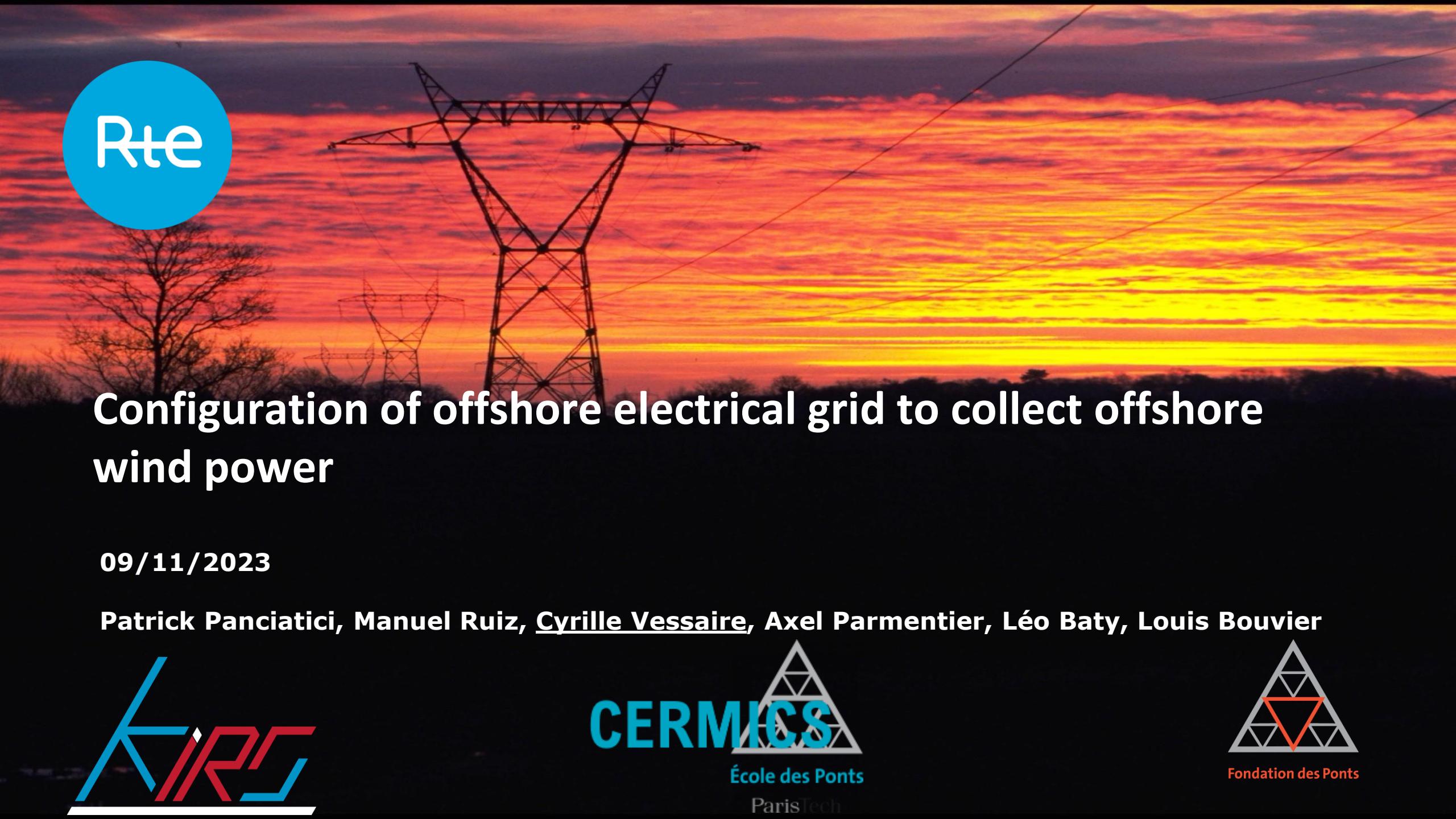




Rte



Configuration of offshore electrical grid to collect offshore wind power

09/11/2023

Patrick Paniaciati, Manuel Ruiz, Cyrille Vessaire, Axel Parmentier, Léo Baty, Louis Bouvier





1

RTE en quelques mots



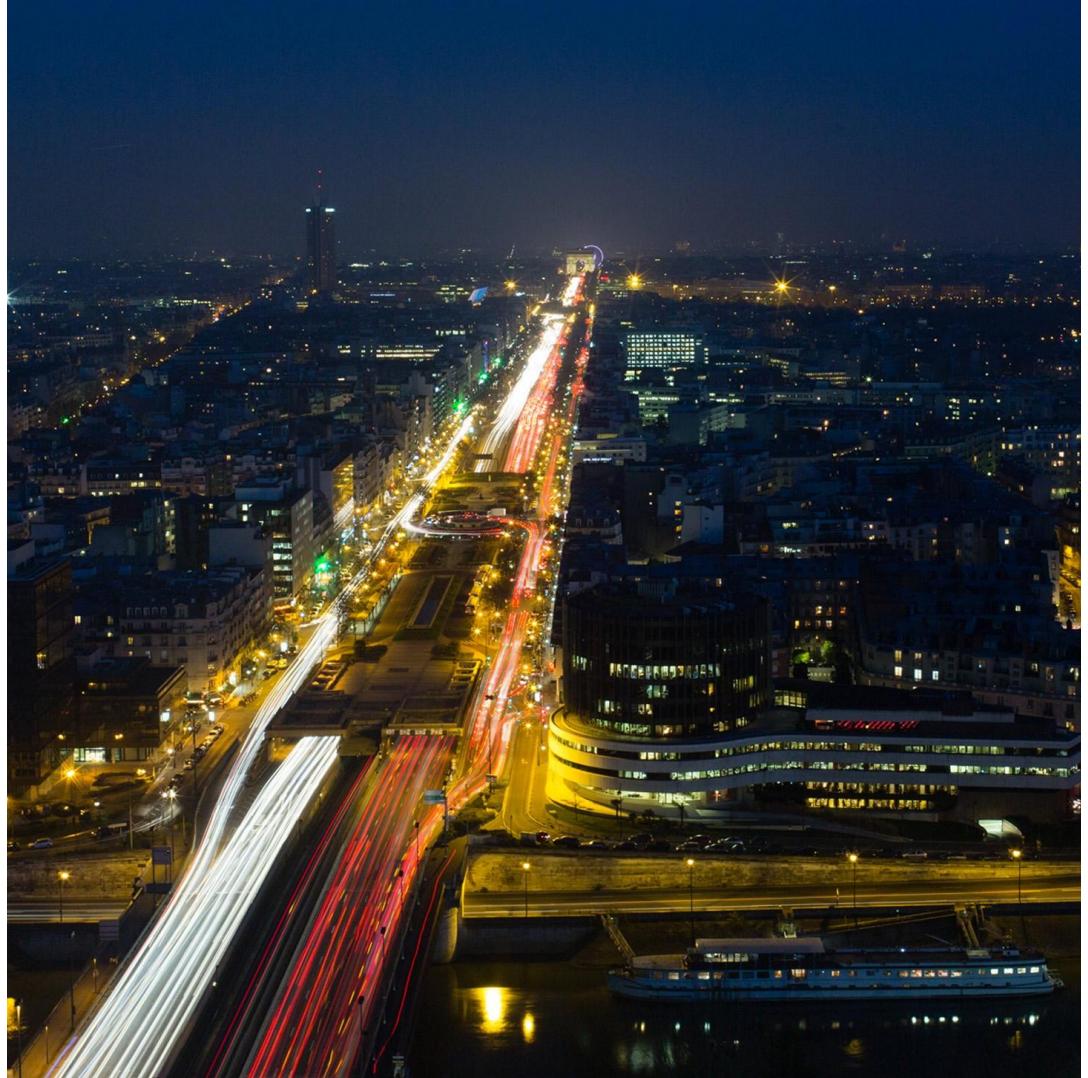
RTE?

