

# Filières énergétiques à base de biomasse

Jean TAYEB - UMR FARE - Reims

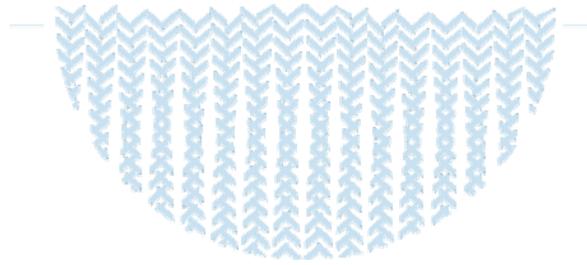


Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT





## Quelques fondamentaux



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT





# Fondamentaux

**La plus grande partie de l'énergie que nous utilisons provient [plus ou moins directement] du soleil**

- **Les énergies fossiles ...**

- Charbon, tourbe, pétrole, gaz naturel

- **... mais aussi les énergies renouvelables**

- Biomasse forestière et agricole

- Précipitations et énergie hydroélectrique

- Vents (différences de température des masses d'air) et énergie éolienne

- Photovoltaïque

- **Cas particuliers**

- Énergie nucléaire

- Géothermie, énergie marémotrice



# Fondamentaux

## L'énergie reçue du soleil est largement suffisante

- **Energie solaire reçue au sol** : 120 000 TW.an
- **Energie consommée au niveau mondial** : 13 TW.an

## L'enjeu est de la stocker et de la rendre disponible sous une forme utilisable par nos technologies

### ▪ Usages statiques :

- Chauffage et refroidissement
- Utilisations domestiques et industrielles

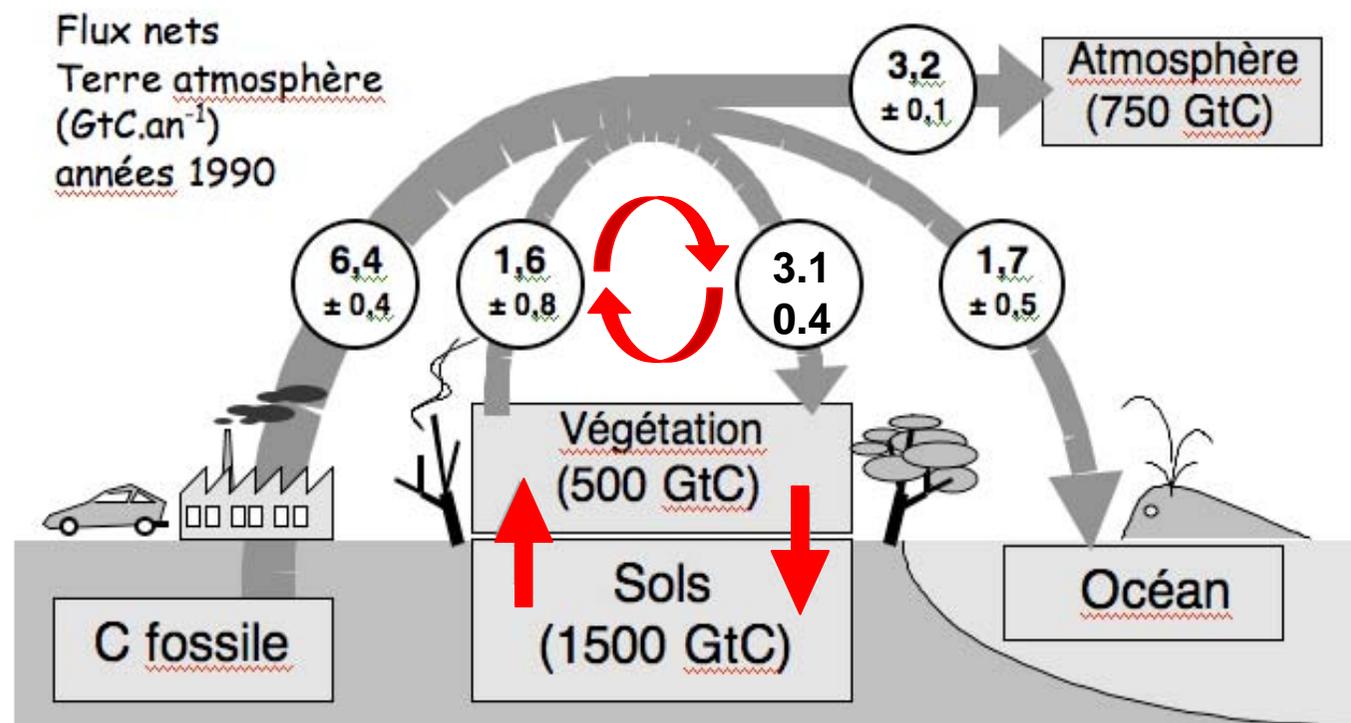
### ▪ Usages mobiles :

