

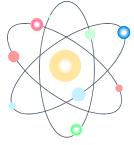


Enjeu d'un approvisionnement fiable en électricité : la situation de l'Allemagne

Dr.-Ing. Hartmut Lauer

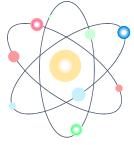
Membre de la société allemande d'énergie nucléaire (**KTG**)

Conférence SFEN - ST7 à Paris: 30 novembre et 1^{er} décembre 2017
« Place et évolution de l'Energie Nucléaire dans le futur »



Sommaire

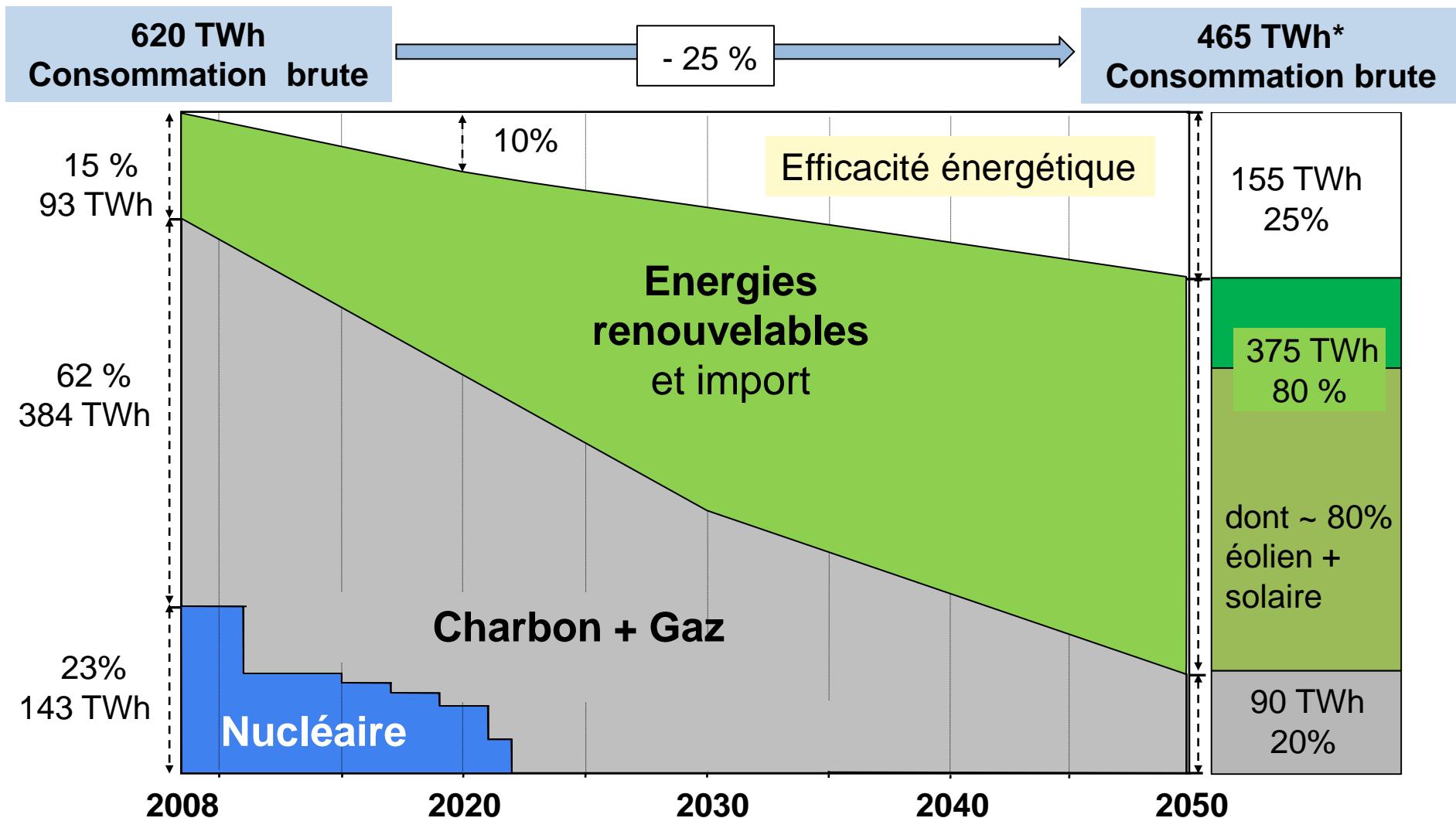
- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse



Sommaire

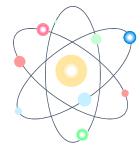
- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse

Tournant énergétique du secteur de l'électricité: Sortie du nucléaire, développement massif des EnR , économies d'énergie et réduction des émissions CO₂



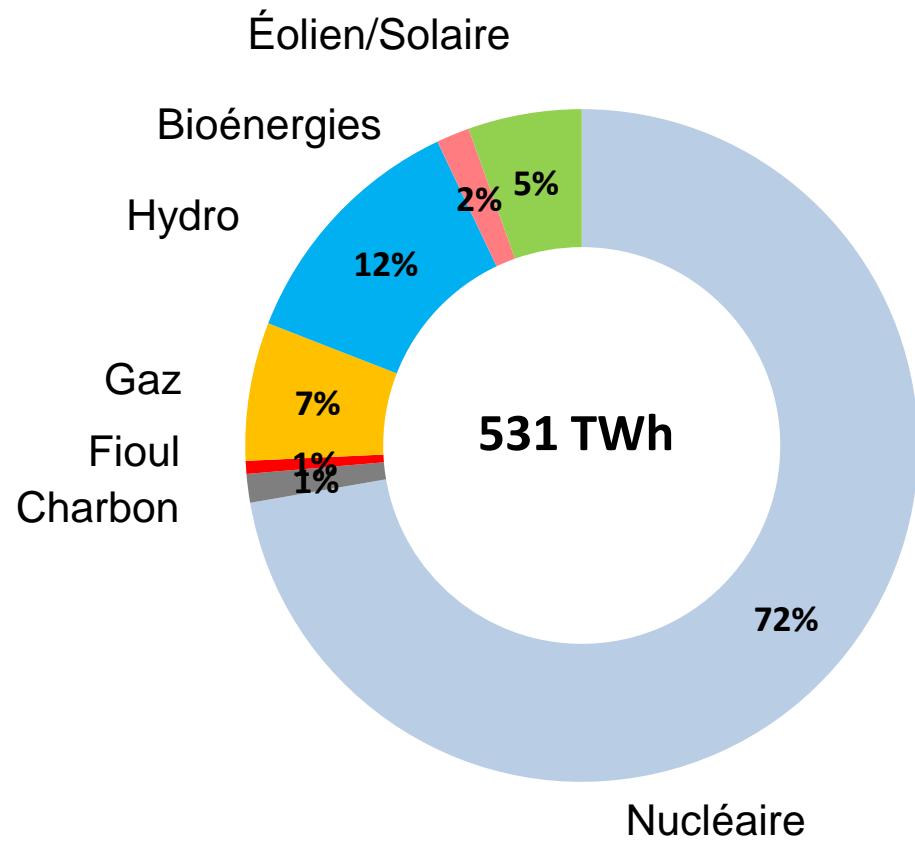
* Les valeurs en TWh sont des estimations propres basées sur le scenario d'objectif (Zielszenario)

