

21 mars 2019

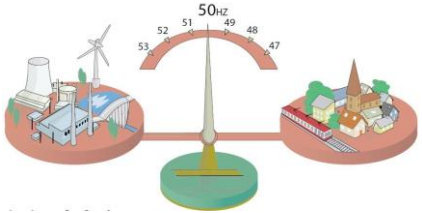
La Fréquence:

le pouls du système électrique

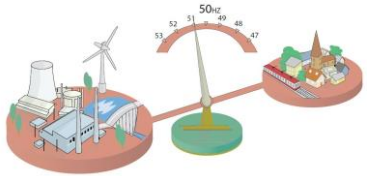
La fréquence: l'indicateur de l'équilibre instantané du système

1. A l'échelle de la zone synchrone

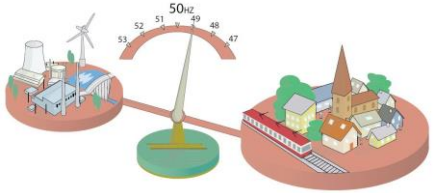
✓ Production = Consommation ➔ fréquence stable



✓ Production > Consommation ➔ fréquence



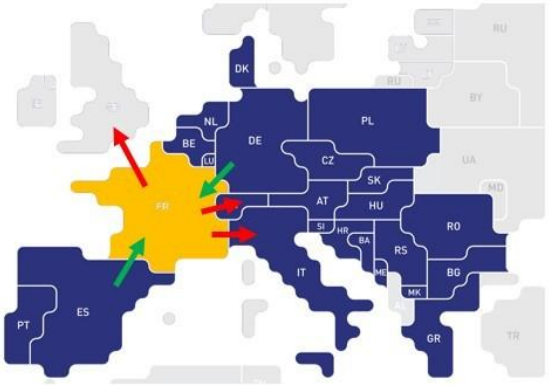
✓ Production < Consommation ➔ fréquence



2. A l'échelle d'un GRT

✓ Si chaque GRT assure l'équilibre entre offre et demande au niveau national, l'équilibre européen est assuré

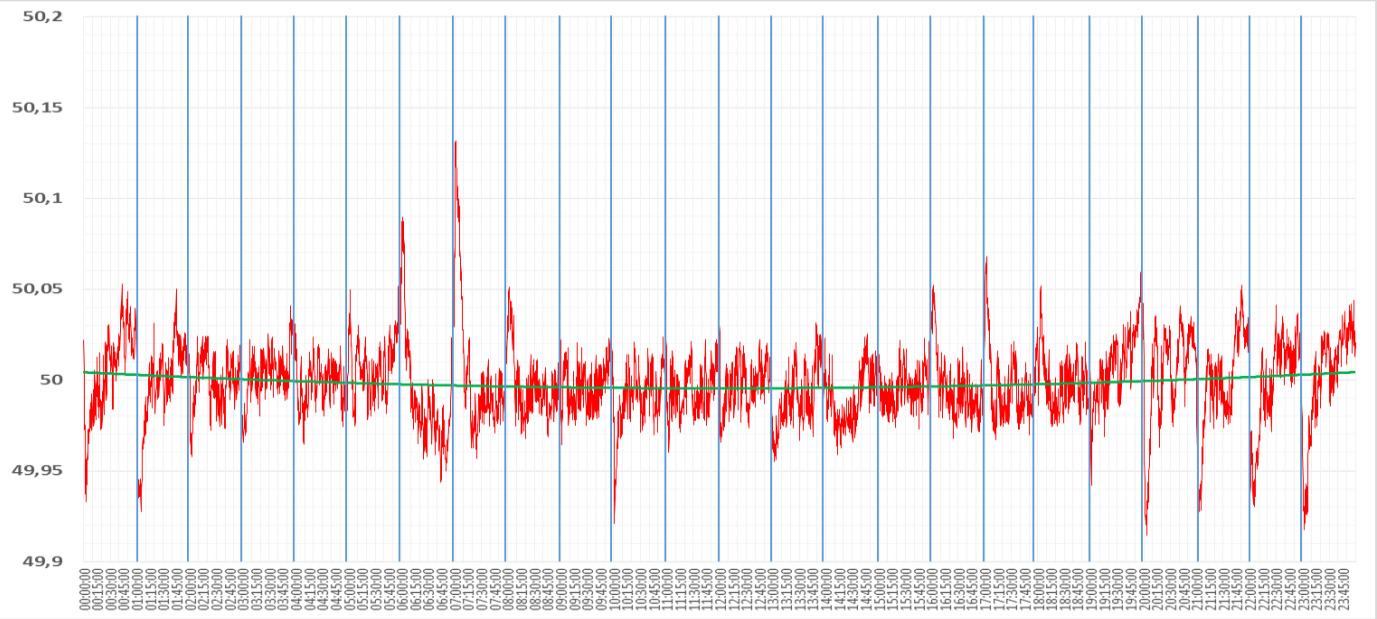
Un ou des GRT peuvent être déséquilibrés sans impact notable sur la fréquence tant que ces écarts ne sont pas synchronisés ou trop importants



