



Quelles contraintes pour gérer un réseau électrique fonctionnant avec 35% d'électricité renouvelable intermittente?

GIRE (*groupement pour une expertise indépendante et rationnelle sur l'énergie*) D. Grand, A. Latrobe, **C. Le Brun**, R. Vidil

Sommaire

- La production électrique par le soleil et le vent.
- Ce que sera un mix électriques à 35% d'ENRi
- Les réponses possibles et leurs limites:
 - l'hydraulique
 - les autres modes de stockage
 - Pilotage de la consommation
 - les échanges internationaux
 - garantie de puissance
- Autres limites non discutées
 - Inertie
 - Réseaux
 - Cout réel

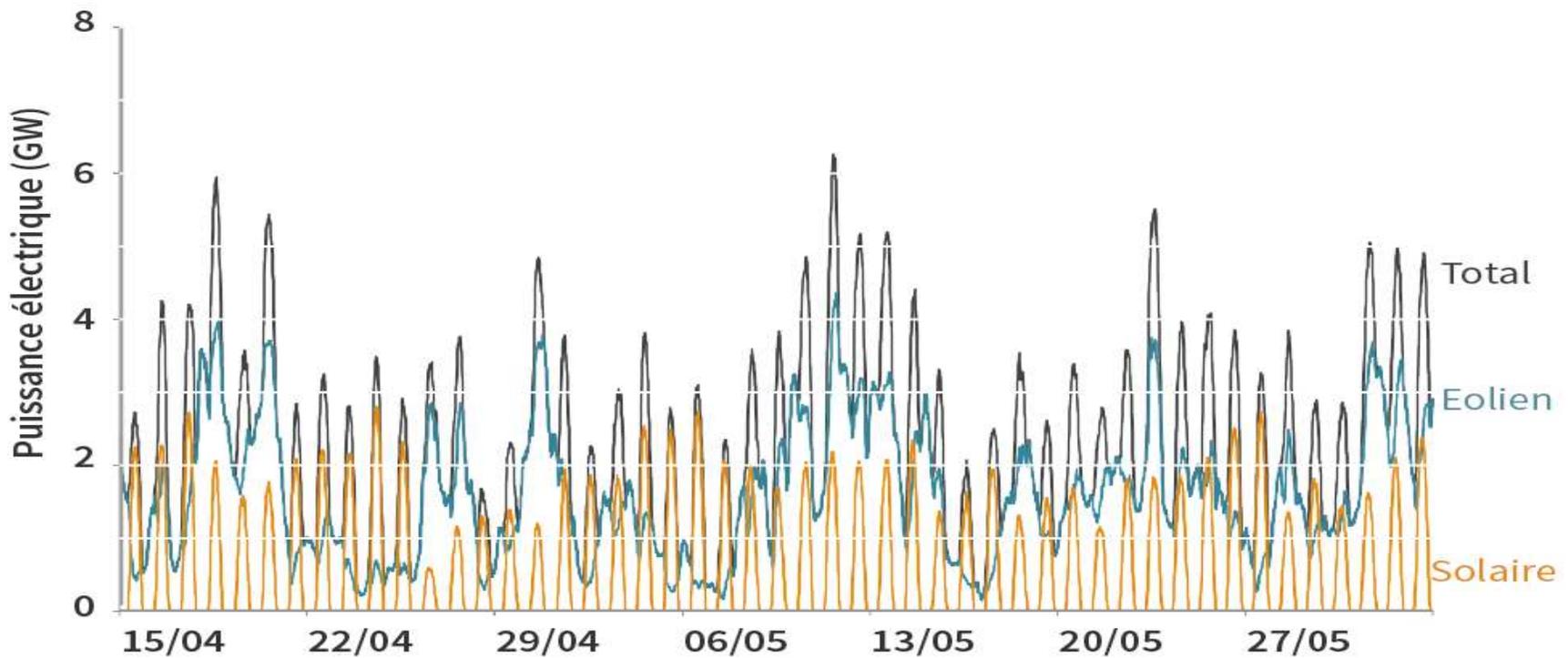


Figure 4 : Puissances éolienne et solaire en mai

Solaire: facteur de charge 13%, des dizaines de GW à gérer chaque jour

Eolien: puissance en V^3 , absences de vent, FC 23%

Les mix caractéristiques

les productions étant intégrées sur l'année

