

Interactions Electricité / Gaz:

Eléments de synthèse - clôture des sessions Scénarios d'une France « renouvelable » : de 0 à 100 %

Edi Assoumou

Centre de Mathématiques Appliquées, Mines Paris - PSL

Chaire Modélisation Prospective au service du Développement Durable

10 Juin 2022

Principaux enseignements de l'étude

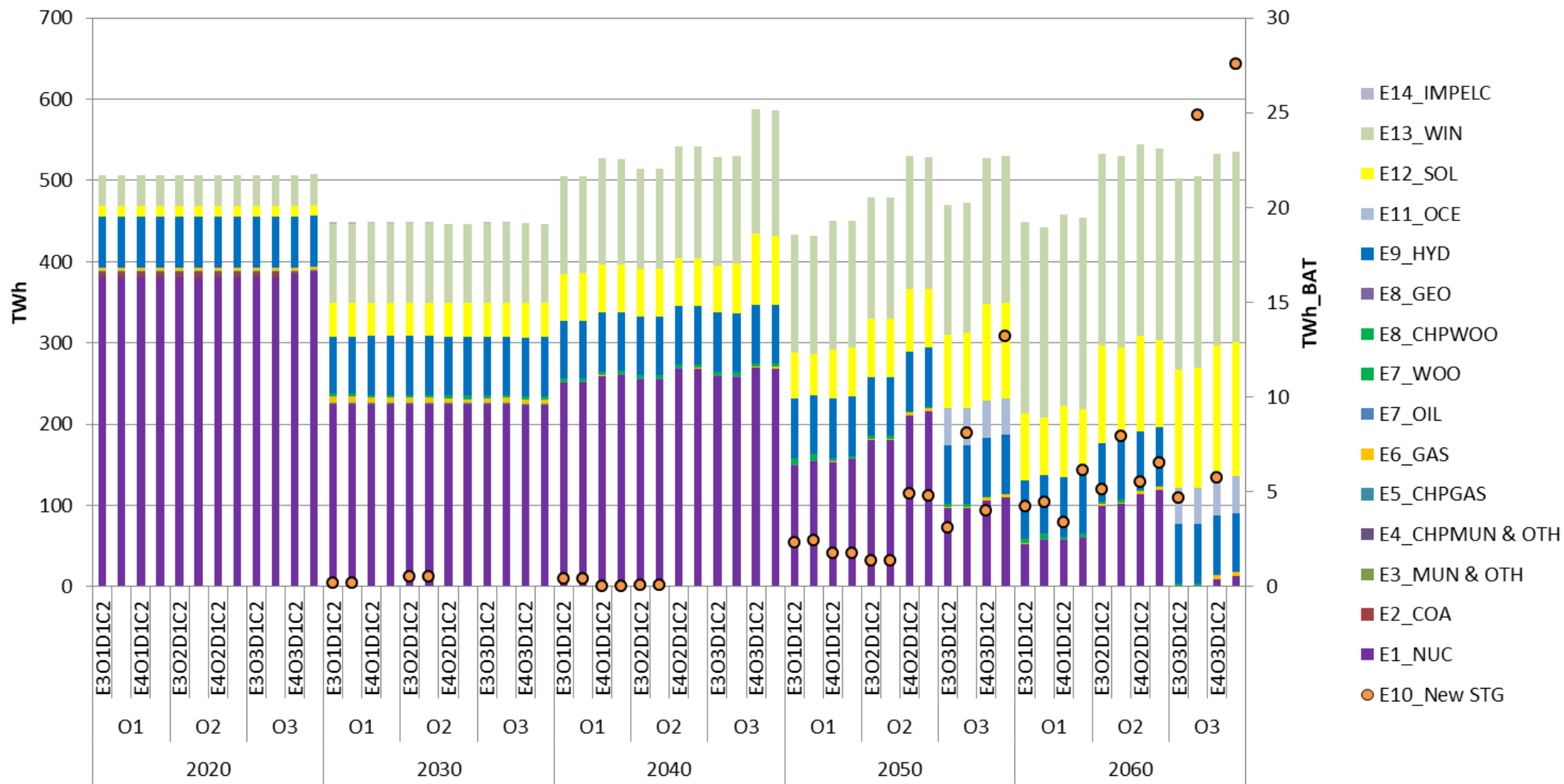
RESULTATS

- Trajectoires à l'horizon 2060 et inertie: optimisation inter-temporelle
 - **Cohérence entre les trajectoires des différentes énergies**
- Exploration de 48 variantes dont 24 visant la neutralité : les options techniques existent / les modes d'opération seront différents
 - **Désaisonnaliser et stocker**
 - Applicable à l'électricité, au gaz, et à l'hydrogène pour la méthanation