Production France = Consommation France + Echanges

Demande

L’équilibre entre la production et la consommation d’électricité à la maille de l’Europe continentale conduit à la stabilité de la fréquence



La fréquence varie à tout instant en fonction du déséquilibre entre production et consommation à l’échelle de la zone synchrone.

Le maintien de la fréquence autour de 50Hz (en Europe) est nécessaire au bon fonctionnement des matériels électriques.

La fréquence est directement liée à la vitesse de rotation des alternateurs.

Le bon comportement et les performances des machines de production est crucial au regard des évolutions de la fréquence: les codes

Moyens pour équilibrer le système

Réserve primaire (automatique, FCR)

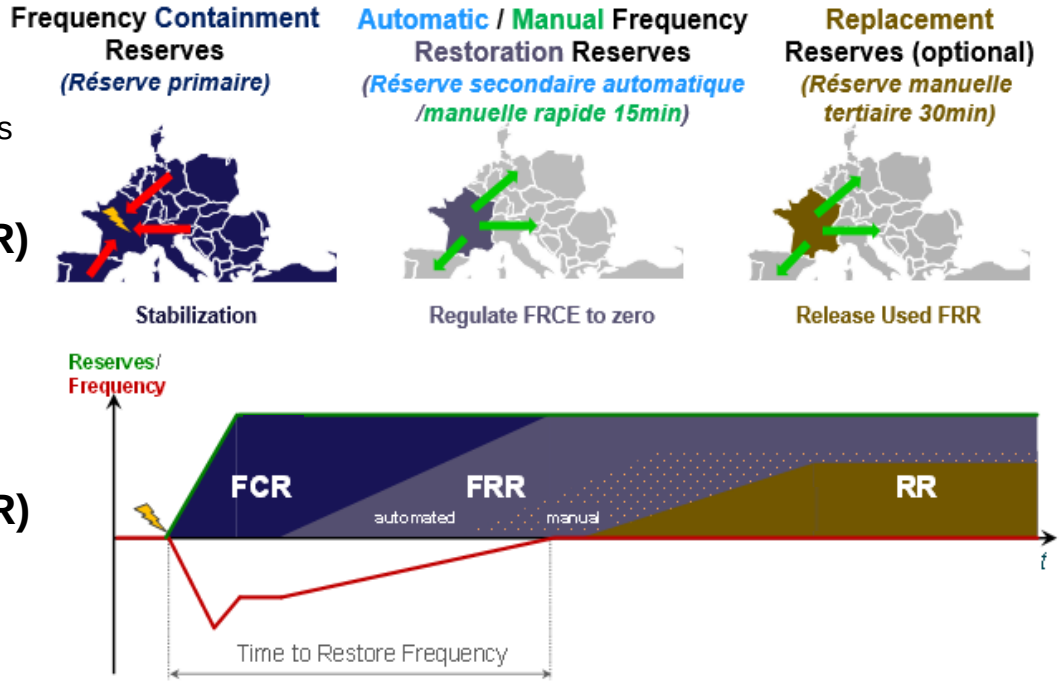
- Stabiliser les variations de fréquence < 200 mHz
- 3000 MW au niveau européen en quelques secondes

