

CHAPITRE 1

NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES ENERGIES

Chapitre 1 : NOTIONS FONDAMENTALES SUR LES ENERGIES

1.1 Généralités

1.2 L'énergie dans le monde

1.2.1 Qu'est-ce que l'énergie ?

1.2.2 Aperçu sur l'évolution de la consommation d'énergie dans le monde

1.2.3 Types d'énergie :

1.2.3.1 L'énergie primaire :

1.2.3.2 L'énergie finale :

1.2.3.3 L'énergie utile :

1.3 Consommation Energétique Mondiale

1.3.1 Définition :

1.3.2 Caractéristiques de la consommation énergétique

1.3.3 Les unités :

1.4 Les énergies fossiles

1.5 Evolution et Répartition de la Consommation Mondiale d'Energie

1.5.1 Evolution de la consommation mondiale d'énergie primaire.

1.5.2 Réserves d'énergie primaire dans le monde en 2003

1.6 Les énergies renouvelables

1.6.1 L'énergie hydraulique

1.6.2 L'énergie éolienne:

1.6.3 L'énergie solaire

1.6.4 La biomasse

1.6.5 La géothermie

1.7 Consommation énergétique dans les pays méditerranéens

1.7.1 Energies et réchauffement climatique

1.8 Secteurs consommateurs d'énergie

1.9. Classification de l'énergie

1.9.1 Les énergies de transformation

1.9.2 Comparaison entre les différents combustibles

1.9.2.1 Combustibles fossiles

1.9.2.2 Combustibles nucléaires

1.9.2.3 Energies Renouvelables

1.10 Caractérisation de l'énergie

1.10.1 Rendement théorique de production d'énergie

1.10.2 Les coûts réels de production

1.11 Conclusion

Lorsque l'on veut utiliser de l'énergie, on ne peut pas le faire sous sa forme primaire



Il faut la transformer

Cas particuliers : séchage et chauffage au soleil

La transformation nécessite l'utilisation de procédés et technologies plus ou moins sophistiqués :

Une simple allumette pour brûler du bois

Une centrale thermique pour produire de l'électricité

Un moteur pour produire de l'énergie mécanique⁴...

Les formes d'utilisation finale de l'énergie sont :

L'Energie Thermique

à basse température (30 à 120°C)

Eau chaude sanitaire, chauffage des locaux, machines à absorption, ...

à moyenne température (100 à 500°C)

Séchage, cuisson, stérilisation, distillation, ...

à haute température (500 à 1800°C)

Verreries, cimenteries, métallurgie, traitements chimiques, ...

Plus la température à obtenir est élevée, plus le procédé et la technologie de transformation sont complexes et le prix élevé.

L'Energie Lumineuse

Elle est obtenue à partir de la chaleur. Plus le niveau d'éclairage est élevé, plus le procédé et la technologie sont complexes et coûteux :

Bougie → lampe à pétrole → lampe à butane
→ lampe électrique ...

Eclairage photovoltaïque

L'Énergie Mécanique

Dans les transports, plus la vitesse à obtenir est élevée, plus le procédé et la technologie sont complexes et chers, et plus la consommation d'énergie est élevée.

Les moteurs thermiques (automobiles, mobylettes, motos, cars, bus, trains, avions, bateaux, tracteurs, Machines à vapeur, moteurs à combustion interne (diesel, à explosion), turbines, ...)

Les moteurs électriques (voitures, tramways, trains, électroménagers, automatisme, industrie, ...)

L'Énergie Informationnelle

Elle est actuellement en pleine expansion.

Elle est obtenue généralement à partir de l'électricité grâce à différentes technologies :

Télévision

Réseaux Internet

Informatique

Fax

Radio

Téléphone et télécommunications

1.9. Classification de l'énergie

Les sources d'énergie sont essentiellement d'origine fossile (pétrole, gaz, charbon, ...). L'énergie chimique bloquée peut être libérée par réaction d'oxydation (combustion). L'énergie propre disponible (thermique, électrique, cinétique) est négligeable.

