



Prise en compte des questions de surface dans les scénarios de transition du système électrique européen

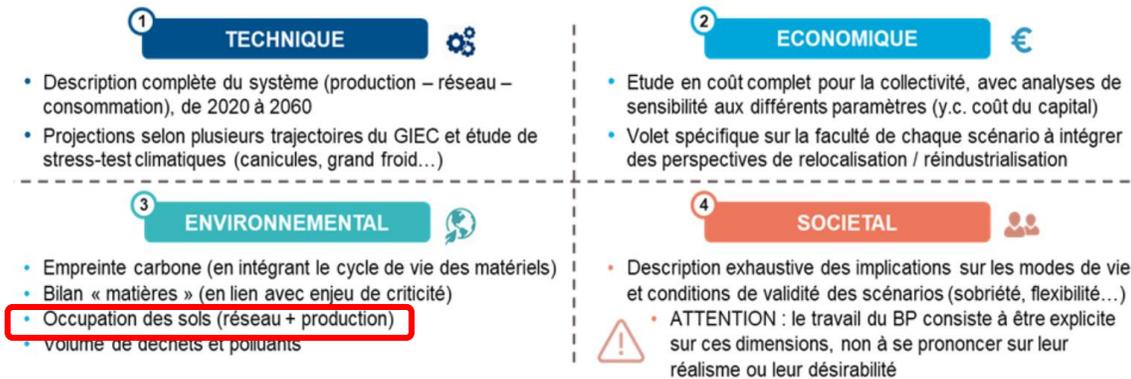
Victor GUILLOT, Edi ASSOUMOU, Gildas SIGGINI
Centre de Mathématiques Appliquées, MINES ParisTech PSL

Séminaire de la Chaire Modélisation Prospective au service du Développement Durable
Scénarios d'une France « renouvelable » : de 0 à 100 %

