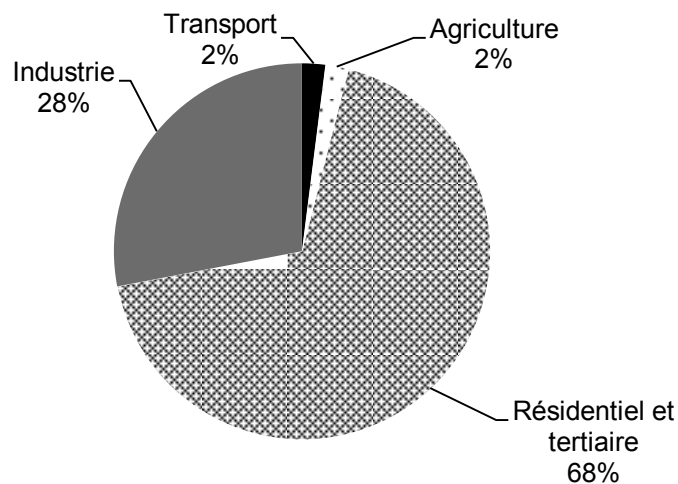


Chapitre 1

Problématique de l'énergie électrique

Résumé de cours

Utilisation



Utilisation de l'énergie électrique : répartition par secteurs d'activités

Les particuliers, mais aussi les entreprises et les institutions utilisent l'énergie au quotidien, pour s'éclairer, se chauffer, se déplacer ou encore faire fonctionner leurs appareils électriques (c'est l'énergie utile).

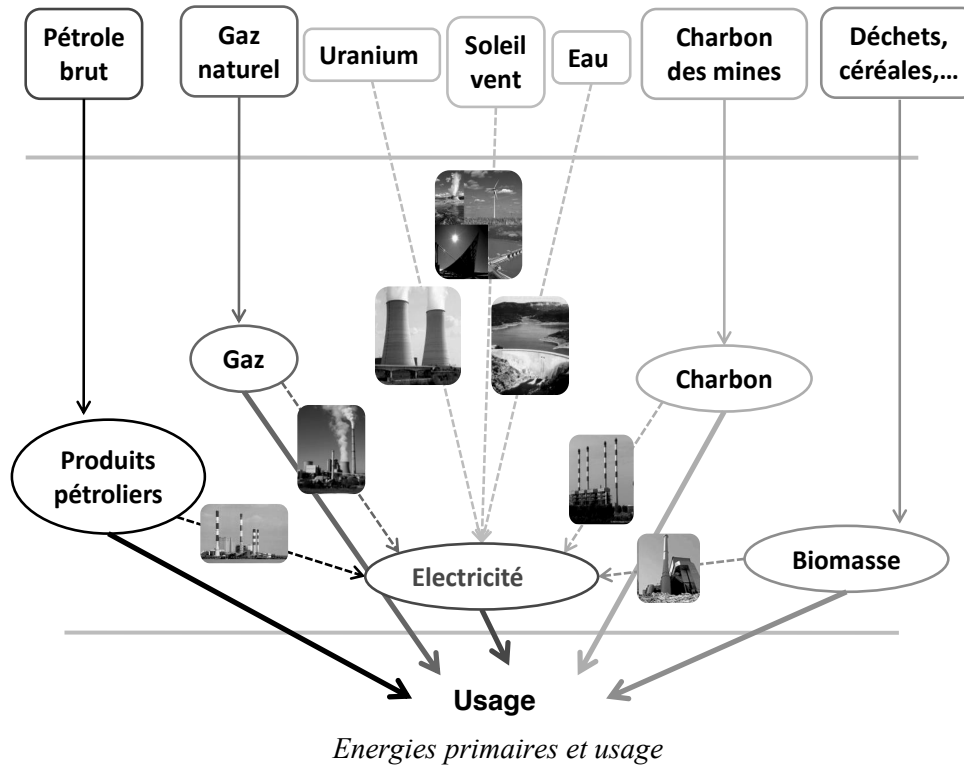
Son utilisation permet de satisfaire aux besoins élémentaires, de faire fonctionner différents systèmes : réseaux de transport, industries, hôpitaux, établissements scolaires, etc. (c'est l'énergie finale).

Cela met en évidence la notion importante de **l'usage** de l'énergie car l'on se rend bien compte que toutes les énergies ne sont pas de même nature.