En charge du réseau public de transport d'électricité métropolitain continental,

RTE possède, construit, exploite et maintient une infrastructure vitale.

chaque seconde,
avec nous, avec vous,
le courant passe.

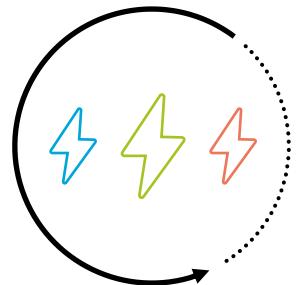
RTE achemine cette électricité partout.
au même prix et avec la même qualité de service.
365j/an, 7j/7 et 24h/24.



LE PLUS GRAND RÉSEAU DE TRANSPORT D'ÉLECTRICITÉ D'EUROPE

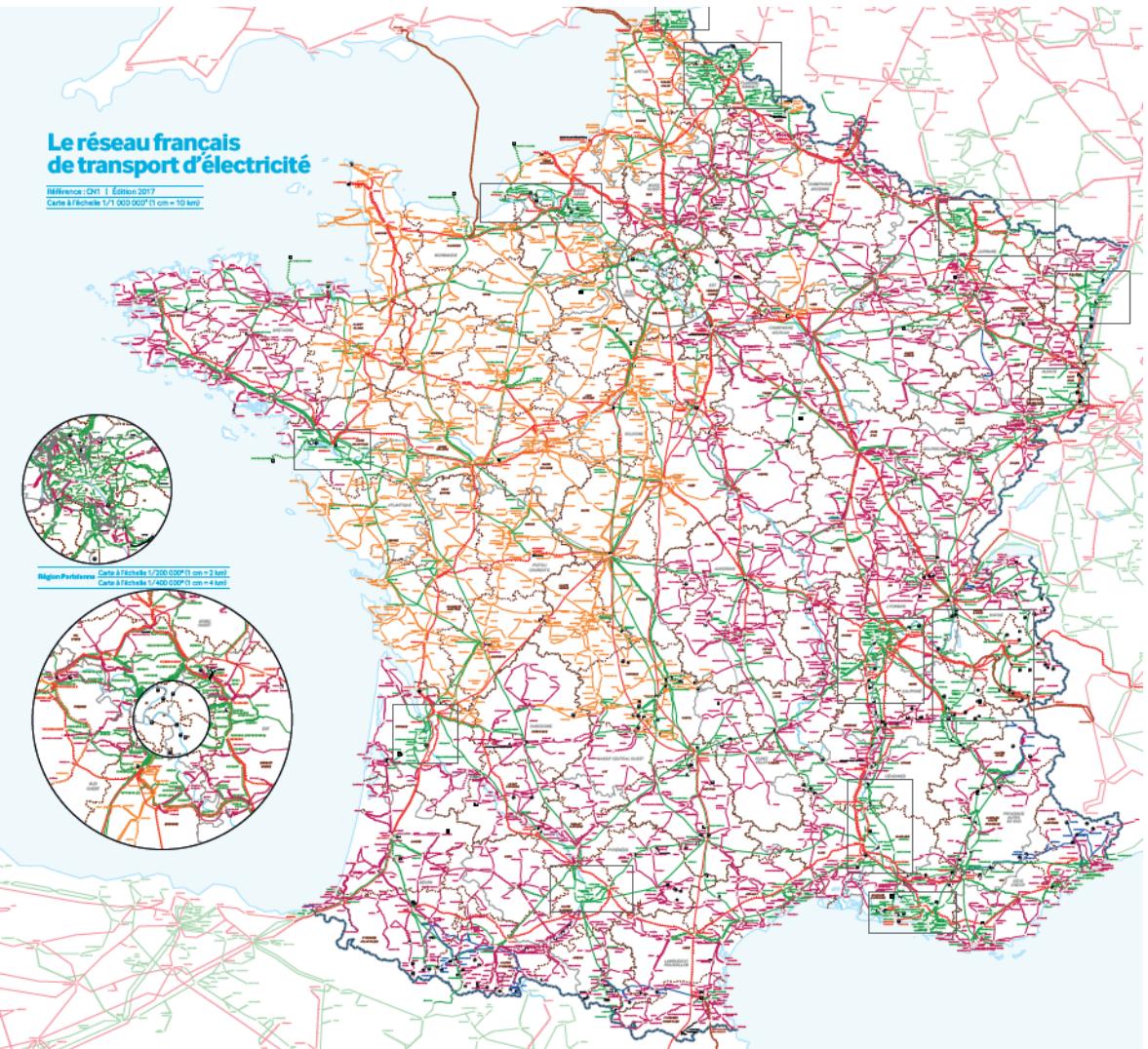
106 047 KM
de liaisons

2 800
postes électriques



22 750 KM
de fibres optiques

51
liaisons
transfrontalières



AU SEIN DU PLUS GRAND RÉSEAU SYNCHRONE DU MONDE !

