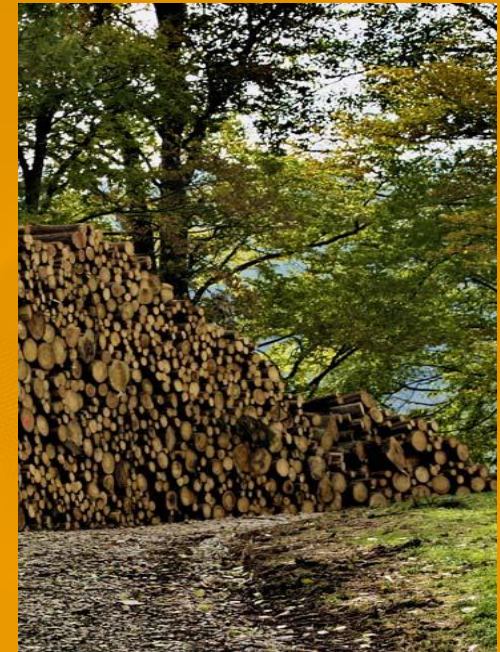




AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

Programme ANR Bio-ME (Bio-Matières & Energies)

Gérard ANTONINI, Professeur,
Responsable Programme Bio-ME,
Liz PONS, Chargée de Mission Scientifique



La biomasse ligno-cellulosique

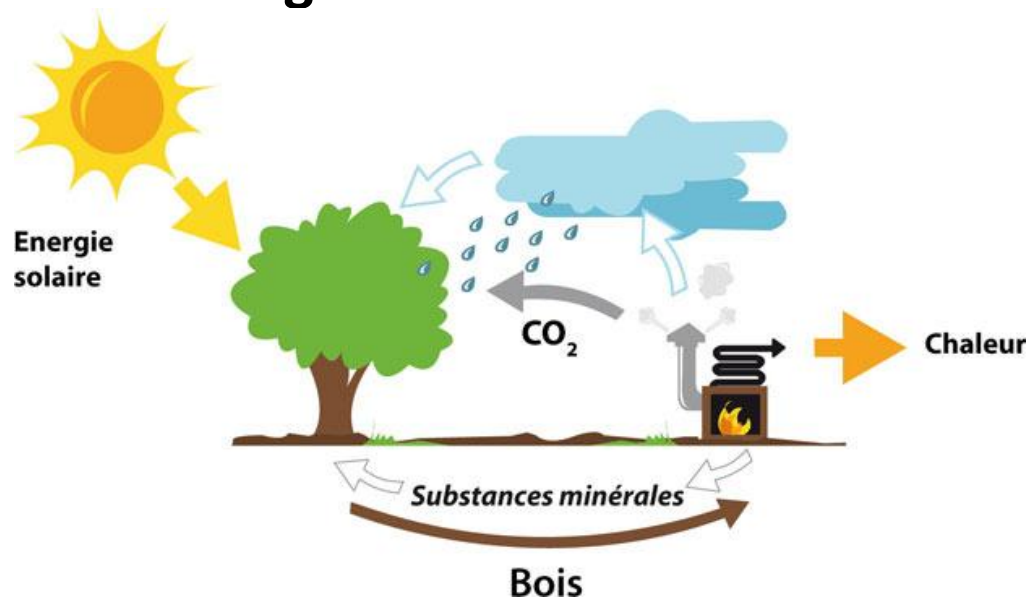
➤ Une ressource variée

- La biomasse forestière
- Les cultures énergétiques TCR (saule, peuplier,.), TCCR (miscanthus, sorgho, ...)
- La biomasse agricole et ses déchets (pailles, rafles, ...),
- La biomasse aquatique (algues, microalgues, ...)
- Les déchets (OM, bois B, boues de STEP, ...)



