

Le réglage de la fréquence

Les centrales doivent à tout instant **produire la quantité d'électricité nécessaire à l'alimentation de la consommation**. Pour répondre à cet impératif, les centrales de France et d'Europe sont interconnectées grâce au maillage du réseau de transport, et peuvent se secourir mutuellement en cas de panne. Pour que le réseau interconnecté fonctionne, il existe **une obligation commune** à toutes les centrales : leurs alternateurs doivent tourner à la même vitesse électrique, afin de **produire une tension de fréquence uniforme** dans tout le réseau européen. C'est ce qu'on appelle **le synchronisme** des alternateurs.

Qu'est-ce que la fréquence?

La fréquence correspond au nombre de cycles que fait le courant alternatif en une seconde (voir chapitre 2). Pour un alternateur, elle correspond au nombre de tours que fait l'arbre de la turbine en une seconde, multiplié par le nombre d'électro-aimants placés dans le rotor.

A la différence de la tension, qui est un paramètre local (la tension est différente en tout point du réseau, elle dépend du courant qui circule dans les lignes au voisinage du point considéré), **la fréquence est homogène dans tout le réseau électrique** dès lors que la production et la consommation sont en équilibre.

Le maintien de la fréquence

La fréquence doit être maintenue autour de la valeur nominale de **50 Hz**, quelles que soient les variations de consommation ou de production. En effet, d'une part, une fréquence évoluant sans cesse rendrait l'électricité inutilisable pour de multiples usages, d'autre part, la plupart des composants du système électrique sont conçus pour fonctionner dans une plage de fréquence donnée, en dehors de laquelle des dysfonctionnements graves de matériels peuvent apparaître.

Est-ce que la fréquence peut varier?

La fréquence varie en permanence très légèrement en fonction de la consommation d'électricité et des événements affectant la production. Les écarts de fréquence sont mesurés en millièmes de Hertz. Les systèmes de régulation des centrales corrigent ces variations de fréquence.

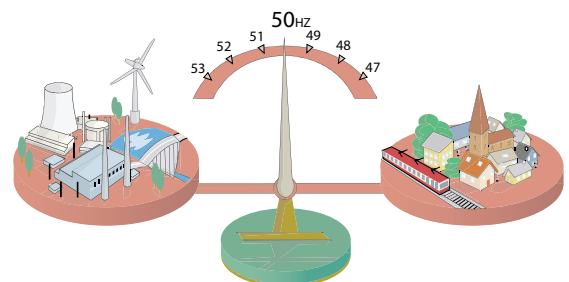
Quels sont les différents types de variations de fréquence?

On distingue :

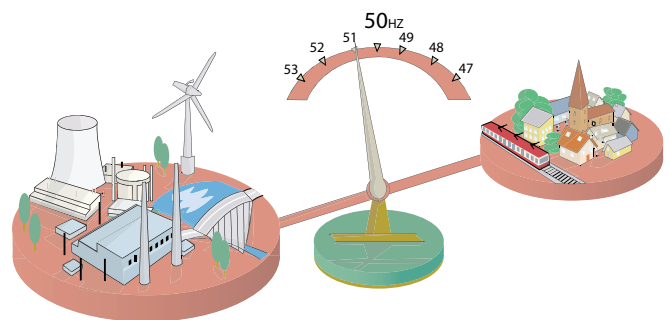
- les petites variations globales et aléatoires autour de 50 Hz dues aux évolutions continues de la consommation ;
- les variations globales de fréquence, qui peuvent être provoquées par des variations brutales de production (arrêt inopiné d'une centrale ou avarie sur la ligne de raccordement d'un groupe) ;
- les fortes variations locales de fréquence qui surviennent lors d'incidents de type court-circuit.

POURQUOI 50 Hz ?

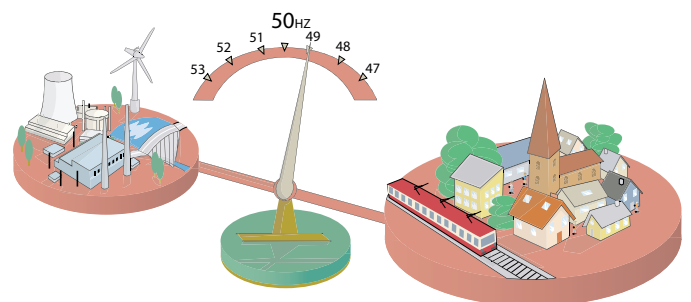
Le choix de la fréquence a été fait il y a plus de 100 ans. Cette fréquence correspond à **un optimum technico-économique**. Une fréquence plus élevée conduirait à des coûts de transport supérieurs et une fréquence trop faible risquerait d'être visible sur les ampoules, que l'œil humain verrait scintiller.



