



SEMINARIO INTERNACIONAL

LAS ENERGÍAS RENOVABLES HOY

PERSPECTIVAS DE COLABORACIÓN ENTRE AMÉRICA LATINA Y EUROPA

*Sede de la Secretaría General de la Comunidad Andina
Av. Andrés Aramburú cdra. 4 ,San Isidro
Lima, 1 y 2 de Marzo del 2012*

**COMUNIDAD
ANDINA**



Apoyando



Les Biocarburants dans le transport aérien et routier



Gerard Goma Pr Em
gerard.goma@insa-toulouse.fr

Carole Molina-Jouve
Carole.jouve@insa-toulouse.fr

co-authors

S. Alfenore, C. Bideaux, X. Cameleyre, S.E. Guillouet,
L. Fillaudeau, N. Gorret, C. Acevez
J.L. Uribelarrea

Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Biologiques et des Procédés

INRA UMR 792, CNRS UMR5504, INSA Toulouse

**L'option Biomasse ,Bioénergies,
Biocarburants,Bio-Based products (B5P) :
retour d'un vieux problème vers une
économie du soleil et du CO2
atmosphérique circulant**

Environnement énergétique,
Développement durable
Définitions
Potentiels
Filières de transformations
Polémiques

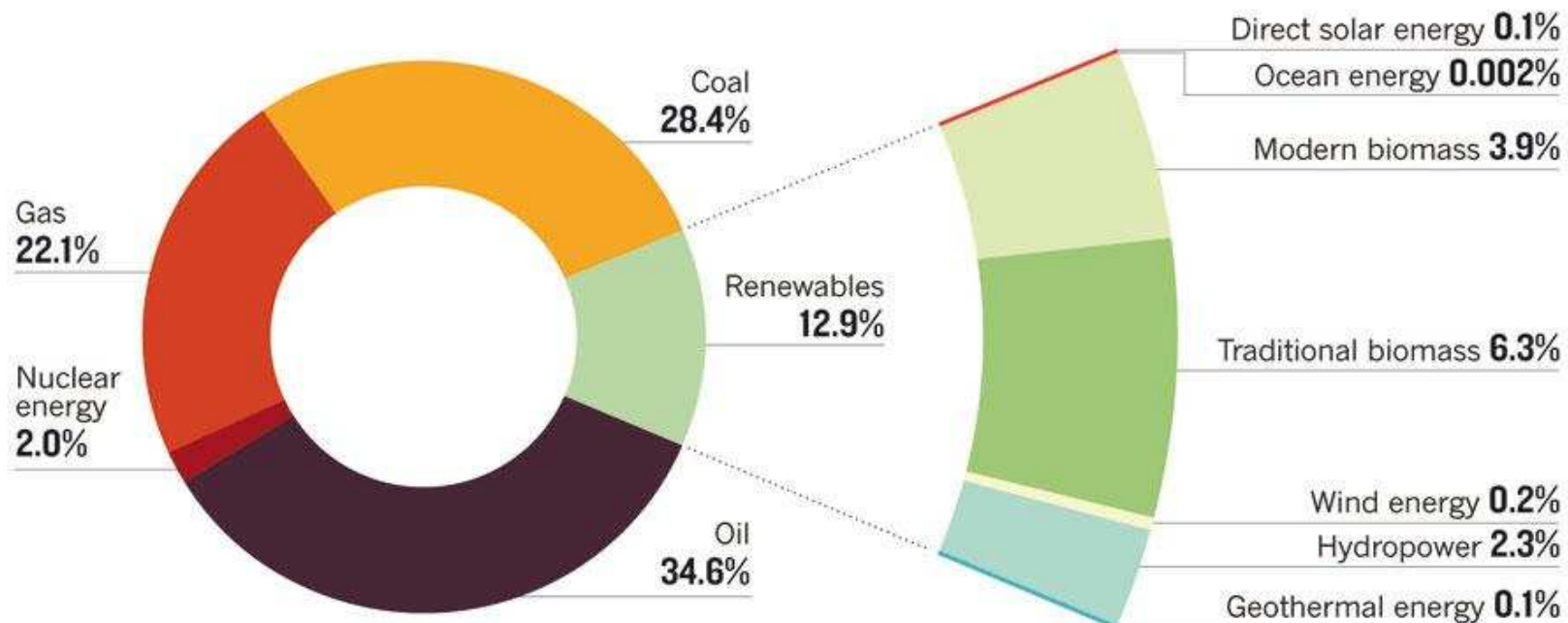
Actual situation for world energy

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

