

Ressources agricoles, biocarburants et modélisation prospective TIMES

Edi Assoumou
Gilles Guerassimoff

MINES ParisTech / Centre de Mathématiques Appliquées

**Journée de la chaire de modélisation prospective
Vendredi 20 Novembre 2009**



ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

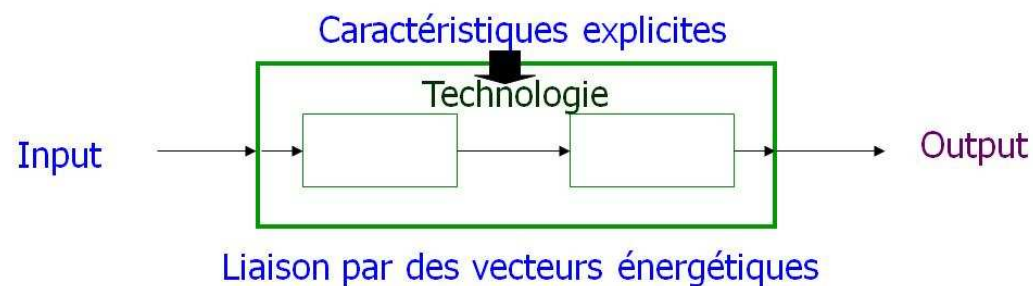
- **I. La notion de chemins technologiques pour les biocarburants et leur représentation**
- II. L'approche du projet RES2020
- III. L'approche du projet VALERBIO



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Le modèle TIMES et la représentation des chemins technologiques

- Le principe de l'approche TIMES: un accent mis sur la compétition entre chemins technologiques
 - Représentation des **flux** d'énergie et de matière,
 - Représentation des **technologies** mises en œuvre,



- **Minimisation sous contrainte** du surplus total.



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Les options technologiques pour la production de biocarburants

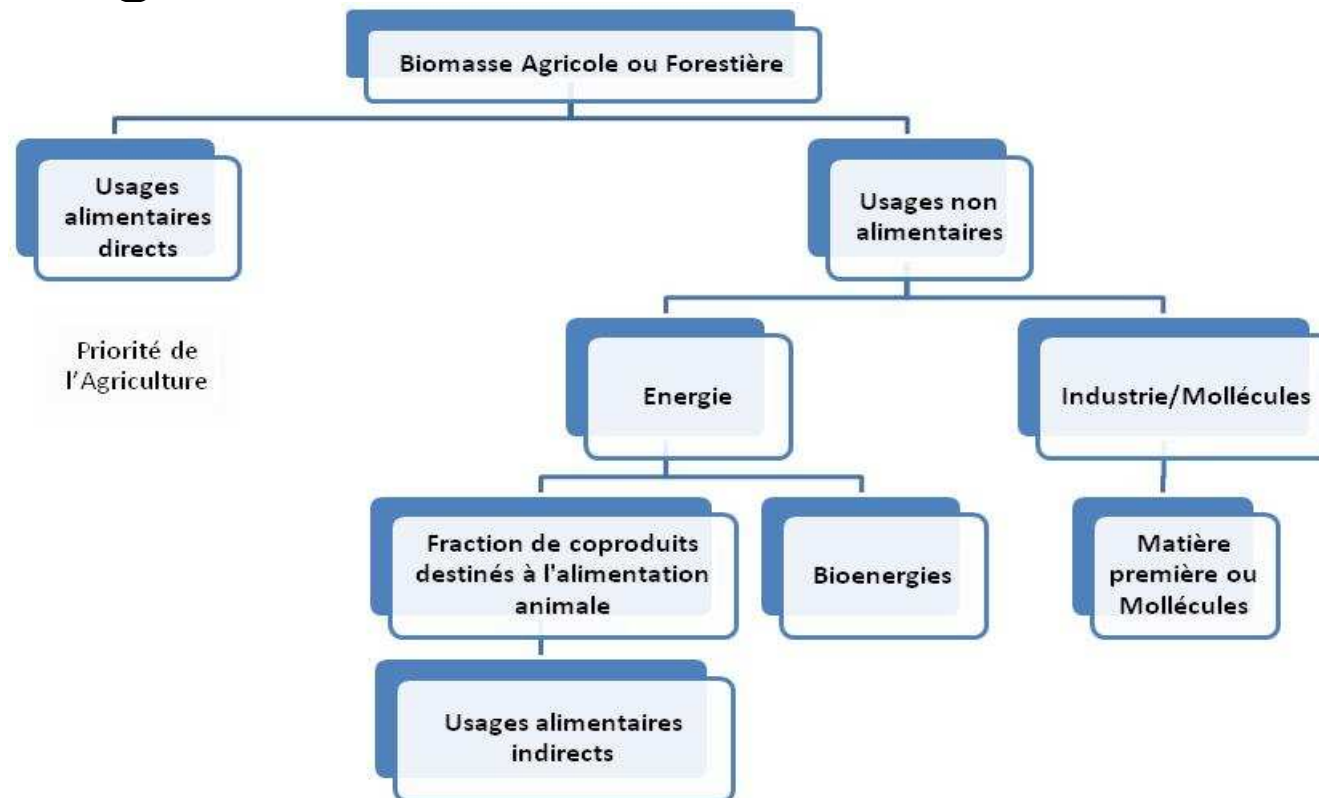
- Une grande diversité dans la nature de la ressource biomasse mobilisée, les rendements agronomiques, les procédés de production, le pouvoir calorifique des liquides produits et les caractéristiques des coproduits.

| LA DIVERSITE DES CHEMINS TECHNOLOGIQUES POUR LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS | | | | |
|---|---|-----------------|-----------|------------|
| Ressources | Procédé principal | Bioproduit | PCI KJ/Kg | Génération |
| Plantes sucrières | Fermentation | | | 1 G |
| Céréale | Hydrolyse enzymatique (amylase) + fermentation | Ethanol | 26.8 | 1 G |
| Bois (lignocellulose) | Hydrolyse enzymatique (cellulase) + fermentation | | | 2 G |
| Oléagineux | Trituration + Transesterification | EMHV | 37.7 | 1 G |
| Matière grasse végétale ou animale | Hydrotraitement des huiles | HVO | 44 | 1 G+ |
| Bois | Gazéification, pyrolyse, Synthèse Fischer-Tropsch | BTL FT | 43 | 2 G |
| Bois | Gazéification, catalyse | DME | 28.4 | 2 G |
| Algue, microalgues | Culture en bioreacteurs | Ethanol / Huile | 26/38 | 3G |



