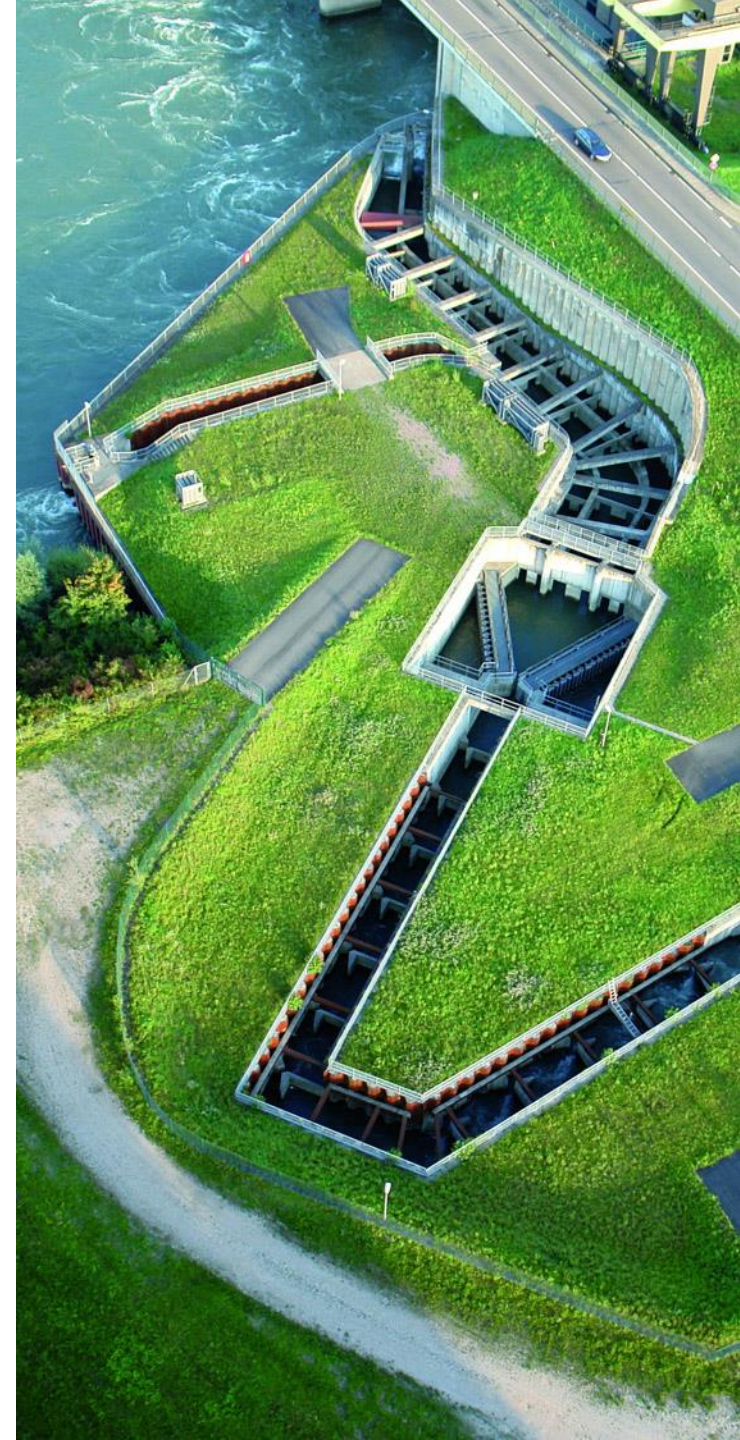







# MODÉLISATION ET PROSPECTIVE : EXEMPLES À EDF R&D

Christophe MARCHAND



Chaire Modélisation Prospective au service du  
Développement Durable (28/01/2016)



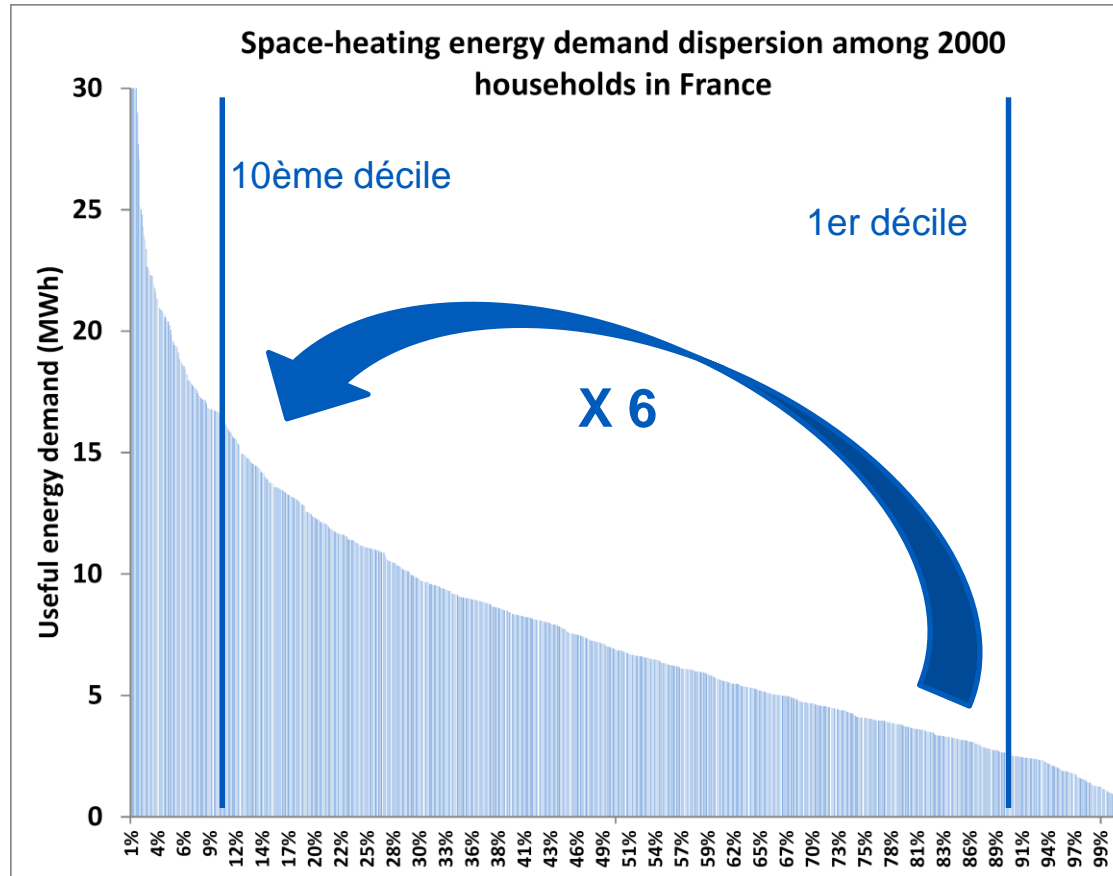
# La transition énergétique ne se limite pas à l'offre.