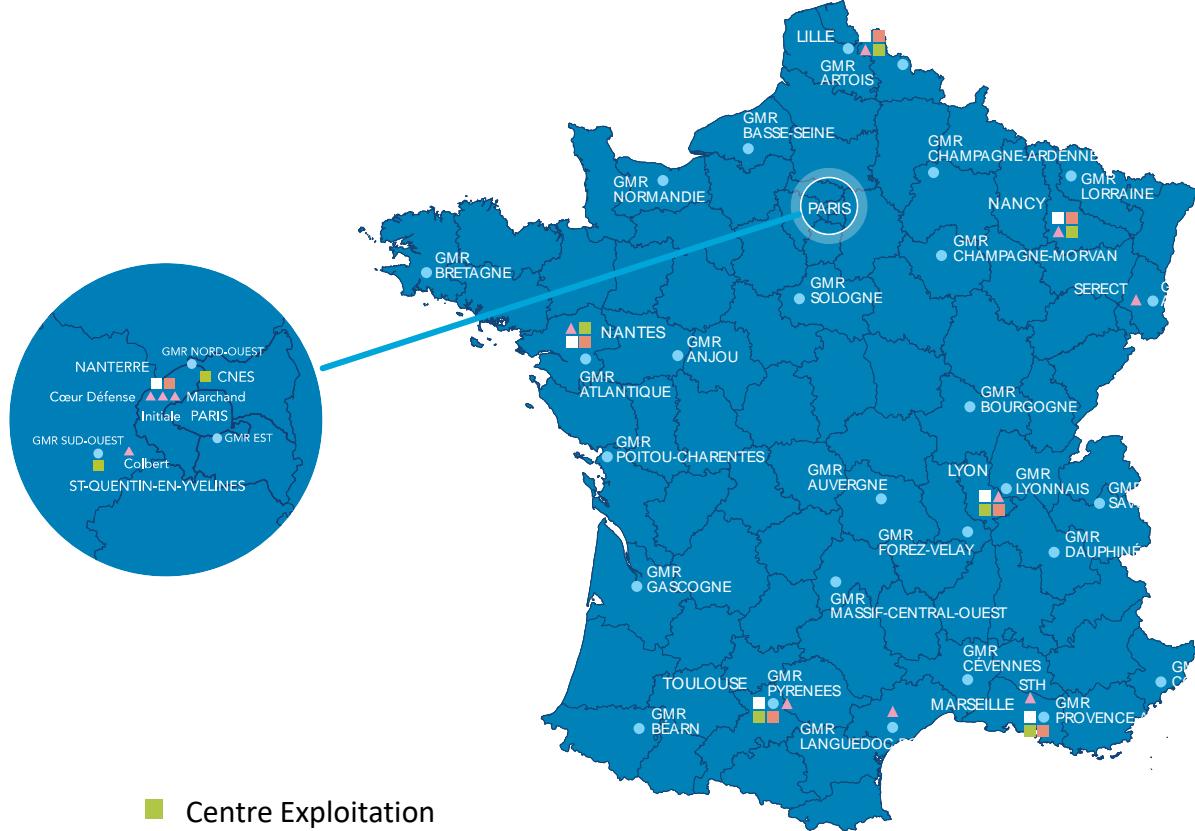


DES MISSIONS DE SERVICE PUBLIC & UNE FINALITÉ : L'INTÉRÊT GÉNÉRAL



9 397

hommes et femmes présents
partout en France
dont 449 alternants



- Centre Exploitation
- Centre Maintenance
- Centre Développement et Ingénierie
- ▲ Groupe Maintenance Réseau
- △ Fonctions Centrales

+190

implantations

NOS CLIENTS



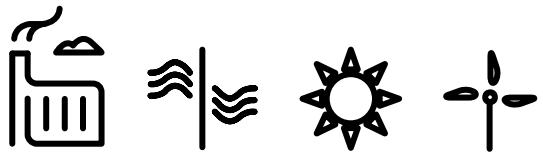
240

négociants



15

entreprises
ferroviaires



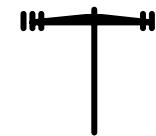
170

producteurs d'électricité



380

consommateurs
industriels
(Total, Renault,
papetiers...)

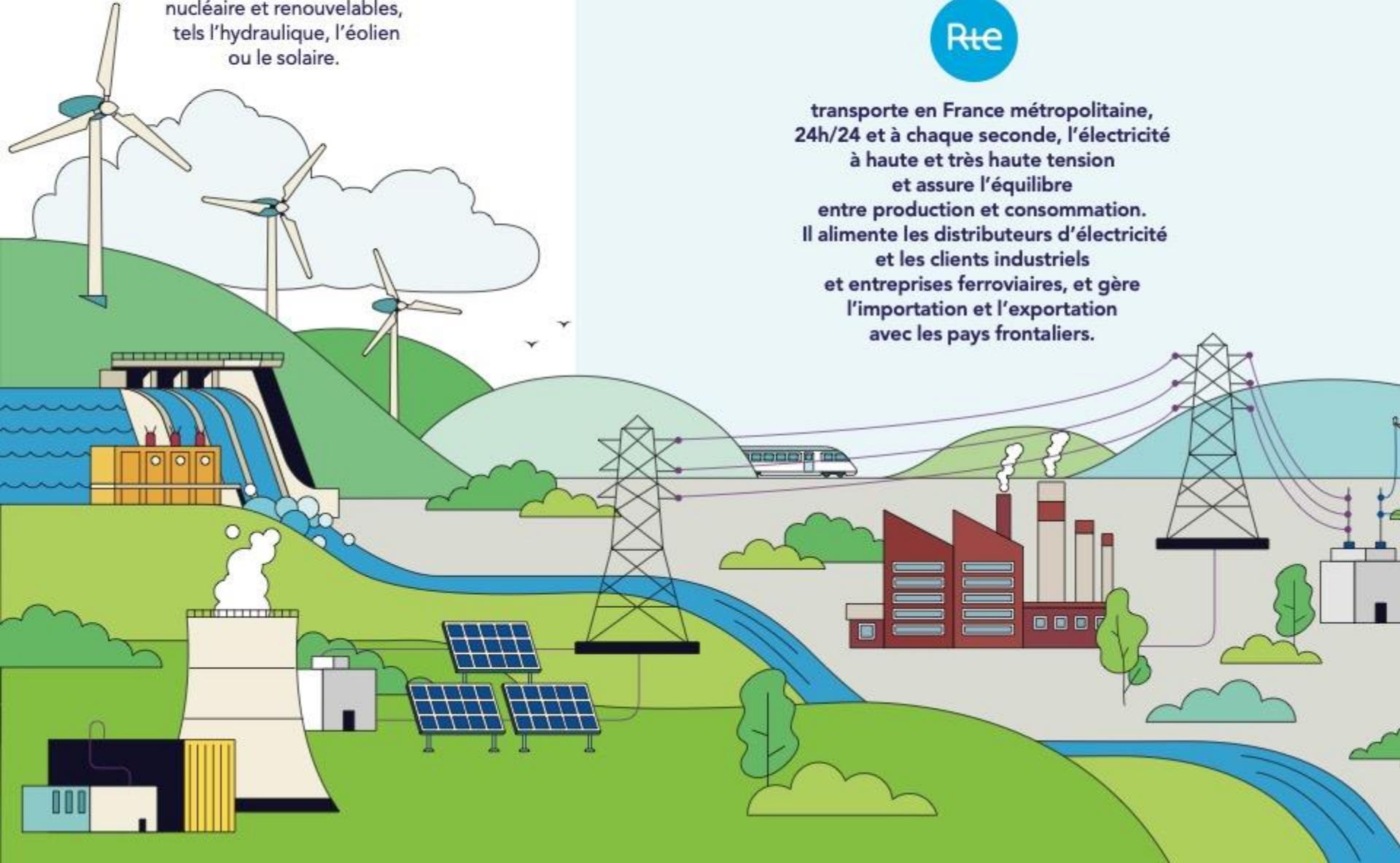


130

Distributeurs
(Régies locales de distributions,
ENEDIS...)

PRODUCTION

L'électricité est produite par différentes sources d'énergie, principalement nucléaire et renouvelables, tels l'hydraulique, l'éolien ou le solaire.



TRANSPORT



transporte en France métropolitaine, 24h/24 et à chaque seconde, l'électricité à haute et très haute tension et assure l'équilibre entre production et consommation. Il alimente les distributeurs d'électricité et les clients industriels et entreprises ferroviaires, et gère l'importation et l'exportation avec les pays frontaliers.

DISTRIBUTION

L'électricité est distribuée aux particuliers et aux PME-PMI, en moyenne et basse tension, par Enedis et des entreprises locales de distribution.



Notre mission

TRANSFORMER
LA TRANSITION
ÉNERGÉTIQUE
EN POLITIQUE
INDUSTRIELLE



RTE éclaireur des choix possibles sur notre avenir énergétique.