Ressources et disponibilité pour des usages non alimentaires

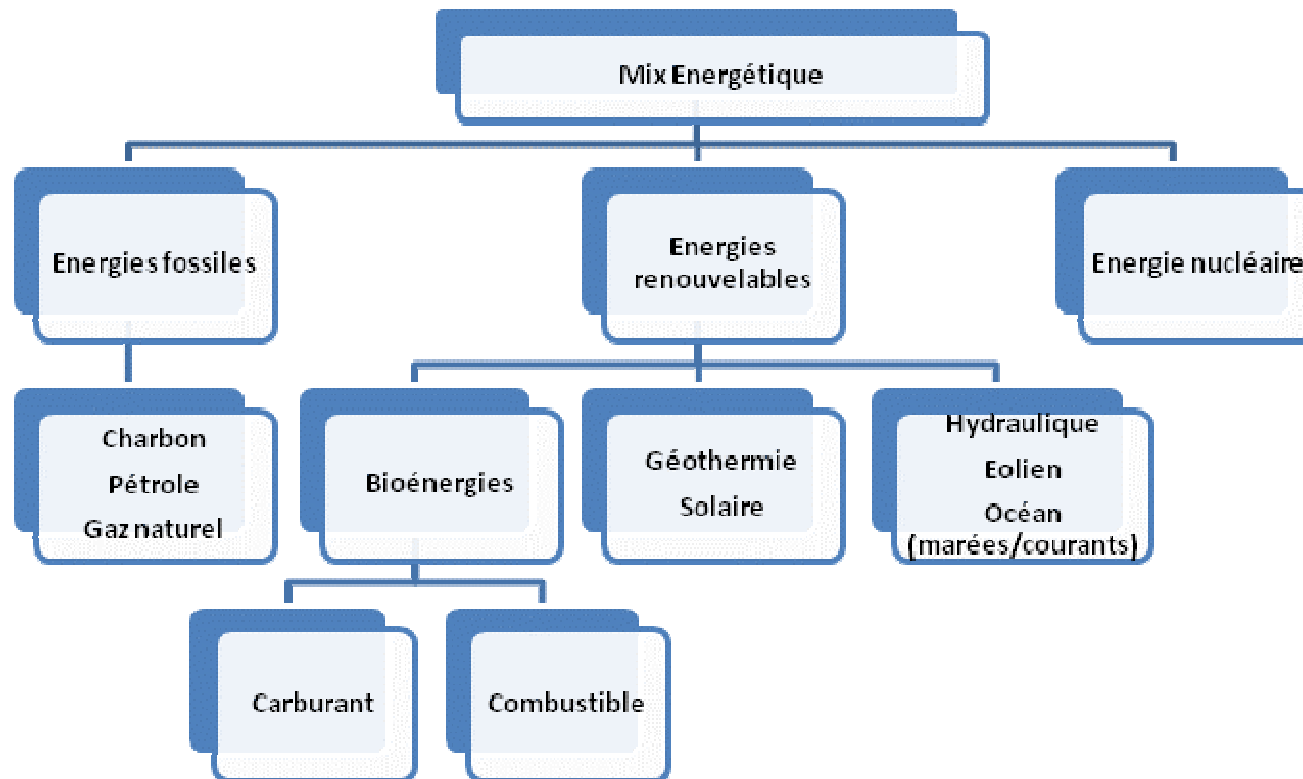
- L'énergie dans la valorisation de la biomasse



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Ressources et disponibilité pour des usages non alimentaires

- Biomasse et biocarburants dans le mix énergétique



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Ressources et disponibilité pour des usages non alimentaires

- Notre choix pour traiter la compétition entre usages de la biomasse dans un modèle énergétique :
 - le recours à une expertise externe pour définir un gisement mobilisable (quantité/ coût) hors usages alimentaires.
- 2 mises en œuvre différentes :
 - le projet RES2020
 - le projet VALERBIO



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

- I. La notion de chemins technologiques pour les biocarburants et leur représentation

- **II. L'approche du projet RES2020**
 - Analyser la situation actuelle et des politiques Européenne de développement des sources d'énergies renouvelables.

- III. L'approche du projet VALERBIO



Les biocarburants

- Evaluer la contribution des biocarburants et de la biomasse en général à l'objectif ENR de 20%:
 - L'expertise sur la ressource provient du projet REFUEL et de données de l'EEA.
 - Expertise sur les technologies du projet BRED.
 - Echanges intra UE: terrestres entre pays voisins et maritimes entre pays côtiers.
 - Échanges hors UE: coûts forfaitaires.

