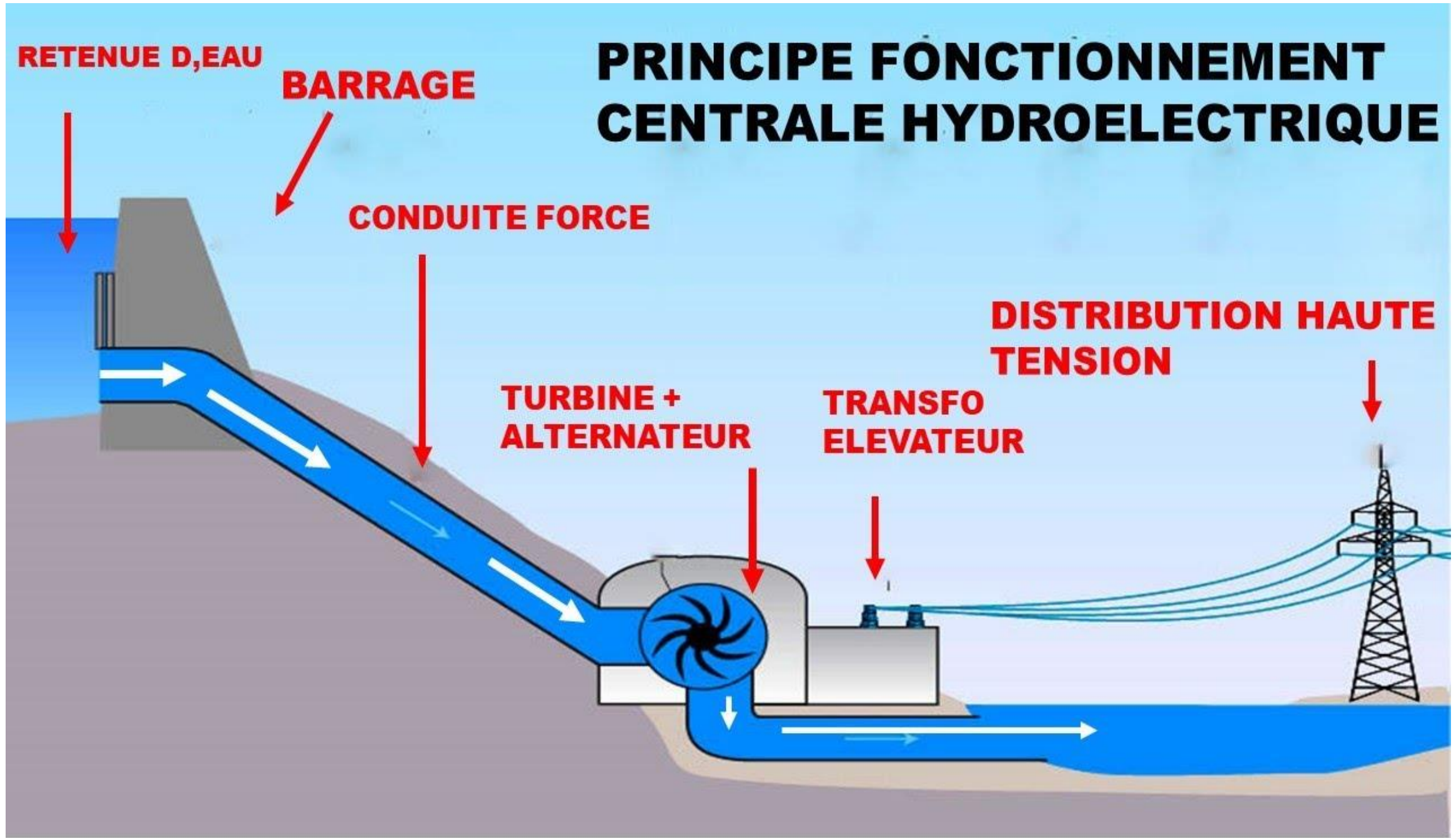
Elles ne permettent pas encore de remplacer les autres sources d'énergie mais offrent la possibilité de réduire de façon significative l'utilisation des combustibles fossiles.

A. Hydroélectricité

Les centrales hydrauliques convertissent l'énergie des cours d'eau, des chutes d'eau et même des marées ou de la houle et constituent une source d'énergie inépuisable et n'émettant pas de CO₂.



PRINCIPE FONCTIONNEMENT CENTRALE HYDROELECTRIQUE



RETENUE D,EAU

BARRAGE

CONDUITE FORCE

TURBINE +
ALTERNATEUR

TRANSFO
ELEVATEUR

DISTRIBUTION HAUTE
TENSION

B. Energie éolienne

Cette énergie verte est promise à un bel avenir au vu de son caractère inépuisable (capter un millième de l'énergie éolienne disponible sur Terre permettrait théoriquement de subvenir à la totalité des besoins mondiaux en électricité).