Les différentes formes d'énergie



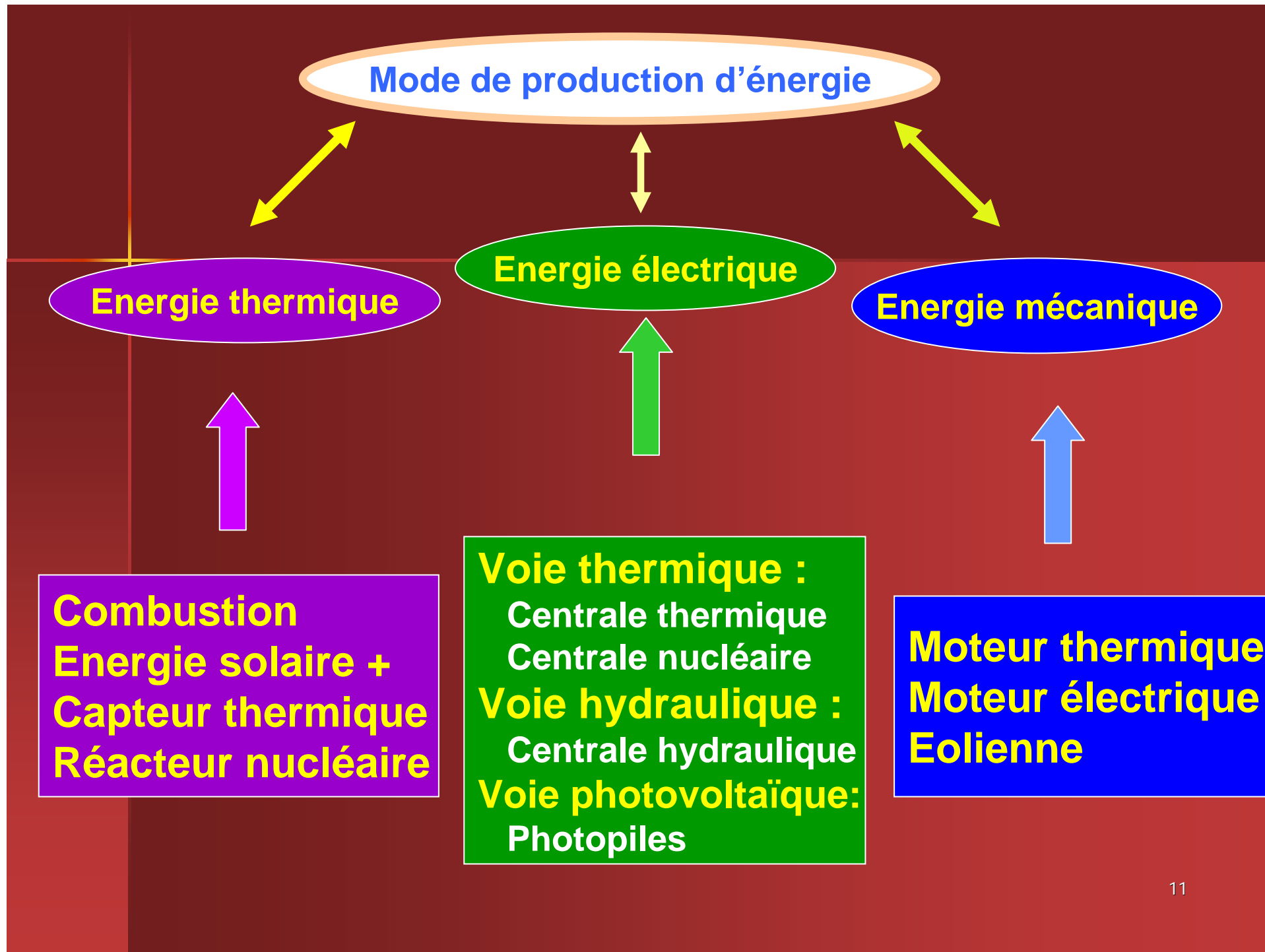
Les énergies renouvelables



Les énergies de transformation

1.9.1 Les énergies de transformation

- Les trois énergies de base sont :
 - l'énergie **Thermique**
 - l'énergie **Electrique**
 - l'énergie **Mécanique**
- Les énergies issues de transformation (**Energie solaire**, **Energie des vents**, **Energie géothermique**), par opposition aux énergies naturelles (**nouvelles ou renouvelables**), sont créées par une ou plusieurs transformations, à partir d'une source d'énergie naturelle.