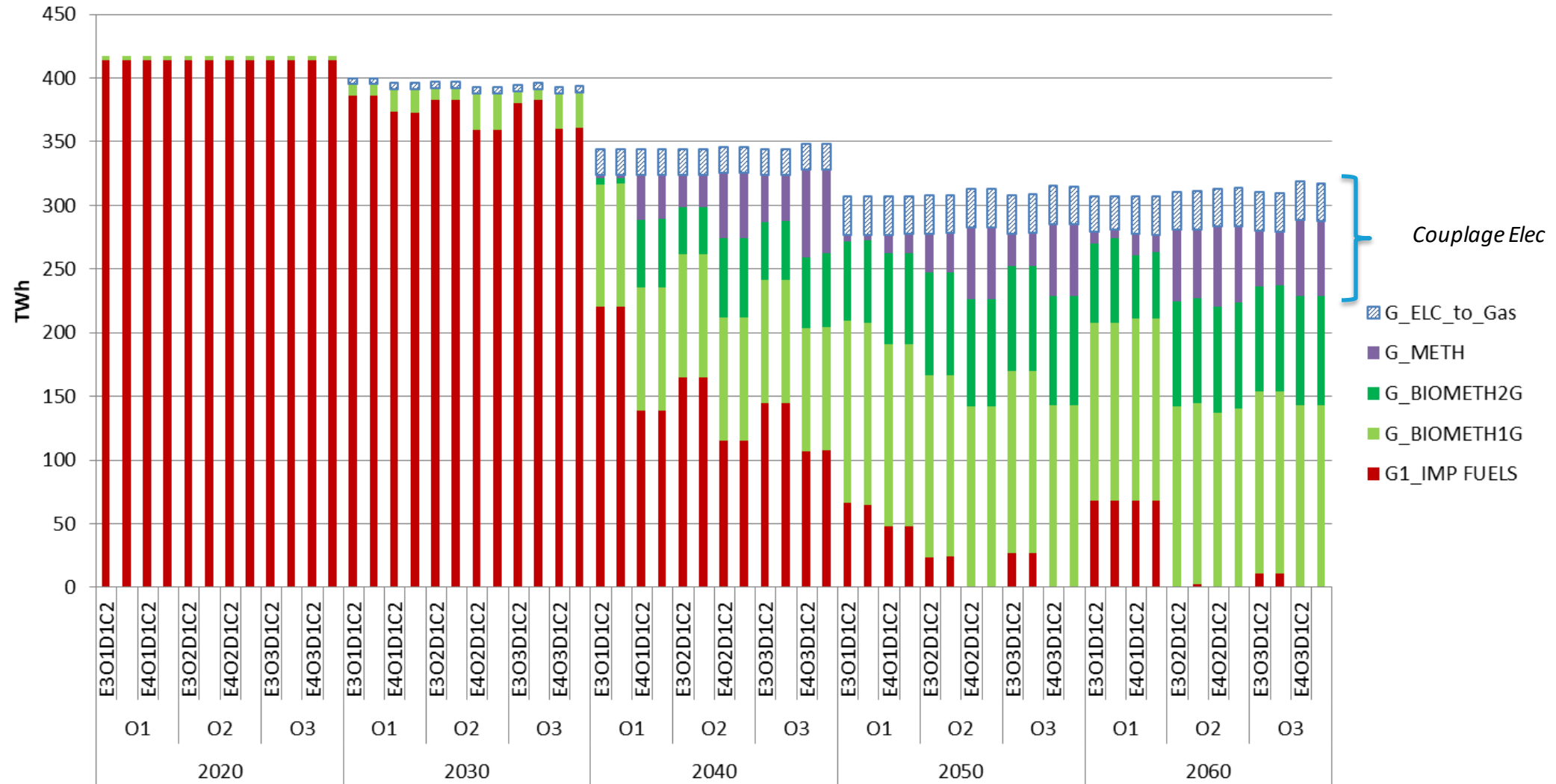
MODELE

- Un modèle dédié à cette question
 - **Leviers pour intégrer certaines dimensions / interactions avec d'autres modèles (TIMES ou autres)**

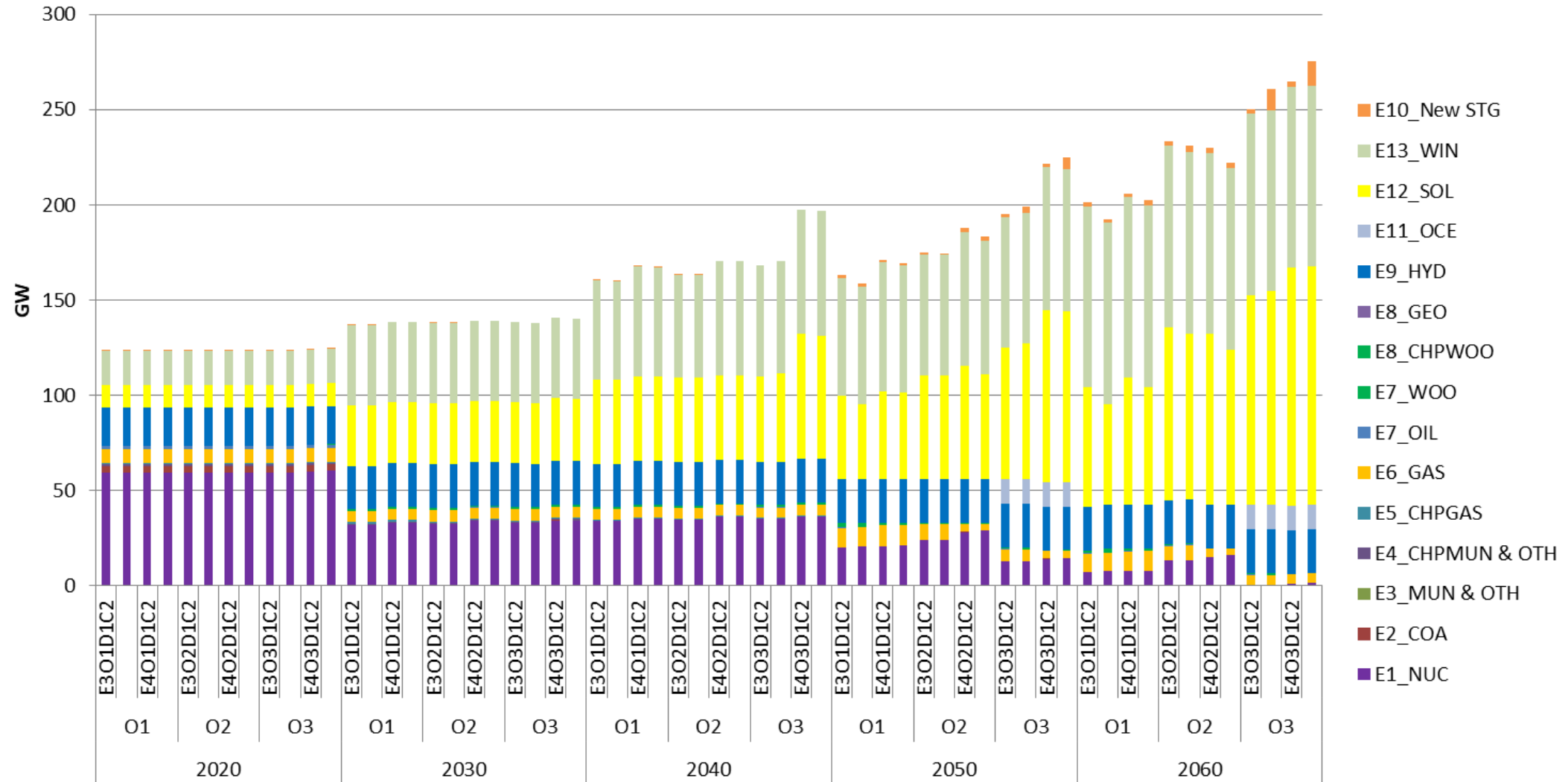
Synchroniser les trajectoires: mix électrique et gaz