D'un côté nous branchons nos appareils domestiques (lampe, TV, ordinateur, aspirateur, lave-linge, etc.) dans les prises de la maison ou du bureau, d'un autre côté, nous remplissons les réservoirs des voitures de carburant, et nous faisons brûler un combustible dans la chaudière pour nous chauffer. Ainsi apparaît la notion de forme d'énergie :

Quel type d'énergie utilisons-nous ? (électricité, essence, etc.).

On devine facilement qu'on ne trouve pas directement dans la nature ces différentes formes d'énergies telles qu'on les utilise. Il faut remonter à la source pour comprendre :



L'**énergie primaire** correspond à l'énergie telle qu'on la trouve à l'état brute dans la nature.

L'**énergie finale** correspond à l'énergie que l'on obtient au stade final de transformation.



L'énergie électrique consommée en France représente environ $\frac{1}{4}$ de l'énergie finale.

Ce sont les secteurs tertiaires et résidentiels, et le secteur de l'industrie qui consomment la presque totalité de l'énergie électrique produite industriellement.

Nous nous intéresserons dans ce chapitre à l'énergie électrique uniquement.

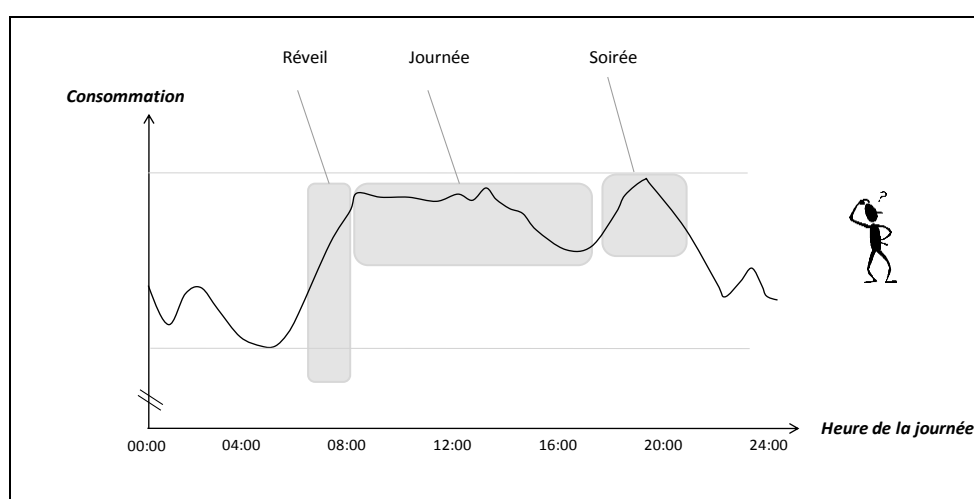
Demande

La demande est le besoin en électricité de chaque personne, industrie ou bâtiment.



On appelle **courbe de charge** la demande en électricité instantanée à laquelle doit répondre la production.

Elle est révélatrice de notre quotidien :



La nuit : Il y a peu de consommation en raison de la faible activité, presque tout le monde dort : ce sont uniquement des appareils en veille ou programmés qui fonctionnent. Exemple: le ballon d'eau chaude consomme de l'électricité la nuit pour chauffer l'eau qui est utilisée au réveil (c'est le pic que l'on observe à 2h du matin).

Au réveil : De 6h à 8h du matin, la France se réveille progressivement, provoquant une demande en électricité croissante. Le courant est utilisé par exemple pour éclairer, pour faire fonctionner les micro-ondes ou plaques de cuisson, pour griller les tartines...

La journée : Sans forcément nous en rendre compte, tout au long de la journée, nous consommons de l'électricité : ordinateur au bureau, éclairage, télévision, chauffage, préparation des repas. Outre quelques fluctuations, la demande reste constante sur la matinée, avec une légère pointe au moment du déjeuner.

L'après-midi, le soleil ayant réchauffé les bâtiments, le chauffage devient moins nécessaire, c'est pour cela que l'on observe une diminution de la demande en électricité.

En soirée : Dès le retour au domicile, la consommation augmente à nouveau pour atteindre le pic de la journée qui se situe aux alentours de 20h : éclairage, chauffage, cuisson, télévision, ordinateur, ces équipements sont utilisés par tous les Français au même moment. Nos comportements identiques font que la demande en électricité explose durant cette période.