- 1975

Total 178 TWh

Fossiles

- 2013

Total 548 TWh

Nucléaire

- 2030

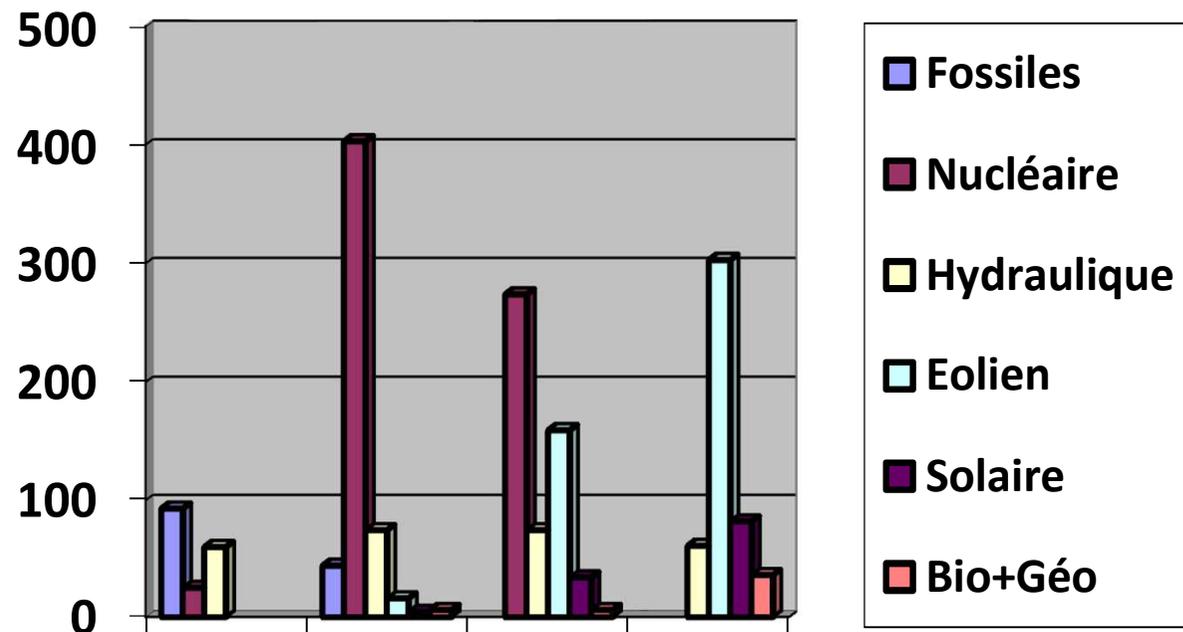
Total 548 TWh PPE

Transition
énergétique

- 2050

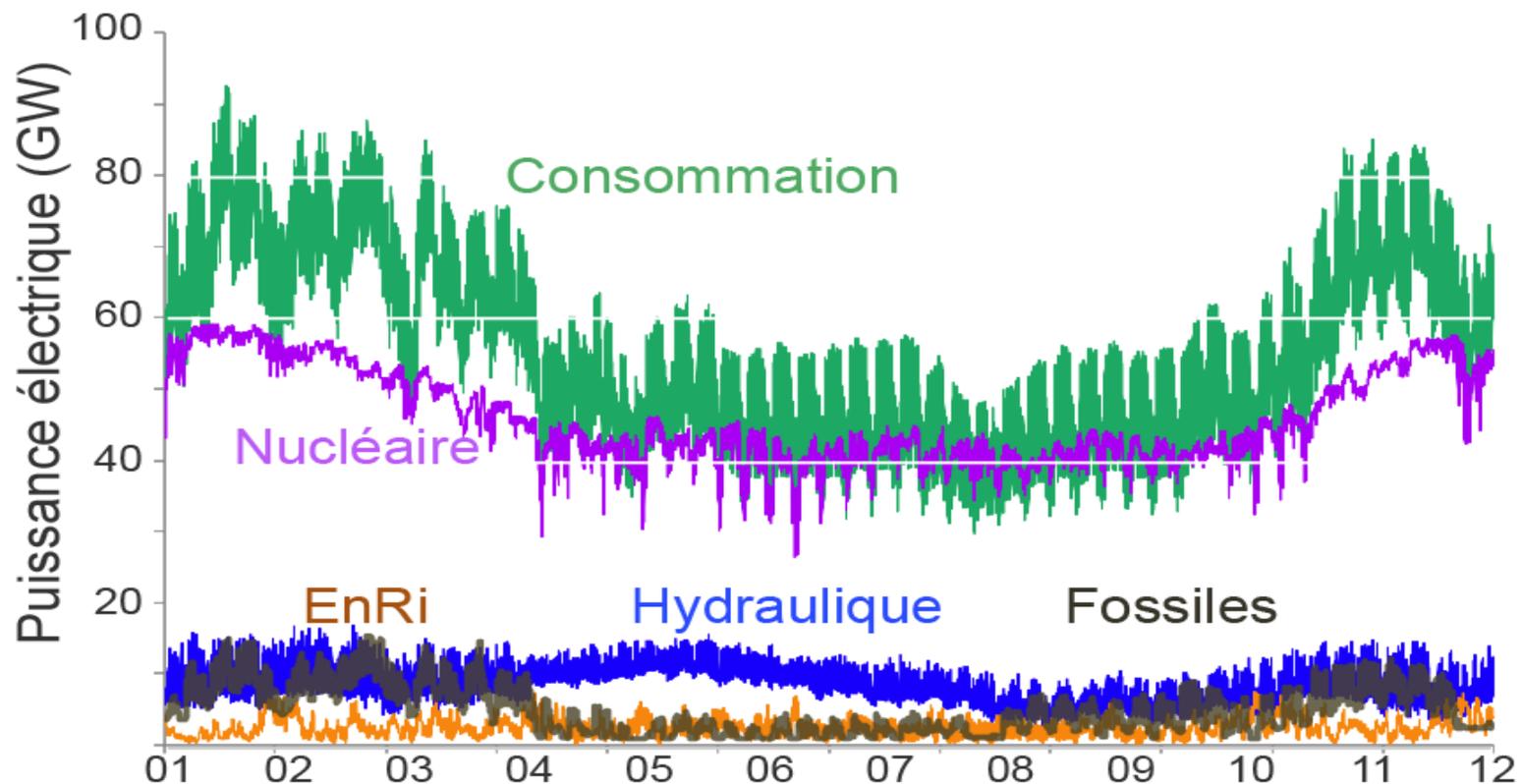
Total 482 TWh ADEME

100% renouvelables



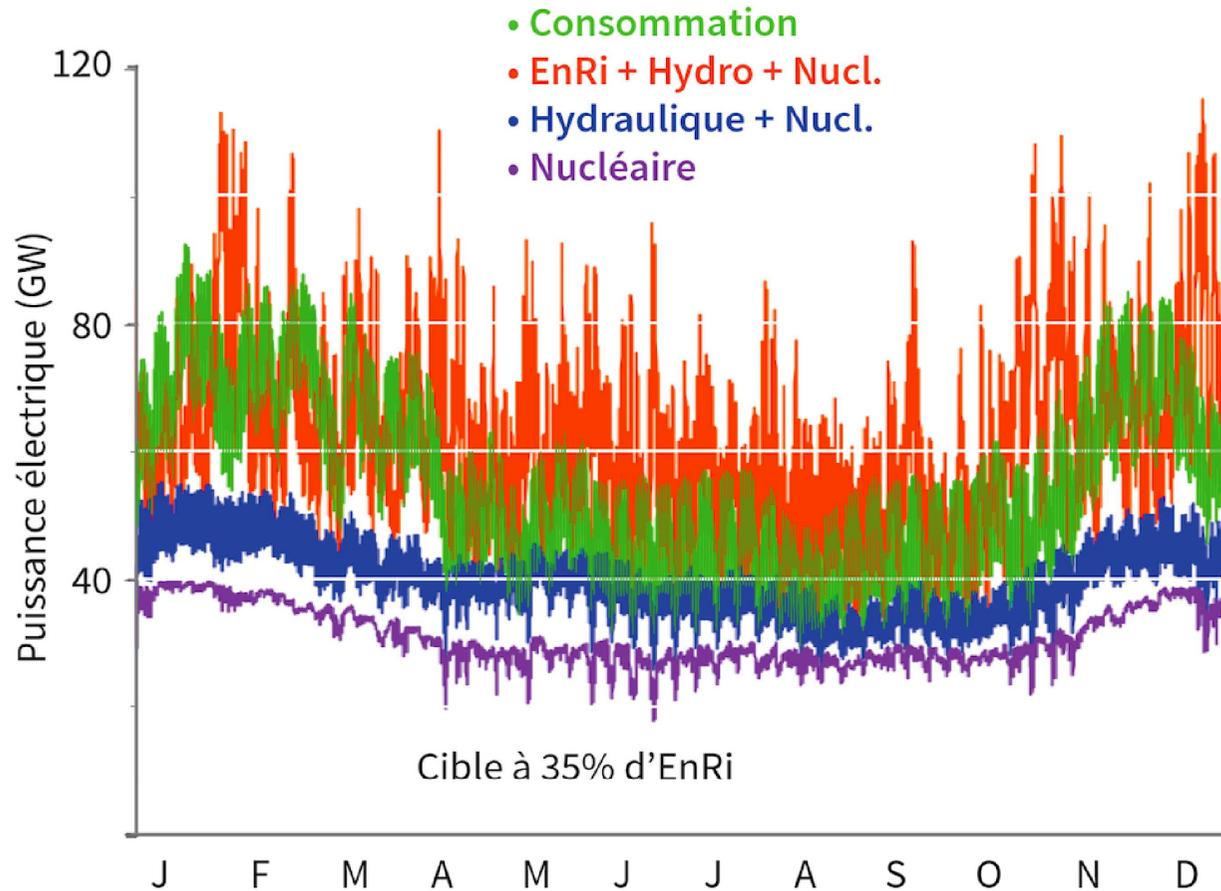
Production électrique France 2013

547,8 TWh, nucléaire 74% ou 403TWh, hydrau 14% ou 74,5 TWh
Fossiles 8%ou 43,5 TWh, Enr 4% (eol. 16 TWh, sol. 4,5 TWh)