Le maintien de la fréquence



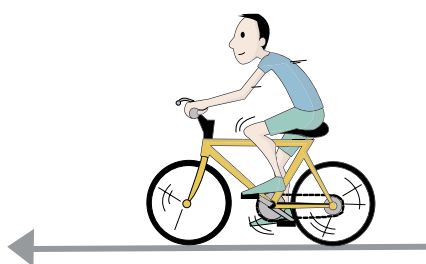
Les variations de fréquence



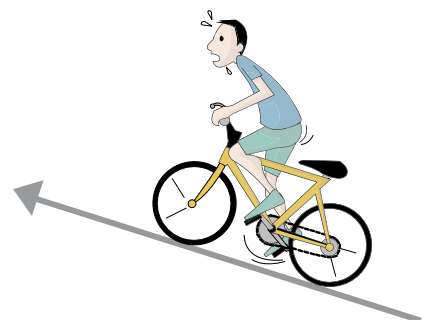
Que se passe-t-il en cas de variations de fréquence ?

Prenons l'exemple de variations de fréquence liées à des variations de consommation. **Lorsque la consommation augmente, la turbine de l'alternateur ralentit.** Cette variation de fréquence n'a **pas d'effet sur le consommateur** car elle dure très peu de temps et est très légère.

Pour mieux comprendre ce phénomène, nous prendrons l'exemple d'un cycliste (que nous appelons aussi « force motrice ») qui pédale en fournissant un effort constant, sur une route (que nous appelons aussi « force de résistance »). Pour cette illustration, nous supposons que la bicyclette n'a pas de dérailleur. **Ce cycliste représente la centrale qui doit maintenir sa fréquence.**



Dans la situation initiale, **la route est plate**, le cycliste pédale à effort constant, sa vitesse est constante. Dans une centrale, cela correspond à **une consommation exactement égale à la production** (situation d'équilibre). L'arbre de la turbine conserve son rythme. La fréquence est donc maintenue.



Si **la route monte** la force de résistance augmente. Si le cycliste ne pédale pas plus fort, il va ralentir. Dans une centrale, cela revient à dire que **si la consommation augmente** (la force de résistance augmente), **l'arbre de la turbine va ralentir**, donc **la fréquence** du courant produit **va baisser**.



Si **la route descend**, le cycliste va augmenter sa vitesse, entraîné par la descente, car la force de résistance qu'il rencontre diminue. Dans une centrale, cela revient à dire que **si la consommation baisse** (la force de résistance diminue), **l'arbre de la turbine va accélérer**, donc la fréquence du courant produit **va augmenter**.

Dans cet exemple, les variations sont faibles. Elles sont uniquement dues à des variations de consommation sur une courte durée. La fréquence peut être rétablie à 50 Hz, grâce aux dispositifs de régulation installés dans les centrales. Des variations brutales de production ont le même effet.

Ces variations de fréquence sont maîtrisées dans un cas comme dans l'autre et ne portent pas à conséquence, sauf dans des cas de déséquilibre production / consommation exceptionnel. On peut alors assister à un écroulement de fréquence du réseau électrique.

En revanche, dans le cas des courts-circuits, la fréquence des centrales proches du court-circuit est fortement perturbée.

Dans certains cas, cela peut conduire à une rupture de synchronisme (voir chapitre 4).

L'écroulement de fréquence

Lorsqu'un réseau est dans une situation tendue pour l'équilibre production / consommation, parce que la consommation atteint un niveau exceptionnel, ou à cause d'un parc de production en partie indisponible, une baisse de fréquence peut se produire. **En dessous d'un certain seuil de fréquence, les groupes de production se séparent du réseau pour éviter d'être endommagés.** La fréquence chute alors un peu plus, et de nouveaux groupes se séparent du réseau, accélérant le déséquilibre entre production et consommation, donc la chute de fréquence : **c'est l'écroulement de fréquence.** Ce phénomène est très rapide : on constate une baisse de plusieurs Hertz par seconde. L'ensemble du réseau interconnecté se trouve alors dans une situation très critique. Le seul moyen de faire remonter la fréquence est alors de diminuer rapidement la consommation en ayant recours à du **délestage**, c'est-à-dire la coupure maîtrisée d'une partie de la consommation.