

Biomasses, Bioénergies 1G, 2G : Synergies ou concurrence ?



Gerard Goma Pr Em

gerard.goma@insa-toulouse.fr

Carole Molina-Jouve

Carole.jouve@insa-toulouse.fr

Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés

INRA UMR 792, CNRS UMR5504, INSA Toulouse

Notre scène d'action et de réflexion: l'économie du soleil et du CO2 circulant

Soleil,
CO2,eau,,,

”

La terre et
les
océans,

Produits de
photosynthèses

BIOMASSE:
matière
première

Technologies

1° biotechnologies

2° Chimie verte

3° Chimie
industrielle

4° Pétro-chimie

Et dans le futur
« petro-bio
industrie »

Industrie et marchés

Alimentation humaine et
animale

Industrie chimique (santé
cosmétiques,,) et matériaux
(fibres, bioplastiques,
bois et dérivés)

Energies statiques et de
mobilité

Société

GES, évolution climatique
Développement durable et aide
aux décisions publiques

Contribution actuelle et potentiels de la biomasse aux bouquets énergétiques

-Mondial

-National

***Mais, le potentiel n'a de la valeur que
si la volonté de l'utiliser existe***

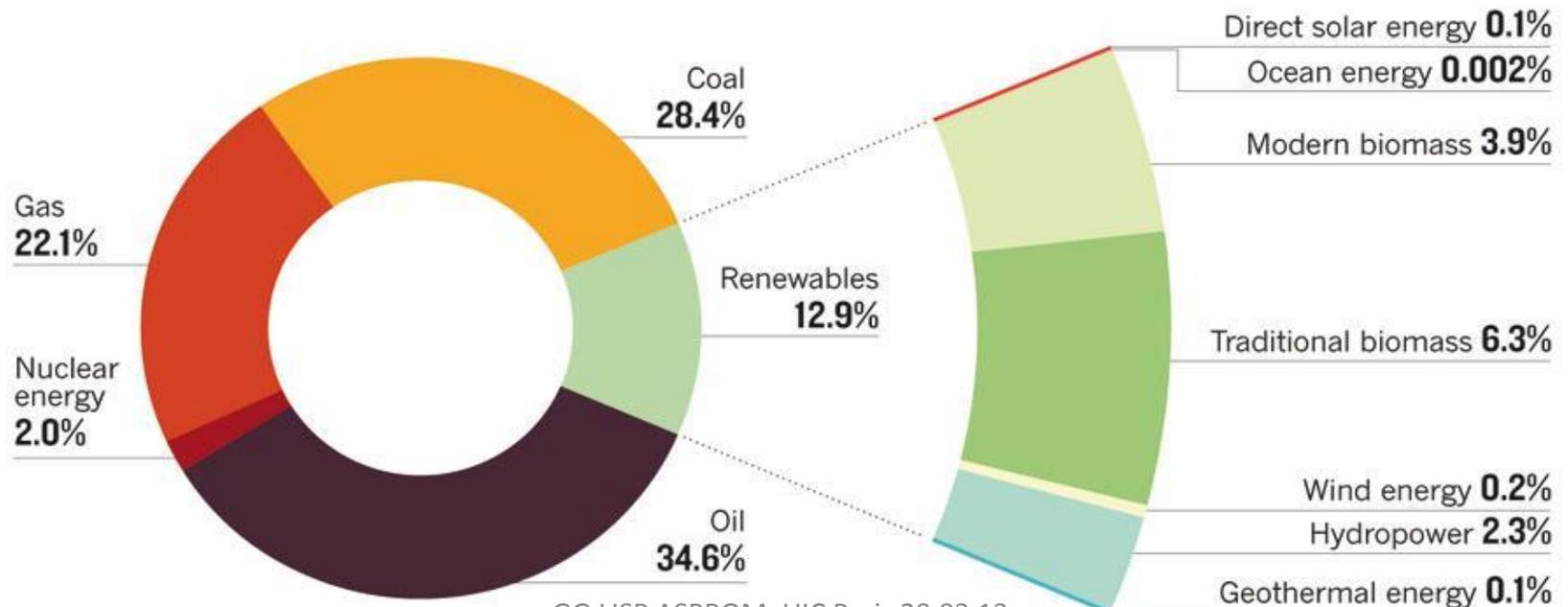
Actual situation for world energy

C fossil burn:85%, renewable 12.9%, biomass 10,1%

“Report International Panel for Climate Change”, May 9th 2011. Nature 473, 134 (2011)

A SMALL SLICE

The world consumed around 492 exajoules (10^{18} joules) of energy in 2008, and renewable energy made up 12.9% of the total, and less than 7% if the burning of traditional biomass is excluded.



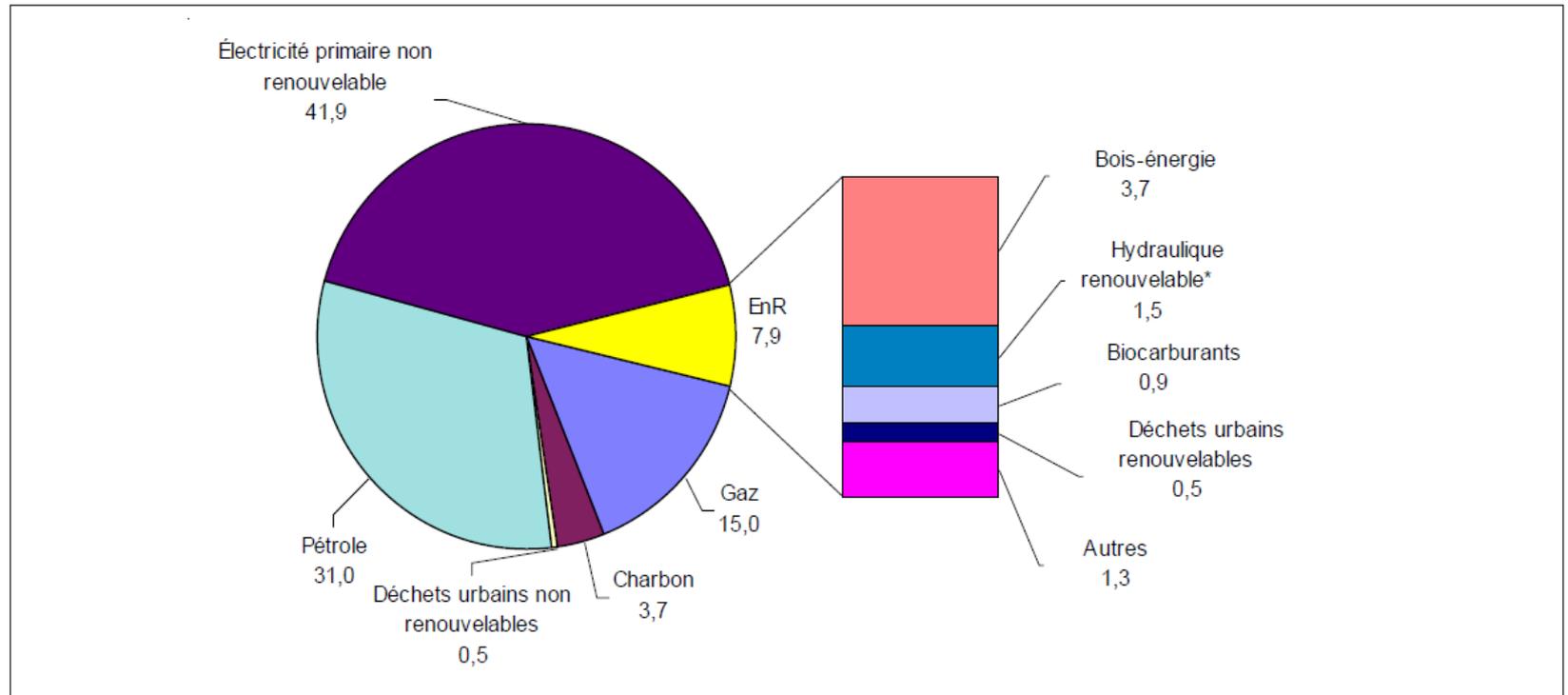
GG LISP ASPROM UIC Paris 29 03 13

Répartition de la consommation d'énergie primaire

Données corrigées des variations climatiques

(266,4 Mtep en 2011)