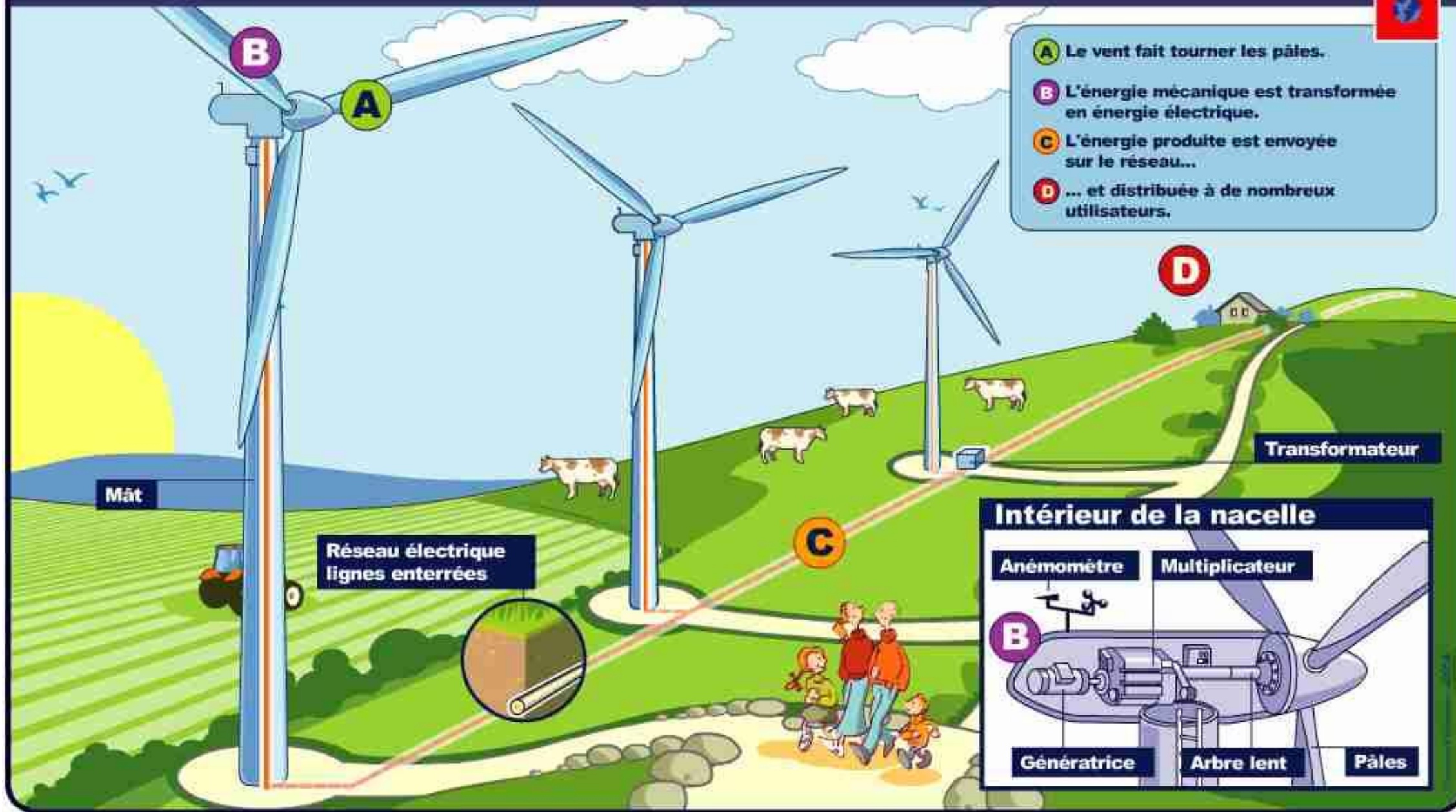
Cependant elle reste à l'heure actuelle assez capricieuse puisqu'elle dépend de la force des vents et pose des problèmes de surface au sol et de nuisances sonores et visuelles.

Les éoliennes

ADEME



- A** Le vent fait tourner les pâles.
- B** L'énergie mécanique est transformée en énergie électrique.
- C** L'énergie produite est envoyée sur le réseau...
- D** ... et distribuée à de nombreux utilisateurs.



