

---

# Les Réseaux Électriques

---

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2019/2020

---

# Cheminement de l'énergie électrique

- Production de l'énergie électrique
  - Transport de l'énergie électrique
  - Distribution de l'énergie électrique
  - Qualité de l'énergie électrique
  - Sécurité et stabilité du réseau électrique
  - Méthodologie de conception d'un réseau électrique
-

---

# Production de l'énergie électrique

- L'énergie est consommée au moment où elle est produite;
  - L'usine de production de l'énergie électrique est la centrale électrique;
  - Deux éléments clés sont nécessaires à la production de l'énergie électrique:
    - La turbine
    - L'alternateur;
-

---

# Production de l'énergie électrique

- L'énergie électrique est produite par conversion de l'énergie primaire:
    - Fossile: pétrole, charbon, gaz naturel;
    - Nucléaire: réaction par fission de l'uranium;
    - Hydraulique: force du courant d'eau d'une rivière;
    - Renouvelable: vent, soleil, vagues, biomas...etc.
-

---

# Production de l'énergie électrique

- L'énergie électrique n'est pas consommée au lieu de sa production;
  - Elle est donc :
    - Produite;
    - Transportée;
    - Distribuée aux consommateurs;
-

---

# Production de l'énergie électrique

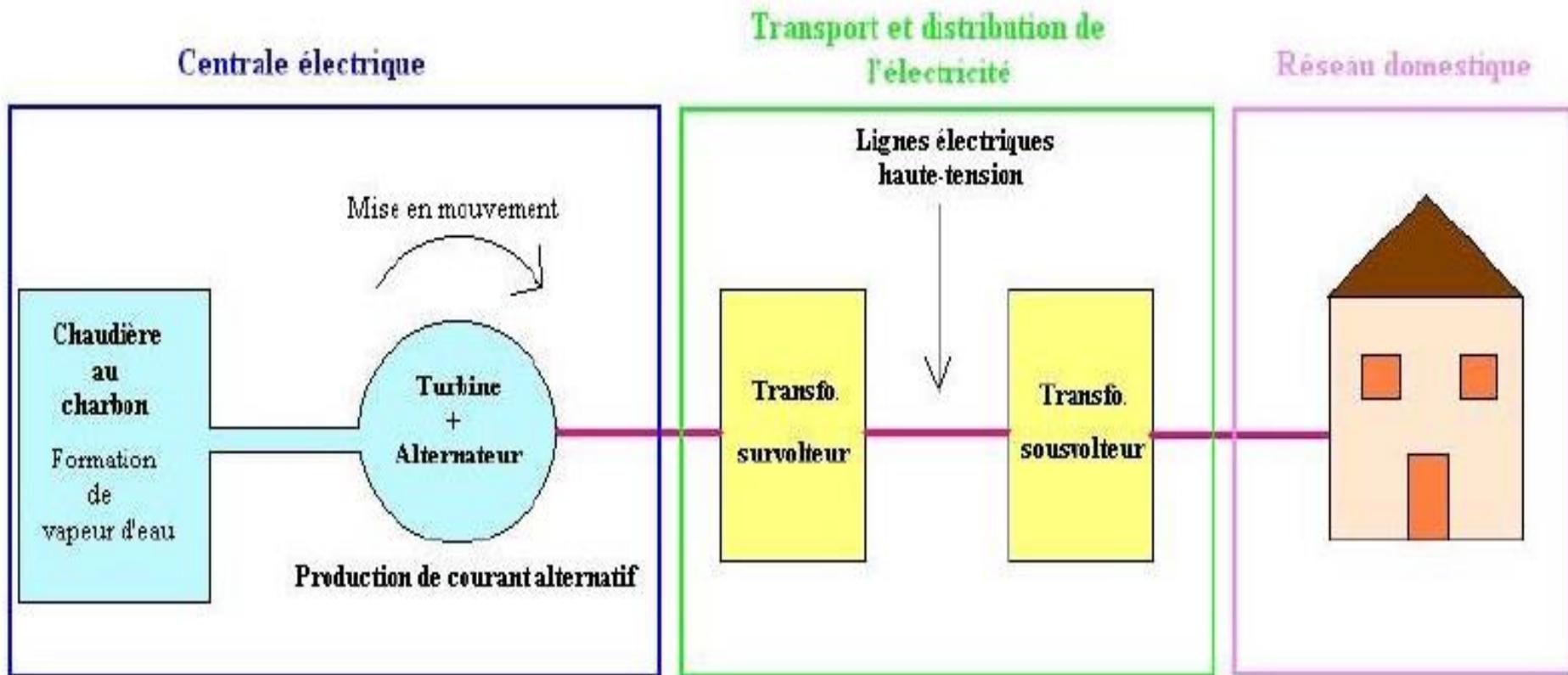
- Avant d'être transportée, la tension de l'alternateur subit une première transformation, une élévation, à l'aide d'un transformateur élévateur (survolteur);
  - Cette élévation a pour but de réduire les pertes par effet Joule dans les lignes de transport.
-

---

# Production de l'énergie électrique

- A proximité du lieu de distribution, cette tension subit une dernière transformation, un abaissement, à l'aide d'un transformateur abaisseur (sous-volteur), qui permet de fournir une tension au client final dans les normes.
-

# Production de l'énergie électrique



---

# Production de l'énergie électrique

- Les différents modes de production de l'énergie électrique:
    - Les centrales à combustion fossile;
    - Les centrales à fission nucléaire;
    - Les centrales hydrauliques;
    - Les centrales à énergie renouvelables;
-

