

I - LA PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE

□ L'électricité a fait son apparition industrielle il y a environ un siècle.

Elle a depuis supplanté les autres énergies dans bon nombre de domaines, notamment dans l'éclairage domestique et urbain.

Dans les ateliers, d'encombrantes machines à vapeur entraînaient naguère les machines-outils par des jeux de poulies et de courroies.

Aujourd'hui, chaque machine est mue par un moteur électrique individuel.

□ L'électricité présente un certain nombre d'avantages :

- énergie non polluante
- pas de problème de fuites
- facile à mettre en œuvre

LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE

□ elle fluctue en fonction de l'horaire, du jour et des saisons, car les besoins sont différents (éclairage, chauffage, machines industrielles ...)

□ Cette consommation a doublé tous les 10 ans entre les années 1960 à 1980.

De 1980 à 1990, elle a progressé de 40%.

Actuellement, elle se stabilise (de 2 à 7% d'augmentation par an).

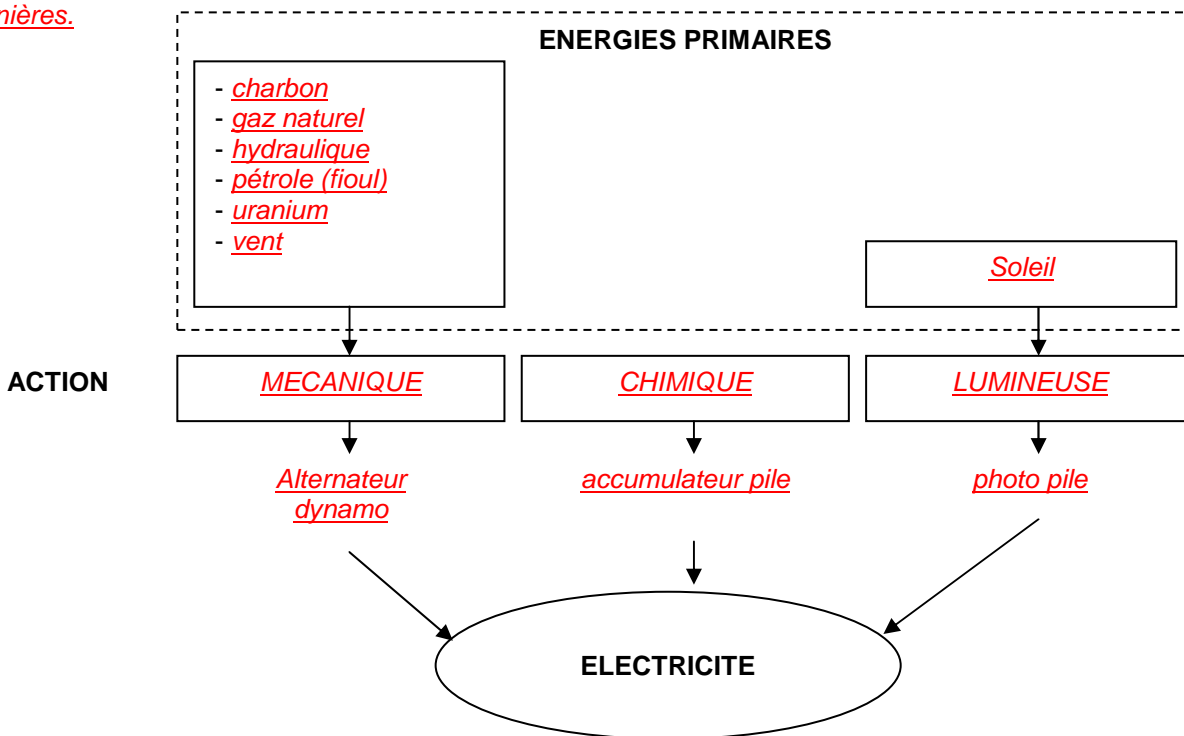
□ En 1997, la France a consommé 485 milliards de Kilowattheures (kWh).

L'électricité représente environ 39% de la consommation énergétique totale.

COMMENT PRODUIRE DE L'ELECTRICITE

L'électricité n'a qu'une existence fugitive, on ne la trouve pas à l'état naturel ⇒ il faut donc la « fabriquer ».

Pour cela, on dispose d'énergies primaires et d'appareils qui vont produire de l'électricité à partir de ces dernières.



Présentons quelques-uns de ces appareils :

☐ L'Alternateur

C'est l'appareil producteur d'énergie qui présente la plus grande importance économique car c'est le seul, à l'heure actuelle, qui est capable de fournir de très grandes puissances.

☐ la pile

Son importance économique est très importante. Pourtant, l'énergie qu'elle fournit est chère et sa capacité est relativement faible.

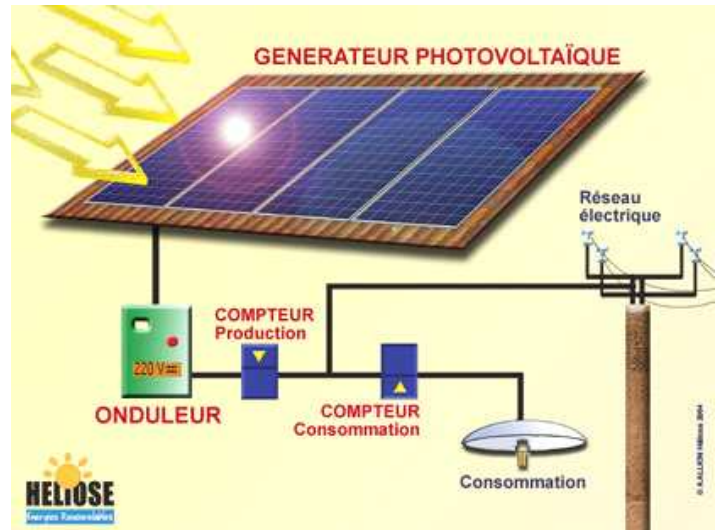


☐ La photopile (ou pile photovoltaïque)

C'est la conquête spatiale qui lui a donné ses lettres de noblesse.