Mât

Réseau électrique
lignes enterrées

Transformateur

Intérieur de la nacelle

Anémomètre

Multiplicateur

B

Génératrice

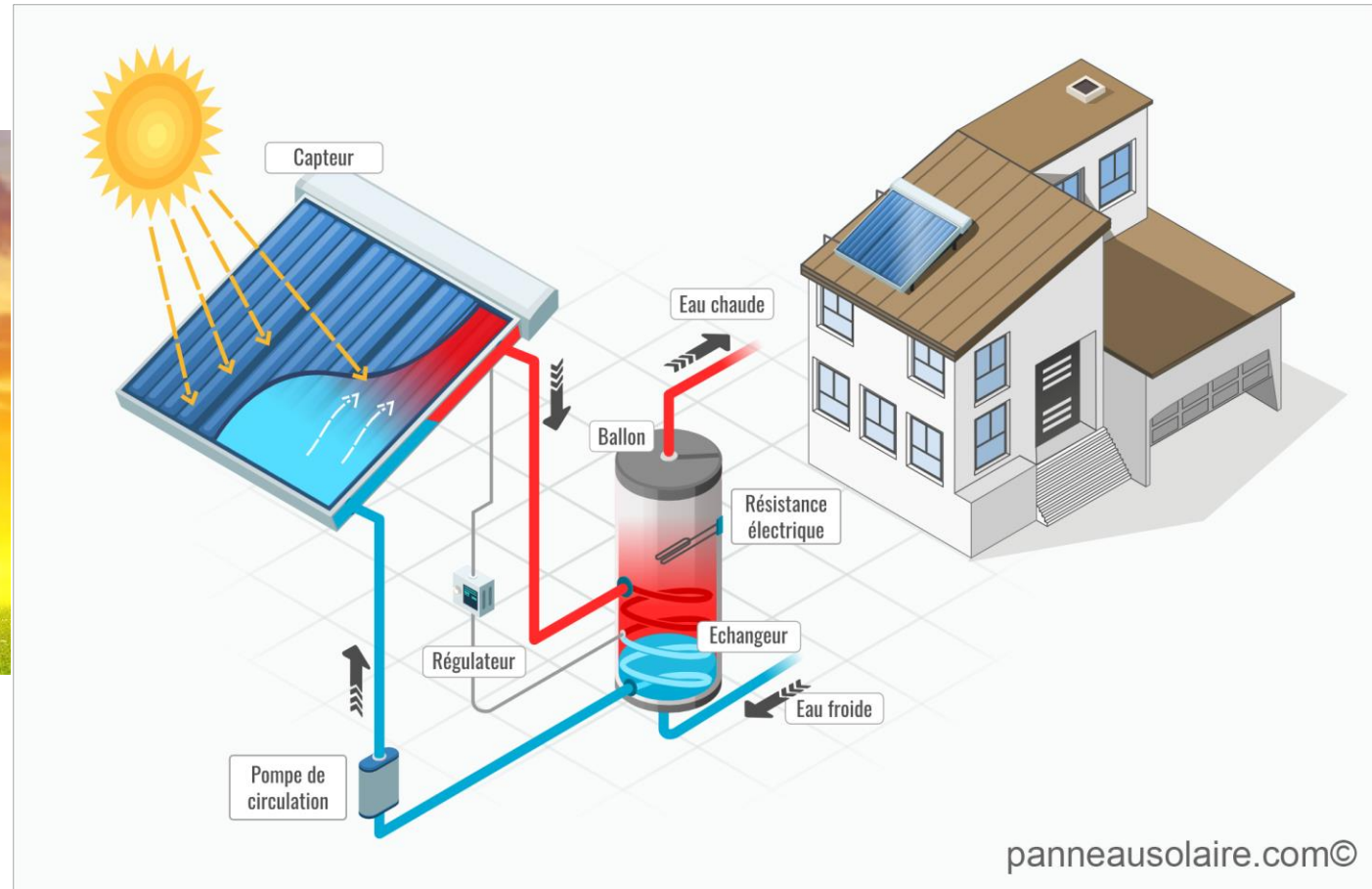
Arbre lent

Pâles

C. Energie solaire

L'énergie lumineuse du soleil est recueillie grâce à des capteurs sur des panneaux solaires et est convertie en énergie électrique (solaire photovoltaïque) ou thermique (solaire thermique, comme pour les chauffe-eaux solaires).