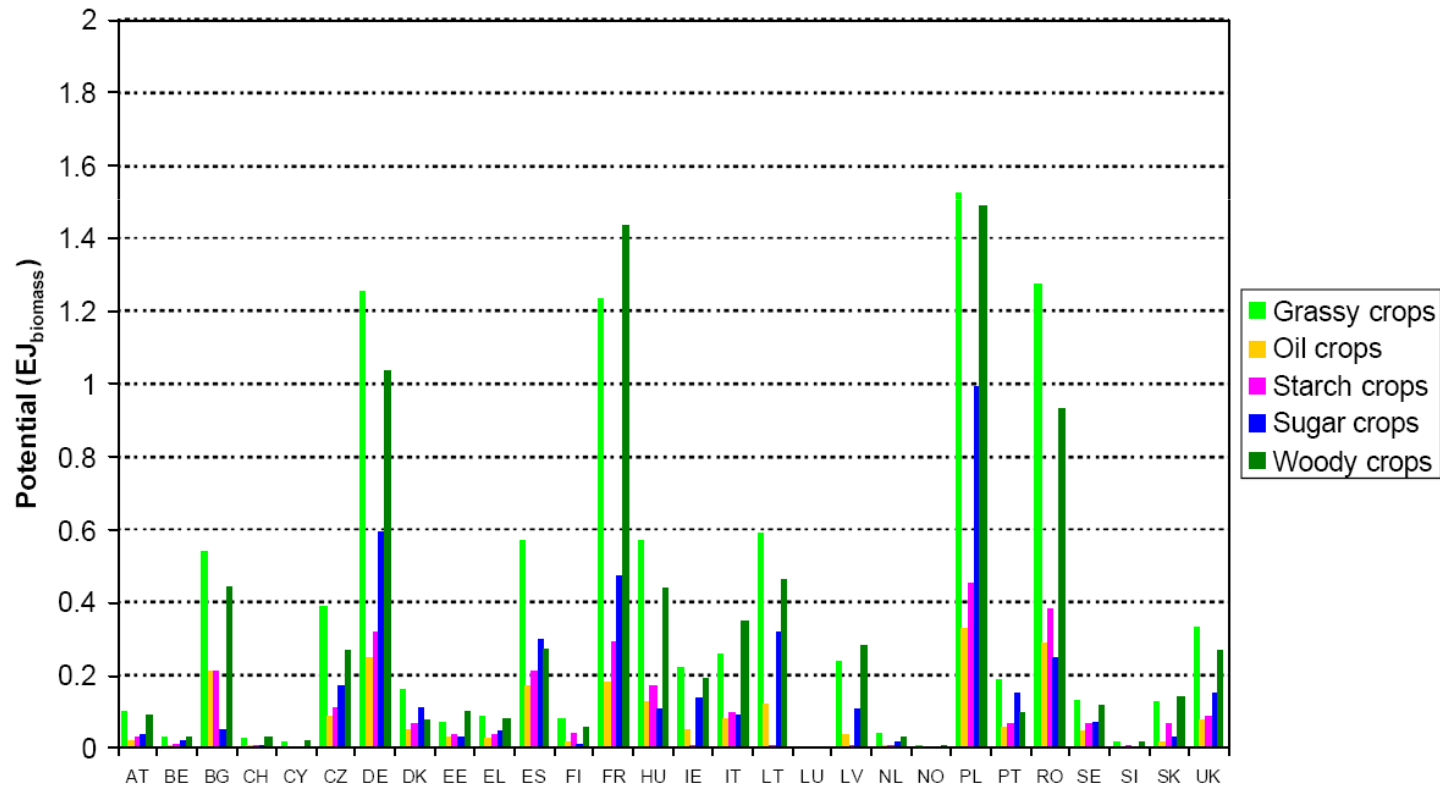


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Gisements biomasse: potentiels