La lumière solaire est utilisée directement pour produire de l'électricité, proportionnellement à la surface éclairée.

Le coût d'investissement est élevé, mais l'énergie électrique est gratuite et disponible indéfiniment.



LA PRODUCTION D'ELECTRICITE

En France, l'électricité est produite à partir de :

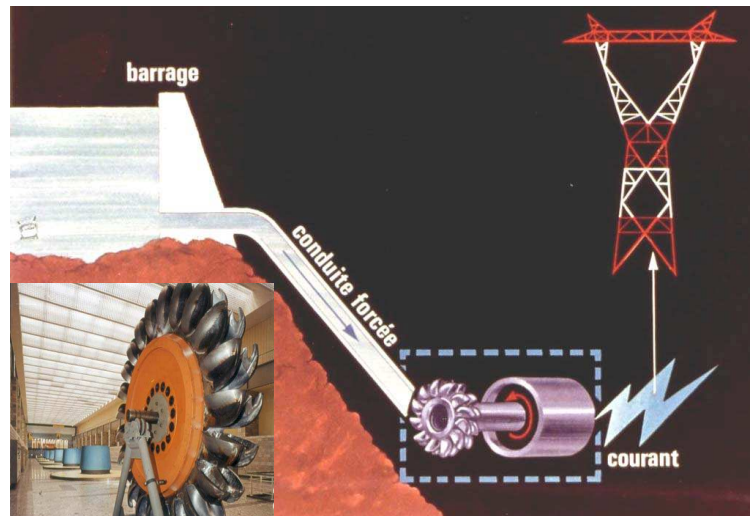
- l'énergie thermique (charbon, gaz naturel, fioul) pour 4%
- l'énergie hydraulique pour 14%
- l'énergie nucléaire pour 82%

L'énergie hydraulique

Dans ce type de centrales, on utilise l'énergie mécanique d'un courant d'eau pour entraîner une turbine couplée à un alternateur.

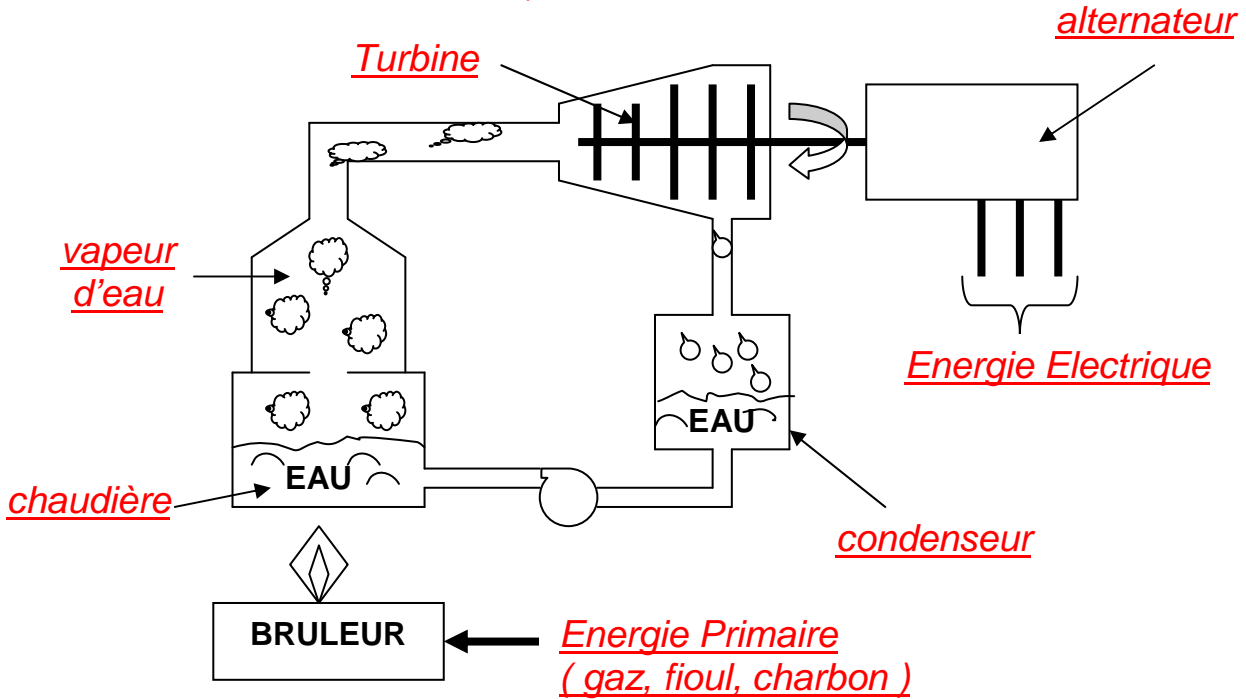
Pour éviter que la production d'électricité soit tributaire du débit de la rivière, on constitue une réserve d'eau derrière un barrage.

Il existe plusieurs types de centrales hydrauliques, chacune étant adaptée aux caractéristiques du cours d'eau.



L'énergie thermique

Dans ce type de centrales, l'énergie primaire est brûlée afin de chauffer de l'eau. La vapeur d'eau ainsi produite va, en se détendant, faire tourner une turbine couplée à un 'alternateur.