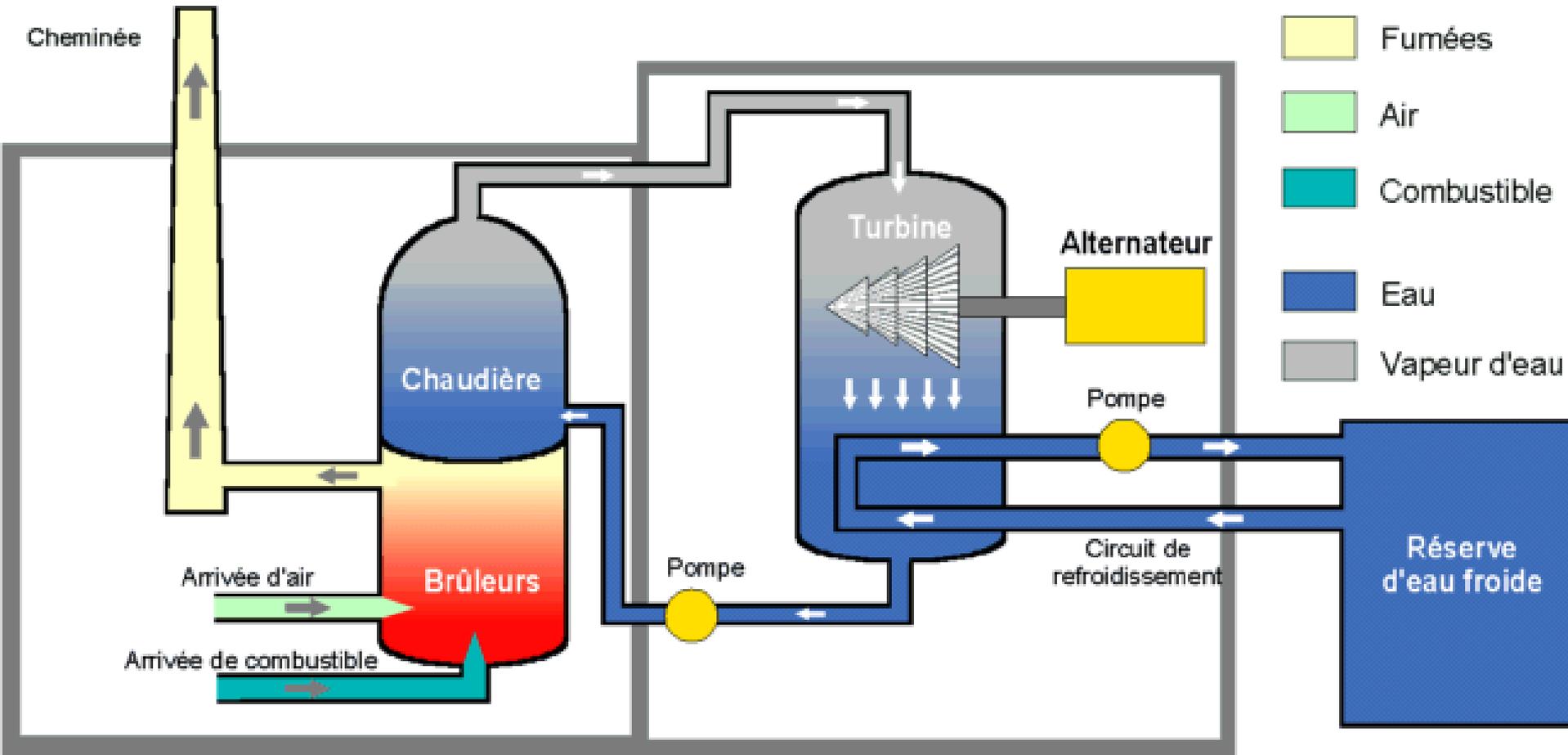
---

# Les centrales à combustion fossile

## ■ Les énergies primaires

- Pétrole: une chaudière, à base de fioul, permet de porter à l'ébullition l'eau se trouvant dans un circuit fermé créant ainsi une pression élevée.
  - Cette pression permet d'entraîner, en rotation, une turbine solidaire d'un alternateur, source d'énergie électrique.
-