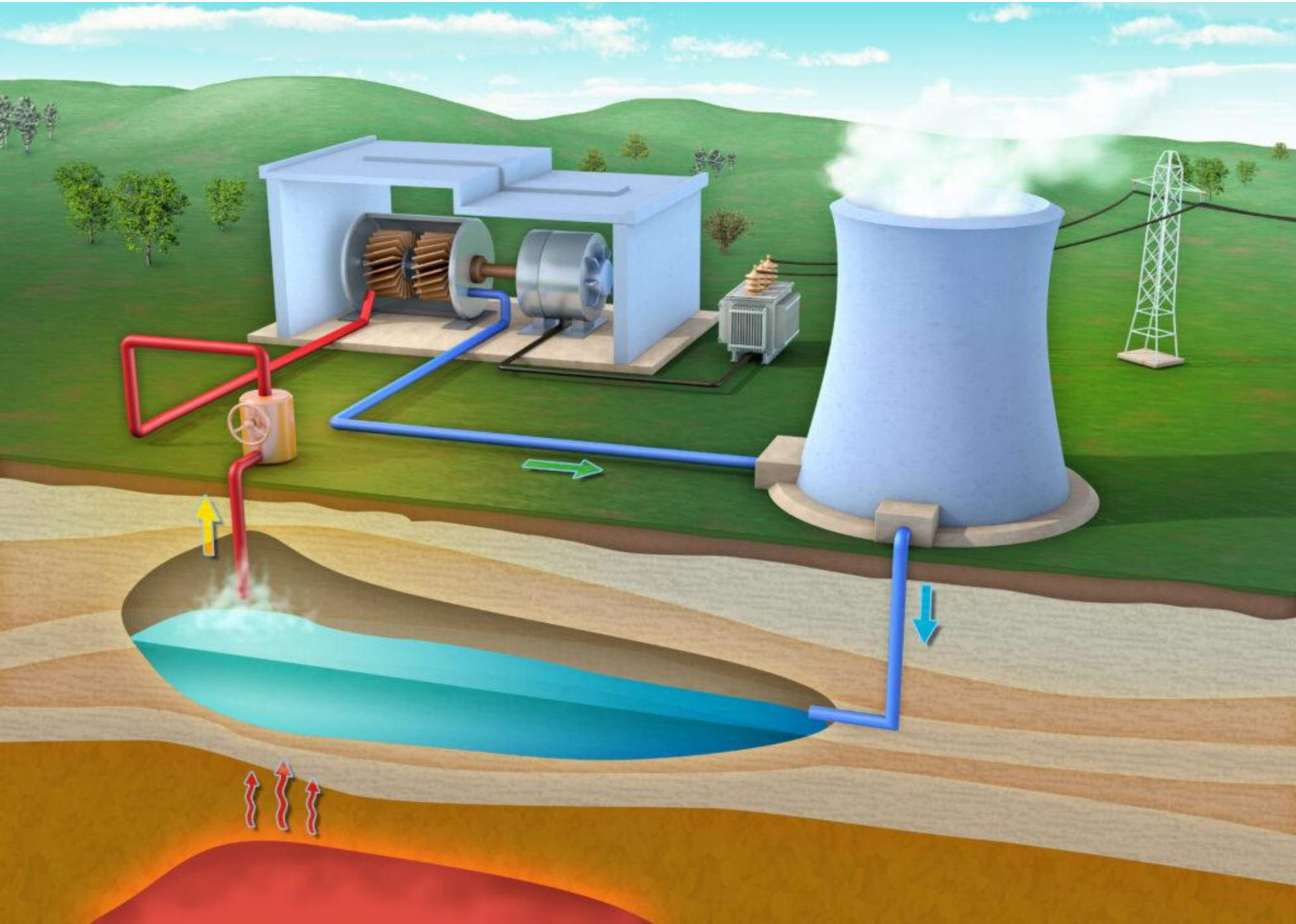


D. Energie géothermique

Le principe est d'exploiter le flux géothermique naturel à la surface du globe.

En général ce flux est assez faible et nécessite des dispositifs importants (forage...) pour pouvoir être capté





D. Biomasse

L'énergie de la biomasse est produite par combustion directe de matière biologique comme le bois ou par conversion en biocarburants.

Même si la combustion produit des gaz à effet de serre, la biomasse reste une énergie renouvelable : la croissance des arbres absorbe autant de CO₂ que leur combustion n'en libère dans l'atmosphère





PARTIE 3:

AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES RESSOURCES ENERGETIQUES

1. LES ÉNERGIES FOSSILES

Avantages

- ❖ **Accessibilité et abondance relative**
- ❖ **Coût relativement bas (pour l'instant)**
- ❖ **Haute densité énergétique**
- ❖ **Fiabilité de la production d'énergie**
- ❖ **Création d'emplois et d'activités économiques**

Inconvénients

- ❖ **Inconvénients des énergies fossiles**
- ❖ **Pollution et impact environnemental**
- ❖ **Épuisement des ressources**
- ❖ **Volatilité des prix**
- ❖ **Dépendance géopolitique**
- ❖ **Risque de conflits**
- ❖ **Santé publique**
- ❖ **Transition énergétique difficile**

2. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Avantages

- **Respect de l'environnement**
- **Durabilité (illimité)**
- **Réduction de la dépendance aux énergies fossiles**
- **Création d'emplois et stimulation de l'économie verte**
- **Baisse des coûts à long terme**
- **Impact positif sur la santé publique**

2. LES ÉNERGIES RENOUVELABLES

Inconvénients

- **Intermittence et variabilité**
- **Coûts d'investissement initiaux élevés**
- **Utilisation de terres et de ressources**
- **Dépendance à des ressources locales**
- **Stockage de l'énergie**
- **Impact sur les écosystèmes :**

Les énergies fossiles ont été cruciales pour le développement économique, mais elles posent des défis majeurs à long terme, notamment en raison de leur impact environnemental et de leur caractère limité.

La transition vers des alternatives plus durables et renouvelables devient urgente pour réduire les effets négatifs sur la planète et garantir la sécurité énergétique de demain.