27 Mai 2021

victor.guillot@mines-paristech.fr

Premier constat: pour une meilleure prise en compte des effets externes



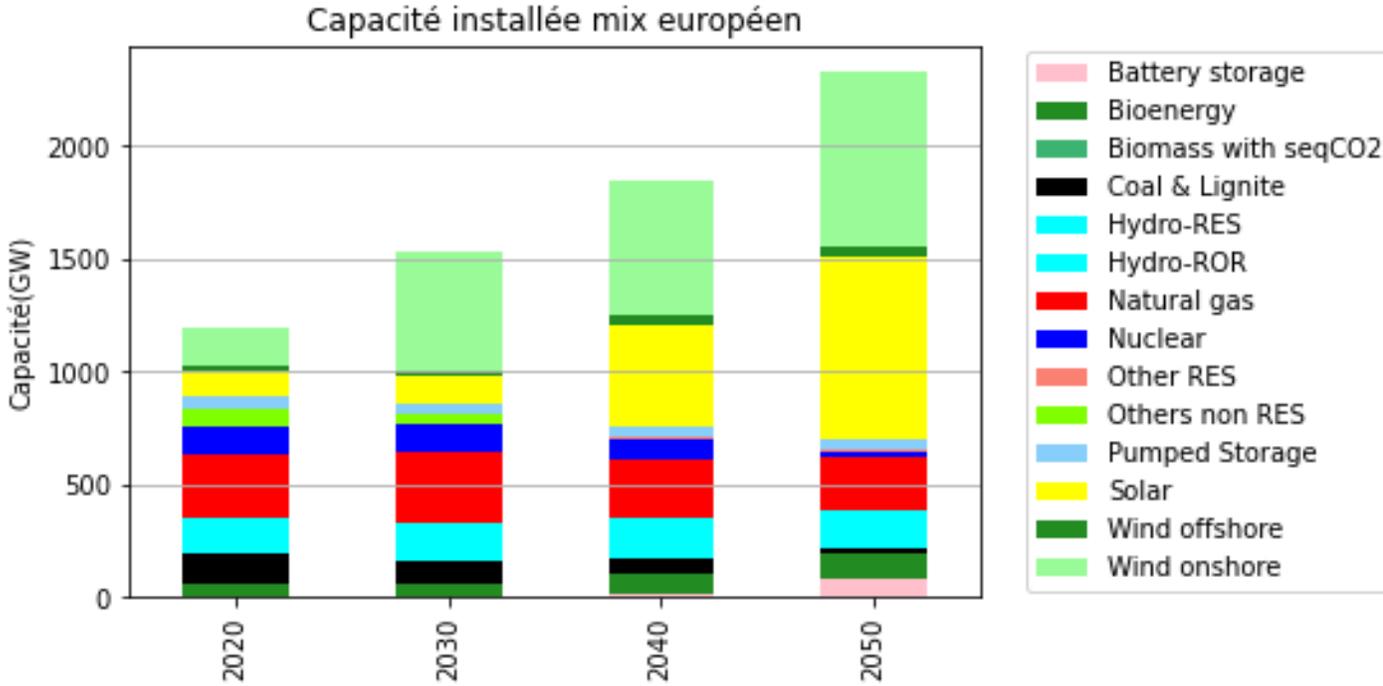
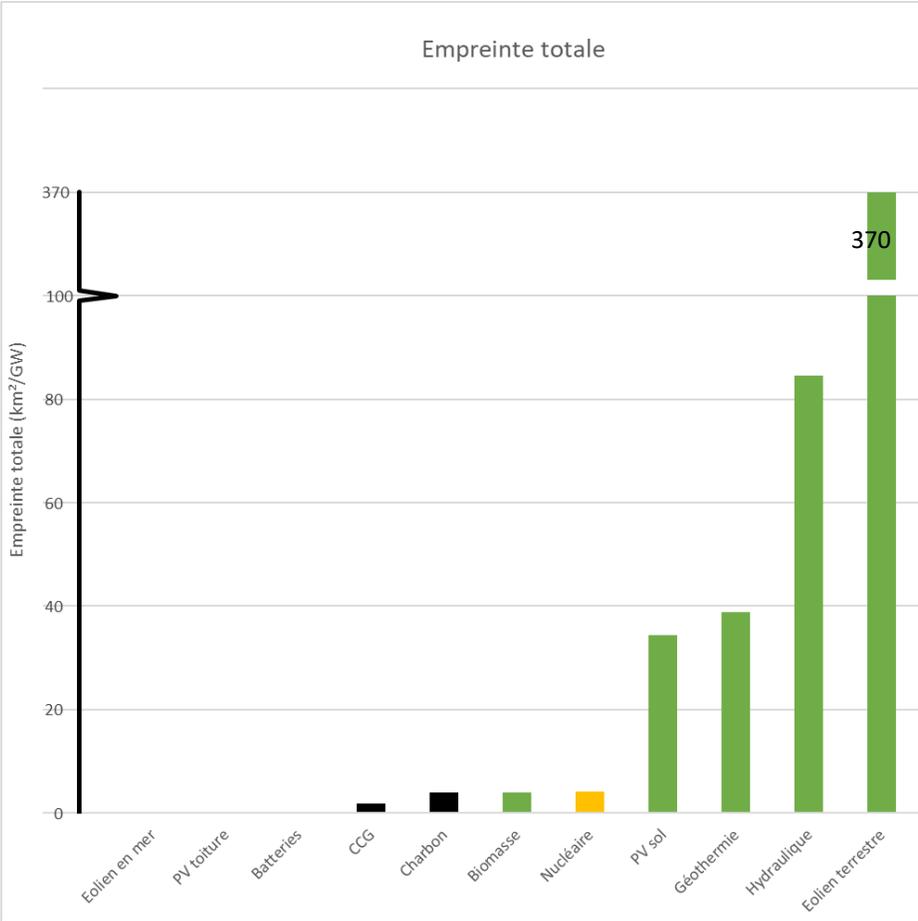
Source: Bilan prévisionnel long terme « Futurs énergétiques 2050 », Janvier 2021, RTE



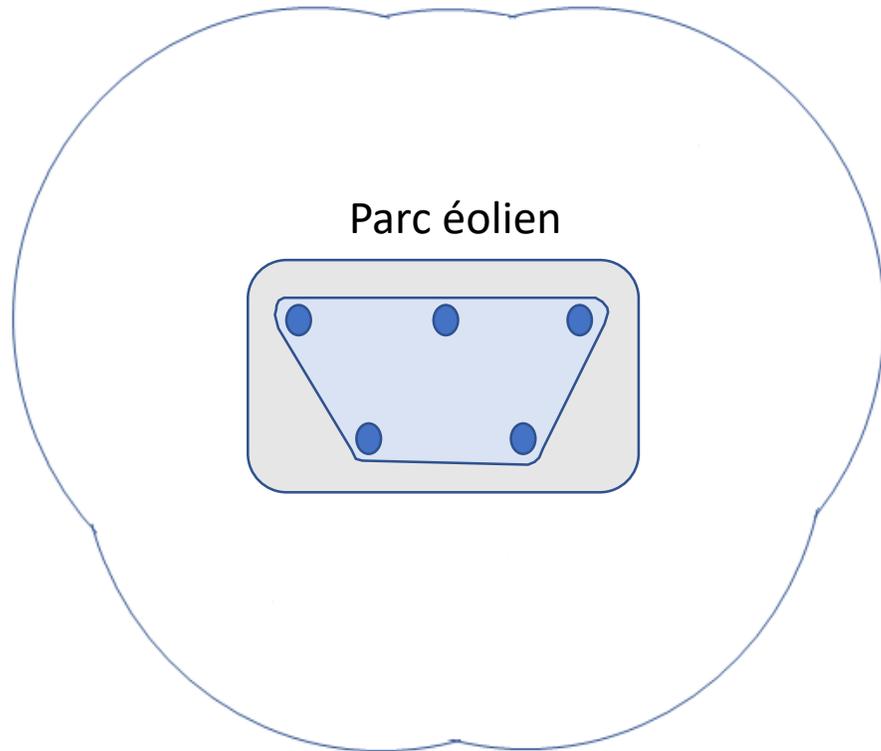
Source: observatoire des éoliennes en Hauts-de-France

- La transition du système électrique européen crée des effets externes
- Ces effets externes et les enjeux d'acceptabilité peuvent ralentir le rythme de déploiement
- Une meilleure prise en compte de ces effets permet de mieux anticiper les difficultés

Second constat: une tendance à l'augmentation de la surface



De quelle surface parle-t-on ?