La biomasse ligno-cellulosique

- Une énergie renouvelable



- Une substitution des combustibles fossiles



La biomasse ligno-cellulosique

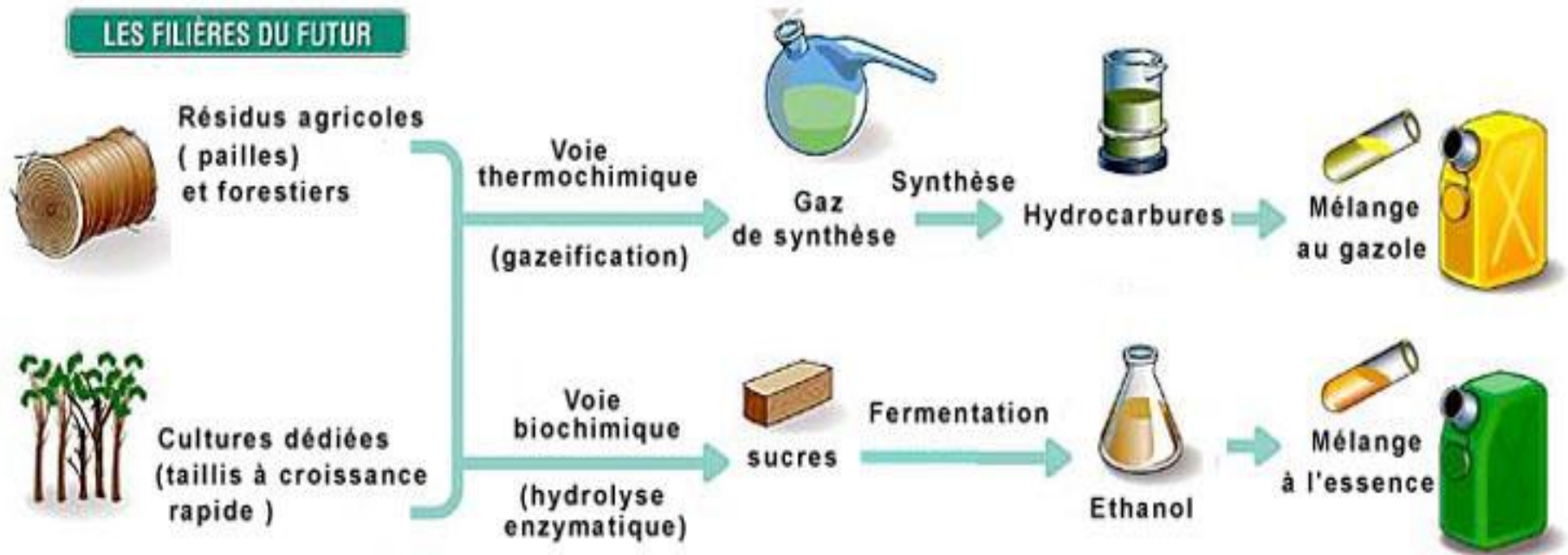
- Pré-conditionnement de la BLC

	Bois brut (plaquette)	Pellets bois brut	Pellets bois torréfié
Masse volumique (kg/m ³)	250 à 400	640 à 650	800 à 900
Humidité (%)	25 à 45	< 10	< 1
PCI (MJ/kg)	7,5 à 11,5	17 à 18	20 à 21
Densité énergétique (MJ/m ³)	2,8 à 3	8 à 11	15 à 18,5



Les filières biocarburants de 2° génération

Utilisation de tout ou partie des constituants de structure des plantes (cellulose, hémicellulose, lignine)



La filière thermo-chimique (2^o génération)

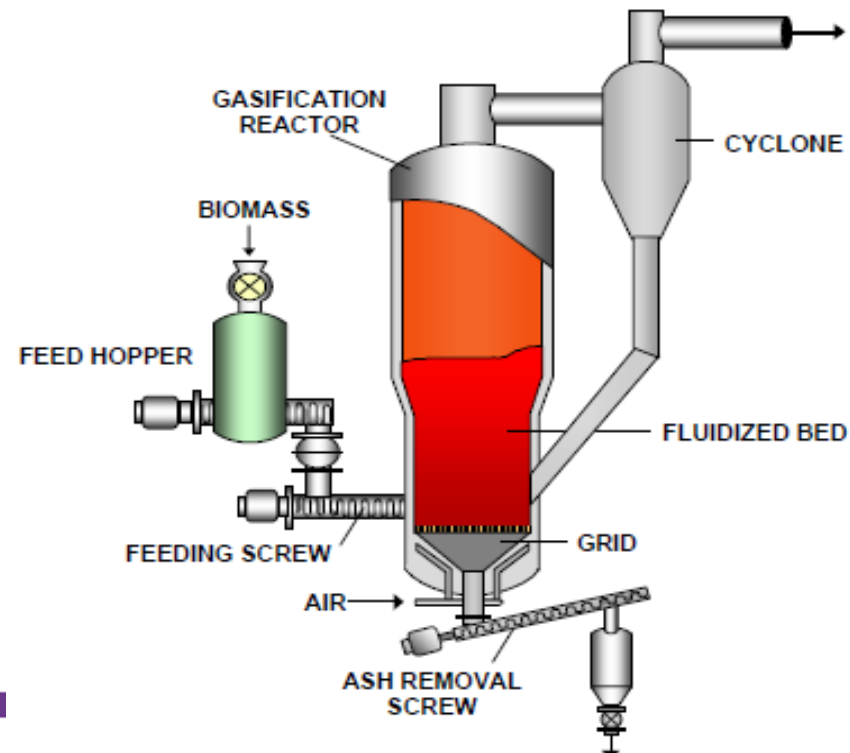
- Production de syngaz par gazéification (CO + H₂)