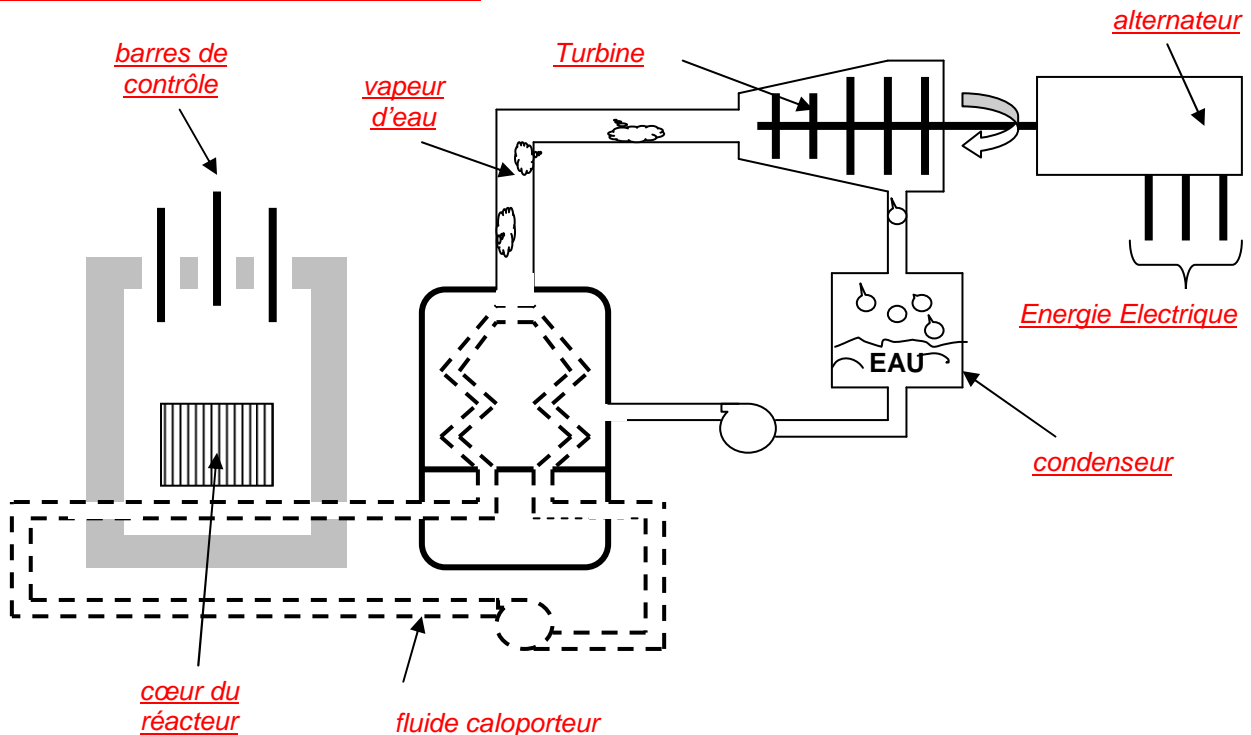
L'énergie nucléaire

C'est ce type de centrale le plus rentable au niveau économique.

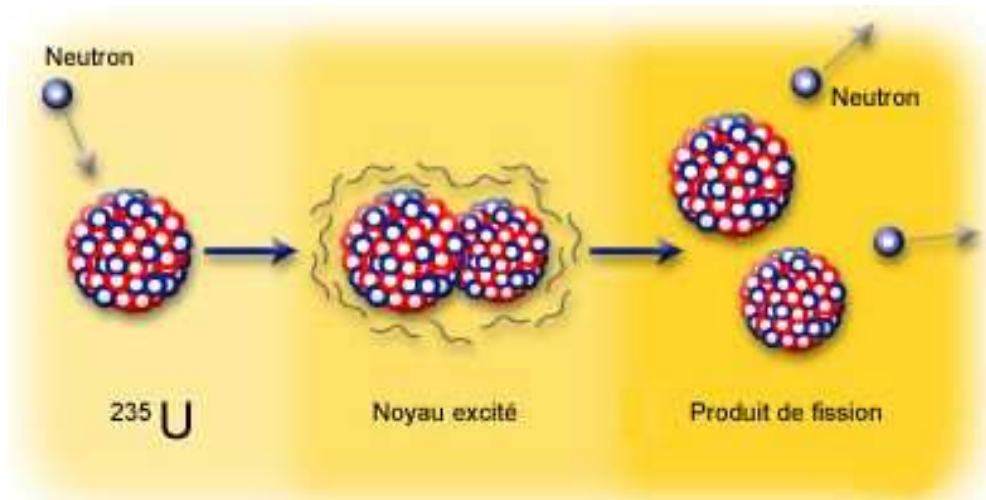
Inconvénient : le retraitement des déchets.

C'est une centrale thermique où la chaudière a été remplacée par un réacteur. La vapeur d'eau n'est donc pas obtenue par combustion de l'énergie primaire, mais par fission d'un combustible nucléaire, uranium ou plutonium.

La chaleur produite par la fission est recueillie par le fluide caloporteur, qui va à son tour chauffer l'eau nécessaire au fonctionnement de la turbine.

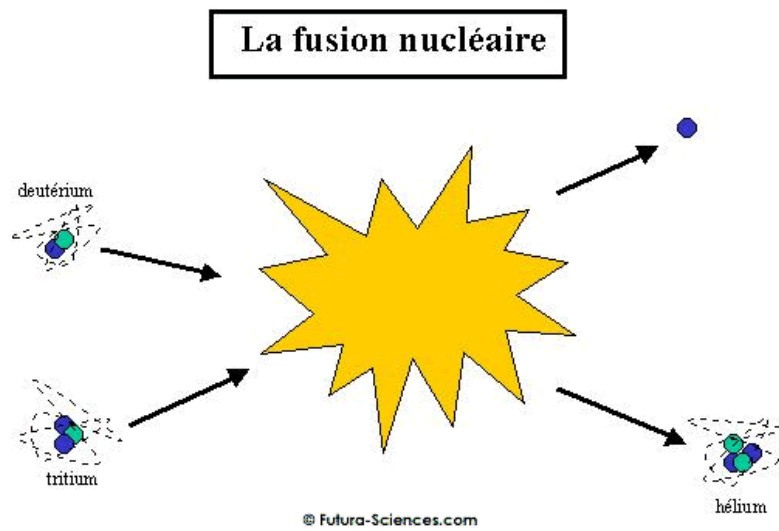


La réaction de fission nucléaire



La réaction de fission

La réaction de fusion nucléaire



S2	ANALYSE DES SYSTEMES AUTOMATISES ETUDE DE LEURS COMPORTEMENTS	BAC PRO MEI
S22	ETUDE DES CIRCUITS ET DES COMPOSANTS	
S223	GENERATEURS ET ADAPTATEURS D'ENERGIE [2]	

LE TRANSPORT DE L'ELECTRICITE

Les centrales de production d'énergie sont souvent éloignées des grandes villes en raison des besoins hydrauliques ou de l'approvisionnement en combustible, or les consommateurs sont répartis sur tout le territoire et ne consomment pas régulièrement la même quantité d'énergie.