- Empreinte directe
- Enveloppe convexe
- Empreinte totale
- Zone visibilité

Définition	Artificialisation	Conflits d'usages	Acceptabilité	Accès aux données
Empreinte directe	+	+	-	+
Enveloppe convexe	-	+	+	-
Empreinte totale	-	+	+	+
Zone de visibilité	-	-	++	-

Des questions restent à élucider



Mine de lignite, Hambach, Allemagne

Comment prendre en compte les surfaces liées aux combustibles ?

- Importations
- Biomasse



*Poste de transformation près du Havre
Source: géoportail*

Comment considérer la surface des lignes électriques

- Modification du réseau selon la part d'ENR ?
- Enfouissements de lignes ?
- Renforcements de lignes existantes ou création de nouvelles lignes ?
- Situations différentes selon les pays

Prise en compte de la surface dans le modèle eTIMES-EU

PSL
UNIVERSITÉ PARIS

THÈSE DE DOCTORAT
DE L'UNIVERSITÉ PSL
Préparée à MINES ParisTech

Approche intégrée pour l'analyse prospective de la décarbonisation profonde du système électrique européen à l'horizon 2050 face à la variabilité climatique

Soutenu par
Gildas SIGGINI
Le 25/03/2021

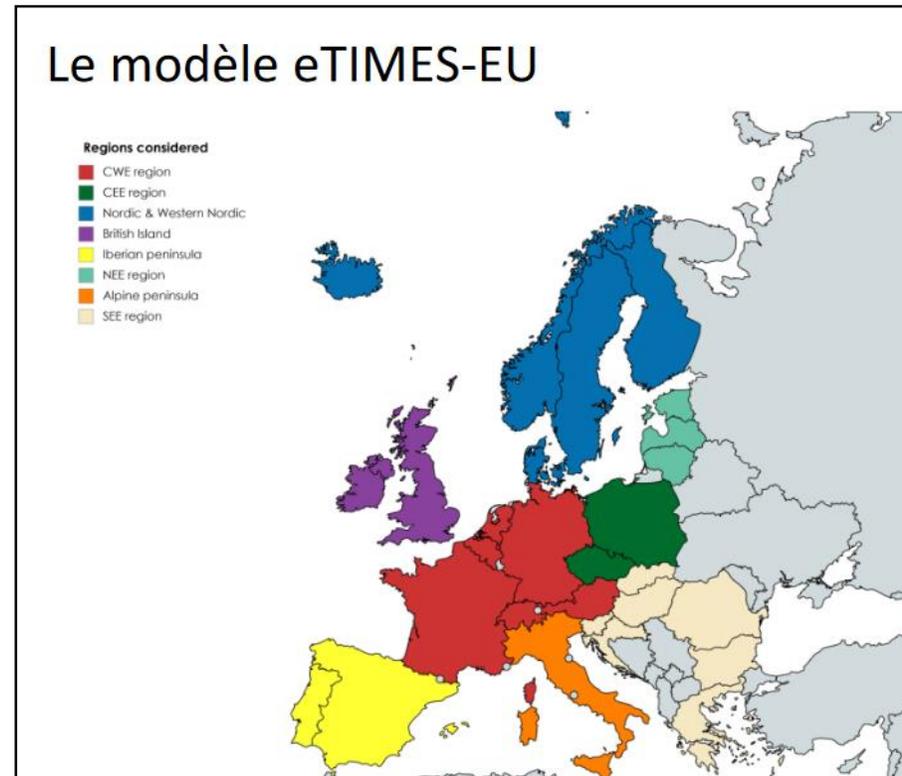
Ecole doctorale n° 84
Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

Spécialité
Contrôle, Prospective **Optimisation,**

Composition du jury :

François MIRABEL Professeur des Universités, Université de Montpellier	Rapporteur
Catherine AZZARO-PANTEL Professeur des Universités, ENSIACET	Rapporteur
Dominique PINON Directeur de recherches émérite, CIREC	Rapporteur Président du jury
Wouter NIJS Ingénieur de recherche, Commission Européenne	Rapporteur
Yves-Marie SAINT-DRENAN Ingénieur de recherche, MINES ParisTech	Rapporteur
Sophie DEMASSEY Maître-assistante, MINES ParisTech	Directrice de thèse
Eti ASSOUMOU Maître de recherche, MINES ParisTech	Directeur de thèse