En %



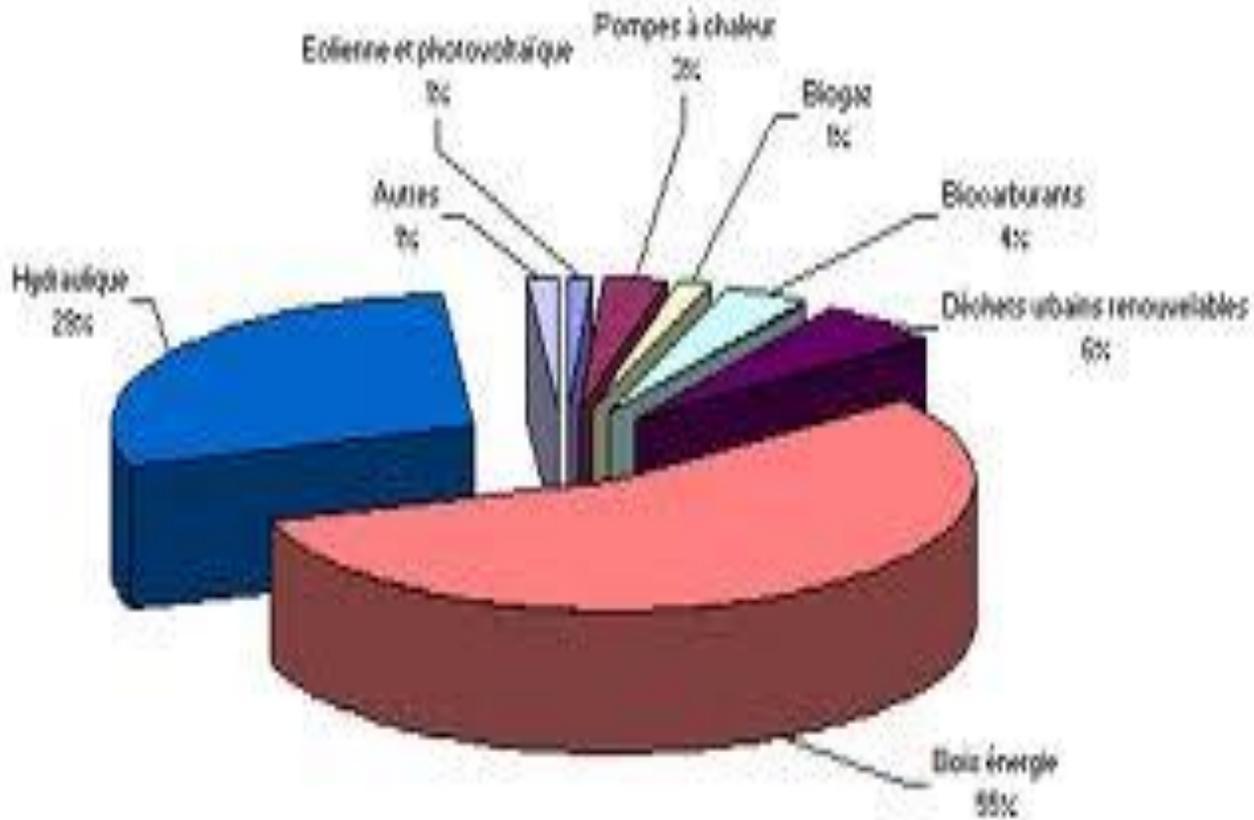
Notes :

EnR : énergies renouvelables.

* Hydraulique hors pompage

Source : SOeS, bilan de l'énergie 2011

ENRS en France



Investissements mondiaux 2011 ENR - hors

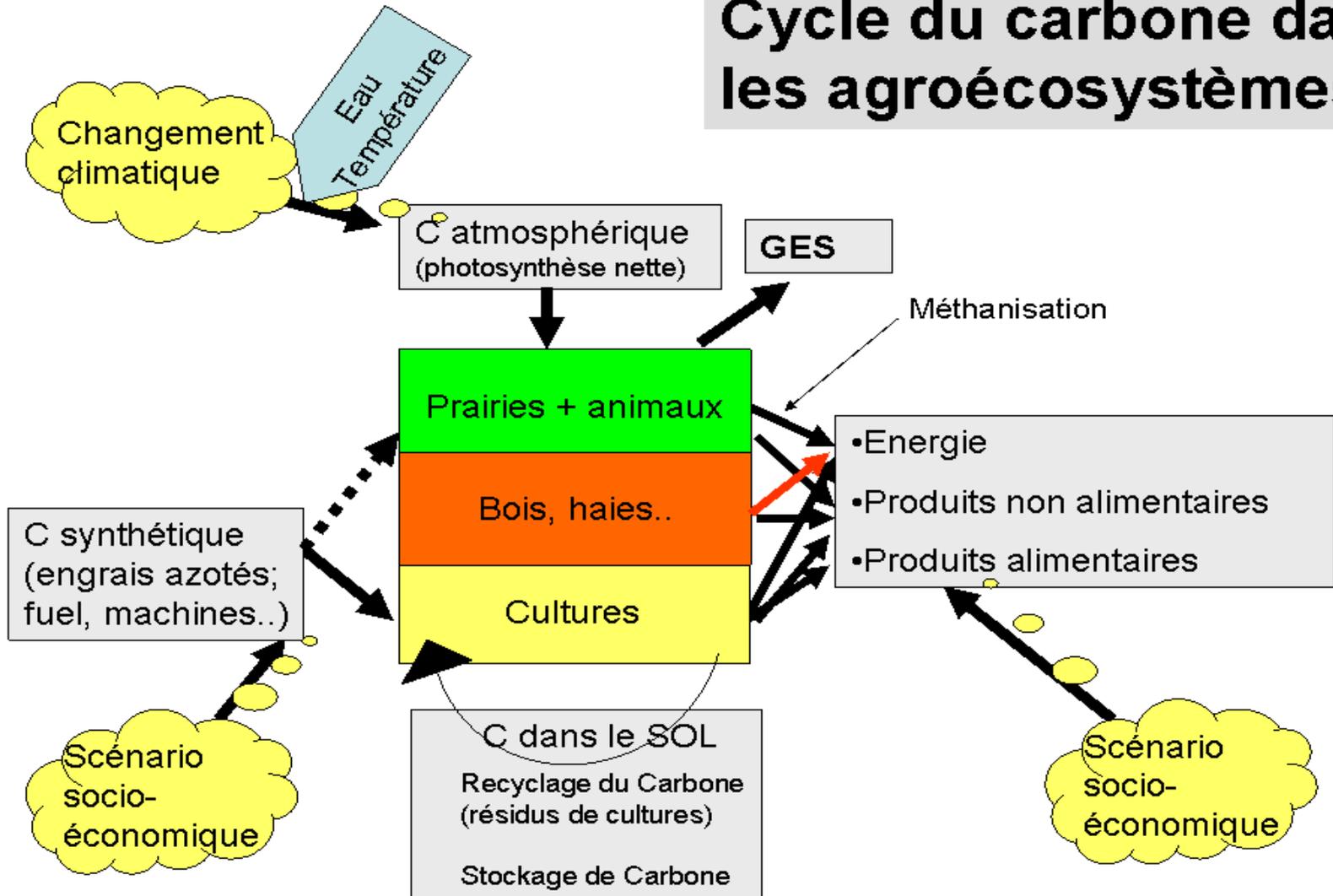
hydraulique grande échelle-. (source; PNUE report in Renewable Energy investments 2011 Frankfurt school)

Technologies	G \$	%
Solaire	147	56,9
Eolien	84	32,5
Biomasse (wte)	11	4,2
Biofuels	7	2,7
Petit hydraulique	6	2,3
Géothermique	3	1,2
Energie marine	0,2	0,7
TOTAL	258,2	100
Biomasse	18	6,9

Dans la transition énergétique quel rôle pour les énergies renouvelables carbonées?