Réserve secondaire (automatique, aFRR)

- Rétablir la fréquence et les échanges commerciaux
- Restaurer la réserve primaire
- ½ bande ~ 700 MW – 400s

Réserve tertiaire (manuelle, mFRR et RR)

- production thermique ~15-30mn à beaucoup plus
- production hydraulique ~10-15mn mais aussi des contraintes de fonctionnement inter-régime
- Consommateurs ~ 10-15mn à qqs heures
- échangeurs (moyens situés à l'étranger) > 45 minutes



Délai de restauration de la fréquence = 15 min (selon SOGL)



02

La fréquence n’est jamais totalement stable

Quelques illustrations des dynamiques des variations de la consommation, de la production et des échanges aux frontières … que les GRT doivent gérer à chaque seconde

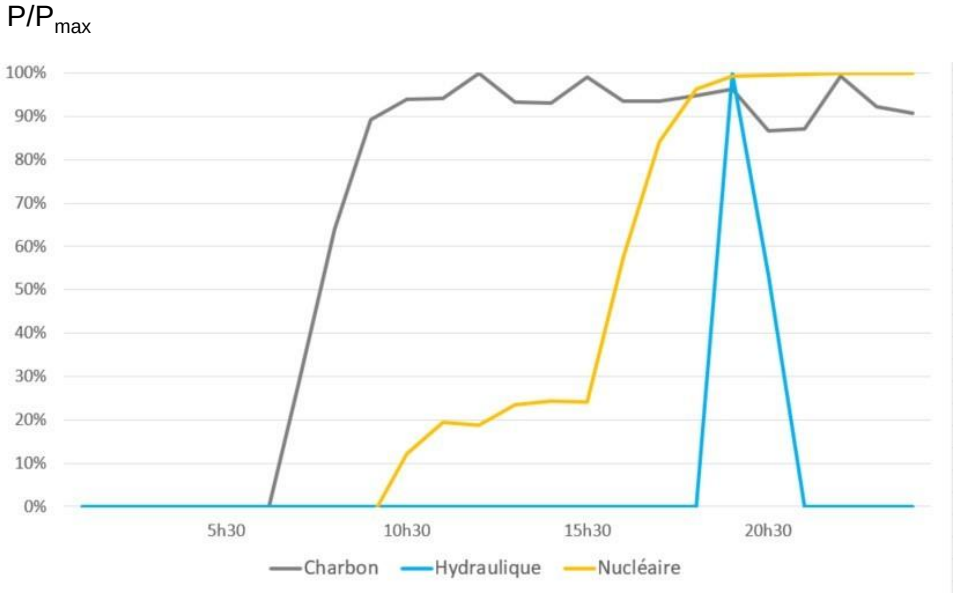
Consommation



Montée en charge
hivernale : 17 GW en 3h
~100 MW/min

Des variations fortes de consommation durant la journée

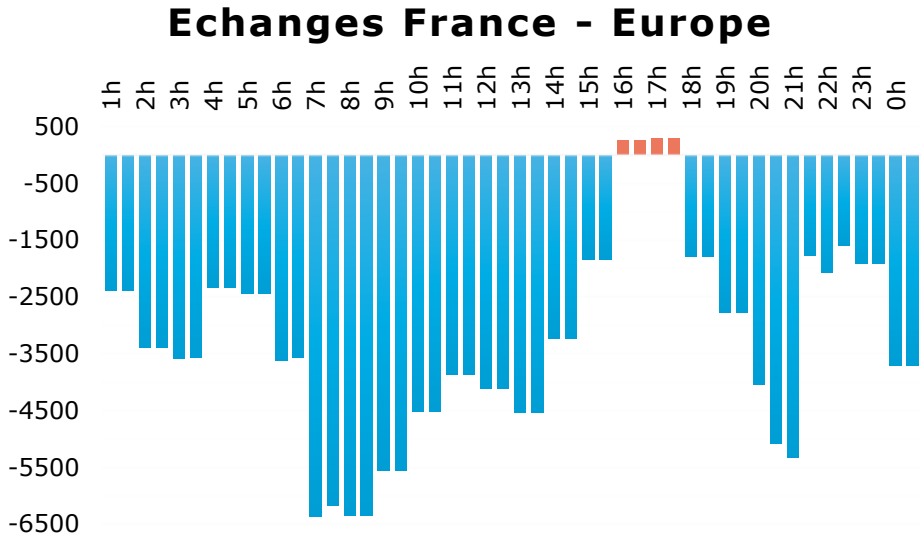
Production

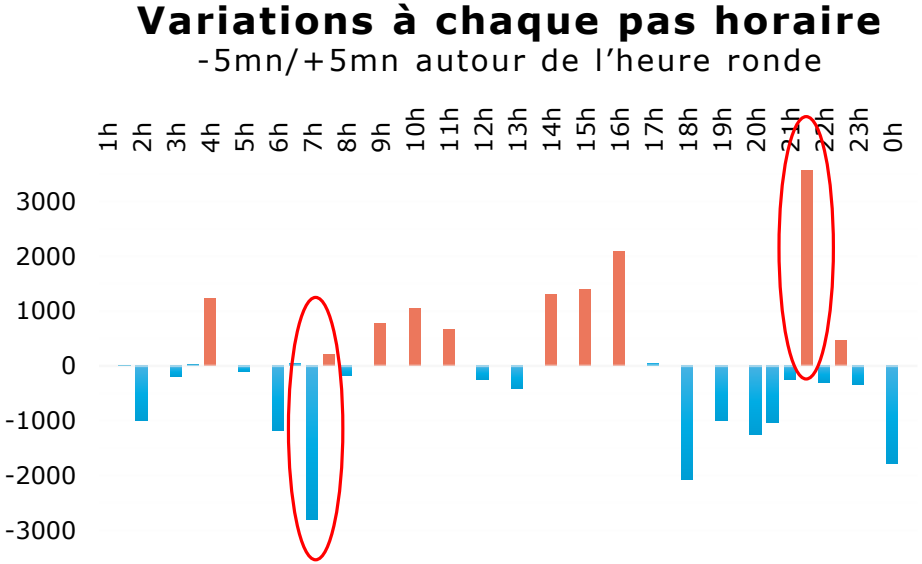


Des dynamiques différentes en fonction des filières

Quelques illustrations des dynamiques des variations de la consommation de la production et des échanges aux frontières … que les GRT doivent gérer à chaque seconde (2/2)

Les échanges aux frontières

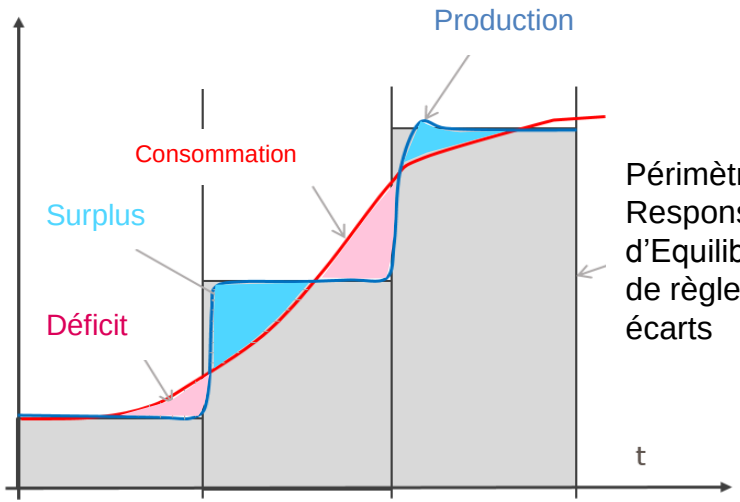




300 – 400 MW/min

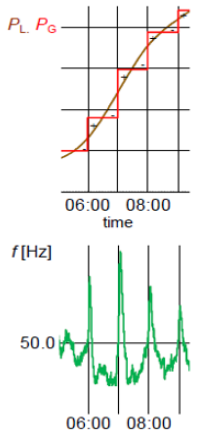
Les écarts de fréquence aux heures rondes

Un phénomène connu … qui s'est amplifié depuis 10 ans.