Production électrique projetée à 35% d'ENRi

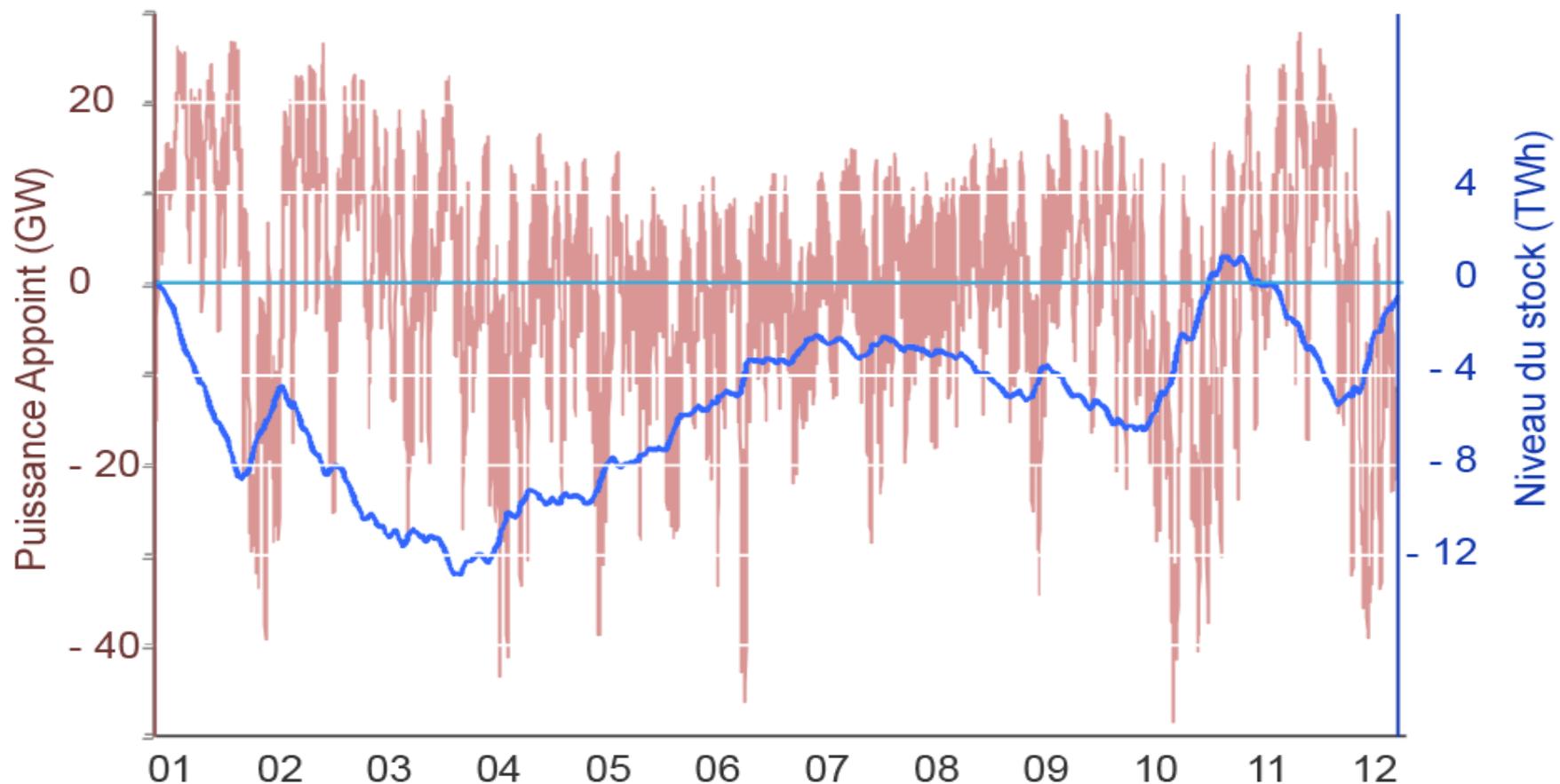
productions ENRi2013 X 10, nucléaire X 0,78



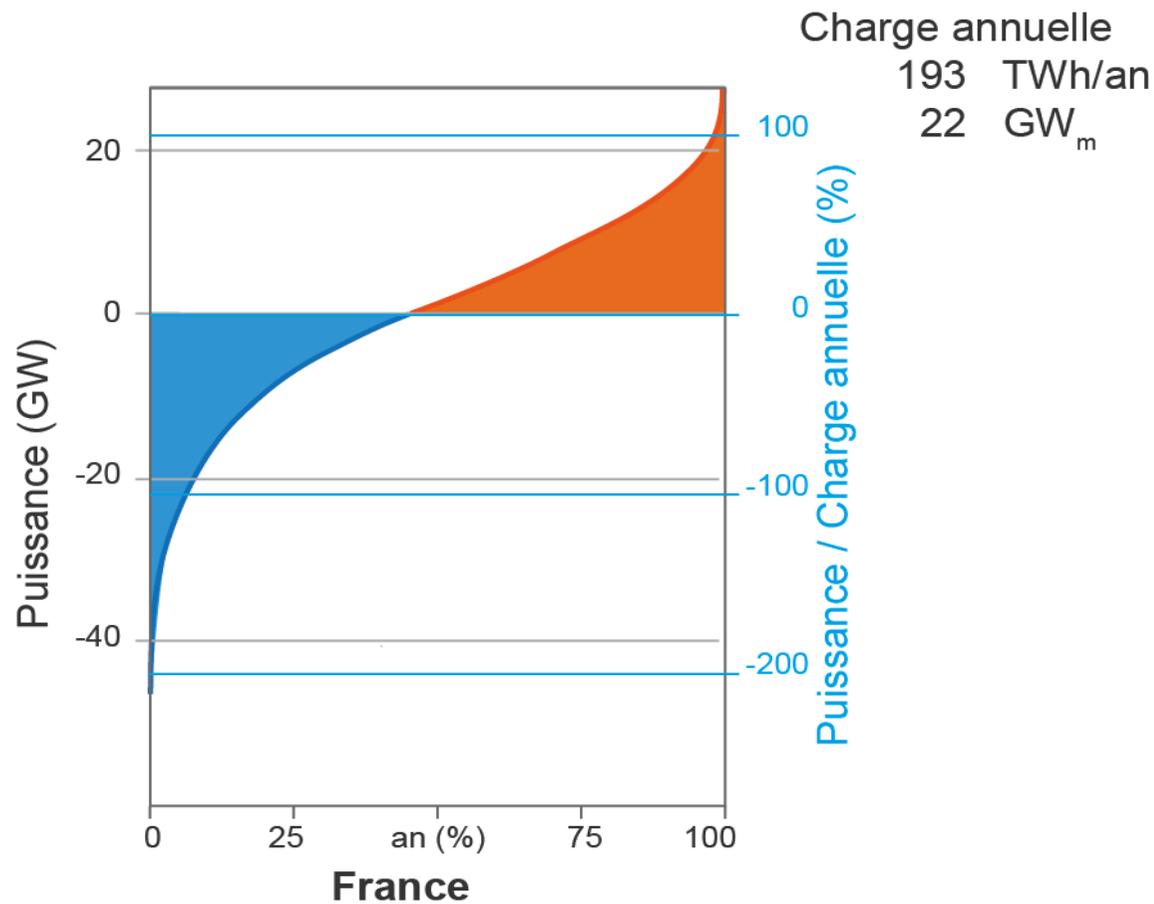
- Nucléaire 274, Eolien 162, Solaire, 30, Hydraulique 74,5, bio 6, fossiles 0, Total 548 TWh