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

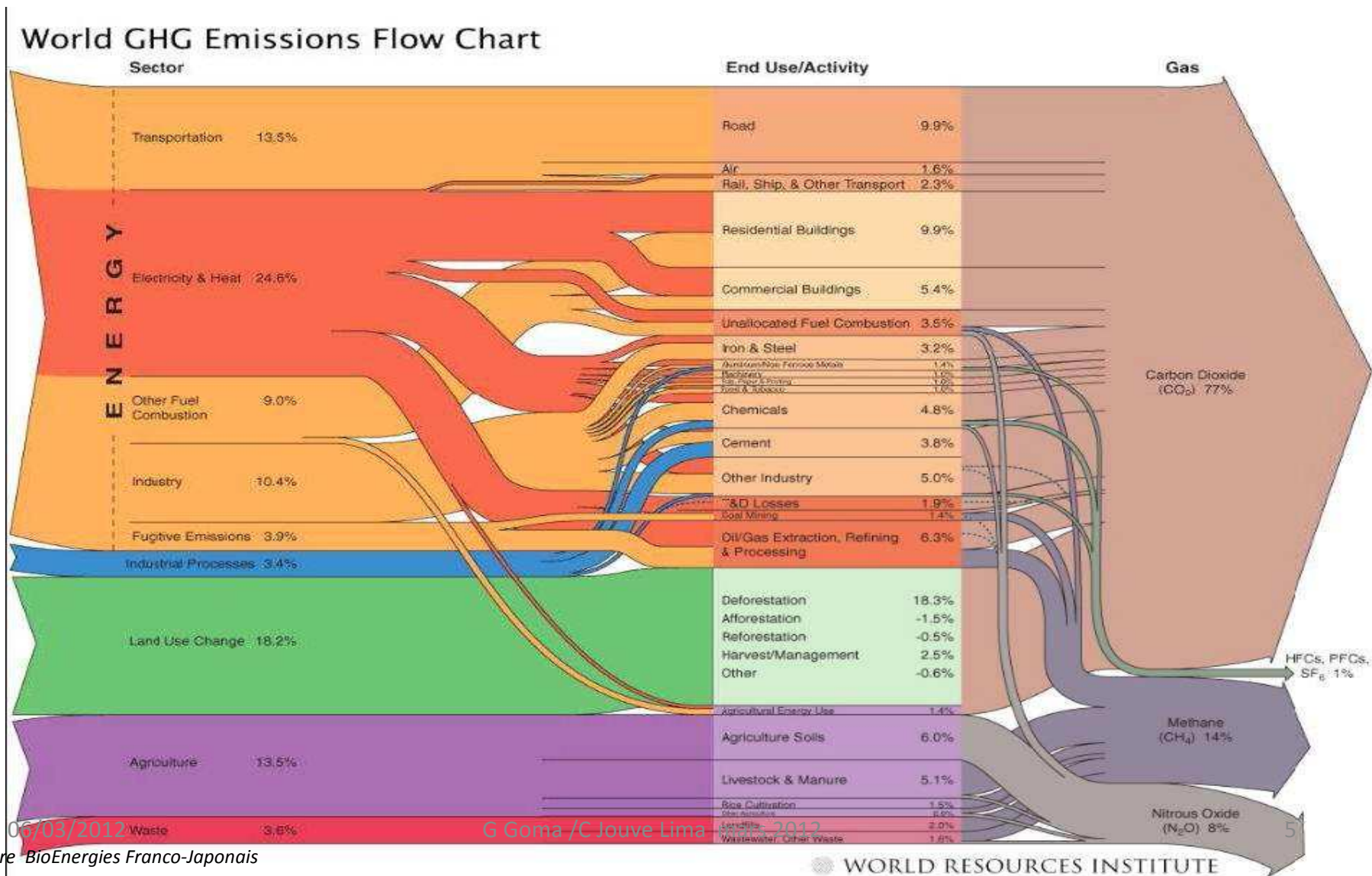
A SMALL SLICE

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.



CO2 Emission by sectors

« PIPAME report february 2010 » Pole Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques
(french report)



Situation de la thématique par rapport au développement durable (doc P Colonna INRA)

Energie

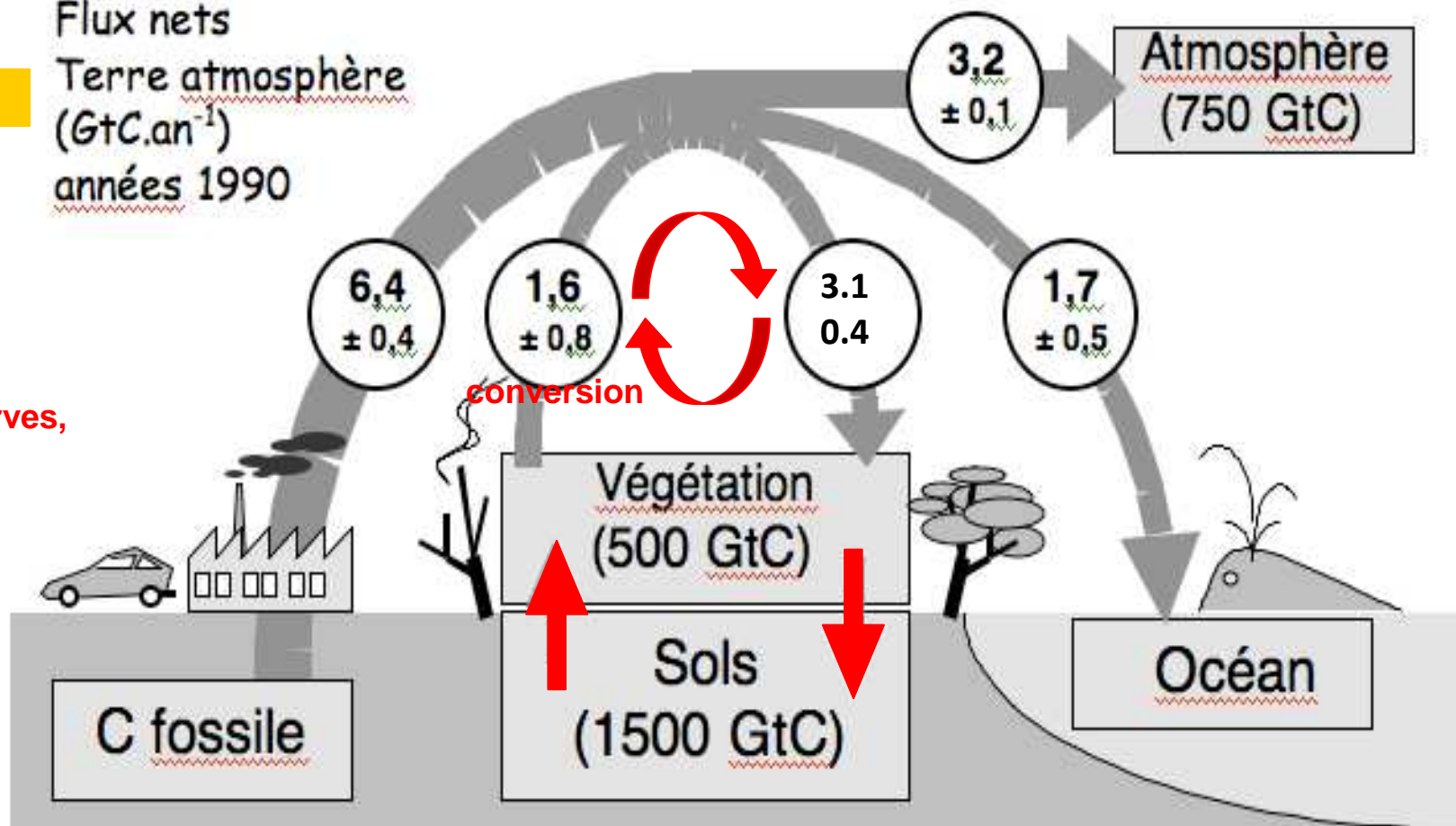
Potentiel de la biomasse : énergie consommée au niveau mondial 13 TW/an, énergie solaire reçue au sol 120 000 TW/an