- Transports alimentés (trains, tramways, ...)
- Transports autonomes (véhicules, avions)



# Fondamentaux

Depuis environ 2 siècles, nous déstockons du carbone fossile, ce qui entraîne un déséquilibre du cycle du carbone



P. Colonna - 2008



Université de Reims  
Champagne Ardenne

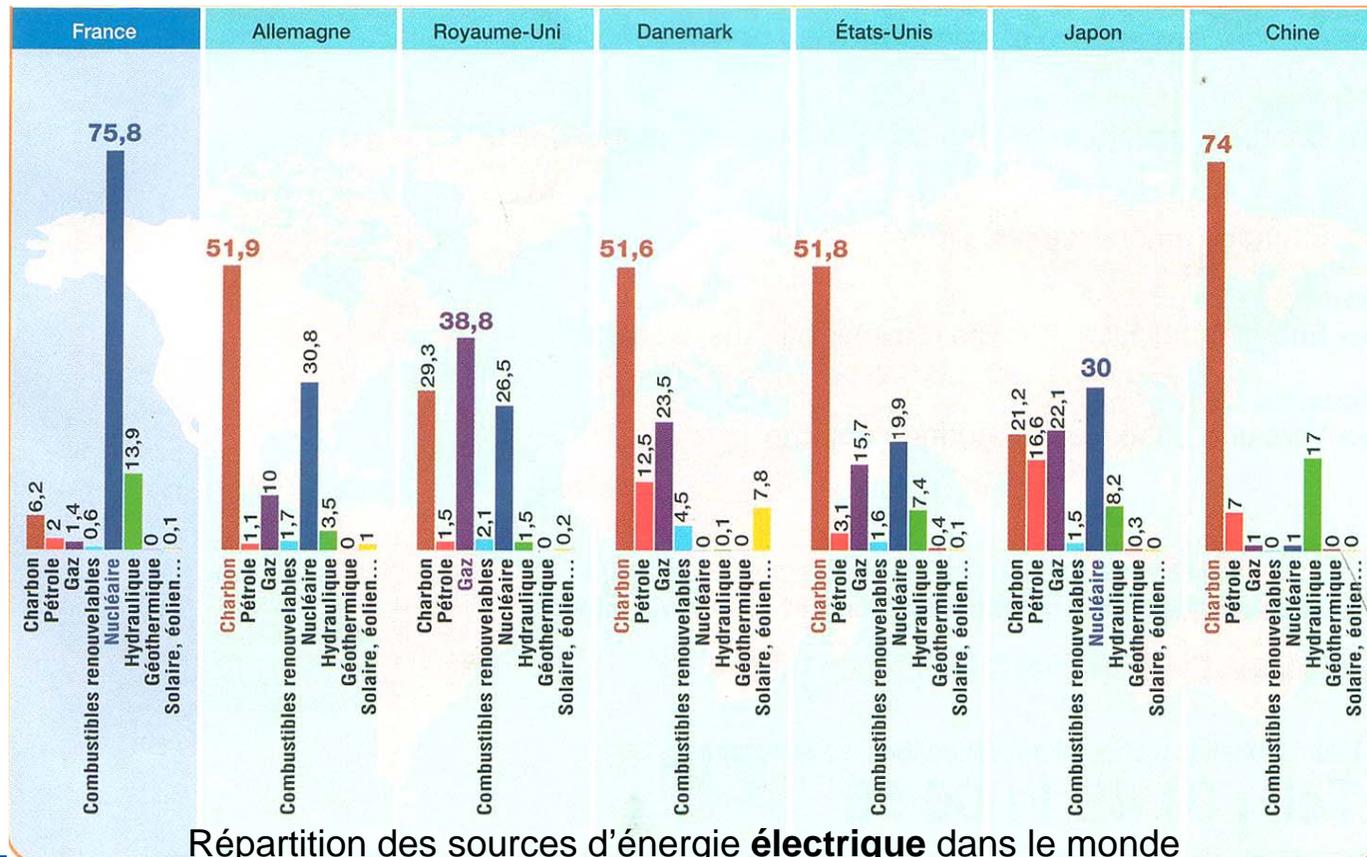
REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Fondamentaux