Périmètre des Responsable d'Equilibre sur le pas de règlement des écarts

Effet sur la fréquence



Source:
university of Stuttgart

Les écarts de fréquence aux heures rondes

Un phénomène connu … qui s'est amplifié depuis 10 ans.

La consommation d'électricité est constituée par des charges individuelles de natures diverses (industrielle, domestique, artisanale) dont la puissance unitaire est très faible vis-à-vis de la puissance du réseau.

Elle peut être prévue avec une bonne précision avec un niveau suffisant d'agréation et de foisonnement.

Ainsi, **il est possible d'élaborer un programme de production à partir des prévisions de consommation.**

En pratique, l'équilibre n'est jamais exactement réalisé, il existe des écarts inévitables entre prévision et réalisation de consommation d'une part et entre prévision et réalisation du programme de production des centrales d'autre part.

La consommation varie en continu alors que la production est programmée par palier (15 mn, 30 mn selon les pays) et la vitesse de variation effective dépend de la technologie des moyens de production d'électricité (un groupe CCG ne fait pas varier sa production comme un groupe hydraulique, et ce quel que soit le palier de programmation retenu – 15 ou 30 min).

On observe donc en permanence un écart entre la production et la demande.

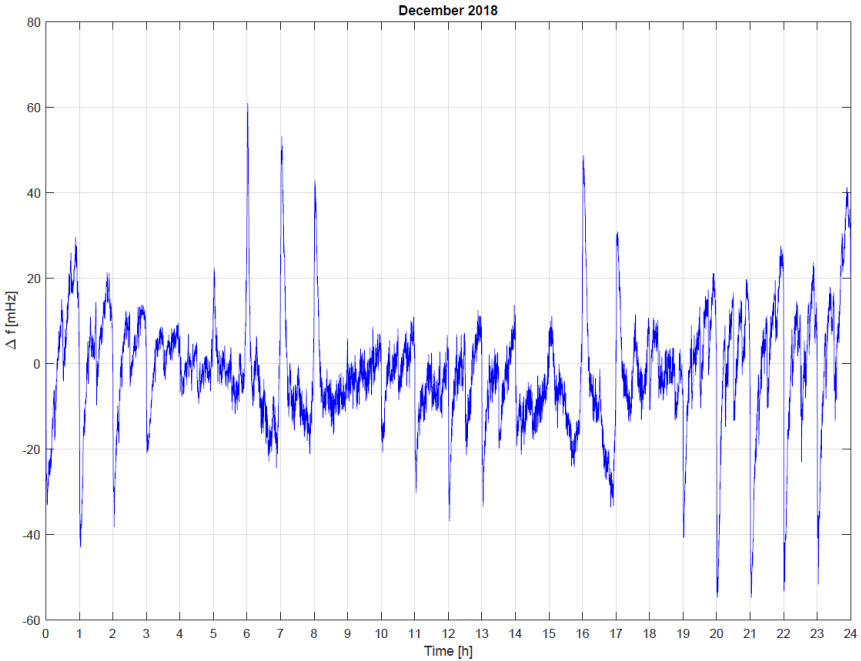
Les écarts de fréquence induits par les variations des échanges commerciaux transfrontaliers aux heures rondes

De plus en plus fréquemment, des écarts de fréquence importants apparaissent autour des heures rondes et trouvent leur racine dans les échanges d'électricité réalisés entre acteurs et pays

La très grande majorité des écarts importants de fréquence (supérieurs à 75 mHz) a pour origine ces écarts aux heures rondes dits déterministes.

L'impact a tendance à s'aggraver ces dernières années (nouveau mix électrique, augmentation des capacités d'échanges mises à disposition du marché)

Les réglages primaire (FCR) et secondaire (aFRR) ne sont pas dimensionnés pour ces écarts liés au fonctionnement des marchés mais pour des aléas techniques rencontrés sur un système électrique.



Déviation de fréquence moyenne en décembre 2018



03

10 janvier 2019 21h02

Deux aléas dégradent la fréquence préalablement à l'apparition de l'écart déterministe