Les conversions d'énergie peuvent se succéder avec accumulation de pertes énergétiques.

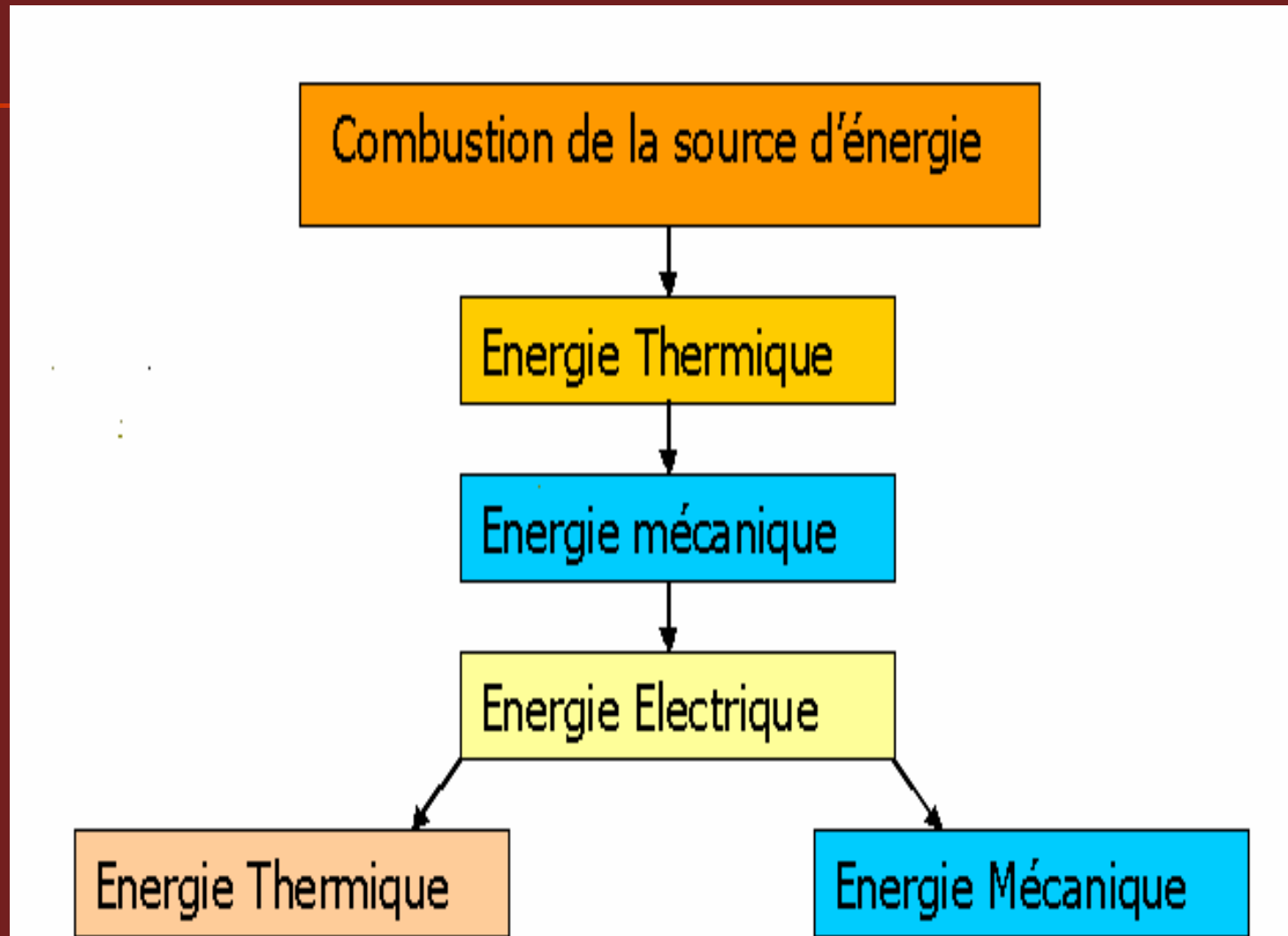
L'exemple le plus significatif et le plus classique se rapporte à la production d'énergie électrique de forte puissance (centrales thermiques ou nucléaires).

