

Tableau de comité de lecture

Date de lecture	Lecteurs	Observation	Remarques rédacteur	Date modifications
21 mars 2005		Première version		21 mars 2005

Si vous avez lu ce T.P. et que vous avez des remarques à faire, n'hésitez pas et écrivez-moi aux adresses suivantes :

<p>Ce dossier contient :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Un dossier élève (page 4 à 9) • Un dossier prof (page 10 à 15) • Un dossier annexe (page 16 à 18) 	<p>E-Mail :</p> <p>Crochet.david@free.fr</p>	<p>Adresse Professionnel :</p> <p>CROCHET David LP Jean Guéhenno 16 Rue pierre Huet 61105 Flers</p>
--	---	--

COURS N° 3
La production d'énergie électrique

Niveau : BEP ELEC

Lieu : Salle de cours

Durée : ? heures

Organisation : Classe entière

LIAISON AU RÉFÉRENTIEL

PRÉ-REQUIS

Les élèves doivent être capables :

OBJECTIFS

Les élèves devront être capables de :

NIVEAU D'APPRENTISSAGE

MÉTHODE

- Passive

BEP ELEC	<u>ÉLECTROTECHNIQUE</u>	COURS N° 3
	<u>LA PRODUCTION D'ÉNERGIE</u> DOSSIER PÉDAGOGIQUE	

La production d'énergie électrique

Objectif :

Documents :

-
-

Secteur : Salle de cours

Durée : ? heures

La Production d'énergie électrique

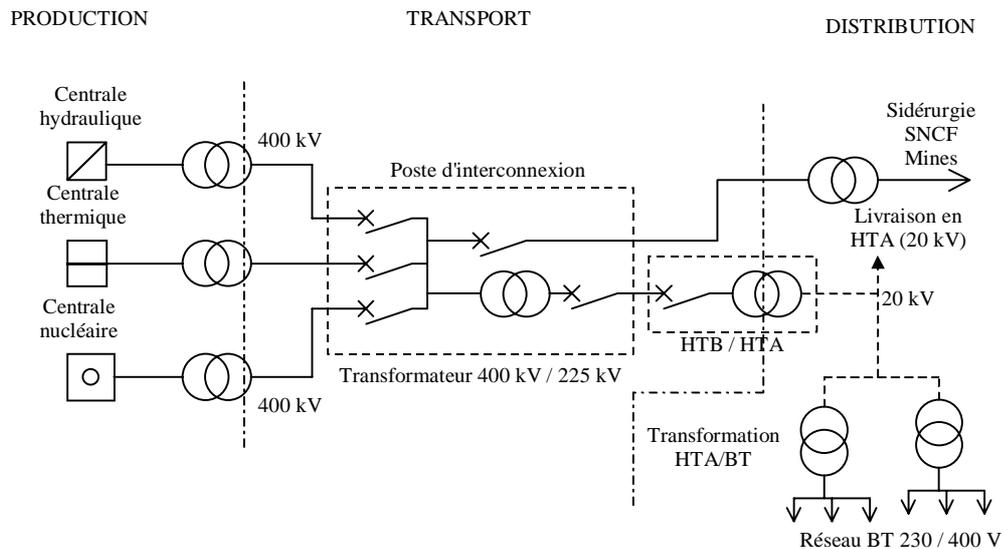
1. Introduction

L'évolution rapide de notre mode de vie date du début du 19^{ème} siècle avec . Dès lors l'homme a remplacé les énergies naturelles directement par d'autres sources d'énergie : qu'il faut ensuite

Dans bien des domaines l'énergie électrique a supplanté les autres parce qu'elle est :

L'alimentation en énergie électrique comporte plusieurs étapes que l'on peut résumer en :

-
-
-
-



2. Principe de la production

L'énergie électrique à l'état naturel n'est pas exploitable . Il faut donc qu'à chaque

On appelle énergie primaire sous forme de

. On la trouve

Ces différents types d'énergie primaire vont être transformés en par

Il existera trois types de centrales de production :

-
-
-

3. Principes de fonctionnement

3.1. Centrales hydrauliques

Dès l'antiquité, on a utilisé l'énergie ou pour produire de . À la fin du 19^{ème} siècle a permis le développement de l'énergie électrique.

