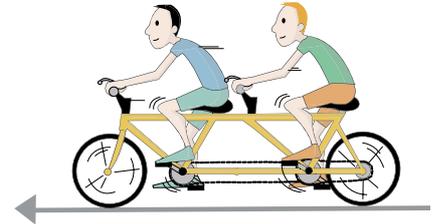


Le synchronisme et la rupture de synchronisme.

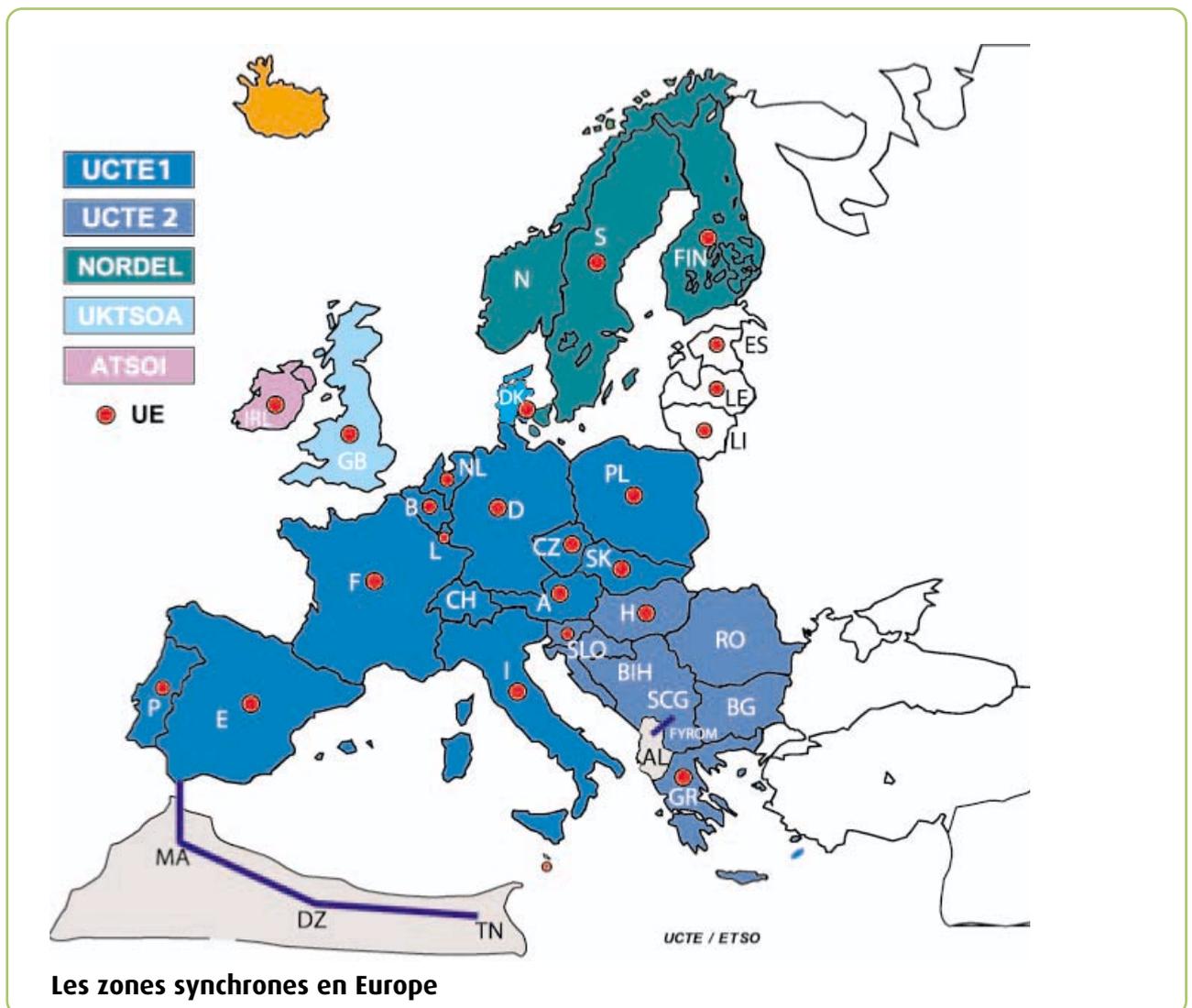
Qu'est-ce que le synchronisme ?