Le cycle thermodynamique comprend les éléments suivants :

- Chaudière (énergie thermique)**
- Turbine (énergie mécanique)**
- Condenseur**

La turbine entraîne un alternateur produisant de l'énergie électrique qui, après distribution, peut être utilisée pour produire de l'énergie mécanique (ventilateur) ou thermique (chauffage).

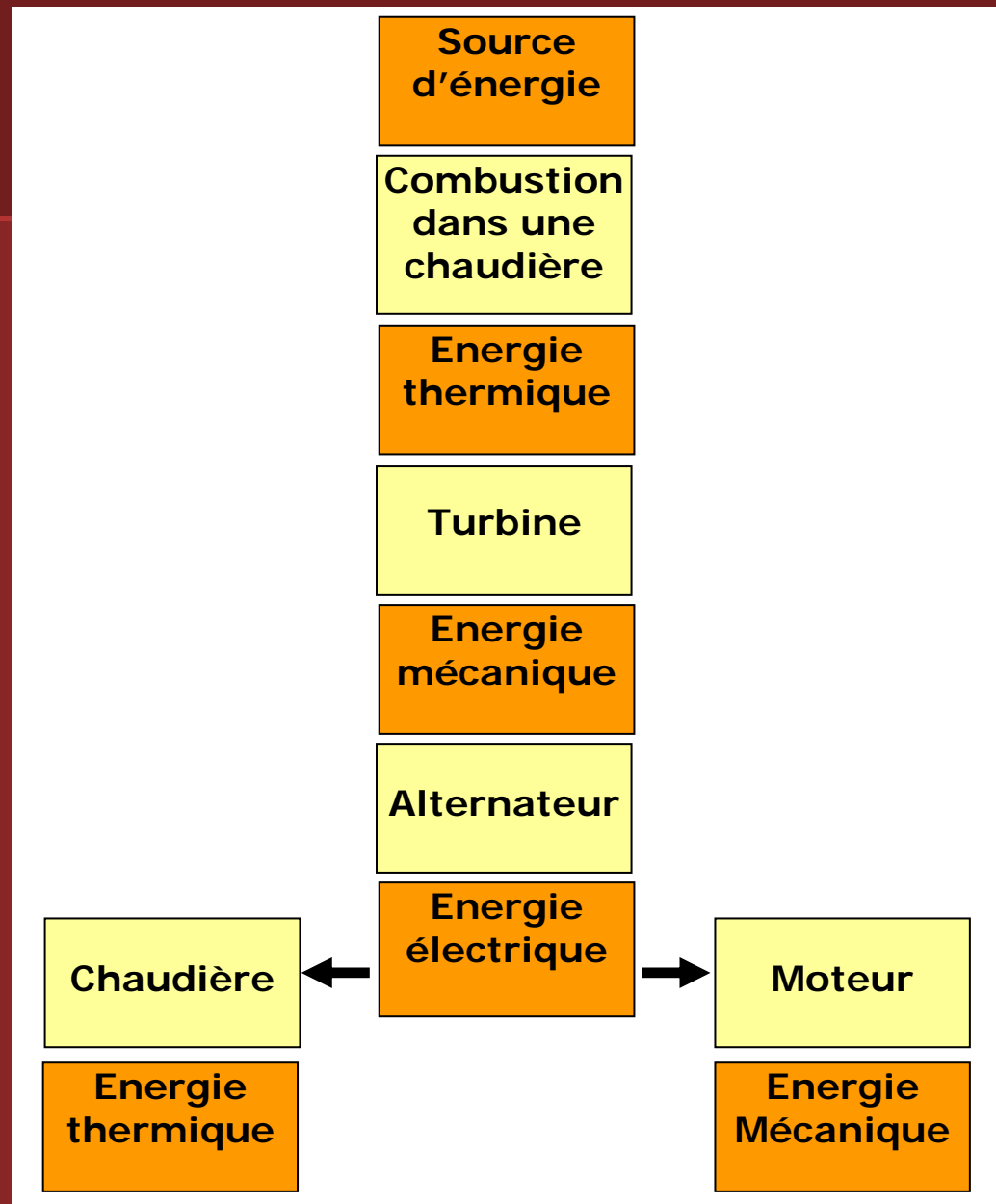
La chaîne énergétique se schématise de la façon suivante :