$\Delta H_{298} = + 131, 38 \text{ kJ.mole}^{-1}$ de carbone

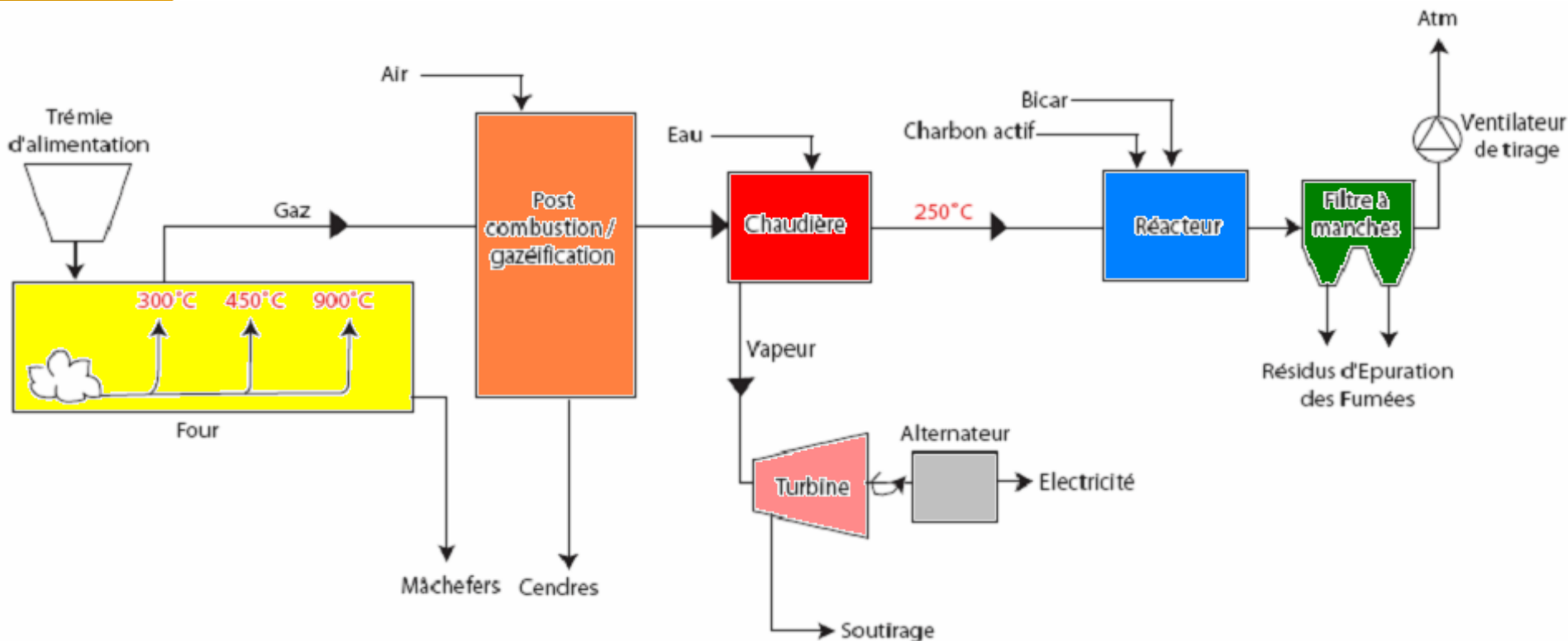
- Valorisations du syngaz

- Production de chaleur
- Cogénération
- Synthèse catalytique FT-BTL
- Méthanation (SNG)



La filière thermo-chimique (2^e génération)

- Cogénération par pyro-gazéification intégrée



Volumes de fumées rejeté à l'atmosphère :

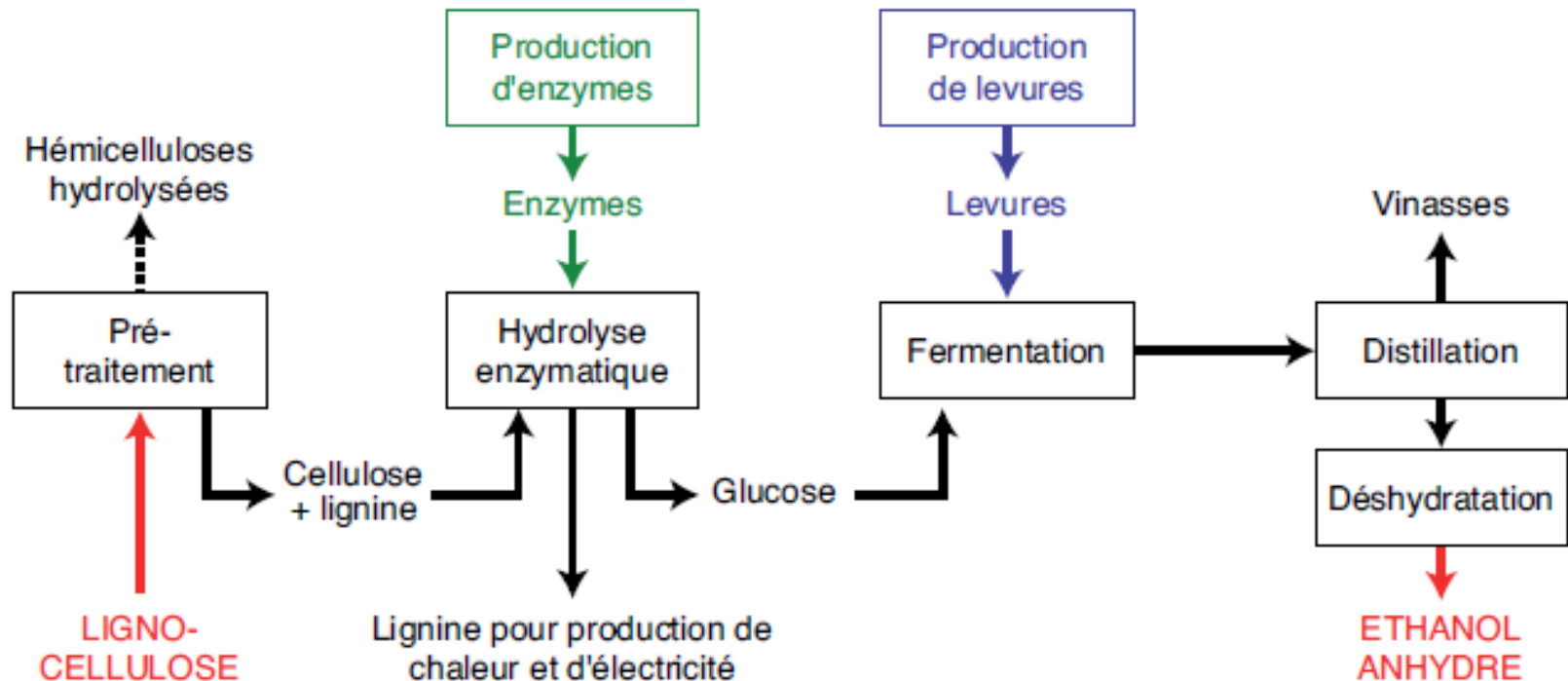
Combustion : 7 000 à 7 500 Nm³/t ; Pyro-gazéification : 4 000 à 4 500 Nm³/t

Coût d'équipements :

Combustion : 1,2 à 1,4 M€/ Mwth entrant ; Pyro-gazéification : 0,7 à 0,8 M€/MWth

La filière biochimique (2^o génération)

