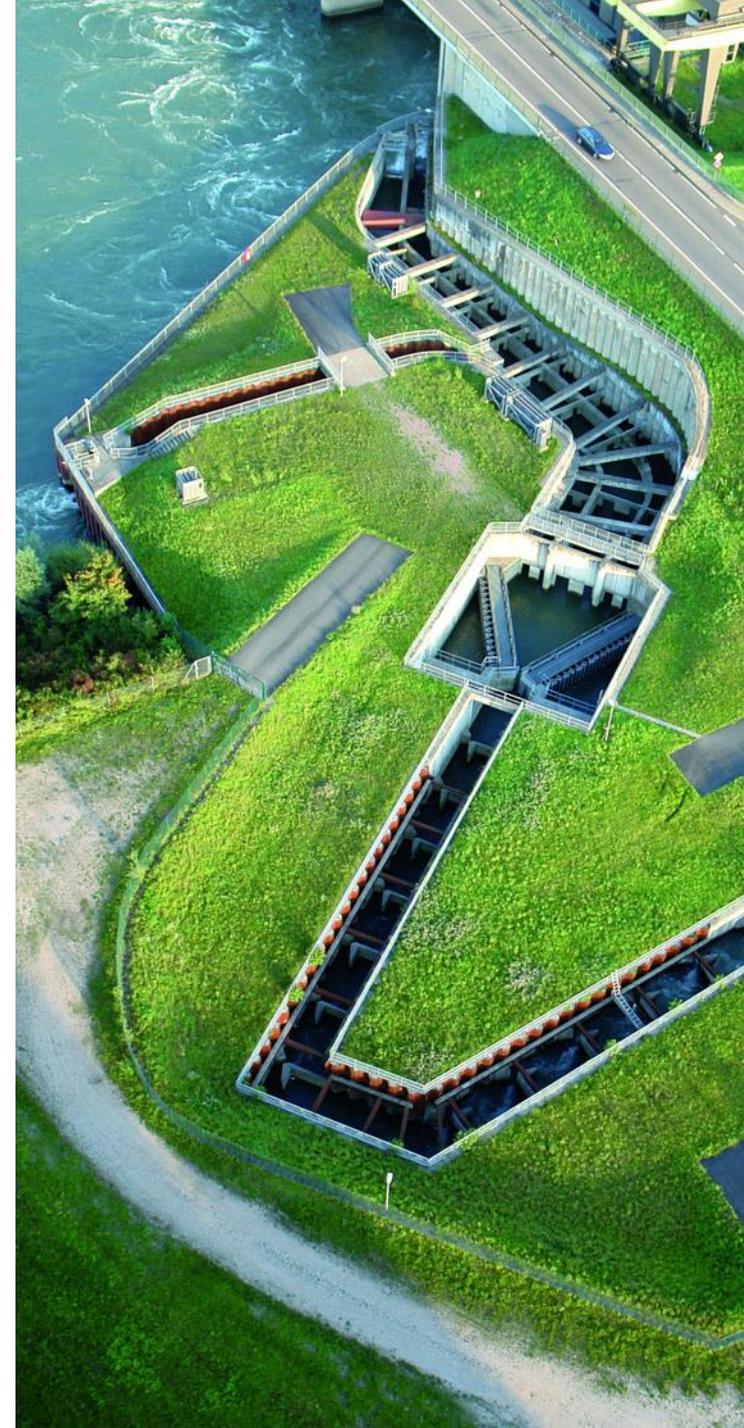




MODÉLISATION ET PROSPECTIVE : EXEMPLES À EDF R&D

Christophe MARCHAND

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



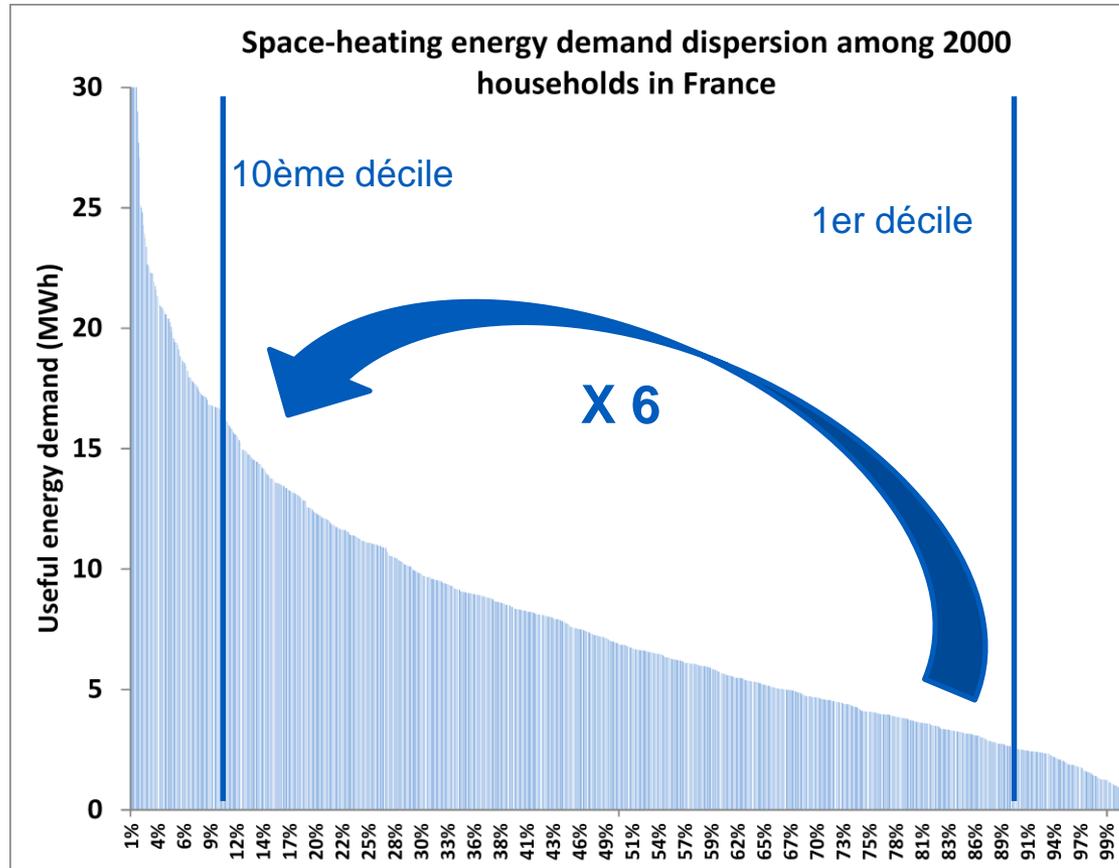
La transition énergétique ne se limite pas à l'offre.