Historique pour l'équilibrage

25 et 50 GW de puissance, 44 TWh de transfert et 15 TWh de potentiel de stockage en énergie



Equilibrage, besoins pour l'année

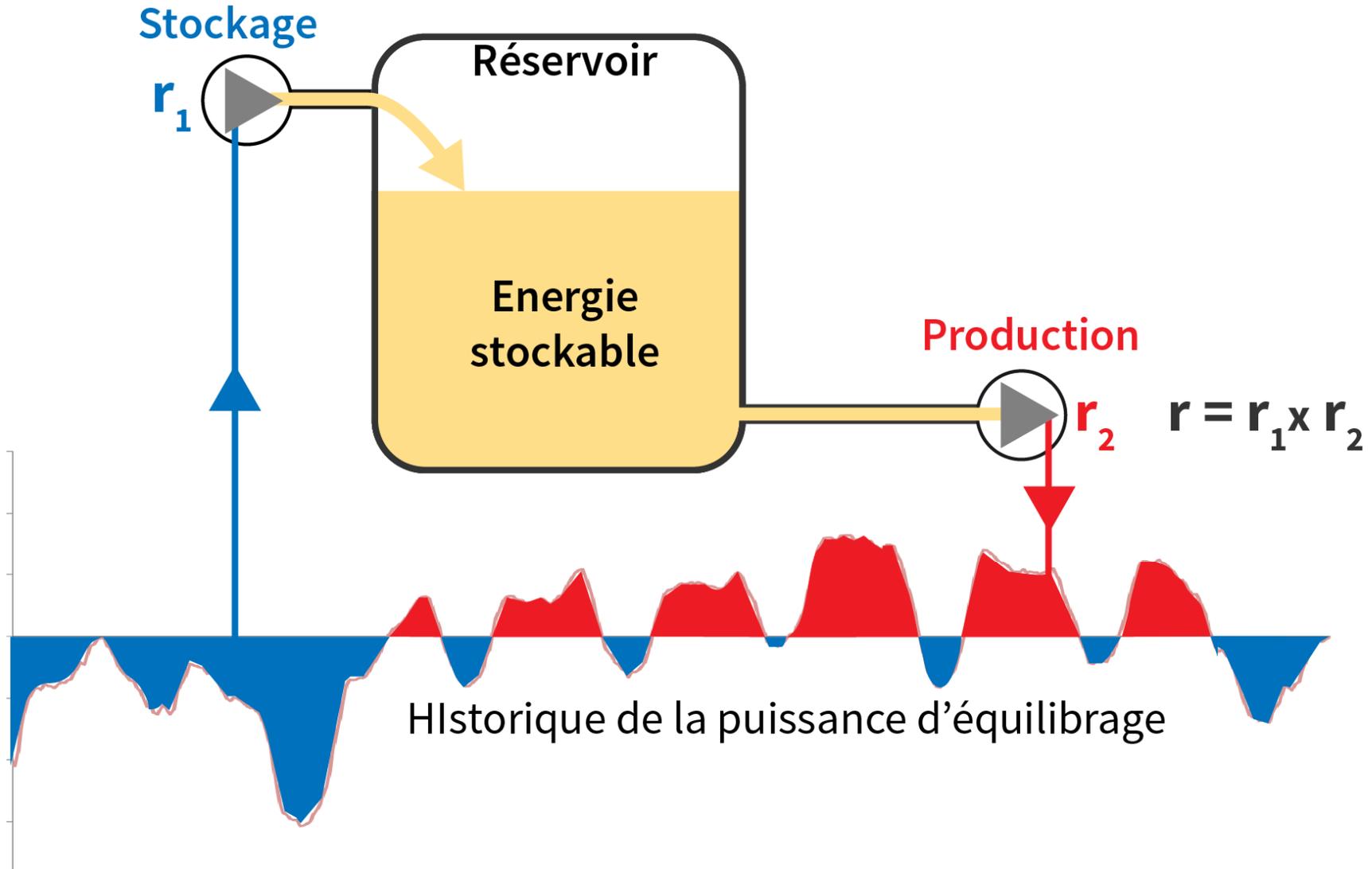


- Compenser un manque de 25 GW
- Absorber un surplus de 50 GW
- 44 TWh à déplacer car non utilisables directement
- 15 TWh en potentiel de stockage
- 1,4 changement par jour
- Qui gère? Avec quels moyens?