Il existe trois types de centrales de centrales hydrauliques :

-
-
-

3.1.1. Centrales hydrauliques de hautes chutes

Exemple : Barrage de Villarodin

- Caractéristiques hydrauliques : $H = 882 \text{ m}$ et $d = 51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Puissance électrique : $P = 2 \times 200 \text{ MW}$

3.1.2. Centrales hydrauliques de moyennes chutes

Exemple : Barrage de Serre Ponçon : situé au confluent de l'Ubage et de la Durance.

- Caractéristiques hydrauliques : $H = 123 \text{ m}$ et $d = 4 \times 75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$
- Puissance électrique : $P = 4 \times 90 \text{ MVA}$

3.1.3. Centrales hydrauliques de basses chutes

Exemple : Barrage de Rhinau : situé sur le Rhin.

- Caractéristiques hydrauliques : $d = 4 \times 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; jusqu'à $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en cas de crue du Rhin
- Puissance électrique : $P = 4 \times 42 \text{ MVA}$

Il existe également un type de centrales appelées . Elles
 utilisent l'énergie . Un barrage situé à l'entrée d'un estuaire de
 rivière laisser passer l'eau . A la fin
 de la marée, si celle-ci est de faible coefficient, on en profite pour pomper (les
 alternateurs deviennent moteurs). On ferme les vannes en attendant que la différence
 de hauteur soit assez importante. Puis on ouvre les vannes et

Exemple : Barrage
 marémotrice de la Rance :
 Situé dans la baie du Mont
 Saint Michel.

- Longueur du barrage :
750 m
- Caractéristiques
hydrauliques : $d = 275$
 $m^3 \cdot s^{-1}$
- Puissance électrique : $P =$
 $24 \times 10 \text{ MW}$



3.2. Centrales thermiques

Les centrales thermiques produisent de l'énergie électrique à partir de l'énergie
 obtenue en brûlant un combustible tel que

On classera ces centrales en deux catégories :

-
-

Remarque :

3.2.1. Principe de fonctionnement d'une centrale thermique à flammes

3.2.1.1. Générateur de vapeur : L'eau circule dans les tubes de la chambre
 de combustion et se transforme

3.2.1.2. Circuit eau vapeur :

- Cette vapeur ($656 \text{ °C} / 163 \text{ bars}$)
- Après la turbine H.P., cette vapeur (36 bars) va vers
- On le détend encore une fois dans
-

Cet ensemble de permet d'améliorer le rendement de la centrale thermique.

permet d'améliorer le

3.2.1.3. Gaz de combustion : La chaleur dégagée par ceux-ci est utilisée pour :

- Surchauffer la vapeur à la sortie du générateur de vapeur
- Resurchauffer la vapeur ayant déjà accompli un passage dans la turbine H.P. (Même raison que ci-dessus)
-
-

Cet ensemble de permet également d'améliorer le rendement de la centrale thermique.

permet également d'améliorer le

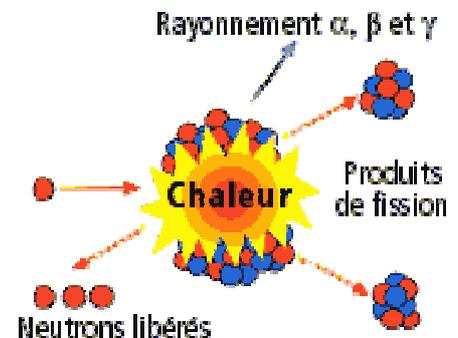
3.2.2. Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire

Il s'agit également

3.2.2.1. Principe de la réaction nucléaire

Ce noyau s'étire puis se rompt et ainsi libère plusieurs neutrons qui, à leur tour, vont provoquer de nouvelles fissions. C'est ce qu'on appelle