- ▶ La demande d'énergie est une réponse aux besoins des ménages, via leur consommation énergétique directe (logement, transport) et indirecte (infrastructures, produits, services)
  - France : des analyses de plus en plus détaillées des consommations directes 
    - Un corpus de données très riche (INSEE, CEREN...), une très grande diversité des situations
    - Une modélisation de la diffusion des technologies qui capte cette diversité
      - Technologies de chauffage
      - Véhicules électriques
    - Mieux comprendre les comportements des ménages permet d'en imaginer des évolutions plus réalistes
      - Choix individuels et collectifs de transport
  - France : une approche des consommations indirectes 
    - Rapprochement des données énergétiques avec celles de la comptabilité nationale
      - Emprise énergétique
    - Vers un modèle cohérent des comportements des ménages vers les consommations d'énergie via l'économie
      - Evolutions de comportements et consommations globales d'énergie
  - Monde : une tentative de nouveau regard sur la demande par grandes régions 
    - Emprise énergétique
    - Dynamique des grands secteurs industriels : exemple Acier

# Une approche systémique est nécessaire.

- ▶ La complexité du système électrique doit être prise en compte, et expliquée
  - Exemple : étude 60% EnR 
- ▶ EDF est immergée dans le système énergétique mondial
  - Utilité d'un modèle simple : Mescalito 

# Dispersion de la consommation annuelle de chauffage des ménages



Source: Cayla (2011)

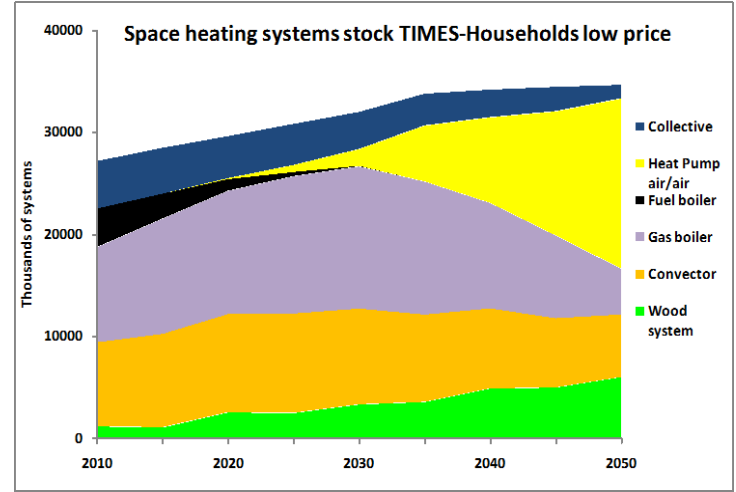
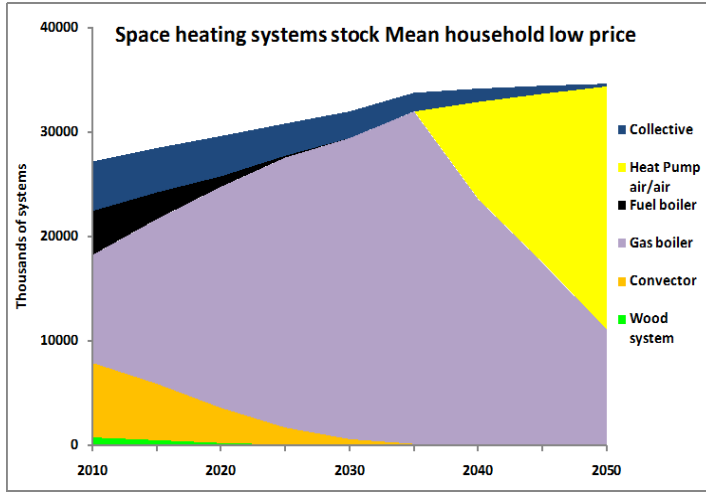
- Reflet de la diversité de :
  - Performance thermique du bâti
  - Surface du logement
  - Système de chauffage
  - Climat local
  - Comportement du ménage...