PARTIE 4:
NÉCESSITÉ DE STOCKER ET DE
TRANSPORTER DE L'ÉNERGIE

1. PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES TECHNOLOGIES DISPONIBLES POUR LE STOCKAGE D'ÉNERGIES

✓ Station de transfert d'énergie par pompage (STEP)

Le principe des stations de transfert d'énergie par pompage (STEP) est assez simple: **quand vous voulez stocker de l'électricité, vous en utilisez pour pomper de l'eau d'un bassin vers un autre plus en hauteur.**

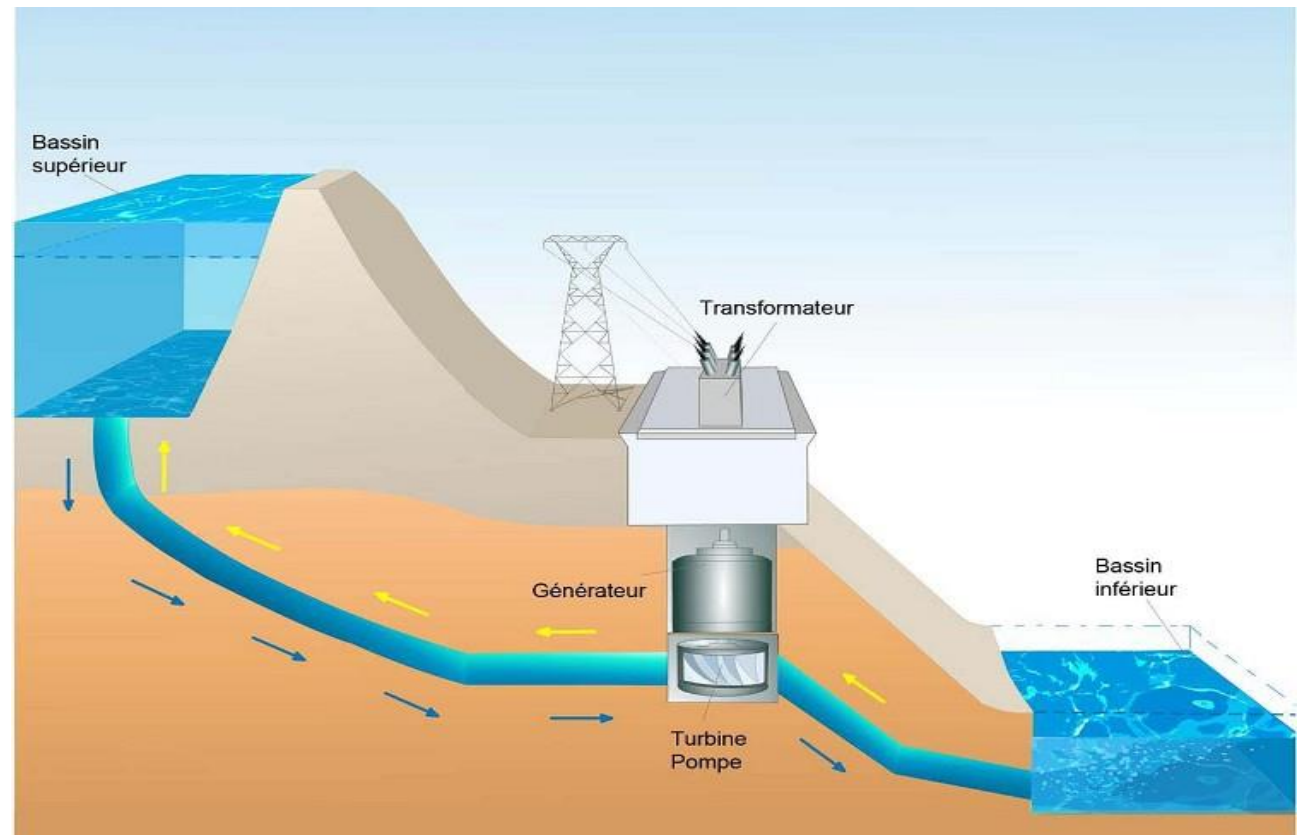


Figure: Station de transfert d'énergie par pompage

✓ Stockage thermique par chaleur sensible

Le **stockage thermique par chaleur sensible** est une technique largement utilisée pour conserver l'énergie thermique en modifiant la température d'un matériau sans changement de phase. Ce procédé repose principalement sur la capacité calorifique des matériaux.