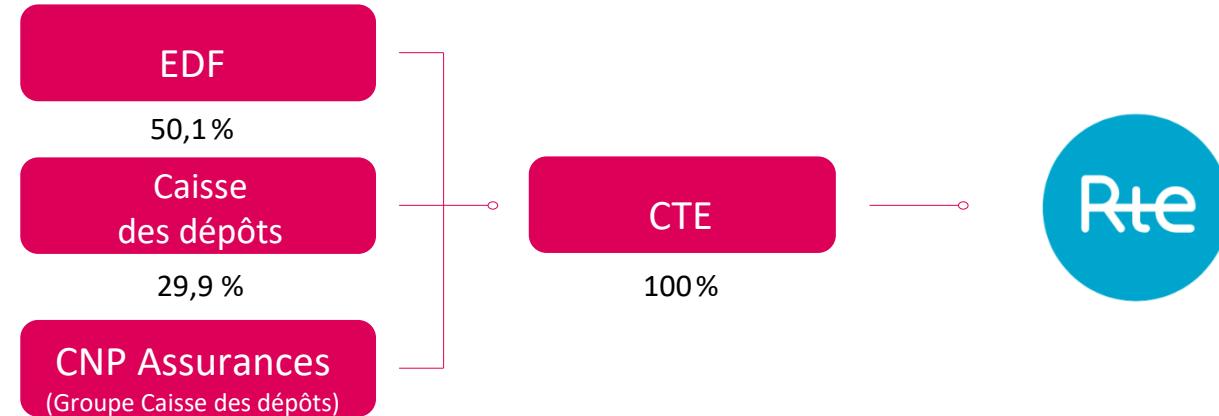
RTE opérateur industriel en transformant son outil productif au service de la transition énergétique.



RTE optimisateur de la transition énergétique en proposant des solutions pour minimiser l'empreinte du réseau de transport, mais aussi du mix électrique français.

Financement de RTE

- RTE est possédée par l'Etat:



- RTE exerce ses missions de service public dans le cadre d'un monopole régulé.

Elle est financée par le **TURPE**: le Tarif d'Utilisation des Réseaux Public d'Electricité.

Ce tarif est régi par la CRE: Commission de Régulation de l'Energie.