La fission nucléaire



3.2.2.2. Contrôle de la réaction

Chaque fission s'accompagne d'un

. Le contrôle de la réaction

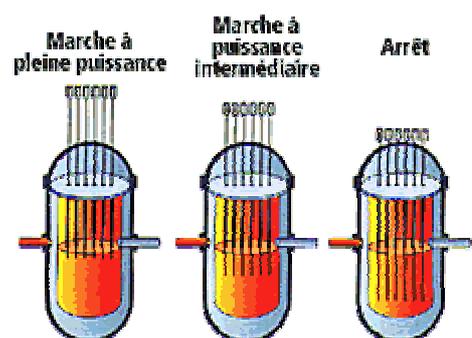


Une réaction en chaîne doit être contrôlée

On utilise des barres en matériau absorbeurs de neutrons

En descendant ces barres,

Les barres de contrôles



. D'autres

barres, dans le même matériau, ne sont rentrées dans le cœur que pour arrêter la réaction en cas d'avarie grave

3.2.2.3. Intérêt des centrales nucléaire

Avantages :

-
-
-

Inconvénients :

-
-
-

3.3. Autres types de centrales

Il existe d'autres types de centrales :

-
-
-

Conclusion :

BEP ELEC	<u>ÉLECTROTECHNIQUE</u>	COURS N° 3
	<u>LA PRODUCTION D'ÉNERGIE</u> DOSSIER PÉDAGOGIQUE	

La production d'énergie électrique

Objectif :

Documents :

-
-

Secteur : Salle de cours

Durée : ? heures

La Production d'énergie électrique

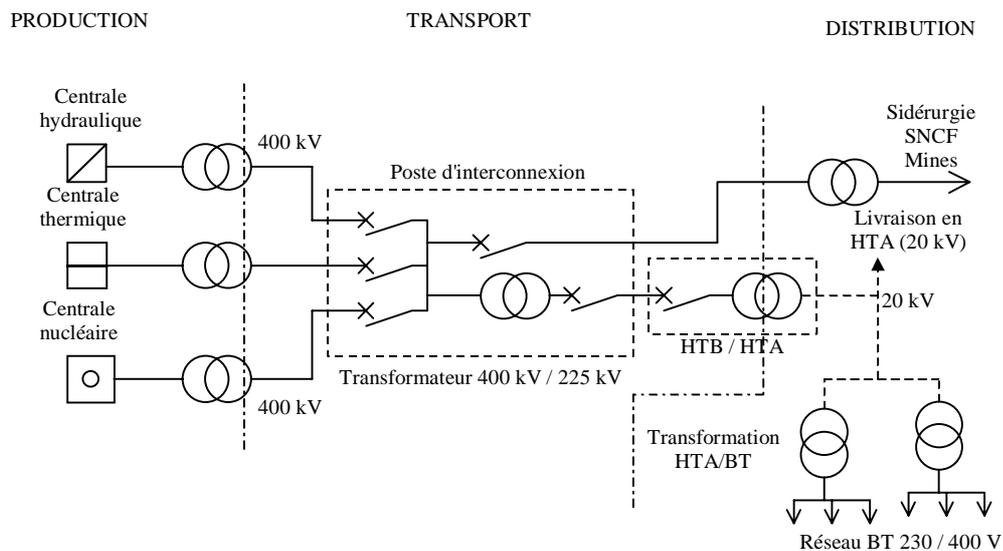
1. Introduction

L'évolution rapide de notre mode de vie date du début du 19^{ème} siècle avec l'apparition de la machine à vapeur. Dès lors pour se déplacer, s'éclairer, produire l'homme a remplacé les énergies naturelles directement exploitables (animaux, vent, chutes d'eau) par d'autres sources d'énergie : vapeur, énergie électrique, moteur à explosion qu'il faut ensuite transformer en énergie mécanique

Dans bien des domaines l'énergie électrique a supplanté les autres parce qu'elle est : une énergie propre, efficace et facile d'emploi ; facile à transporter et à distribuer.

