Réseau de transport d'électricité

Gestion du système électrique en présence de productions variables

EnR, système électrique et prévisions

Commission Perspective du Réseau

Juin 2013, RTE

SOMMAIRE

1. Productions EnR : perspectives et particularités
2. Gestion du systèmes en présence d'EnR
3. Réseau et EnR
4. Prévisions des productions EnR
5. Supervisions des productions EnR

01

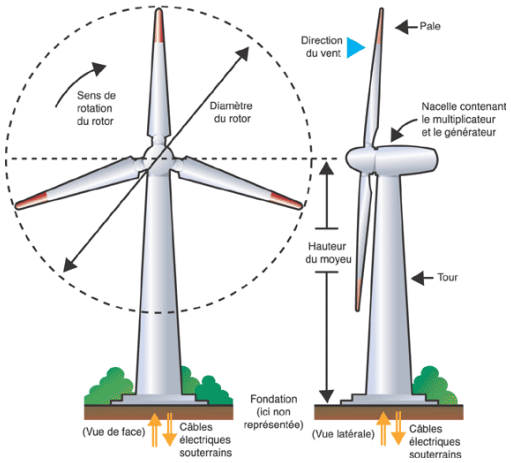
Productions EnR : perspectives et particularités

Eolien : principes et généralités

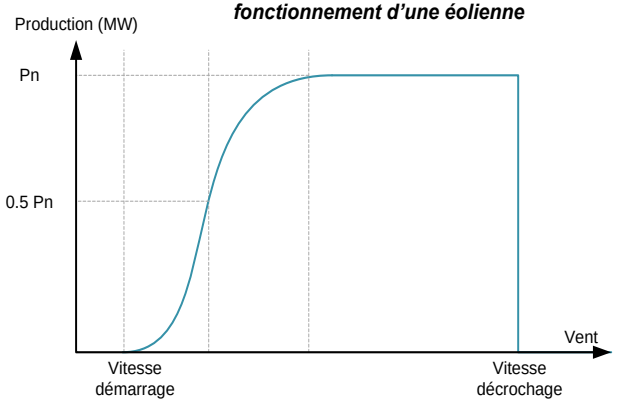
De l'aérogénérateur …

- Puissance moyenne de 2MW
- Dimensions importantes (80m de diamètre et de hauteur nacelle)
- Raccordé au réseau via interface électronique
- Avec plage de fonctionnement constructeur connue.

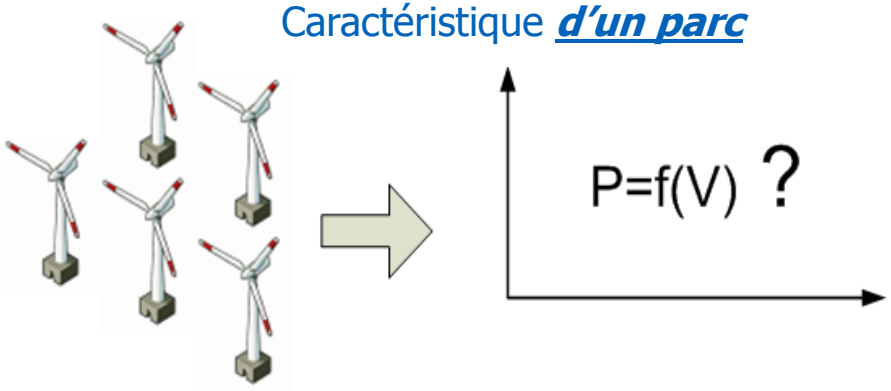
Schémas d'ensemble d'une éolienne



Courbe caractéristique du domaine de fonctionnement d'une éolienne



Caractéristique ***d'un parc***



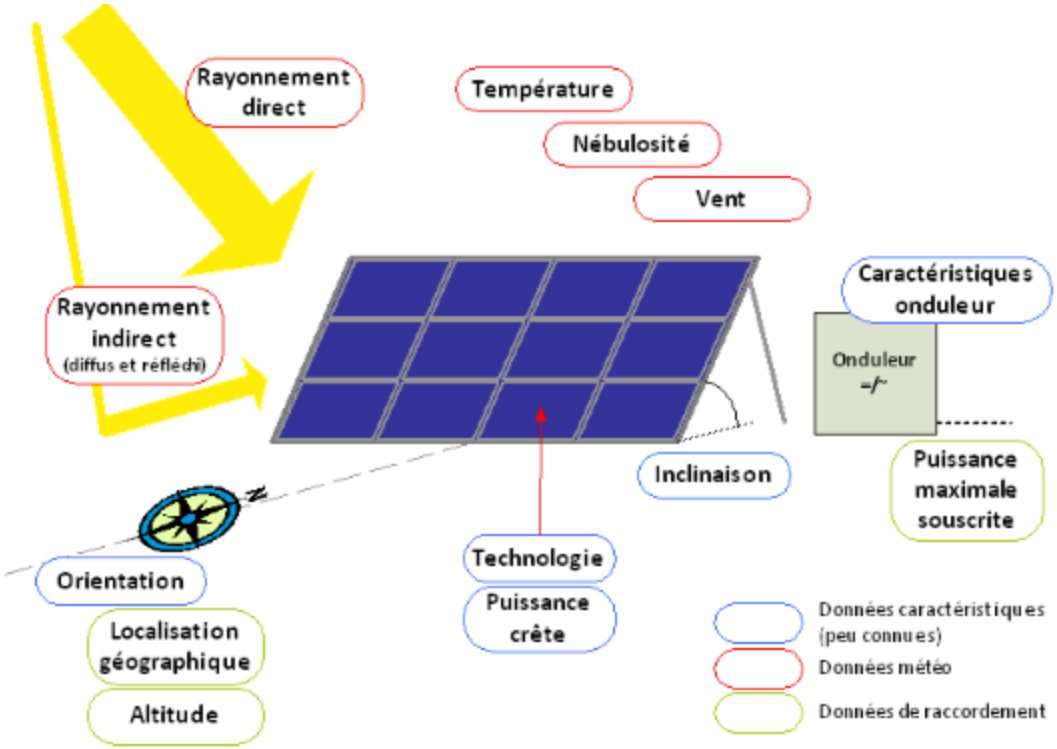
… Aux parcs de production

- De configuration très variables
- Dont le fonctionnement dépend de nombreux facteurs (environnement, région…)
- Raccordés pour la plupart au réseau de distribution (HTA)

Photovoltaïque : principes et généralités

Une production « statique »

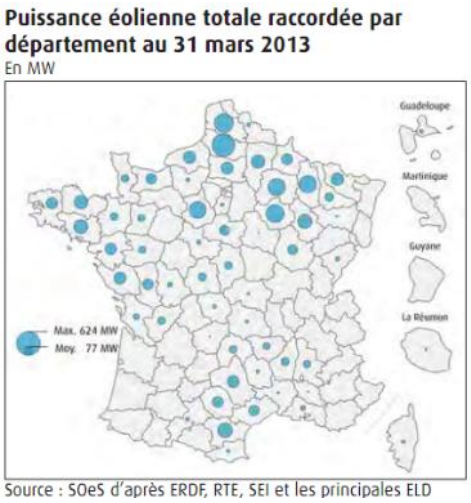
- Nombreuses configuration d'installations
- Du toit du particulier aux grandes installations au sol
- Dépendant principalement de l'ensoleillement mais également de nombreux autres facteurs extérieurs
- Connexion au réseau via interface entièrement électronique

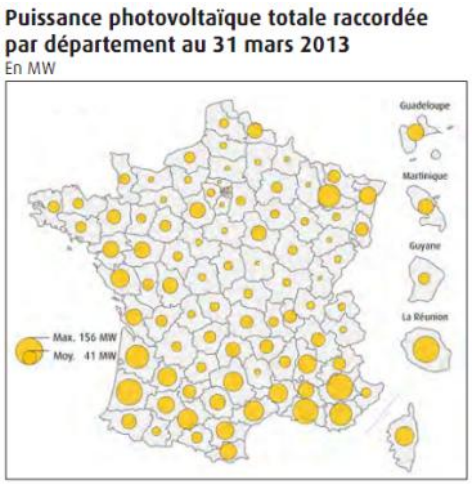


EnR en métropole (et en Europe continentale)

Eolien et Photovoltaïque en Métropole (à mi 2013)

- 11.5 GW installés (7.6 GW pour l'éolien et 3.8GW pour le PV)
- Pour l'éolien : plus de 800 parcs (>1MW)
- Pour le PV : environ 250 installations PV (>1MW) … et plus de 280 000 « petites » installations !
- Très majoritairement raccordées sur les réseau de distributions
- Entre 50 et 70 GW attendus d'ici 2030