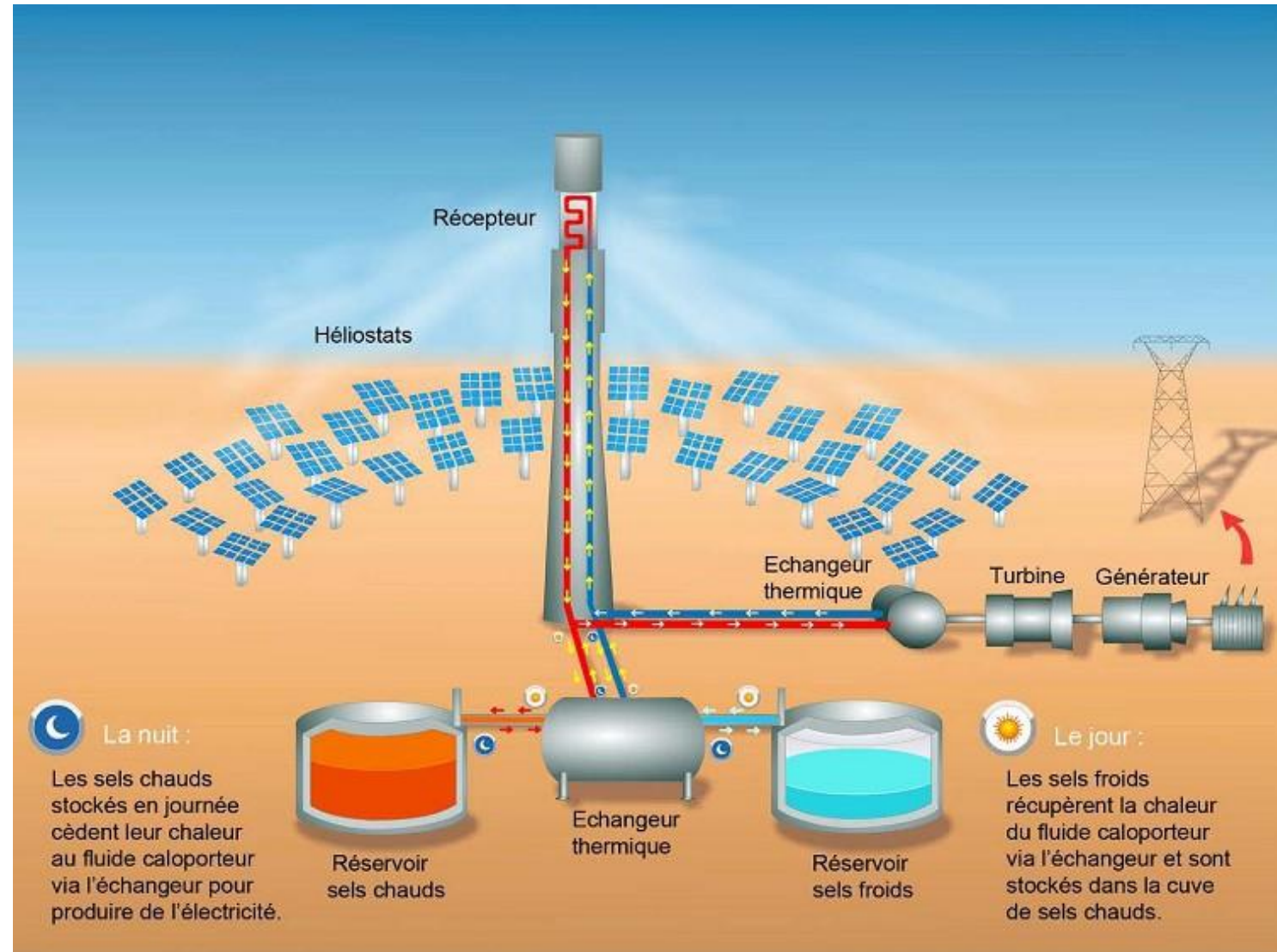
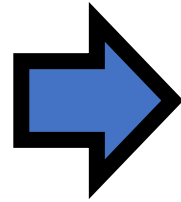