Structure de la production nette d'électricité en France et en Allemagne en 2016

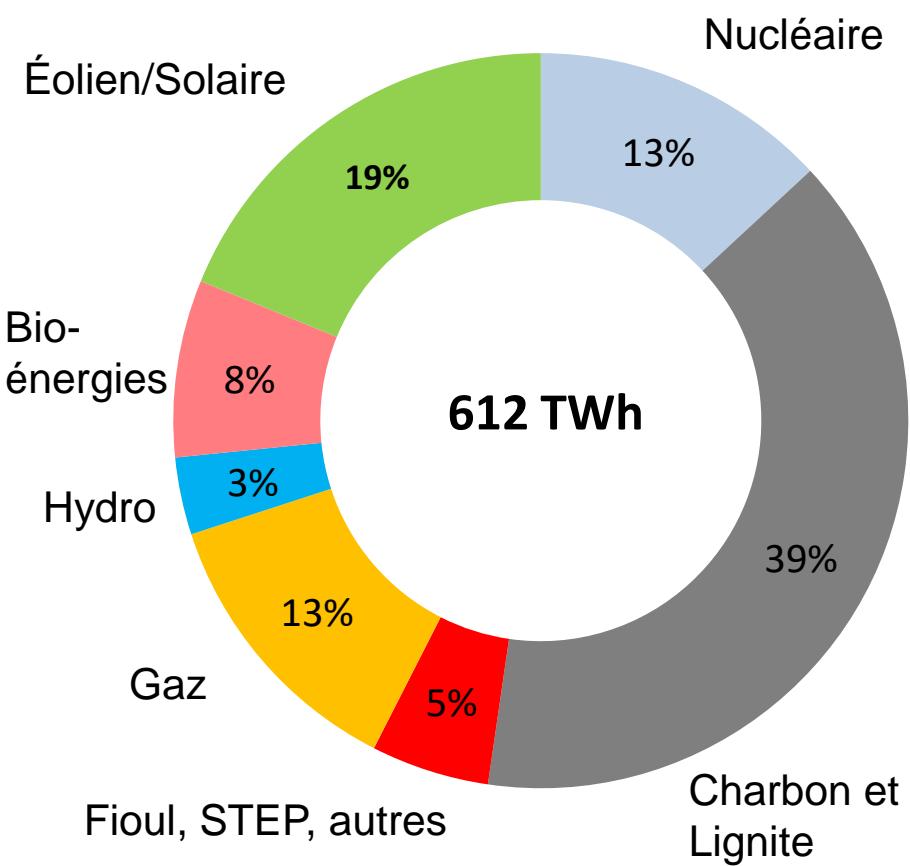


Le mix électrique diffère fortement entre la France et l'Allemagne

France

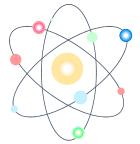


Allemagne



Sources: RTE - Bilan électrique 2016, BDEW 2/2017

EnRi (éolien + solaire) : 43% de la puissance nette installée produisent ~ 19% de la production nette totale en 2016*



Eolien offshore

Eolien onshore

Photovoltaïque

Bioénergies, déchets, autres

EnR

Fioul, STEP, autres

Gaz

Charbon

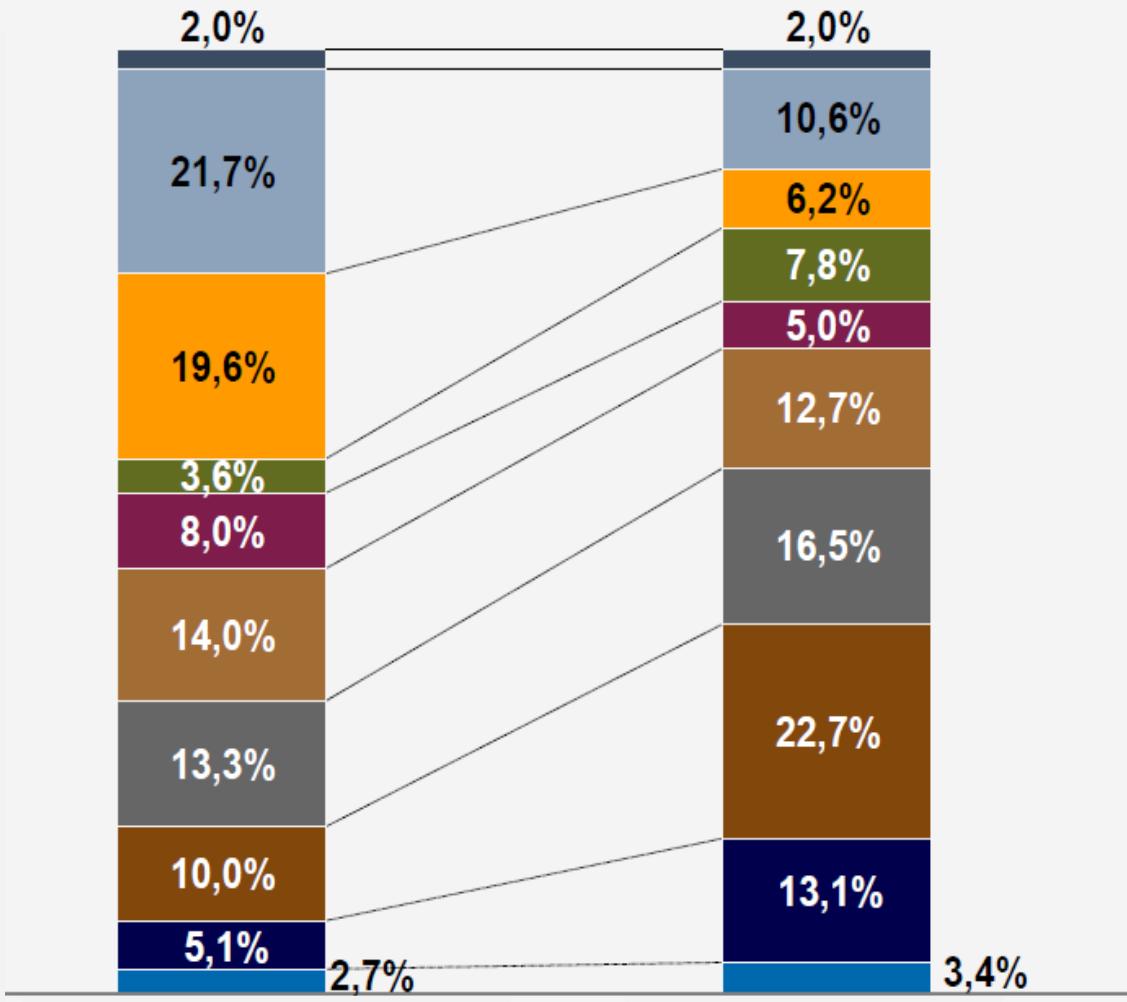
Lignite

Nucléaire

Hydroélectricité

Quelle: BDEW, Stand 02/2017

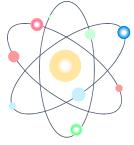
Dr.-Ing. Hartmut Lauer



Capacité installée
204 GW (nette)