Il n'y a pas de solution unique, compte tenu des contextes géographiques et historiques différents



Répartition des sources d'énergie électrique dans le monde

REGEFOR Juin 2009



Université de Reims  
Champagne Ardenne

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Fondamentaux

## Quelques chiffres

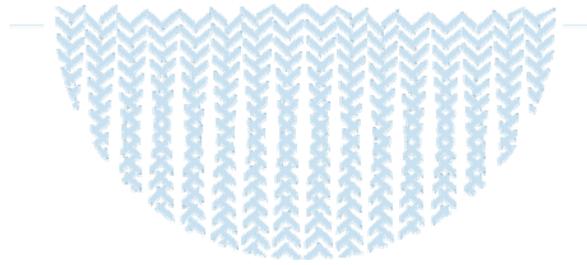
### Consommation de carbone fossile (par habitant et par an)

USA	5,0 T
Ex URSS	3,7 T
Allemagne	3,0 T
CEE – Japon	2,5 T
France	1,9 T
Chine	0,7 T
Inde	0,3 T
<b>MOYENNE</b>	<b>1,1 T</b>
<b>MONDIALE</b>	

### Part de l'énergie consommée sur la planète (Total de l'ordre de 10 GTep)

		Fr. 2003
<b>Pétrole</b>	<b>32,5 %</b>	<b>33,8%</b>
<b>Charbon</b>	<b>27,5 %</b>	<b>4,9%</b>
<b>Gaz naturel</b>	<b>18 %</b>	<b>14,6%</b>
<b>TOTAL combustibles fossiles</b>	<b>78 %</b>	<b>53,3%</b>
<b>Nucléaire</b>	<b>4,5 %</b>	<b>35,7%</b>
<b>Hydraulique</b>	<b>6,5 %</b>	<b>6,3%</b>
<b>Biomasse</b>	<b>11 %</b>	<b>4,7%</b>
<b>TOTAL énergie</b>	<b>100 %</b>	