MINES ParisTech | **PSL**



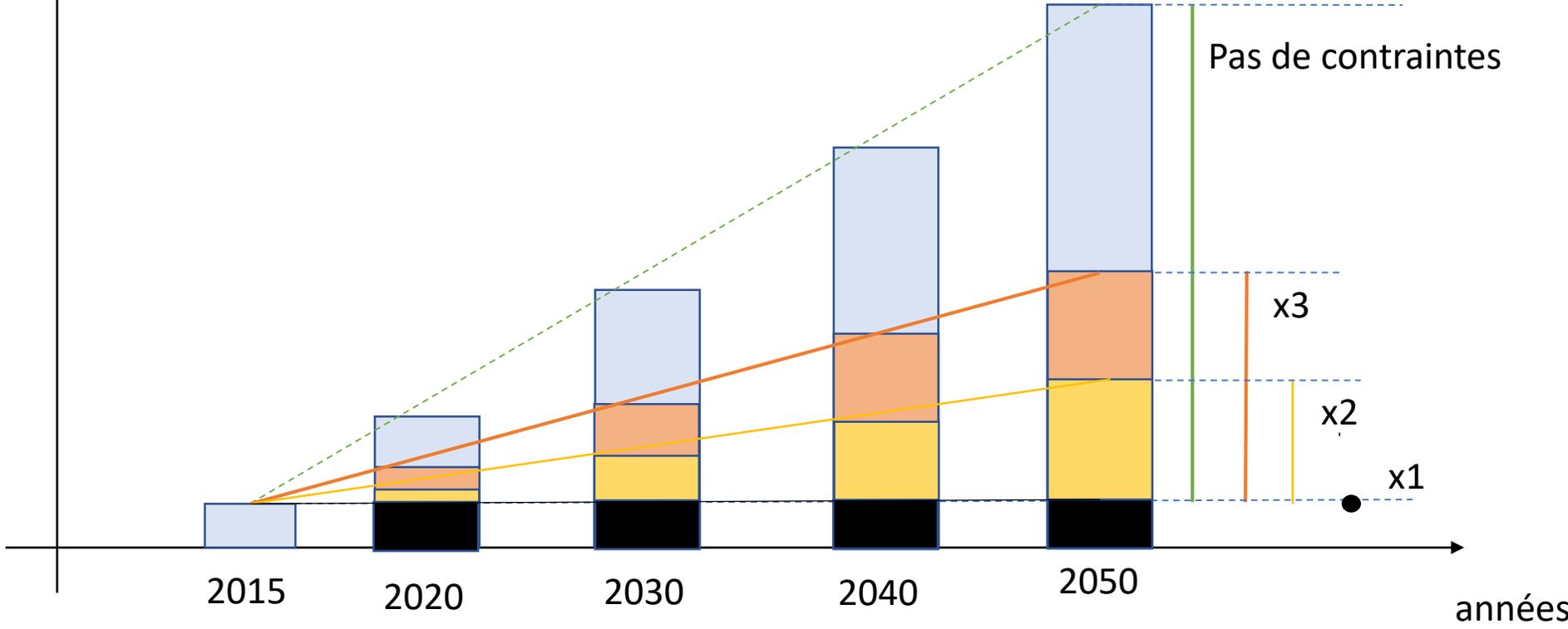
- Permet d'évaluer des politiques de transition du système électrique européen
- Minimisation du coût total actualisé
- Trajectoires d'investissement et d'activité explicites par technologies et par pays

Comment la trajectoire optimale est-elle modifiée lors de l'ajout de contraintes en surface (empreinte totale) ?