Production nette
612 TWh

* vorläufig **zum 31.12.2016

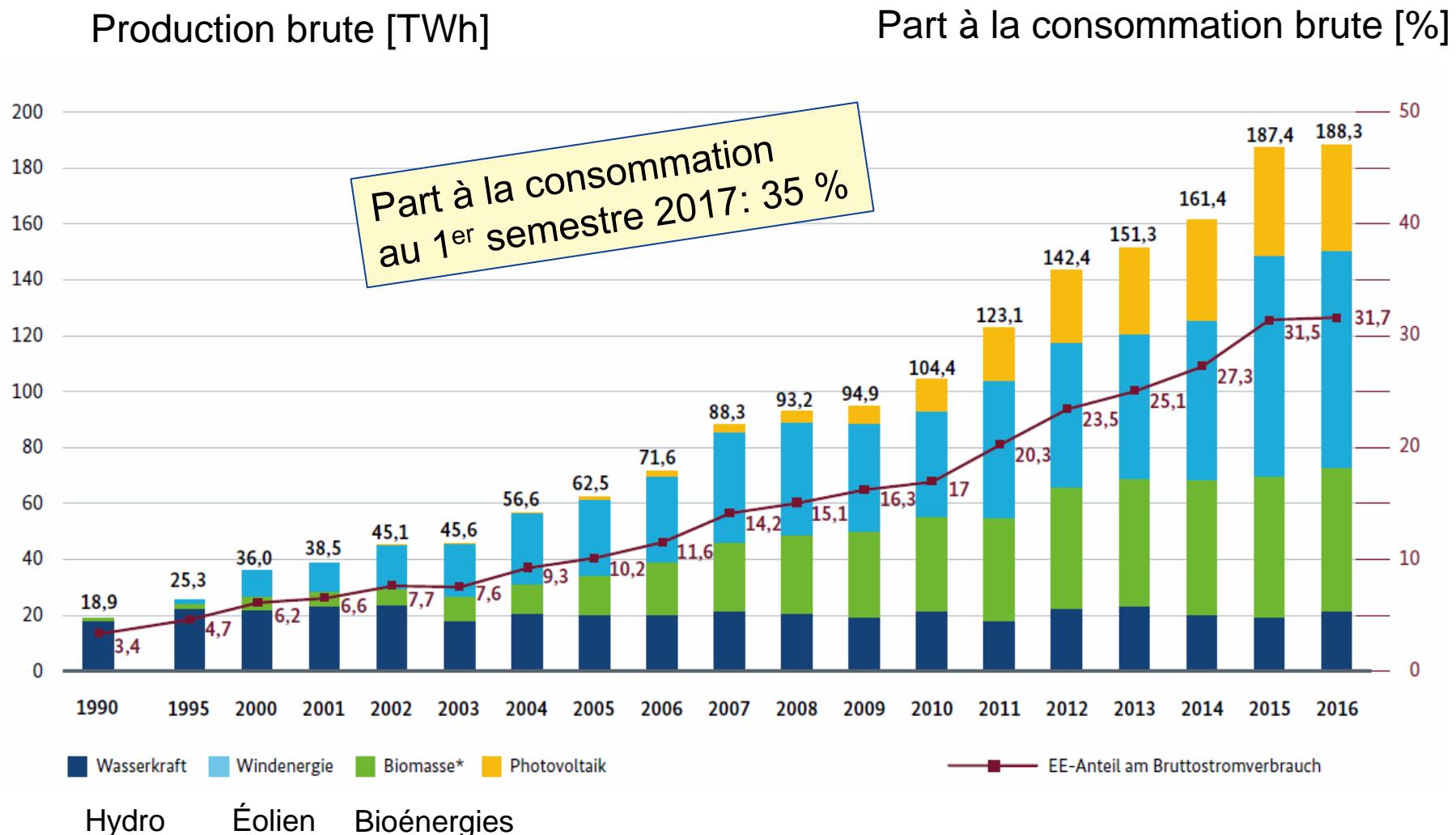


Sommaire

- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse

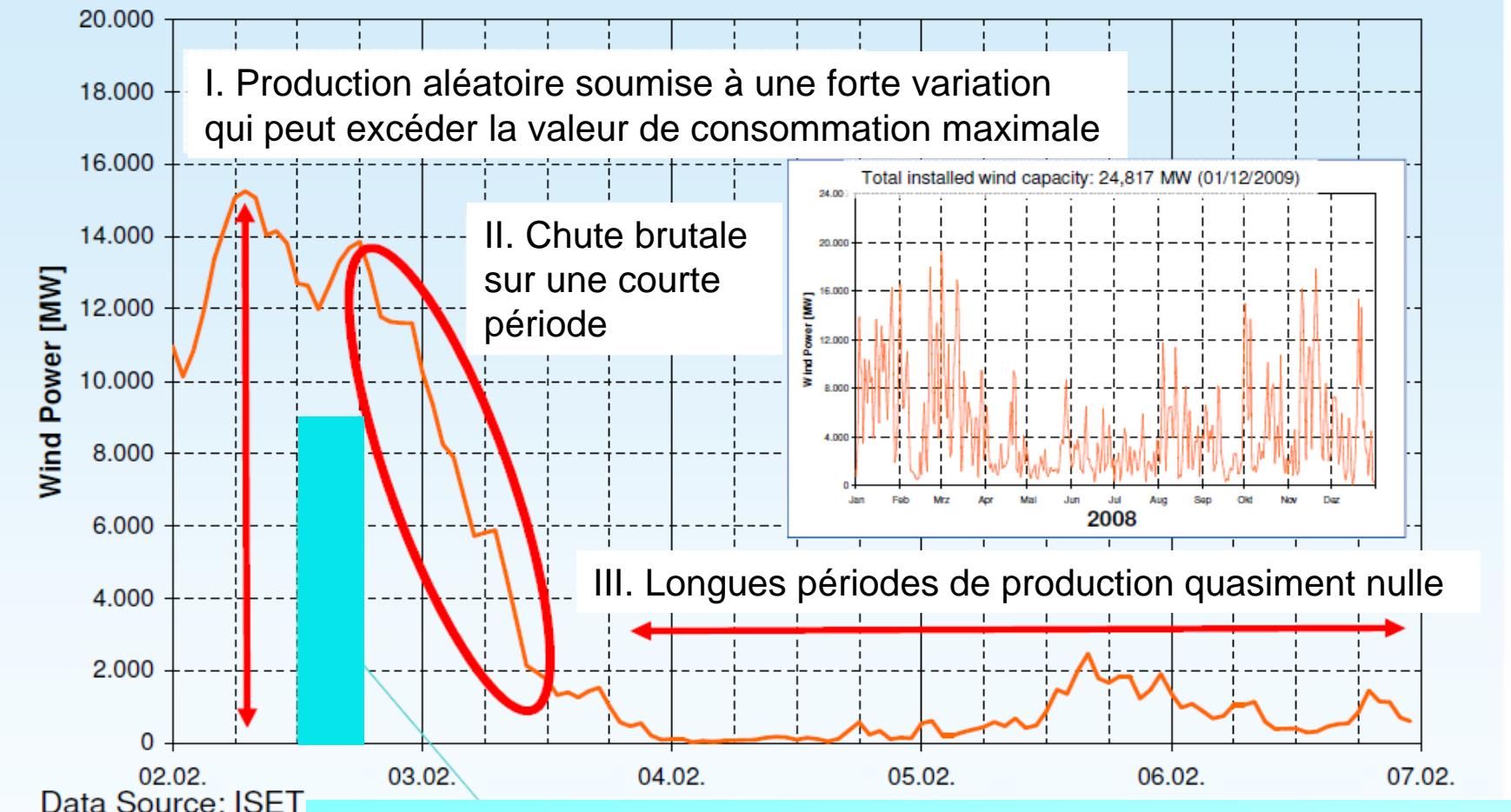


EnR : lissée sur l'année, la part à la consommation brute d'électricité a atteint presque 32% en 2016