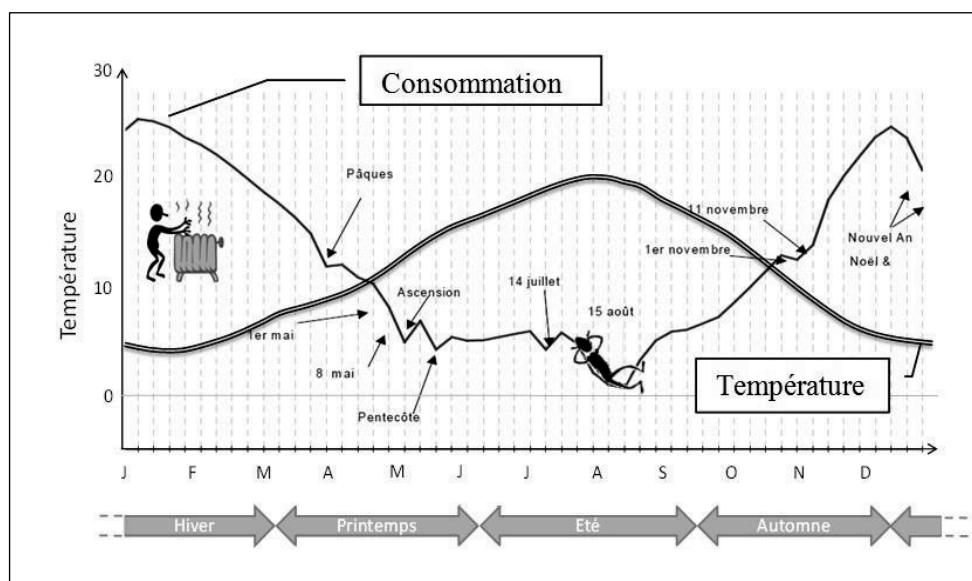


L'énergie électrique ne se stocke pas. C'est bien sur ce point que l'électricité se différencie des autres énergies finales telles que le pétrole ou le charbon.

Il faut donc que l'offre soit en permanence égale à la demande, ce qui implique d'équilibrer le réseau.

Les variations de **consommation** doivent donc être anticipées par les producteurs d'électricité.

La **courbe de charge** fluctue tout au long de l'année :



La première tendance que l'on peut observer est que la demande en électricité est bien plus faible les mois d'été que les mois d'hiver.

Lors des mois d'hiver nous utilisons beaucoup plus d'électricité, notamment pour nous chauffer à cause du froid et nous éclairer car les journées raccourcissent. Le **chauffage** représente environ 1/3 de la consommation électrique d'un foyer.

De plus, en France, une grande part de la population (1/3 environ) se chauffe avec des chauffages électriques, ce qui n'est pas le cas de nos voisins européens.

L'allure générale de la courbe de la consommation suit l'évolution inverse de la courbe de température. Les principaux paramètres influençant la demande en électricité sont :

- la météorologie : température et nébulosité (présence ou non de nuages),
- l'activité économique des entreprises,
- l'horaire légal (hiver/été),
- les événements exceptionnels (finale de la coupe du monde de football par exemple).

On peut remarquer aussi que la courbe subit des fluctuations localisées lors de périodes particulières de l'année telles que des congés (Pâques, Ascension, 8 mai, etc.).

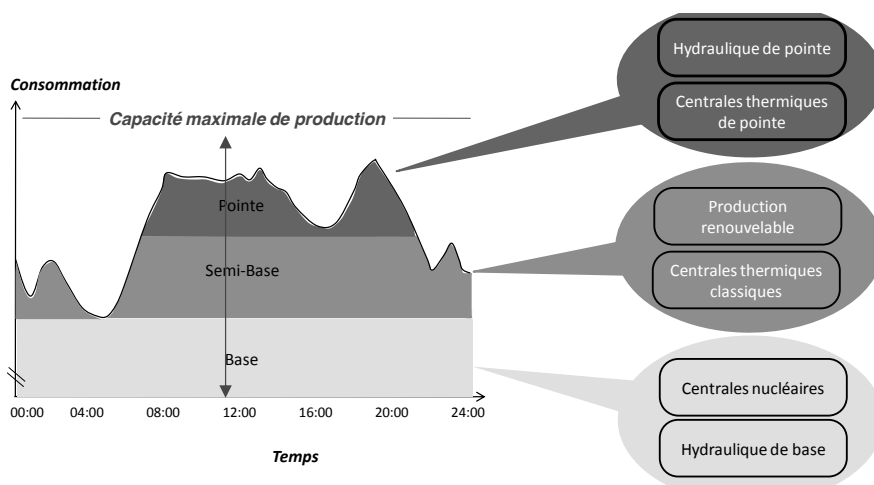
L'application ECO2MIX du site RTE permet de visualiser la **consommation mesurée** d'électricité en France ainsi que les prévisions de RTE (Réseau de Transport d'Electricité).