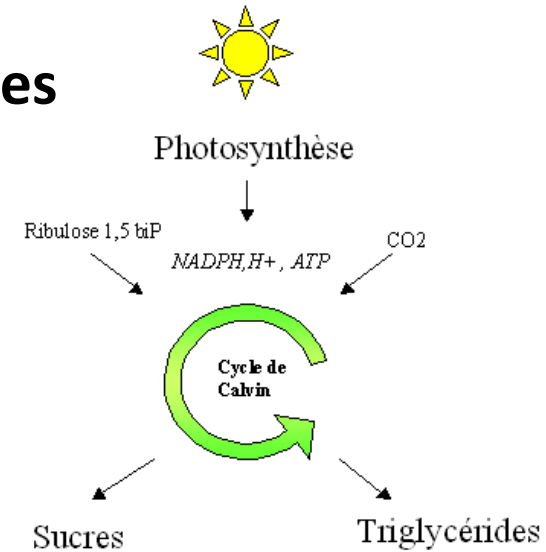
- Production de bioéthanol cellulosique



Le rendement en éthanol sur matière végétale brute est de : **250 – 400 L /t**

Les filières biocarburants de 3^o génération

- Production de bio-huiles par microalgues



La productivité en bio-huile des microalgues est de : **40 à 120 m³/ha/an**
(colza : 1,25 m³/ha/an)

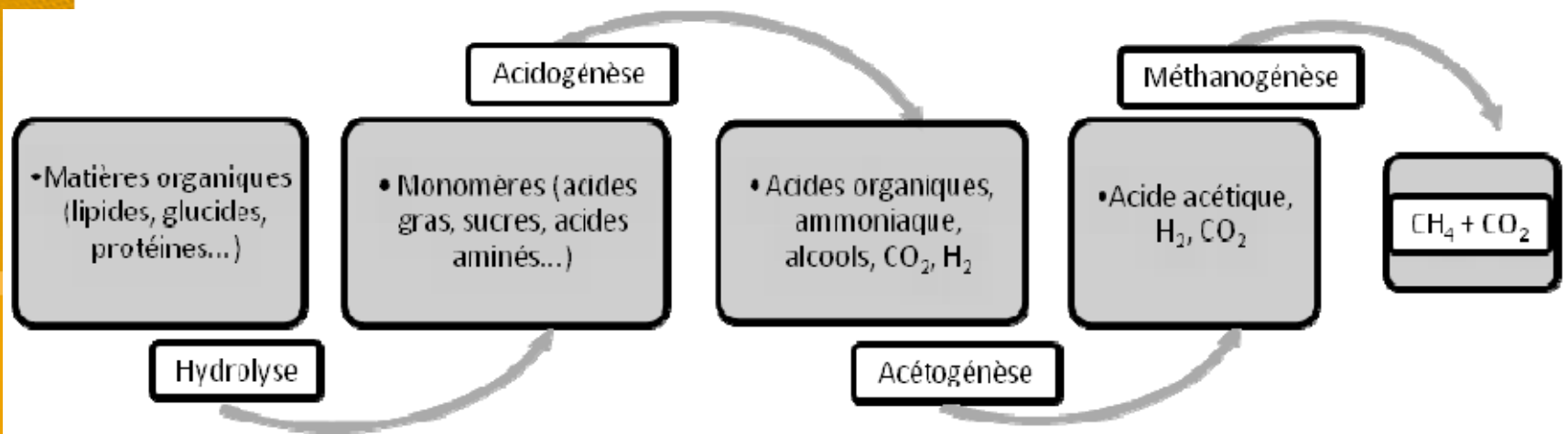
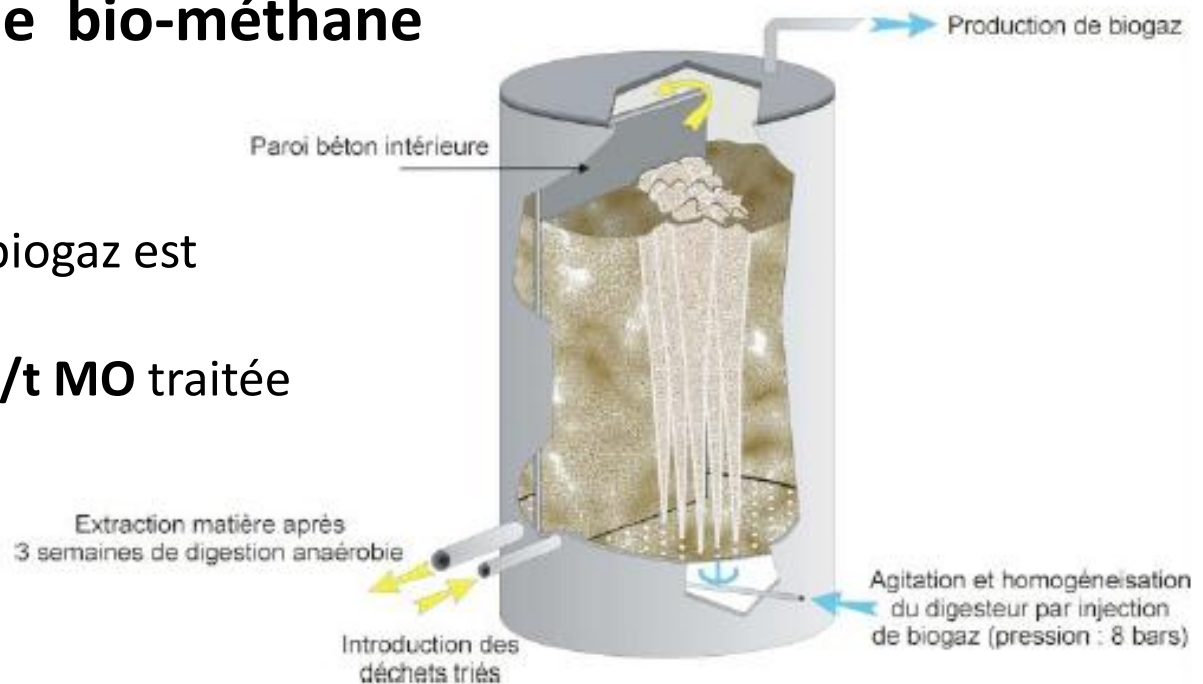
Les microalgues fixent, en moyenne :
1,7 kg de CO₂/kg MS