Carbone

Flux nets

Terre-atmosphère
(GtC.an⁻¹)
années 1990

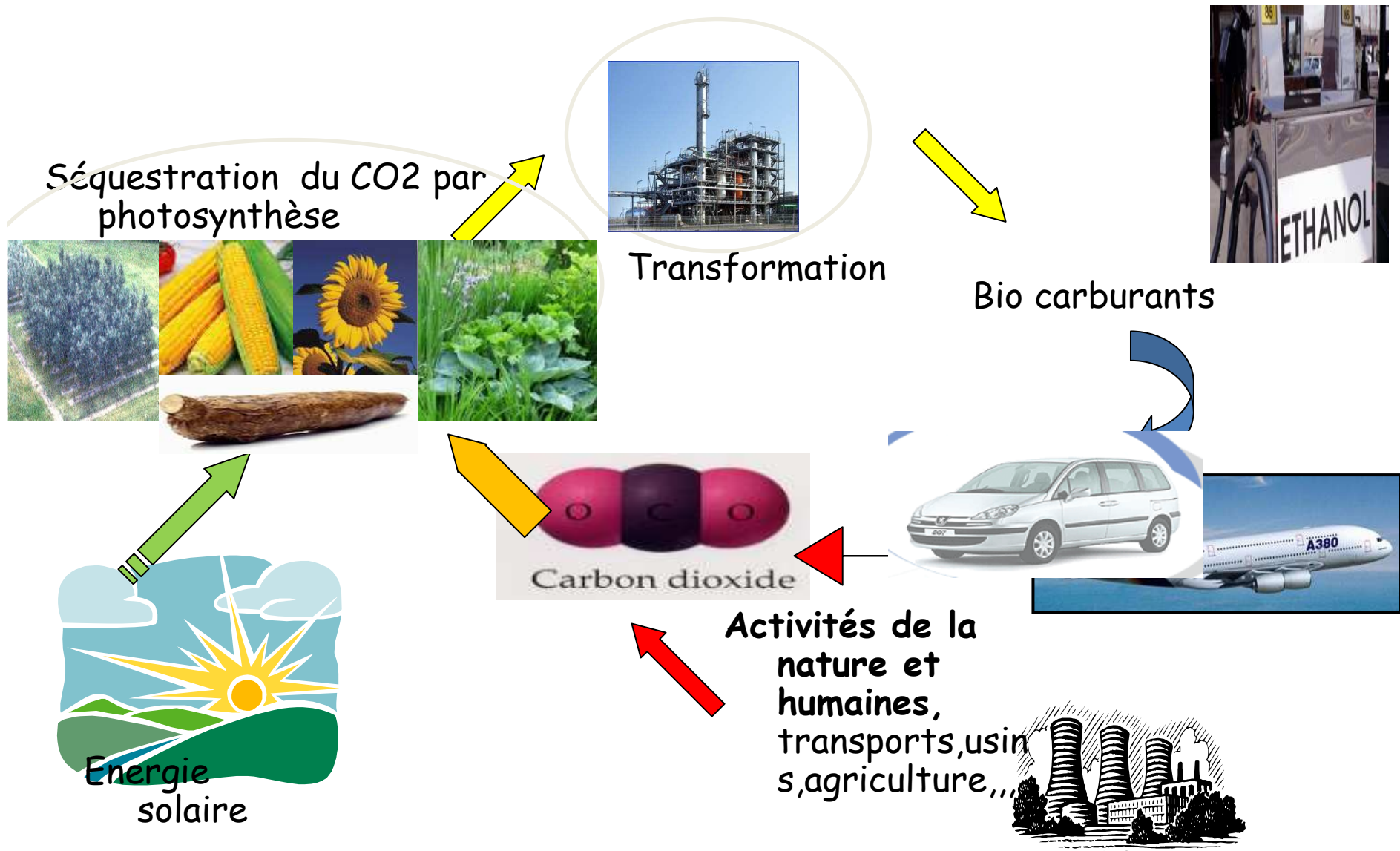
Réserves,
prix ?