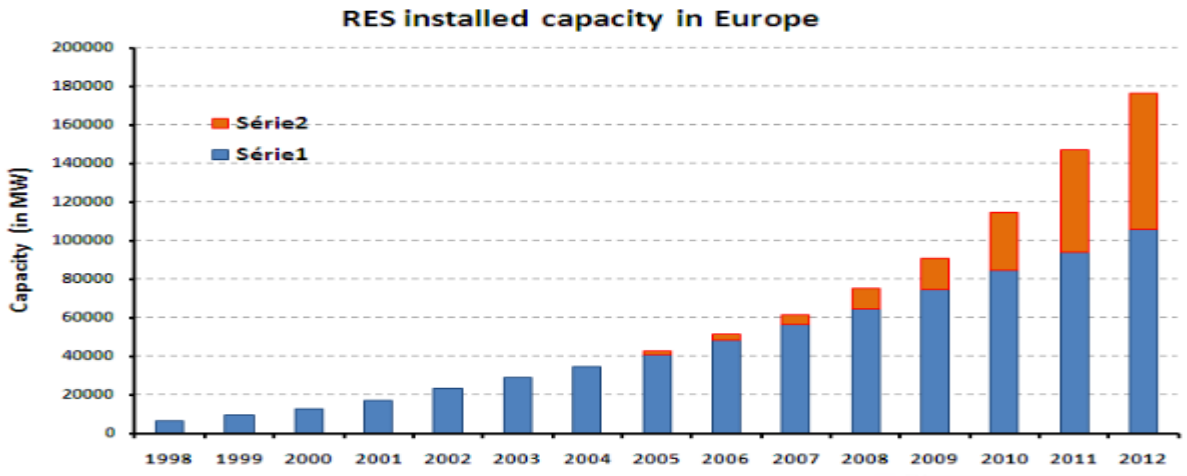




Source : SOeS d'après ERDF, RTE, SEI et les principales ELD

En Europe continentale

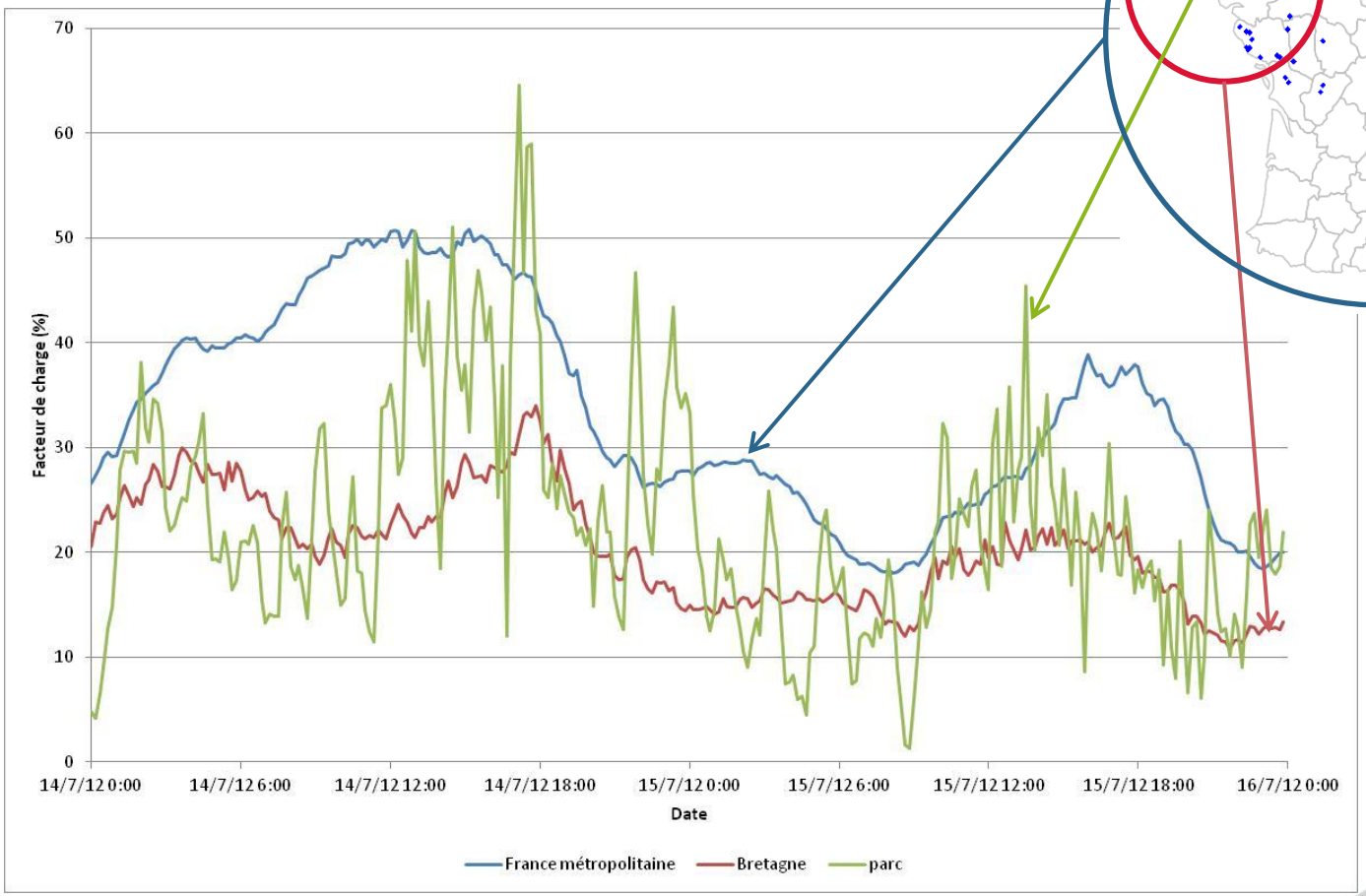
- Environ 180GW installés à fin 2012…

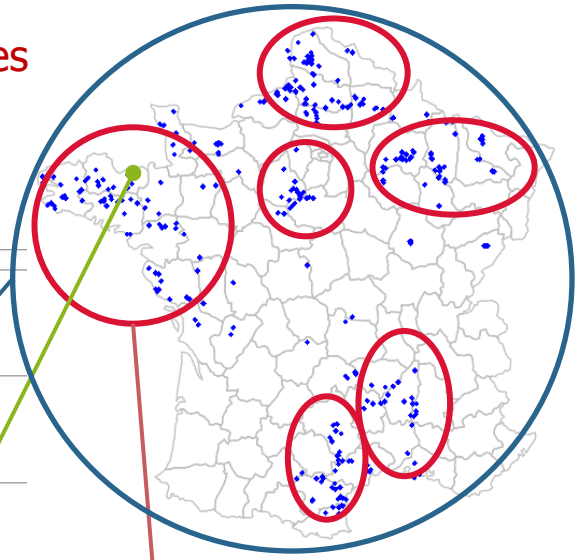


Réseau de transport d'électricité

Productions variables (plutôt qu'intermittentes)

Grace aux différents climats et à la répartition géographiques, les variations de production sont « dans l'ensemble » lissées (comparées à l'échelle locale)



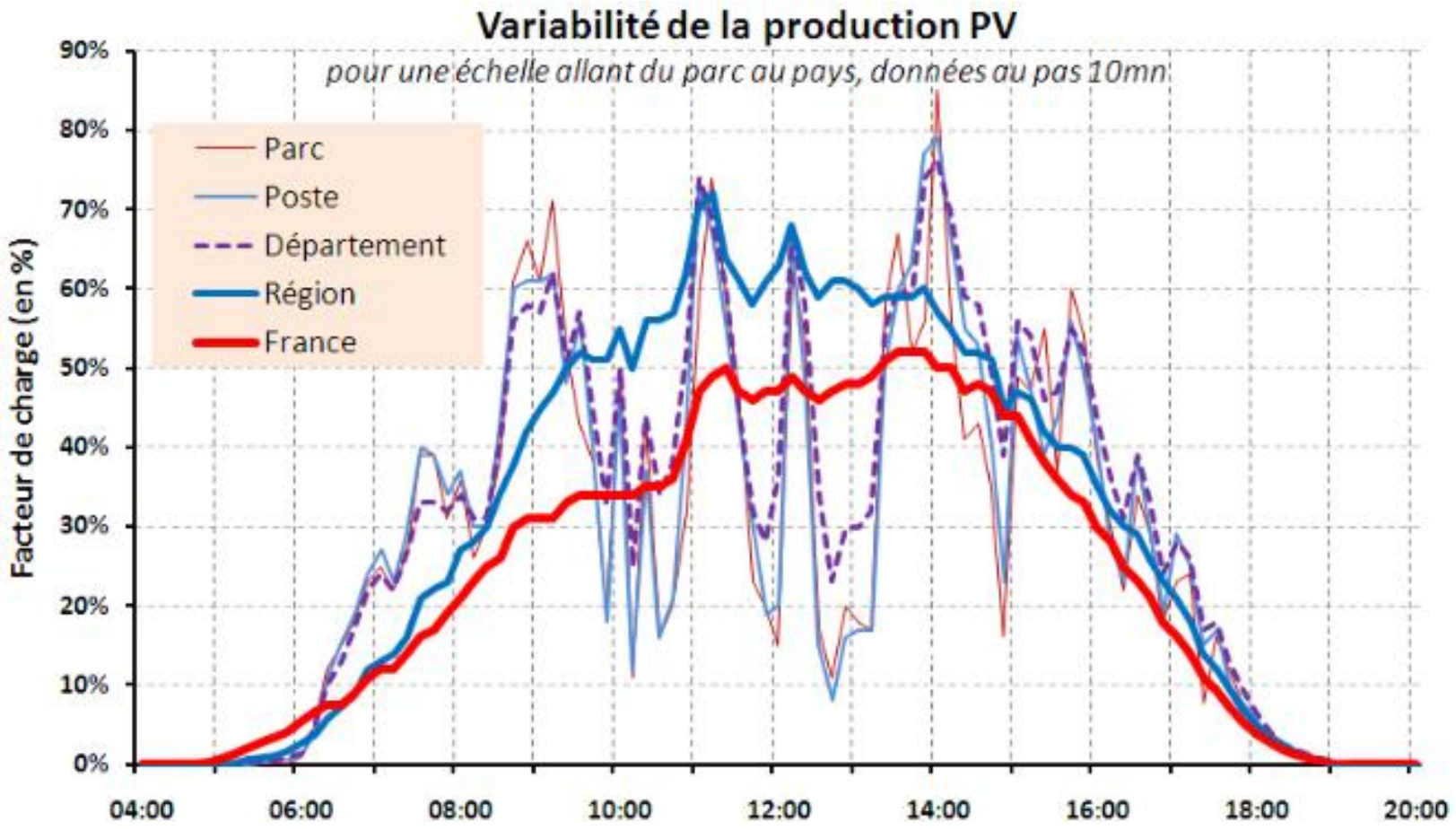


Aussi bien pour la production éolienne…

Réseau de transport d'électricité

Productions variables (plutôt qu'intermittentes)

… que pour la production PV !



Réseau de transport d'électricité

En comparaison avec les productions conventionnelles

Une production incertaine et variable…

- Concerne l'éolien, le solaire.
- *Ne concerne pas l'hydraulique des lacs, la géothermie, l'hydrolien, la biomasse…*

➢ Importance des prévisions à différents horizons de temps.

… avec des raccordements différents …

- Concerne l'éolien, le solaire.
- *Ne concerne pas l'hydraulique des lacs, la géothermie, l'hydrolien, la biomasse…*
- DFIG, interfaces électroniques avec le réseau
- Plus de machine synchrone
- Plus de « masse tournante » (PV)

➢ Avantages et inconvénients pour la stabilité.

… massivement sur le RPD

- En partie non observable, non commandable (pour le GRT… voire les GRD)
- Des réseaux de distribution qui deviennent largement actifs

➢ Importance des télémesures et échanges TR avec producteurs et GRD.