- ▶ 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)

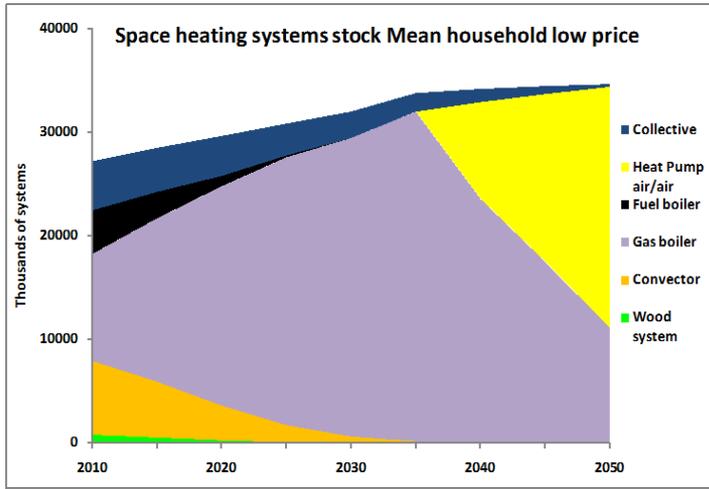
- Reflet de la diversité de :
 - Performance thermique du bâti
 - Surface du logement
 - Système de chauffage
 - Climat local
 - Comportement du ménage...