Synchroniser les trajectoires: mix électrique et gaz

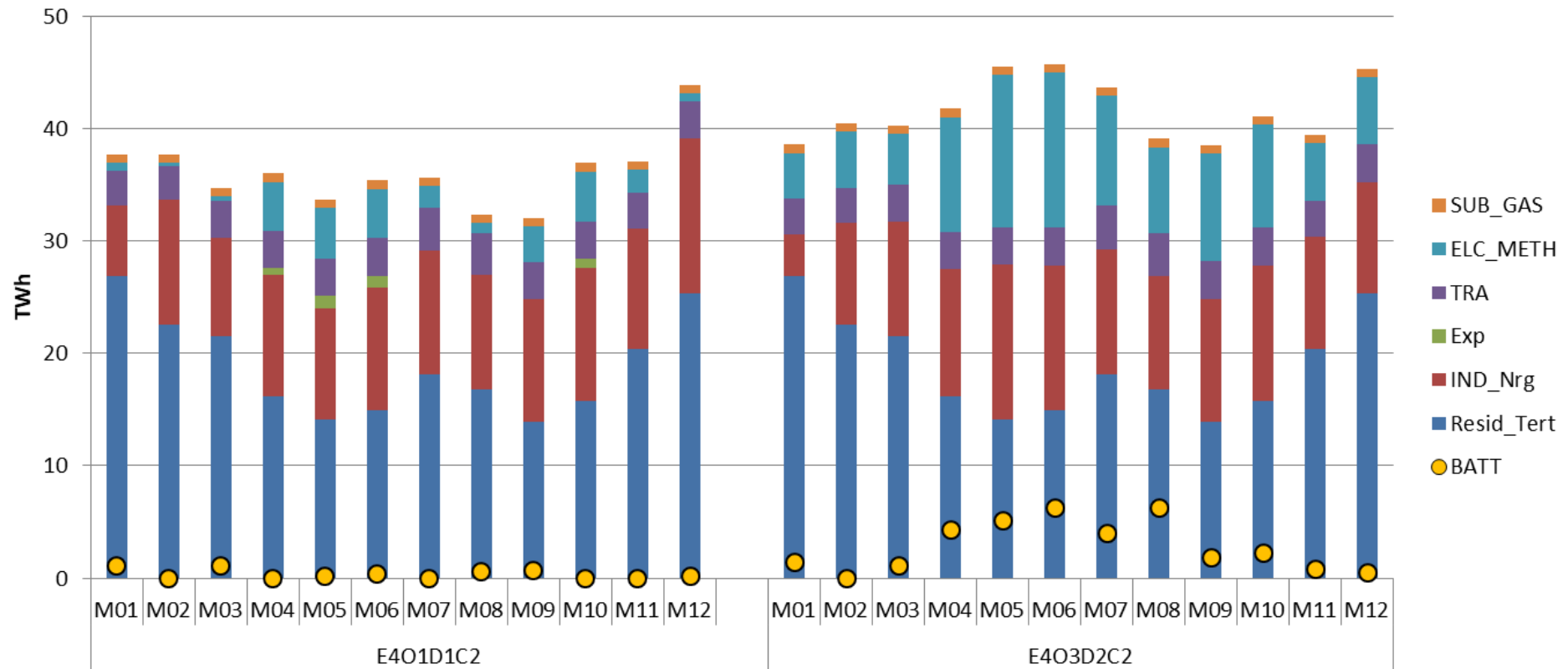


Synchroniser les trajectoires: enjeu de déploiement de nouvelles capacités



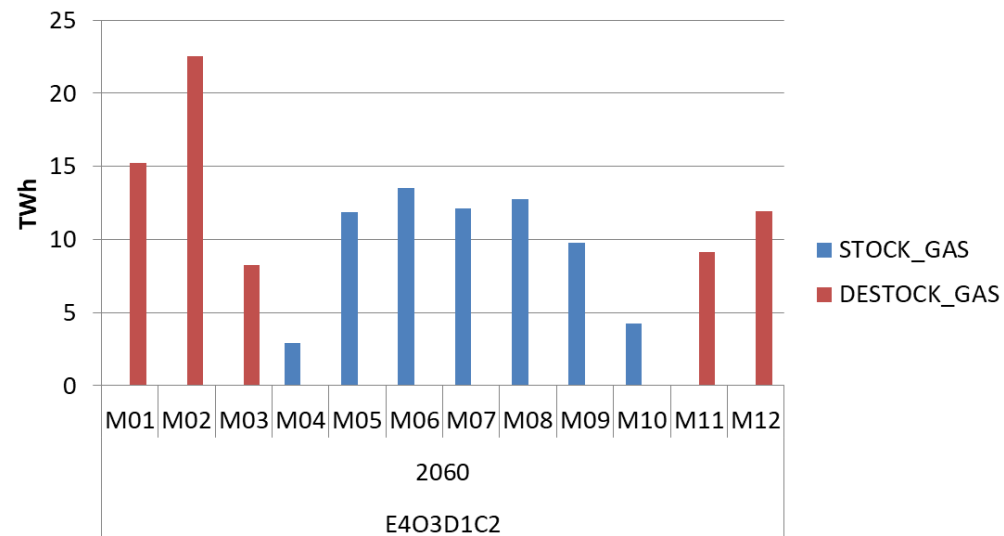
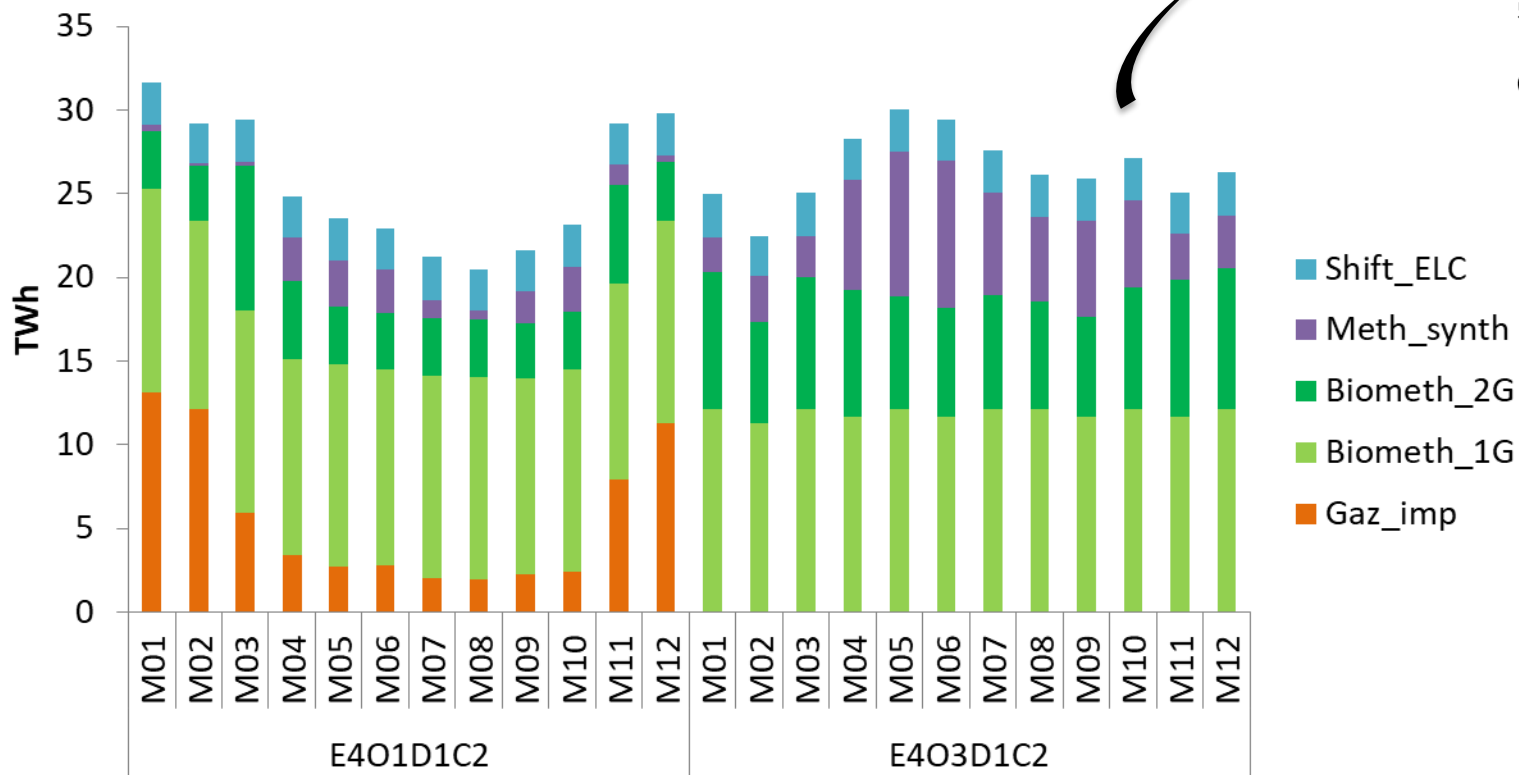
Anticiper de nouvelles dynamiques: désaisonnaliser /stocker Electricité