# Les centrales à combustion fossile



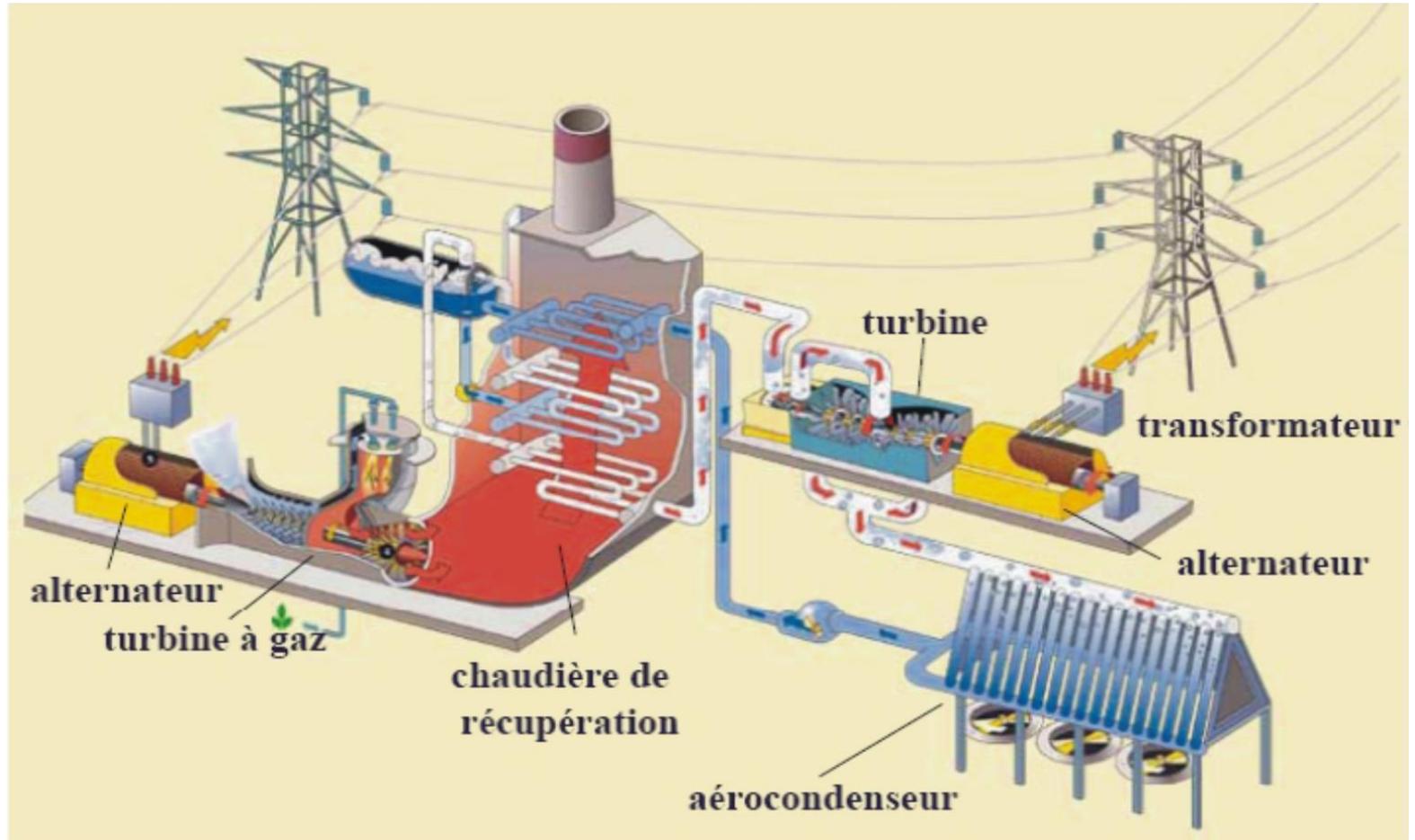
---

# Les centrales à combustion fossile

## ■ Les énergies primaires

- ❑ Gaz naturel: il est utilisé comme combustible. Les éléments de conversion d'énergie de la centrale restent les mêmes.
  - ❑ On parle souvent de centrales à cycle combiné, il s'agit d'une récupération du gaz d'échappement de la première turbine pour entraîner une deuxième turbine.
  - ❑ C'est un gain en énergie.
-

# Les centrales à combustion fossile



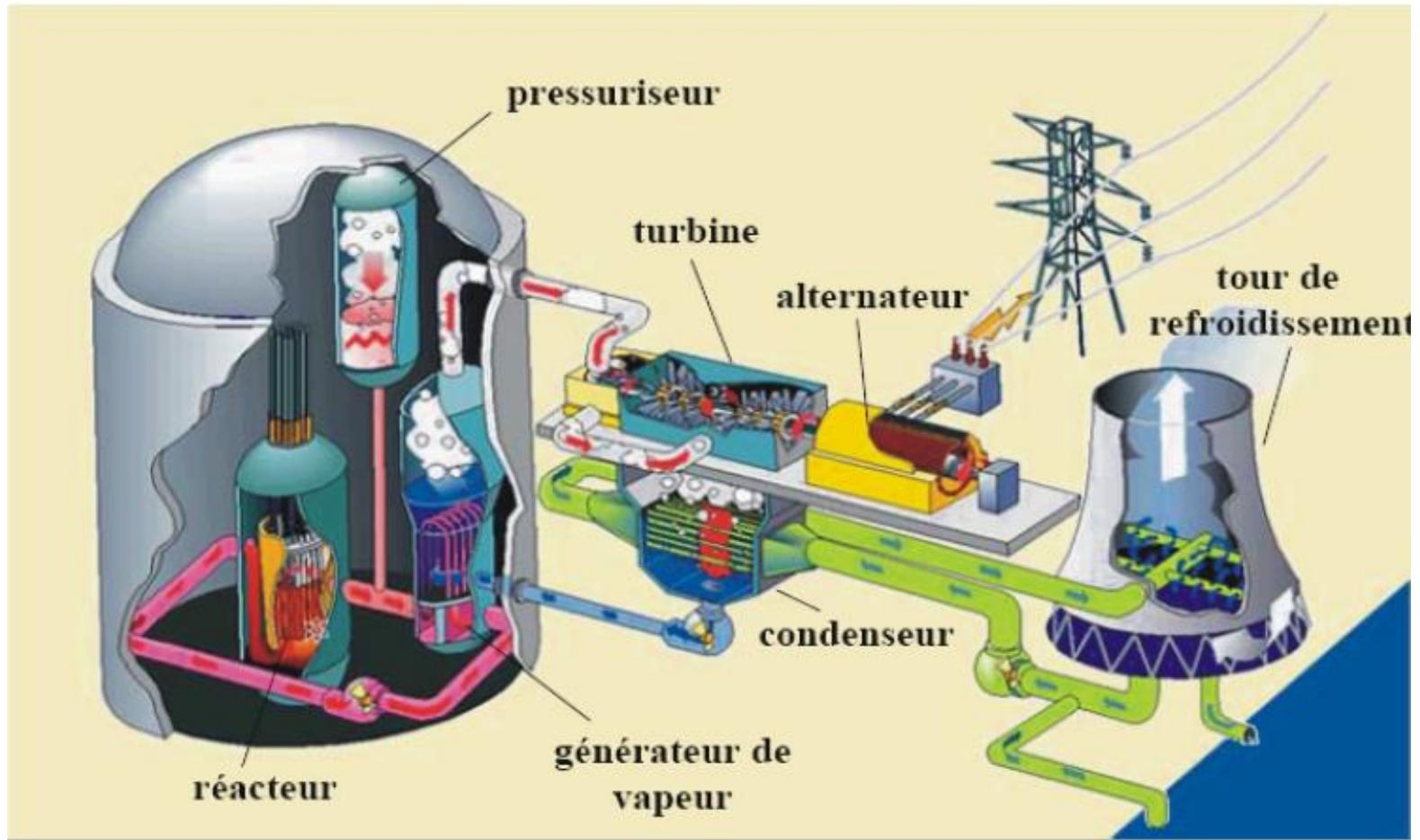
---

# Les centrales à combustion fossile

## ■ Les centrales à fission nucléaire

- ❑ C'est l'énergie thermique dégagée par la réaction nucléaire au niveau du réacteur qui sert à produire de la pression par ébullition d'eau.
  - ❑ Cette pression entraîne la turbine, donc l'alternateur, en rotation.
  - ❑ D'où production d'électricité.
-