# Les transformations de la biomasse



Université de Reims  
Champagne Ardenne

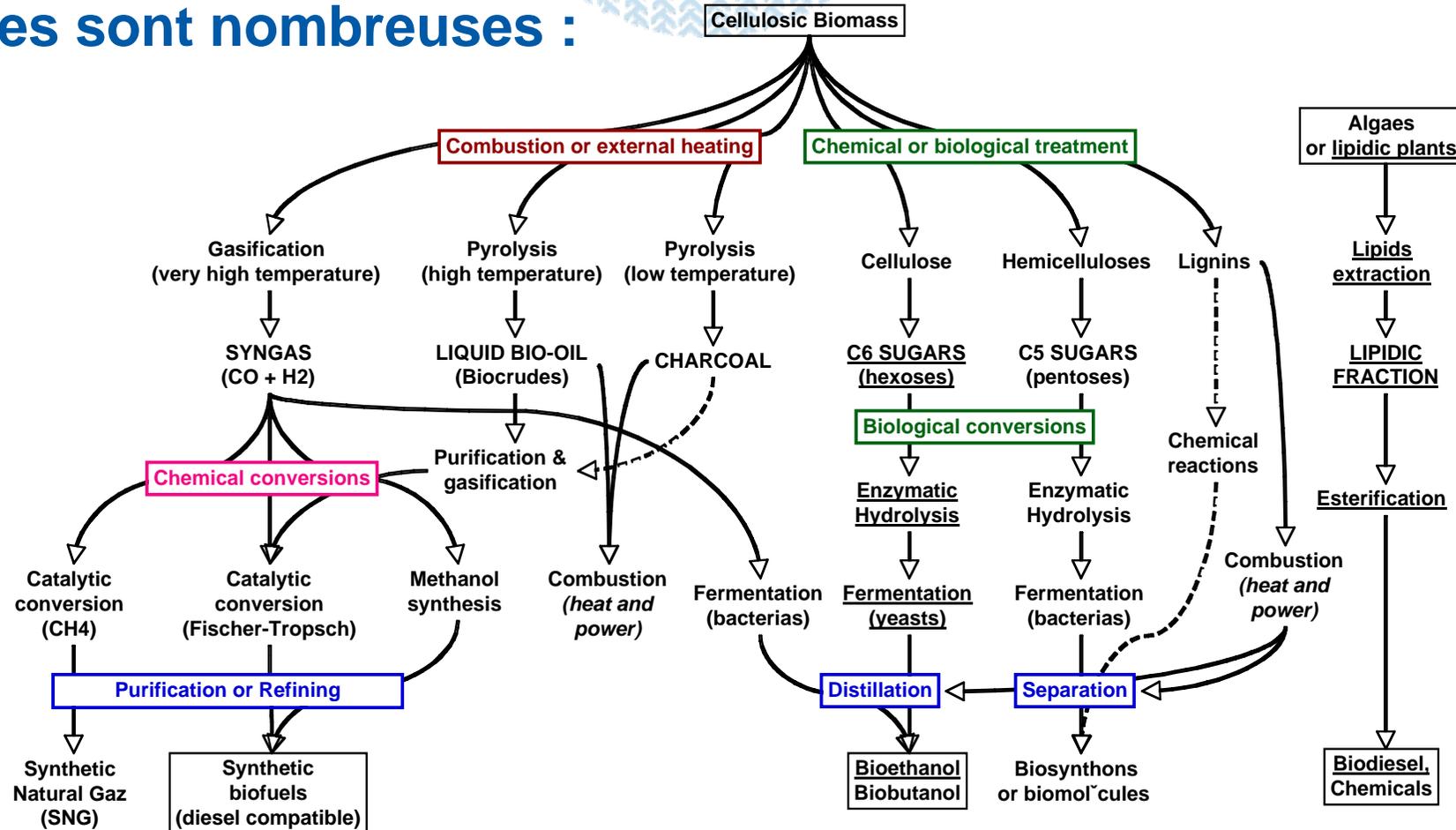
REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Transformations énergétiques de la biomasse

Elles sont nombreuses :



*Underlined : first generation pathway for bioethanol and biodiesel*



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

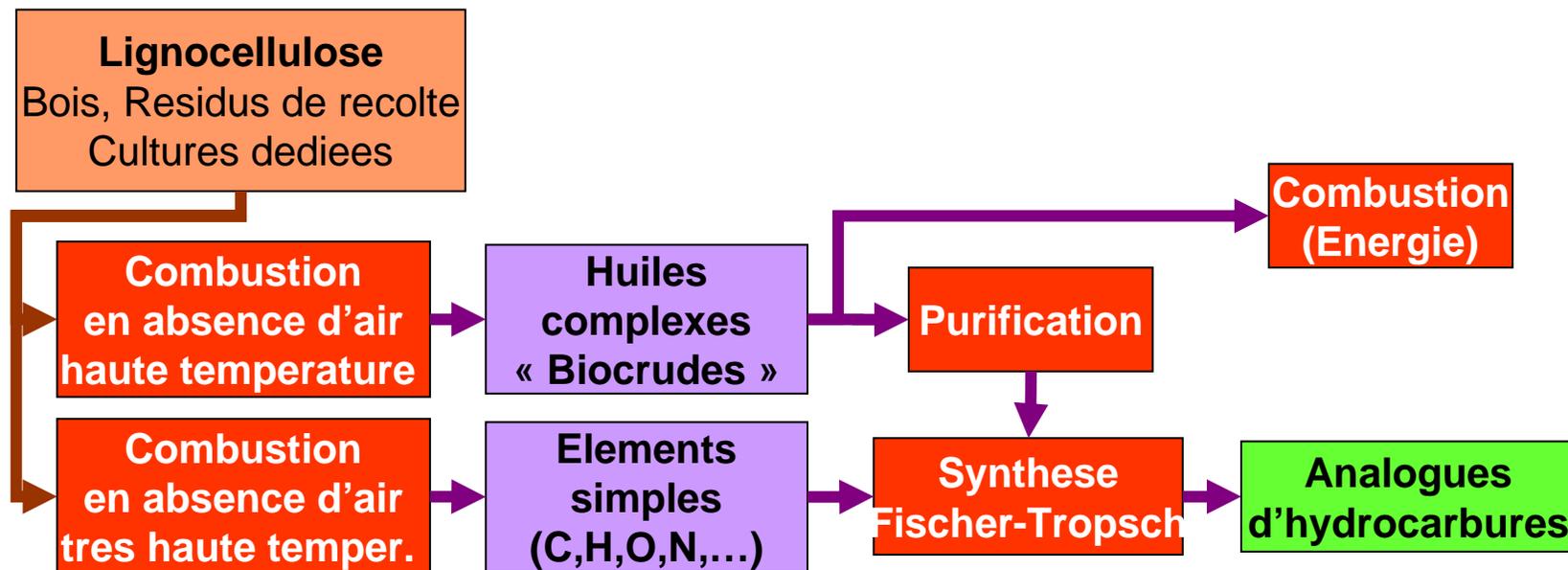
ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Les voies thermo-chimiques