Pour plus d'informations: <https://www.rte-france.com/rte-en-bref>



2

Développement de l'éolien maritime

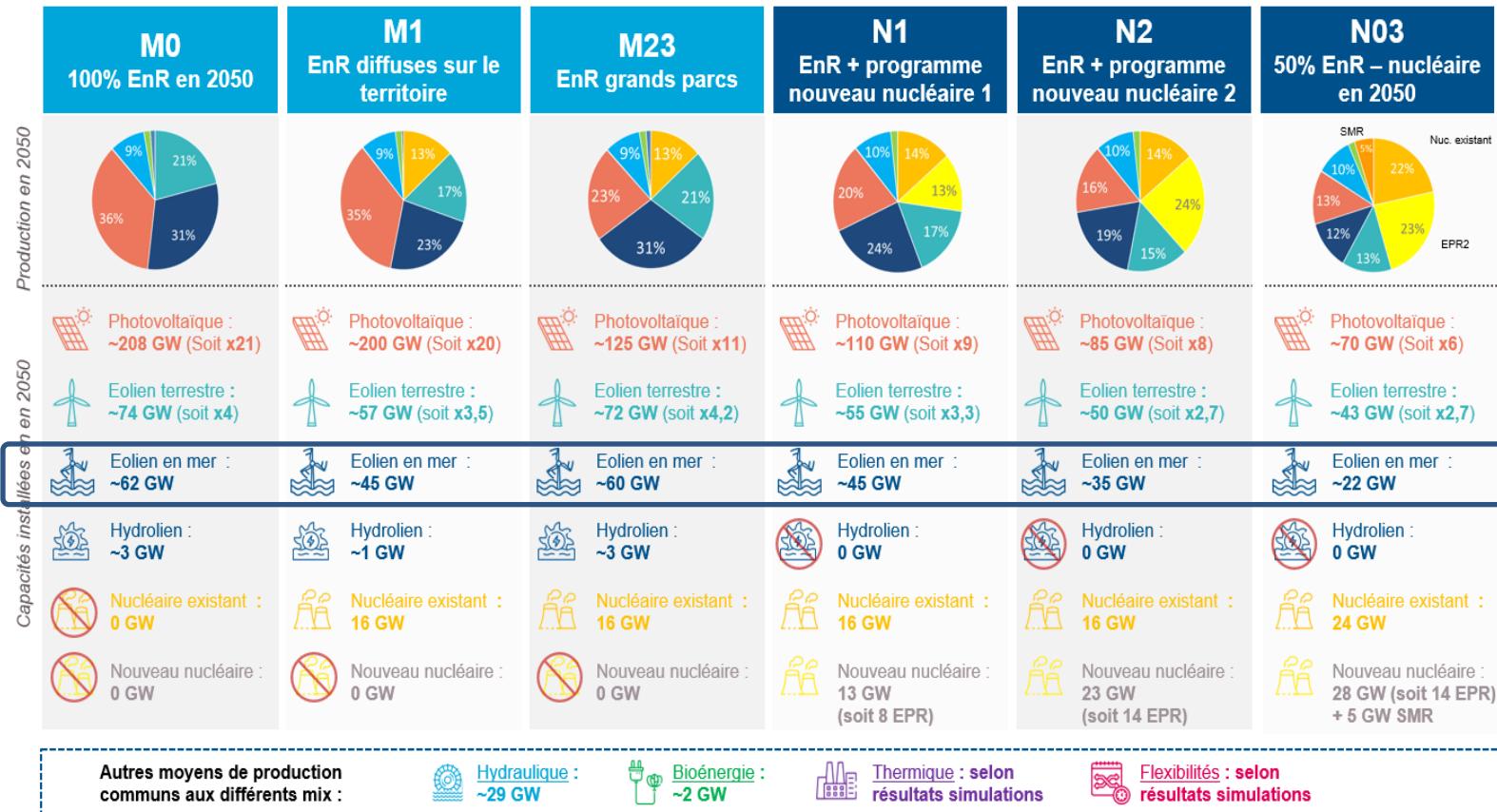


Futurs énergétiques 2050

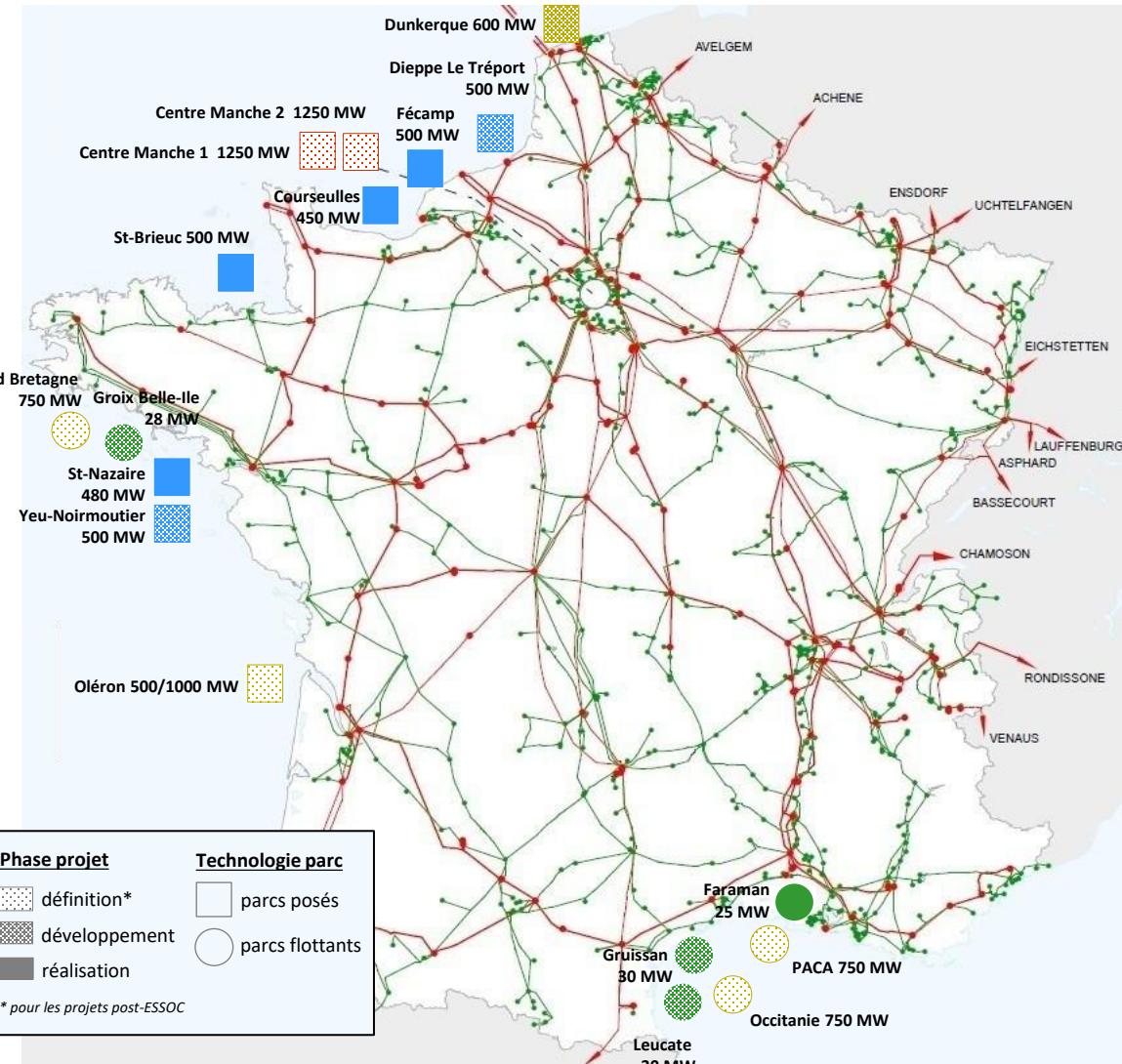
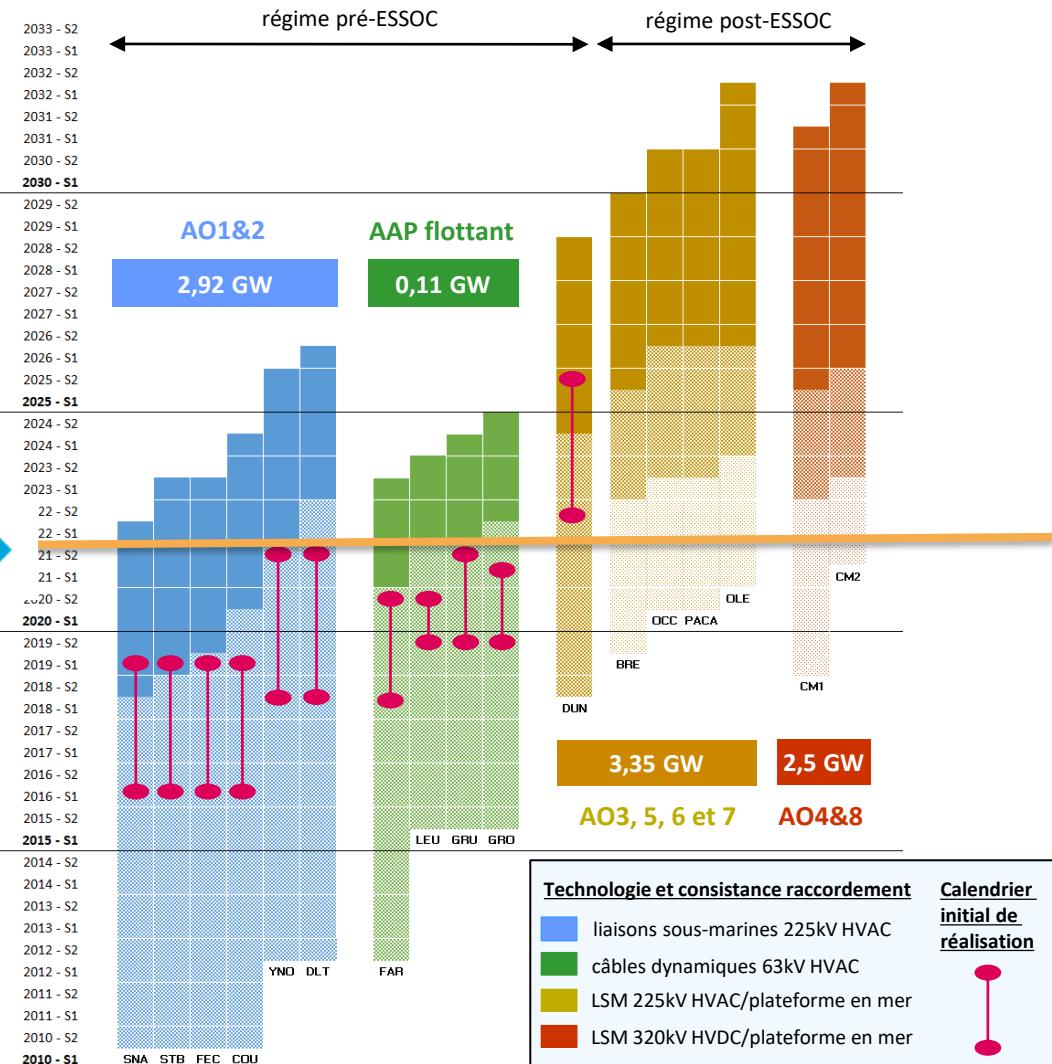
- Tous les scénarios demandent un développement significatif des grands parcs offshores éoliens.

Un changement d'échelle

- Entre **20 à 30** raccordements et plateformes supplémentaires à construire pour RTE;
- A termes, un patrimoine en mer augmenté significativement tant en nombre de km de circuits sous-marins qu'en termes de plateformes en mer.



Et nous sommes déjà en route !