# Segmentation des ménages et diffusion des technologies de chauffage

TIMES - ménage moyen

TIMES - ménages segmentés

LOW ENERGY PRICE

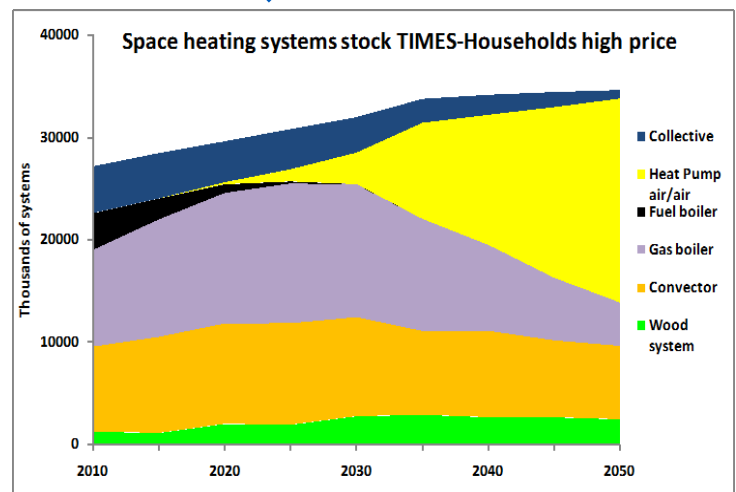
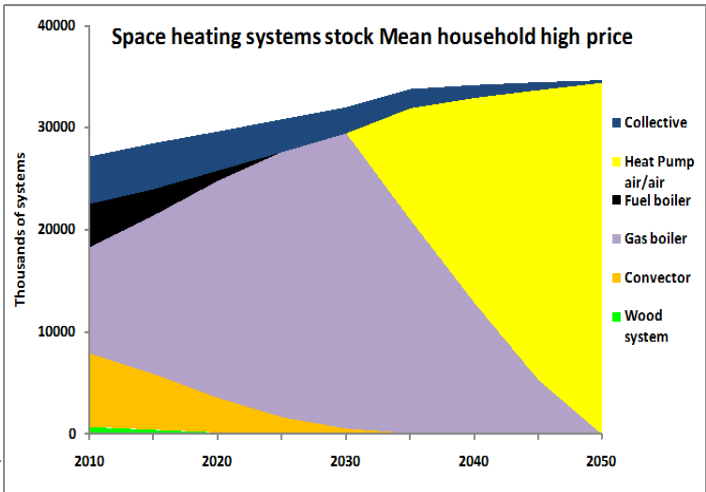


38% écart part de marché

32% écart part de marché

12% écart part de marché

HIGH ENERGY PRICE



51% écart part de marché

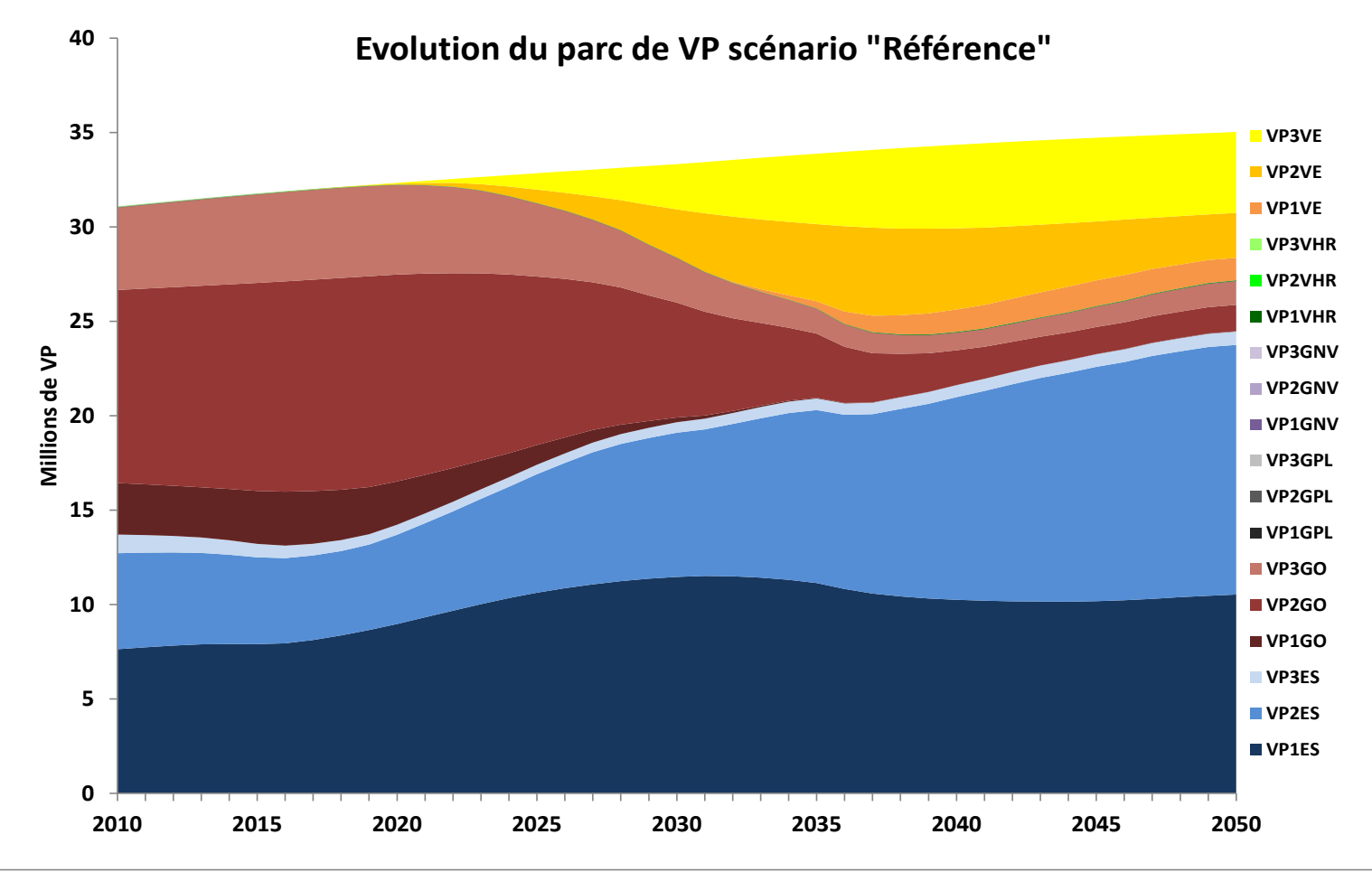
Source: Cayla & Maizi (2015)