- Influence des demandes pour le transport et pour la méthanation



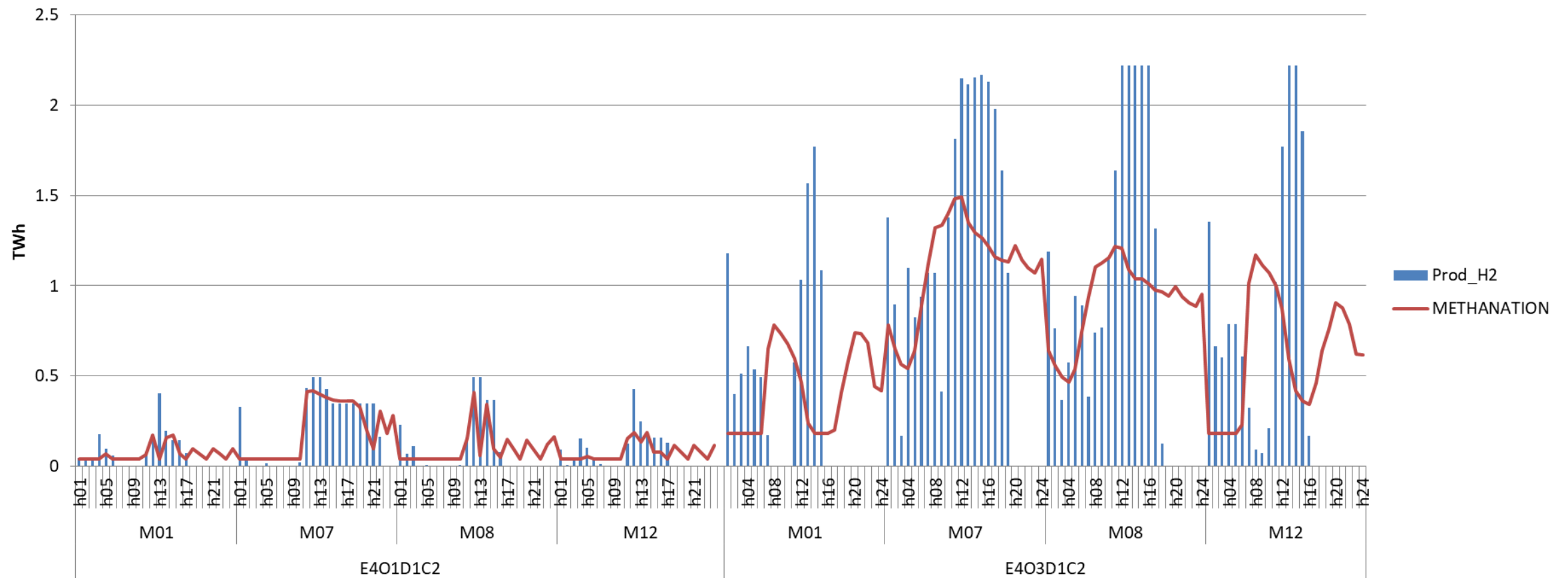
Anticiper de nouvelles dynamiques: désaisonnaliser /stocker Gaz

- Les flexibilités du système gaz pourraient permettre d'ajuster l'offre à la demande



Anticiper de nouvelles dynamiques: désaisonnaliser /stocker Production H2 pour la méthanation