Scanner le QR code pour accéder à l'application mobile.

Production

• Les moyens de production



Les moyens de production interviennent à des moments différents pour répondre à nos besoins en électricité qui varient tout au long de la journée.



Les moyens de production se décomposent en trois groupes :

- production de base : centrales nucléaires, centrales hydraulique de base (au fil de l'eau),
- production de semi-base : centrales thermiques classiques (charbon), production renouvelable (énergie verte),
- production de pointe : centrales thermiques au gaz et pétrole, centrales hydrauliques de pointe (barrages).

✓ Les moyens de production de base

Les moyens de production de base sont ceux utilisés toute l'année. Ils sont caractérisés par une forte puissance de production, un temps de démarrage long (de l'ordre de la journée) et d'un coût élevé. On évitera donc de les démarrer et de les arrêter trop souvent pour des considérations économiques, technologiques ainsi que pour des contraintes de gestion.

La base est assurée par la production nucléaire et les unités hydrauliques au fil de l'eau qui ne peuvent être arrêtées.

Le grand intérêt de ces moyens de production est leur coût de fonctionnement peu élevé.

✓ Les moyens de production de semi-base

Les moyens de production de semi-base sont utilisés sur une durée plus courte. Ces centrales sont caractérisées par une réactivité plus rapide (temps de démarrage de quelques heures) mais un coût de fonctionnement plus élevé.

La semi-base est assurée par la production renouvelable en priorité, car ce sont des moyens non polluants. Malheureusement nous ne sommes jamais sûrs d'avoir du vent ou du soleil ! Lorsque la production renouvelable ne suffit pas, on se sert alors de centrales thermiques classiques (au charbon surtout).

✓ Les moyens de production de pointe

Ces centrales ne sont appelées qu'en périodes de pointe, elles peuvent être démarrées très rapidement (entre quelques minutes et une heure). Leurs coûts de fonctionnement très élevés en font des moyens de production à n'utiliser qu'en cas de manque. Ils sont utilisés l'hiver quand la demande électrique est la plus haute.

La pointe est assurée par des centrales thermiques (au gaz mais aussi au charbon et au pétrole). Ces centrales sont très polluantes, on s'efforce d'y avoir recours le moins souvent possible. En cas d'urgence, on utilise les barrages hydrauliques de pointe. Ceux-ci gardent l'eau dans de grands bassins. L'eau stockée est alors relâchée lorsque l'on souhaite produire de l'électricité. C'est son mouvement (sa chute) qui permet de produire de l'électricité. C'est le moyen le plus rapide pour répondre à un écart entre la production et la consommation.

C'est grâce aux caractéristiques variées de tous ces moyens de production que l'on peut, en permanence, avoir une production qui correspond exactement à la demande des consommateurs.

- **Mix énergétique**

On distingue trois grandes familles de production de l'électricité :

- ✓ **Production fossile**

L'électricité est produite à partir de **pétrole, gaz ou charbon** qui sont appelés énergies fossiles. Ces centrales, dites thermiques à cause de leur manière de produire l'électricité, ont des caractéristiques bien spécifiques. Ce sont des centrales **flexibles** : elles peuvent être démarrées assez rapidement, mais sont très coûteuses et **polluantes** (elles émettent des gaz à effet de serre). On essaie donc de les utiliser uniquement lorsque les autres moyens de production de base ou semi-base ne suffisent plus.