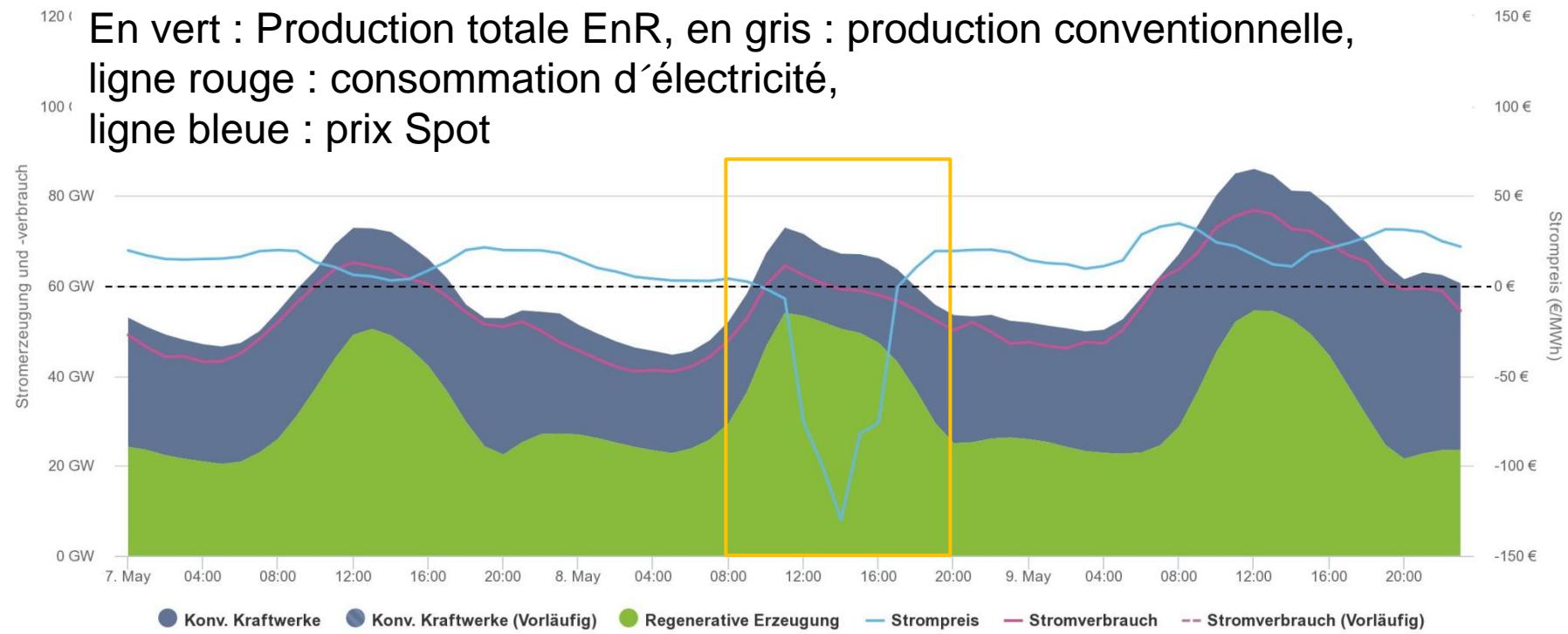
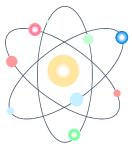
Difficultés liées à l'intermittence des EnRi (solaire, éolien) : 3 scénarios possibles



RWE
The energy to lead

Capacité actuelle des STEP* : ~ 0,05 TWh
Capacité de stockage nécessaire pour 2 semaines: 21 TWh (1,5 TWh/jour)

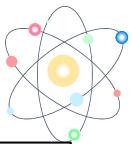
8.5. 2016: Exemple pour les scénarios I et II avec production EnR soumise à une forte variation sur une courte période



Agora Energiewende; Stand: 26.02.2017, 23:30

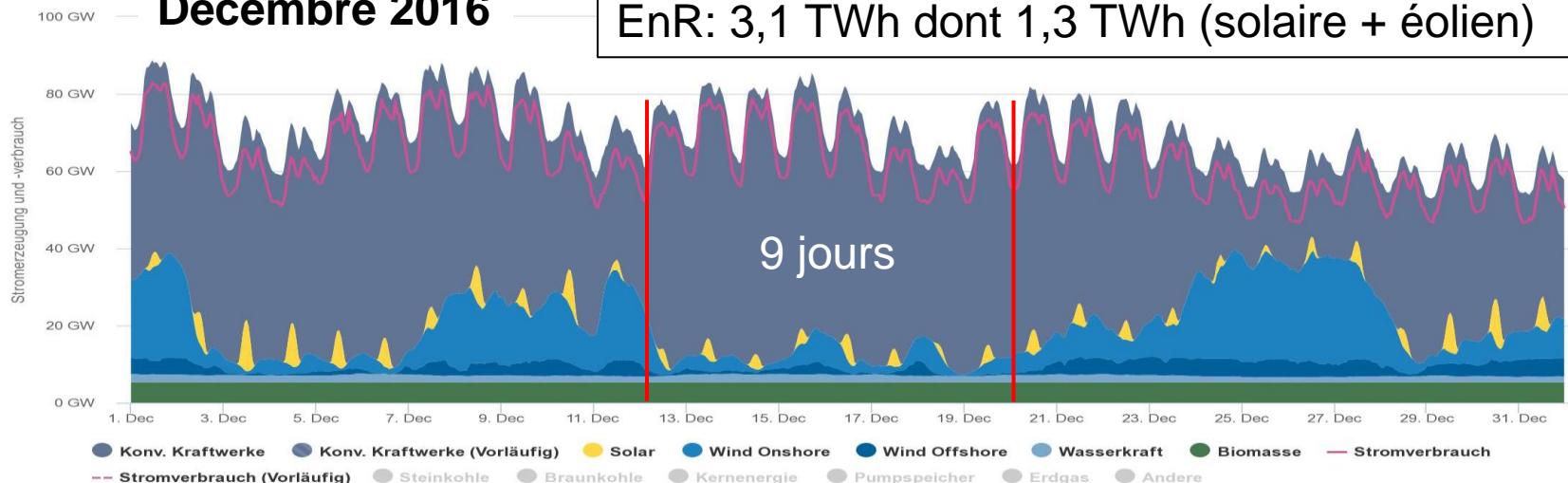
- Production d'EnR atteint 54 GW vers 13 h (86,3 % de la demande)
- Prix au marché spot est négatif entre 10 et 17 h et chute à - 130€/MWh vers 14 h
- Vers 20 h, la production EnR chute à 25 GW, le parc conventionnel pilotable doit compenser ~ 30 GW en quelques heures.