# Illustration de la segmentation : modèle de mobilité individuelle

(Cayla 2015)

- Modèle représentant la **mobilité en somme de trajets de différente portée** pour différents motifs de façon à sortir de la représentation agrégée en passagers-kilomètres
  - Mobilité locale: 7 plages de distance et 10 motifs
  - Longue-distance: 5 plages de distance et 3 motifs
  
- Une demande de **mobilité différente** selon le **type de population** concernée
  - Niveau de vie du ménage: 5 quintiles
  - Type de ménage: célibataire (+/-65ans), couple(+/- 65ans), monoparentale, famille enfants
  - Tissu urbain: rural, banlieue, urbain
  - PCS individu: 7 postes
  - Nombre de voitures/adulte du ménage: 0, 1, 2+
  
- Un **parc de véhicules** associé aux différents ménages décrit de façon détaillée et en **cohérence avec la mobilité de ses possesseurs**
  - Gamme du véhicule: petit, moyen, grand
  - Carburant: Essence, Diesel, GPL, GNV, VHR, VE
  - Millésime
  
- Des **consommations d'énergie détaillées** selon
  - Mode emprunté, carburant, taux remplissage
  - Consommations unitaires véhicules, voiries empruntées

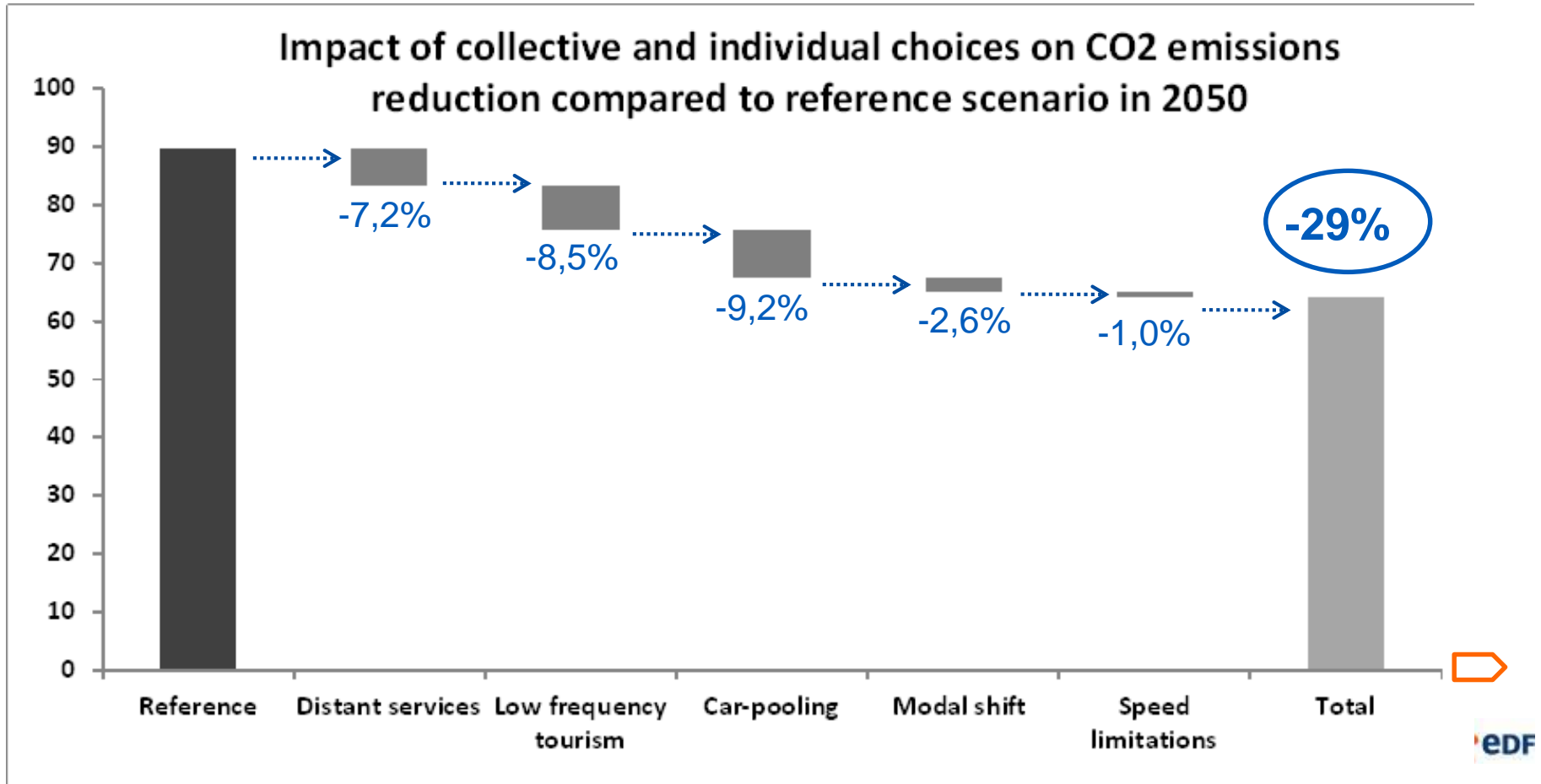
# Utilisation du modèle pour étudier les évolutions possibles du parc de VP