■ Exemple de données du projet REFUEL

Crop potential in 2030

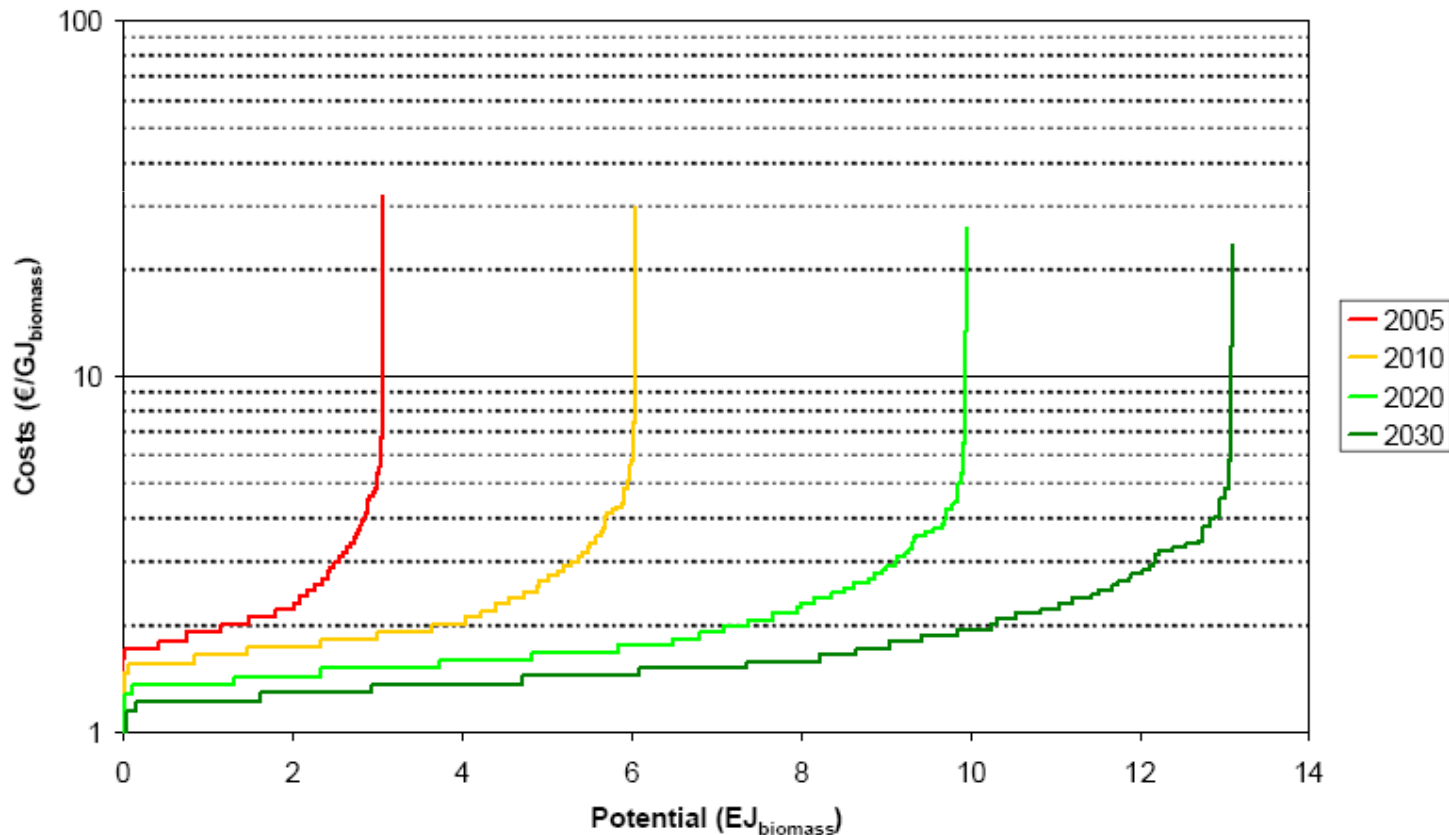


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

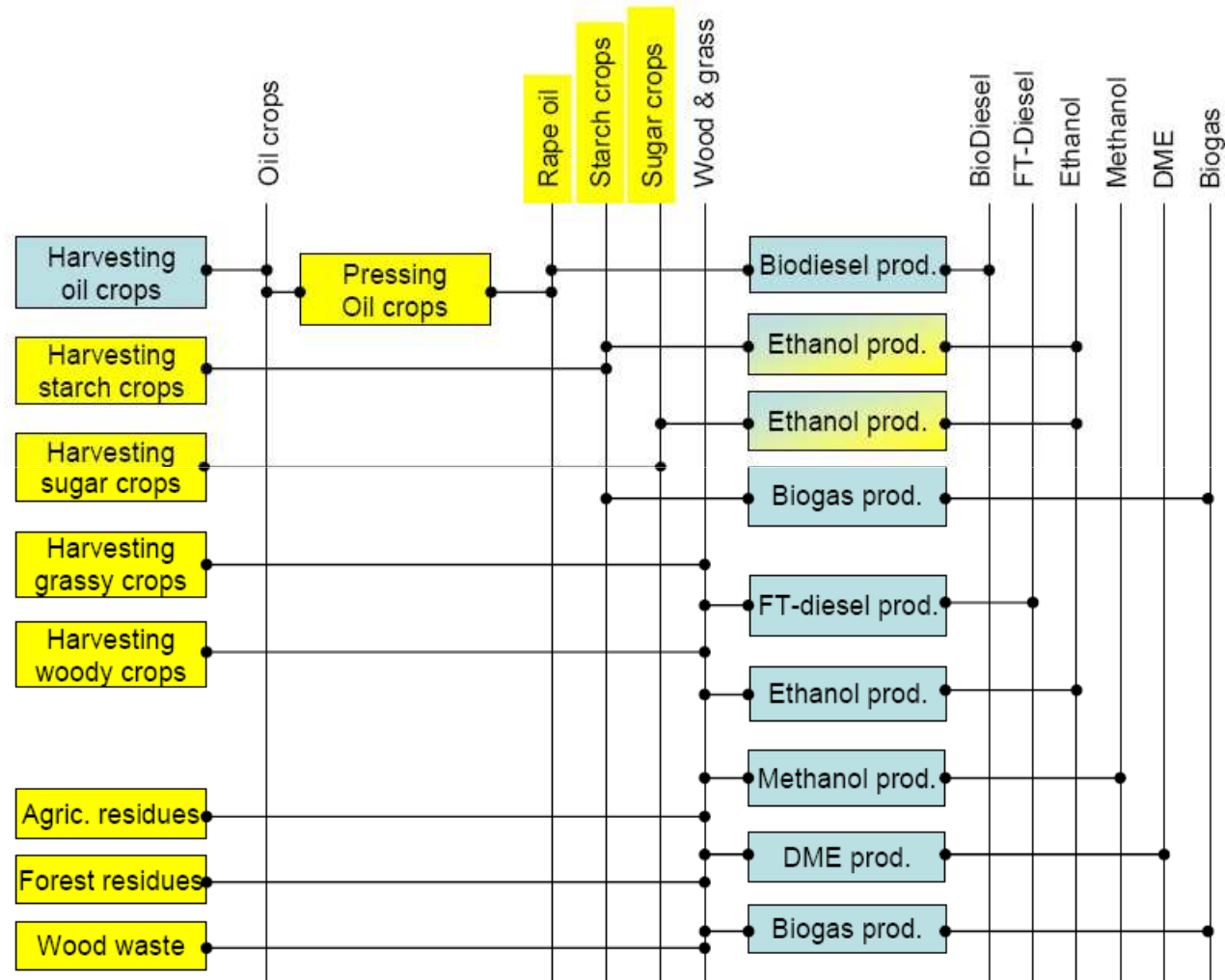
Gisements biomasse: coûts

- Exemple de données du projet REFUEL