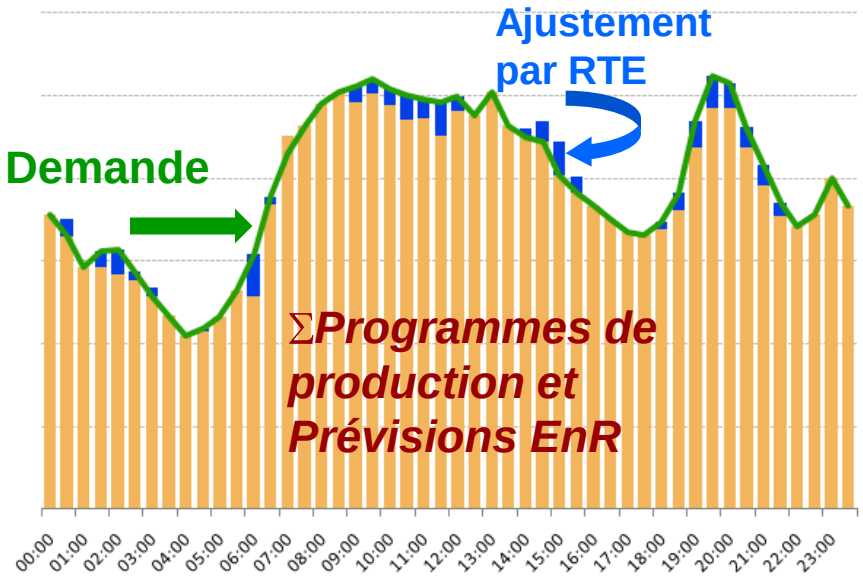
02

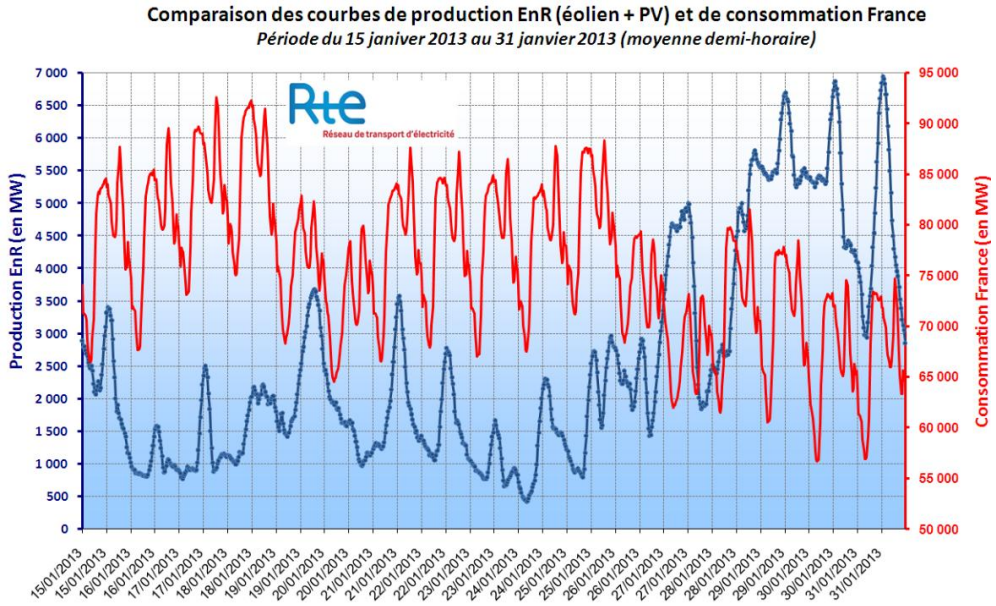
Gestion de l'équilibre Offre-Demande en présence d'EnR (productions variables)

Equilibre Production-Consommation (ou EOD)

Un équilibre à tout instant…

- Entre la demande et la production injectée dans le réseau
- Pour le compte des utilisateurs du système de transport d'électricité
- En gérant les écarts dus à la perte de groupes de production, aux erreurs de prévisions de consommation …



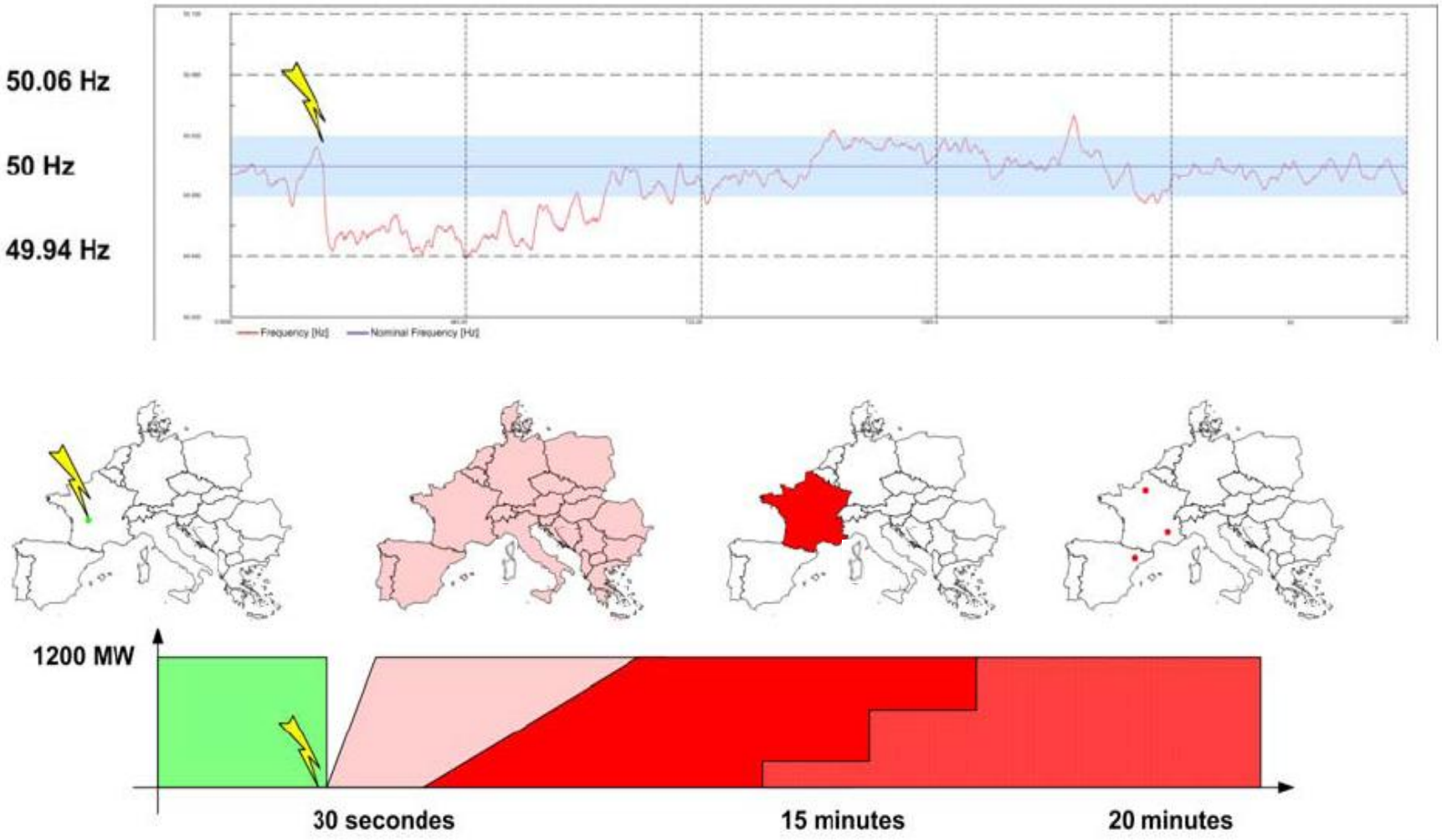


… incluant également

- Les variations de production provenant de sources renouvelables
- D'où l'utilisation de prévisions de production EnR indispensables pour assurer cet équilibre à court terme.

EOD et les différents réglages

Le réglage de la fréquence : le rôle des réserves …



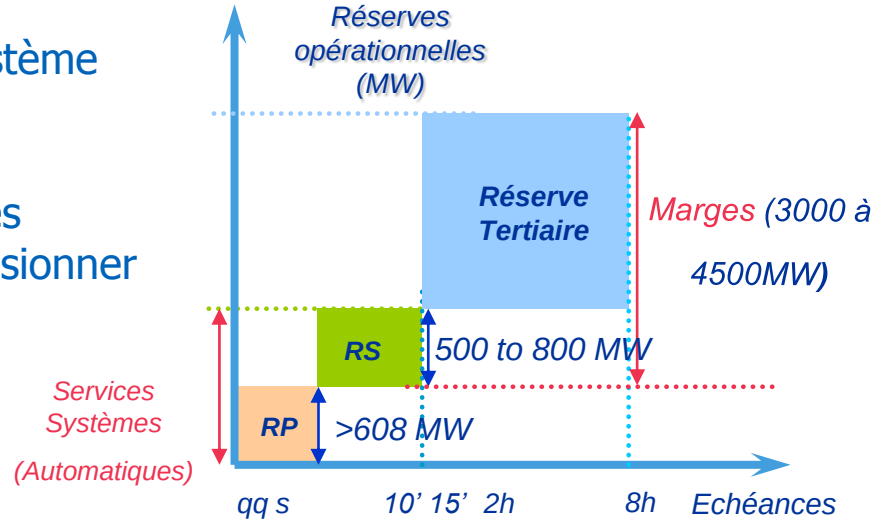
Dimensionnement des réserves pour l'EOD

Les réserves doivent être disponibles

- Pour assurer cet équilibre et la sécurité du système

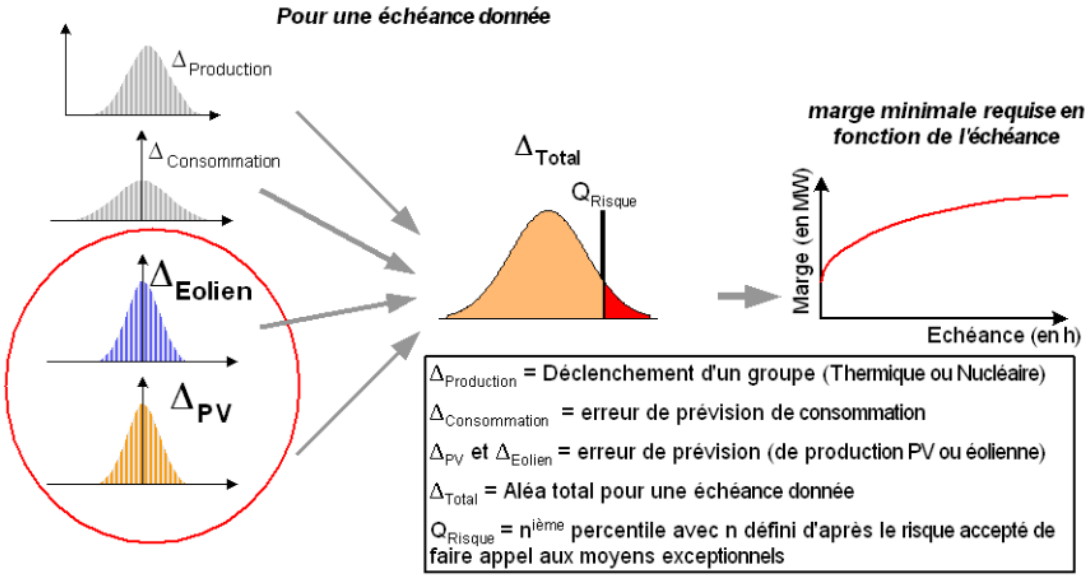
Productions EnR et dimensionnement des réserves

- *Erreurs de prévisions* des productions variables (éolienne et PV) prises en compte pour dimensionner les aléas que doit gérer RTE.