- Décision d'achat par les ménages du véhicule qui minimise le coût global de possession, en intégrant le progrès technique et les coûts des énergies consommées

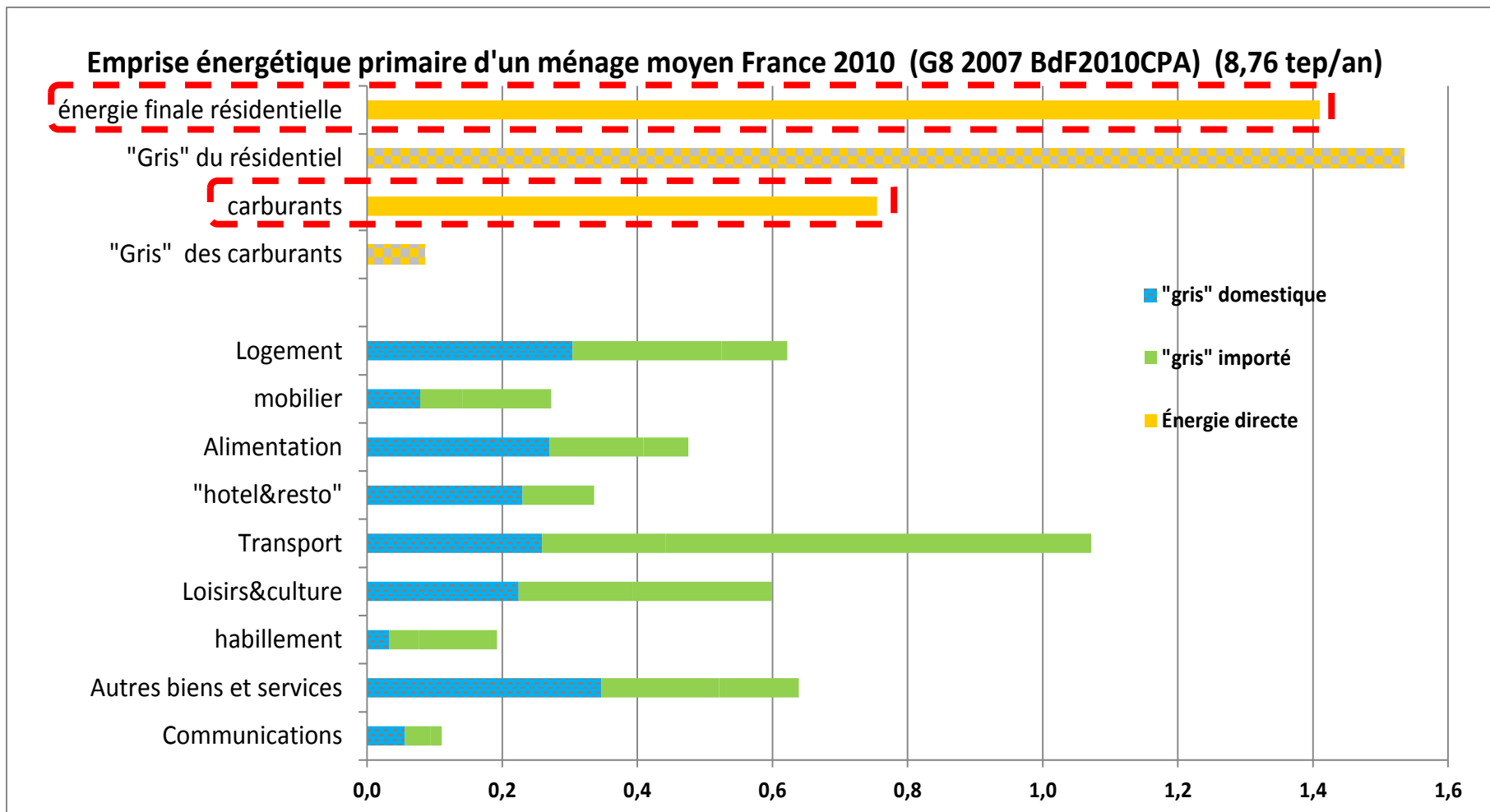
# Utilisation du modèle pour évaluer l'influence de choix individuels ou collectifs de comportement de déplacement individuel

- Télé services: télétravail, administratif en ligne, achats en ligne
- Tourisme basse-fréquence : deux fois moins de voyages, séjours deux fois plus longs
- Covoiturage: longue distance de loisirs, trajets pendulaires
- Choix modaux : doux sur très courtes distances (moins de 3km), développement de l'intermodalité en périurbain, développement des réseaux de transport collectif dans les grandes villes
- Limitation de vitesse: 110 km/h sur autoroute, zones 30 km/h en ville



# Aujourd'hui, près des trois quarts de l'énergie nécessaire à leur consommation n'est pas vue par les ménages.

(Prabodh Pourouchottamin, 2013)