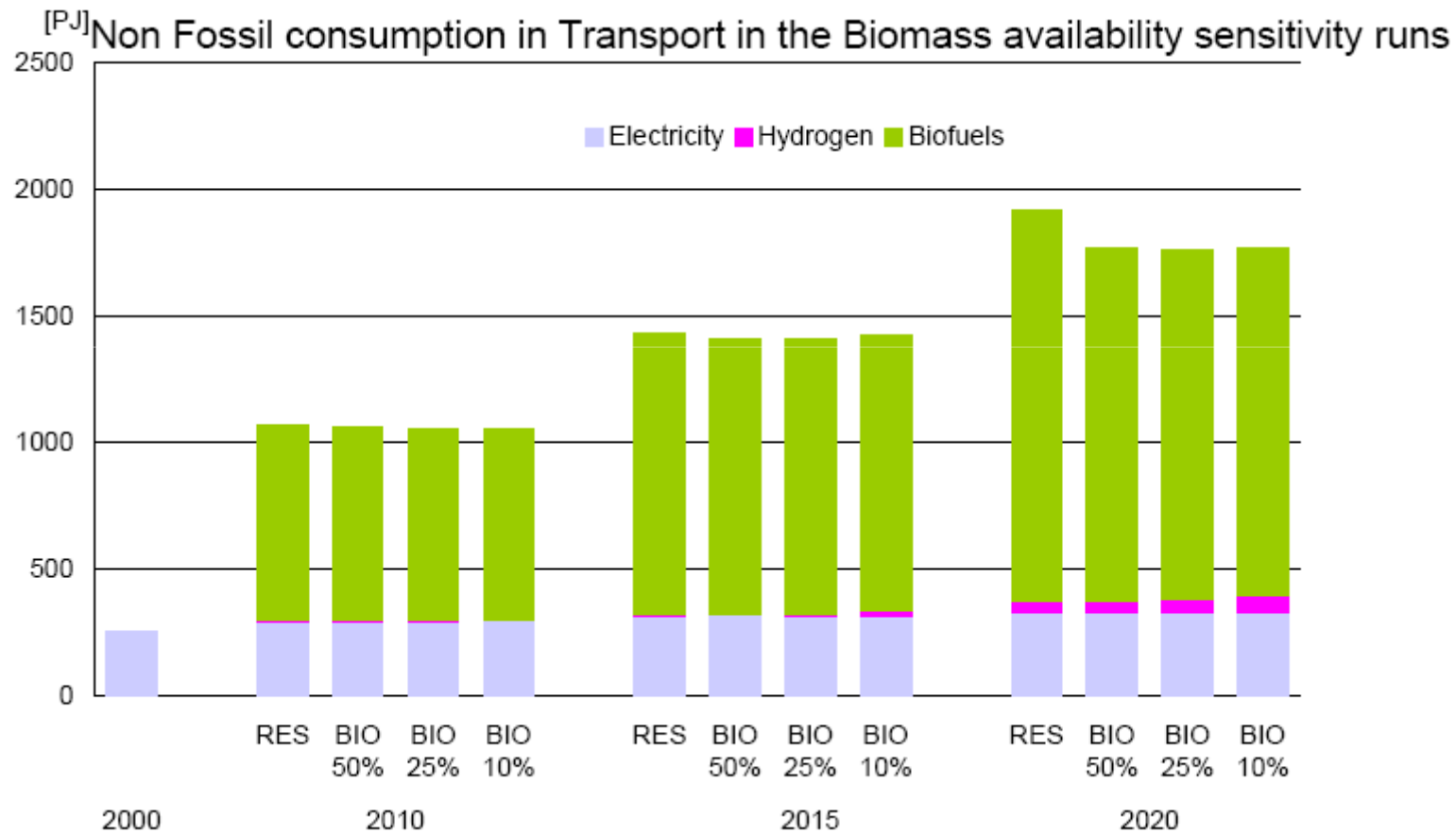
Cost supply curve Woody crops



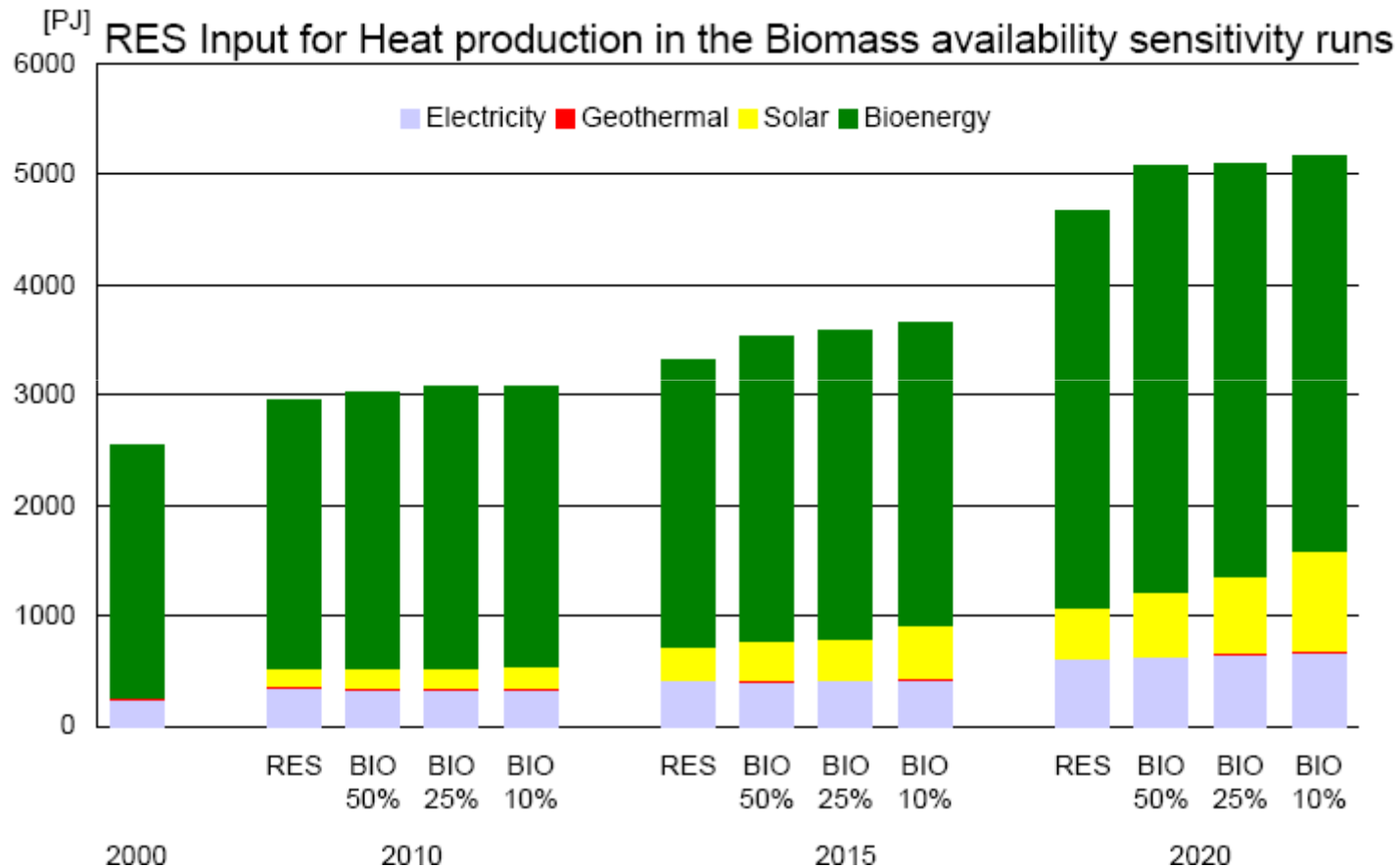
Modèle de production de biocarburants



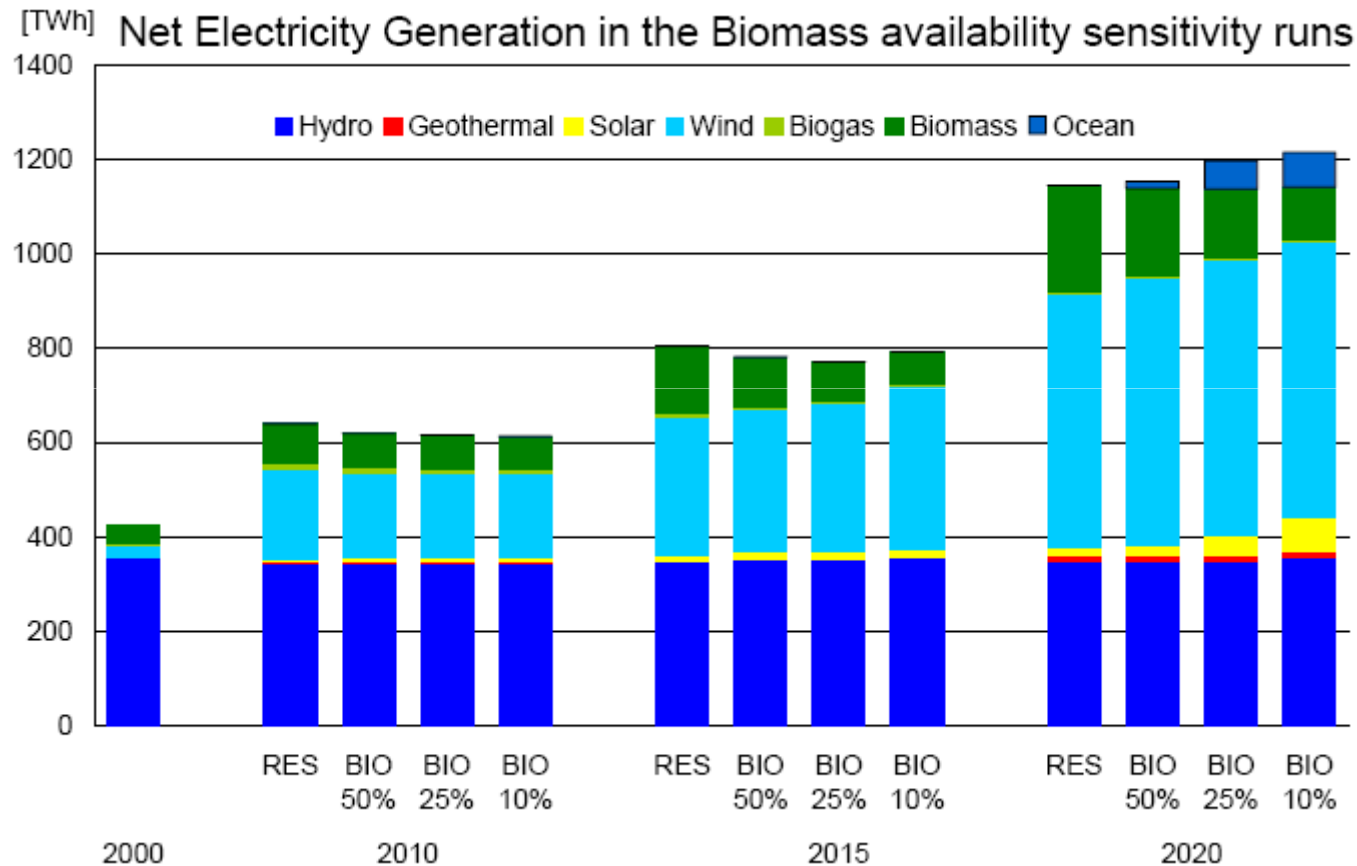
Sensibilité des résultats: gisement biomasse et secteur des transports