Les lignes Très Haute Tension (THT)

Ce sont de véritables autoroutes de transport de l'énergie.

□ La tension des lignes de transport d'énergie peut-être de :

63 kV, 90 kV, 225 kV, 400 kV

⇒ Plus la tension est élevée, plus la quantité d'énergie transportée est importante et les pertes en ligne diminuées.

Exemple :

pour transporter 4000MW (2 centrales nucléaires), il faut :

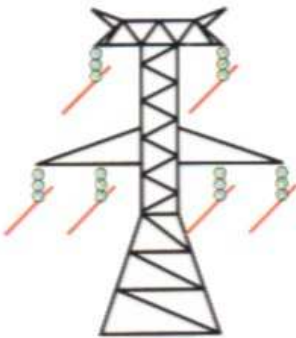
sous 63kV ⇒ 22 lignes de 180MW sous 225kV ⇒ 5 lignes de 800MW

sous 400kV ⇒ 1 ligne de 4000MW

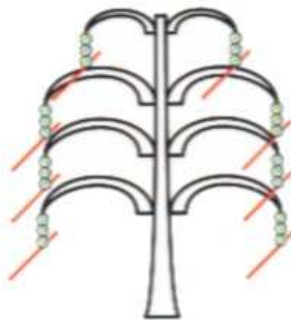
⇒ Emploi de la tension 400kV = réduction du nombre de lignes électriques

⇒ gain de place et économie

□ En France, il y a environ 16 000 km de lignes 400kV
et environ 25 000 km de lignes 225kV



Pylône Beaubourg



Pylône Muguet



Pylône Trianon

électriques THT sont interconnectées entre elles afin de pouvoir utiliser à chaque instant les moyens de production disponibles.

Les postes d'interconnexion assurent cette jonction entre réseau 400 kV et réseau 225 kV.

⇒ ce procédé permet de faire face aux perturbations qui peuvent survenir sur le réseau (pointe de consommation, arrêt d'une centrale, incident sur une ligne HT ...)

S2	ANALYSE DES SYSTEMES AUTOMATISES ETUDE DE LEURS COMPORTEMENTS	BAC PRO MEI
S22	ETUDE DES CIRCUITS ET DES COMPOSANTS	
S223	GENERATEURS ET ADAPTATEURS D'ENERGIE [2]	

LA DISTRIBUTION

Les besoins en énergie sont très différents suivant les clients :

- villes, grosses industries et SNCF: 63 kV ou 90 kV (HT)
- PMI / PME : 20 kV (MT)
- particuliers : 230 / 400 V (BT)

La gestion de l'électricité

Pour adapter à chaque instant la production et le transport aux besoins,

EDF dispose de centres de coordination (ou « Dispatching ») :

(centre national à Paris +7 centres régionaux à Paris, Lille, Nancy, Lyon, Marseille, Toulouse, Nantes)

Ces centres contrôlent en permanence l'équilibre entre production, transport et distribution ⇒ rôle de « chef d'orchestre »

6.2. La distribution

Elle s'effectue :

- à partir du réseau THT 225 KV en HT 63 ou 90 kV ⇒ postes de répartition (grosses Usines, SNCF, grosses villes)
- à partir du réseau HT 63 ou 90 kV en MT 20 kV ⇒ postes de Distribution
- à partir du réseau MT 20 kV en BT 230/400 V ⇒ postes Basse Tension

S2	ANALYSE DES SYSTEMES AUTOMATISES ETUDE DE LEURS COMPORTEMENTS	BAC PRO MEI
S22	ETUDE DES CIRCUITS ET DES COMPOSANTS	
S223	GENERATEURS ET ADAPTATEURS D'ENERGIE [2]	

II- LES ONDULEURS

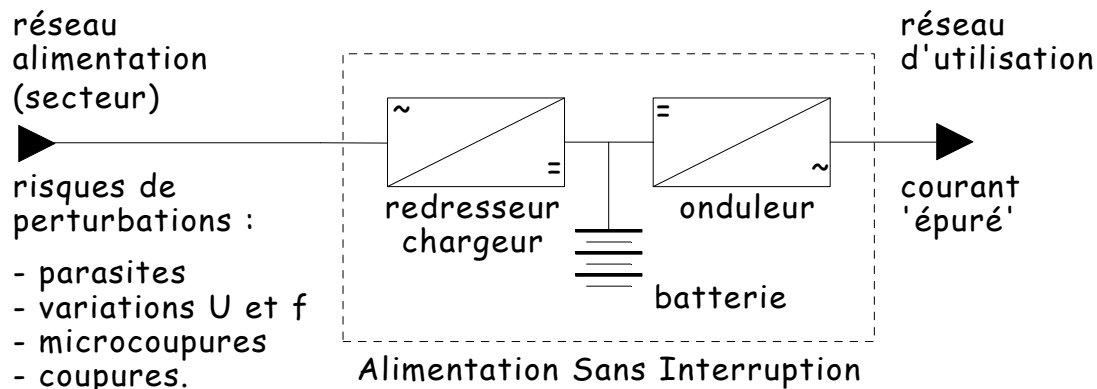
Qu'est-ce qu'un onduleur ?

Un onduleur est un appareil installé entre le réseau d'alimentation et un réseau d'utilisation alimentant des équipements, de façon à les protéger des perturbations survenant sur le réseau d'alimentation.

L'onduleur fournit à ces équipements un courant épuré de ces altérations et peut même, s'il dispose d'une autonomie, suppléer l'alimentation en cas de défaillance du réseau

Note :

On désigne aussi ce type d'alimentation par **ASI** (Alimentation Sans Interruption). Ce terme désigne en fait l'ensemble du système d'alimentation sans coupure, dont l'onduleur proprement dit constitue une partie (voir figure ci-dessous).