Hiver 2016/2017 : exemple pour le scénario III, longues périodes de production d'EnR quasiment nulle (« dark - doldrums »)



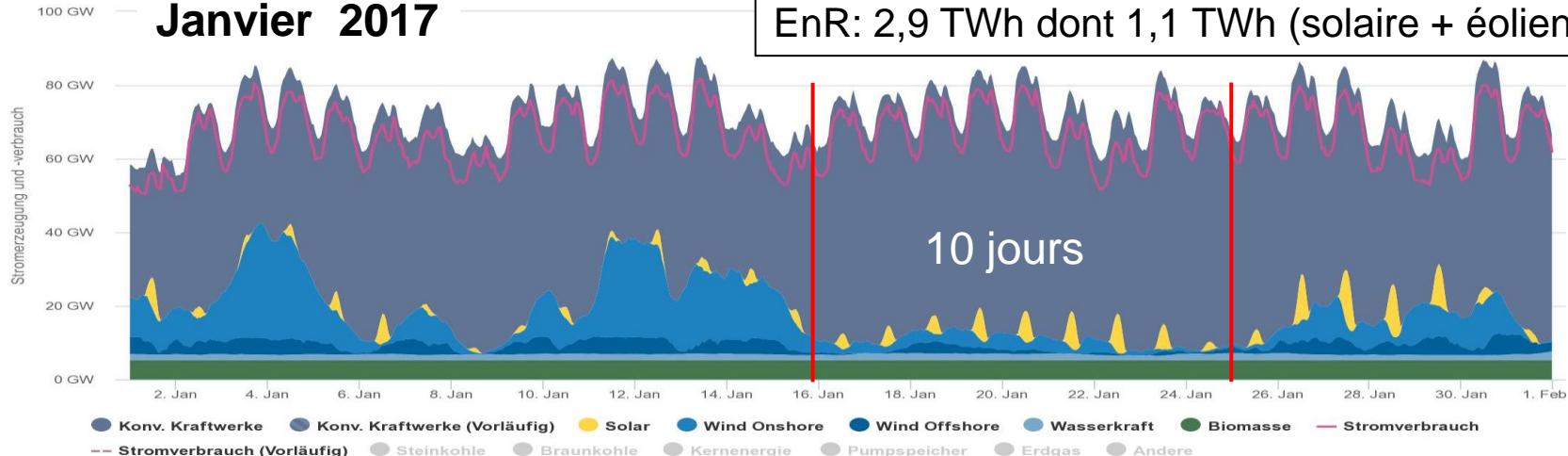
Décembre 2016

12. au 20.12. 2016 Demande : 13,4 TWh
EnR: 3,1 TWh dont 1,3 TWh (solaire + éolien)



Janvier 2017

16. au 25.1. 2017 Demande : 15,2 TWh
EnR: 2,9 TWh dont 1,1 TWh (solaire + éolien)



Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité des GRT* allemands pour la période 2017 à 2019



Disponibilité garantie de la capacité installée prise en compte dans la simulation d'équilibre offre – demande lors des pointes (max. 84 GW)

Photovoltaïque	0%
Eolien (onshore et offshore)	1%
Hydraulique	25%
Bioénergies	65%
STEP	80%
Parc thermique	100% (capacité installée > 82 GW)

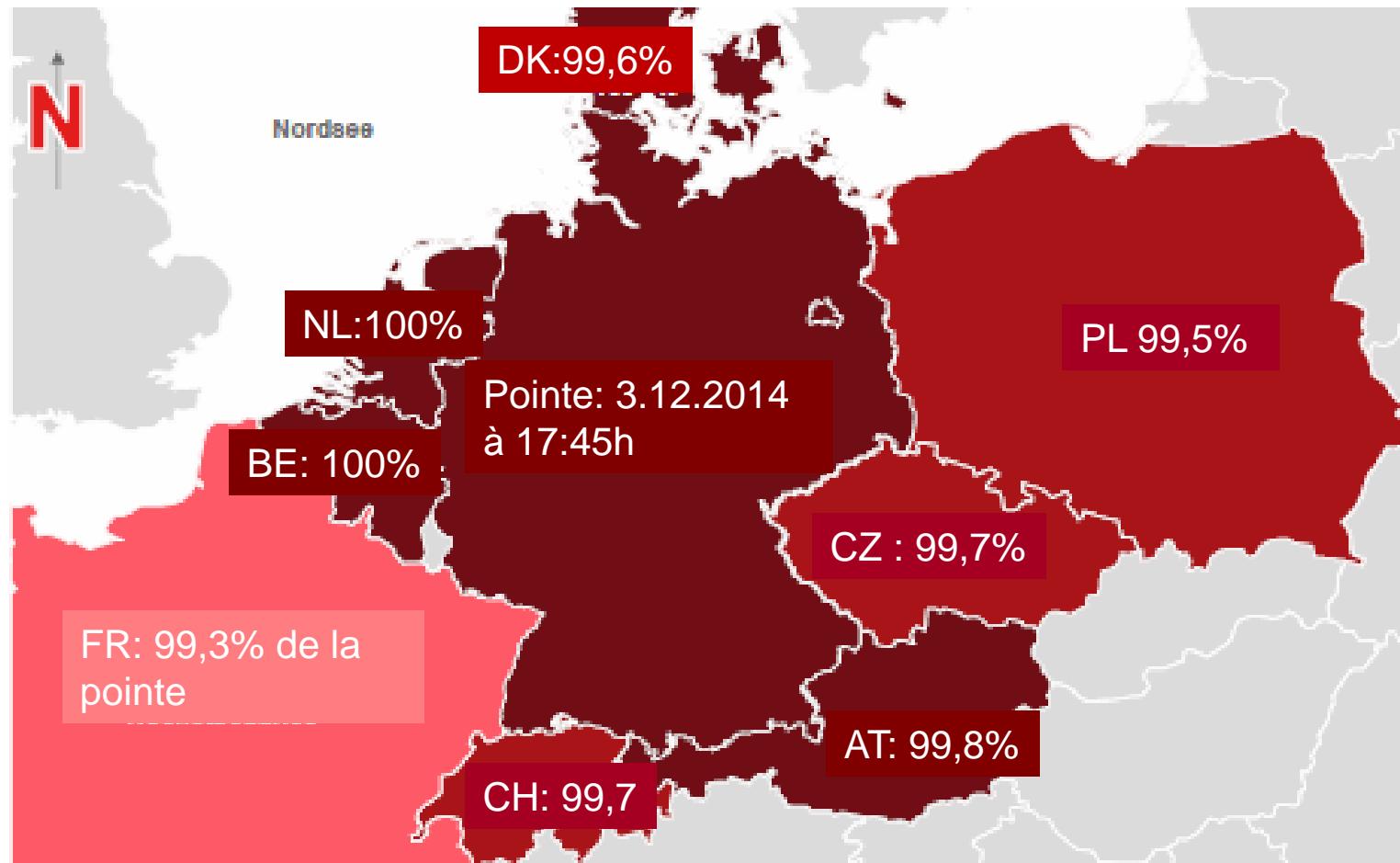
*Gestionnaires de réseau de transport

Conclusion: En l'absence de solutions de stockage, le développement massif des ENR, et plus particulièrement des énergies intermittentes, exige le maintien de l'intégralité des moyens de production pilotables en backup



Situation dans les pays limitrophes au moment de la pointe en Allemagne (79,1 GW) du 3.12. 2014, 17:45h

Une situation qui se répète régulièrement





Sommaire

- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse



L'Allemagne dispose actuellement d'un parc thermique backup confortable pour suppléer aux carences des EnR intermittentes