Sensibilité des résultats: gisement biomasse et la production de chaleur



Sensibilité des résultats: gisement biomasse et production électrique



- I. La notion de chemins technologiques pour les biocarburants et leur représentation
- II. L'approche du projet RES2020
- **III. L'approche du projet VALERBIO (ENERBIO)**
 - Analyser plus finement la disponibilité de la ressource en France et les interactions entre usages énergétiques (carburants/chaleur/électricité)



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Evaluation de la ressource agricole

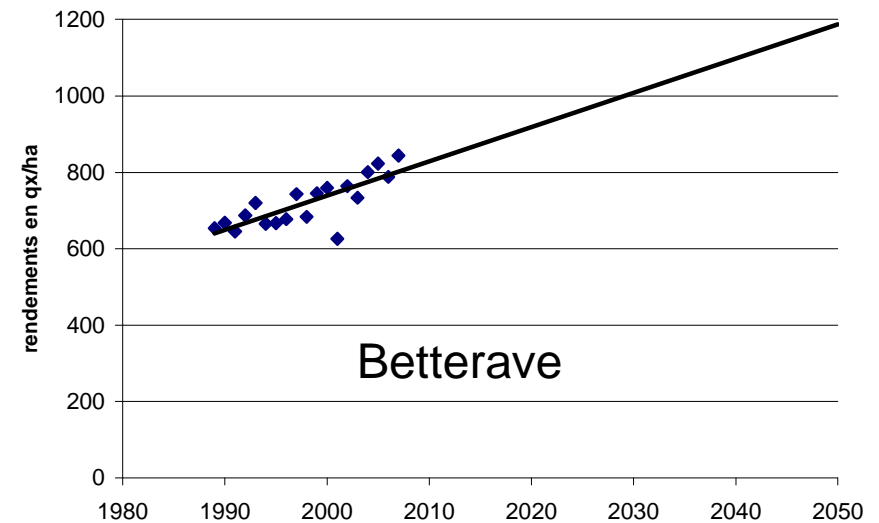
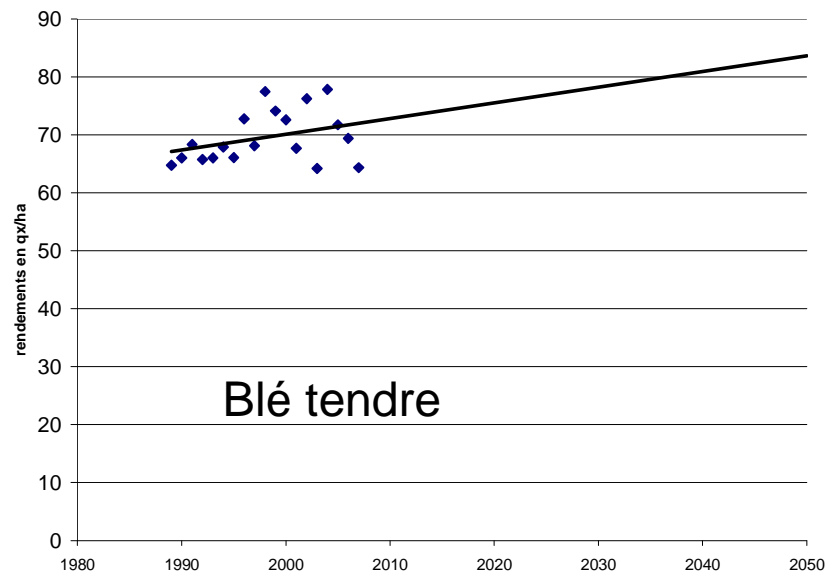
- Expertise de l'INRA pour une analyse au niveau départemental: utilisation des données Agreste
- Principales ressources agricoles considérées:
 - Grains et pailles: maïs/ blé/ triticales/ colza
 - Betterave
 - Tournesol
 - Miscanthus, Switchgrass



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Evaluation de la ressource agricole

- Hypothèses exploratoires d'évolution des rendements, des surfaces et des prix.



- Evaluation externe de la part non alimentaire



Evaluation de la ressource forestière

- Expertise du FCBA sur les peuplements forestiers à l'échelle départementale ainsi que sur les flux de bois hors énergie:
 - Evolution de la production biologique
 - Hypothèses sur l'activité de l'industrie de la pâte, de celle des panneaux, des imports et des exports
 - Concurrence entre usage et détermination de gisements disponibles pour l'énergie
- Estimation des coûts de mobilisation associés
 - Par niveau de difficulté de mobilisation



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Evaluation de la ressource forestière