Quels moyens pour gérer la situation

- Le stockage: ce qui existe et ce qu'il faudrait
- Le déplacement de la consommation
- Les productions pilotables existantes ou à construire
- Les échanges internationaux

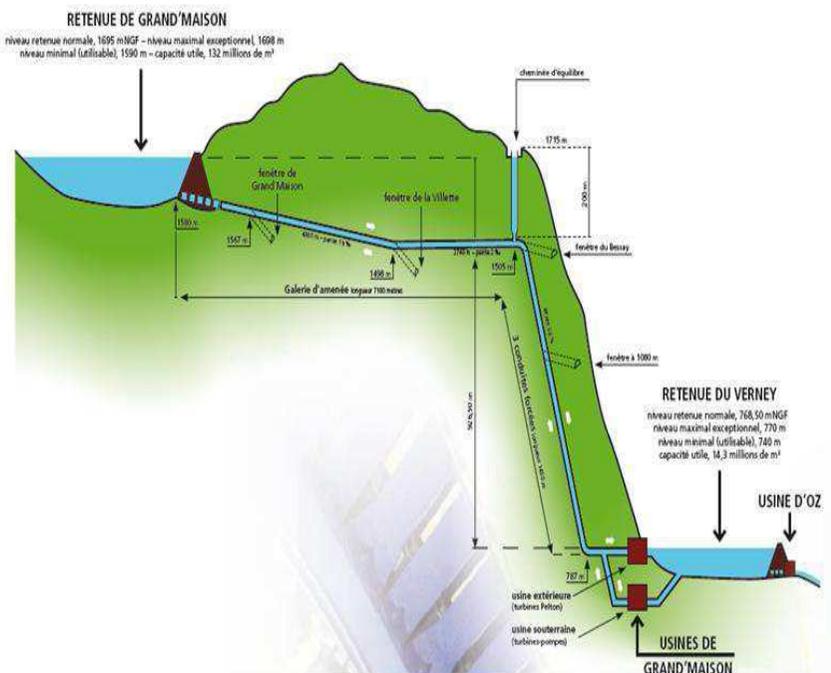
Stockage: principe



L'hydraulique

Les STEP en France

- Puissance 6,9 GW à X7
- Energie 70GWh à X200



Les centrales en France

- Puissance installée 25 GW
- Production 74,5 TWh
- Aide au transfert court terme maximum obtenu par simulation: 11 TWh
- Stockage des barrages de lac (Norvège, Suède,.....)



Autres moyens

Les batteries

- Tesla Australie 100 MW et 129 MWh besoin 500 en puissance et 120 000 en énergie
- Corée 56 MW et 15 MWh
- ZOE: 7 kW et 50 kWh besoin 7 millions en puissance et 300 millions en énergie pour un parc automobile français de 40 millions
- Problèmes: nombre de cycles, durée de vie, Lithium?

Action sur la consommation

- Délestages: déjà utilisé mais effet limité sauf à pénaliser l'économie
- Déplacement de consommation 20 GWh actuellement donc à multiplier par 750
- Smart grids quelles sont les consommations déplaçables et leur réel potentiel hors certaines applications domestiques?