Puissance électrique nette installée fin 2016

Solaire

Eolien

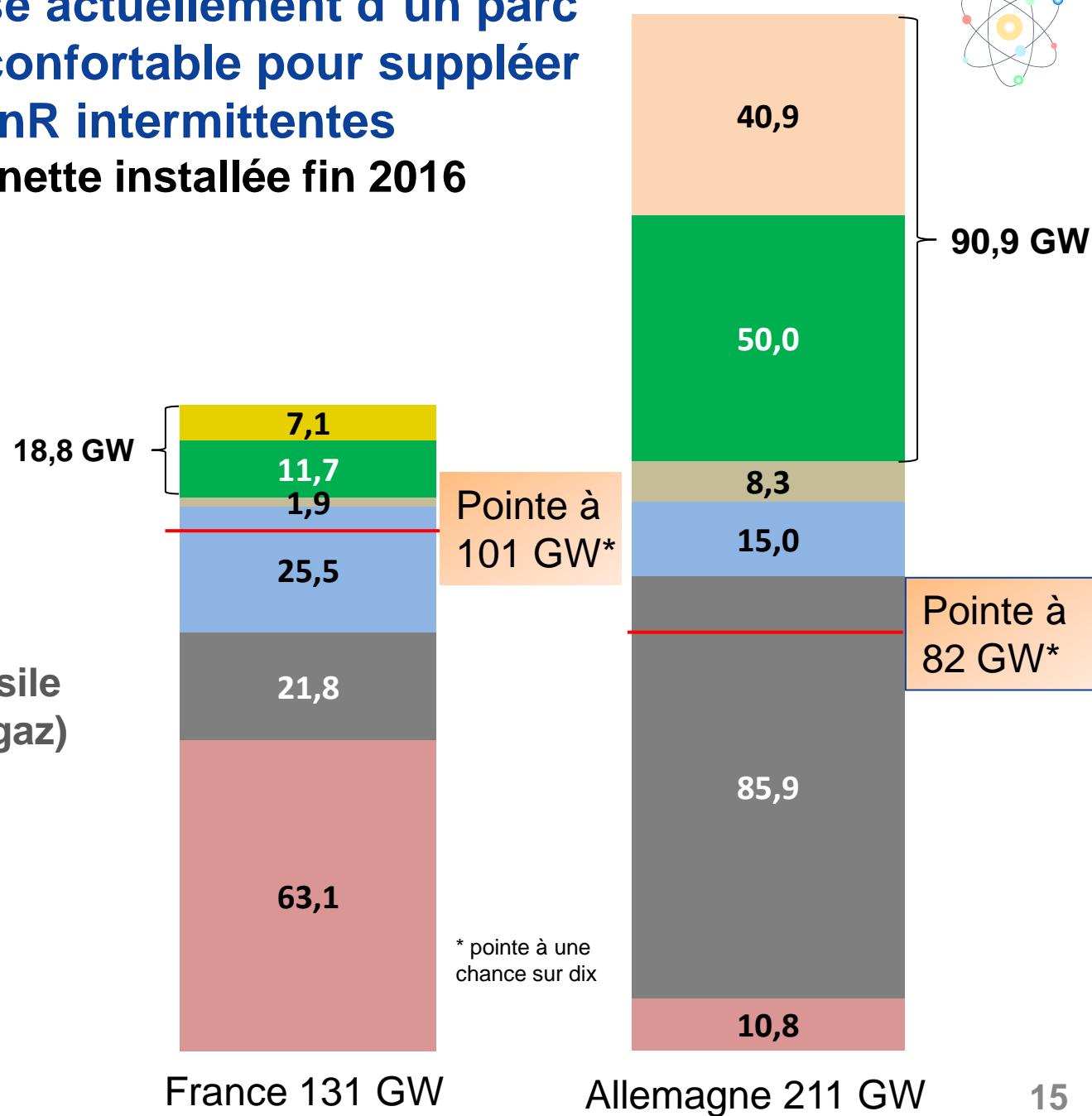
Bioénergies

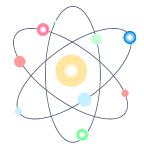
Hydroélectricité
y compris STEP

Thermiques à
combustible fossile
(charbon, fioul, gaz)