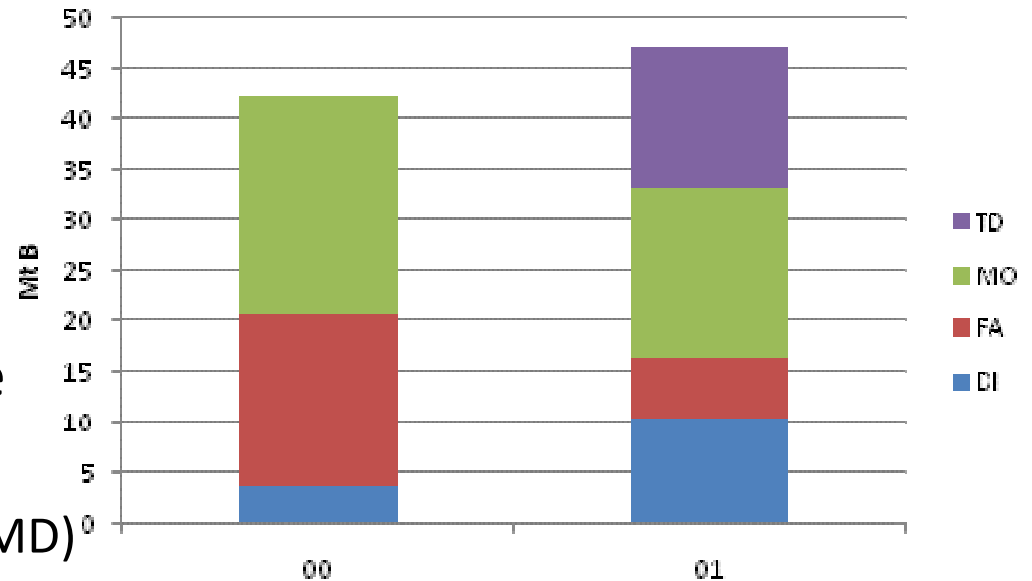
■ 12 classes de ressources

• 3 catégories en fonction du diamètre

- Gros bois
- Bois moyen
- Petit bois

• 4 niveaux d'accessibilité

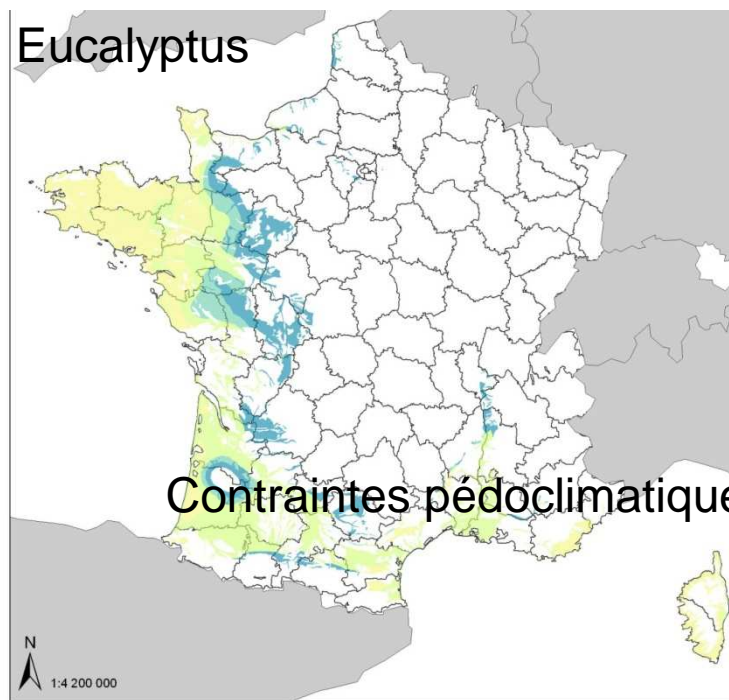
- Facile (FA)
- Moyennement Difficile (MD)⁰
- Difficile (DI)
- Très difficile (TD)



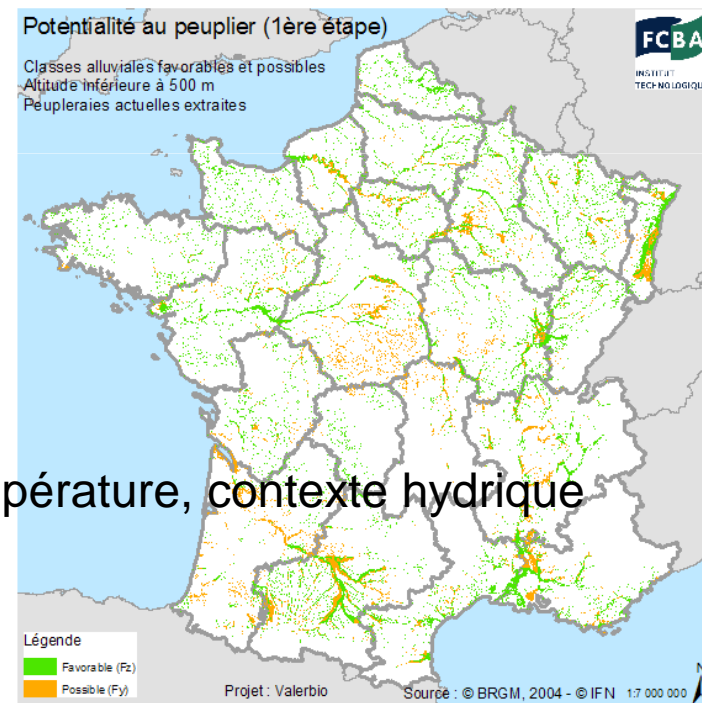
Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

Evaluation de la ressource TCR

Exercice du FCBA pour évaluer la ressource TCR :
Eucalyptus, Peuplier, Robinier, Saule