- L'utilisation du CO2 circulant
- L'économie des énergies fossiles
 - L'autonomie énergétique
 - La vitalité territoriale
 - L'évolution climatique
- Le rôle de la perception du public

Cycle du carbone dans les agroécosystèmes



Consumption of energy in the world is 12BillionsTEPs

(2010)and variable in the world (BP Statistical Review of World Energy ,June 2006 and population data)

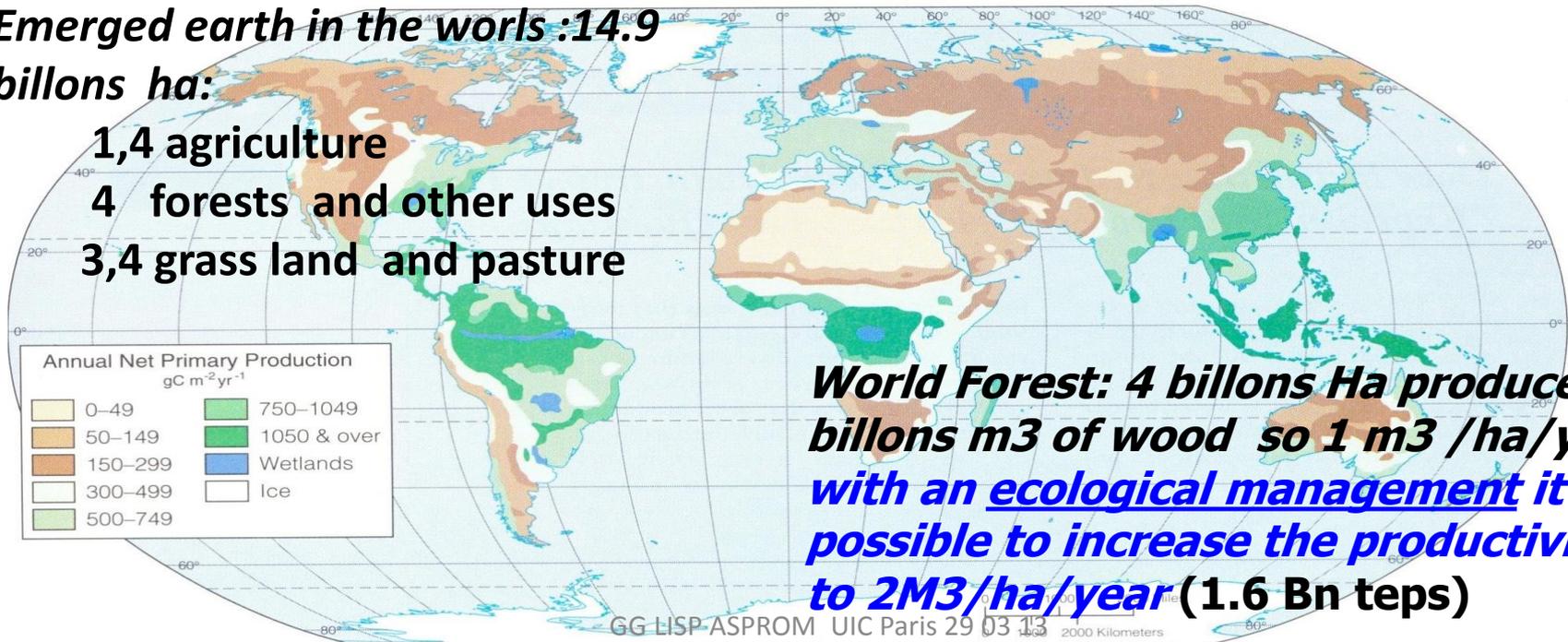
North America	6.4 tep/cap/y	6.8% world population (WP)
Europe	3.3 tep/cap/y	9.9% WP
CEI	3,6 tep/cap/y	4.2%WP
South America	1,1tep/cap/y	6.8% WP
Middle East	2.7 tep/cap/Y	4% WP
Asia	1 tep/cap/y	54.7% WP
Africa	0.4 tep/cap/y	13.8% WP

**Emerged earth in the worls :14.9
billons ha:**

1,4 agriculture

4 forests and other uses

3,4 grass land and pasture



**World Forest: 4 billons Ha produce 4
billons m3 of wood so 1 m3 /ha/year
with an ecological management it is
possible to increase the productivity
to 2M3/ha/year (1.6 Bn tepts)**

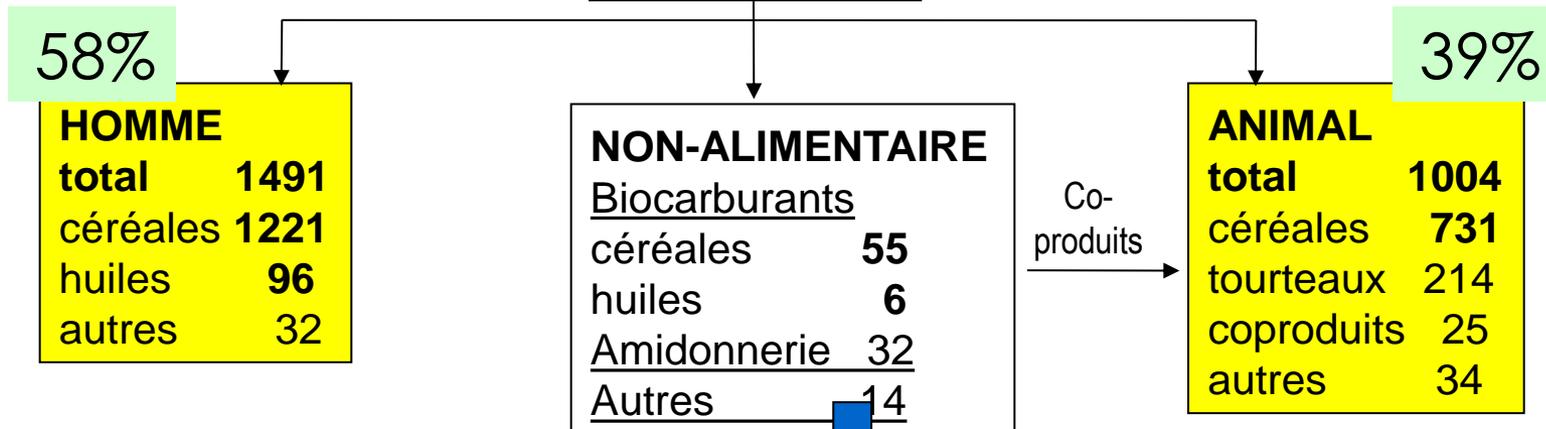
La répartition des produits de grandes cultures en 2006/2007 à l'échelle mondiale

POPULATION
6,6 milliards

Surfaces grandes cultures :
914 Millions d'hectares

Productions
total 2580
céréales 1982
oléagineux 438

Unité : Million de tonnes



BIOCARBURANTS (Graines)
bioéthanol 36
biodiesel 6

3% de la production de céréales
5% de la production d'huile

Source : Dronne et al. 2009

Exemple de fluctuations annuelles de productivité de maïs: cas des USA

(in AGRIMER mai 2012 d'après sources cic)

L'écart de productivité entre les extrêmes est de 14,6 qx/ha

A mettre en perspective avec les 3% de la production mondiale dédiée aux biocarburants

Campagne	Productivité qx/ha
2009/2010	103,9
2002/2003	96,9
2010/2011	92,3
2003/2004	89,3

Biomasse ; contingence ou obligation?

Nb : il ne s'agit pas d'opposer les ENRs

Biomasse

- Rendement 1%
- Flux de biomasse et stock à gérer: **énergie stockable.**
- **Utilisation du CO2 circulant:** incidence GES. Circuits courts.
- **Plus de 50% des terre émergées sont couvertes et productrices de biomasses. Doit on ajouter la biomasse océanique ?**
- Pas de construction, gérer, récolter collecter, transformer.
- Recyclage: pas de déchets ultimes.
- Co produits intéressants dont alimentaires

Autres ENRs

- Rendement perfectible bien supérieur(PV et solaire passif) à celui de la photosynthèse .
- **En terme de potentiel il faut comparer le produit (surface)x(production)/an.**
- Construire: dépendance aux matériaux et terres rares savoirs faire non partagés.
- Durée de vie ?
- Problème des énergies de flux

« En des temps troublés et incertains il n'est d'habileté que
dans la hardiesse » *Talleyrand*



Before 2008 1^o génération

Biodiesel ex vegetal lipids, Ethanol,
CH₄

Now: 2008-2013 2^o G



Factories 1G to implement, what priorities feed or
bioenergy?