RP : *Réserve Primaire de Fréquence (RPF)*

RS : *Réserve Secondaire Fréquence Puissance (RSFP)*



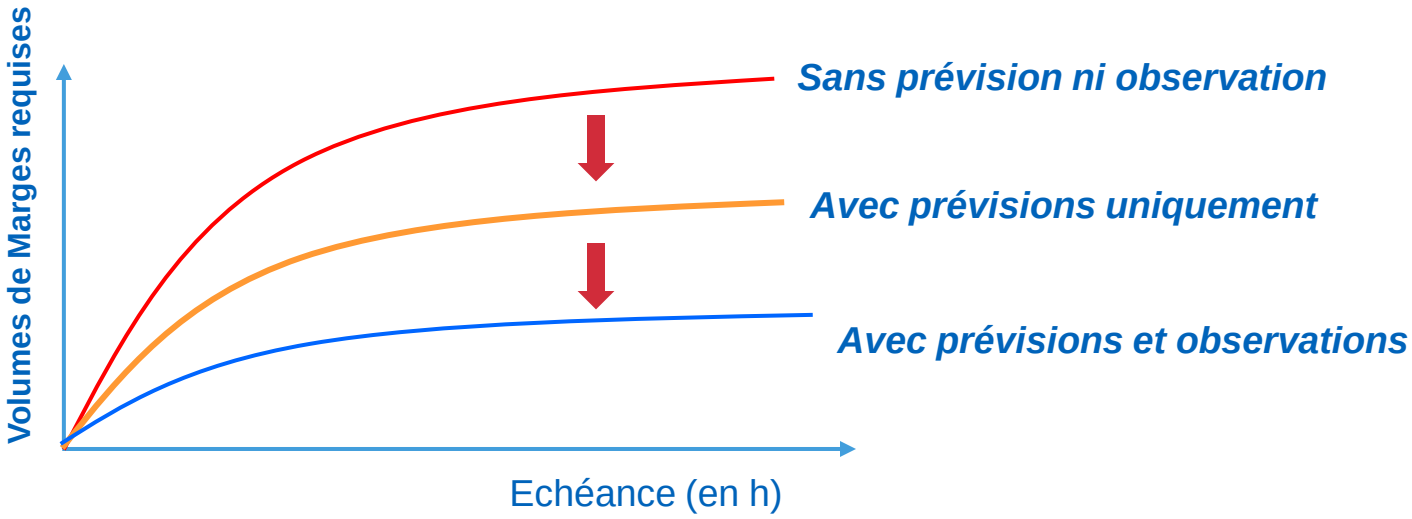
Variabilité EnR → réserves ≤15mn

Imprévisibilité EnR → réserves à échéance ≥ 30mn

Impact des EnR sur les marges

Sur les réserves …

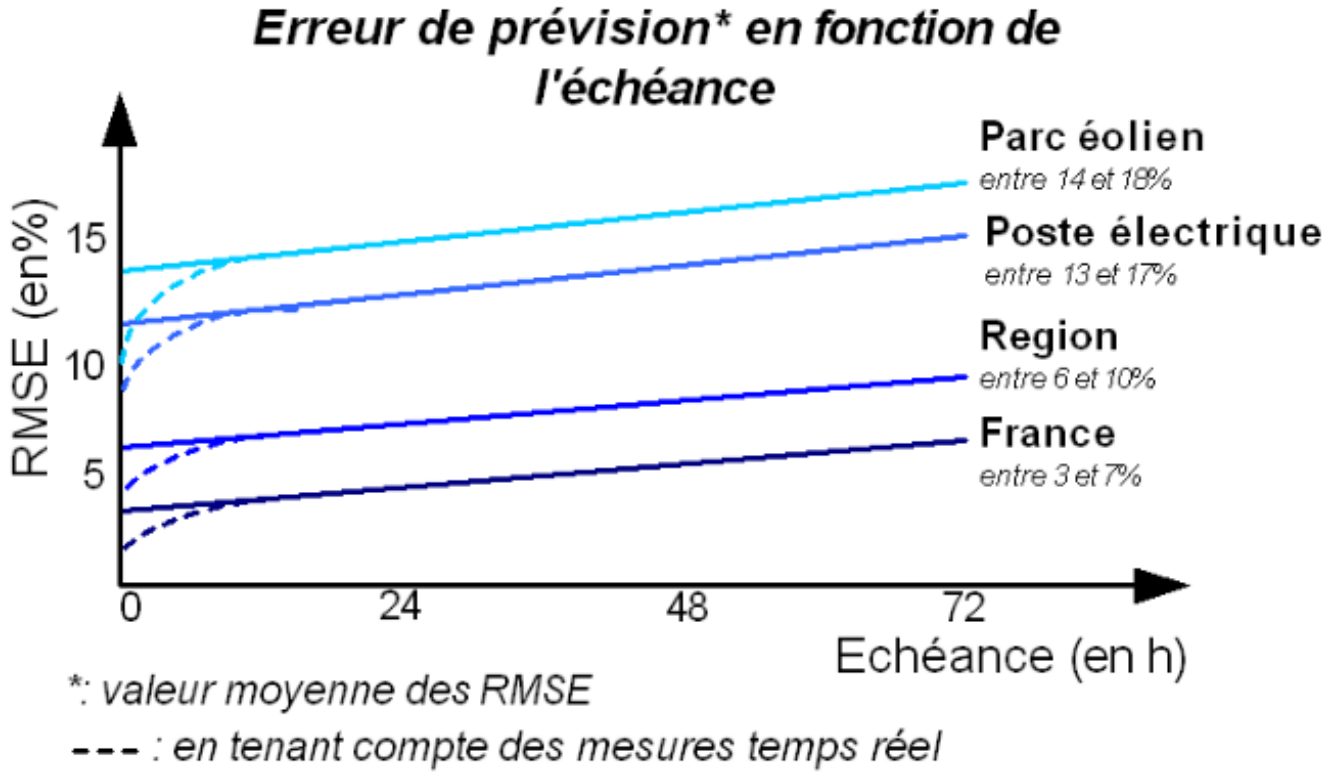
- Productions ***intermittentes***, qui rajoutent donc du « bruit » dans cet équilibre Production-Consommation
- Compte tenu des caractéristiques (dynamiques) de ces productions à l'échelle France :
  - ✓ Sur la **Réserve Primaire** de Fréq. (RP)
  - ✓ Sur la **Réserve Secondaire** Freq./puissance (RSFP)
  - ✓ Sur la **Réserve Tertiaire** (RT)



Qualité des prévisions de productions

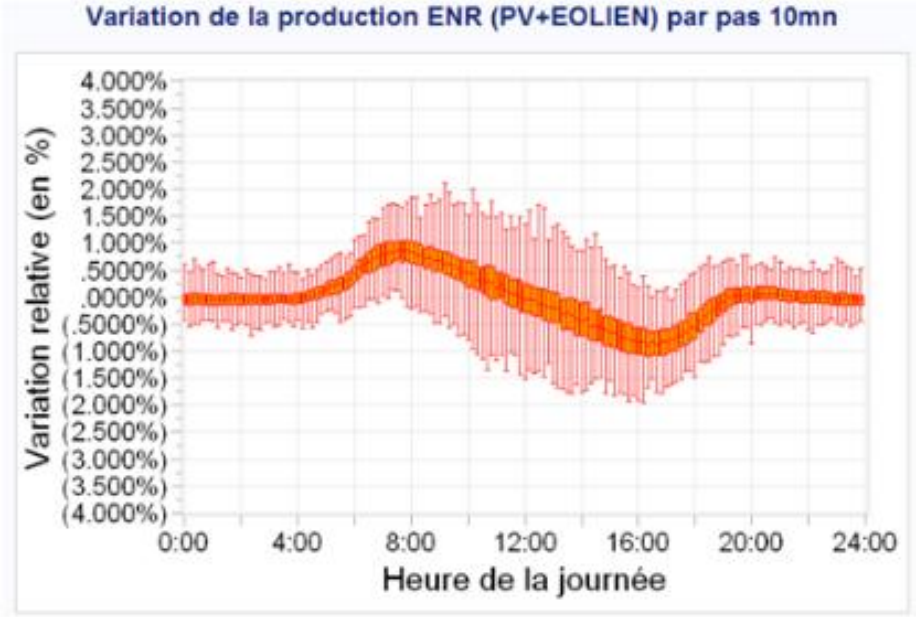
Un lien direct avec les réserves…

- Erreurs de prévisions qui définiront les aléas de production EnR
- Dépendant des prévisions à 1 ou deux jours…
- … et de l'utilisation des mesures temps réel pour le très court-terme.