Figure: Stockage thermique par chaleur sensible

✓ Transport d'énergie

Le transport des combustibles fossiles

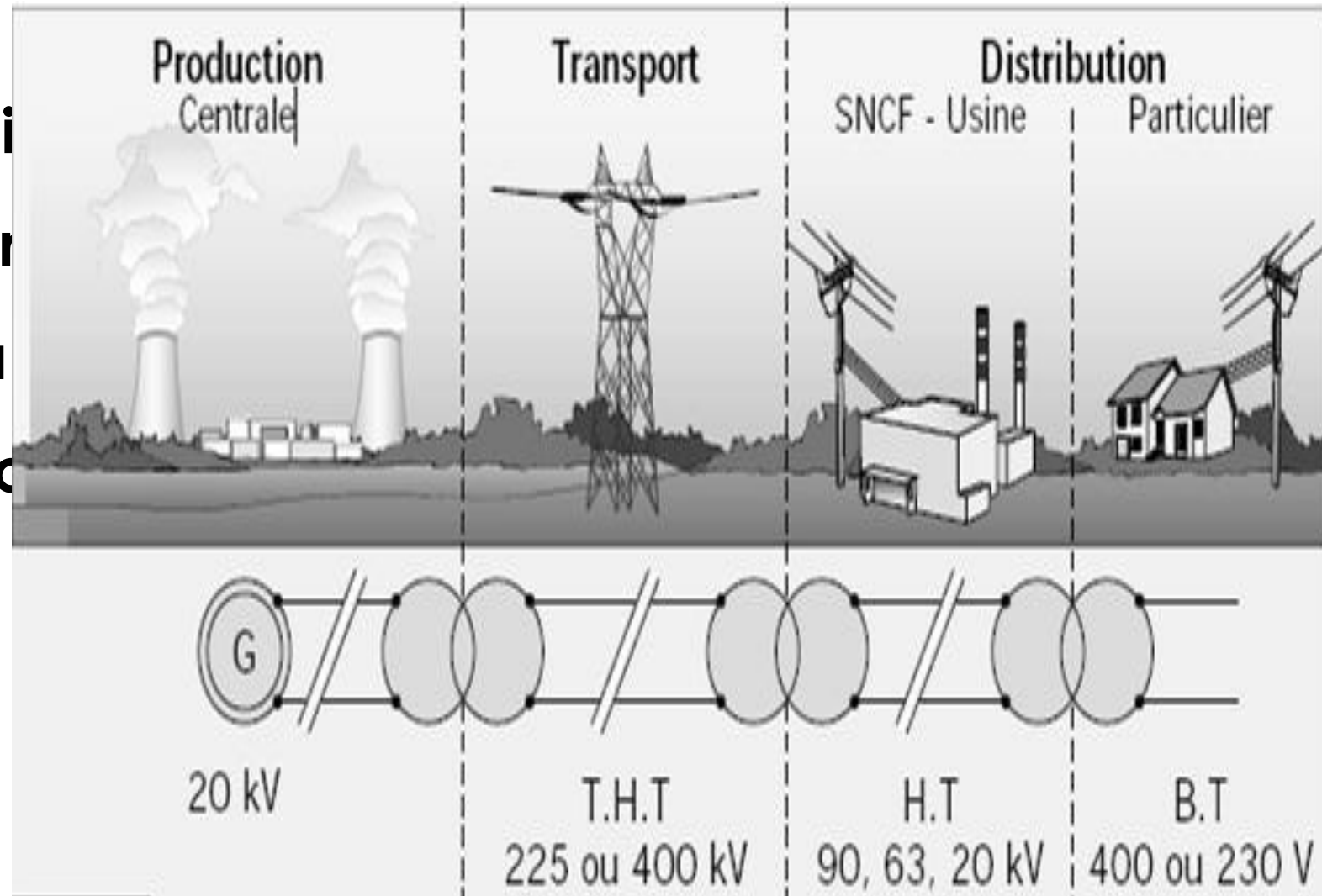


Les gazoducs qui assurent le transport du gaz, sont aussi du domaine de la démesure.

La longueur totale des gazoducs dans le monde est estimée à plus de 1 million de km soit 25 fois la circonférence terrestre.

✓ L'électricité, un mode de transport de l'énergie





L'électricité circule depuis qu'elle est produite jusqu'à l'endroit où elle est consommée, empruntant des lignes électriques aériennes et souterraines.




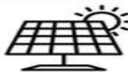


Voici des exercices sur les ressources en énergie

I - Quelles sont les différentes sources d'énergie ?

1. Inscris dans les tableaux : pétrole ; solaire ; hydraulique ; gaz ; nucléaire ; éolien ; charbon ; bio-carburants

Les sources d'énergie non renouvelables	
sources d'énergie	risques ou inconvénients pour l'environnement
	gaz à effet de serre, marées noires, pollution des sols
	gaz à effet de serre
	gaz à effet de serre, poussières
	déchets radioactifs, risque technologique

Les sources d'énergie renouvelables	
Sources d'énergie	risques ou inconvénients pour l'environnement
	enlaidissement du paysage, nuisances sonores
	assèchement des cours d'eau
	concurrence sur les céréales vouées à l'alimentation
	coût énergétique de fabrication

2. Nomme les 3 sources d'énergie qui aggravent l'effet de serre et le réchauffement climatique :

3. Ces 3 énergies sont enfouies dans le sol depuis des millions d'années et sont appelées des :

énergies biodégradables énergies fossiles énergies préhistoriques

4. Nomme les 4 sources d'énergie qui polluent le moins :

5. Nomme les 2 sources d'énergie qui pourraient aggraver la sous-alimentation dans le monde :

6. Quelle source d'énergie produit des déchets dangereux pendant des milliers d'années ?

II - les sources et conversions d'énergies

Une centrale électrique produit de l'énergie à partir d'une source d'énergie primaire. L'exploitation de cette source d'énergie primaire constitue permet de produire de l'énergie électrique

Exercice: Questions de cours

- 1) Citer cinq différents types de sources d'énergies renouvelables.**
- 2) C'est quoi la cogénération ? Donner un exemple.**
- 3) Dans quel sens le bois est considéré comme une source d'énergie renouvelable ?**
- 4) Une cellule photovoltaïque est modélisée comme une source de courant. Pourquoi ?**
- 5) Quel est le système solaire thermique le plus performant ? Qu'est ce qui fait cette performance ?**

Correction : Exercice: Questions de cours

1) Citer cinq différents types de sources d'énergies renouvelables.