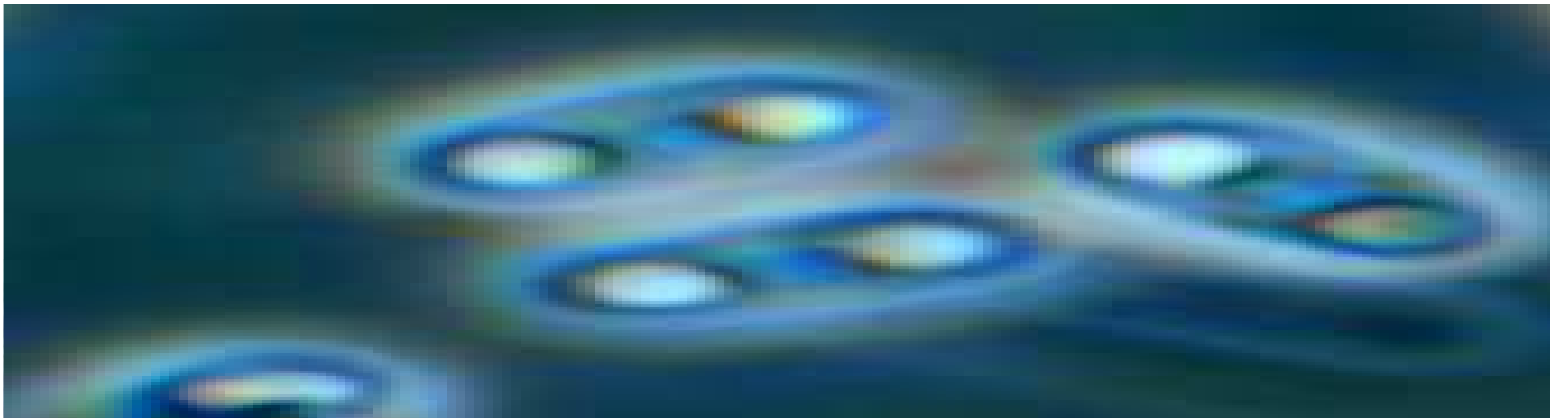
2°La(es) biomasse(s), définitions et compositions, gisements

S'il n'y a pas de gisement il n'y a pas de filière industrielle et énergétique possible

Stratégie N° 1 des biocarburants via la biomasse; carburants de 1° (1G) et 2° génération (2G)



La biomasse sur terre:
un flux annuel de 20 giga tonnes,
un stock de 1400 giga tonnes