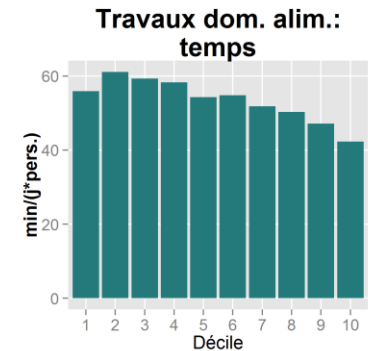
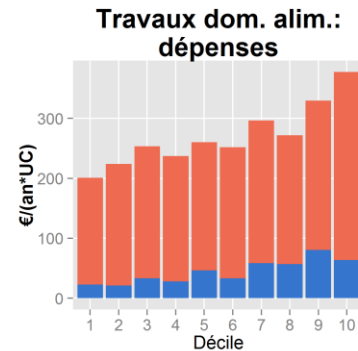
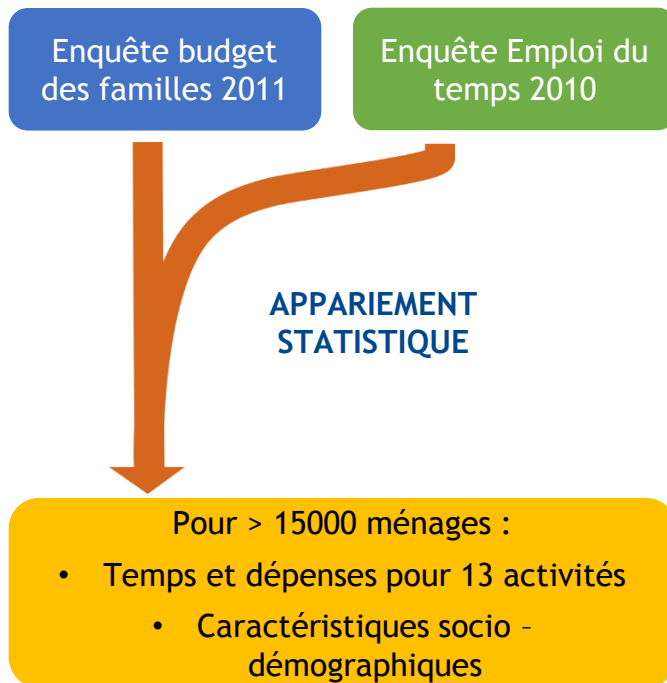




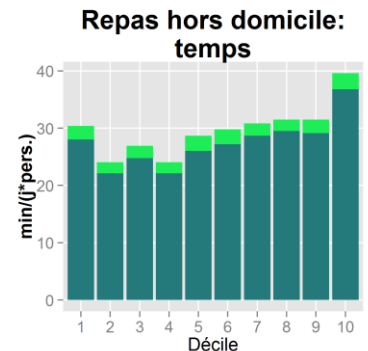
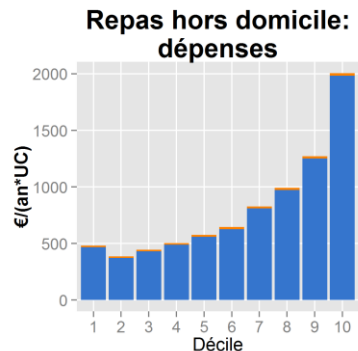
# Thèse en cours : modes de vie et consommations d'énergie

(Simona DE LAURETIS, CIRED)

- ◆ Objectif : modélisation en équilibre général calculable (Imaclim) de certains changements dans les modes de vie (covoiturage, achats à distance...)
- ◆ Utilisation de données sur emploi du temps et dépenses des ménages pour calibrer les fonctions d'utilité des ménages dans le modèle



■ Dépenses sauf énergie ■ Énergie domestique ■ Temps



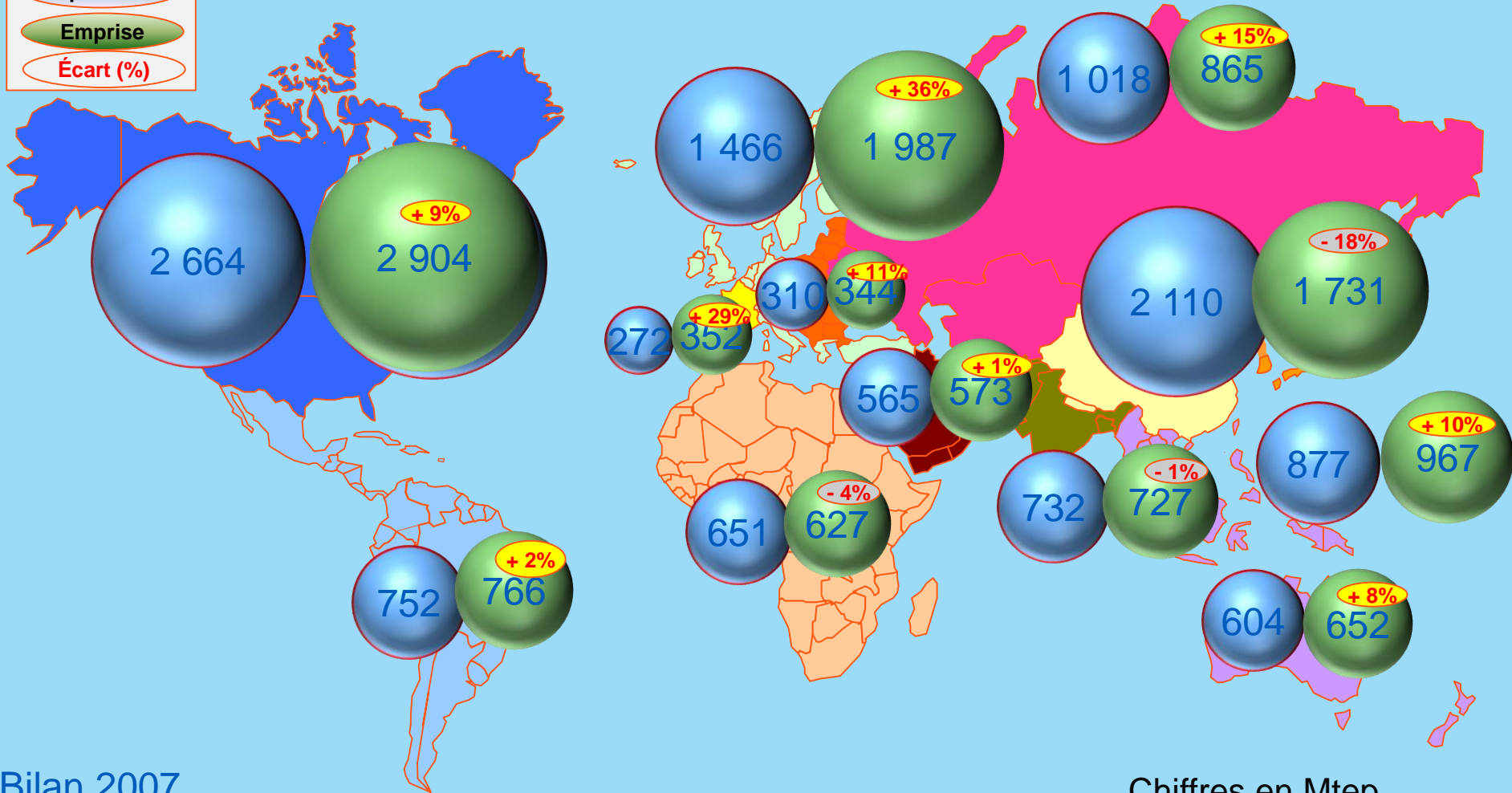
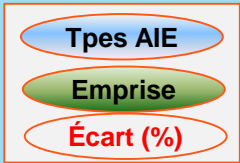
■ Dépenses sauf énergie ■ Carburants pour transport ■ Temps sauf trajets ■ Temps de trajets