L'alimentation en énergie électrique comporte plusieurs étapes que l'on peut résumer en :

- Production de l'énergie électrique
- Transport de l'énergie électrique
- Distribution de l'énergie électrique
- Utilisation de l'énergie électrique



2. Principe de la production

L'énergie électrique à l'état naturel n'est pas exploitable (foudre) ni stockable (forte puissance). Il faut donc qu'à chaque instant l'énergie produite soit égale à l'énergie consommée.

On appelle énergie primaire l'énergie brute avant transformation. On la trouve sous forme de charbon, chute d'eau, de gaz, pétrole, d'uranium appauvri.

Ces différents types d'énergie primaire vont être transformés en énergie électrique par les centrales de production.

Il existera trois types de centrales de production :

- les centrales hydrauliques
- Les centrales thermiques
- Les autres types de centrales

3. Principes de fonctionnement

3.1. Centrales hydrauliques

Dès l'antiquité, on a utilisé l'énergie gravitaire de l'eau ou cinétique de l'eau pour produire de l'énergie mécanique (moulin). À la fin du 19^{ème} siècle l'invention de turbines performantes a permis le développement de l'énergie électrique.

Il existe trois types de centrales de centrales hydrauliques :

- Les centrales de hautes chutes ($H > 200$ m).
- Les centrales de moyennes chutes ($30 \text{ m} < H < 200$ m).
- Les centrales de basses chutes ($H < 30$ m).

3.1.1. Centrales hydrauliques de hautes chutes

La hauteur sera supérieure ou égale à 200 m. Il s'agit de centrale situé en montagne. L'eau est retenue dans des barrages et est évacuée par des conduites forcée vers la turbine (parfois plusieurs kilomètres de conduits).

Exemple : Barrage de Villarodin

- Caractéristiques hydrauliques : $H = 882$ m et $d = 51 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Puissance électrique : $P = 2 \times 200$ MW.

3.1.2. Centrales hydrauliques de moyennes chutes

La hauteur de chutes est comprise entre 30 et 200 m. Il s'agit de retenue d'eau très importante.

Exemple : Barrage de Serre Ponçon : situé au confluent de l'Ubaye et de la Durance.

- Caractéristiques hydrauliques : $H = 123$ m et $d = 4 \times 75 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Puissance électrique : $P = 4 \times 90$ MVA.

3.1.3. Centrales hydrauliques de basses chutes

On les appelle aussi centrales au fil de l'eau. Elles sont construit sur un cours d'eau. Elles sont caractérisées par un débit très important mais une faible hauteur de chute.

Exemple : Barrage de Rhinau : situé sur le Rhin.

- Caractéristiques hydrauliques : $d = 4 \times 350 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$; jusqu'à $5000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ en cas de crue du Rhin
- Puissance électrique : $P = 4 \times 42$ MVA.

Il existe également un type de centrales appelées usine marémotrice. Elles utilisent l'énergie des marées de la mer. Un barrage situé à l'entrée d'un estuaire de rivière laisser passer l'eau à marée montante en faisant tourner les turbines. A la fin de la marée, si celle-ci est de faible coefficient, on en profite pour pomper (les alternateurs deviennent moteurs). On ferme les vannes en attendant que la différence de hauteur soit assez importante. Puis on ouvre les vannes et on reproduit de l'énergie électrique.

Exemple : Barrage marémotrice de la Rance : Situé dans la baie du Mont Saint Michel.

- Longueur du barrage : 750 m.
- Caractéristiques hydrauliques : $d = 275 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Puissance électrique : $P = 24 \times 10 \text{ MW}$.



3.2. Centrales thermiques

Les centrales thermiques produisent de l'énergie électrique à partir de l'énergie calorifique obtenue en brûlant un combustible tel que le charbon, le gaz et le fuel, la canne à sucre (île de la Réunion) ou le combustible nucléaire

On classera ces centrales en deux catégories :

- les centrales thermiques à flammes
- Les centrales nucléaires

Remarque : Une centrale nucléaire est en faite une thermique à flamme dont on a remplacé les brûleurs par un réacteur.

3.2.1. Principe de fonctionnement d'une centrale thermique à flammes

3.2.1.1. Générateur de vapeur : L'eau circule dans les tubes de la chambre de combustion et se transforme en vapeur (température = 656 °C) sous haute pression (163 bars).

