

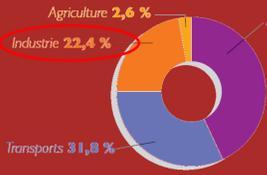
Gilles GUERASSIMOFF

MINES ParisTech, PSL Research University, Centre de Mathématiques Appliquées

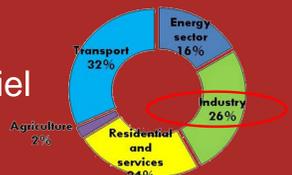
Contexte

Contrainte européenne 3x20

- 20 % réduction CO<sub>2</sub> par rapport à 1990
- 20 % de réduction de consommation
- 20 % d'énergies renouvelables dans le mix



Place du secteur industriel en France



Émissions de CO<sub>2</sub> en 2010

Objectifs

Produire un modèle prospectif détaillé du secteur industriel

Evaluer :

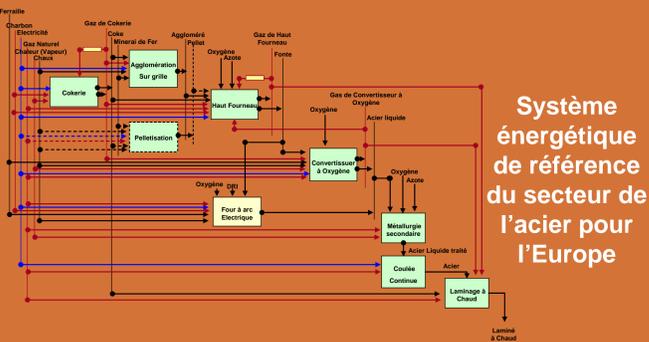
- Les potentiels d'efficacité énergétique
- Les chemins technologiques envisageables

Approfondir les secteurs clés (acier, papier, agroalimentaire...)

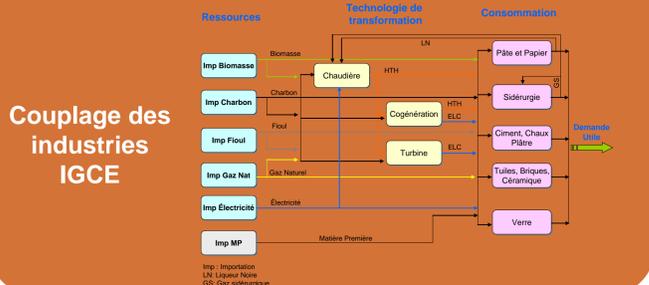
IGCE

Modélisation par procédés

Échanges de commodités entre industries Au niveau EU : regroupement de pays



Système énergétique de référence du secteur de l'acier pour l'Europe



Couplage des industries IGCE

APPROCHE RETENUE

Modélisation d'optimisation détaillée Bottom-up TIMES

Deux paradigmes différents : Industrie Grande Consommatrice d'Énergie (IGCE) Industrie Diffuse (ID)

Segmentation de l'industrie selon 3 critères :

- Coût de l'énergie dans la valeur de production : 2,5%
- Intensité énergétique : 7 GWh/M€
- Énergie consommée par site de production : 10 GWh/site

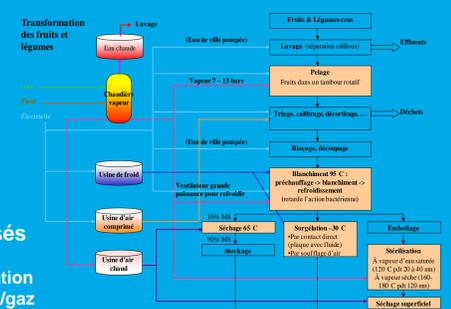
ID

Trop grande diversité de procédés

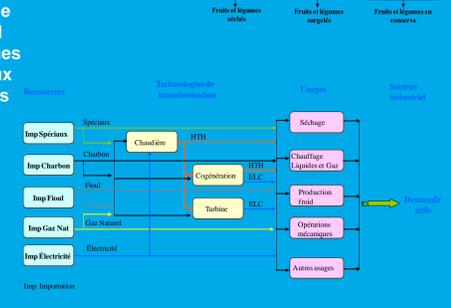
Modélisation par usages

Focus sur l'industrie agroalimentaire (IAA) Regroupe 33 sous secteurs

Exemple d'un secteur de l'IAA



- 11 usages modélisés
- Séchage
- Évaporation-concentration
- Chauffage des liquides/gaz
- Traitement thermique
- Production de froid
- Opérations mécaniques
- Chauffage des locaux
- Réactions chimiques
- Fusion
- Éclairage
- Autres opérations