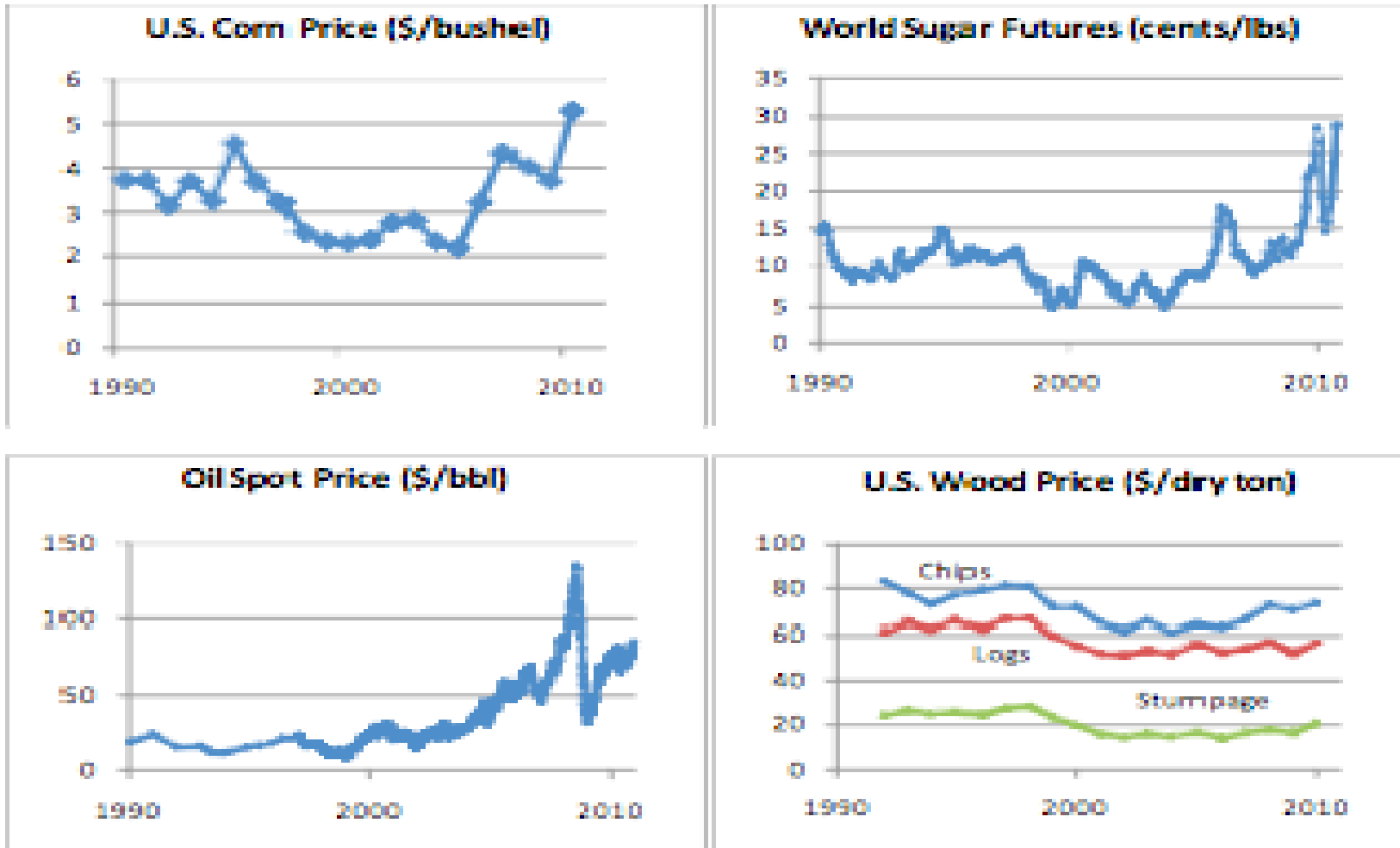
Biomasses lignocellulosiques:
analyse élémentaire moyenne *C 3.72 H5.49 O2.61*

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

PCS 17.2 MJ/Kg

Evolution du prix de matières premières

(Vinod Khosla, greentech media 27 01 2010)