Segmentation des ménages et diffusion des technologies de chauffage

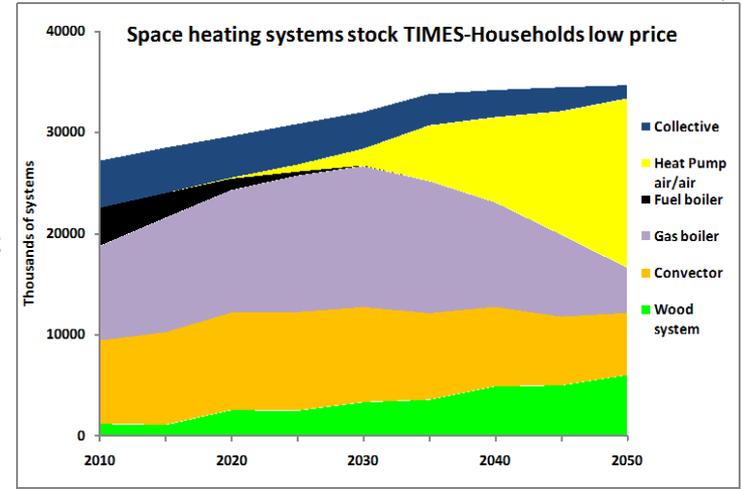
TIMES - ménage moyen

TIMES - ménages segmentés

LOW ENERGY PRICE

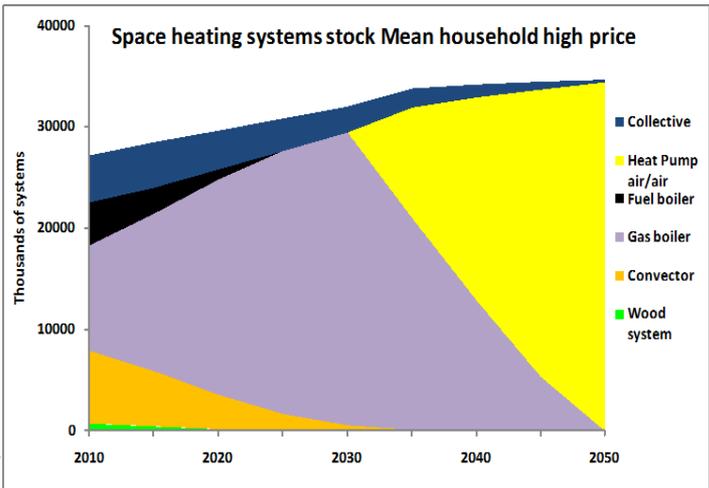


38% écart part de marché

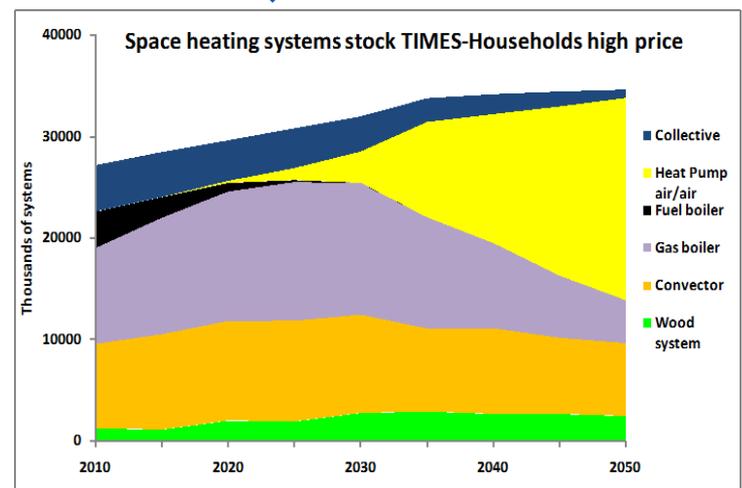


12% écart part de marché

HIGH ENERGY PRICE



51% écart part de marché



Source: Cayla & Maizi (2015)

Illustration de la segmentation : modèle de mobilité individuelle

(Cayla 2015)

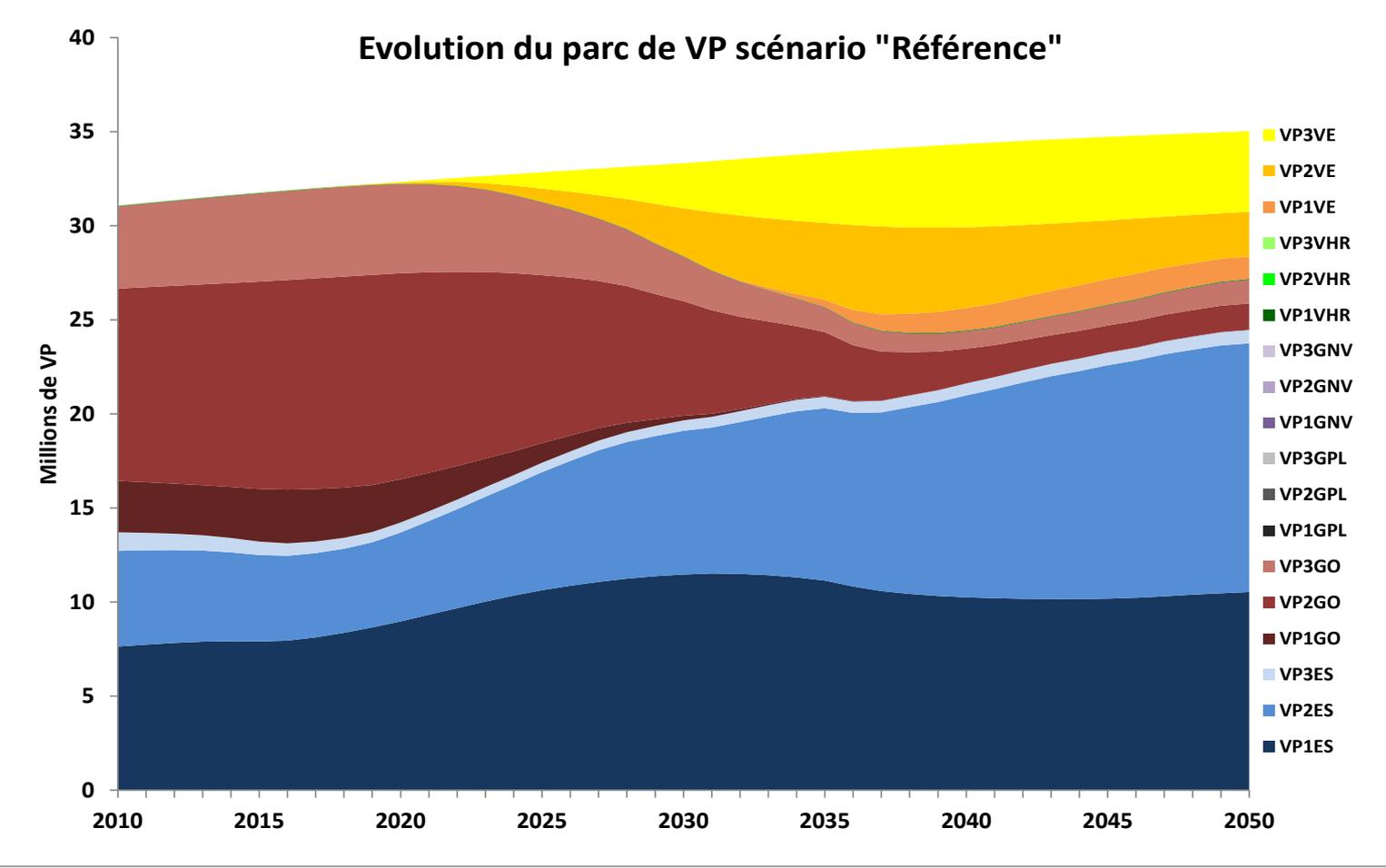
- Modèle représentant la **mobilité en somme de trajets de différente portée** pour différents motifs de façon à sortir de la représentation agrégée en passagers-kilomètres
 - Mobilité locale: 7 plages de distance et 10 motifs
 - Longue-distance: 5 plages de distance et 3 motifs