Fonctionnement général

A compléter en utilisant la liste de mots suivants : onduleur ; redresseur chargeur ; alternative ; continue ; batterie d'accumulateurs ; continu ; coupure.

L'**A**limentation **S**ans **I**nterruption comprend dans un même boîtier :

- un **redresseur chargeur** qui transforme l'énergie ...**alternative**.. du réseau en courant **continu** destiné :
 - à la batterie pour assurer sa charge,
 - à l'onduleur comme source d'énergie principale ;
- une **batterie d'accumulateurs** au plomb étanche qui sert de réservoir d'énergie pour alimenter l'onduleur pendant une **coupure** du réseau ;
- un **onduleur** qui transforme l'énergie **continue** délivrée par le redresseur chargeur ou par la batterie en énergie **alternative** destinée à alimenter l'utilisation.

Séquences principales de fonctionnement

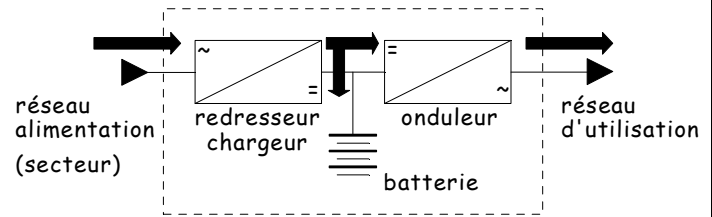
Fonctionnement normal (figure 1)

Le réseau public ou privé de distribution alimente le redresseur chargeur.

Celui-ci délivre **une tension continue** filtrée et régulée destinée à constituer la **source d'énergie** de l'onduleur et à maintenir la **batterie chargée** pour qu'elle soit toujours prête à faire face à une coupure du réseau

Cette tension continue est ensuite retransformée en tension alternative par l'onduleur, lequel alimente en permanence l'utilisation.

Figure 1 – Fonctionnement normal



Coupure du réseau (figure 2)

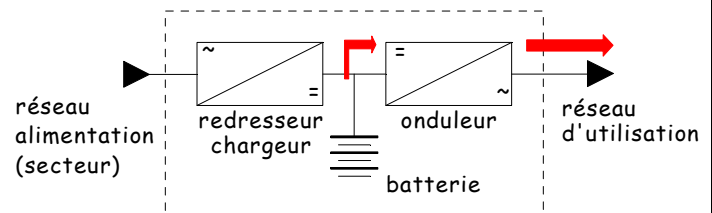
Vous devez préciser en rouge la circulation des courants.

Le redresseur chargeur **n'est plus alimenté**, l'onduleur prend sa source d'énergie **dans la batterie**.

La batterie se décharge jusqu'à la valeur de fin de décharge (ex: 1,7V par élément batterie) ce qui provoque l'arrêt de l'onduleur.

Aucune perturbation n'apparaît sur l'utilisation jusqu'à la fin de cette autonomie batterie (10, 40, 75 minutes).

Figure 2 – Coupure du réseau



Retour du réseau (figure 3)

Vous devez préciser en rouge la circulation des courants.

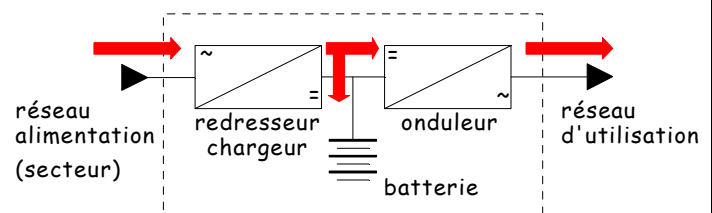
Le redresseur chargeur se remet en marche automatiquement.

Il alimente à nouveau l'onduleur normalement et fournit en plus le courant de recharge de la batterie.

Si le retour du réseau est intervenu avant que la fin de l'autonomie batterie ait été atteinte, l'onduleur a continué de fonctionner normalement et aucune perturbation n'a affecté l'utilisation.

Si la fin d'autonomie batterie a été atteinte, l'onduleur s'est arrêté.

Figure 3 – Retour du réseau



S2	ANALYSE DES SYSTEMES AUTOMATISES ETUDE DE LEURS COMPORTEMENTS	BAC PRO MEI
S22	ETUDE DES CIRCUITS ET DES COMPOSANTS	
S223	GENERATEURS ET ADAPTATEURS D'ENERGIE [2]	

Différents types de technologie

Deux technologies sont couramment utilisées :

- la technologie off-line et
- la technologie on-line.

La technologie **off-line** (ou stand-by) (figure 4)

Elle est employée pour des applications ne dépassant pas quelques kVA. En fonctionnement normal, l'utilisation est alimentée par le réseau. En cas de perte du réseau ou lorsque la tension sort des tolérances prévues, l'utilisation est transférée sur l'onduleur. Cette commutation provoque une coupure de 2 à 10 ms.

Elle convient aux applications de l'informatique multiposte en environnement bureautique.

La technologie on-line (figure 5)

En fonctionnement normal, l'alimentation est délivrée en permanence par l'onduleur sans solliciter la batterie. C'est le cas par exemple des onduleurs Comet, Galaxy de la marque MGE-UPS. Ils assurent la continuité (pas de délais de commutation) et la qualité (régulation de tension et de fréquence) de l'alimentation pour des charges sensibles de quelques centaines à plusieurs milliers de kVA.

Plusieurs ASI peuvent être mises en parallèle pour obtenir plus de puissance ou pour créer une redondance.

En cas de surcharges, l'utilisation est alimentée par le contacteur statique (voir fig. 5) à partir du réseau 2 (qui peut être confondu avec le réseau 1).

La maintenance est assurée sans coupure via un by-pass de maintenance.