- De même, la méthanation atténue la variabilité de la production de H2

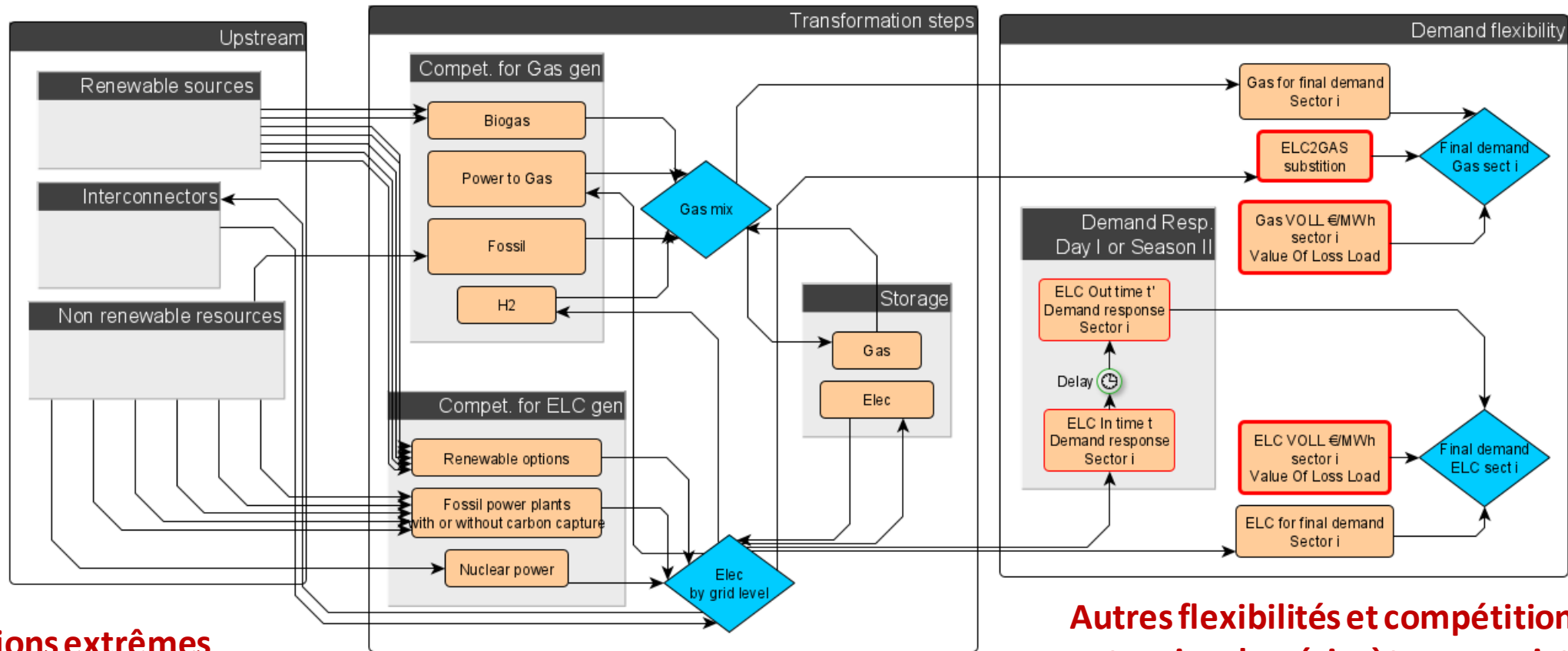


Un modèle dédié: leviers/limites/perspectives

Actions sur les ressources

Actions sur les technologies contraintes/acceptabilités

Actions sur la demande de services



Situations extrêmes

Autres flexibilités et compétitions: extension du périmètre, associations de modèles

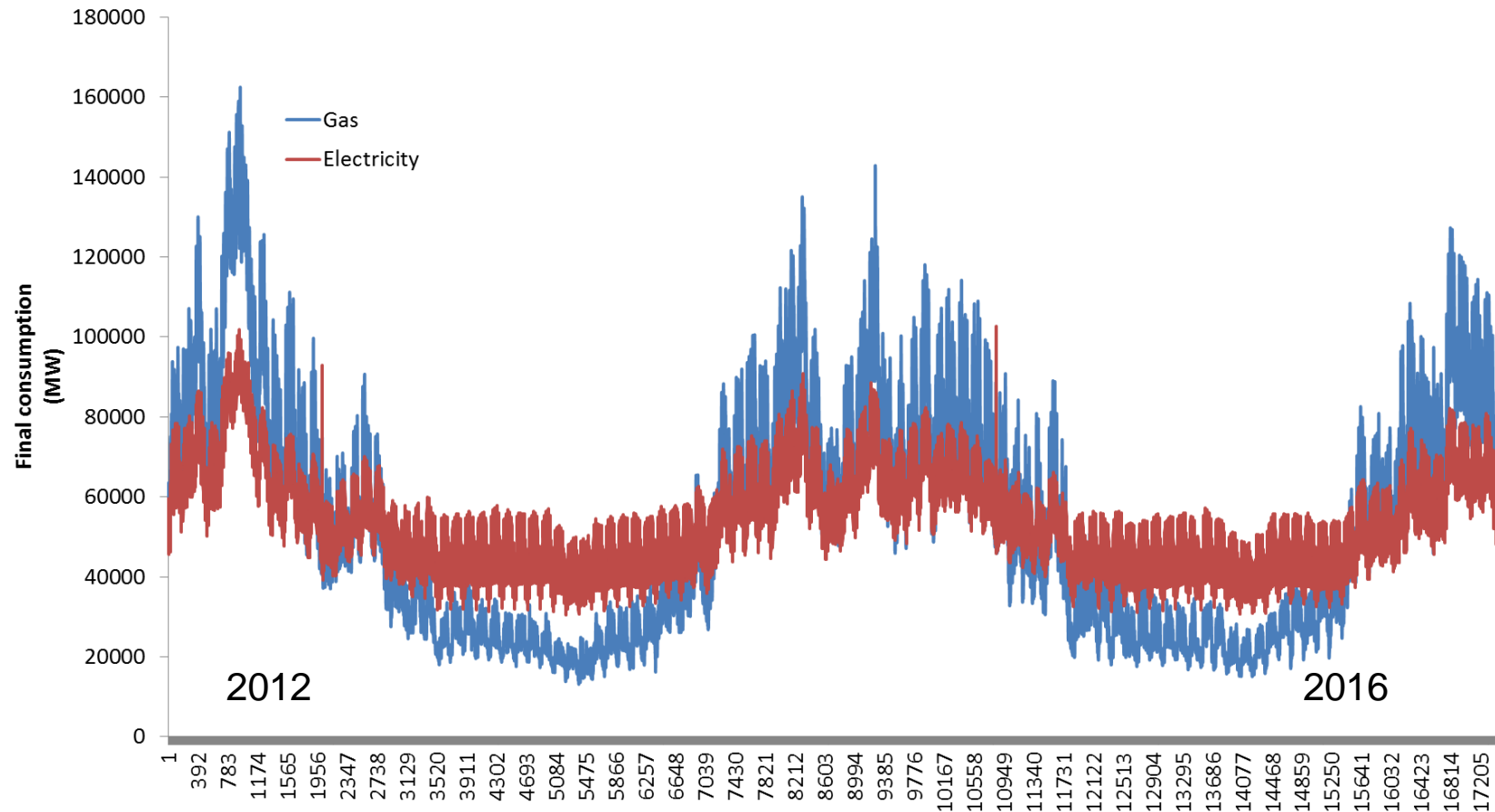
Merci pour votre attention

edi.assoumou@mines-paristech.fr



Observation 2: plus forte saisonnalité du gaz

- Les enjeux de l'équilibre offre demande



De nouveaux scénarios pour ...

- Sonder la complexité des interactions entre technologies: transition du système électrique, gaz renouvelable, power to gas, stockage,

THÈSE DE DOCTORAT
de l'Université de recherche Paris Sciences et Lettres
PSL Research University

Préparée à MINES ParisTech

Flexibilité et interactions de long terme dans les systèmes multi-énergies : analyse technico-économique des nouvelles filières gazières et électriques en France

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

Spécialité « Contrôle, Optimisation, Prospective »

COMPOSITION DU JURY :