# Les centrales à fission nucléaire

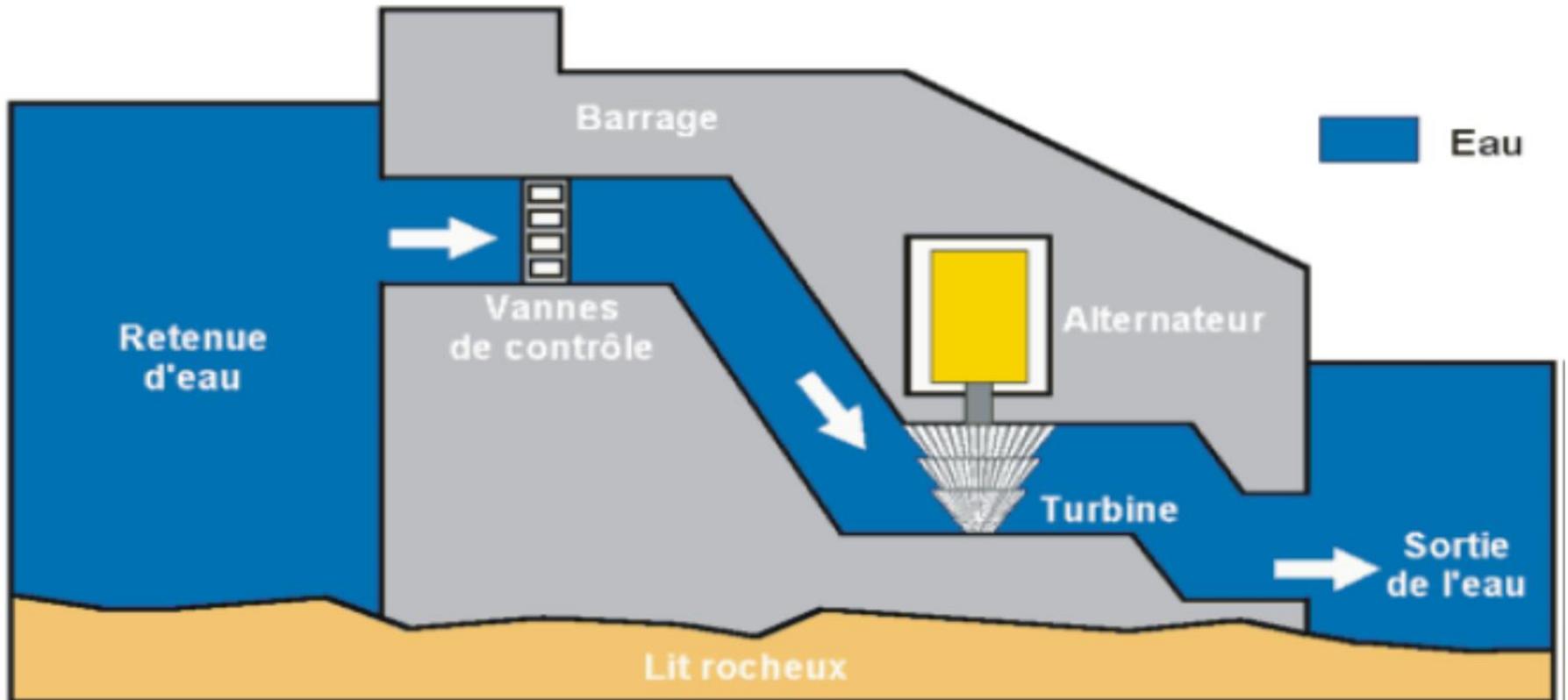


---

# Les centrales hydrauliques

- Les chutes d'eau, de par leur énergie potentielle, représentent une source d'énergie mécanique convertie directement en énergie électrique.
-

# Les centrales hydrauliques



---

# Les centrales à énergie renouvelable

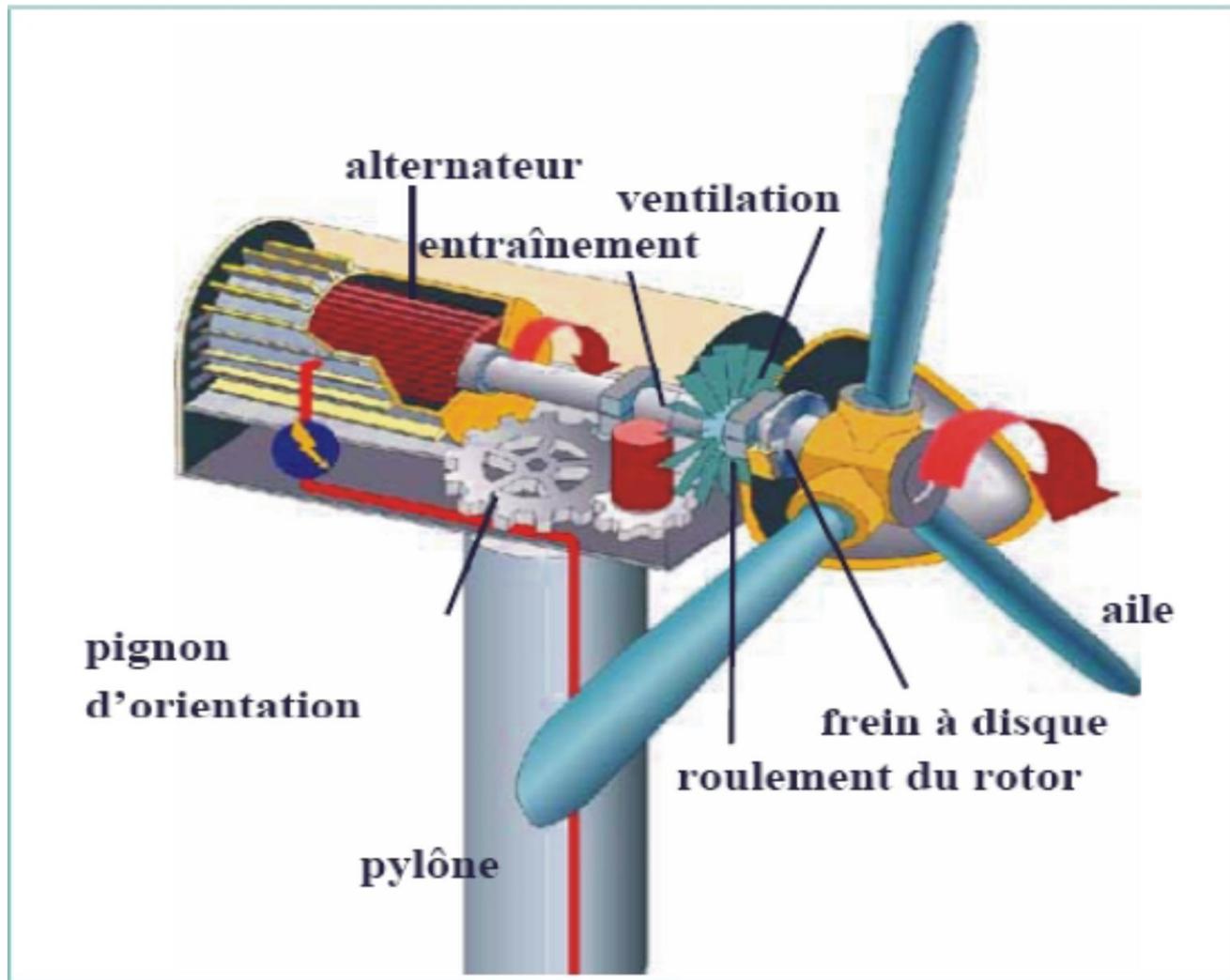
- Cette énergie provient de la nature de façon pseudo-aléatoire, tels que:
    - Le vent;
    - Le soleil;
    - Les vagues de la mer; ...etc.
  - C'est une énergie **inépuisable**.
-