- 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

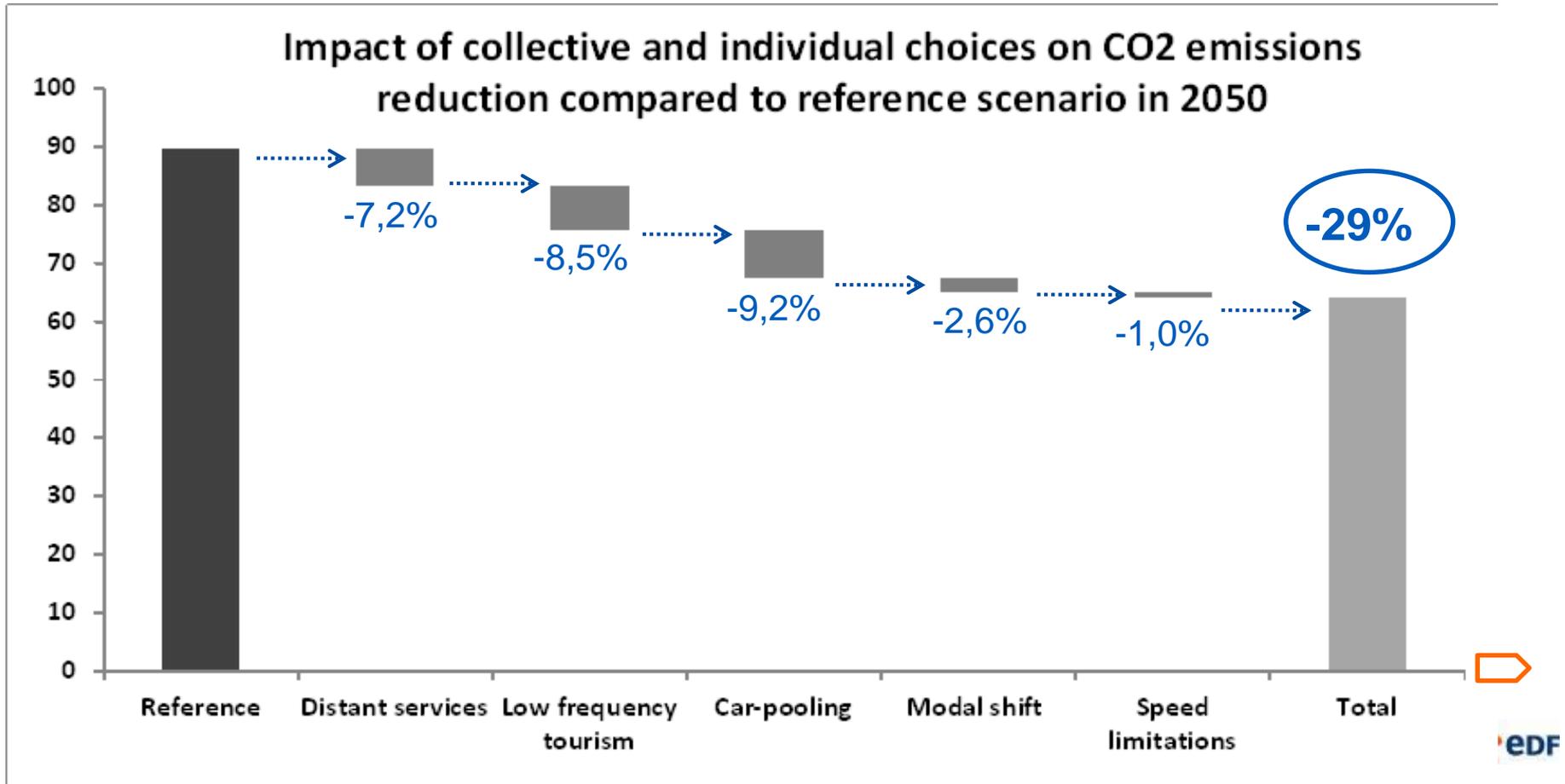
Utilisation du modèle pour étudier les évolutions possibles du parc de VP