Mme. Catherine AZZARO-PANTEL
INP-ENSIACET, Rapporteur

M. Olivier BAHN
HEC Montréal, Rapporteur

M. François MIRABEL
Université Montpellier 1, Examinateur et président du jury

Mme. Nadia MAZI
MINES ParisTech, Examinateur

M. Edj ASSOUMOU
MINES ParisTech, Examinateur

Mme. Carole BARON
GRTgaz, Invité

Soutenu par Rémy DOUDARD
le 17 décembre 2018

Dirigée par Edj ASSOUMOU

 | 

Thèse: Rémy Doudard


EIVP
ECOLE DES INGÉNIEURS DE LA VILLE
DE PARIS
ECOLE SUPÉRIEURE DU GÉNIE URBAIN


IZUBA
énergies

ACV - Energies

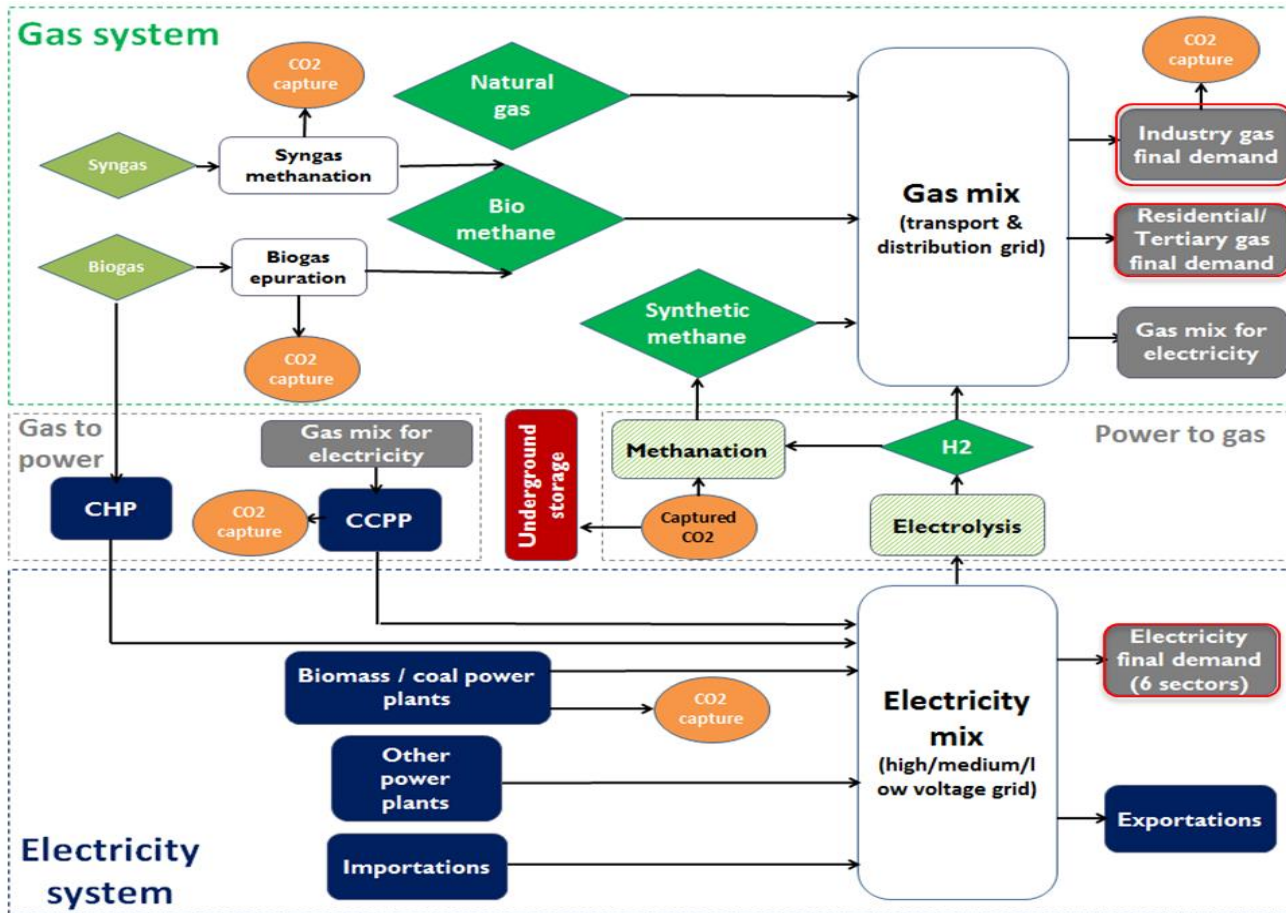
 Chaire
MPDD

[ACCUEIL](#) [LA CHAIRE](#) [ÉVÉNEMENTS](#) [RECHERCHE](#) [PUBLICATIONS](#) [PARTENAIRES](#) [CONTACT](#) 



Chaire Modélisation Prospective
au service du Développement Durable

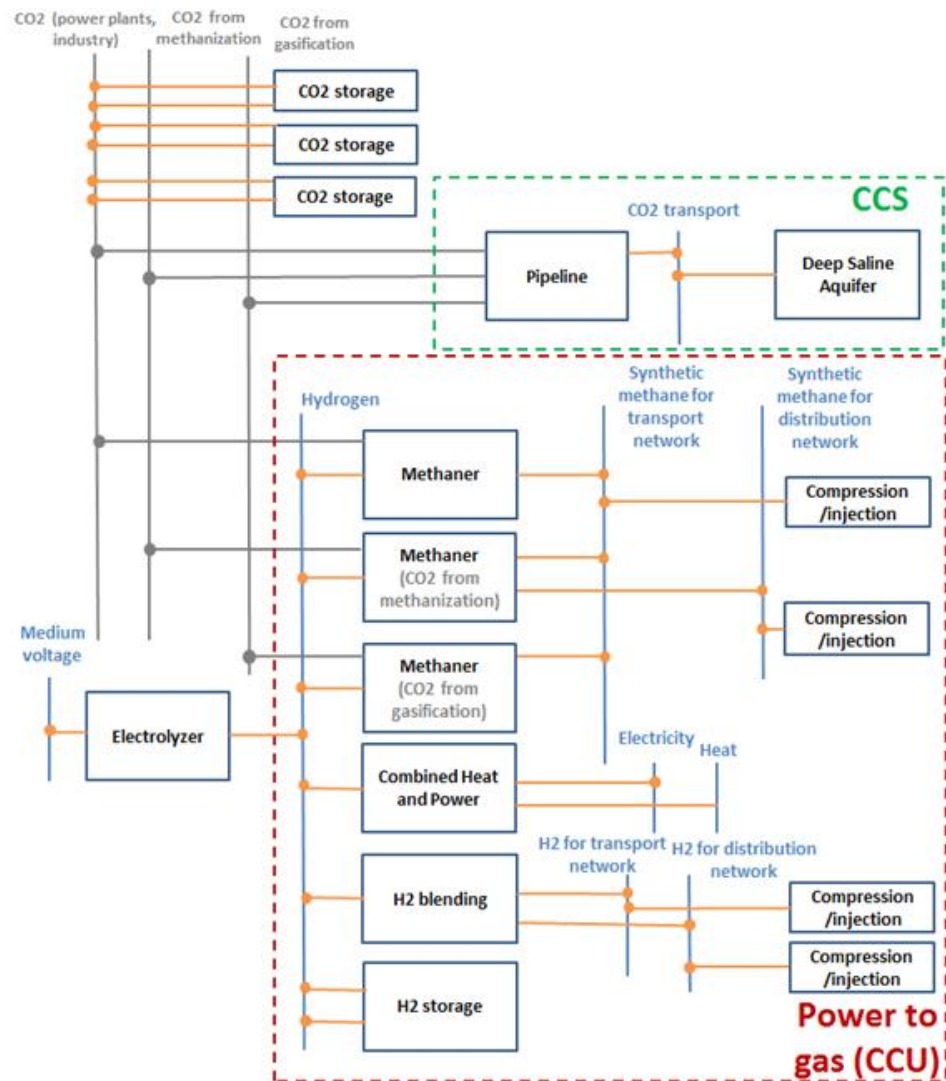
Dimension prospective : comment?