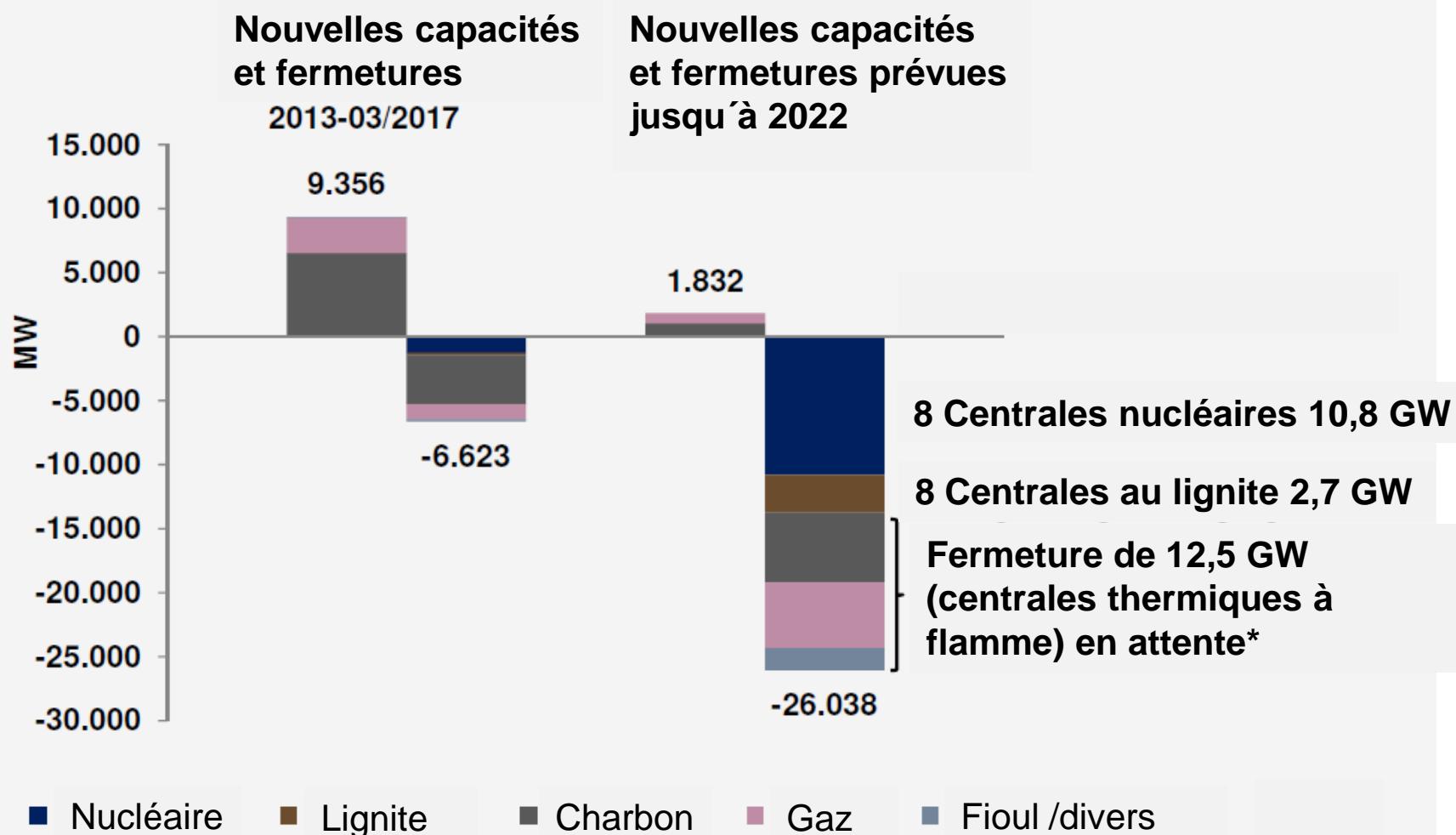
Nucléaire

Source: RTE Bilan électrique 2016
BnetzA 2017





L'érosion du parc thermique d'ici 2022 si le scenario annoncé aboutit

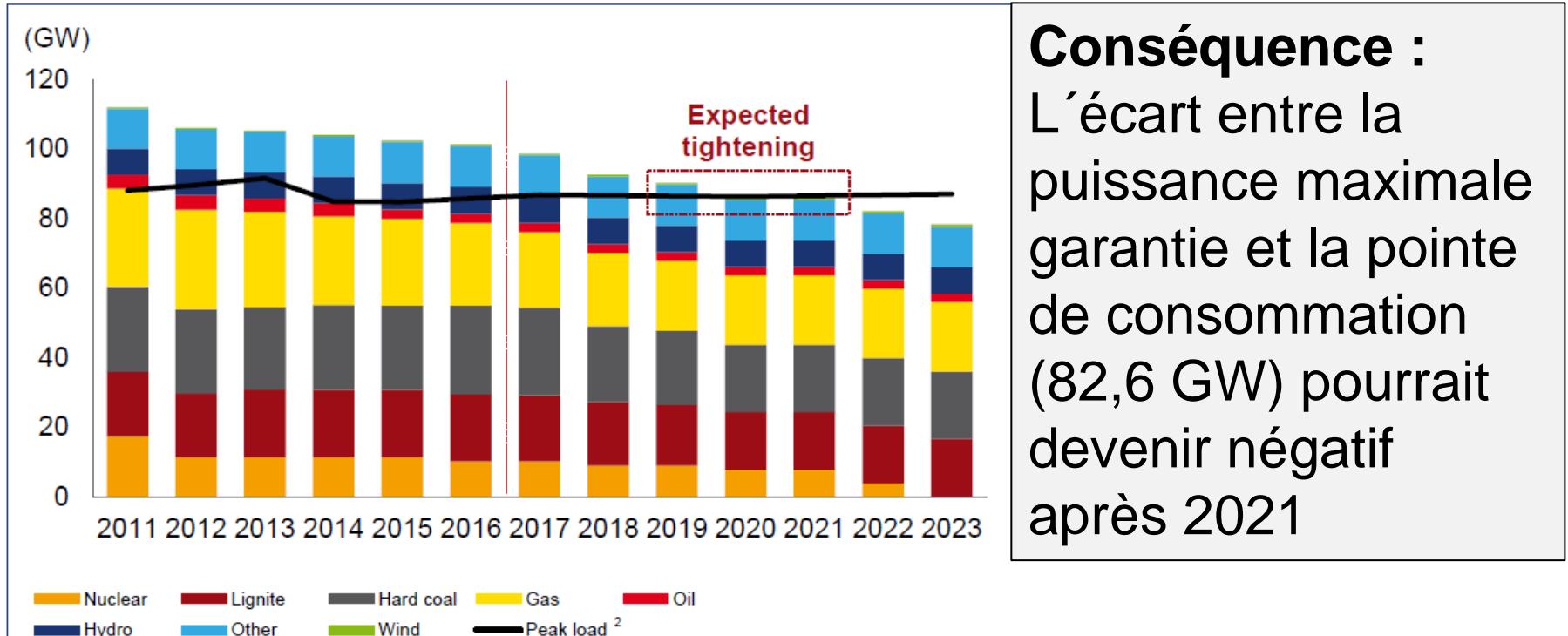


* L'agence fédérale de réseaux (Bundesnetzagentur) n'a pas encore donné son accord



Réduction de la marge de sécurité suite à l' érosion du parc thermique pilotable

Demand-supply balance at peak load in Germany¹



Conséquence :
L'écart entre la puissance maximale garantie et la pointe de consommation (82,6 GW) pourrait devenir négatif après 2021

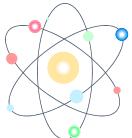
¹ Calculated without reserve, mothballed power plants and interconnectors. Derating factors as of 'Leistungsbilanzbericht 2014' of German TSOs, including 1% and 0% availability for wind and solar respectively | ² Peak load calculated from ENTSO-E hourly load, scaled up to total German demand
Source: BNetzA power plant list, BNetzA list of plant additions and shut-downs, KWSAL, own calculations



Sommaire

- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse

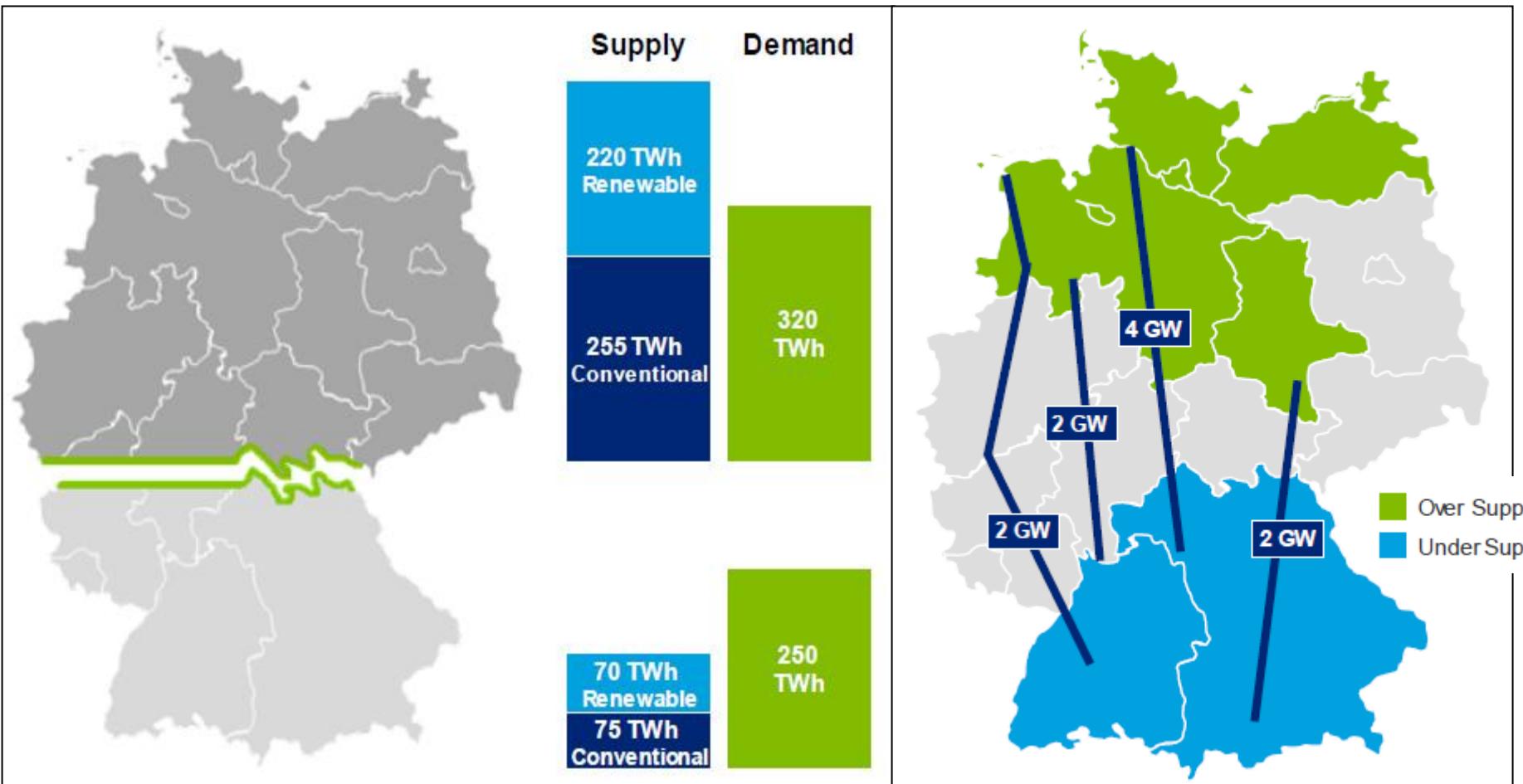
Le développement du réseau est crucial pour éviter un déséquilibre entre le nord « producteur » et le sud « consommateur »