Les filières biocombustibles de 3^e génération

- Production de bio-méthane

La productivité en biogaz est comprise entre :
300 et 900 Nm³ CH₄/t MO traitée



Les filières biocombustibles de 3^o génération

- Production de bio-hydrogène

- **Bio-photolyse de l'eau** (microalgues, cyanobactéries)

Des enzymes hydrogénases catalysent l'inter-conversion H_2/H^+ produite par photosynthèse, selon la réaction suivante : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$



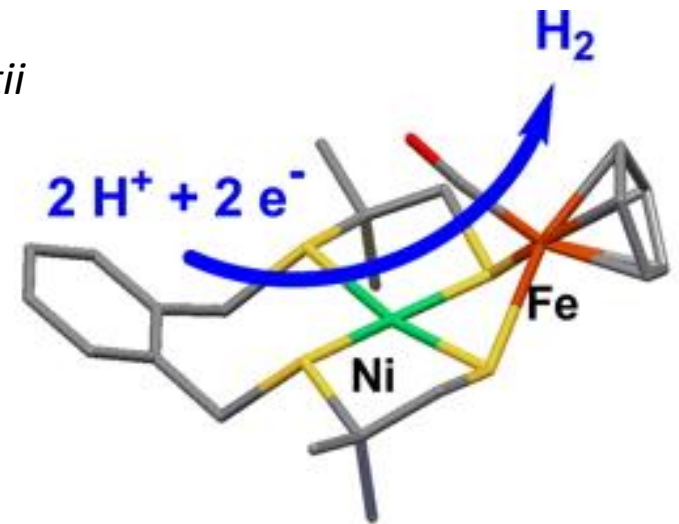
Microalgue :

Chlamydomonas reinhardtii



Cyanobactérie :