- 12 saisons x 2 jours (Sem, WE) x 24h
- Horizon 2060 par pas de temps de 5 ans
- Description des bifurcations technologiques potentielles
- Permet d'évaluer des **politiques communes** pour les filières gaz et électricité
- Minimisation du coût total actualisé
- Trajectoires d'investissement et d'activité explicites pour chaque technologie

Dimension prospective : comment?

- Exemple de la filière Power to Gas



Dimension prospective : espace exploré

Une combinaison d'hypothèses sur des dimensions clés

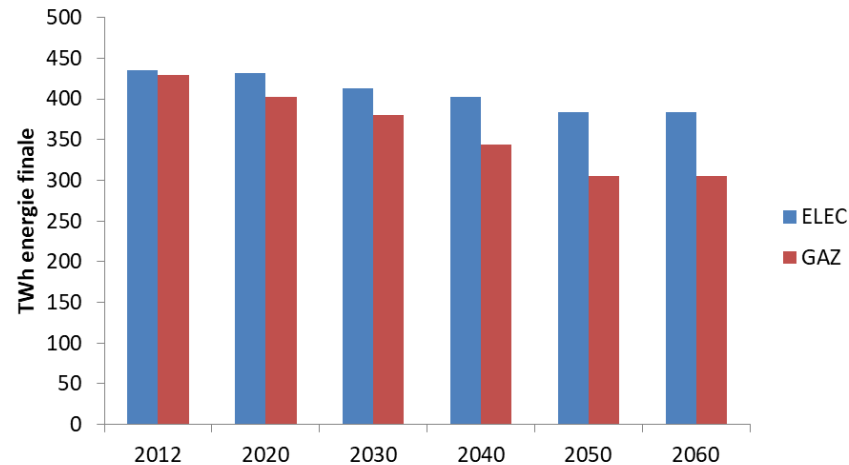
POLITIQUE ENVIRONNEMENTALE

Contrôle par la pénalité

- **E1**: pénalité de référence taxe atteignant 30€/tCO2 en 2030, stable après.
- **E2**: pénalité EU E1 prolongé jusqu'à 100€/t CO2. Pénalité du scénario de référence de la commission Européenne périmètre ETS

Contrôle par le volume

- **E3**: E1 + budget carbone contraint et équivalent à une neutralité atteinte en 2060
- **E4**: E1+ budget carbone plus contraint et équivalent à une neutralité atteinte dès 2050



UNIVERS TECHNIQUE

Offre

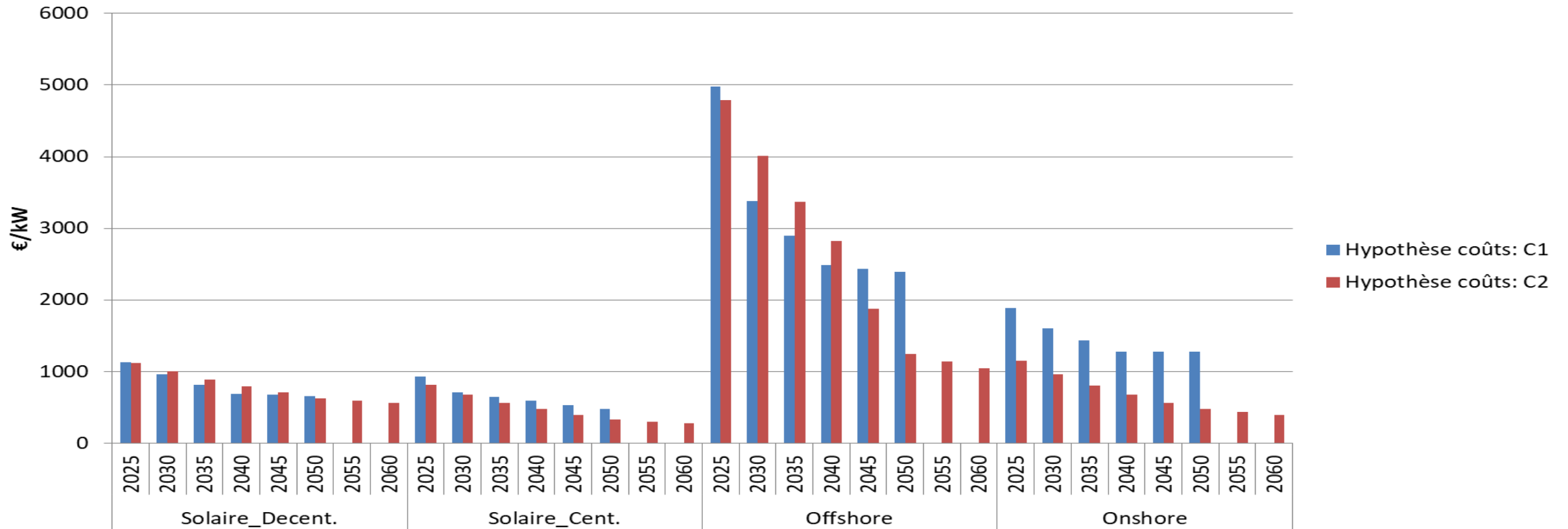
- **O1**: technophile Nucléaire, capture et séquestration, demande response disponibles
- **O2**: acceptabilité CCS Pas de séquestration dont les question d'acceptabilité conduisent à chercher d'autres voies
- **O3**: O2 + acceptabilité EPR L'acceptabilité s'étend au nucléaire. Malgré sa présence historique, pas de nouveaux réacteurs

Demande

- **D1**: La diffusion des technologies de pilotage de la demande ne rencontre pas de réels problème d'acceptabilité et le potentiel de demande response est élevé
- **D2**: Développement plus controversé de la demande response traduit par un potentiel maximal plus faible

1 premier jeu de 24 scénarios (exemple E1O1D1)