- **Combustion simple** : production de chaleur ou d'électricité
- **Pyrolyse basse température** : production de charbon de bois
- **Pyrolyse haute température** : production de "bio-oils" ou "bio-crudes"
- **Gazéification** (très haute température) : production de "syngas"



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Le cas particulier des biocombustibles

- **Situation différente en France et dans les autres pays européens**
- **Utilisation de la biomasse**
  - Aujourd'hui : 10.2 MTep/an = 55% de l'énergie primaire renouvelable, 5.6% de la consommation totale d'énergie
  - Objectif 2010 : passer à 12% de la consommation d'énergie ; utilisation forêts et rémanents industrie forestière (5 Mtep/an), pailles, plantes entières



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



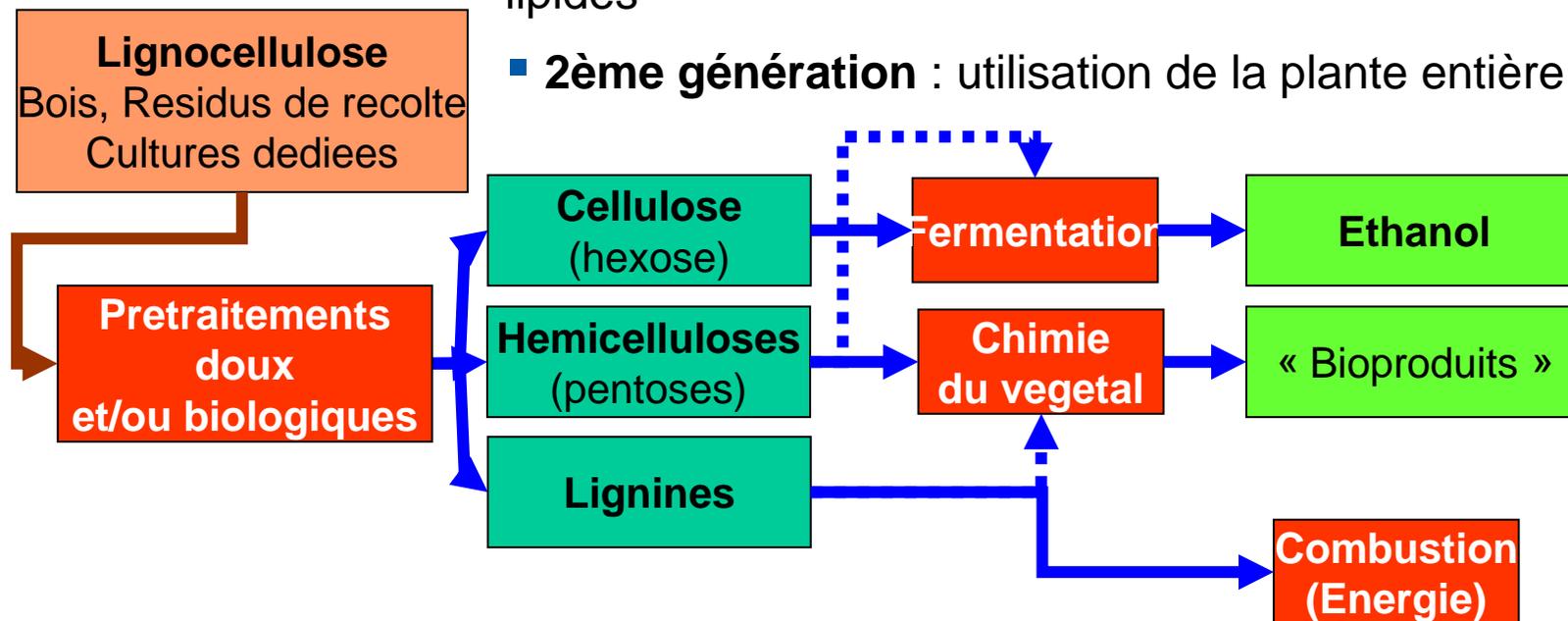
# Transformations énergétiques de la biomasse