# Les émergents exportent de l'énergie grise vers l'OCDE

## Classique (TPES AIE 11,1 Gtep) versus "Emprise" (11,7 Gtep)



Bilan 2007

Base AIE2012, GTAP8

Chiffres en Mtep

# Dynamique mondiale de consommation d'acier

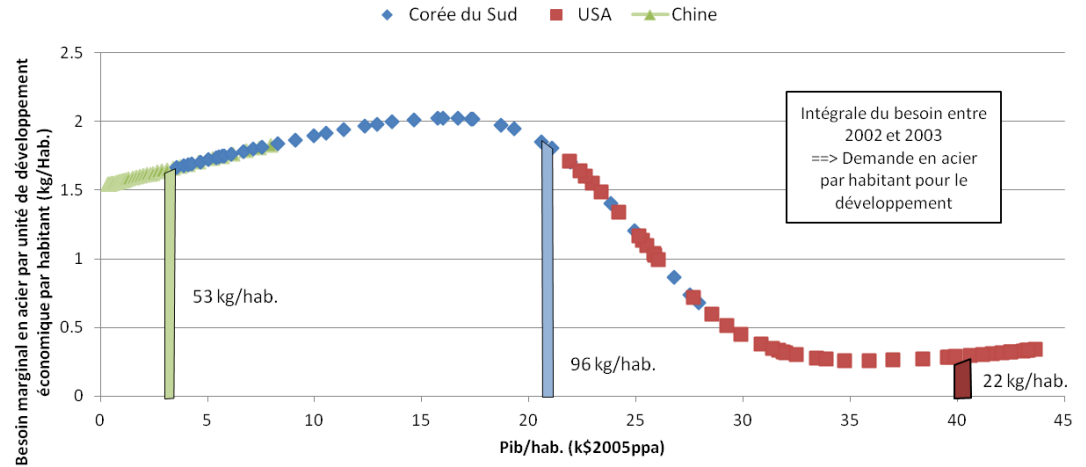
Mathieu Bordigoni (publication en cours)

Identification et calage d'une relation commune aux pays entre le PIB/hab. et le besoin marginal en acier

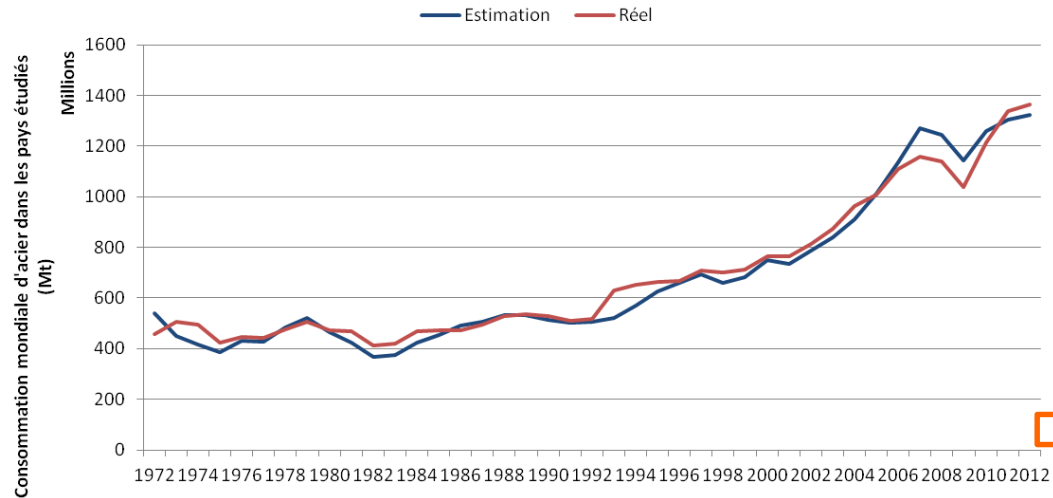
Reconstruction satisfaisante de l'historique de la consommation...