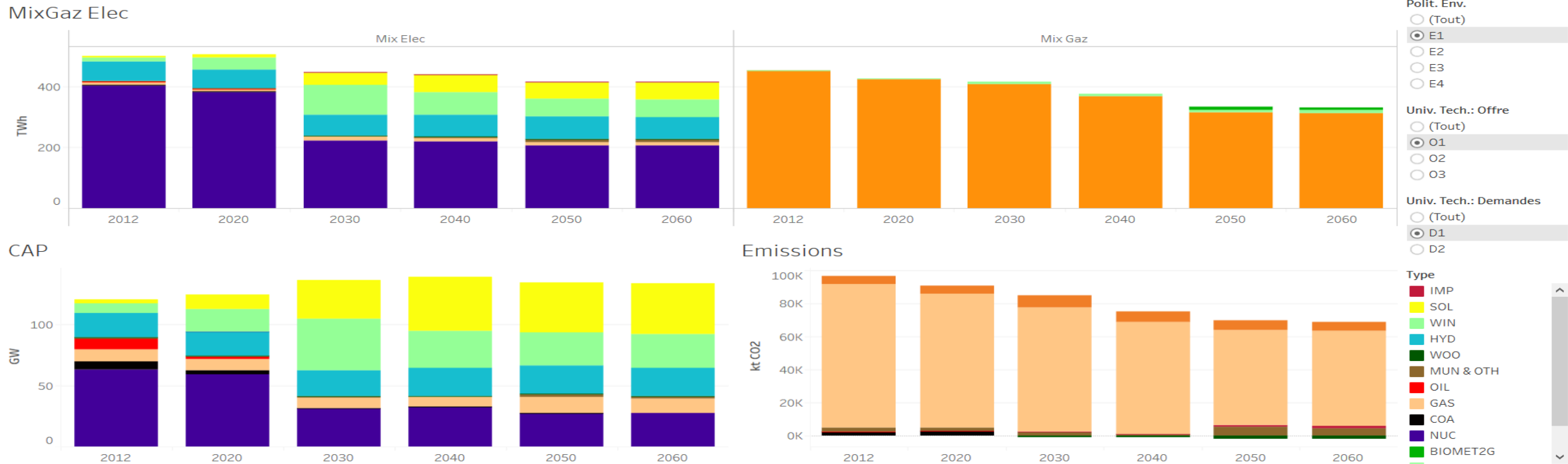
Dimension prospective : espace exploré



+ 24 scénarios ayant des hypothèses de CAPEX PV et éolien beaucoup plus optimistes

Dimension prospective : quels enseignements?

Mix électrique – Mix gaz – Capacités - Emissions



Dimension prospective : quels enseignements?

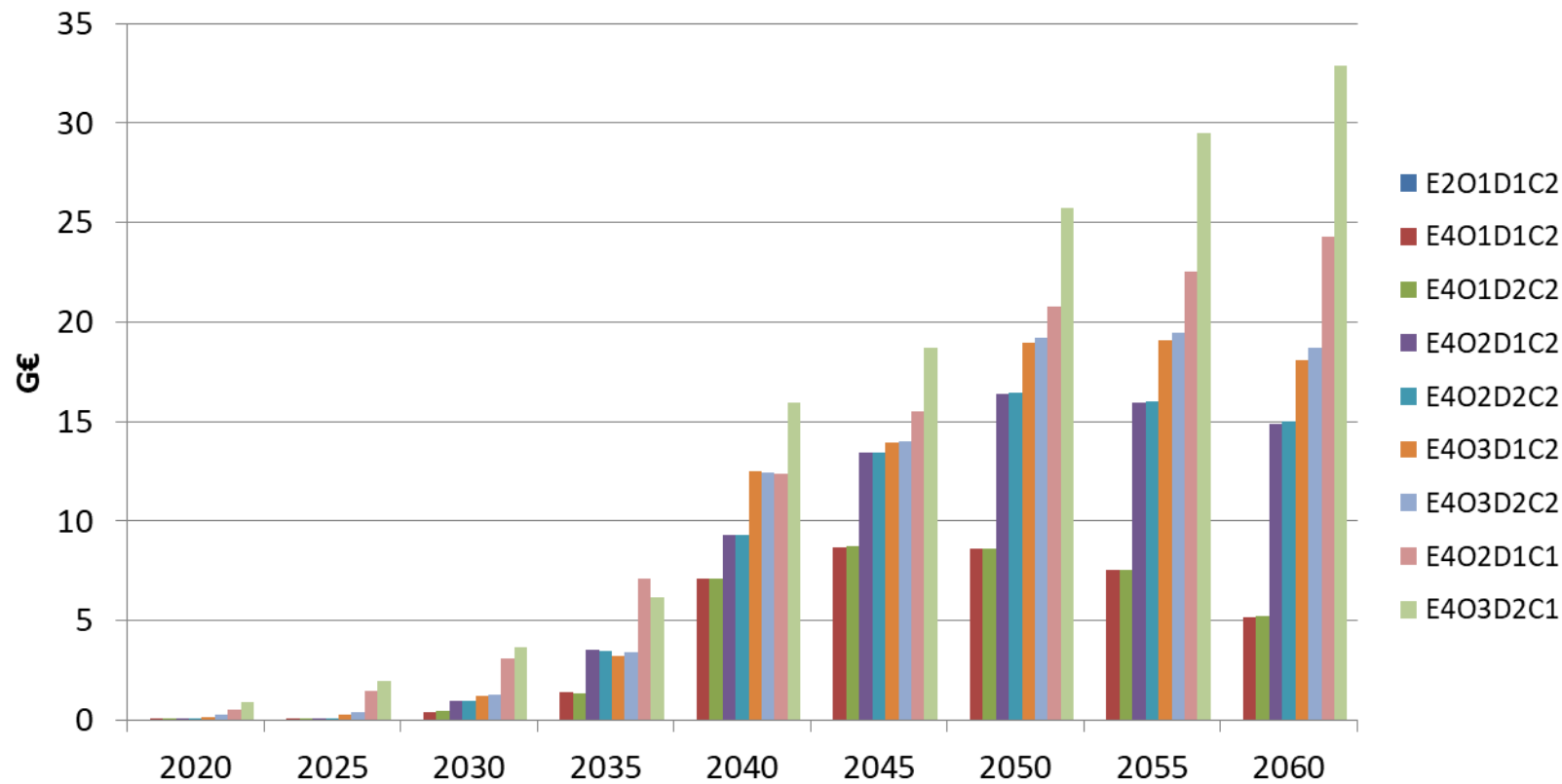
L'espace exploré

Distribution des émissions de CO2 kt



Dimension prospective : quels enseignements?

Coûts annualisés: no « free lunch »



2020 / AUTORISATIONS D'ENGAGEMENT

Numéro et intitulé de l'action ou de la sous-action	Titre 6 Dépenses d'intervention	FDC et ADP attendus en 2020
01 – Soutien aux énergies renouvelables électriques	5 104 260 667	0
02 – Soutien à l'effacement de consommation électrique	40 000 000	0
03 – Soutien à l'injection de bio-méthane	248 539 333	0
04 – Fonds d'interconnexion	20 300 000	0
Total	5 413 100 000	0

Loi de finances