---

# Les centrales à énergie renouvelable

- Les centrales à énergie renouvelable
    - La conversion de l'énergie due au vent est assurée par les éoliennes;
    - La conversion de l'énergie due au soleil est assurée par les plaques solaires photovoltaïques;
    - La conversion de l'énergie des vagues, énergie marémotrice, en électricité est assurée par plusieurs inventions basées sur le mouvement dû au déplacement des vagues.
-

# Les éoliennes

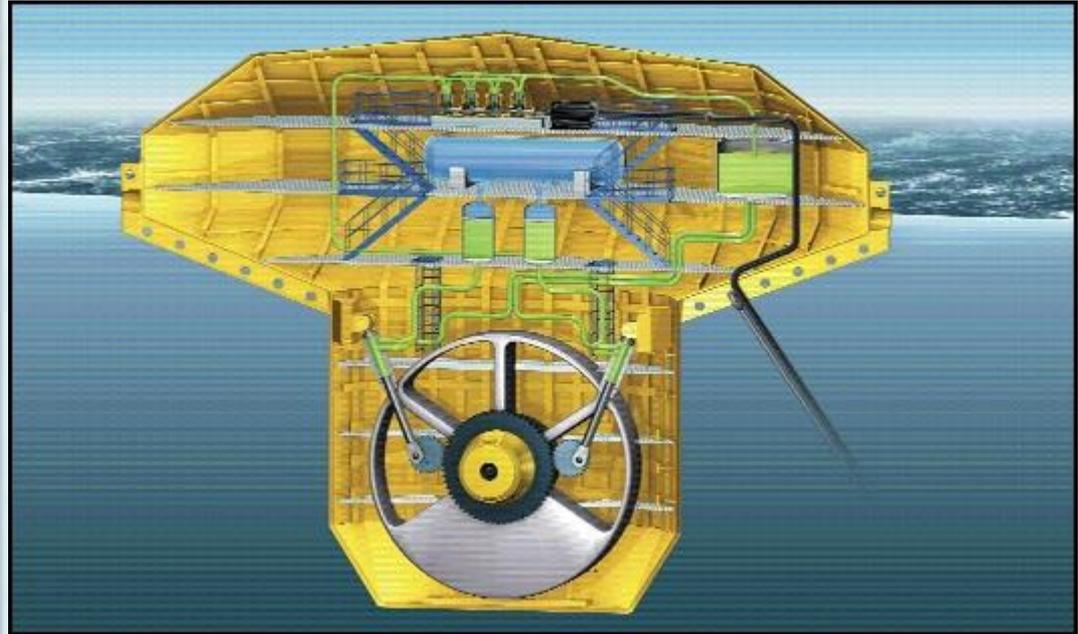


---

# Les plaques photovoltaïques



# Les générateurs marémoteurs



---

# Le Transport d'énergie électrique

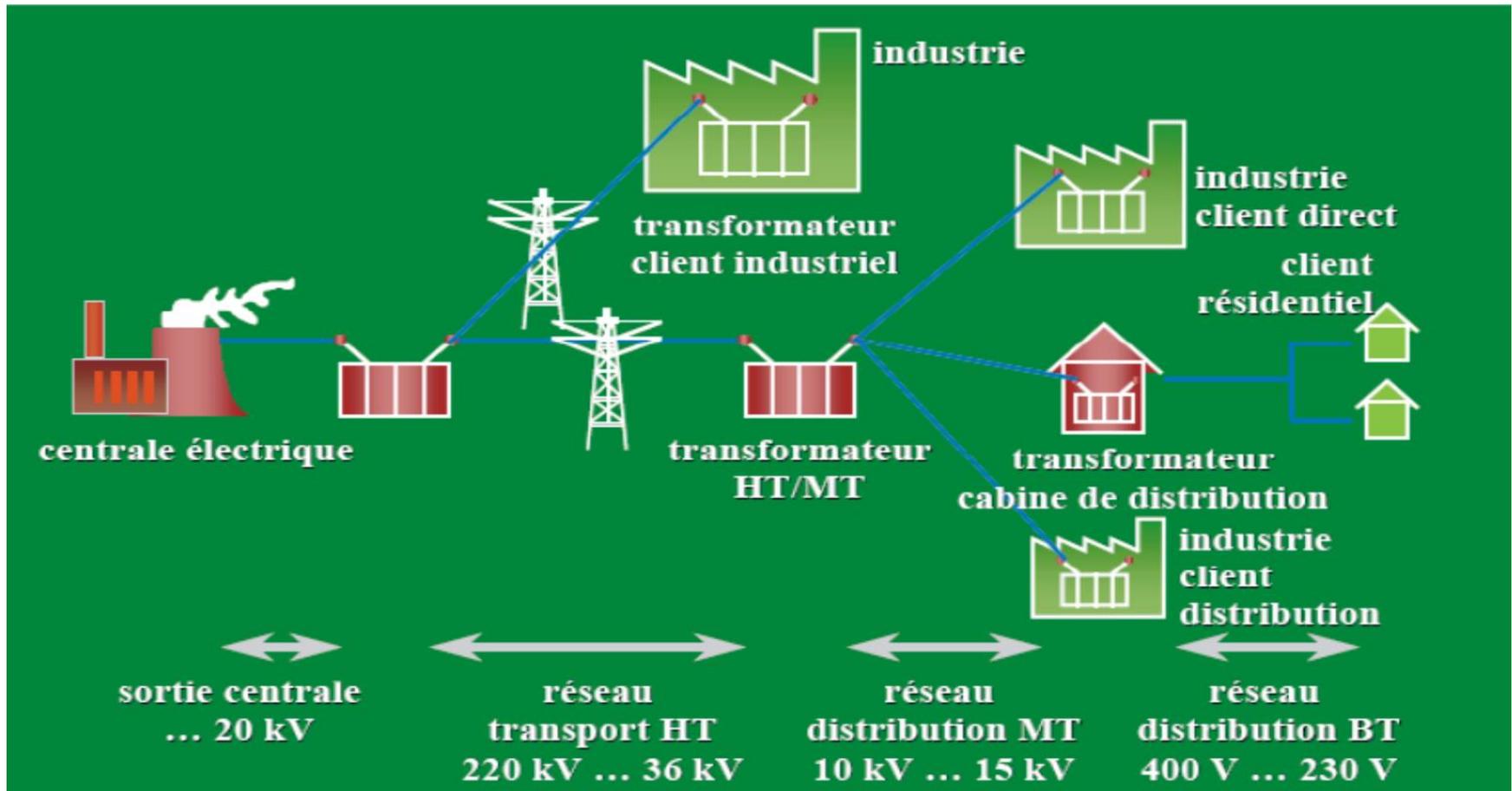
- Les conditions préalables au transport de l'énergie électrique:
    - Elle doit être acheminée vers des consommateurs lointains;
    - Elle doit être transportée sans pertes, ou avec le minimum de pertes;
    - Elle doit être livrée dans tout le territoire national;
    - Elle doit être adaptée selon l'utilisation;
    - Elle doit être fournie sans coupure;
    - Elle doit être de qualité;
    - Etc.
-