- Pilots and factories projects; Fisher Tropsh,
cellulosic ethanol, torrefied wood, *in the world 157
pilots and factory 26 BTL FT, majority of cellulosic ethanol*
- Relifting 1G ethanol factories in butanol
- Starting 3^o génération (basic and intensive)

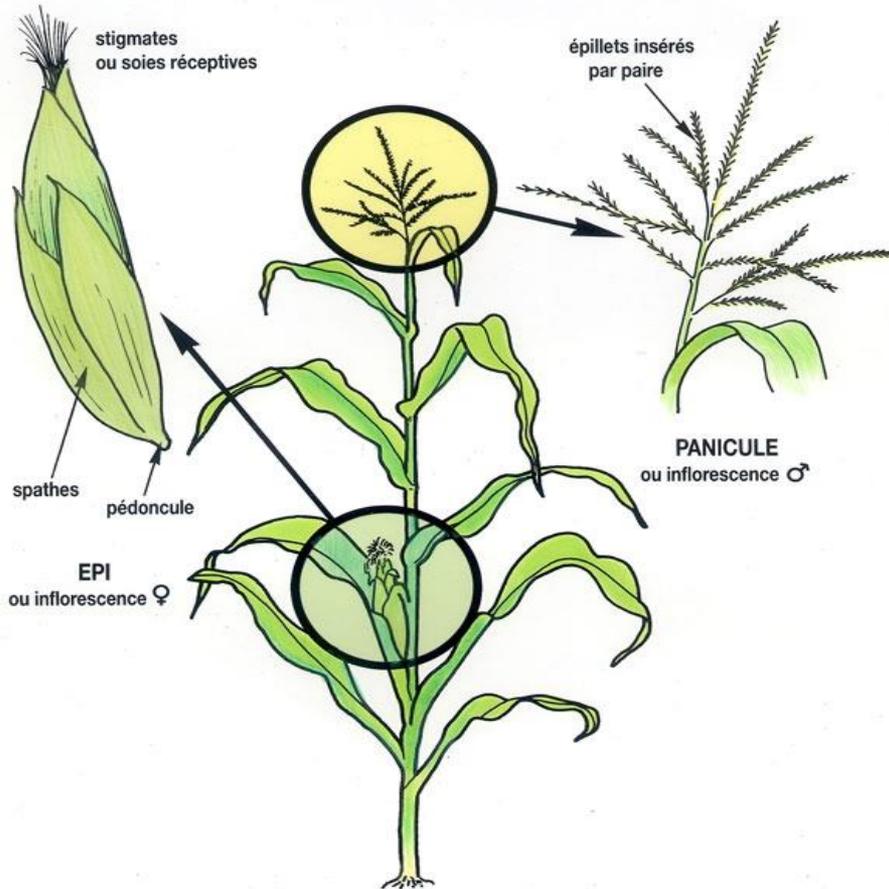


To morrow: 2013- 2020

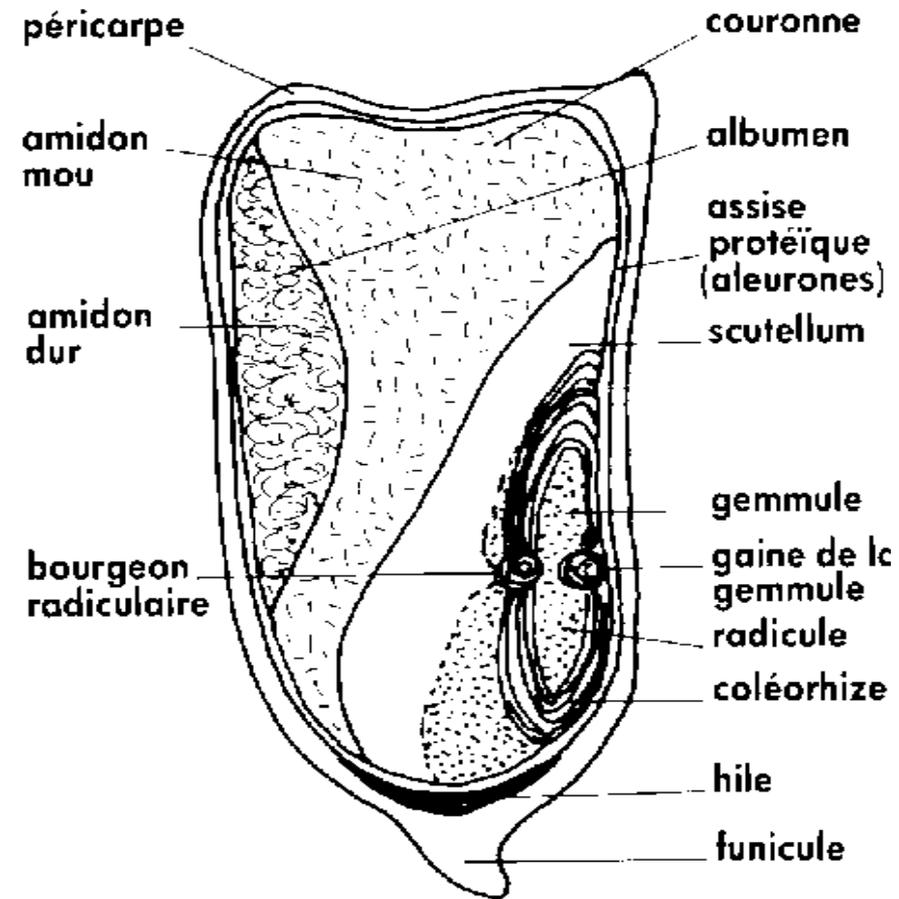
- Factories 1G, 2G, hydrocarbons from wood
- Algal plants and factories



Maïs



LE MAÏS EST MONOÏQUE



Composition moyenne GPL, cellulose de différents grains utilisés en 1°G

(Données CETIOM et ITCF ONIC -%de la MS)

Blé et maïs : l'amidon converti en 45% d'éthanol

Colza, Tournesol, Soja : lipides convertis en EMHV ou HVH

Coproduit
ou
résiduelle
des



	Amidon	Protéines	Lipides	Cellulose
Blé tendre	65	12,5	2	2,5
Maïs	72	10	5	2,5
Colza	=	23	45	7
Tournesol	=	20	50	27
Soja	=	43	22	6

Cellulosic Biomass Composition



Cellulose 43%
Hemicellulose 27%
Lignin 17%
Other 13%

Agricultural Residues



Cellulose 45%
Hemicellulose 25%
Lignin 22%
Extractives 5%
Ash 3%

Woody Crops



Cellulose
45%

Ash 15%
Lignin 10%
Hemicellulose 9%
Other carbohydrates 9%
Protein 3%
Other 9%

Municipal Solid Waste



Cellulose 45%
Hemicellulose 30%
Lignin 15%
Other 10%

Herbaceous Energy Crops

Biomasse : une composition très variable

Les biomasses lignocellulosiques traitées

- thermiquement** conduisent aux syngaz(+de 700°C) ou aux« bio huiles »(autour de 300°C)
- déconstruites**(procédés physico –mécanico chimiques) puis **hydrolysées** en sucres C5 et C6 et en lignines *néo matières premières* pour les biotechnologies blanches et la chimie verte

	Cellulose(C6)	Hémicelluloses(C5)	Lignines
Tiges de maïs	38	26	19
Rafles de maïs	39	42	11
Bagasse	39	25	23
Paille de blé	38	29	15
Son de blé (-amidon)	12	45	<5%
Panicum	37	29	19
Miscanthus	43	24	19

Source : M. O'Donohue – LISBP (INSA /CNRS/INRA) Paris 29.03.13

Biomasses lignocellulosiques: analyse élémentaire moyenne (C 3.72 H5.49 O2.61)

*Ce niveau énergétique est insuffisant pour les bioénergies de mobilité
suffisant pour les énergies statiques (production de chaleur et d'électricité)*