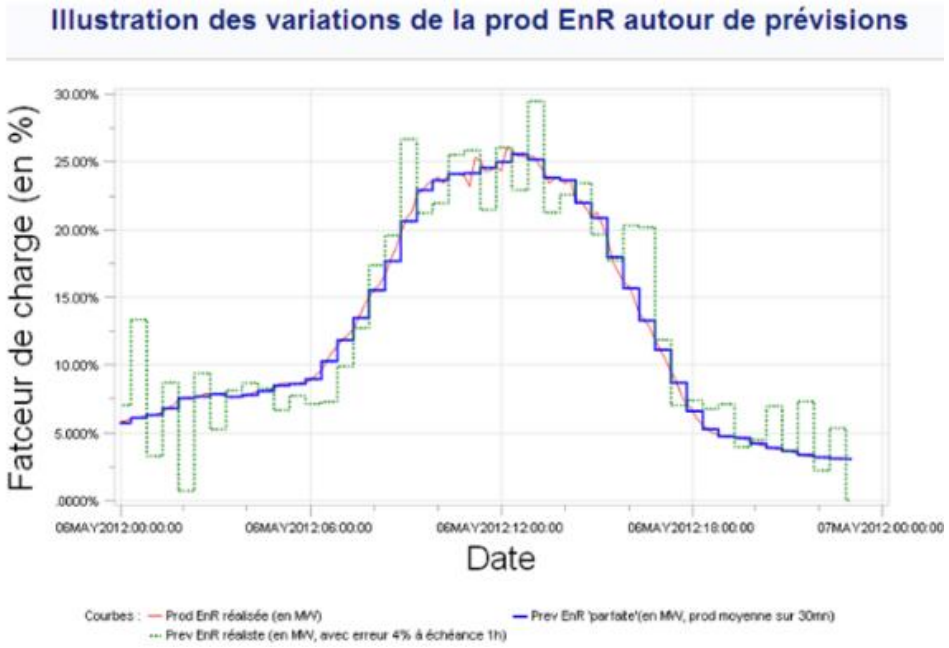


A l'horizon 15mn

Foisonnement, variabilité et imprévisibilité



Un facteur de charge au niveau France (éolien + PV) qui varie un peu (bien moins rapidement qu'à l'échelle d'une installation)



Cette variation, couplée à l'erreur de prévision, est absorbée par les réserves rapides (15-30mn).

Compte tenu du foisonnement, peu d'impact attendu sur le dimensionnement de ces réserves.

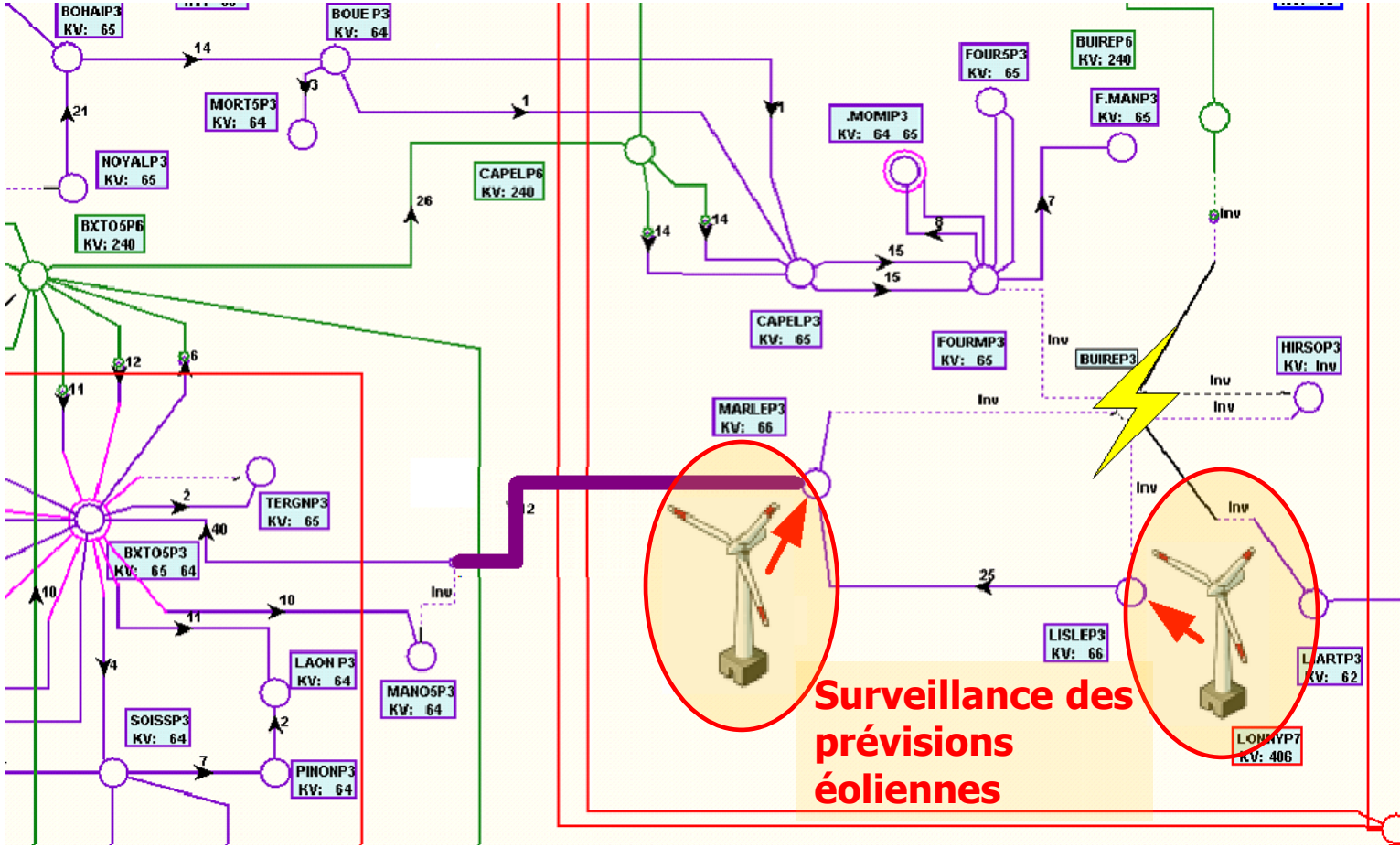
03

Gestion du système électrique en présence d'EnR

Exploitation du réseau avec la production variable

Un exemple* de gestion du réseau :

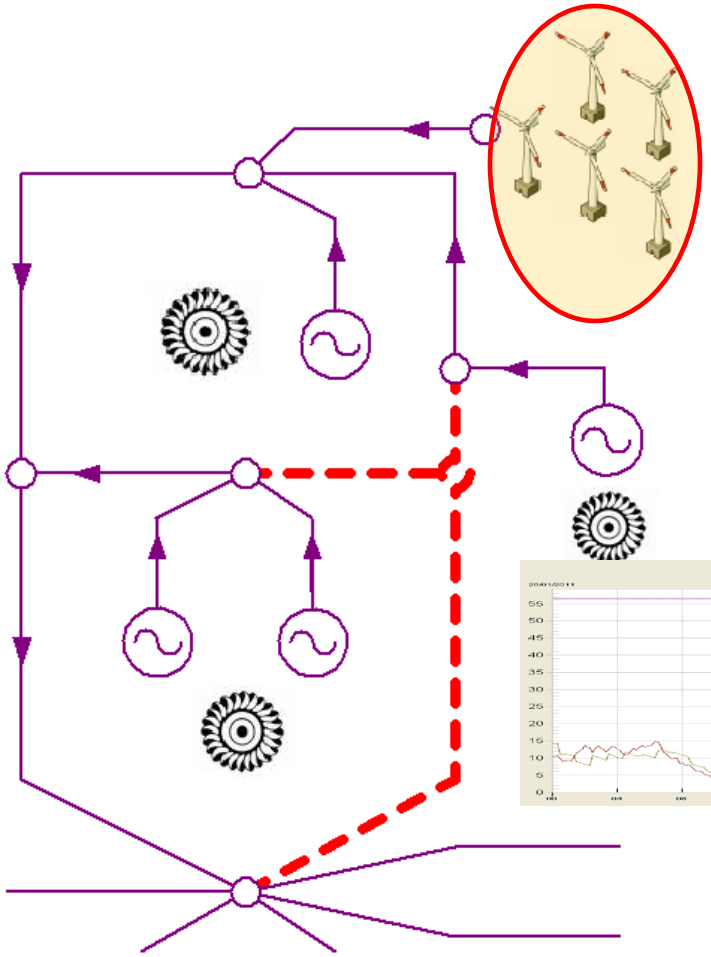
1. Illustration d'une partie du réseau avec production éolienne et faible conso.
2. Si contrainte apparaît dans un poste source (N-1), les injections des fermes éoliennes peuvent induire des transits supérieurs aux limites (surcharges).
3. Les prévision éoliennes sont suivies (alarmes configurées) pour anticiper d'éventuelles surcharges.



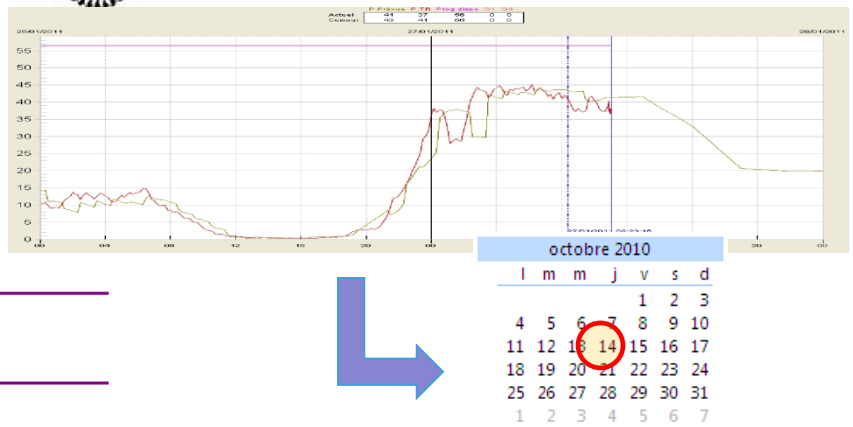
*: des systèmes automatiques peuvent aussi être intégrés dans le réseau pour limiter automatiquement la production de sites (éoliens voire PV) en cas de surcharges.