C'est le fonctionnement à la même fréquence de toutes les centrales interconnectées autour de 50 Hz en Europe (voir carte). Pour comprendre, reprenons l'analogie avec le cycliste mais, cette fois, avec l'exemple d'un tandem pour illustrer la problématique du maintien du synchronisme.

Pour que le tandem roule normalement, il faut que les deux cyclistes pédalent à la même allure. Dans un réseau électrique, cela revient à dire que **toutes les centrales connectées doivent fonctionner à la même fréquence. C'est le synchronisme.**



NB : Cette analogie entre le fonctionnement des centrales de production interconnectées et celui d'un tandem comporte des limites ; en particulier elle n'est pas strictement exacte au plan des lois physiques. Elle a donc été utilisée dans un but illustratif.



Les pays d'Europe se sont réunis en **zones synchrones**, c'est-à-dire où la fréquence du réseau est identique. La tension alternative a la même fréquence en Bulgarie, au Danemark, au Portugal, en France et dans le Maghreb. Chacun de ces pays peut donc secourir instantanément un autre pays en cas d'incident (panne de centrale...), et au quotidien partager les moyens de production disponibles. Cela rend le réseau plus robuste et l'électricité moins chère.

Qu'est-ce que la rupture de synchronisme ?

C'est le fait qu'une centrale ou un groupe de centrales **fonctionne durablement** (quelques secondes) à une **fréquence différente des autres centrales** interconnectées sur le même réseau. Cela se produit dans certaines situations, comme par exemple à la **suite d'un court-circuit** (voir encadré).

Ce dernier provoque des perturbations violentes, ressenties plus ou moins fortement par les alternateurs des centrales électriques en

fonction de leur éloignement du lieu du court-circuit. En général, les perturbations sont rapidement éliminées par les dispositifs de protection installés sur le réseau. Mais **pour les centrales situées à proximité** du lieu du court-circuit, ce dernier induit une **accélération temporaire de la vitesse** de rotation **des alternateurs** et donc de la fréquence locale du réseau.

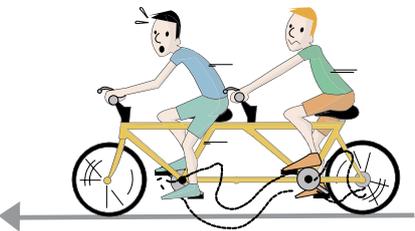
En général, les alternateurs qui subissent des

oscillations se désynchronisent légèrement du reste du réseau avant de se re-synchroniser sur la fréquence générale du réseau. Si le lien électrique (lignes du réseau) entre le groupe subissant la perturbation et le reste du réseau n'est pas assez puissant et si, malgré l'action des dispositifs de régulation de la centrale, les alternateurs ne parviennent pas à se recaler sur la fréquence du réseau général, alors il y a rupture de synchronisme.



Dans l'exemple du tandem, si l'un des deux cyclistes se met à accélérer, le second est entraîné et doit accélérer à son tour pour que le tandem roule normalement.

Mais, si l'un des deux cyclistes freine alors que l'autre tente de pédaler, la chaîne du vélo risque de rompre.



Dans un réseau électrique, cela revient à dire que si l'une des centrales interconnectées accélère ou ralentit sa fréquence de manière importante, elle dérègle l'équilibre du réseau. C'est la perte de synchronisme.

10 000 À 12 000 COURTS-CIRCUITS PAR AN

Les ouvrages du réseau de transport subissent de l'ordre de **10 à 12 000 courts-circuits par an**, dus très majoritairement aux conditions météorologiques : environ **60 % pour la foudre** et un peu plus de 20 % pour le givre, la neige collante, la pluie, le vent, la pollution saline. Les avaries de matériels interviennent à hauteur de 2 %, le reste étant dû à des causes diverses (contacts avec la végétation et les animaux, incidents dont l'origine est chez les utilisateurs, actes de malveillance...).

Quelles sont les conséquences de la rupture de synchronisme ?