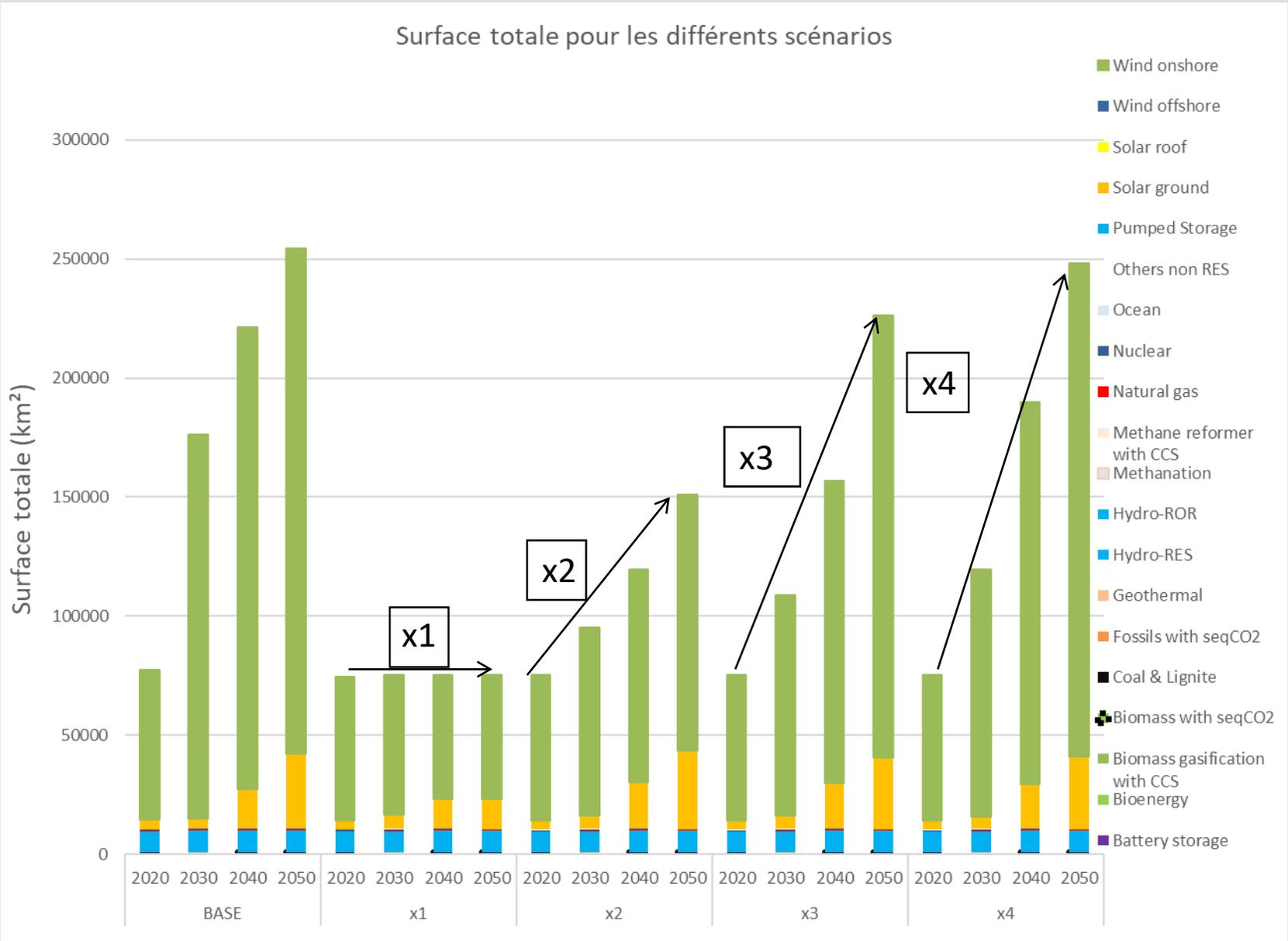
Contraintes surfaces: limitation de l'accroissement en 30 ans

$$Surface_{2050} \leq \alpha * Surface_{2015}$$
$$\alpha \in \{1,2,3,+\infty\}$$
$$Surface_{pays} \leq 0,2 * Superficie_{pays}$$
$$Imports \leq 0,15 * Demande$$