## Les voies biologiques

- **Commencent par une étape de “déconstruction” qui est critique :** séparation des constituants en conservant autant que possible leur propriétés réactionnelles (biologiques ou chimiques) ou fonctionnelles (fibres)

- **1ère génération :** déconstruction externe en sucres ou lipides

- **2ème génération :** utilisation de la plante entière



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Le cas particulier du biogaz par fermentation anaérobie (méthanisation)

### ■ Avantages :

- technologie connue et robuste
- accepte des matières premières variées

### ■ Facteurs limitants :

- optimisation du fonctionnement des communautés microbiennes
- coût du traitement du gaz produit pour le rendre compatible avec un mélange dans le réseau de gaz naturel

### ■ Potentiel : utilisation locale d'énergie

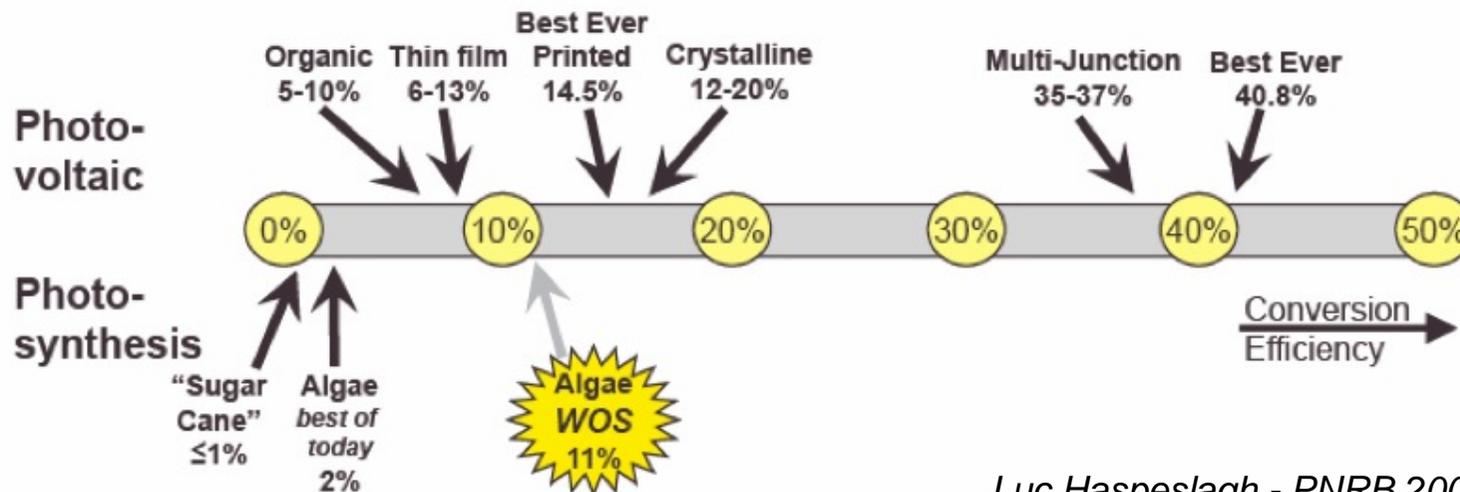
- chauffage urbain, flotte de véhicules captive
- déchets organiques valorisables en bio-gaz : actuel 0.75 Mtep, potentiel 6 Mtep



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Le cas de la biomasse alguale

- **Avantages** : efficacité photosynthétique, utilisation possible de CO<sub>2</sub> capté localement, production de lipides, surfaces disponibles (selon le cas)
- **Verrous** : connaissances générales, technologie des photobioréacteurs -> applications en 2030 (?)