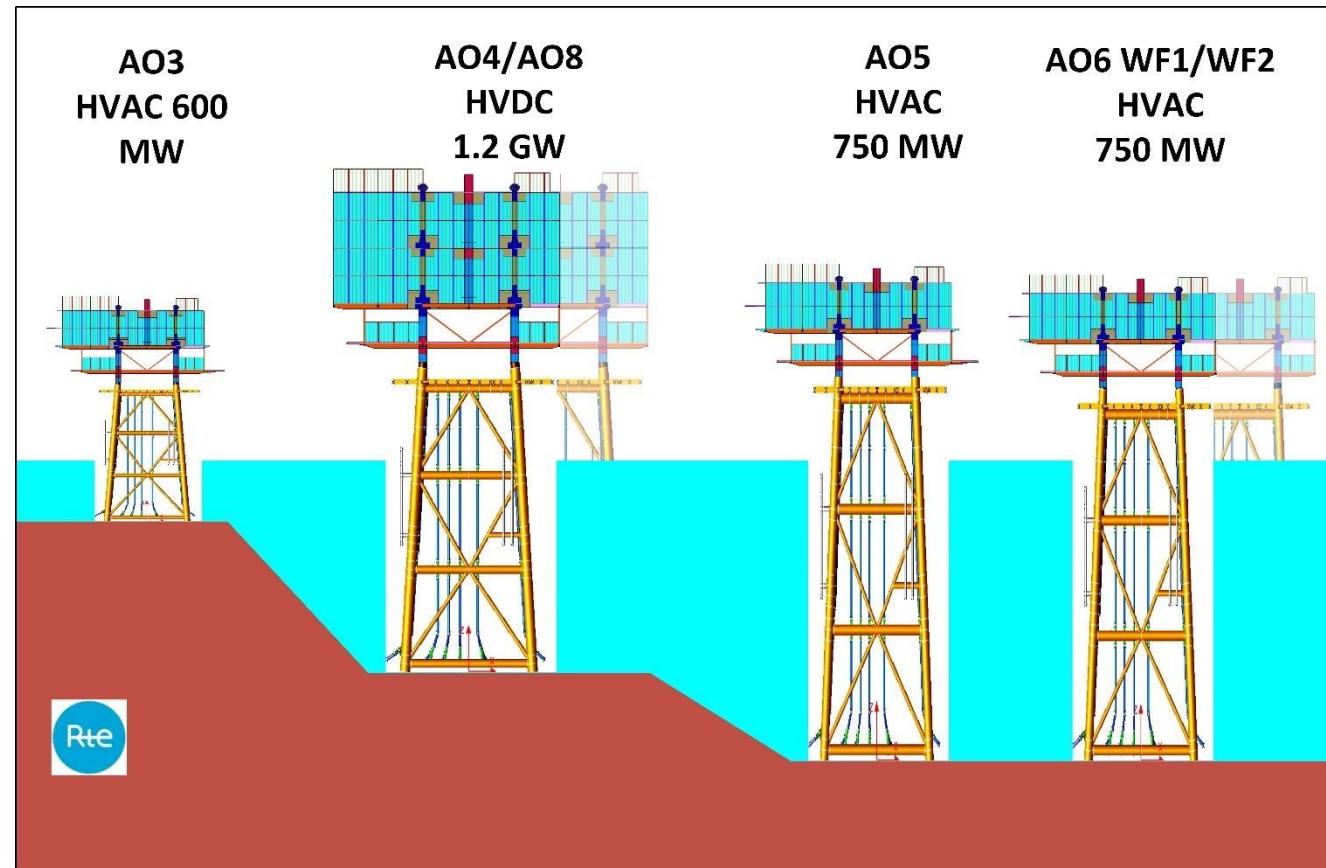
Une recherche d'optimisation industrielle et réseau

- **Trois paliers développés :**

- 1250 MW DC;
- 750 MW AC;
- 600 MW AC.

- **Et dans les cartons :**

- Converger vers des raccordement hybrides ou des développements de réseaux en mer;
- 2GW DC;
- Et vers des plateformes flottantes AC ou DC.



Et pour le flottant ? Changement d'échelle.

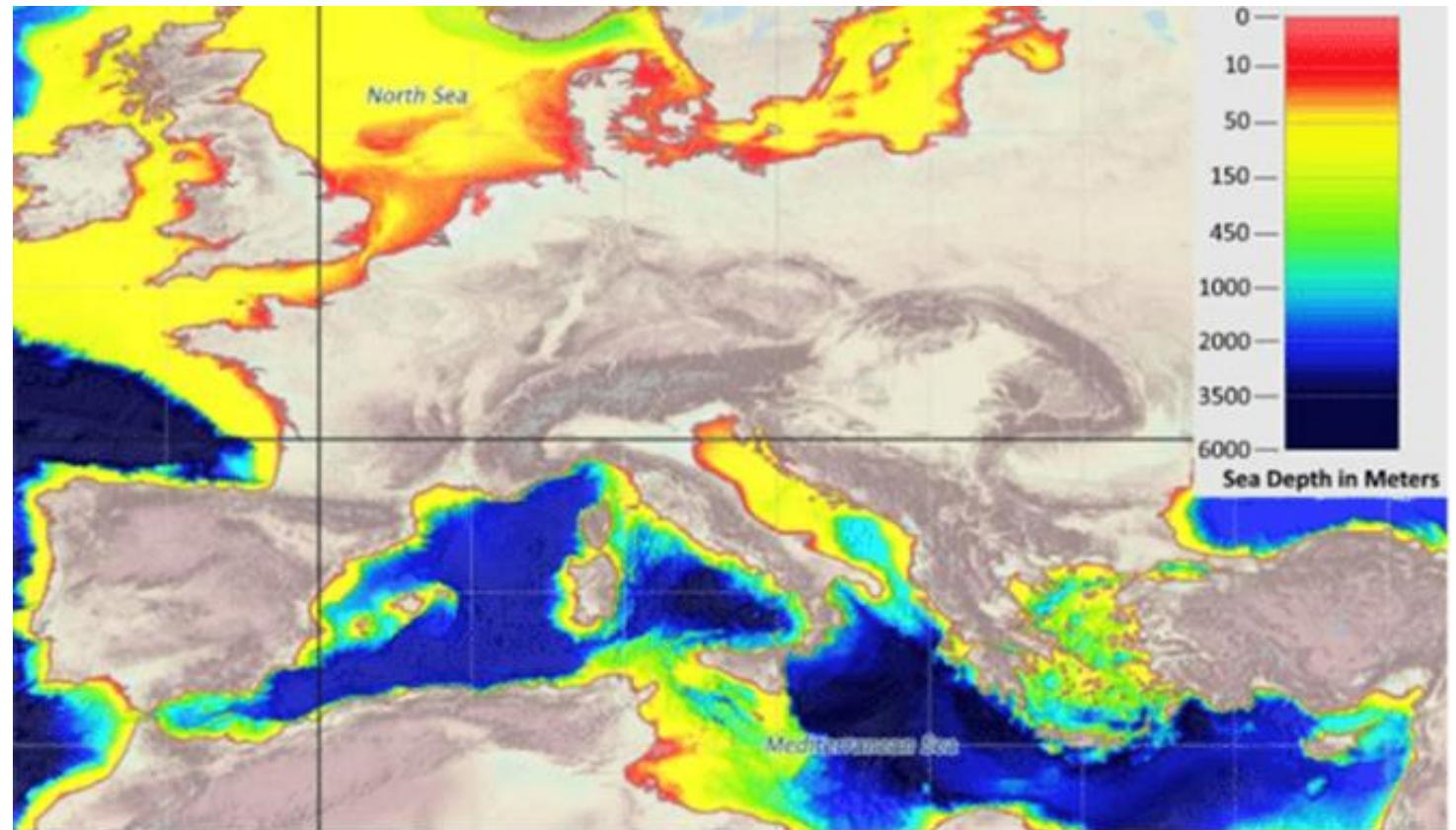
Le poste flottant est un enjeu considérable pour la politique énergétique de la France et RTE



Crédits : Chantiers de l'Atlantique

Profondeur des fonds marins et poste flottant

- Au-delà de 50m de profondeur, le coup des structures pour poser des postes de raccordement sur les fonds marins sont prohibitifs
- A la vue des profondeurs des côtes françaises, les postes flottants sont nécessaires pour développer les champs éoliens maritimes.