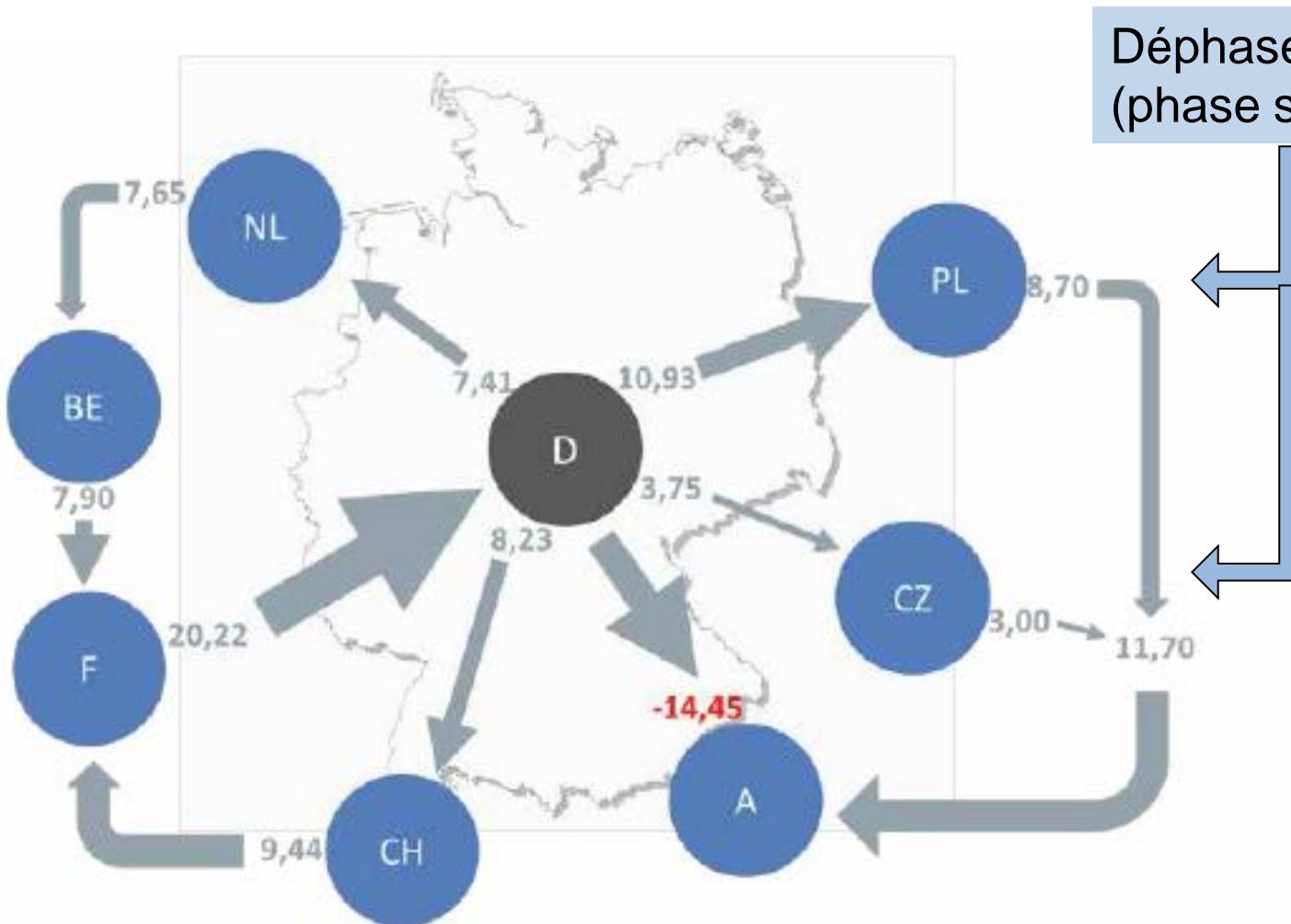
7700 km dont ~ 900 km réalisés fin octobre 2017

Déséquilibre de production / demande entre le nord et le sud à partir de 2023

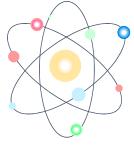
4 tracés N - S en courant continu : longueur ~2100 km, puissance 10 GW



L'Allemagne fait actuellement reposer la stabilité de son réseau sur ceux de ses voisins



Flux parallèles en TWh (2015) dans les pays voisins en raison de la congestion des réseaux allemands nord - sud en cas de forte production éolienne



Sommaire

- Objectifs principaux du tournant énergétique allemand pour le secteur de l'électricité - Production et capacité en 2016
- L'intermittence de la production éolienne et photovoltaïque
- L'érosion du parc thermique pilotable
- La lente modernisation du réseau électrique
- Synthèse

Le tournant énergétique donne bonne conscience aux Allemands



- Le tournant énergétique est considéré par le gouvernement allemand comme une réussite inégalée. L'adhésion des citoyens au projet reste forte
- La sortie du nucléaire est perçue comme prioritaire par l'opinion allemande
- Malgré un développement massif des énergies renouvelables intermittentes, l'Allemagne fait toujours partie du groupe de tête en matière de sécurité d'approvisionnement grâce au parc thermique confortable en backup
- Confiance dans la technologie pour trouver des solutions aux problèmes techniques, en particulier espoir dans le stockage à grande échelle d'ici 10 à 15 ans



Il convient de rester prudent quant à la réussite du tournant énergétique du secteur de l'électricité

- Le développement massif de l'éolien et du solaire ne garantit pas la sécurité d'approvisionnement. Leur disponibilité est quasi nulle lors des épisodes de vents faibles en hiver (« dark – doldrums »)
 - **Conséquence** : Technologie complémentaire indispensable (centrales thermiques pilotables en backup et/ou accumulateurs d'énergie)
- Une diminution des moyens de pointe pilotables est en vue d'ici 2022 (sortie du nucléaire, arrêt des centrales thermiques à flamme)
 - **Conséquence** : érosion des marges par rapport à la pointe de consommation
- Le développement du réseau électrique ne suit pas le rythme de celui des énergies renouvelables
 - **Conséquence** : L'Allemagne fait actuellement reposer la stabilité de son réseau sur ceux de ses voisins
- **Résultats** : Management d'électricité accru et problèmes de fiabilité de l'approvisionnement notamment dans le sud de l'Allemagne



Merci de votre attention !