Maintenance du réseau en présence de productions variables

Comment les prévisions peuvent être utilisées pour optimiser les planning de maintenance du réseau (maintenance préventive sur les éléments du réseau)…



Surveillance des prévisions éoliennes

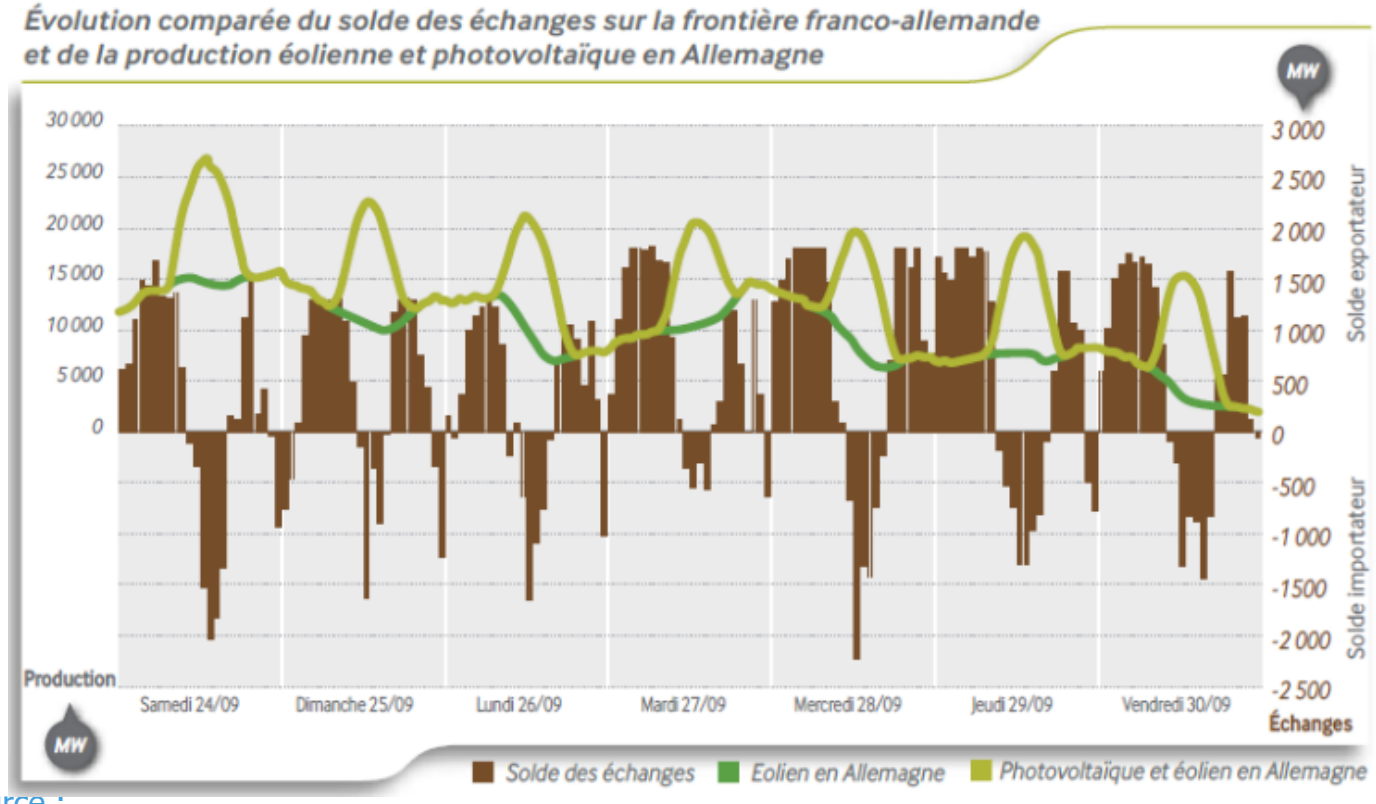


1. Partie du réseau avec productions (hydro et éolien)
2. Opération de maintenance préventive doit être effectuée (opération d'une journée)
3. Surveillance de la production éolienne pour optimiser le placement de cette maintenance (possible uniquement avec production éolienne basse)

Réseau de transport d'électricité

Interconnexions – utiles pour l'intégration des EnR

Exemple concret d'échanges continentaux influencés par les productions variables

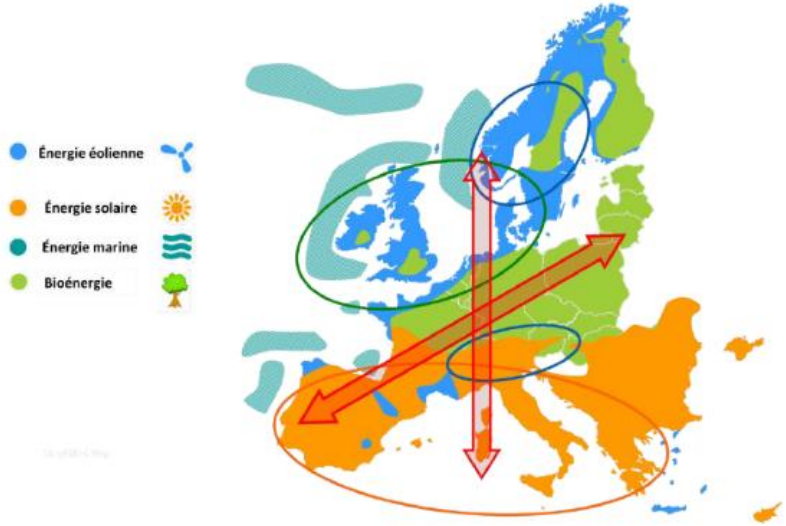


- Source : http://www.rte-france.com/uploads/Mediatheque_docs/vie_systeme/annuelles/Bilan_electrique/RTE_bilan_electrique_2011.pdf

Mais cela implique également que soient partagées des prévisions (des énergies variables) de qualité à l'échelle Européenne.

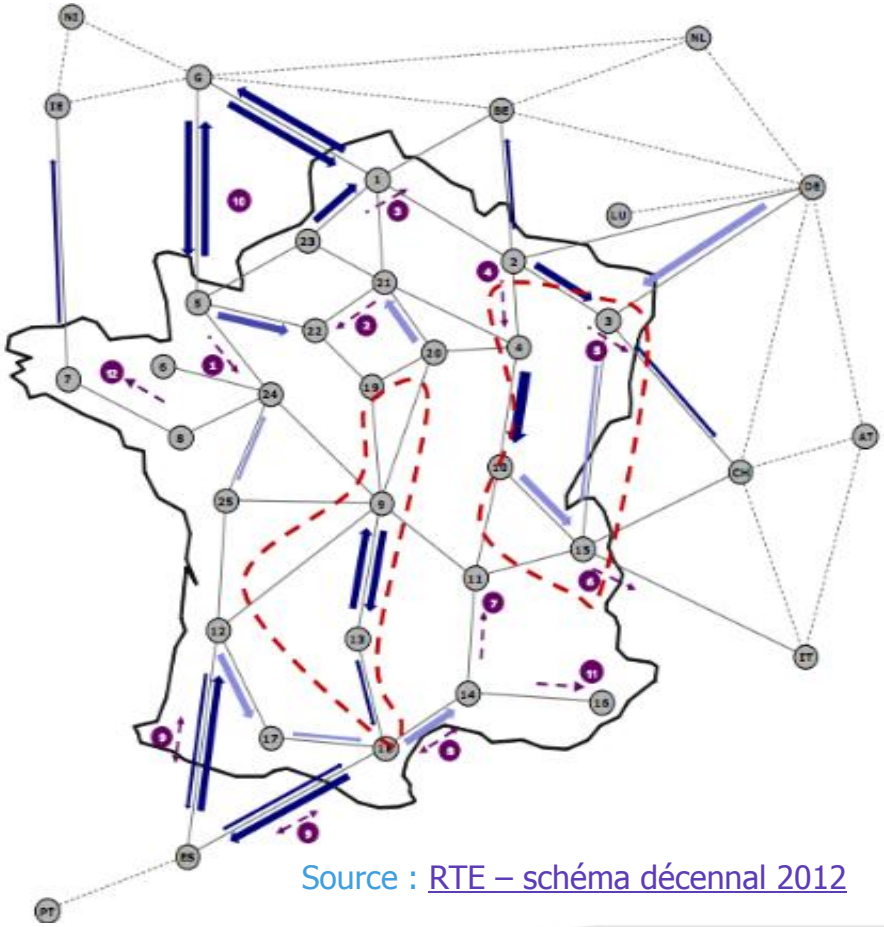
Développement du « réseau »

Des études prévisionnelles (horizon 10 à 20 ans) prenant en compte le réseau et l'évolution potentielle du (des) mix(s) énergétique(s)



Développement des énergies renouvelables en Europe (source DG Energie)

Des flux Nord-Sud d'électricité, plus amples et plus volatils suivant le développement des productions éoliennes et photovoltaïques (France et pays voisins).



Source : RTE – schéma décennal 2012

Réseau de transport d'électricité

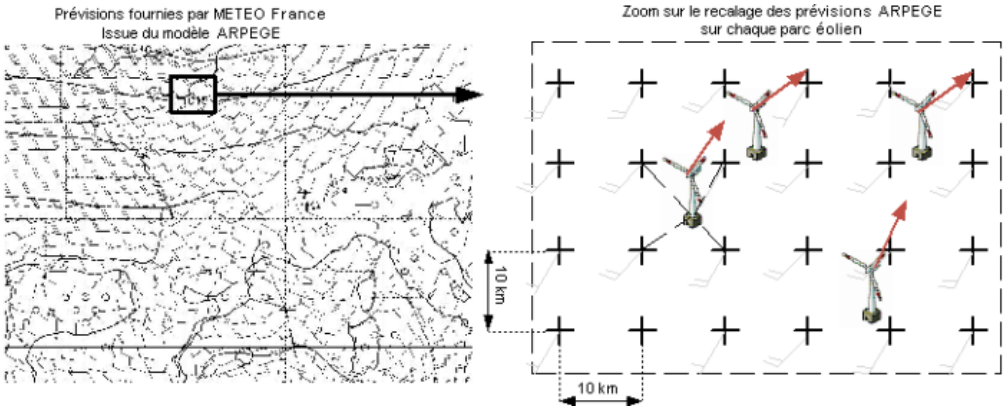
04

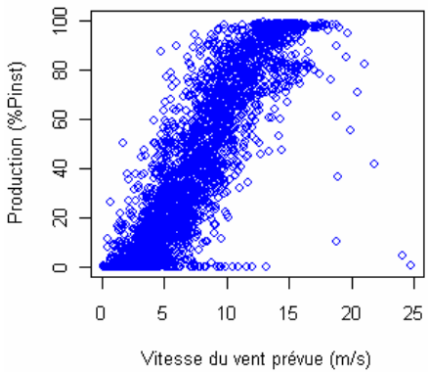
Prévisions des productions EnR

Eolien : relativement classique …

Production éolienne :

- Installations : caractéristiques en général connues
- Prévisions de vent à 100m (grille ARPEGE) fournies par Météo France