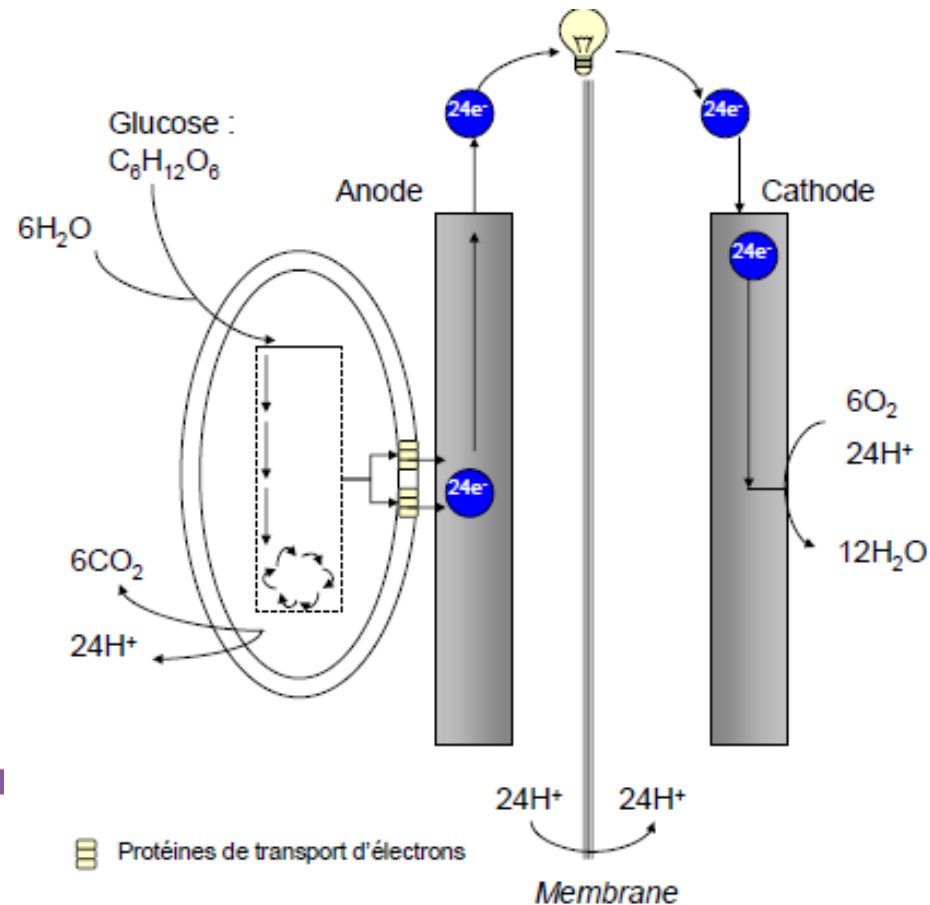
Synechocystis



Les filières bioélectricité de 3^o génération

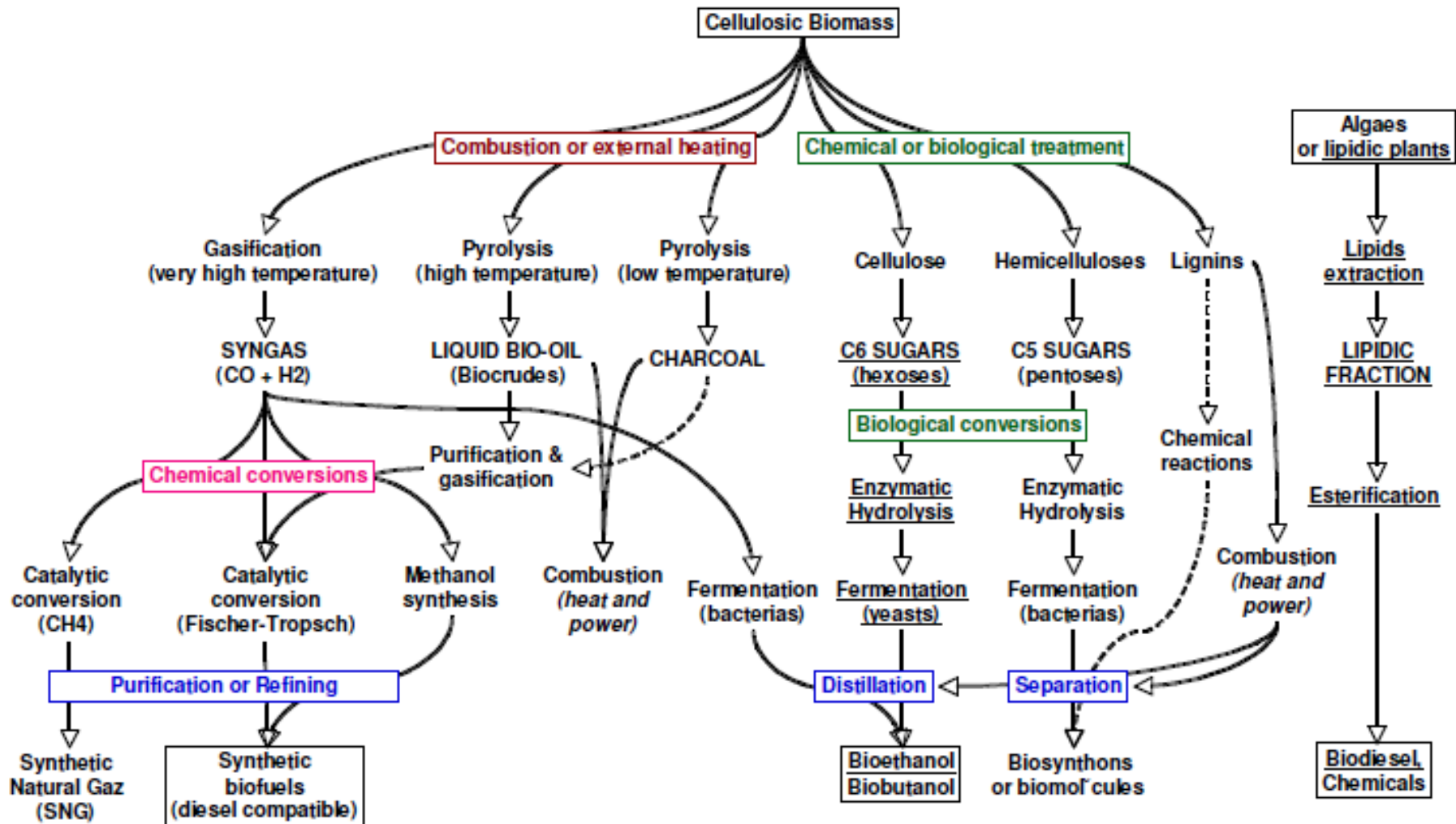
➤ La pile à combustible microbienne (PACM)

- à l'anode : $\text{CH}_3\text{COO}^- + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{CO}_2 + 7 \text{H}^+ + 8 \text{e}^-$
- à la cathode : $2 \text{O}_2 + 8 \text{e}^- + 8 \text{H}^+ \rightarrow 4 \text{H}_2\text{O}$



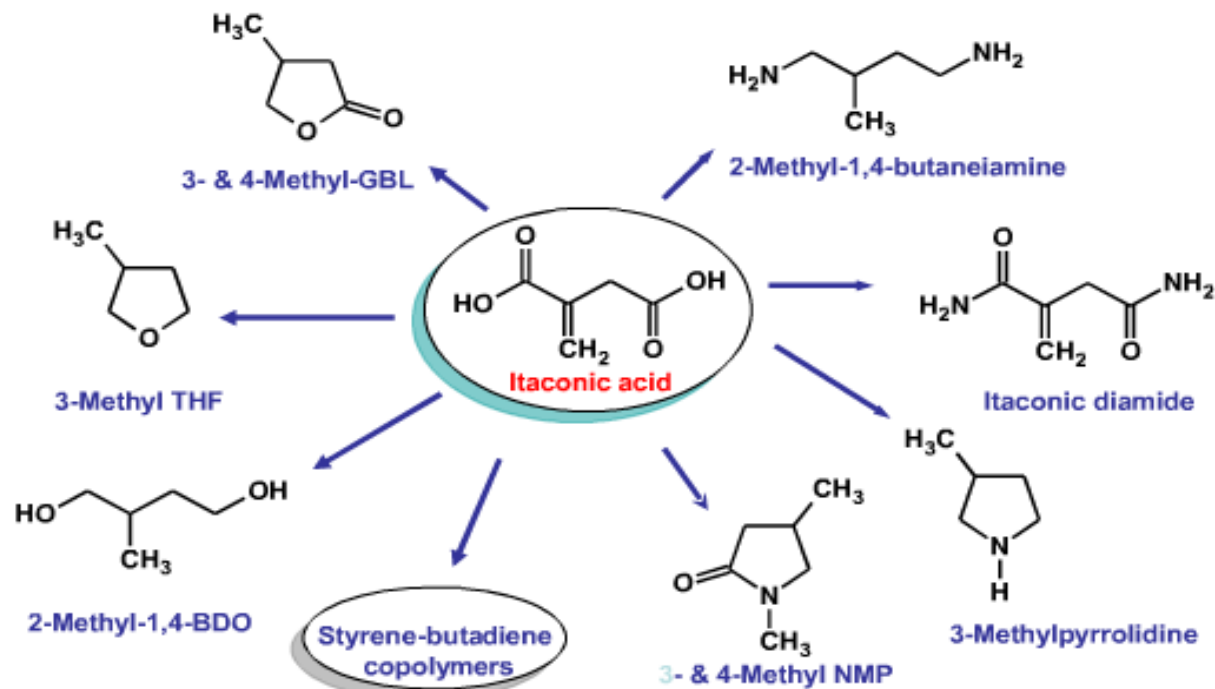
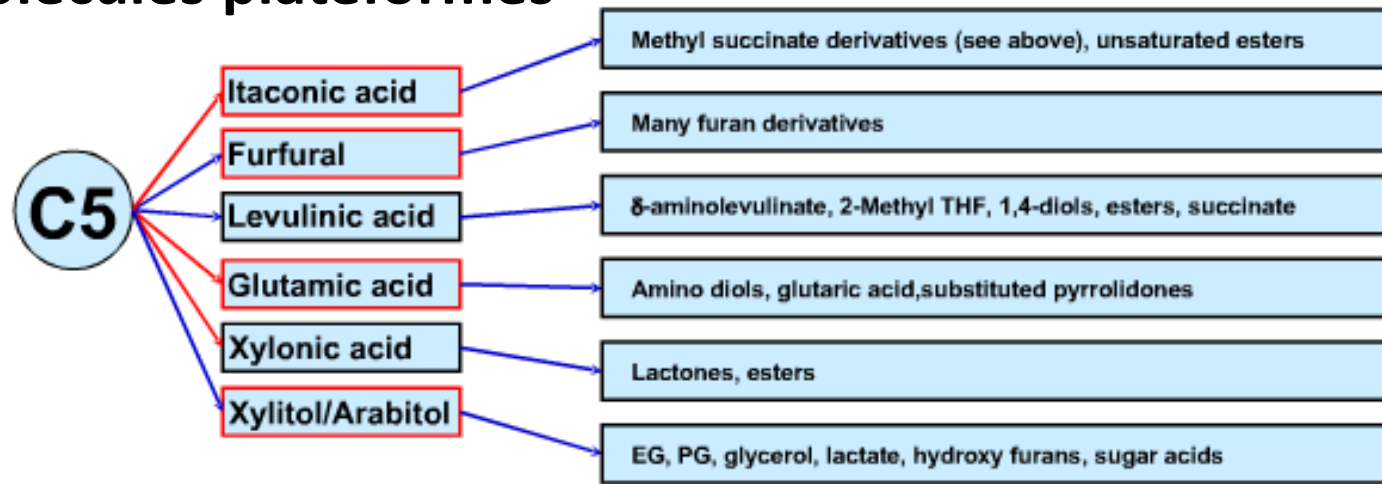
La bio-raffinerie