---

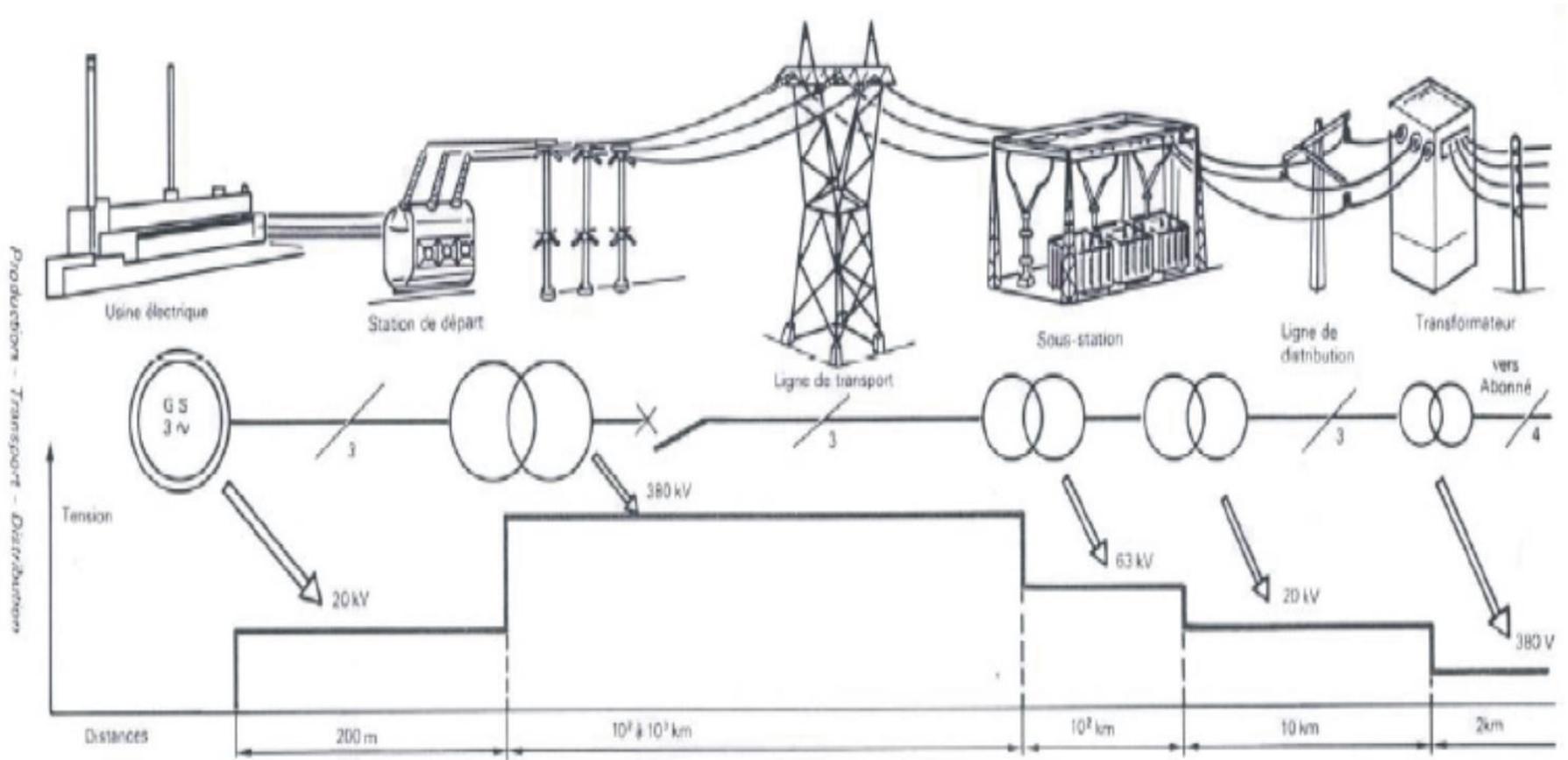
# Le Transport d'énergie électrique

- Le transport de l'énergie électrique se fait en plusieurs étapes:
    - Au départ de la centrale de production, la tension délivrée par l'alternateur est de 20kV;
    - Cette tension subit une première transformation, il s'agit d'une élévation vers 400kV ou 225kV;
    - Avec cette valeur on assure un transport longue distance;
    - D'autres transformations sont faites sur la tension pour différents niveaux de distribution;
    - On parle alors de la THT, HT, MT, BT et TBT.
-