Energie éolienne, Energie solaire (Thermique et photovoltaïque), Energie géothermique, Energie hydraulique, Energie de la biomasse.

2) C'est quoi la cogénération ? Donner un exemple.

Cogénération : Produire simultanément de la chaleur et de l'électricité avec la même quantité d'énergie. Elle peut se faire quel que soit la nature de cette énergie. Exemple : avec du gaz ou du charbon mais aussi avec de la biomasse, de la géothermie ou de l'énergie solaire.

3) Dans quel sens le bois est considéré comme une source d'énergie renouvelable ?

Le bois peut être considéré comme une énergie renouvelable tant que le volume prélevé ne dépasse pas l'accroissement naturel de la forêt.

4) Une cellule photovoltaïque est modélisée comme une source de courant. Pourquoi ? Dans une cellule photovoltaïque, il se crée une différence de potentiel de 0,5 V environ qui dépend peu de l'éclairement. Au contraire de la tension, le courant d'une cellule photovoltaïque dépend de l'intensité du flux lumineux.

5) Quel est le système solaire thermique le plus performant ? Qu'est ce qui fait cette performance ?

Celui qui consomme le moins d'appoint ! Un capteur thermique est d'autant plus performant : □ Que l'irradiation est importante - Orientation et inclinaison adaptés à l'usage. (Orientation optimale capteur thermique : plein sud avec angle de 45° (30° à 60° suivant architecture...)). □ Qu'il fonctionne avec un écart faible température capteur/ température ambiante. - Usages basse température. - En chauffage : émetteurs de grande surface : type planchers chauffants, murs chauffants, radiateurs BT.

- ✓ **Citer quelques inconvénients liés à l'utilisation des ressources renouvelables.**
 - **Dénaturation du paysage due aux éoliennes ;**
 - **Coût élevé pour la fabrication et le recyclage des panneaux photovoltaïques (panneaux solaires).**

- ✓ **Citer quelques inconvénients spécifiques à l'utilisation des ressources fossiles.**
 - **Stockage et traitement des déchets nucléaires dits déchets radioactifs ;**
 - **Risques d'accidents dans les centrales nucléaires.**

EXERCICES

1. Quels sont les modes de transport utilisés pour le pétrole ? Le gaz naturel ?
2. Indiquer un avantage et un inconvénient du transport des hydrocarbures par voie maritime.
3. Indiquer un avantage et un inconvénient du transport des hydrocarbures par oléoduc (pipeline) ou gazoduc.
4. Pourquoi est-il nécessaire de stocker l'énergie ?
5. Sous quelles formes l'énergie peut-elle être stockée (donner deux exemples) ?
6. Comment peut-on définir l'électricité et comment la transporte-t-on ?
7. Le stockage de l'électricité est-il possible ? Quelle contrainte cela entraîne-t-il ?

1. Modes de transport :

- Pétrole : pétroliers (supertankers) et oléoducs (pipelines) ;
- Gaz naturel : gazoducs et navires méthaniers (le gaz naturel est alors liquéfié GNL).

2. Transport des HC par voie maritimes :

- Avantage : peu de perte d'énergie ;
- Inconvénient : pollutions graves en cas d'accident (marée noire, explosion de gaz).

3. Transport des HC par oléoduc ou gazoduc :

- Avantage : mode de transport massif, de bonne sécurité ;
- Inconvénient : vulnérabilité aux actes de sabotage dans les zones de conflit; trop grandes distances entre les gisements et les zones de consommation.

4. Il est nécessaire de stocker l'énergie pour qu'elle puisse être disponible à tout moment.

5. L'énergie peut être stockée sous forme d'énergie mécanique (retenue d'eau d'un barrage) ou sous forme d'énergie chimique (piles et accumulateurs).

6. L'électricité est un mode de transport de l'énergie. On la transporte grâce à des lignes électriques (T.H.T., H.T. et B.T.).

7. Non, on ne peut pas stocker l'électricité. Il faut donc ajuster en permanence la production à la consommation.

CONCLUSION

L'exploration en profondeur des enjeux complexes liés à la production, la gestion et la consommation de l'énergie permet aux étudiants de comprendre non seulement les caractéristiques techniques des différentes sources d'énergie (fossiles, renouvelables, nucléaires), mais aussi les impacts environnementaux, sociaux et économiques associés à chaque forme d'énergie.

Les enjeux mondiaux actuels liés à l'énergie contribuent au développement des compétences techniques et analytiques nécessaires pour aborder les défis futurs.

La prise de conscience de la nécessité d'une transition énergétique durable est primordiale pour permettre la mise en place de solutions adaptées et responsables à long terme.

**Merci pour votre attention et
vos contributions!**

Vous trouverez le support du cours sur le lien suivant:
www.perso.usp.edu.ci/egoran.blandine/accueil/