- C 44.6%
- H 5.5%
- N 0.3%
- O 41.8%

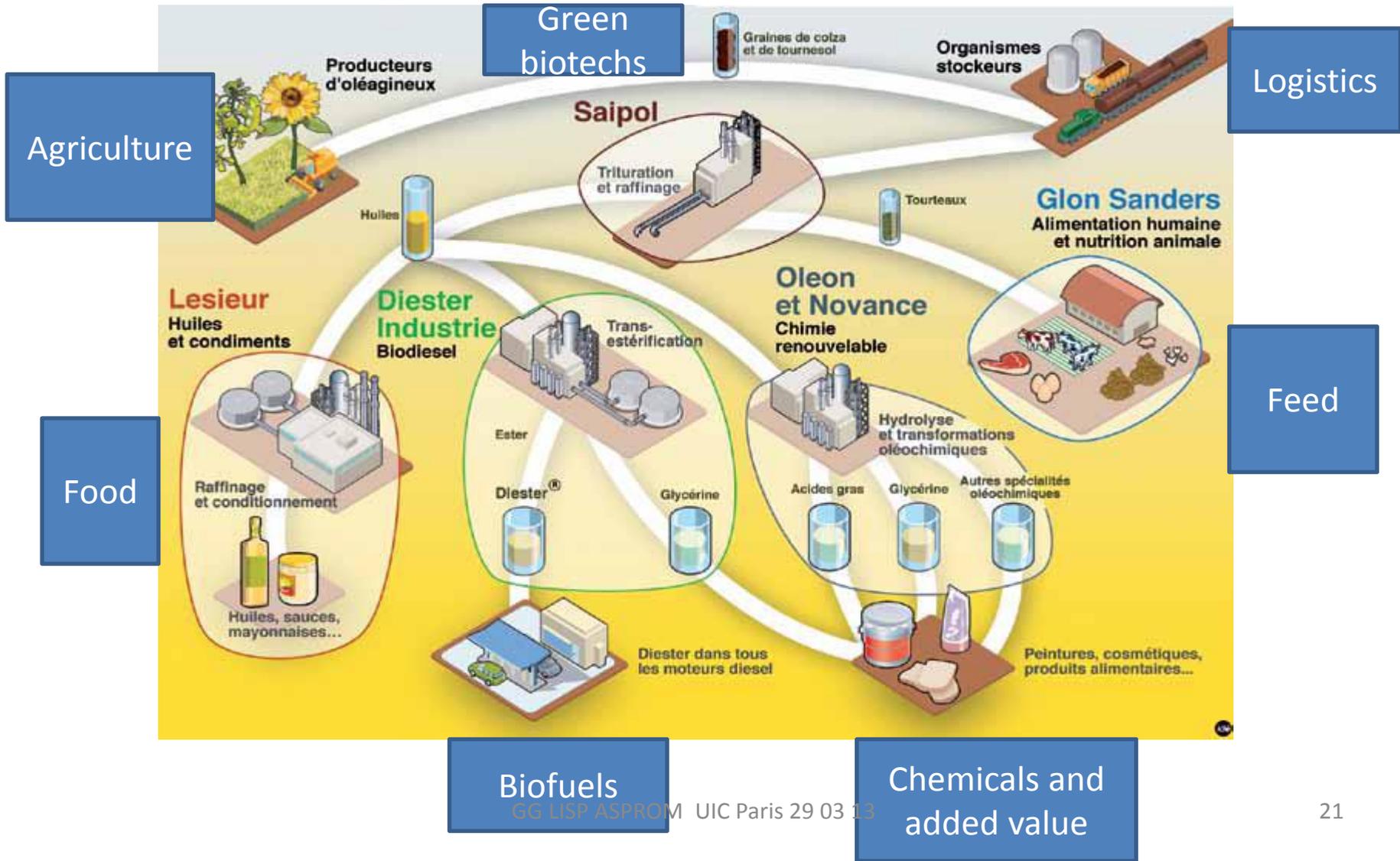
PCS 17.2 MJ/Kg

Biofuels : increase the reduction degree and energetic content to fit
 « *the best substitutes of hydrocarbons are greens hydrocarbons* »

	PCS 16-19 MJ/Kg
• Biomass	
• <u>Ethanol (gazoline additive)</u>	30 MJ/Kg
• <u>Propanol</u>	30,7
• n and i butanol	33,1
• <u>Fatty Acids FAME(Biodiesel)</u>	37.4
• <u>HVO,HEFA(Hydrogenated Ester Fatty Acids)</u>	44,1
• Oils from pyrolysis ,Biocrudes (need hydrotreatment)	20
• Isoprenoids	44.1
• Alcans	44 MJ/Kg
• Kerosen /gasoil	PCS 43 +/- 0.2 MJ/kg
• Methane (biogaz)	50,1
• H2	120

Lipides: aspects sectoriels; cas du « système »

Sofiprotéol (France) in « annual report 2010 »



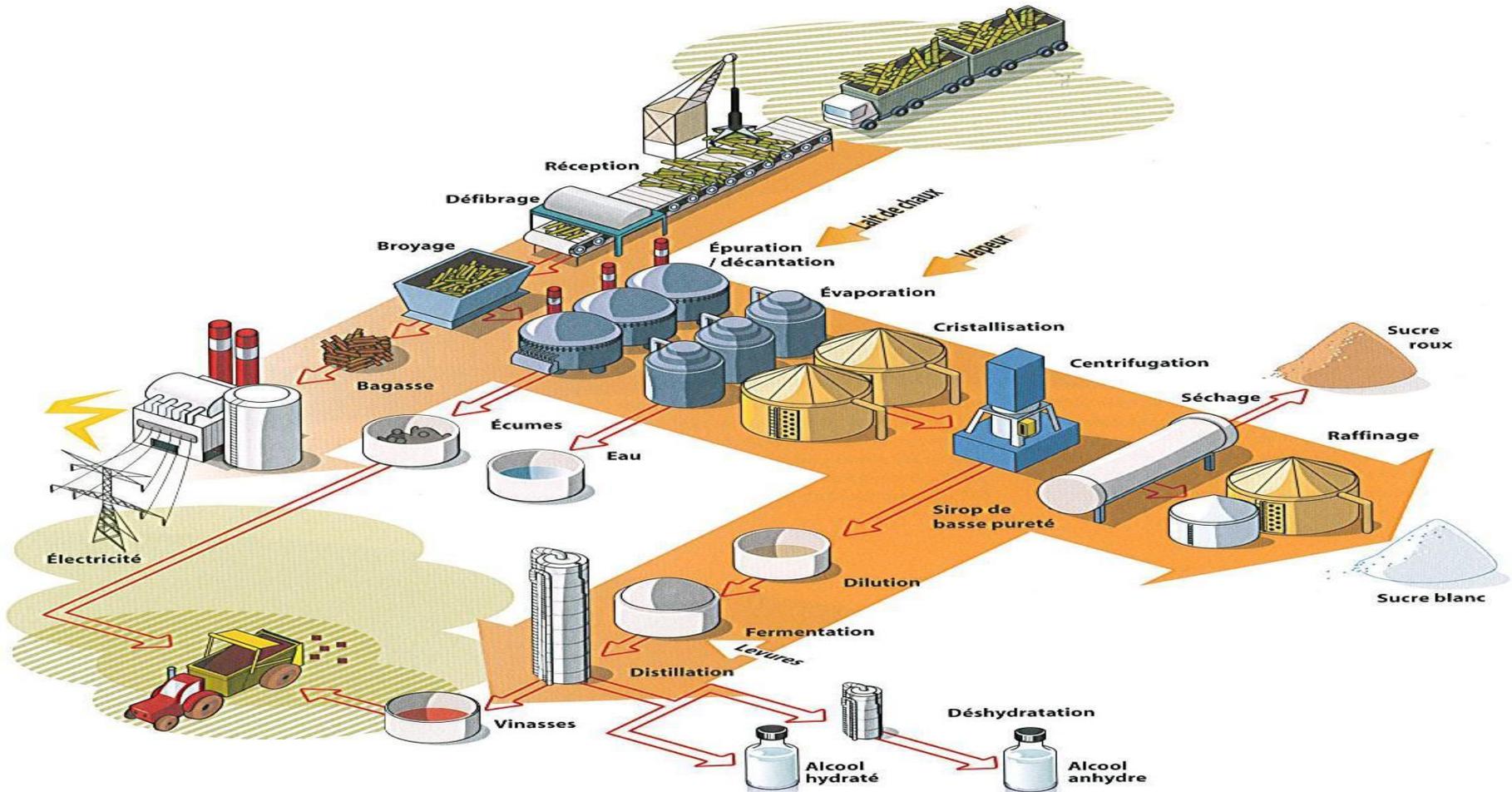
Canne Process de transformation



CONTRÔLE DE LA CRISTALLISATION À LA SUCRERIE DU GOL (LA RÉUNION - FRANCE).



ANALYSE QUALITÉ À CRUZ ALTA (BRÉSIL).