Figure 4 – Technologie off-line

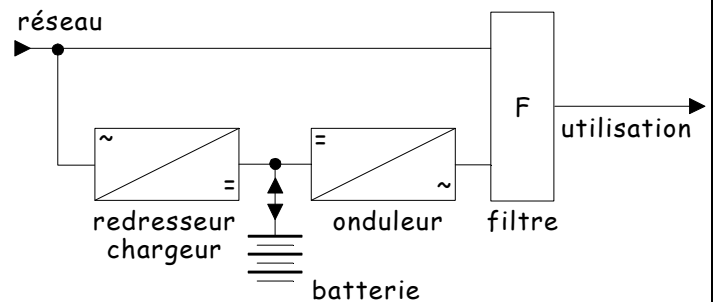
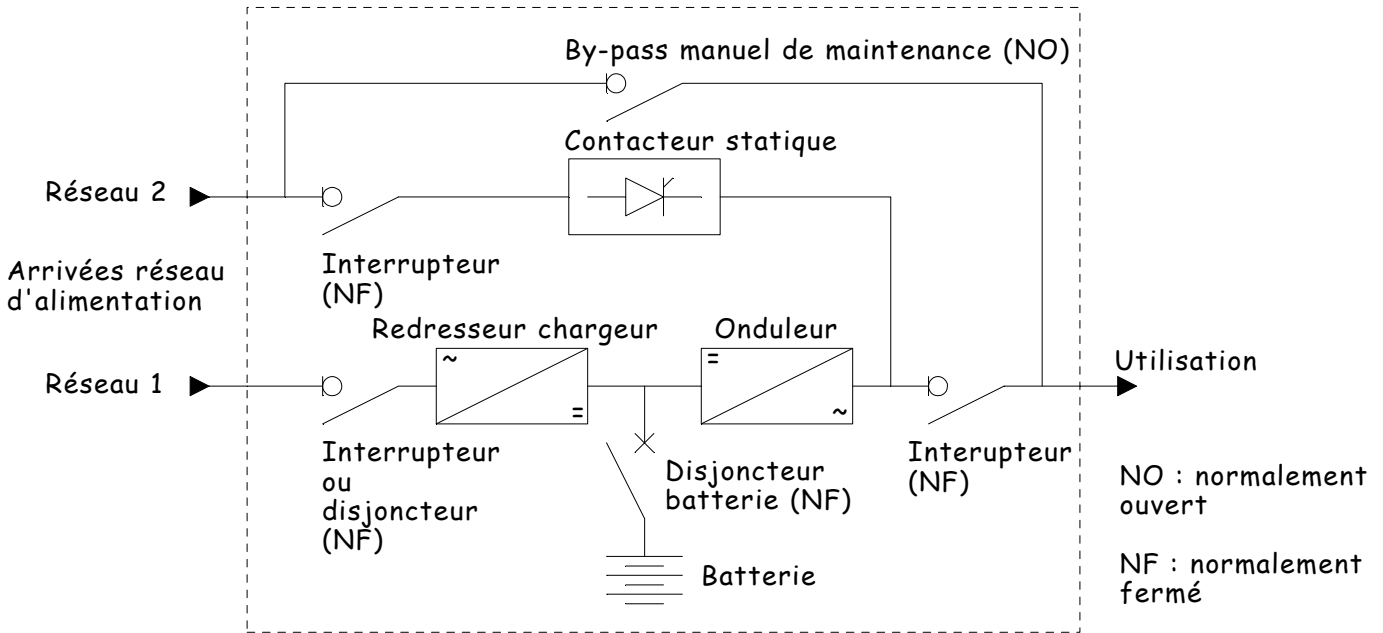


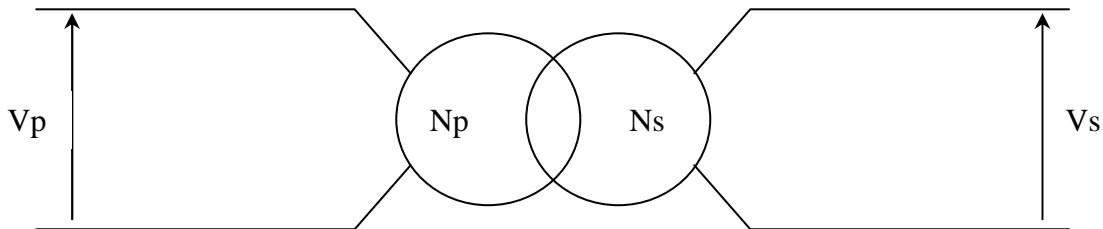
Figure 5 – Technologie on-line [schéma de principe d'une alimentation sans interruption (ASI) on-line]



III- LES TRANSFORMATEURS

Rapport de transformation :

Nous appelons rapport de transformation m le quotient des valeurs efficaces des tensions secondaire et primaire, ainsi que le quotient du nombre d'enroulements secondaire et primaire :



$$M = \frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Vp : Tension au primaire du transformateur

Vs : Tension au secondaire du transformateur

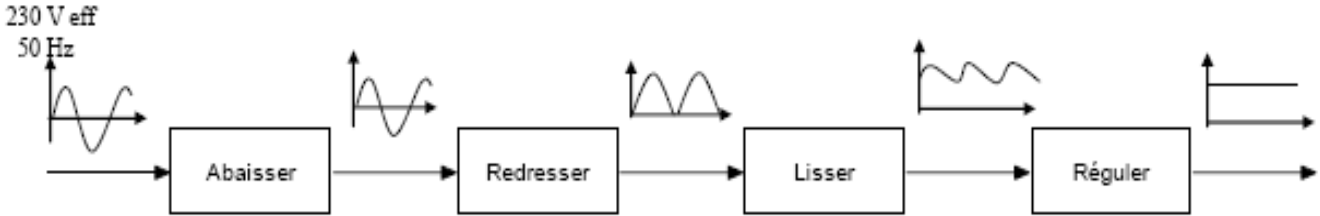
Np : Nombre de spires au primaire du transformateur