Stockage saisonnier passage H2 et gaz P2G

Rendement électrique
global: 25 à 33%

31 TWh => 10 TWh

Manque 23 TWh

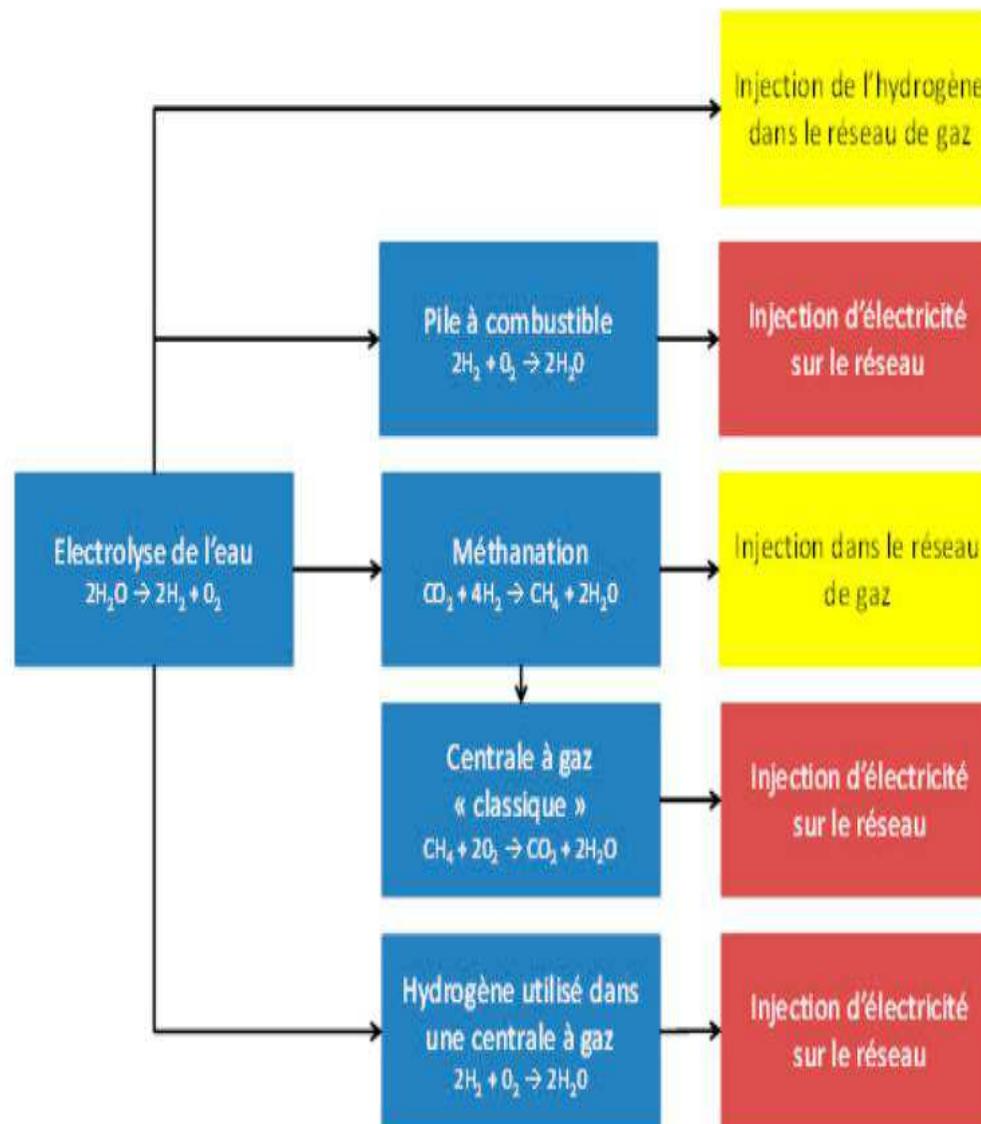
A faire en fossiles

C'est un minimum:

Problèmes industriels non
résolus, intermittence

Difficile de répondre aux
besoins sans ajouter des
« fossiles » et un fort
« surinvestissement »

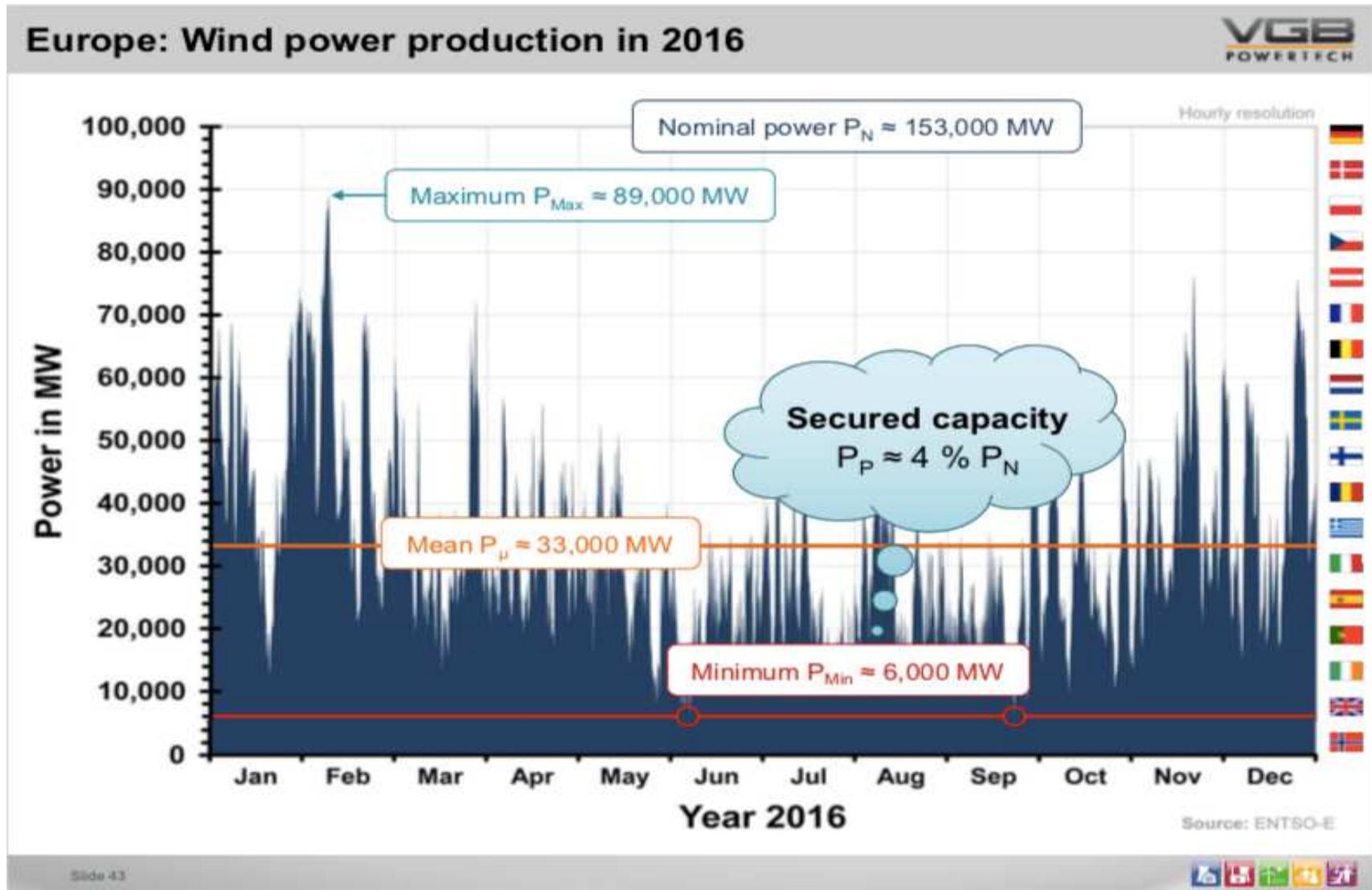
Les différentes possibilités de stockage de l'énergie grâce à l'hydrogène



Les échanges inter européens

Etude de la VGB : éolien de 18 pays d'Europe (fc 21,5%)