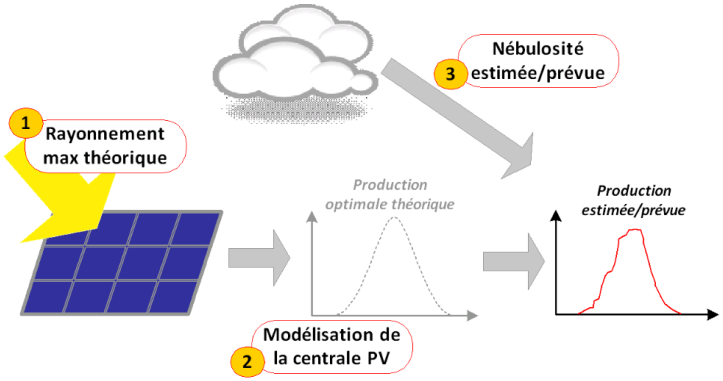
Encore quelques limites:

- Dues à l'effet d'échelle (couverture nationale)
- Manque de mesures (météo comme état des parcs)

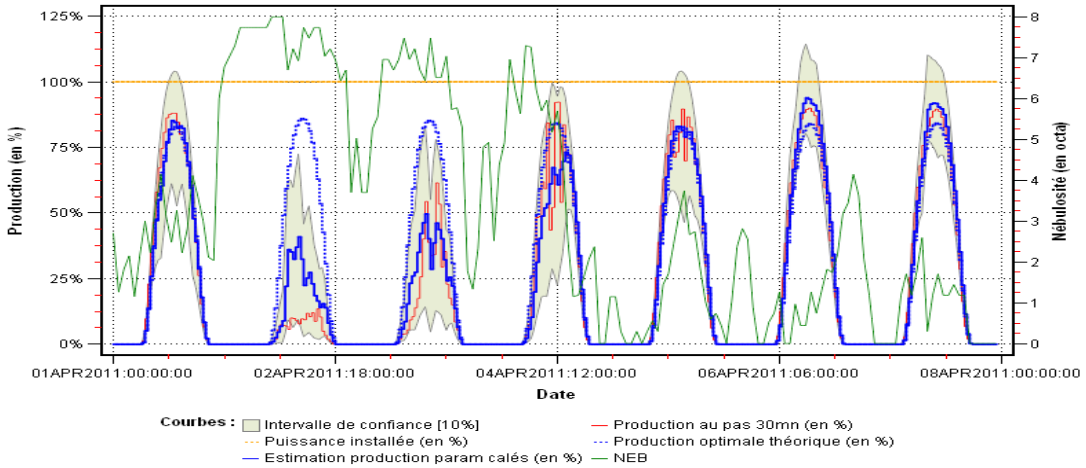
PV (1) : plus récent …

Production photovoltaïque : beaucoup d'inconnues …

- ***Caractéristiques et productions*** inconnues pour la majorité des installations (en BT)
- ***Données météo*** à développer encore (vue l'échelle considérée)



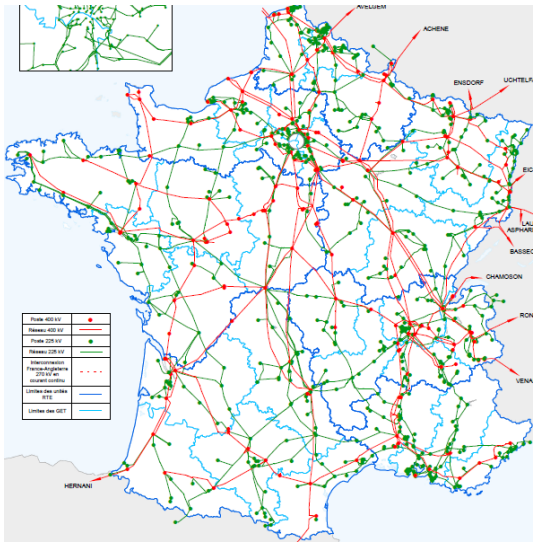
Un premier modèle de prévision développé et en exploitation



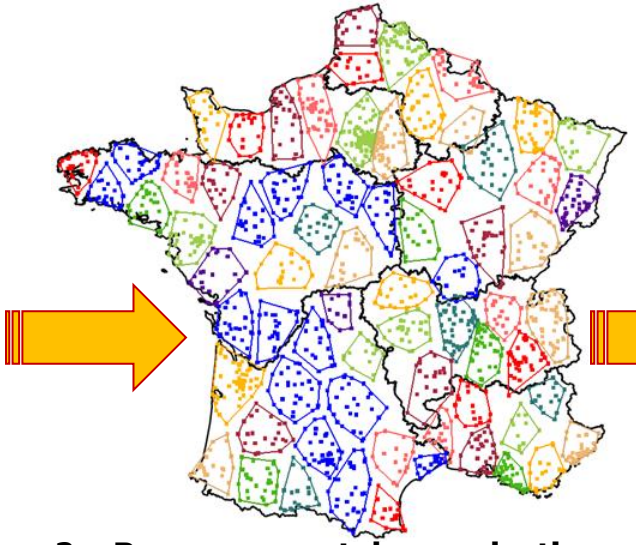
PV (2) : plus récent …

Production photovoltaïque : et surtout beaucoup de production diffuse !

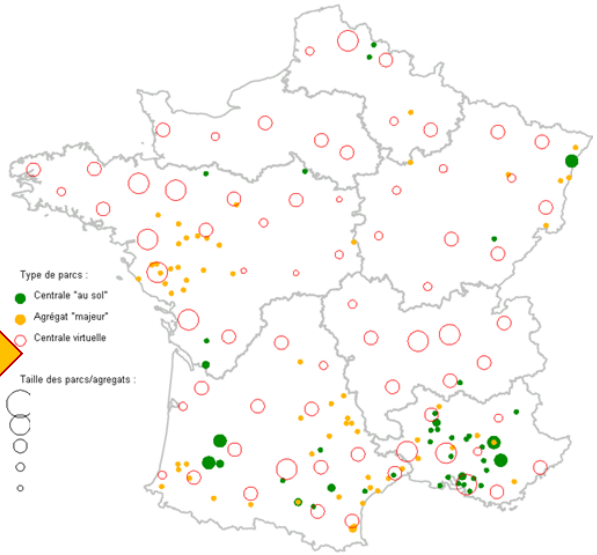
Or, obligé de prendre en compte toute la capacité installée (pour l'EOD) mais ne représenter précisément que ce qui impacte la sureté (pour l'exploitation du réseau)



1 - Description des installations PV et des postes électriques



2 – Regroupement des productions diffuses et des petites installations en centrales virtuelles



3 – Représentation de la production PV en France

Les prévisions : une recherche continue

Sur l'éolien…

Modélisations

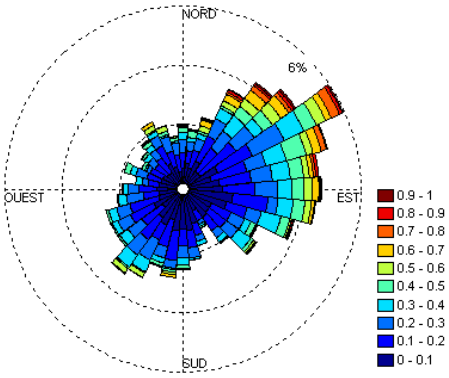
- *Prise en compte des décrochages, du foisonnement régional…*

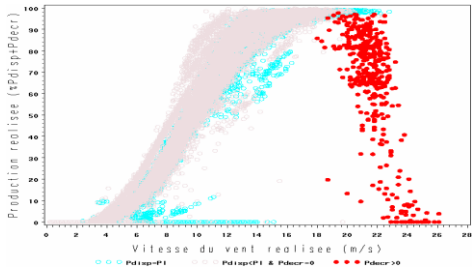
Méthodes

- *Combinaison de méthodes statistiques , mélange de prédicteurs…*

Horizons

- *Sur le très-court terme avec l'utilisation des mesures temps réel, jusqu'à une semaine avec les prévisions d'ensembles.*





…Comme sur le PV

Données

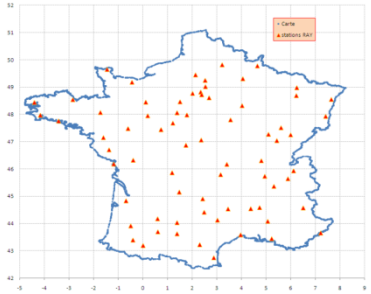
- *Utilisation de nouvelles données de rayonnements…*