- Valorisations intégrées matières & énergies



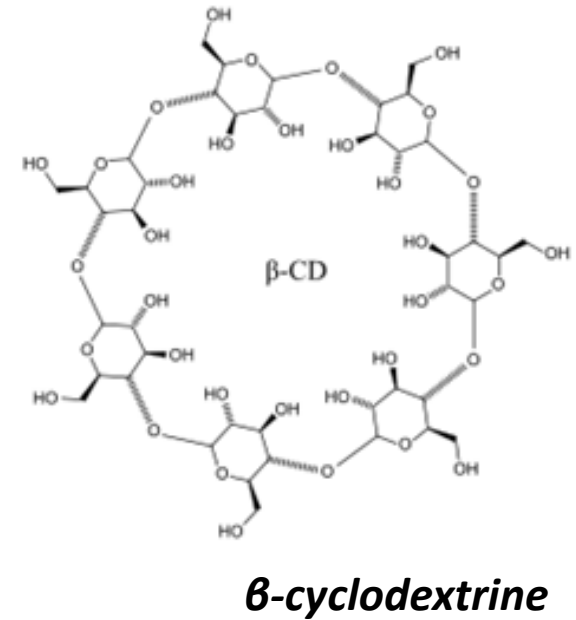
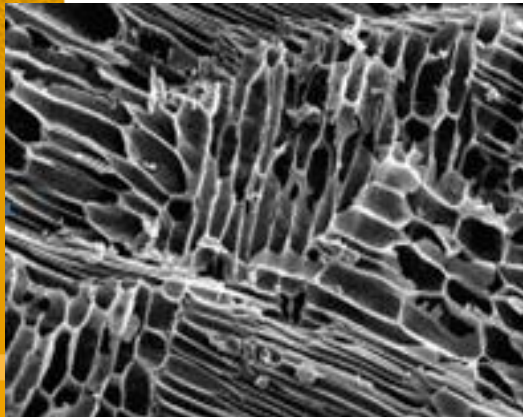
La bio-raffinerie

- Les molécules plateformes



La bio-raffinerie

- **Les polysaccharides** (xanthane, dextrane, cyclodextrine,...)
- **Les hydro-colloïdes** (alginate, agar, ...)
- **Les biosurfactants** (rhamnolipides, ...)
- **Les bio-polymères** (polyhydroxyalkanoates PHA, acide polylactique PLA,)
- **Les bio-composts**
- **Les bio-adsorbants** (charbon actif, ...)
- **Les bio-chars**



Enjeux du Programme Bio-ME

- **Un fort enjeu de développement** des filières françaises des valorisation de biomasse ligno-cellulosiques :
 - limitation de la dépendance énergétique aux énergies fossiles, et réduction des émissions de GES dans l'industrie et les transports,
 - Mise en place d'une économie verte, avec création ou maintien de dizaines de milliers d'emplois, création de PME,
 - innovation industrielle et positionnement sur les marchés à l'export

➤ **Filière Biomasse Energie** (chaleur, cogénération et méthanisation)

Forces : 2° potentiel sylvicole européen, 1° potentiel agricole

Faiblesses : 20 Mt non exploitées, freins à la gestion des ressources, faible développement des filières de cogénération, méthanisation, réseaux de chaleur,

Enjeux du Programme Bio-ME

➤ **Filière Biocombustibles** (2° et 3° générations)

Forces : présence de leaders français, mise en place de démonstrateurs 2G, excellence de la recherche en 3°G

Faiblesses : retards sur les savoir-faire technologiques de filière 2°G génération avec domination d'acteurs nord-européens, stratégie nationale sur la filière bio-lipides de 3°G à préciser.