Schématisation

de la chaîne

énergétique



1.9.2 Comparaison entre les différents combustibles

1.9.2.1 Combustibles fossiles

Avantages

- Utilisation pratique
- Rapidité de dégagement d'énergie
- Grande disponibilité
- Technologie de stockage maîtrisée
- Diversification des applications

Combustibles fossiles

Inconvénients

- **Réserves limitées**
- **Pollution atmosphérique :**
 - **CO₂ et CH₄ : effet de serre**
 - **Imbrûlés HC, CO, CH₄ génèrent l'ozone à la surface de la terre et créent des problèmes respiratoires.**
 - **Le soufre contenu dans le combustible est responsable de la corrosion des installations thermiques et des pluies acides.**
 - **Les additifs de l'essence à base de plomb ont des conséquences néfastes sur le système nerveux.**

1.9.2.2 Combustibles nucléaires

Avantages

Décentralisation : les centrales nucléaires peuvent être installées là où on veut, indépendamment des gisements ou autres.

Bon rendement : l'Uranium naturel produit une énergie de **116 000 kWh/kg**

Combustibles nucléaires

Inconvénients

- **Exigent la disponibilité et la maîtrise de des technologies de pointe**
- Les problèmes des déchets nucléaires ne sont pas encore réglés sérieusement (contamination dangereuse pour l'homme).
- **Leur utilisation reste limitée, des progrès restent à faire.**
- **L'uranium utilisé dans les réactions de fission nucléaire est épuisable.**
- **Aspect redoutable de l'arme nucléaire.**

1.9.2.3 Energies Renouvelables

Avantages

- A l'échelle temporelle de l'être humain, le soleil, la géothermie et les vents sont des sources d'énergie inépuisables
- Les énergies nouvelles sont propres et bien réparties sur tout le globe.

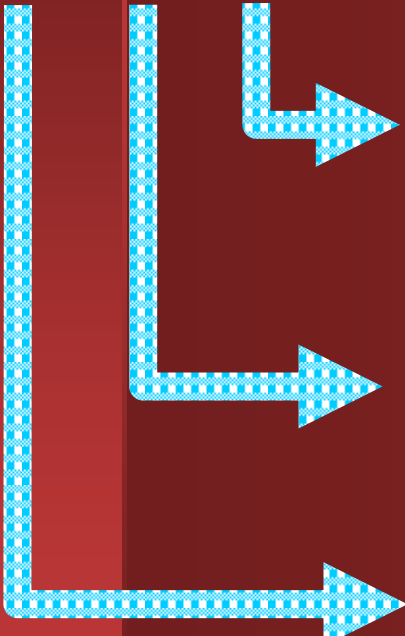
Inconvénients

- Leur utilisation reste encore limitée, des progrès restent à réaliser.

Conclusion

Afin de **préserver les ressources** d'énergie **d'origine fossile** et **réduire les émissions de polluants**, on doit :

Rationaliser l'utilisation de ces combustibles par :

- 
- Le Contrôle et l'optimisation des installations de combustion
 - La Réalisation des combustions les plus complètes possibles.
 - La Diminution des consommations

Du point de vue énergétique, les **énergies renouvelables** par exemple doivent nous permettre de satisfaire largement nos exigences et offrir le niveau de confort des pays les plus avancés à l'ensemble de la population mondiale.