Luc Haspeslagh - PNRB 2009



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Comparaison voies thermo-chimiques et biologiques

### ■ Voies thermo-chimiques :

- Nécessité d'une intégration énergétique très poussée
- Investissements très importants, sauf pour combustion simple

### ■ Voies biologiques :

- Nouveau secteur d'activité (ex pharmacie et alimentaire) : courbe d'expérience spécifique à acquérir
- Nouveaux outils biologiques (enzymes, micro-organismes, ...) à développer
- Investissements moyens, technologies éco-compatibles

■ **Les deux voies se développent de façon complémentaire, dans l'attente d'une future rupture technologique qui permettra une meilleure utilisation de l'énergie solaire en une énergie stockable (3ème génération)**



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Transformations énergétiques de la biomasse

## Caractéristiques attendues de la biomasse

### ■ Voies thermochimiques

- Pouvoir calorifique (lignines +), densité énergétique
- Micro-constituants et éléments minéraux à limiter

### ■ Voies biologiques

- Dégradabilité enzymatique (lignines -) ou chimique

### ■ Dans les deux cas

- Disponibilité dans le temps et dans l'espace
- Aptitude au pré-conditionnement logistique (broyage, conservation,...)
- Rendement en Tep/ha/an (pression sur les surfaces disponibles)
- Durabilité de la ressource

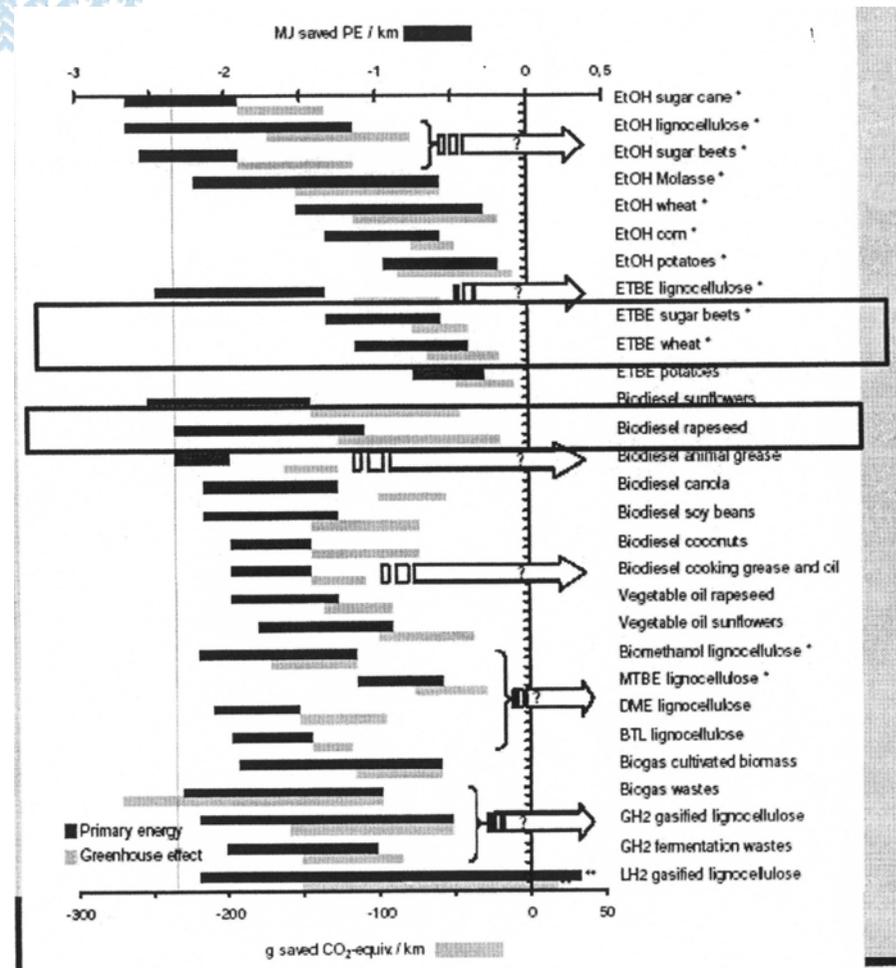


# Transformations énergétiques de la biomasse

## Le débat sur les bilans énergétiques et GES

(Gaz à Effet de Serre)

- de nombreuses études qui donnent des plages de valeurs, car chaque système est différent
- toutes les études donnent des résultats positifs, sauf celles qui prennent en compte l'énergie solaire dans le bilan
- il faudra s'habituer à manipuler des fourchettes de chiffres et à choisir des solutions adaptées