Crédit: EMODnet



3

Déterminer le raccordement optimale des champs éoliens offshore

Enoncé du problème

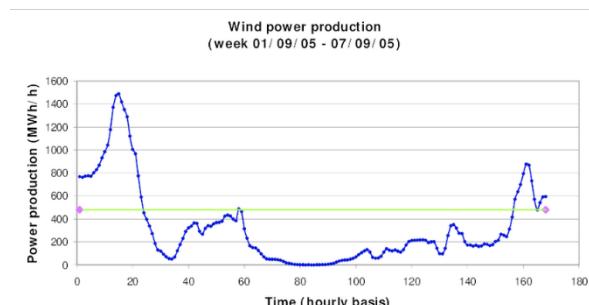
Entrée du problème



Poste électrique terrestre

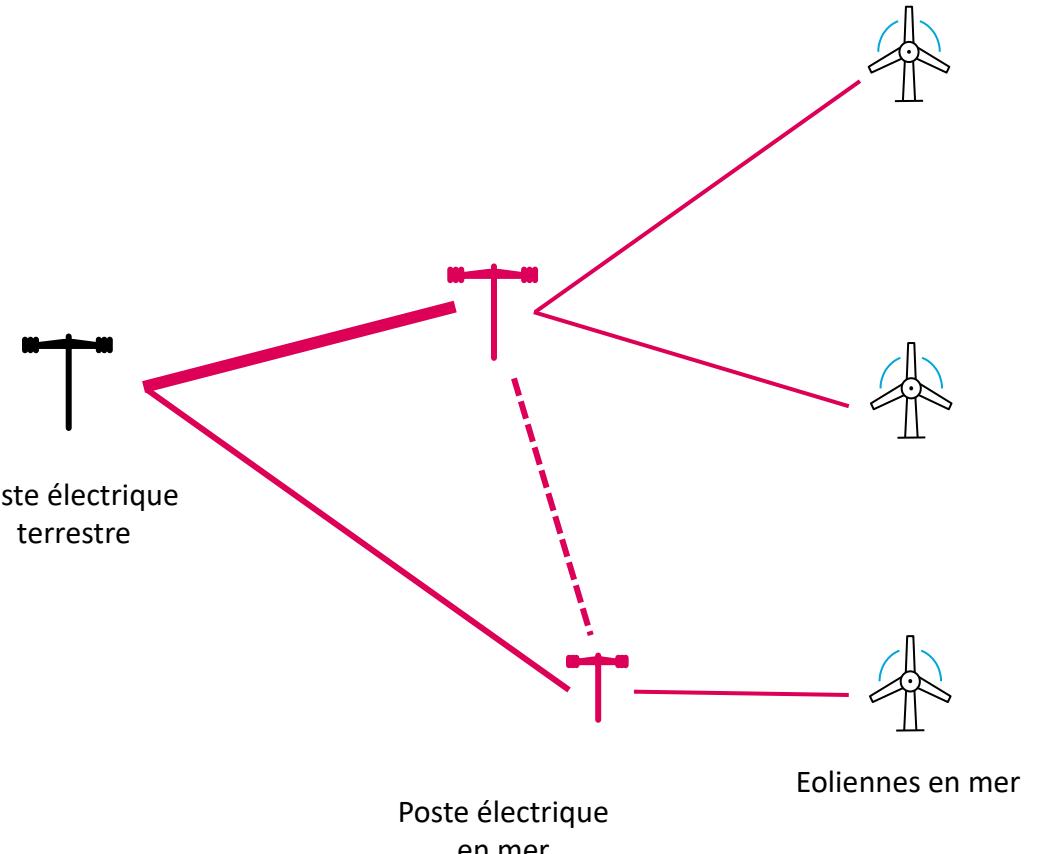


Eoliennes en mer



Courbe de charge

Sortie attendue



Problématique

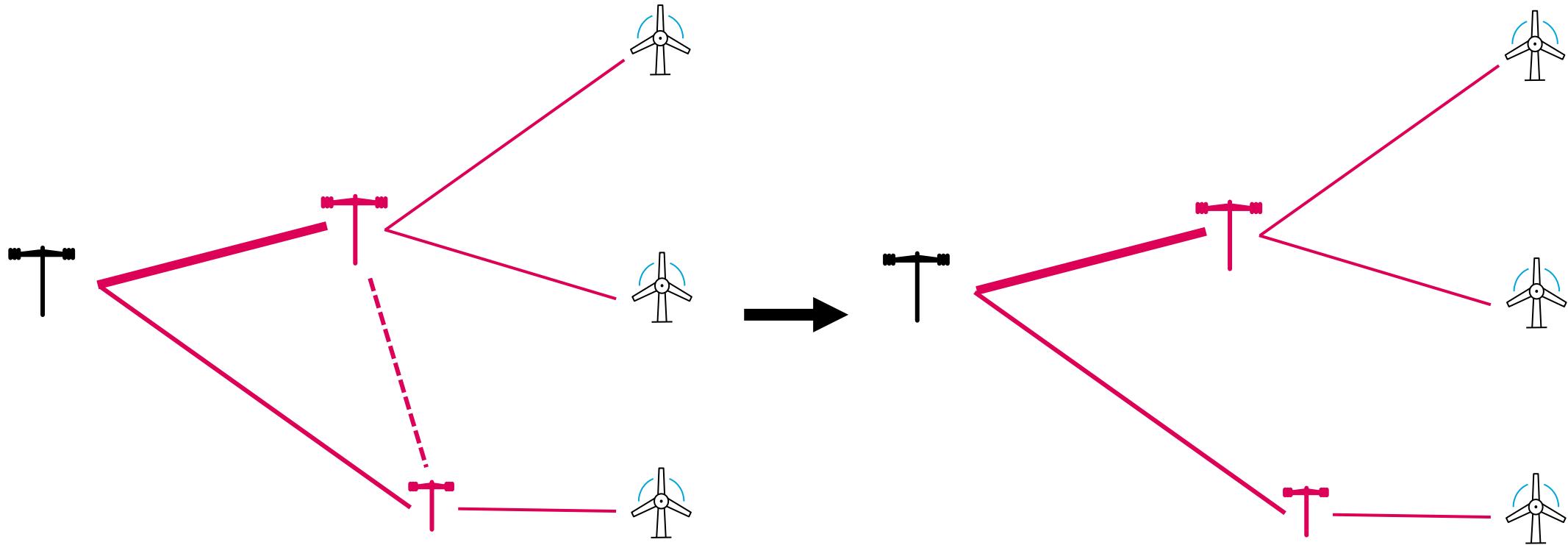
Le développement de l'éolien en mer est stratégique pour la France.

RTE doit optimiser le design des raccordements des champs éoliens, en tenant compte des **contraintes de réseau**, pour:

- Garantir la sécurité de l'approvisionnement
-> Prise en compte des **risques de défauts** sur le réseau;
- Permettre le raccordement des producteurs
-> Paiement de **pénalité pour l'énergie non évacuée**;
- Réduire les coûts d'investissement supportés par la collectivité
-> Réduire les **coûts d'installation du réseau** de raccordement.