Substrats intermédiaires issus de bioraffineries

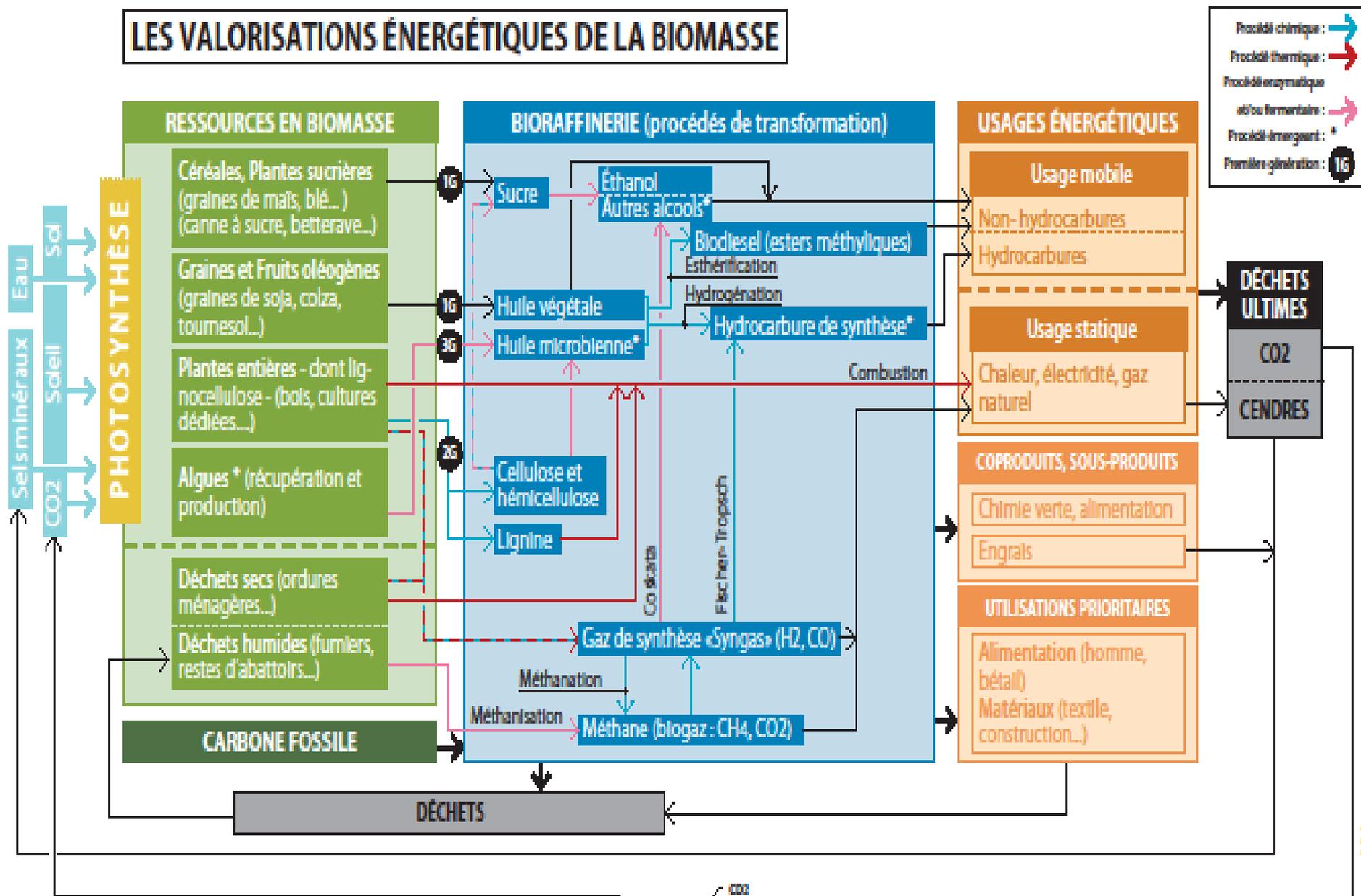
Procédés Thermiques

- Bio huiles
- Syngaz
- Cendres *
- goudrons

Procédés « monomérisants »

- Sucres en C6 et C12
- Sucres en C5
- Lignine
- Protéines (1G)
- Glycérol
- Huiles et AG
-
- *Sucres et glycérol peuvent être des néo matières premières pour produire des protéines et de la chimie verte*

LES VALORISATIONS ÉNERGÉTIQUES DE LA BIOMASSE



Filières Biotechnologiques

Substrats dont lignocellulosiques
Glycérol, résidus

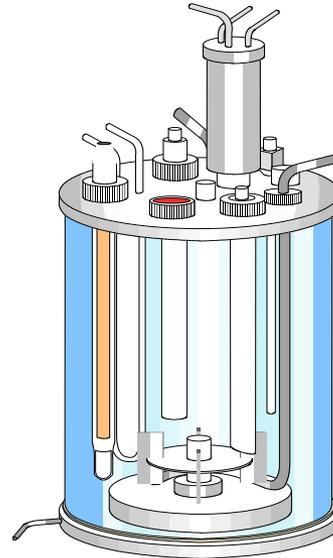


Inhibition par les produits d'hydrolyse (furfural HMF)
Sélection et construction de souches

Définition de milieux

Stratégies de cultures

Procédés
Fermentation



Intensification
Procédés innovants
Optimisation des co-produits
Valorisation C5 Cultures mixtes
biocrudes

GG LISP ASPROM UIC Paris 29 03 13

Scale up

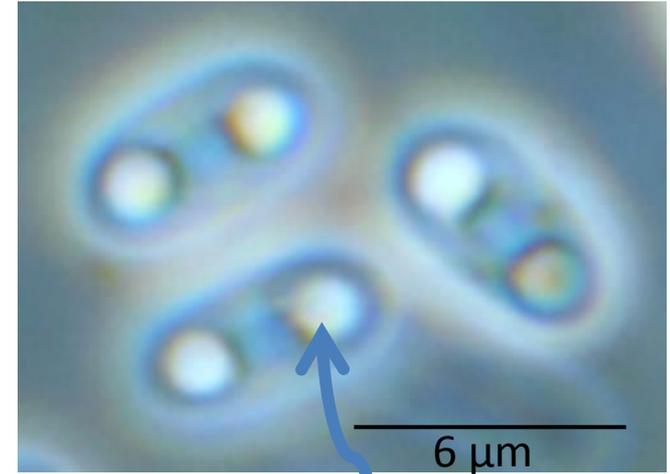
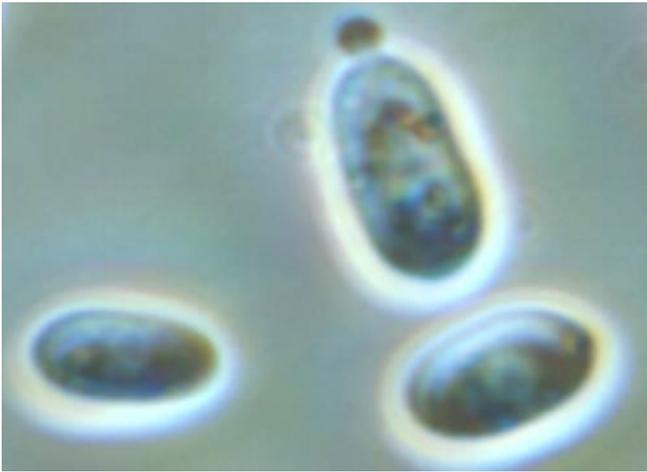


Modélisation

Simulation

Optimisation

Outils de changement d'échelle



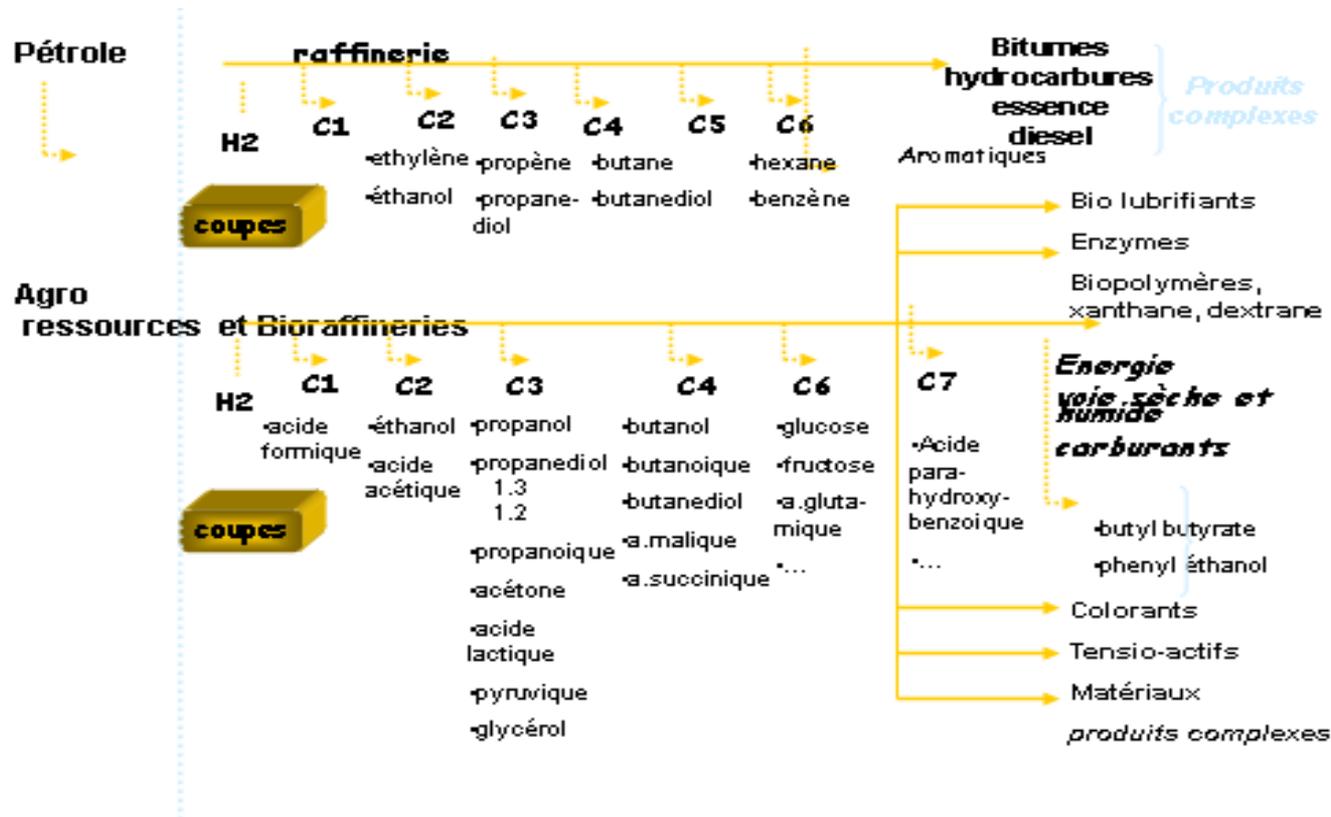
Rhodotorula glutinis, a yeast -GRAS- can accumulate lipids
Substrate : glucose, C5, glycerol under nitrogen limitation
Energy: SCO
Reality;SCP and SCO