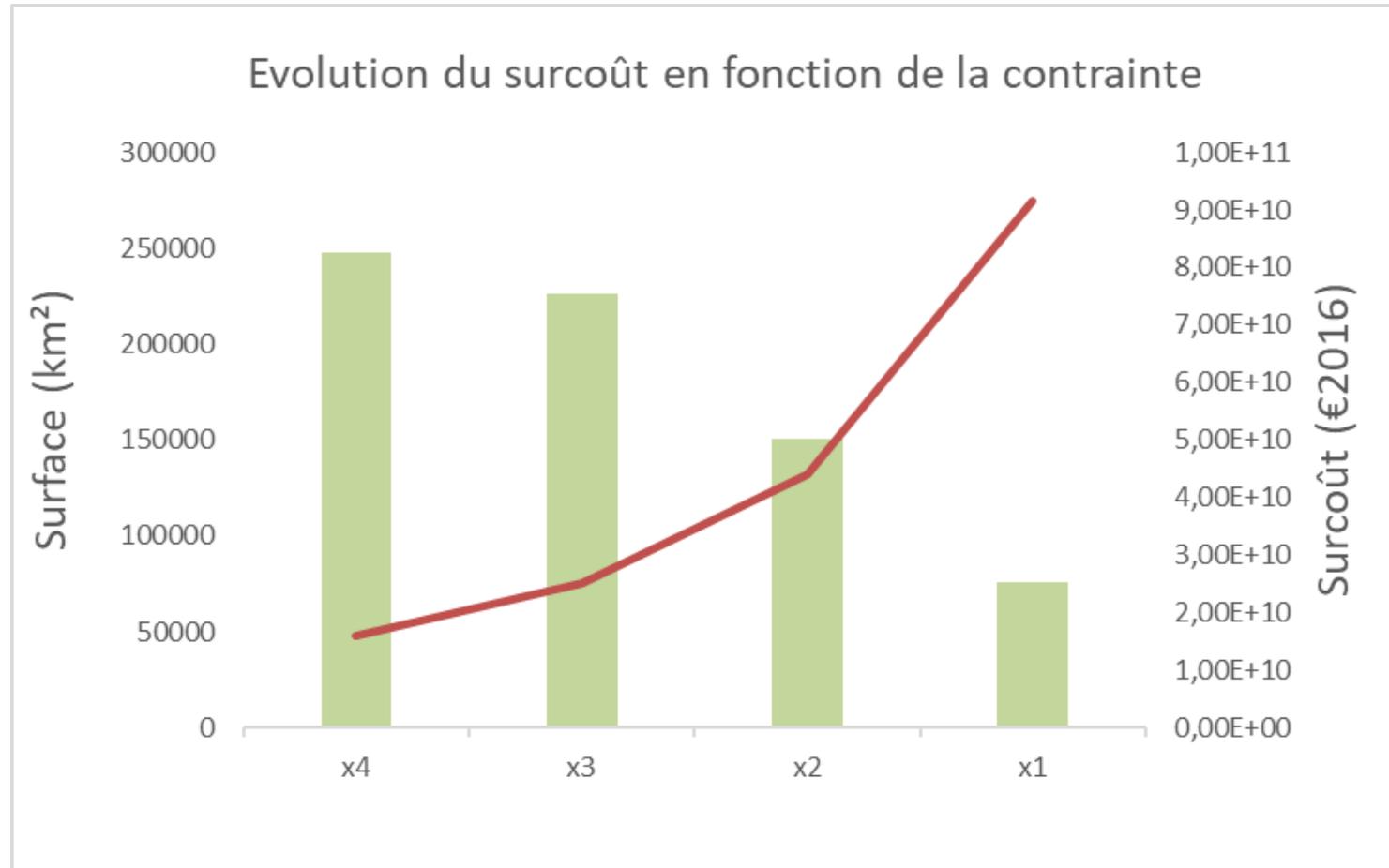
Surface totale



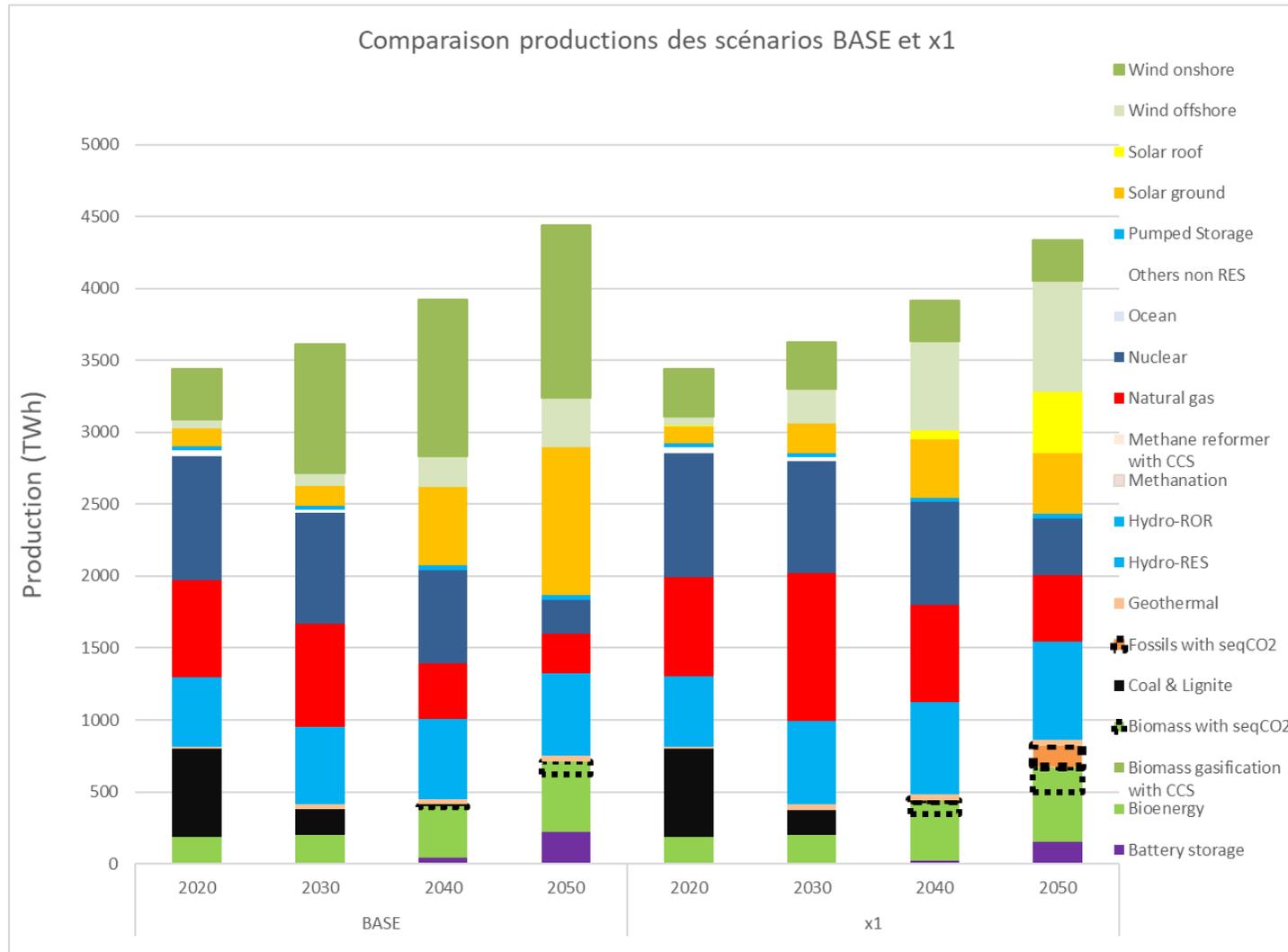
Contraintes avec TIMES: un mix atteignable à un coût maîtrisé...