Deux conditions à satisfaire :

- **Optimisation de la consommation** (minimisation du gaspillage et amélioration des rendements de conversion)
- **Production " propre " de l'énergie.**

1.10 Caractérisation de l'énergie

Deux éléments quantitatifs permettent d'effectuer des choix énergétiques :

- Le rendement théorique de production d'énergie,**
- Les coûts réels de production.**

1.10.1 Rendement théorique de production d'énergie

Quel que soit le processus de production de l'énergie, le rendement théorique s'exprime par le rapport :

$$R = \frac{\text{Energie produite}}{\text{Energie utilisée}}$$

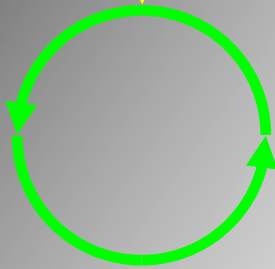
	Dépense	Production	
MOTEUR THERMIQUE	Chaleur fournie par la source chaude = Q_1	Travail W	$\rho = -\frac{W}{Q_1}$
REFRIGERATEUR	Travail W	Enlèvement de la chaleur Q_2 à la source froide	$e = \frac{Q_2}{W}$
POMPE A CHALEUR	Travail W	Production de la chaleur $-Q_1$ au niveau de la source chaude	$e = -\frac{Q_1}{W}$

MOTEUR THERMIQUE

SOURCE CHAUDE

T_c

$$Q_c > 0$$



$$W < 0$$

$$Q_f < 0$$

SOURCE FROIDE

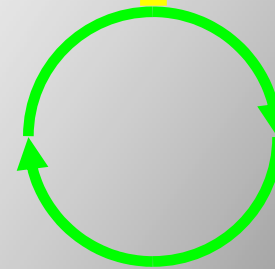
T_f

POMPE A CHALEUR

SOURCE CHAUDE

T_c

$$Q_c < 0$$



$$W > 0$$

$$Q_f > 0$$

SOURCE FROIDE

T_f

Exemples de rendement de production :

Machine	Type de transformation	R (%)
Chaudière	Energie chimique → Energie thermique	≈ 80 à 90
Moteur Diesel	Energie thermique → Energie mécanique	≈ 40
Centrale thermique	Energie thermique → Energie électrique	≈ 35 à 38
Centrale nucléaire	Energie thermique → Energie électrique	≈ 30
Turbine à gaz	Energie thermique → Energie électrique	≈ 25 à 30
Moteur à essence	Energie thermique → Energie mécanique	≈ 20 à 25

1.10.2 Les coûts réels de production

Les coûts réels de l'énergie avant sa distribution doivent tenir compte de 3 paramètres :

- le coût du combustible (nul pour une installation solaire ou hydraulique)
- l'amortissement de l'installation génératrice d'énergie.
- les frais de fonctionnement et d'entretien.

Remarque : On peut toujours définir le coût partiel qui tient compte du rendement théorique et du coût du combustible.

- Si **R** est le **rendement théorique** caractérisant le cycle utilisé pour la production d'énergie électrique,
- **C_{ep}** le coût partiel de production du kWh électrique,
- **C_T** le coût du kWh thermique sera donné par :
 - $C_T = R \cdot C_{ep}$
- **C_T** correspond à l'énergie émise à la chambre de combustion ou au cœur du réacteur nucléaire, il est directement lié au prix du combustible : valeur qui doit être sans cesse actualisée.

Exemple :

Dans une centrale thermique classique $R = 0.35$,

$$C_T = C_c / P_c$$

C_c : coût de 1 kg de combustible

P_c : pouvoir calorifique en kWh/kg

Le coût réel c_R :

$$C_R = C_{ep} + C_A + C_F$$

C_A : coût d'amortissement de l'installation évalué sur une durée de vie moyenne (~ 20 ans) et ramené au kWh produit.

C_F : coût de fonctionnement et d'entretien annuel ramené au kWh produit.

Le coût réel de l'énergie au niveau de l'utilisation fait intervenir non seulement le coût réel de production défini précédemment, mais aussi le coût de la distribution qui dépend de l'état du réseau et du coût de l'utilisation qui dépend de l'état des appareils utilisant l'énergie.

1.11 Conclusion

Dans beaucoup de processus industriels de production ou de récupération de l'énergie, on est amené à considérer des transferts de chaleur.

La façon la plus usuelle de produire de l'énergie-chaleur est la combustion, d'où l'importance que revêt, non seulement l'étude des transferts de chaleur, mais aussi la description des phénomènes de combustion et le traitement des problèmes des échangeurs thermiques.

Fin du chapitre 1

Merci de votre attention