LIPIDS OF DIFFERENTS ORIGIN OPEN THE ROAD FOR REDUCED MOLÉCULE AND THEN FOR HYDROCARBON (HYDRO TREATMENT)

-MICROBIAL LIPIDS ARE BIOFUELS OF 2° GÉNÉRATION 2

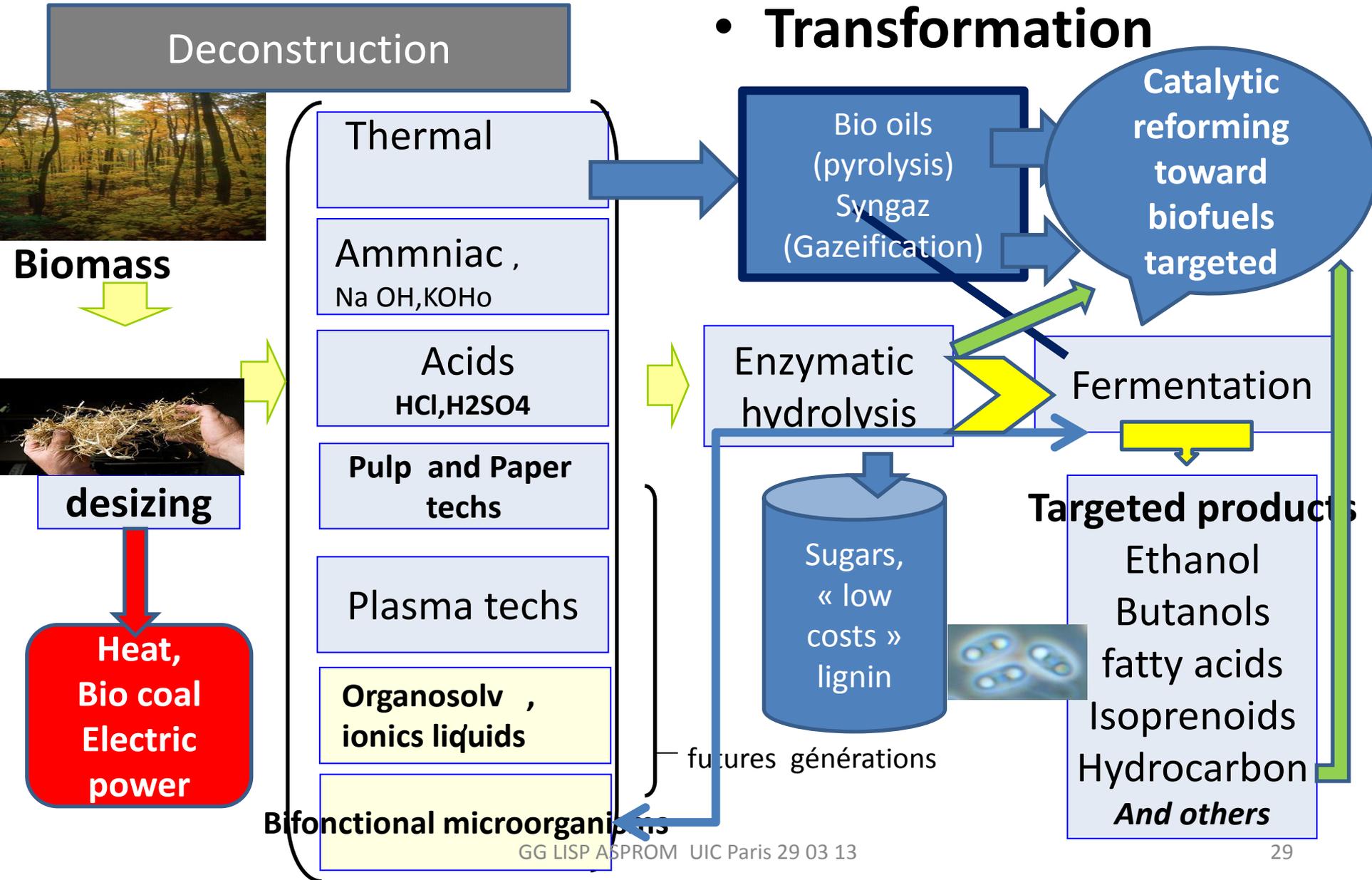
-ALGAL LIPIDS IN AUTOTROPHY ARE BIOFUELS OF 3° GENERATION

Bio raffineries et pétrochimie



Biomass transformations

Transformation

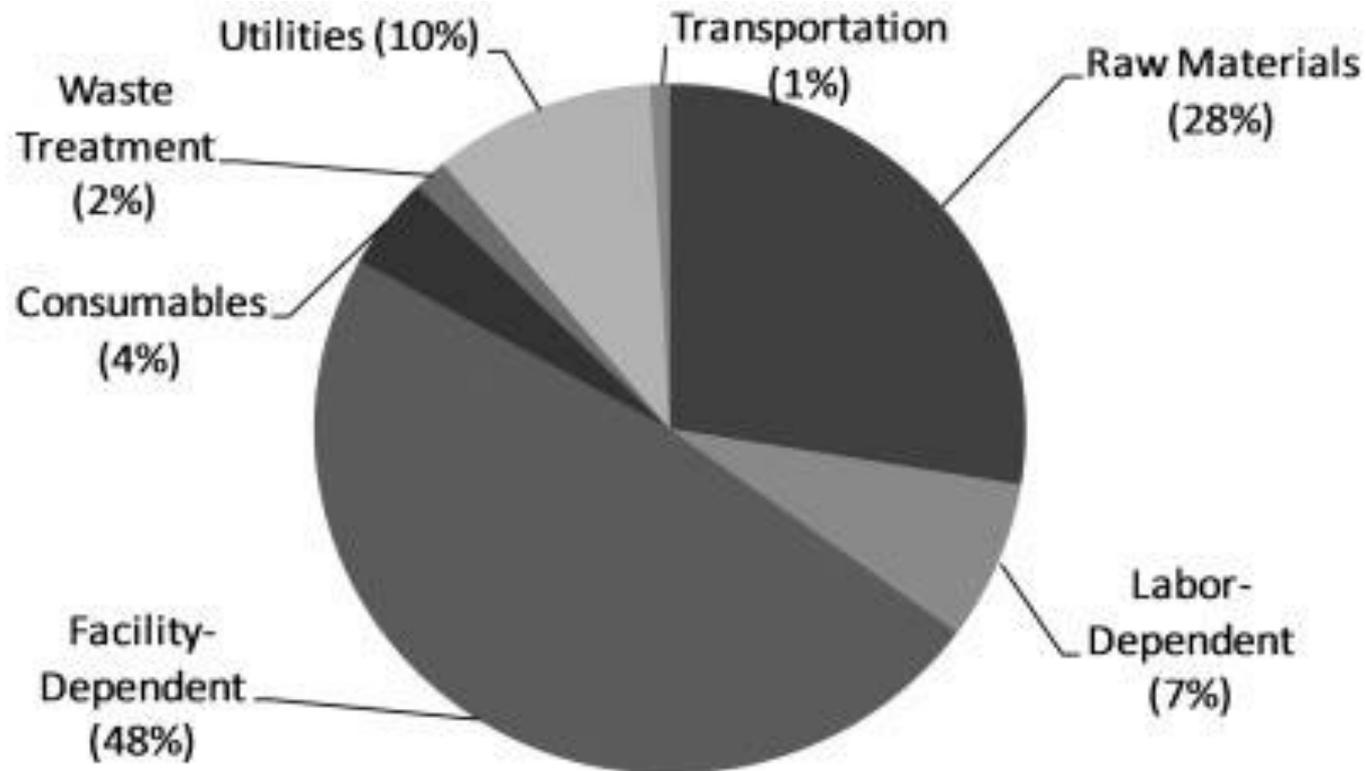


Breakdown of the annual operating cost (AOC) of the designed enzyme production facility

in « The Challenge of Enzyme Cost in the Production of

Lignocellulosic Biofuels

Daniel Klein-Marcuschamer, Piotr Oleskowicz-Popiel, Blake A. Simmons,
Harvey W. Blanch *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. xxx, No. xxx, 2012”