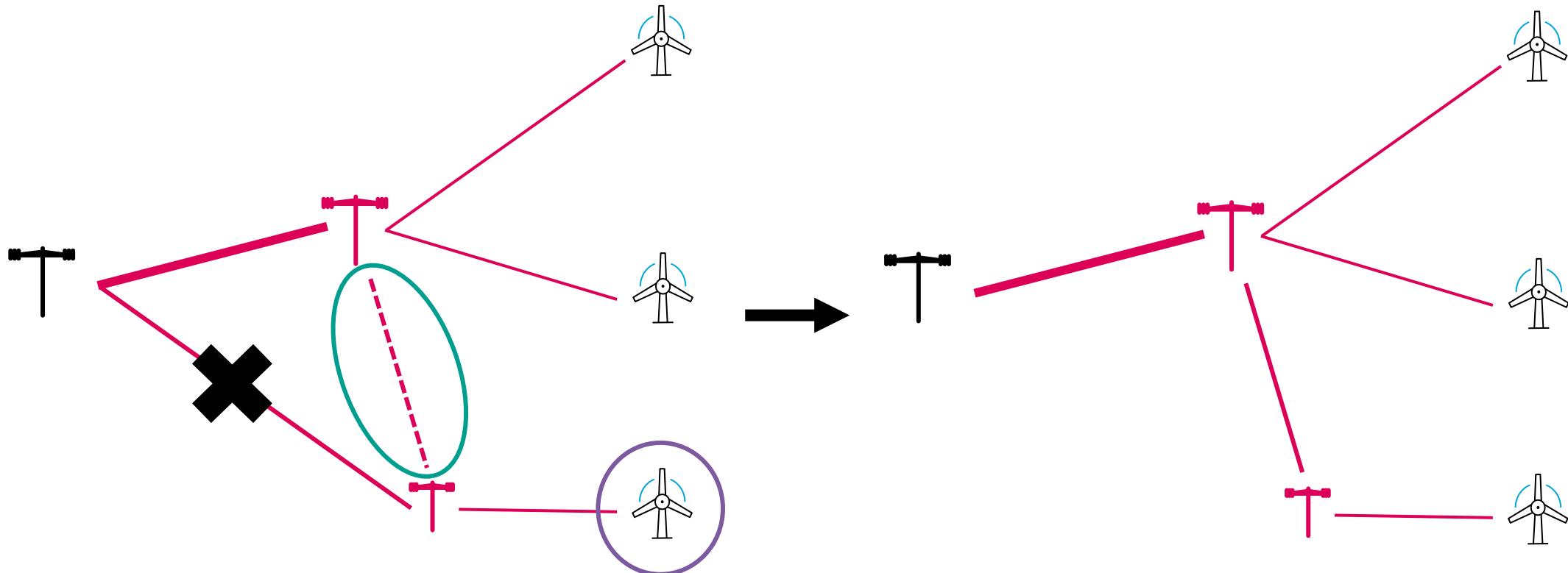
Contraintes de réseau

- On a des contraintes de capacité.
- On exploite les réseaux DC en arbres (pas de boucles).



Sécurité de l'approvisionnement

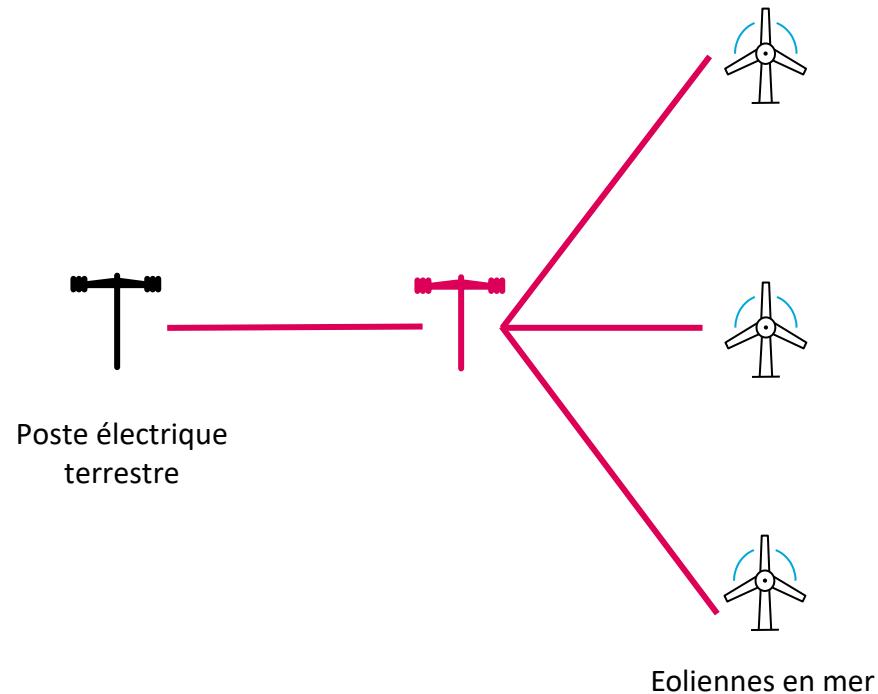
- On veut se prémunir des pertes d'ouvrages (N-1).



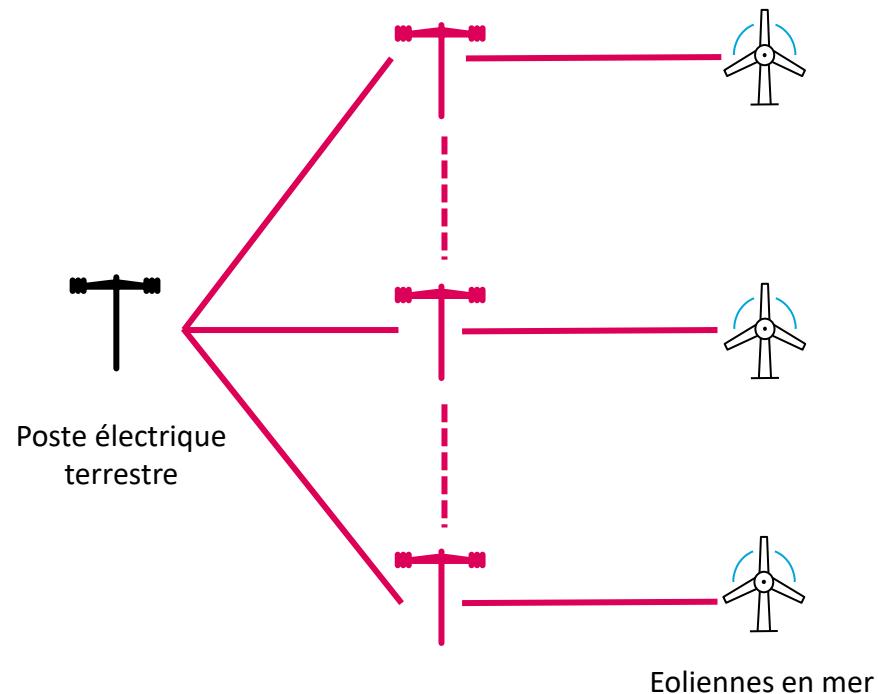
Sans cette **liaison**, paiement de pénalité au **producteur**

Exemples de solutions

Solution peu couteuse mais peu robuste



Solution robuste mais couteuse



Le raccordement optimal se situe entre ces deux solutions

Hypothèses simplificatrices

- Un seul pas de temps, et pas de courbes de charges
 - > on considère une production uniforme par scénario, et ce pour toutes les éoliennes;
 - > on ne prend pas explicitement en compte la détérioration des infrastructures avec le temps.
- Pas de changement DC/AC.
- Pas de variation des coûts des stations et des câbles en fonction de leur localisation.
- Pas de risques exogènes (tempêtes, etc) et de coûts de maintenance et de réparation.

Les instances

- De 75 à 135 éoliennes en mer de 18MW
- De 15 à 100 placements de poste possibles
- 100 et 1000 scénarios de vents
- 6 capacités de câbles et de stations possibles, et jusqu'à 4 niveaux de fiabilité



Le réseau
de transport
d'électricité

Merci de votre attention!