- 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

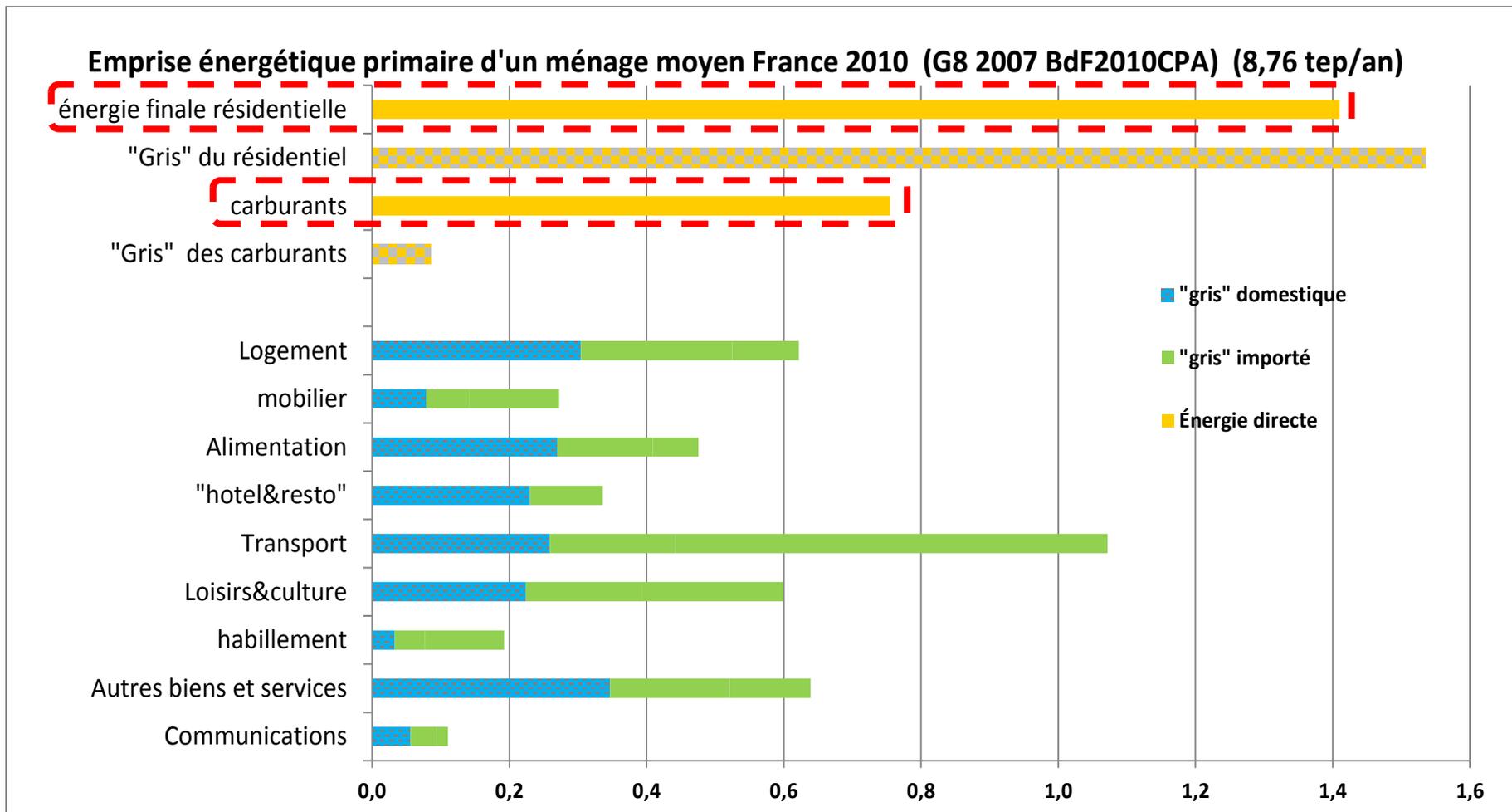
Utilisation du modèle pour évaluer l'influence de choix individuels ou collectifs de comportement de déplacement individuel

- 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.

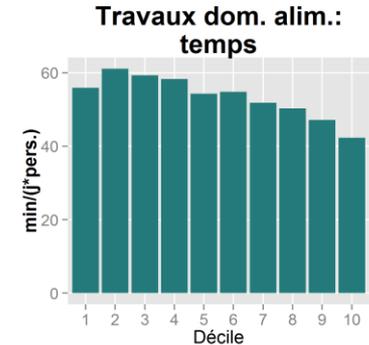
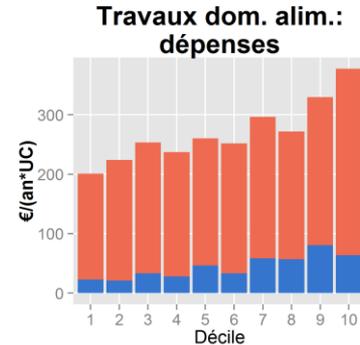
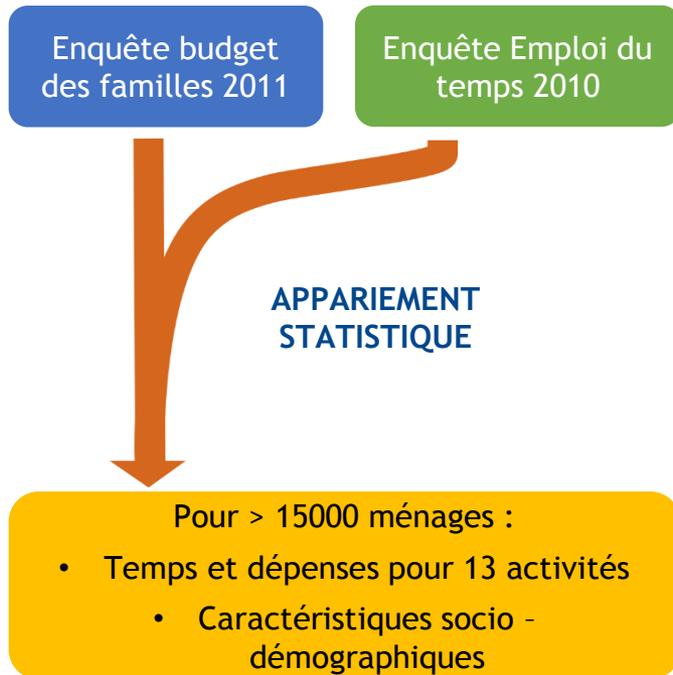
(Prabodh Pourouchottamin, 2013)



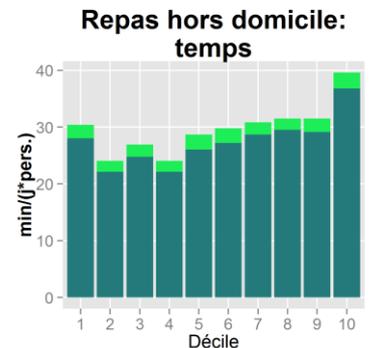
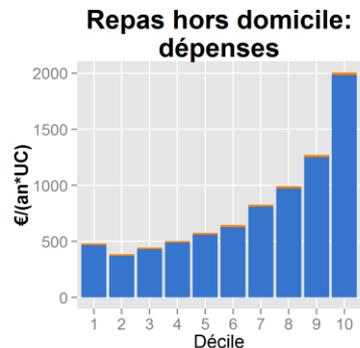
Thèse en cours : modes de vie et consommations d'énergie