# Le Transport d'énergie électrique



# Le Transport d'énergie électrique



# Le Transport d'énergie électrique

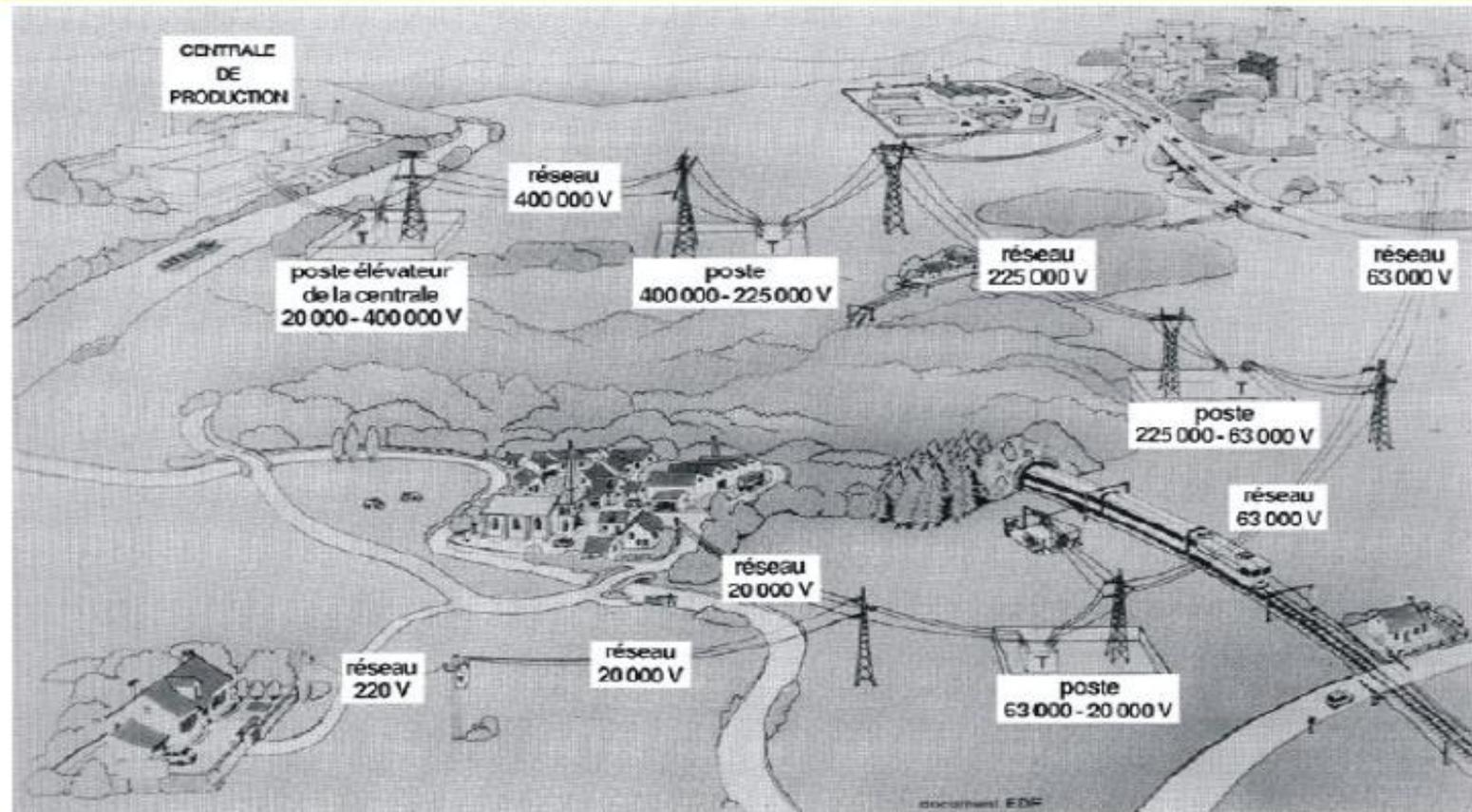
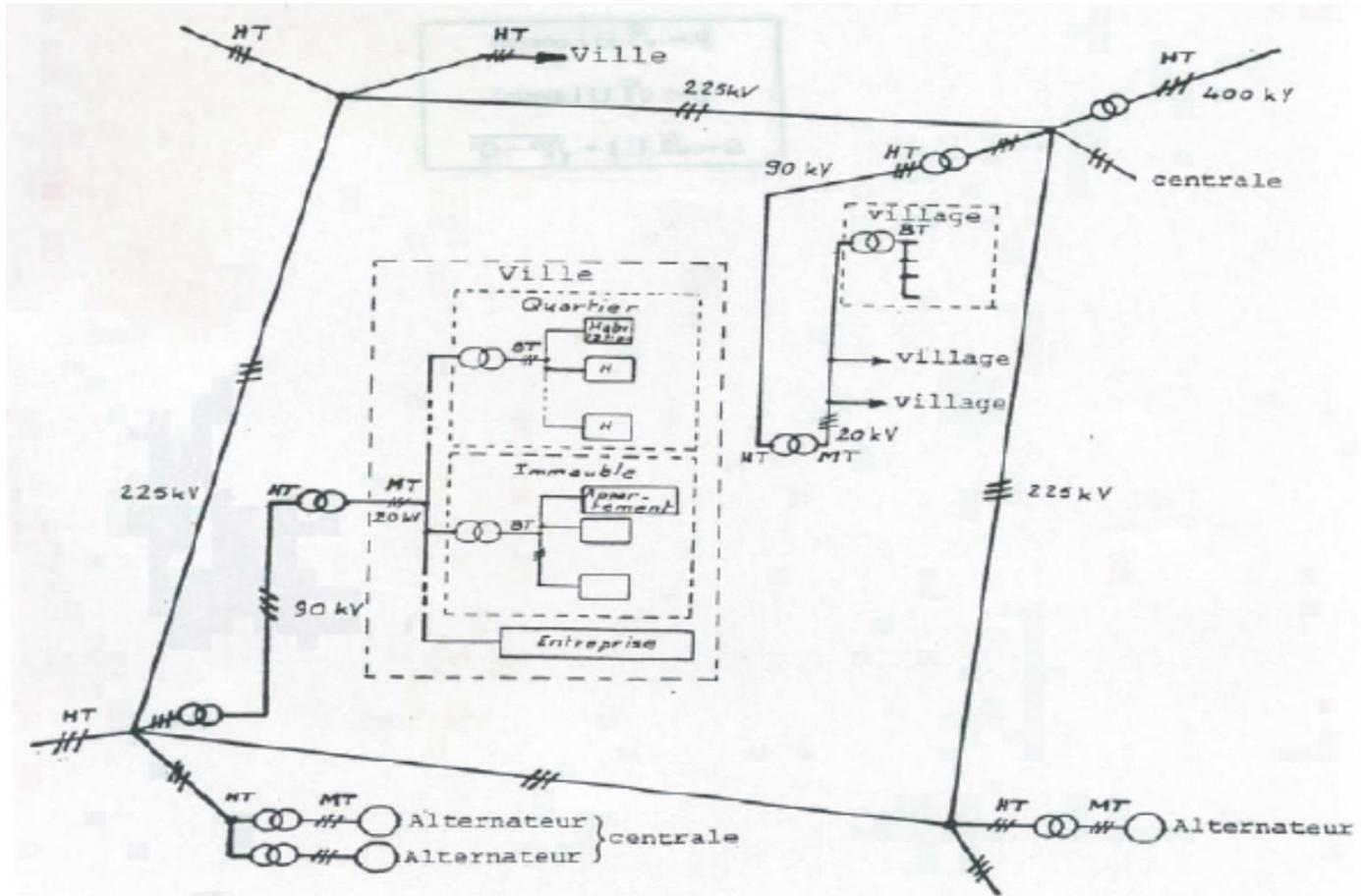