Peuplier

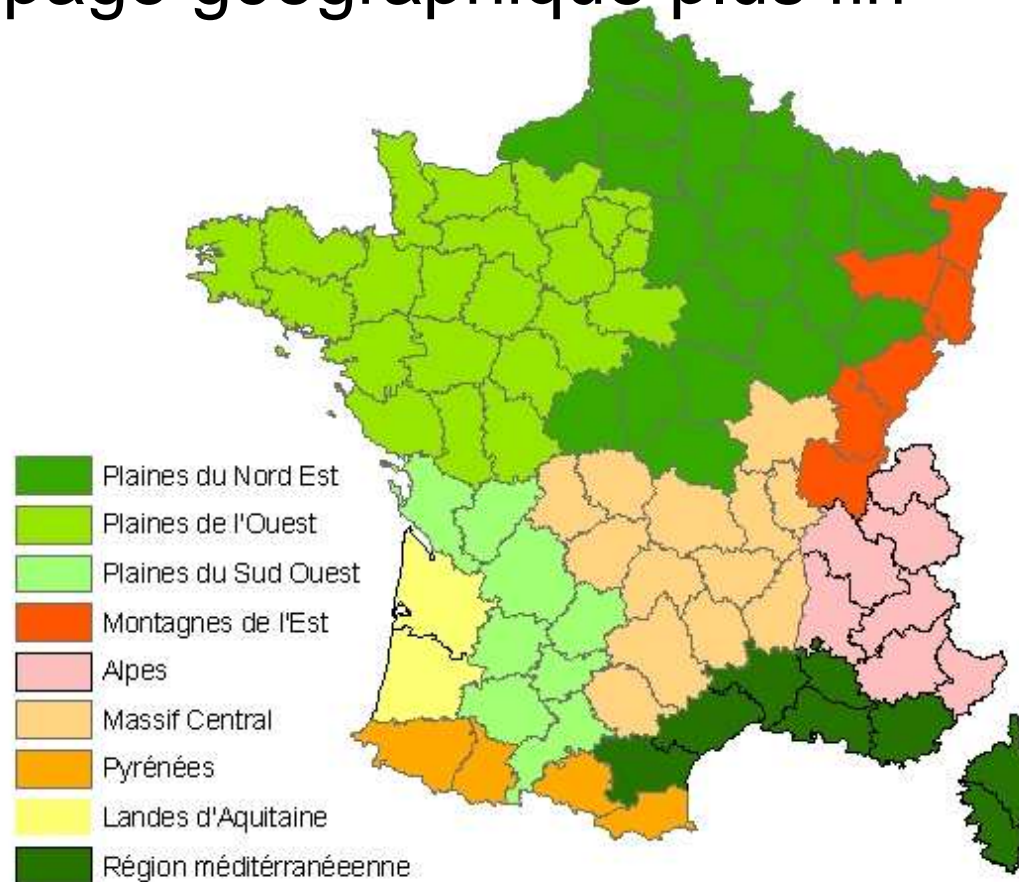


Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

ParisTech
INSTITUT DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES
PARIS INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Agrégation des ressources : zonage

Un découpage géographique plus fin



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable

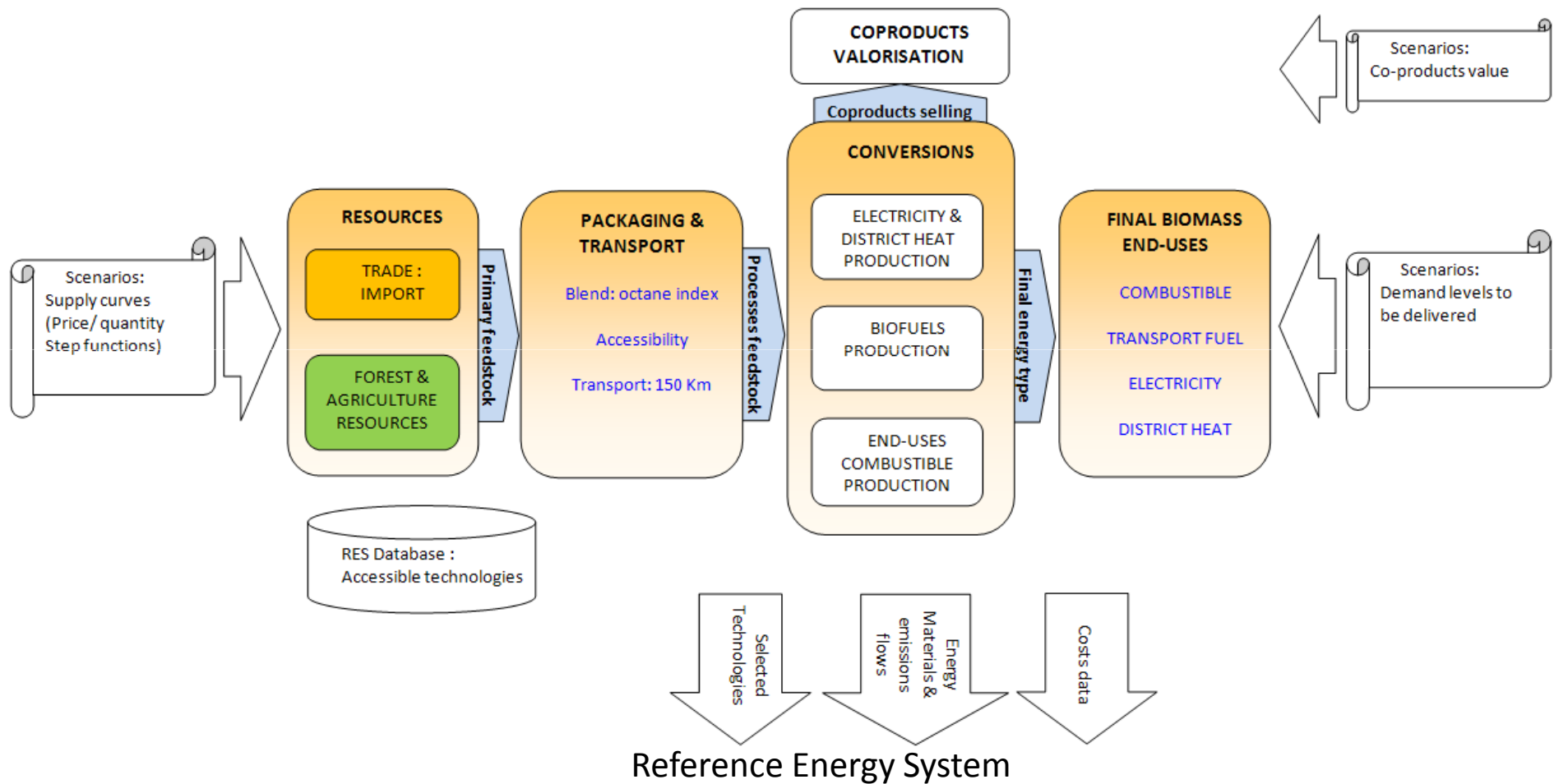
Technologies de conversion

- Compétences IFP sur les procédés biocarburants:
 - Filières de première et seconde génération

| Process | Coproduits | Intrants non renouvelables |
|------------------------------------|-------------|----------------------------|
| Production d'huile végétale | Tourteaux | Catalyseur |
| Transesterification ESTERFIP | Glycérine | Eau |
| Transesterification ESTERFIPH | Clycérine | Electricité |
| Ethanol Blé | Drèches | Gaz naturel |
| Ethanol Betterave | Vinasses | Fuel |
| Ethanol Lignocellulosique | Naphta | Vapeur |
| Huile végétale hydrotraitee NexBtL | Propane | |
| Synthèse F-T Chroren | Electricité | |



Représentation



Chaire Modélisation prospective
au service du développement durable