Maturité de filières

1G des opérationnalités industrielles

- Méthanisation ++
- Bio éthanol +++
- ABE, Butanol ++
- Biodiesels (MEFA et HEFA) +++
- Lipides microbiens *pilote*
- Dropping fuels, dont isobutène (stade spécialité)

2G stade pilote, constructions en cours, recul industriel?

- Déconstruction
- Sucres « low costs »
- Syngaz
- FT
- Lignines (point dur de valorisation)
- Microorganismes duaux
- La maîtrise 1G s'applique aux néo matières premières 2G



« *Where is bottlenecks, there is money and future* »

**Le pavé technologique de
déconstruction/séparation des
macromolécules et de leur hydrolyse est un
goulet limitant conduisant aux sucres dits
« low costs » et lignines**

**Ce pavé technologique est un réel
procédé prioritaire »es qualité »**

Conclusion Part 1: the future of the bio-refinery concept

Now

« compact biorefinery »

-classical concept
-Ethanol, Sugar and paper mills, Lipochemistry ...

Strength by 2d generation strategy

The specialized biorefineries

1° delivering fermentescible sugars and substrates +Lignin

Trough in France CIMV

2° Biorefineries for focused productions and for biofuels reduced molecules « hydrocarbon like »

Petro-bio-refineries

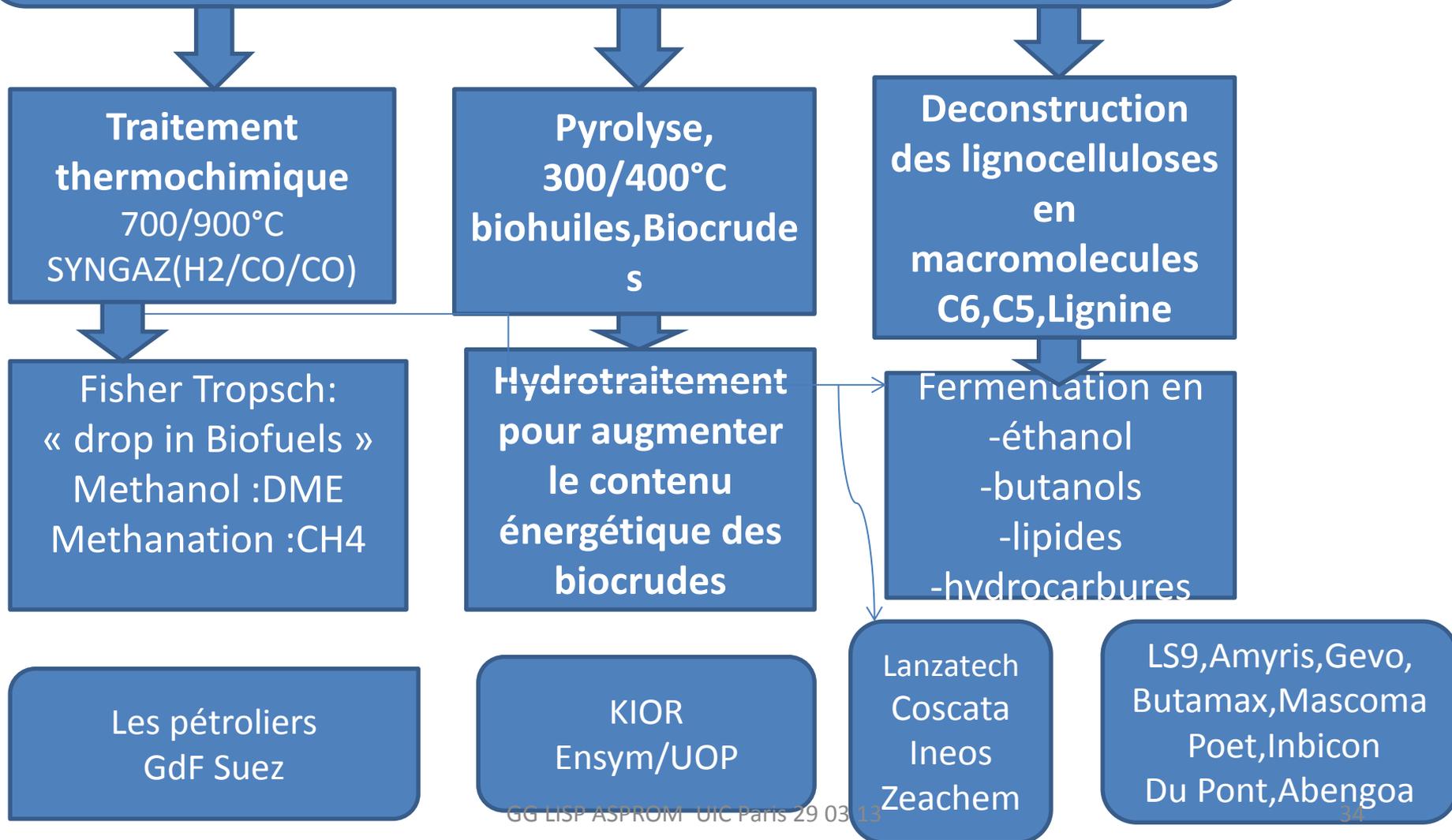
or classical chemical industries
« biosourceds » to deliver « greens hydrocarbons »

need Green H2

Trough , in France, Total, Metex, Global Bioenergy, ARD and evolution of classical Biorefineries

Time (y)

Conversion de la biomasse en biocarburants (BTL) 2° Génération



BREAKTHROUGH BIOTECHNOLOGY PLATFORM

FLEXIBLE INPUT



MULTIPLE HIGH-VALUE MARKETS



FUELS



CHEMICALS

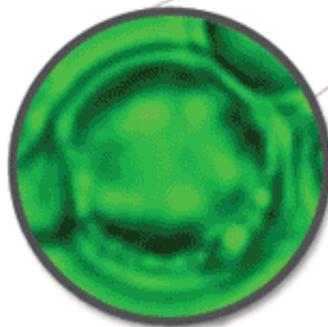


NUTRITIONALS



SKIN & PERSONAL CARE

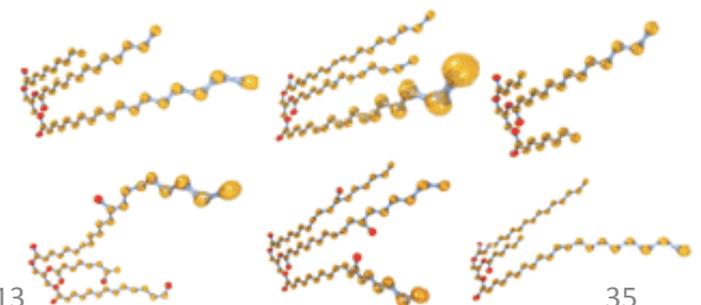
HIGHLY PRODUCTIVE MICROALGAE



> 80% oil*

*The average wild algae only has a 5-10% oil content

OIL DESIGNED TO SPECIFICATION



Conclusion

Nous évoluerons vers une intégration

-1G,1,5 G ,2 G,3G

-Chimie verte ,biotechnologies blanches,
pétrochimie

-La finalité énergétique peut soutenir la finalité
alimentaire

Pour le bénéfice du développement durable par
la maximisation de l'utilisation du CO2
atmosphérique

Merci pour votre attention