fig. 1 : le schéma illustré d'un réseau électrique montrant que l'électricité est produite, transportée et distribuée à des niveaux de tensions différents.

# Le Transport d'énergie électrique



---

# Le Transport d'énergie électrique

- Le transport de l'énergie électrique se fait au moyen de :
    - lignes aériennes soutenues par différents types de pylônes:
      - À 2 ternes, pour le transport longue distance en THT;
      - À 1 terne, pour le transport moyenne distance;
      - À poteau, pour le transport courte distance et de proximité.
    - Lignes souterraines;
    - Lignes sous marines;
-

# Le Transport d'énergie électrique



Lignes aériennes



Lignes souterraines



Lignes sous-marines

---

# La Répartition d'énergie électrique

- Avant d'atteindre le réseau de distribution et de livraison clients, l'énergie électrique passe à travers le Réseau de Répartition dont la finalité est d'acheminer l'électricité du Réseaux de Transport vers les grands centres de consommation tels que les industries lourdes, les chemins de fer etc.
  - Les Réseaux de Répartition sont à caractère régional.
-

---

# La Distribution d'énergie électrique

- Les Réseaux de Distribution sont alimentés directement à partir des Réseaux de Répartition.
  - On distingue :
    - Les Réseaux de Distribution MT permettant l'acheminement de l'énergie électrique des Réseaux de Répartition aux points de moyenne consommation.
    - Les Réseaux de Distribution BT permettant d'acheminer l'énergie électrique des Réseaux de Distribution MT aux points de faible consommation dans le domaine public.
-

---

# La topologie des réseaux électriques

- La topologie est l'ensemble des principes (schémas, protection, mode d'exploitation) utilisés pour véhiculer l'énergie électrique en distribution publique, on distingue:
    - Distribution MT:
      - Boucle fermée;
      - Boucle ouverte;
      - Radiale;
      - Double dérivation.
-

---

# La Qualité de l'Énergie Électrique (QEE)

- L'une des propriétés particulières de l'électricité est que certaines de ses caractéristiques dépendent à la fois du producteur / distributeur d'électricité, des fabricants d'équipements et du client.
-

---

# La Qualité de l'Énergie Électrique (QEE)

- La qualité de l'électricité est devenue un sujet stratégique pour les compagnies d'électricité, les personnels d'exploitation, de maintenance ou de gestion de sites tertiaires ou industriels, et les constructeurs d'équipements, essentiellement pour les raisons suivantes :
-

---

# La Qualité de l'Énergie Électrique (QEE)

- ❑ La nécessité économique d'accroître la compétitivité pour les entreprises ;
  - ❑ La généralisation d'équipements sensibles aux perturbations de la tension et/ou eux-mêmes générateurs de perturbations ;
  - ❑ L'ouverture du marché de l'électricité.
-

---

# La Sécurité et la stabilité du réseau électrique

- Dans l'industrie, comme dans le tertiaire la qualité de l'alimentation électrique est de plus en plus importante.
  - La qualité du produit électricité, outre les imperfections telles que variations de tension, distorsion harmonique, se caractérise essentiellement par la disponibilité de l'énergie électrique.
-

---

# La Sécurité et la stabilité du réseau électrique

- La perte d'alimentation est toujours gênante, mais elle peut devenir pénalisante, catastrophique, ou mettre en danger la vie des personnes.
  - Les études de sûreté de fonctionnement permettent de réaliser l'adéquation entre les besoins en disponibilité électrique et le réseau à mettre en œuvre.
-

---

# La méthodologie de conception d'un réseau électrique

- Les réseaux de distribution publique moyenne tension -MT- sont construits en utilisant deux paramètres fondamentaux influençant la majorité de leurs constituants ainsi que leur exploitation. Ces paramètres sont le mode de gestion du neutre et la tension de service.
-

---

# La méthodologie de conception d'un réseau électrique

- Leur choix a un impact très fort sur l'ensemble du réseau, et leur remise en cause est très difficile, voire impossible ou économiquement irréaliste. Il est donc capital de bien comprendre les influences de ces choix sur les autres paramètres du réseau que sont le système de protection, la sécurité, la gestion des défauts...
-

# Schéma d'un réseau électrique