Ns : Nombre de spires au secondaire du transformateur

IV- L'ALIMENTATION EN COURANT CONTINU

Etude fonctionnelle

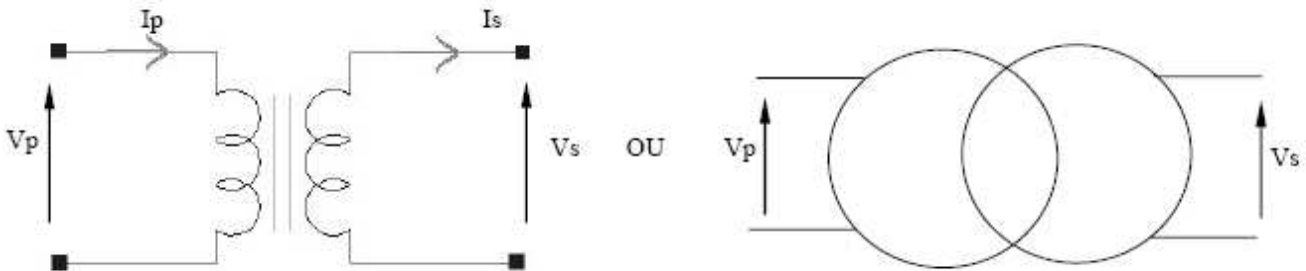
Nous devons passer d'une forme d'énergie sinusoïdale (230 V 50 Hz) à une forme continue fixe. Ceci peut se décomposer en plusieurs étapes.



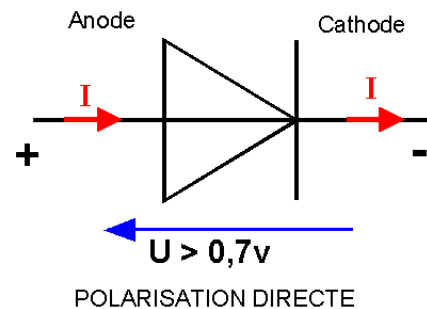
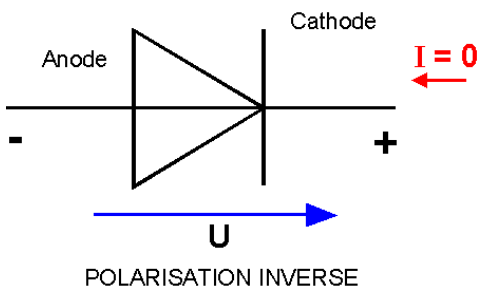
- **Abaisser** : permet de passer d'une tension sinusoïdale de valeur élevée à une tension de même forme mais de valeur plus faible.
- **Redresser** : ne garde que la partie positive (ou négative) de la sinusoïde d'entrée.
- **Lisser** : cette fonction a pour rôle de maintenir la tension de sortie supérieure à une certaine valeur.
- **Réguler** : La tension de sortie de cette fonction doit être constante quelque soit le courant demandé.

Abaisser

La solution la plus simple est d'utiliser un transformateur.



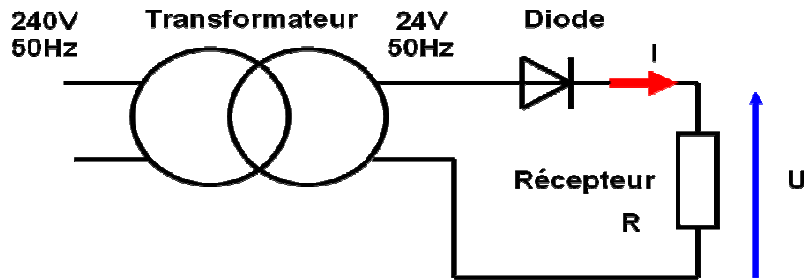
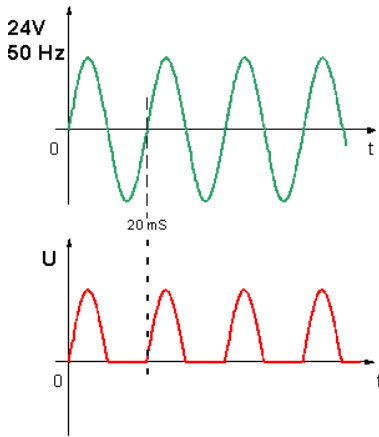
Un point sur la diode