Contraintes avec TIMES: un mix atteignable à un coût maîtrisé...

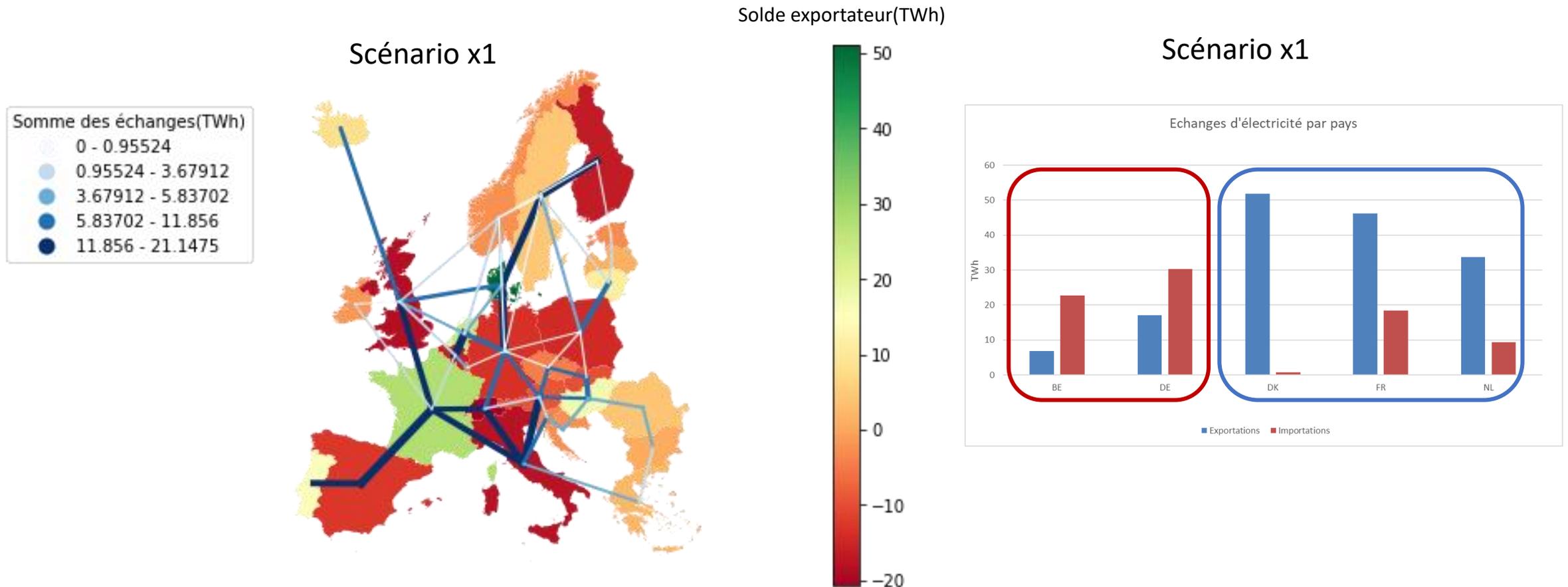


Un mix atteignable à un coût maîtrisé...mais qui nécessite des choix affirmés



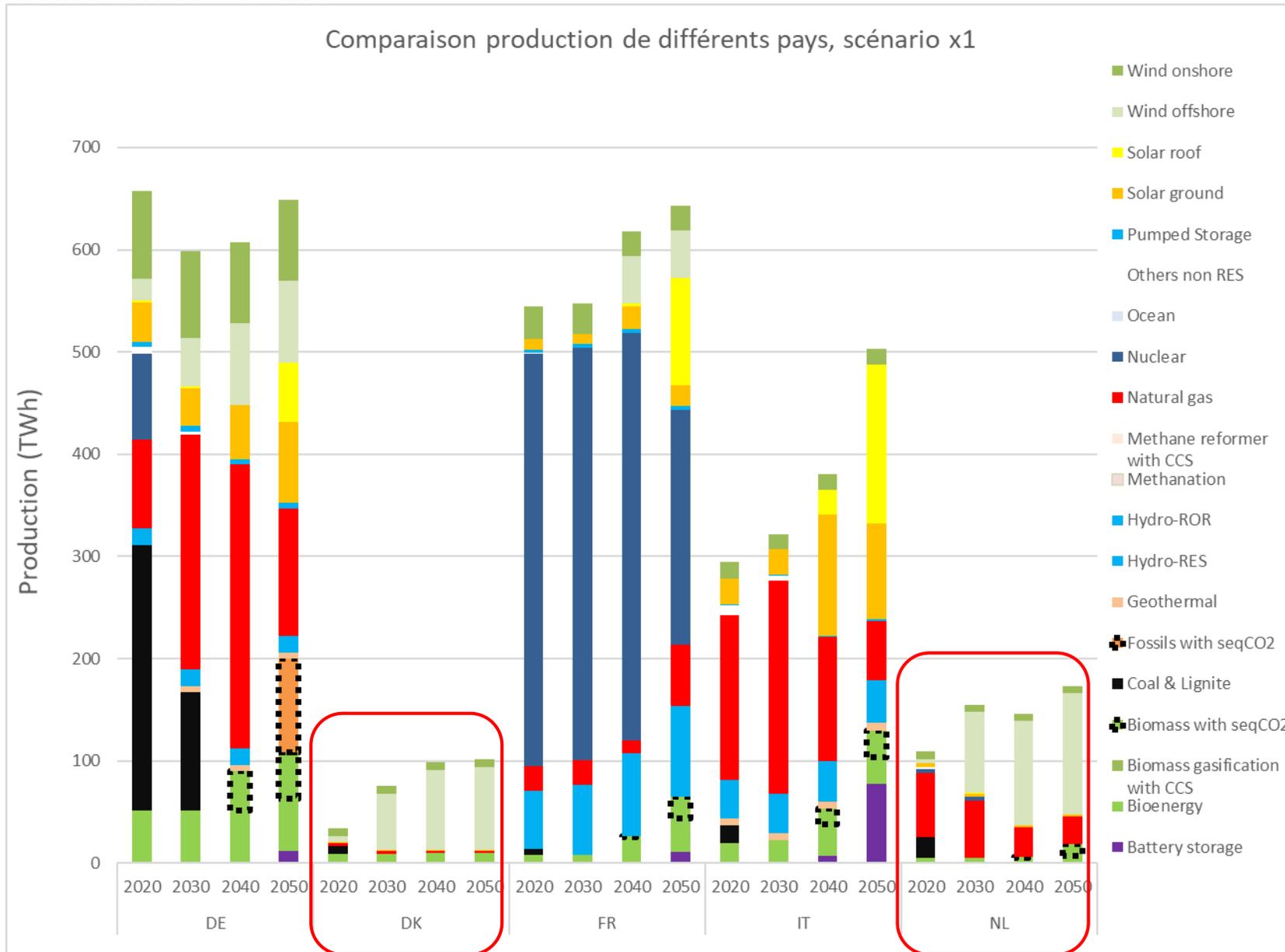
- Privilégier technologies ayant une empreinte faible: PV toiture, éolien offshore, Hydraulique fil de l'eau
- Utilisation CCS, Gaz, Nucléaire
- Pas d'éolien terrestre supplémentaire

Les échanges permettent de tirer profit des avantages de chaque pays pour respecter la contrainte en surface...



- Acceptabilité des pays producteurs ?

Les échanges permettent de tirer profit des avantages de chaque pays pour respecter la contrainte en surface ...au prix d'une grande spécialisation de certains



Conclusion

Comment la trajectoire optimale est-elle modifiée lors de l'ajout de contraintes en surface (empreinte totale) ?

- La prise en compte des questions de l'empreinte des différents moyens de production dans la planification du système électrique européen est pertinente
- Ne pas la considérer pourrait entraîner une forte augmentation de la consommation de surface
- Cette étude montre qu'un mix électrique avec une contrainte forte sur la surface est atteignable à certaines conditions:
 - PV toiture, éolien offshore, Hydraulique fil de l'eau
 - Utilisation CCS, Gaz, Nucléaire
 - L'empreinte totale impose une forte contrainte sur l'éolien terrestre

Améliorations

- Faisabilité CCS, éolien offshore ?
- Acceptabilité éolien offshore ?
- Résilience système ?
- Niveau de coopération aux niveaux des interconnexions
- Prise en compte de la surface des combustibles issus de la biomasse
- Etudier le système énergétique global avec carburants liquides et le gaz

Possible impact of 2020 bioenergy targets on European Union land use. A scenario-based assessment from national renewable energy action plans proposals

Nicolae Scarlat*, Jean-François Dallemand, Manjola Banja

European Commission, Joint Research Centre, Institute for Energy and Transport, Renewable Energies Unit, Via E. Fermi 2749, TP 450, 21027 Ispra, Va, Italy