- ✓ **Production nucléaire**

Les centrales nucléaires produisent de l'électricité à partir de **l'uranium**. Ce type de production est particulièrement développé en France. Ces centrales ne sont pas flexibles : il faut du temps pour les démarrer et les arrêter ; c'est pourquoi il vaut mieux les utiliser de façon **continue**. Une fois démarrées, ces centrales ne sont pas très coûteuses. Elles n'émettent pas de gaz carbonique mais elles génèrent des **déchets radioactifs** qui sont toxiques et dangereux pour la nature et pour les humains. De plus, ces centrales demandent une attention particulière quant à leur sécurité. Un accident nucléaire a des conséquences graves à très long terme.

- ✓ **Production renouvelable**

La production **renouvelable** rassemble les moyens de production considérés comme propres pour la nature : elles **ne polluent pas** (lors des phases de production). Il s'agit de la production hydraulique (à partir des cours d'eau et des barrages), la production photovoltaïque (à partir du soleil), la production éolienne (à partir du vent), la production biomasse (à partir de bois et de déchets) et la production géothermique (à partir de la chaleur du sol).

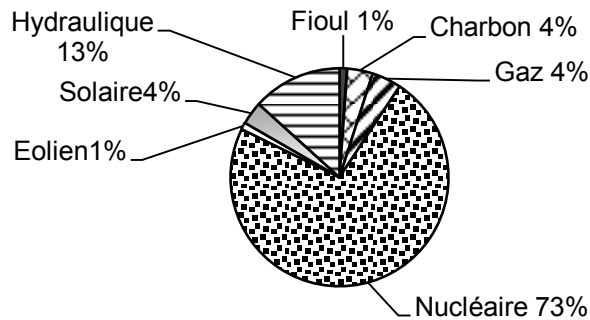
Cette production est **intermittente**, c'est-à-dire dépendante des caprices de la nature puisqu'il n'est pas possible de faire tourner les éoliennes s'il n'y a pas de vent, ni d'utiliser des panneaux photovoltaïques les jours de pluie ! Il est donc difficile de prédire à l'avance leur niveau de production.

- ✓ **Production par filière**



Le **mix énergétique** définit la répartition des différentes sources d'énergie primaire (nucléaire, charbon, pétrole, éolien, etc.) utilisées pour produire une énergie bien définie comme l'électricité.

Le mix énergétique de la production de l'électricité française est publié en temps réel grâce aux données issues de télémesures. Le graphe ci-après rend compte de la production du 5 mars 2014 à 12h15.



• Production d'électricité

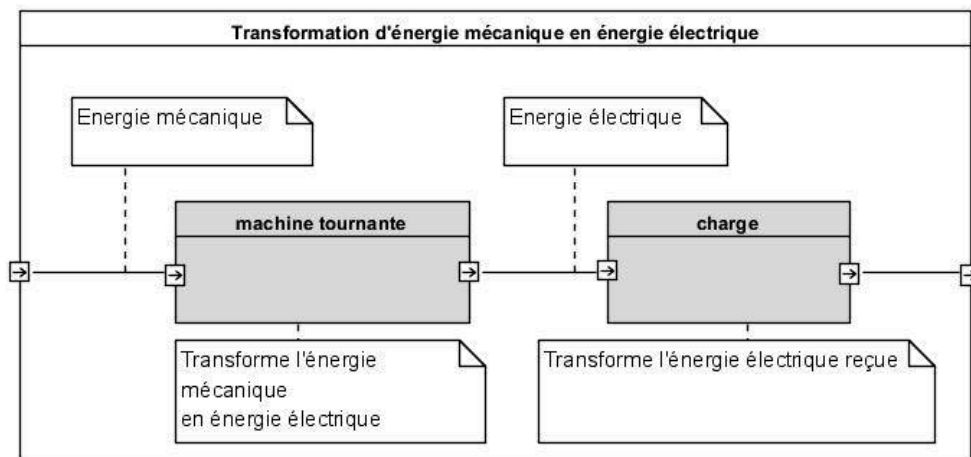
L'énergie électrique est obtenue principalement à partir d'une énergie mécanique ou d'une énergie chimique.

✓ Conversion d'une énergie mécanique en énergie électrique

On utilise dans ce cas des machines tournantes.



Les différents moyens de production industriels seront développés au chapitre 3.



Dans le cas où la machine tournante appelée « génératrice » a pour charge le réseau électrique, sa vitesse sera fixée par la fréquence du réseau. Elle sera donc