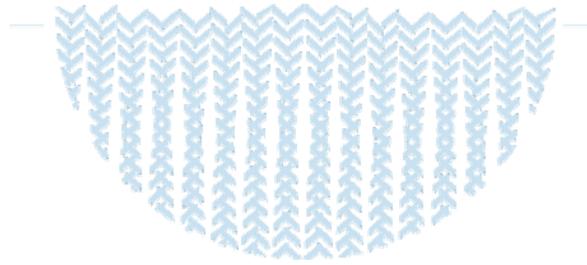


Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT





## Conclusions



Université de Reims  
Champagne Ardenne

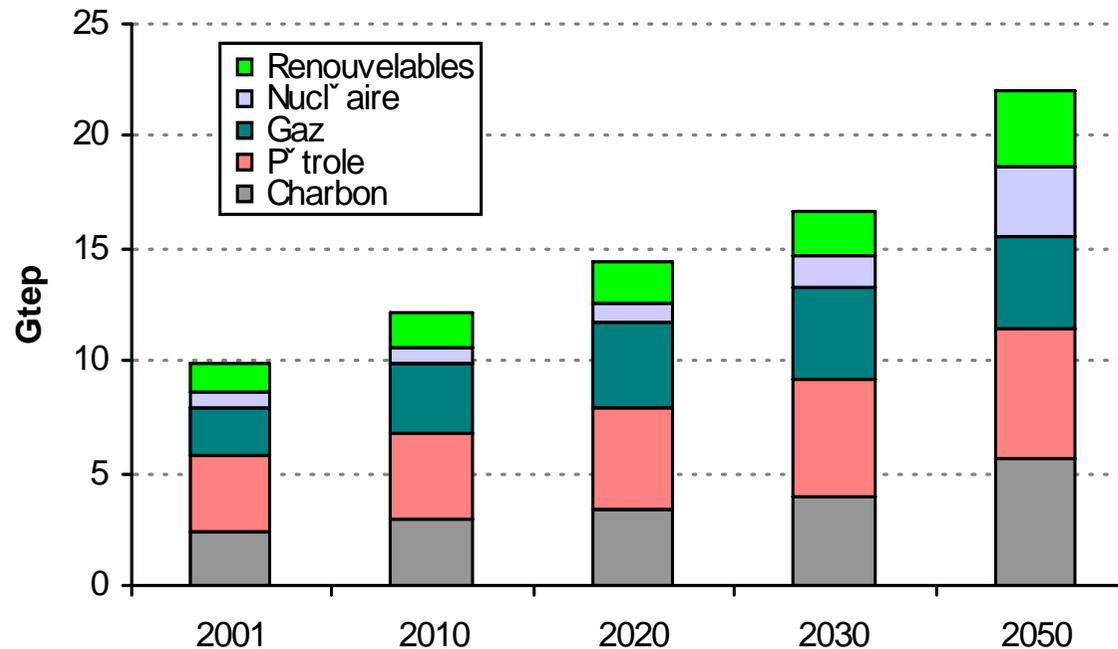
REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Biomasse et énergie

## La biomasse a un rôle à jouer dans le bouquet énergétique des 50 prochaines années



Modèle POLES  
2005

Prévision de répartition du bouquet énergétique 2050



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT



# Biomasse et énergie

**Mais l'enjeu de société majeur est de réaliser des économies d'énergies pour limiter la croissance de la consommation énergétique**

- **Europe : la feuille de route pour 2020**

- **Donne un objectif de réduction globale de la consommation d'énergie de 20%**
- Propose de porter à 20 % la part des sources d'énergie renouvelables dans la consommation d'énergie globale d'ici à 2020 (contre 6 % en 2007) / pour la France respectivement 23% et 9%
- Fixe pour objectif minimal 10 % d'utilisation d'énergie renouvelable dans le secteur des transports d'ici à 2020 (contre 1,4% en 2007)
- Vise à garantir une production durable des bio/agro-carburants

- **La biomasse a d'autres applications que la transformation directe en énergie (construction, isolation, etc...) à développer de façon cohérente**



Université de Reims  
Champagne Ardenne

REGEFOR Juin 2009

ALIMENTATION  
AGRICULTURE  
ENVIRONNEMENT