La **tension** observée en certains points du réseau **se met à osciller** (clignotement des ampoules chez le consommateur, vibrations et échauffements des moteurs industriels et dans les appareils domestiques pouvant aller jusqu'à l'arrêt...). Dans les centrales, des contraintes mécaniques apparaissent sur les matériels, notamment des contraintes

vibratoires et de torsion des arbres des machines, qui peuvent détériorer les matériels.

Si le phénomène se prolonge, des automatismes installés sur le réseau réagissent et découpent le réseau suivant des zones prédéfinies de manière à isoler la zone en rupture de synchronisme. Cela évite la propagation du phénomène ainsi que la

détérioration des groupes turboalternateurs des centrales.

Si le déséquilibre entre production et consommation dans la zone découpée est trop important, il y a un risque que les groupes de production se déconnectent du réseau, ce qui entraîne la **mise hors tension de la zone** (« blackout » localisé de la zone).

Plusieurs grands incidents engendrés par des courts-circuits sur le réseau de transport, en France et à l'étranger, ont eu pour effet des pertes de synchronisme de groupes de production, avec des conséquences importantes en termes de clientèle coupée. On peut notamment citer :

28 octobre 1981	Normandie	<p>Court-circuit au poste électrique de Rougemontier, à l'ouest de Rouen.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Perte de synchronisme de la centrale thermique à flamme du Havre. ➔ Mise hors tension totale de la région (coupure de 1 470 MW).
17 février 1985	Vallée du Rhône	<p>Courts-circuits sur des lignes à 400 000 volts de la vallée du Rhône.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Perte de synchronisme des groupes nucléaires de la zone. ➔ Délestages pour sauvegarder la fréquence du réseau européen, dont 250 MW en Belgique et 300 MW en Italie.
18 avril 1988	Canada	<p>Série de courts-circuits dans un poste électrique.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➔ Perte de synchronisme de la centrale de Churchill Falls. ➔ Effondrement du système électrique du Québec : seuls 250 MW sur 20 000 MW sont restés alimentés.



Qu'est-ce qu'un lien synchronisant ?

Le lien synchronisant est **l'ensemble des mailles du réseau qui relient entre eux les alternateurs** des centrales électriques en leur permettant de rester synchrones. **Le lien synchronisant** est assimilable à **un élastique**. Plus l'élastique est rigide, meilleur est le lien synchronisant.

Pour comprendre la notion de lien synchronisant, nous pouvons reprendre l'analogie du tandem, et remplaçons la chaîne par un élastique. Si on demande aux deux cyclistes de pédaler à la même vitesse, ils auront beaucoup de mal à y parvenir si l'élastique est lâche. En ajoutant un deuxième élastique sur le premier : ils pourront plus facilement pédaler à la même vitesse.

Dans un réseau électrique, le lien synchronisant d'une centrale dépend de la longueur et du nombre des lignes électriques reliant cette centrale aux autres. Plus cette centrale est proche des autres, plus les lignes sont courtes, meilleur est le lien synchronisant. A l'inverse, plus cette centrale est éloignée des autres, plus les lignes sont longues, moins le lien synchronisant est bon.

Dans ce deuxième cas, on peut y remédier en augmentant le nombre de lignes en parallèle, ce qui améliore le lien synchronisant. C'est comme si l'on rapprochait la centrale du reste du réseau. Enfin, plus la puissance transportée est importante, plus le lien synchronisant doit être fort pour éviter la perte du synchronisme.

Le lien synchronisant peut être amélioré légèrement en modifiant les lignes existantes, et plus fortement en construisant des lignes supplémentaires pour augmenter le maillage du réseau. L'utilisation de technologies comme les condensateurs en série ont également un impact positif sur le lien synchronisant. Toutes ces possibilités sont analysées au chapitre 6.

Dans le cas de l'insertion du groupe de production Flamanville 3 dans le réseau électrique, nous allons voir pourquoi il est nécessaire de construire une nouvelle ligne à 400 000 volts pour acheminer l'énergie produite par Flamanville 3 et surtout pour éviter les pertes de synchronisme en cas de court-circuit dans la zone.

Pour en savoir plus sur la sûreté de fonctionnement du système électrique, on pourra se référer aux documents « Mémento de la sûreté du système électrique » et au « Bilan annuel de la sûreté du système électrique » présentés dans la bibliographie, publiés par RTE et téléchargeables sur www.rte-france.com.