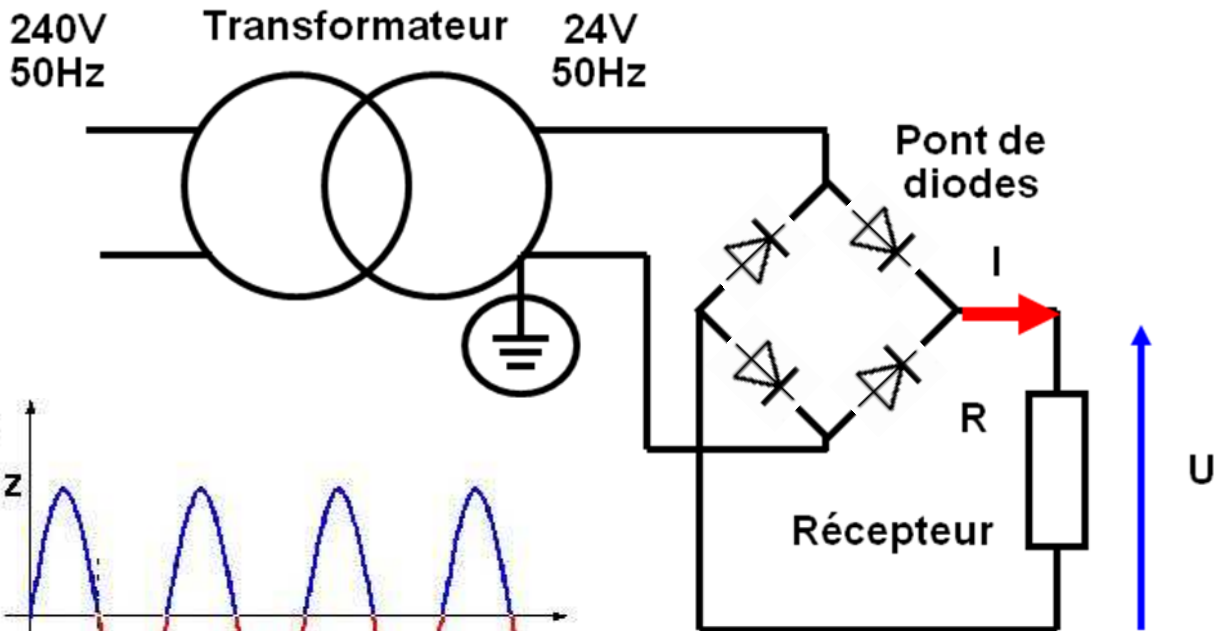
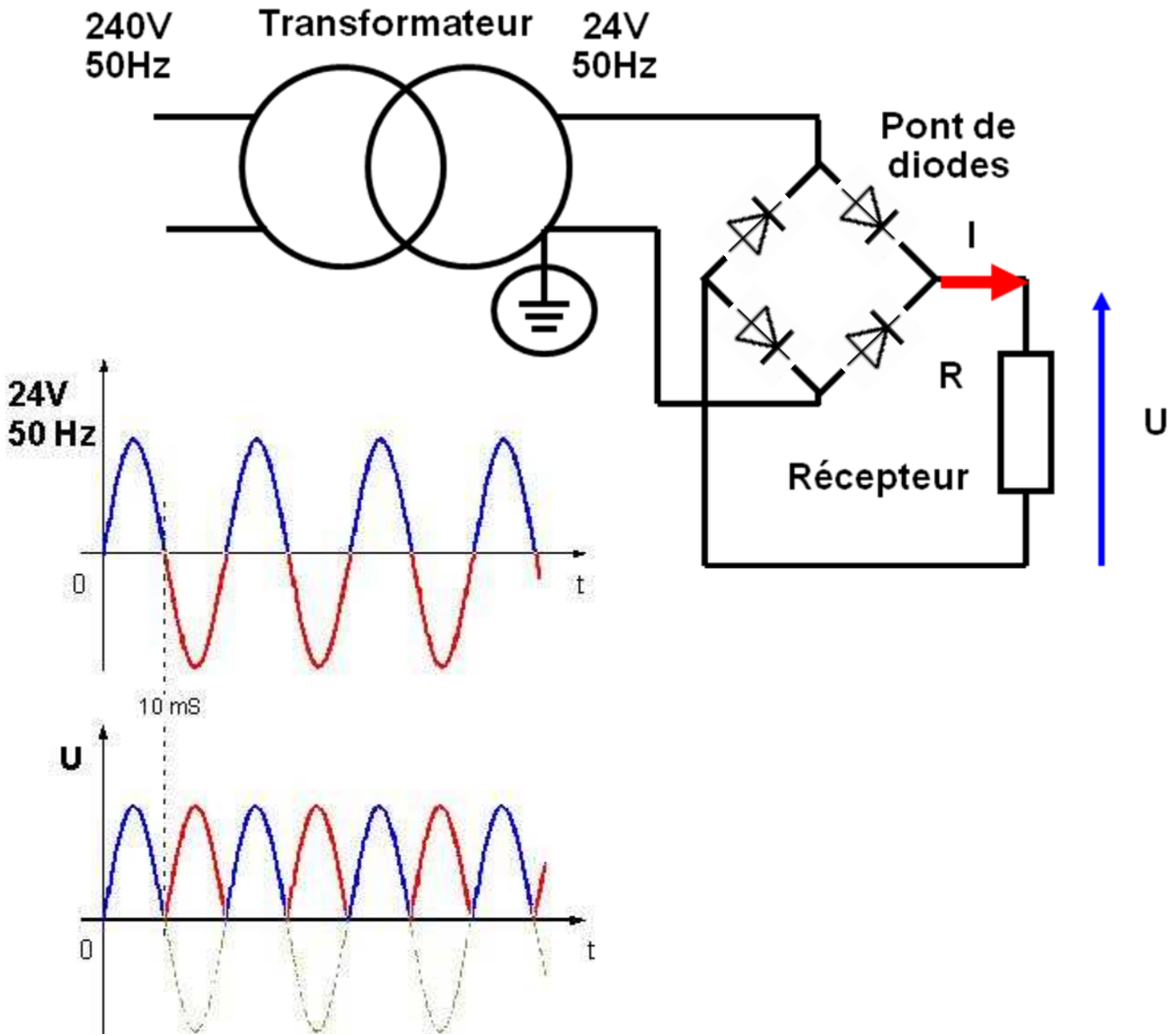
LA DIODE FONCTIONNE COMME UN CLAPET ANTI RETOUR

Redresser

Le redressement mono-alternance

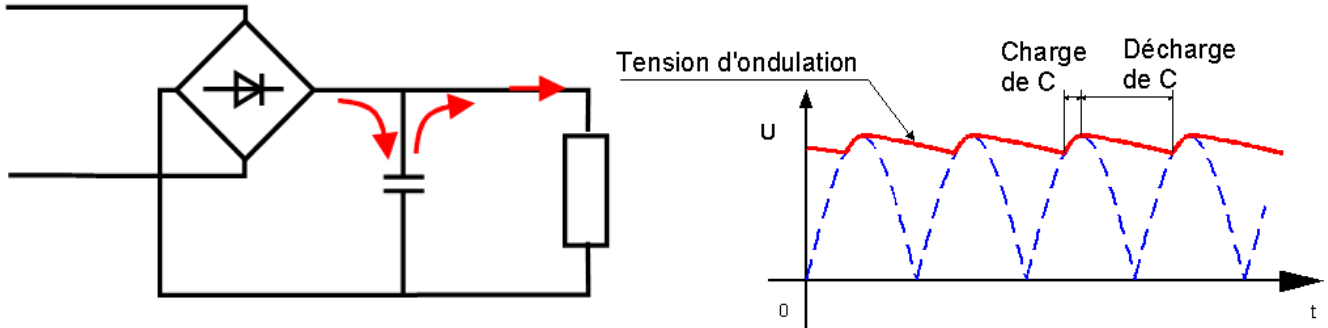


Le redressement double-alternance



Lisser

Le condensateur se chargera pendant la montée de l'alternance et restituera son énergie pendant sa descente.



Réguler

Le régulateur est une sorte de "rabort" de tension. Il fournit une tension de sortie constante quelque soit le courant demandé par la charge et quelque soit les variations de la tension issue du lissage (Celle ci doit néanmoins rester dans des limites acceptables).