(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

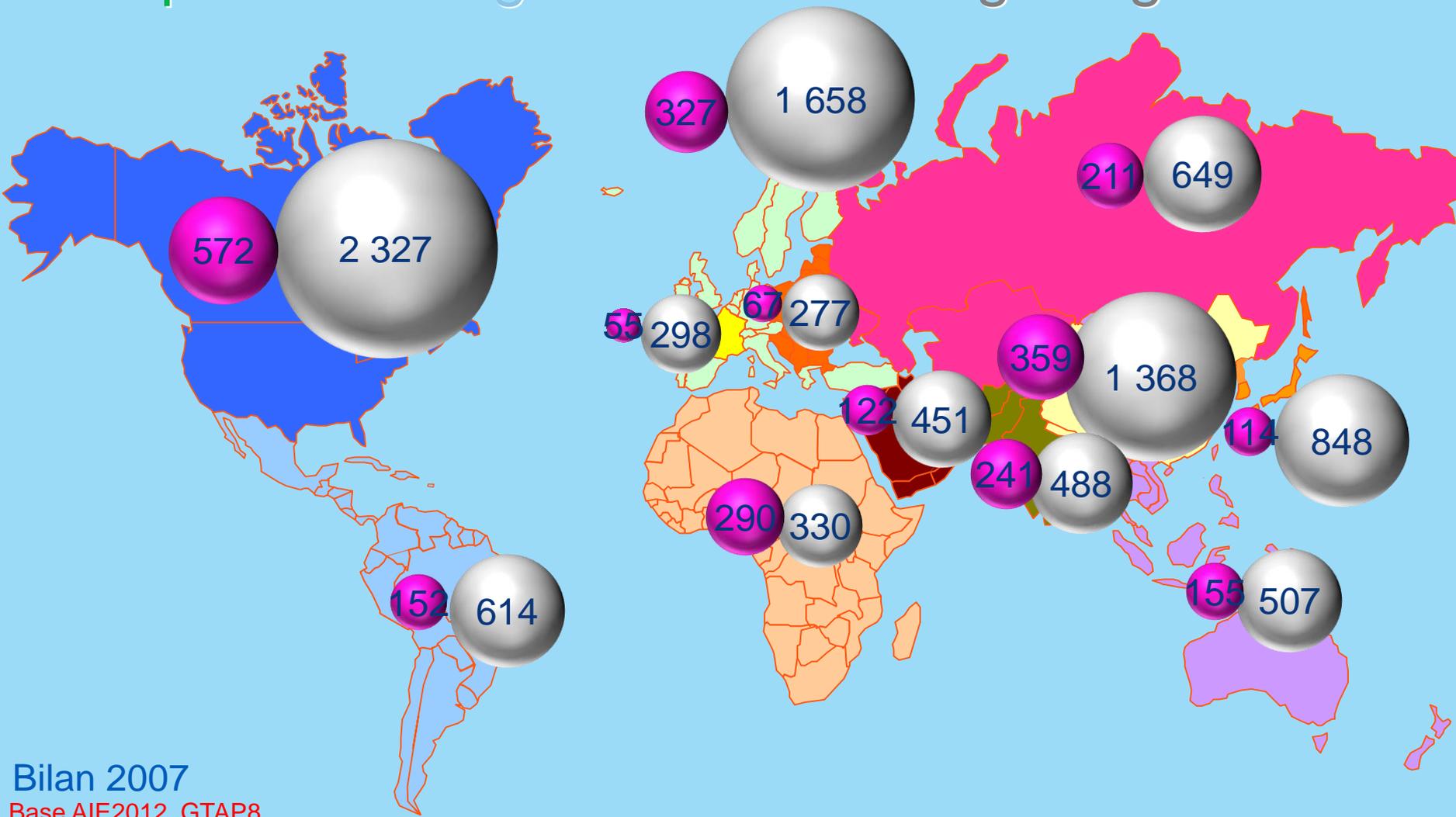


■ Dépenses sauf énergie ■ Carburants pour transport ■ Temps sauf trajets ■ Temps de trajets