Méthodes

- *Combinaison d'approches physiques et statistiques , mélange de prédicteurs…*

Horizons

- *Sur le très-court terme avec l'utilisation des mesures temps réel*

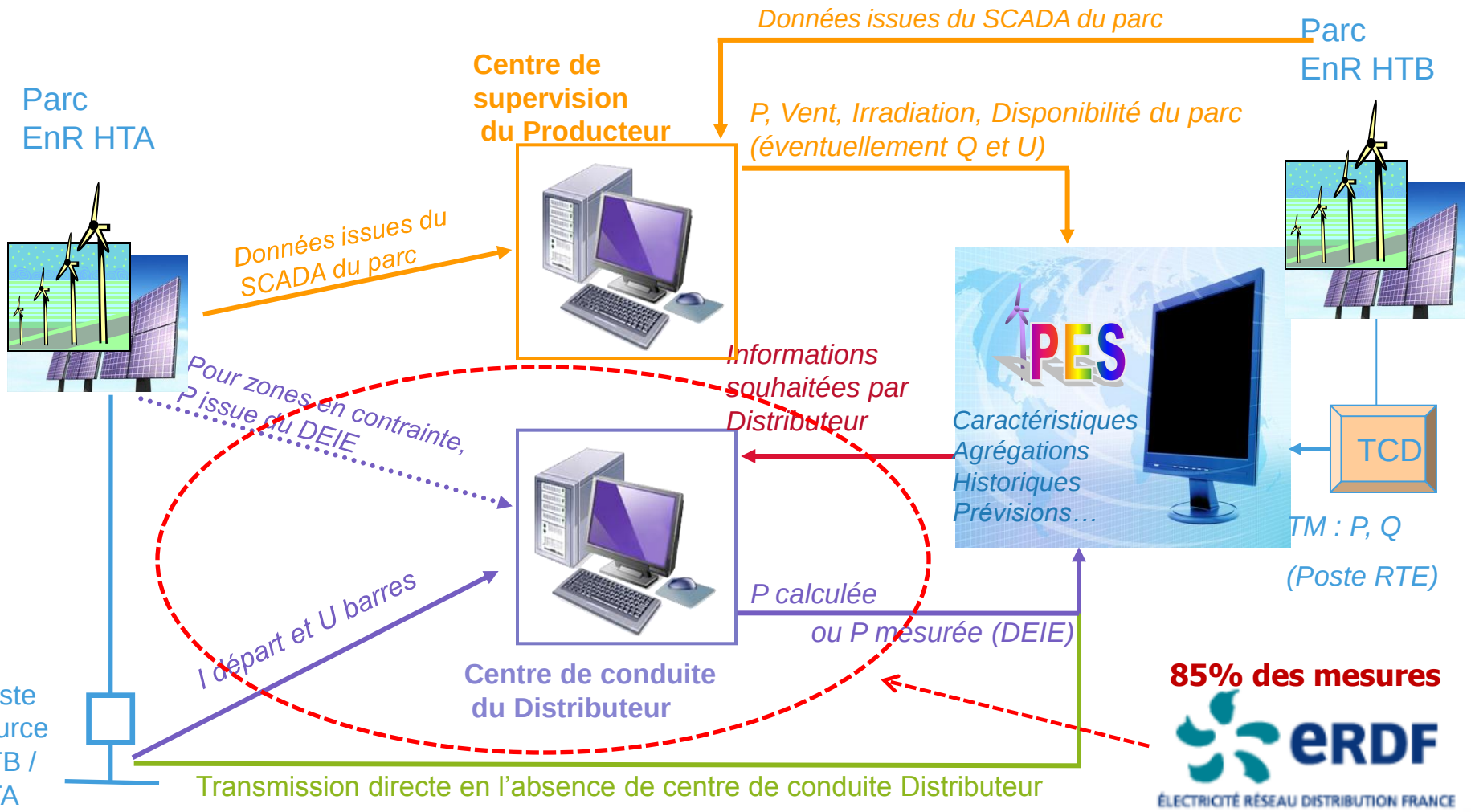


Réseau de transport d'électricité

05

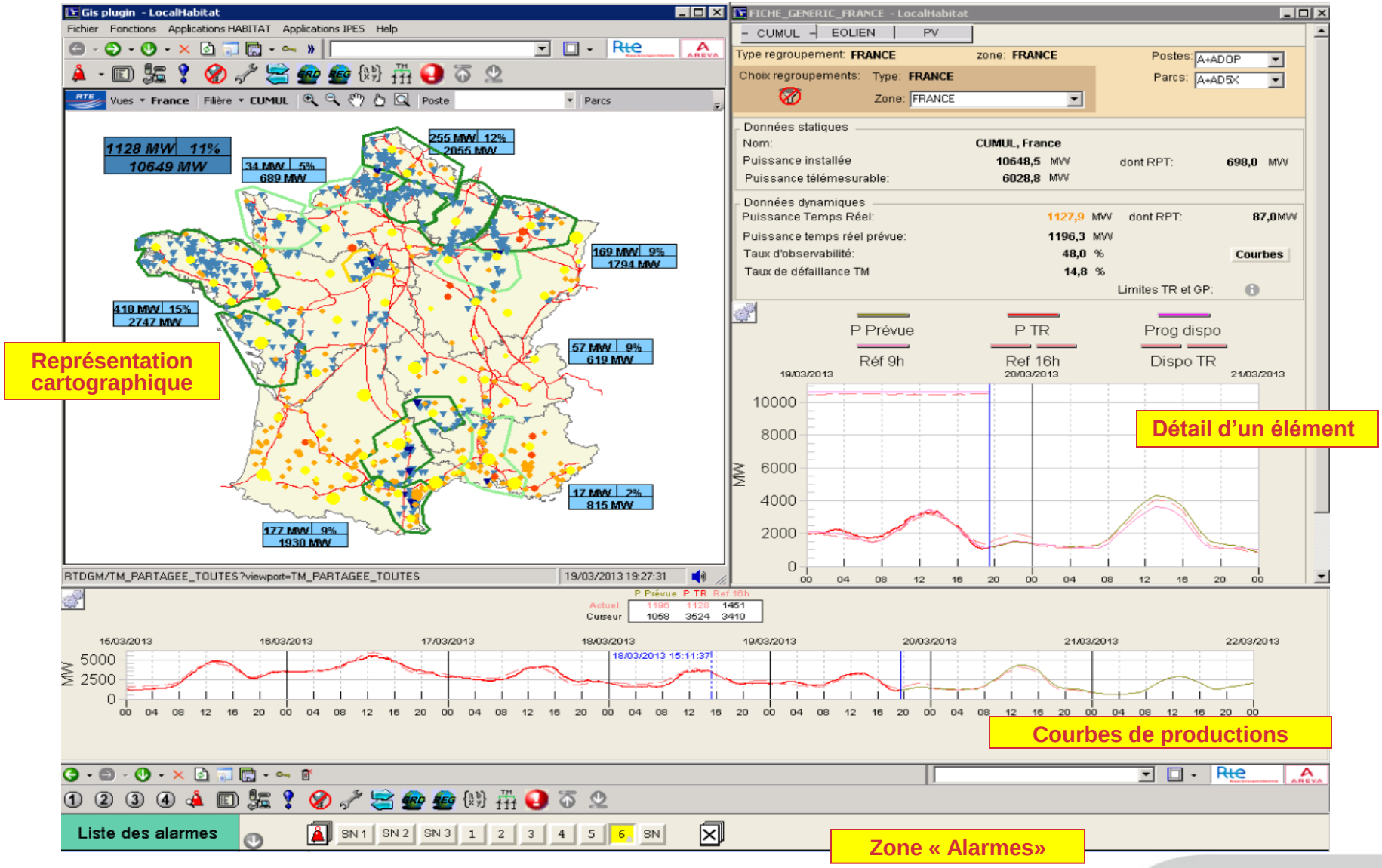
Supervision des productions EnR

IPES – système de supervision des EnR (1)



Rte
Réseau de transport d'électricité

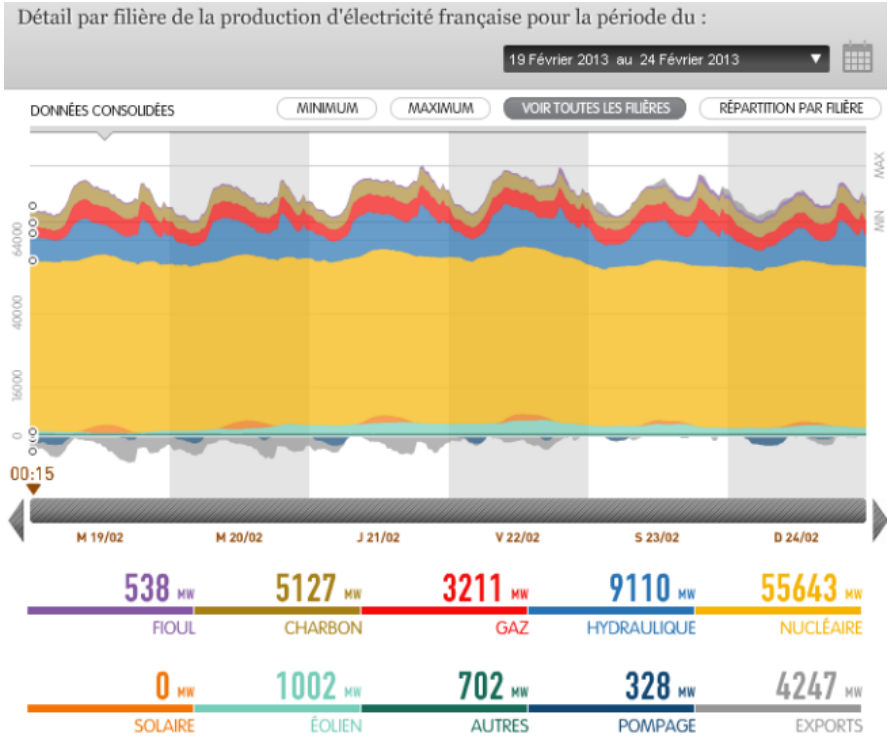
IPES – système de supervision des EnR (2)

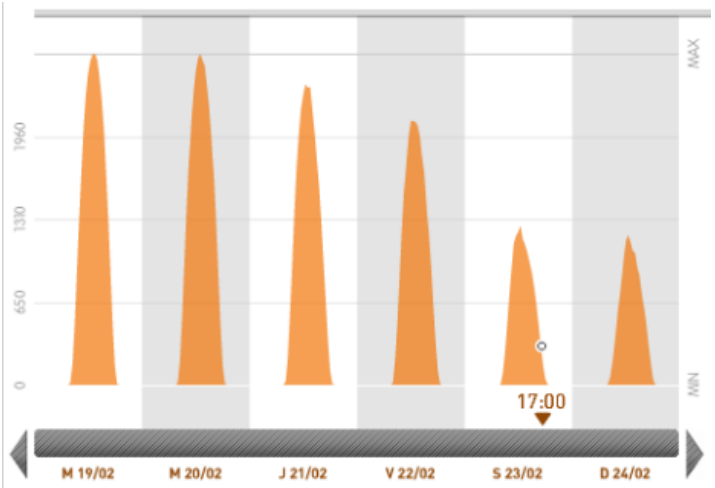


Publication des données

éco2mix Rte

Consommation, production, échanges commerciaux et contenu CO2 de l'électricité française.





http://www.rte-france.com/fr/developpement-durable/eco2mix

Rte Réseau de transport d'électricité

04

Conclusions

Intégration de (beaucoup) plus de productions ENR dans les systèmes électriques

Sous réserve de 4 grands chantiers nécessaires :

- **Nouveaux modes de productions,**
  - ✓ *Fournitures de Services systèmes par les EnR, mais également nouveaux moyens de productions*
- **Flexibilité de la demande**
  - ✓ *Développer les possibilités de gestion de la demande (ajustements diffus, déplacement de la consommation…)*
- **Développement des infrastructures de réseaux**
  - ✓ *Comme les interconnexions européennes*
- **Design de marché adapté**
  - ✓ *Règles du marché de l'électricité adaptées*

*Une intégration qui doit être facilitée par l'entrée en vigueur de **codes de réseau** (RfG, DCC, LFC-R, Balancing, …) et une évolution à laquelle doivent contribuer les producteurs (fourniture de données, de prévision, de services système, …)*