... qui incite à utiliser la méthode en prospective

Relation PIB/hab. et besoin marginal en acier pour le développement économique



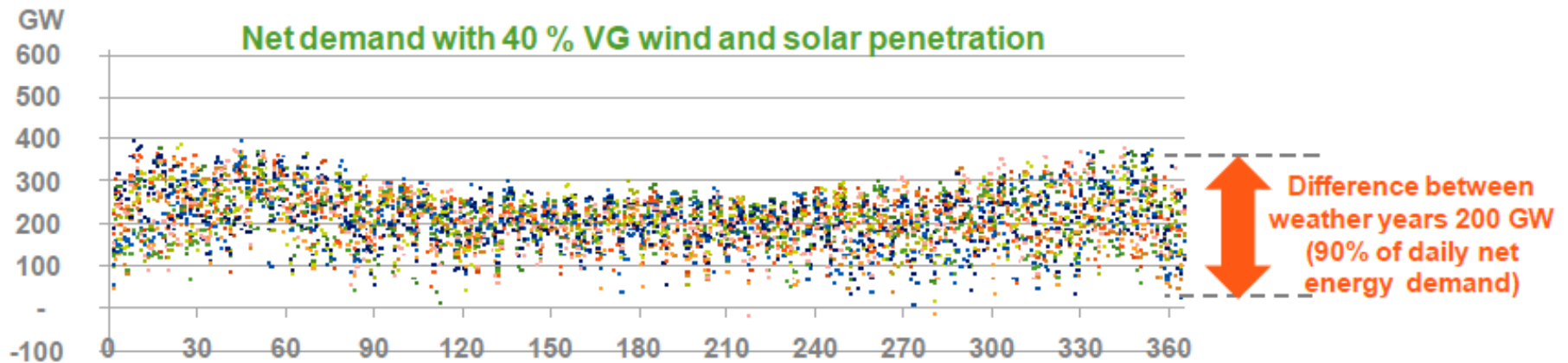
Consommation mondiale d'acier dans les pays étudiés : Observée/Simulée



# Technical and economic analysis of the european electricity system with 60% RES

(Alain Burtin, Vera Silva, 2015)

FIGURE 11: INTER-ANNUAL NET DEMAND VARIABILITY



Etude complexe : jeu de données, outils de modélisation du système électrique.

Travail important, postérieur à l'étude, d'élaboration d'une synthèse compréhensible par les parties prenantes.



# Mescalito : modèle énergétique mondial simplifié (François Cattier)

Monde en 14 zones.

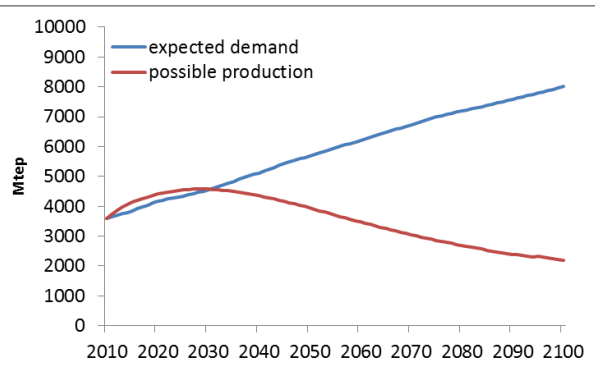
Estimation de la demande souhaitée (vecteurs énergétiques)

Estimation de la disponibilité des ressources primaires (yc biomasse)

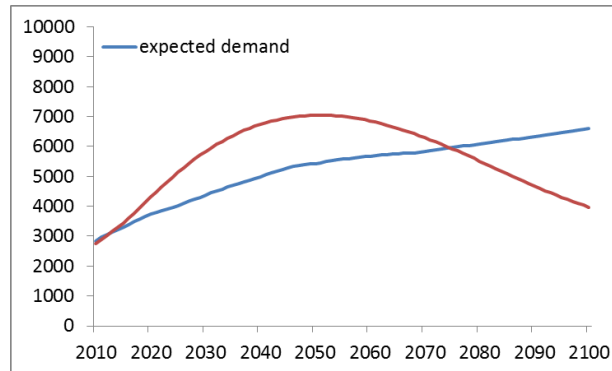
Réconciliation offre/demande

Emissions et concentrations de CO<sub>2</sub> associées (yc usage des sols)

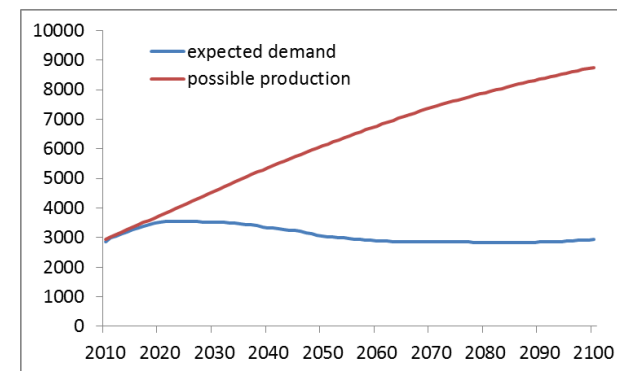
Liquid fuels



Gaseous fuels



Solid fuels



Compréhension des ordres de grandeur et des questions clé  
Aide à la lecture des études externes

**Merci pour votre attention**

**[christophe.marchand@edf.fr](mailto:christophe.marchand@edf.fr)**