<https://www.vgb.org/vgbmultimedia/PT201903LINNEMANN-p-14954.pdf>

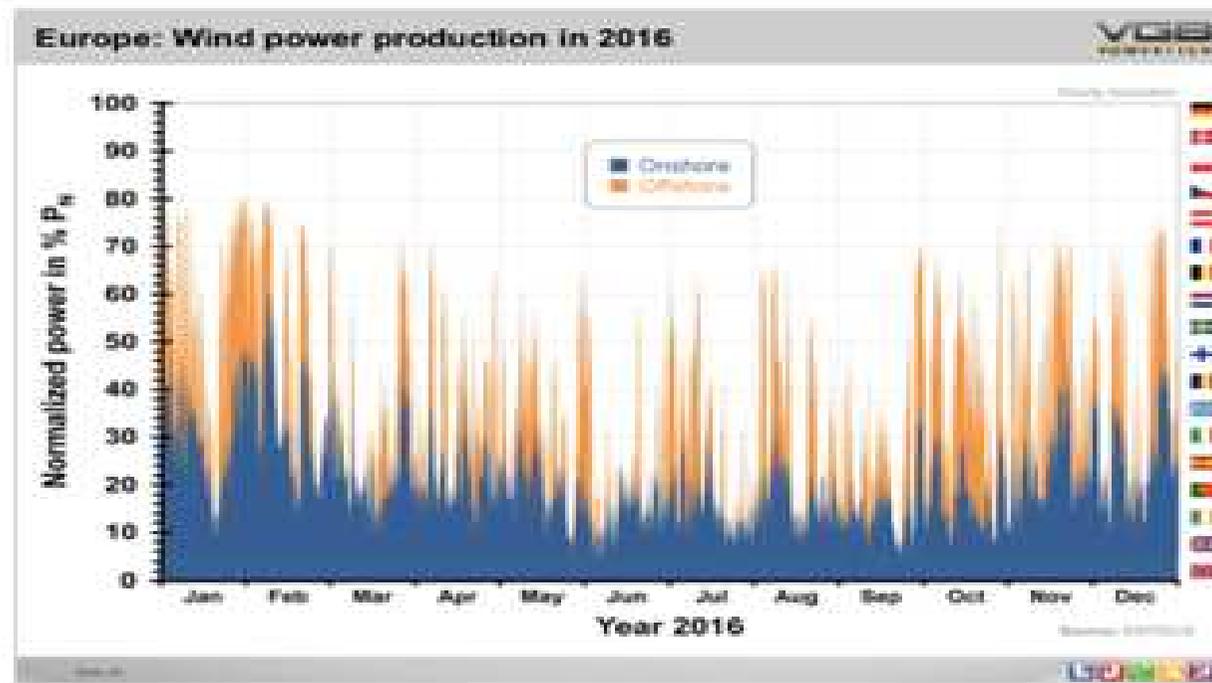


Puissance garantie pour la FRANCE

Besoin 100 GW, Solaire 0, éolien 7GW, hydraulique 25GW, biomasse 6GW, manque 62 GW

Pas de solution avec l'Europe sauf fossiles

Eolien Europe terre et mer



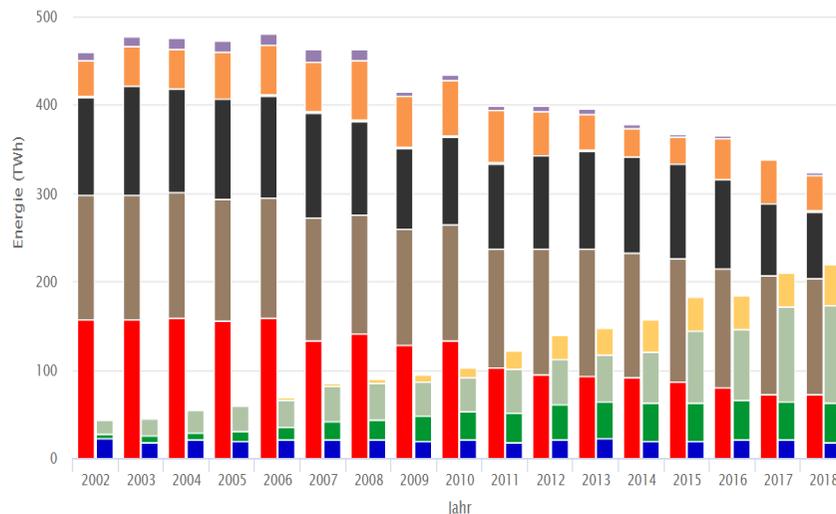
Que fait l'Allemagne actuellement avec 35% d'ENRi?

Production annuelle des diverses sources entre 2002 et 20018

ENRi +10% par an atteint 100 GW

Pilotables stable autour de 82 GW

(Source Franthoffer)



Conséquences

- Cout eurostat 0,30 €/kWh en Allemagne, 0,17 en France
- Export 83,3 GW, import 28,4 GW bilan 55 GW
- En 2017, 216 passages en prix négatifs (<-20 €/MWh) surtout le weekend
- Productions non utilisées

Où en est on?

- Hydraulique, c'est le meilleur outil pour gérer les ENRi mais à multiplier par 4 pour gérer les 35%, qui va la piloter? comment la développer?
- Stockage indispensable mais peu installé actuellement et limité technologiquement et économiquement
- Garantie de puissance: avec quoi? retour de stockage, fossiles, nucléaire,...
- Réseaux à développer, Inertie perdue: compensation électronique? Cout tout compris
- Se limiter à ce que l'on saura gérer (Europe ~ 20%)
- A retrouver dans le livre blanc d'hydro21
<http://www.business-hydro.fr/>