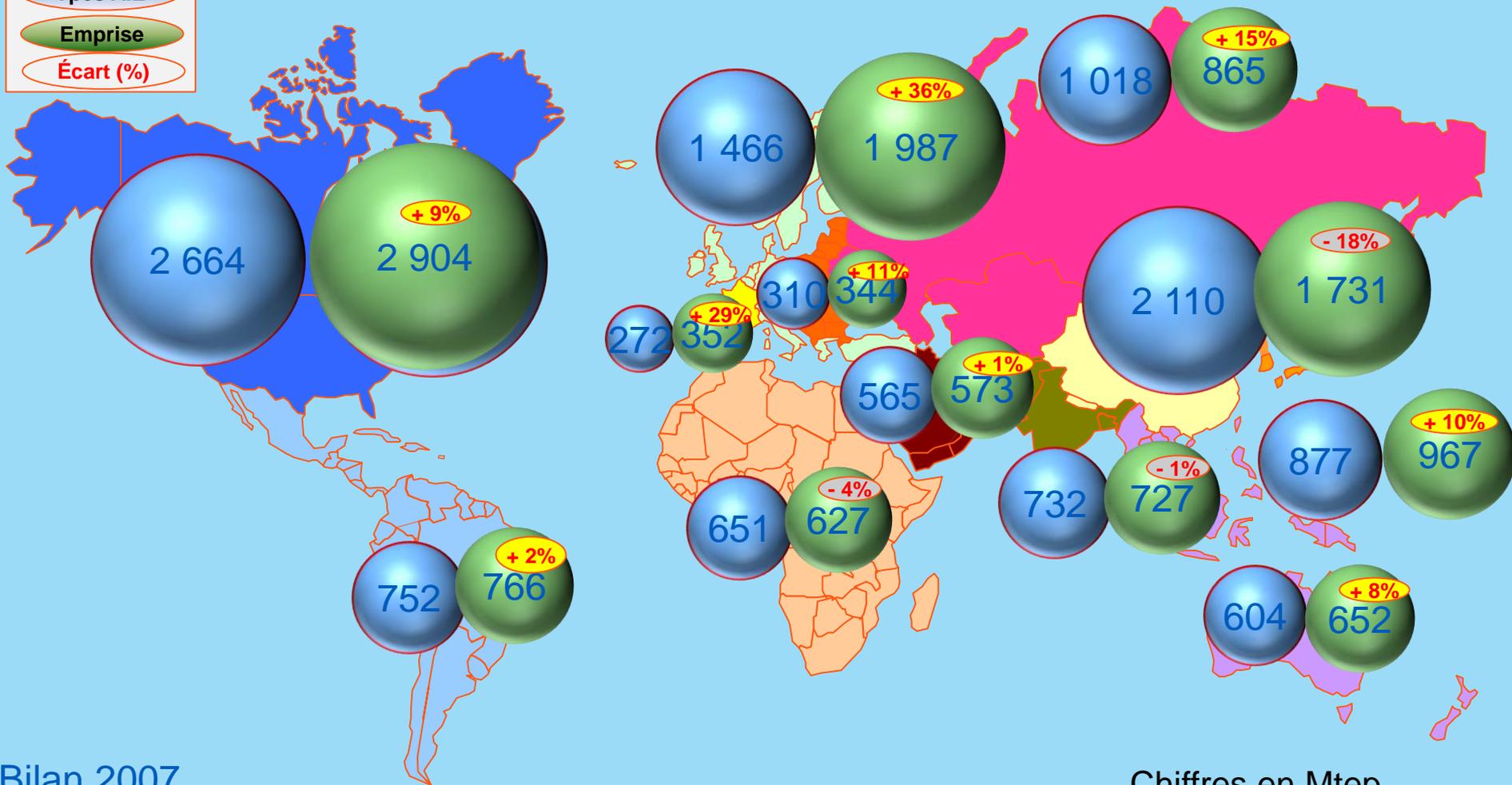
Le poids relatif de l'énergie « grise » est un bon indicateur
du niveau de développement économique
(Prabodh Pourouchottamin)

Emprise = énergie directe + énergie « grise » (Mtep)



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

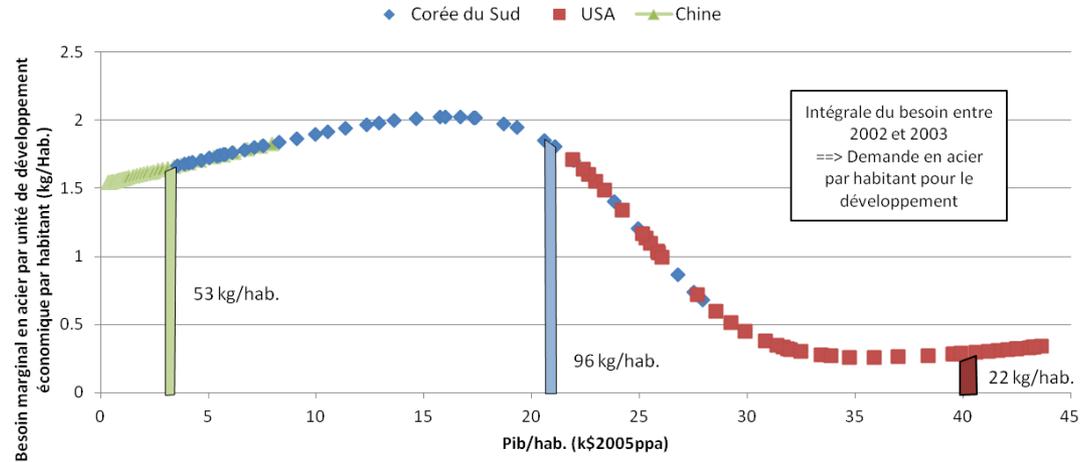
Mathieu Bordigoni (publication en cours)