3.2.1.2. Circuit eau vapeur :

- Cette vapeur (656 °C / 163 bars) se détend dans la turbine H.P.
- Après la turbine H.P., cette vapeur (36 bars) va vers une turbine M.P. en ayant été préalablement réchauffé.
- On le détend encore une fois dans les turbines B.P. (1 bar)
- Le condenseur récupère l'eau à la pression atmosphérique.

Cet ensemble de plusieurs turbines à différentes pressions permet d'améliorer le rendement de la centrale thermique. C'est la différence de pression et de température à l'entrée et à la sortie de la turbine qui produit de l'énergie mécanique.

3.2.1.3. Gaz de combustion : La chaleur dégagée par ceux-ci est utilisée pour :

- Surchauffer la vapeur à la sortie du générateur de vapeur : pour éviter la destruction des pales des turbines, il ne doit plus y avoir de goutte d'eau dans la vapeur (vapeur sèche).
- Resurchauffer la vapeur ayant déjà accompli un passage dans la turbine H.P. (Même raison que ci-dessus).
- Réchauffer l'eau à la sortie du condenseur.
- Réchauffer l'air extérieur destiné à la combustion.

Cet ensemble de réchauffeur / surchauffeur permet également d'améliorer le rendement de la centrale thermique.

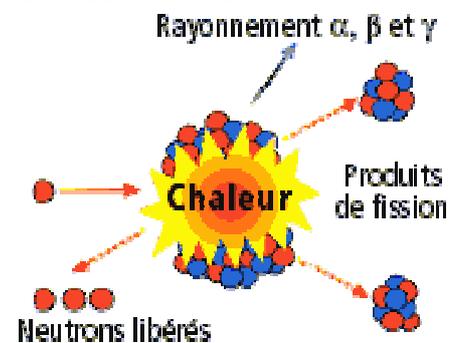
3.2.2. Principe de fonctionnement d'une centrale nucléaire

Il s'agit également d'une centrale thermique mais la chaleur est produite par la fission nucléaire d'un combustible : l'uranium 235.

3.2.2.1. Principe de la réaction nucléaire

On provoque la collision d'un neutron avec un noyau d'uranium. Ce noyau s'étire puis se rompt et ainsi libère plusieurs neutrons qui, à leur tour, vont provoquer de nouvelles fissions. C'est ce qu'on appelle une réaction en chaîne.

La fission nucléaire



3.2.2.2. Contrôle de la réaction



Chaque fission s'accompagne d'un dégagement très important de chaleur. Le contrôle de la réaction s'effectue à l'aide de barres de contrôle.

Une réaction en chaîne doit être contrôlée (sinon risque d'explosion nucléaire). On utilise des barres (barres de contrôles) en matériau absorbeurs de neutrons (bore, cadmium, béryllium). En descendant ces barres, on diminue la réaction en chaînes. D'autres barres, dans le même matériau, ne sont rentrées dans le cœur que pour arrêter la réaction en cas d'avarie grave (barres de sécurité)

3.2.2.3. Intérêt des centrales nucléaire

Avantages :

- Combustible nucléaire peu onéreux.
- Indépendance par rapport au prix du pétrole.
- Exportation d'énergie électrique vers les pays limitrophes

Inconvénients :

- Risques des centrales nucléaires (explosion, fuites, etc.).
- Stockages des déchets nucléaires radioactifs (période de désintégrations des éléments radioactifs très variables, jusqu'à plusieurs millions d'années).
- Durée de vie des centrales nucléaire limitées (20 à 30 ans).

3.3. Autres types de centrales

Il existe d'autres types de centrales :

- Solaires : Utilisation des rayons lumineux solaires.
- Éoliennes : Utilisation du vent.
- Géothermique : Utilisation de source d'eau chaude ou de vapeur ou des différences de température importante

Conclusion : Ces centrales sont de faibles puissances, la production est liée au climat (vent, solaire) donc relativement incertaine. Mais elles sont en pleines expansions.