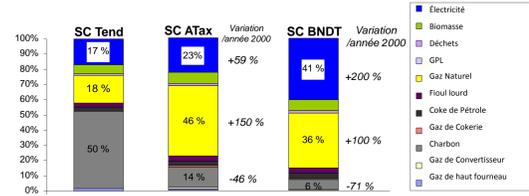


Évolutions du secteur de l'acier à 2050

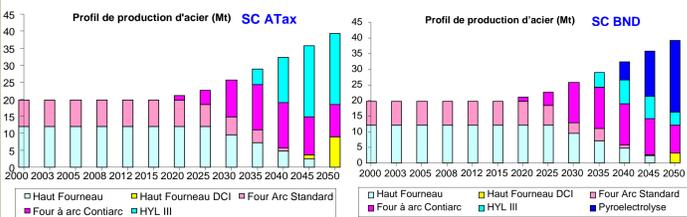
Scénarios étudiés :

- SC Tend : scénario tendanciel
- SC ATax : avec Taxe sur le CO<sub>2</sub> de 50\$/t
- SC BNDT : avec limite d'émission (facteur 4)

Structure des consommations énergétiques en 2050 (%)



Structure technologique satisfaisants aux contraintes des scénarios étudiés



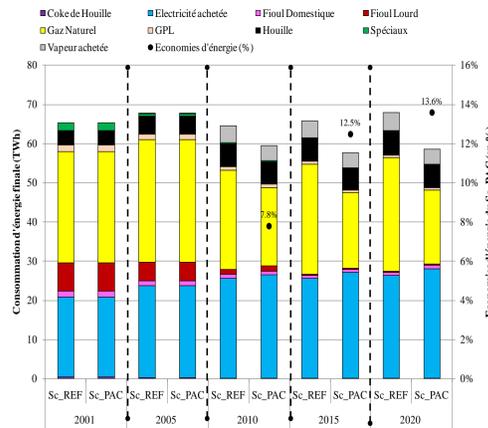
Résultats

Les Pompes à Chaleur dans l'IAA à 2020

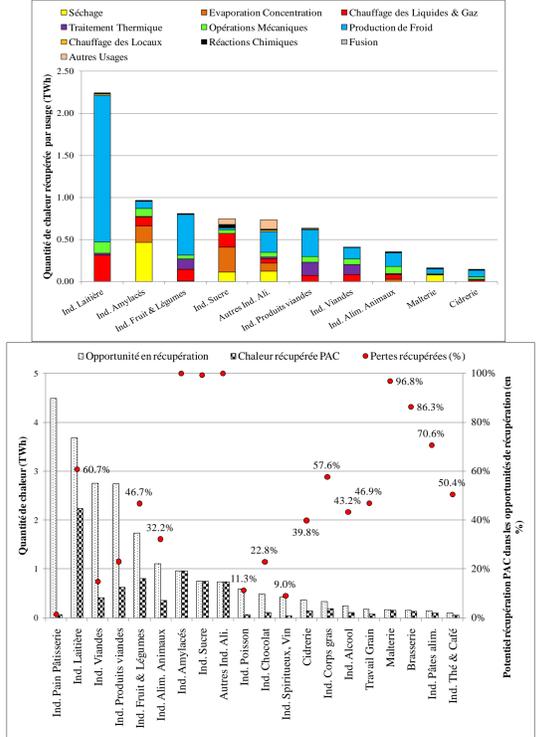
Scénarios étudiés :

- BaU : Scénario tendanciel
- Sc\_HP : implémentation de PAC avec différents niveaux de températures

Consommation d'énergie finale du secteur de l'IAA



Potentiel de récupération par sous secteur par usage



Conclusion

Établissement clair de la frontière entre l'IGCE et l'ID

Deux approches de modélisation très différentes pour adresser le secteur industriel dans son ensemble

Analyses prospectives pour les deux catégories demandant des horizons différents, plus courts pour l'ID dû à la dynamique des technologies dans ces secteurs

Données nécessaires pour l'ID difficiles à trouver pour tous les secteurs et pour l'Europe