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

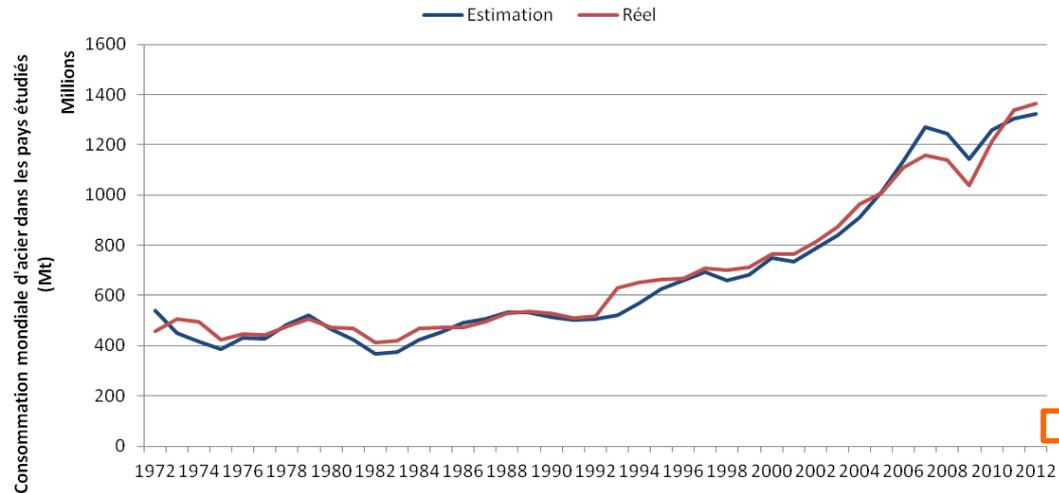
Reconstruction satisfaisante de l'historique de la consommation...

... qui incite à utiliser la méthode en prospective

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



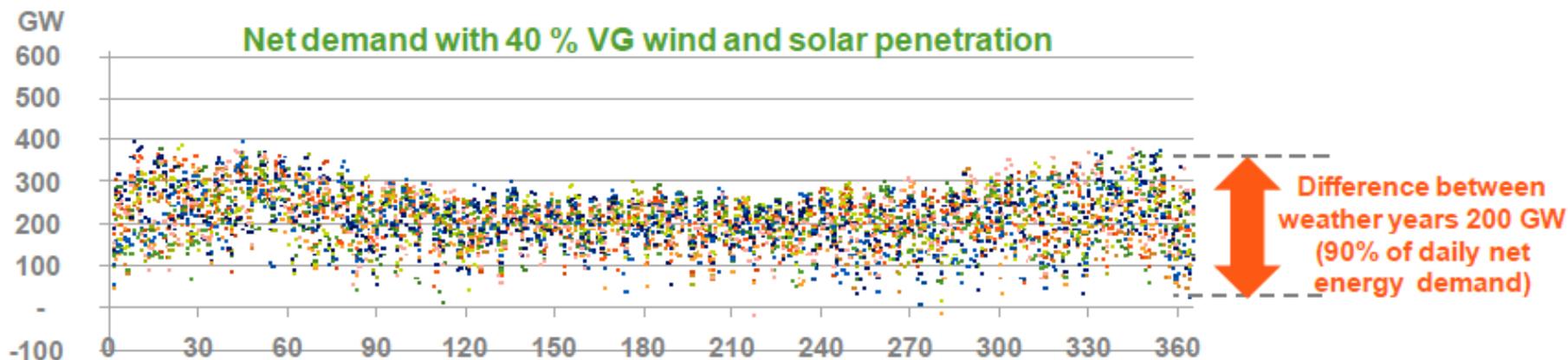
Consommation mondiale d'acier dans les pays étudiés : Observée/Simulée



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.

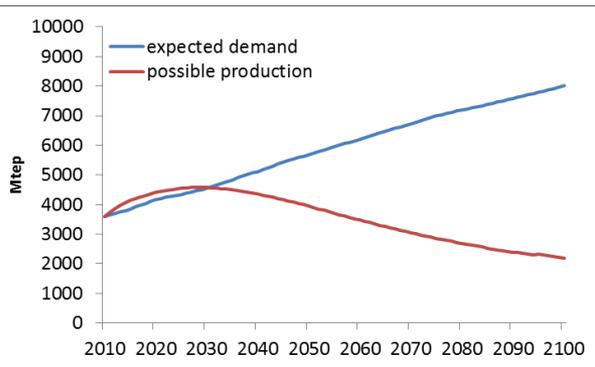
Estimation de la demande souhaitée (vecteurs énergétiques)

Estimation de la disponibilité des ressources primaires (yc biomasse)

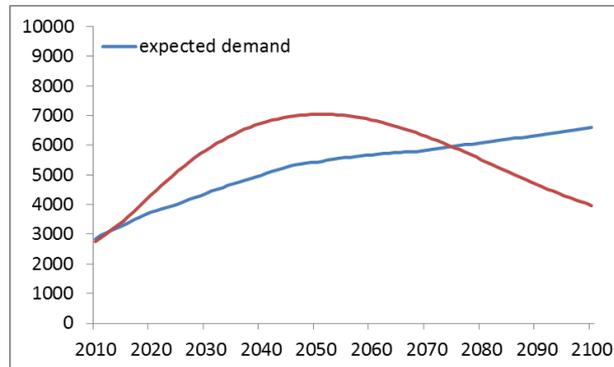
Réconciliation offre/demande

Emissions et concentrations de CO₂ associées (yc usage des sols)

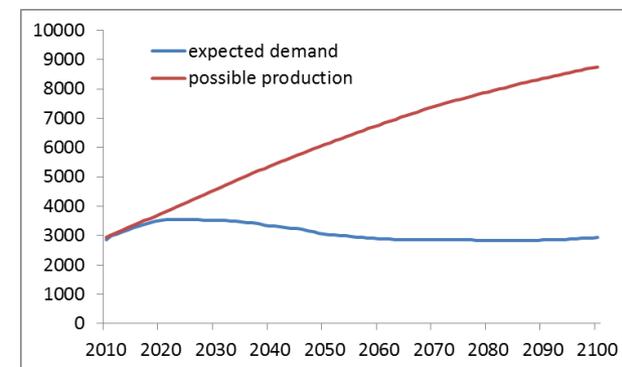
Liquid fuels



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