➤ **Filière Bio-raffineries**

>> **Le modèle économique des biocarburants passe par une synergie avec la chimie « verte »**

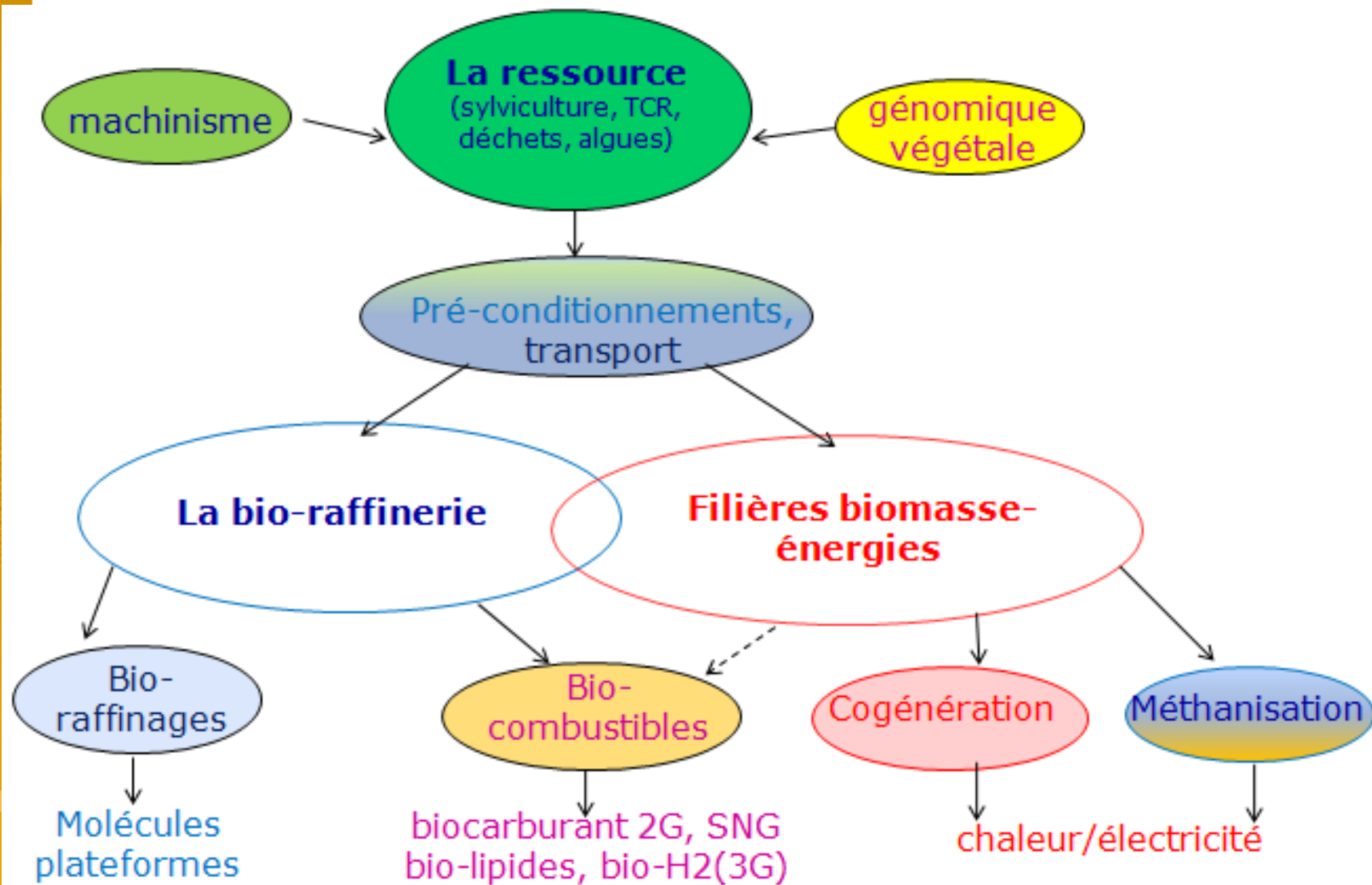
Forces: 5° rang mondial en chimie, présence de leaders français, des projets démonstrateurs ambitieux (Roquette, ARD, ...), 2° plasturgiste européen

Faiblesses : nombre limité de PME innovantes spécialisées en chimie verte et technologies blanches,

Objectifs scientifiques et technologiques du programme Bio-ME

- **Accroissement de la Ressource** : Diversifier et évaluer toutes les formes de biomasse mobilisables à des fins de valorisation matière-énergie. Développer les pré-conditionnements. Minimiser les coûts de transport.
- **Développer les filières Biomasse-Energie**:
 - Développer les filières de cogénération et de méthanisation des biomasses
 - Développer des filières de conversion industrielles de la biomasse ligno-cellulosique, notamment pour la production de combustibles de seconde génération par voie thermochimique, biochimique ou biologique ;
 - Explorer de nouvelles voies pour la production d'hydrogène et de lipides par l'action de microorganismes (carburants de 3^e génération)
- **Intégrer le concept de bio-raffinerie** pour une co-valorisation matière - énergie des biomasses
 - Molécules plateformes (furfural, molécules hydrocarbonées, précurseurs de bio-polymères d'origine naturelle, ...).

Thématiques de recherche privilégiées



Rappel du cycle de programmation ANR en Bioénergies

The diagram illustrates the ANR programming cycle for Bioenergy from 2005 to 2010. It is divided into two periods: PNRB (2005-2007) and Bio-E (2008-2010). The data is presented in a table below.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Nb de projets financés	10	13	9	13	7	8
Aide accordée (M€)	8,5	8	6,7	10,6	6,5	7,4
Aide moyenne par projet (k€)	850	615	744	815	928	929
Taux de sélection	53 %	42%	31%	33%	32%	23%

MERCI POUR VOTRE ATTENTION