Consumption of energy in the world is 12BillionsTEPs (2010)and variable in the world (BP Statistical Rewiew of World Energy ,June 2006 and population data)

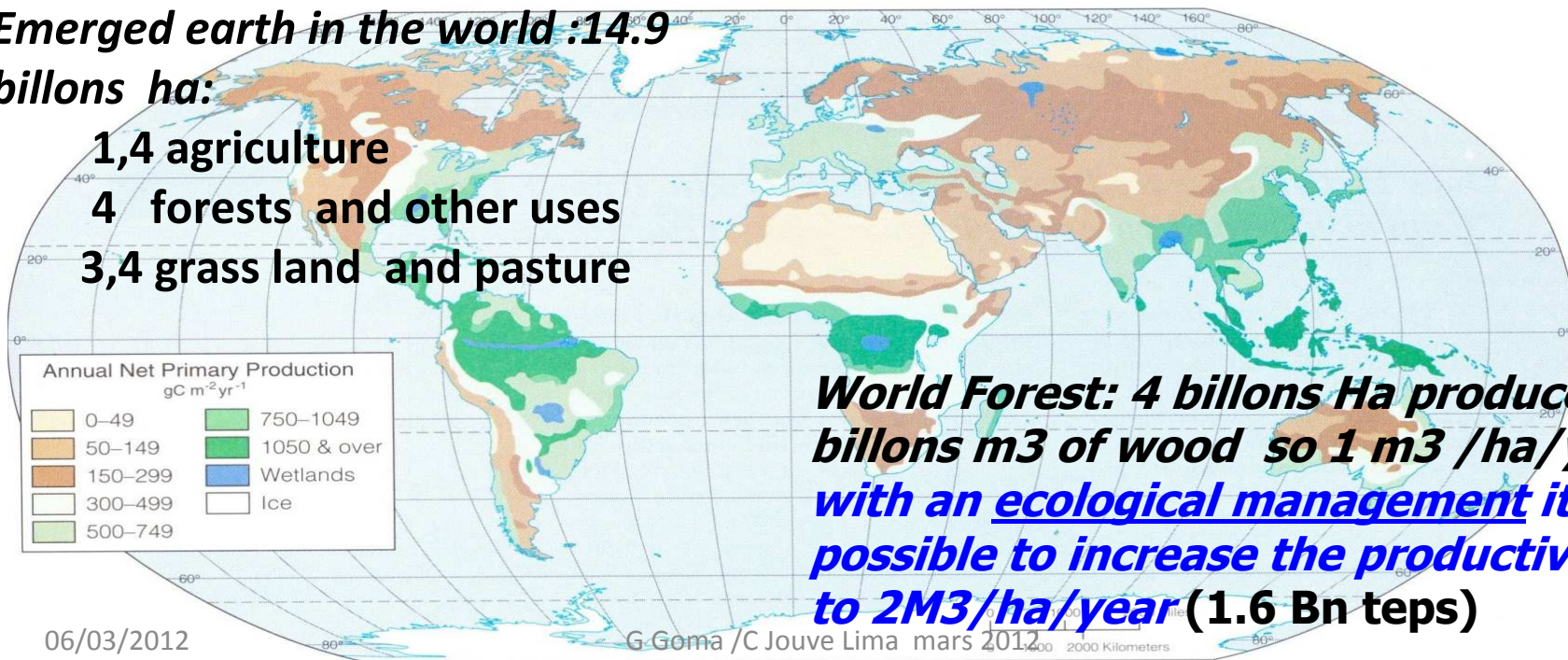
North America	6.4 tep/cap/y	6.8% world population (WP)
Europe	3.3 tep/cap/y	9.9% WP
CEI	3,6 tep/cap/y	4.2%WP
South America	1,1tep/cap/y	6.8% WP
Middle East	2.7 tep/cap/Y	4% WP
Asia	1 tep/cap/y	54.7% WP
Africa	0.4 tep/cap/y	13.8% WP

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

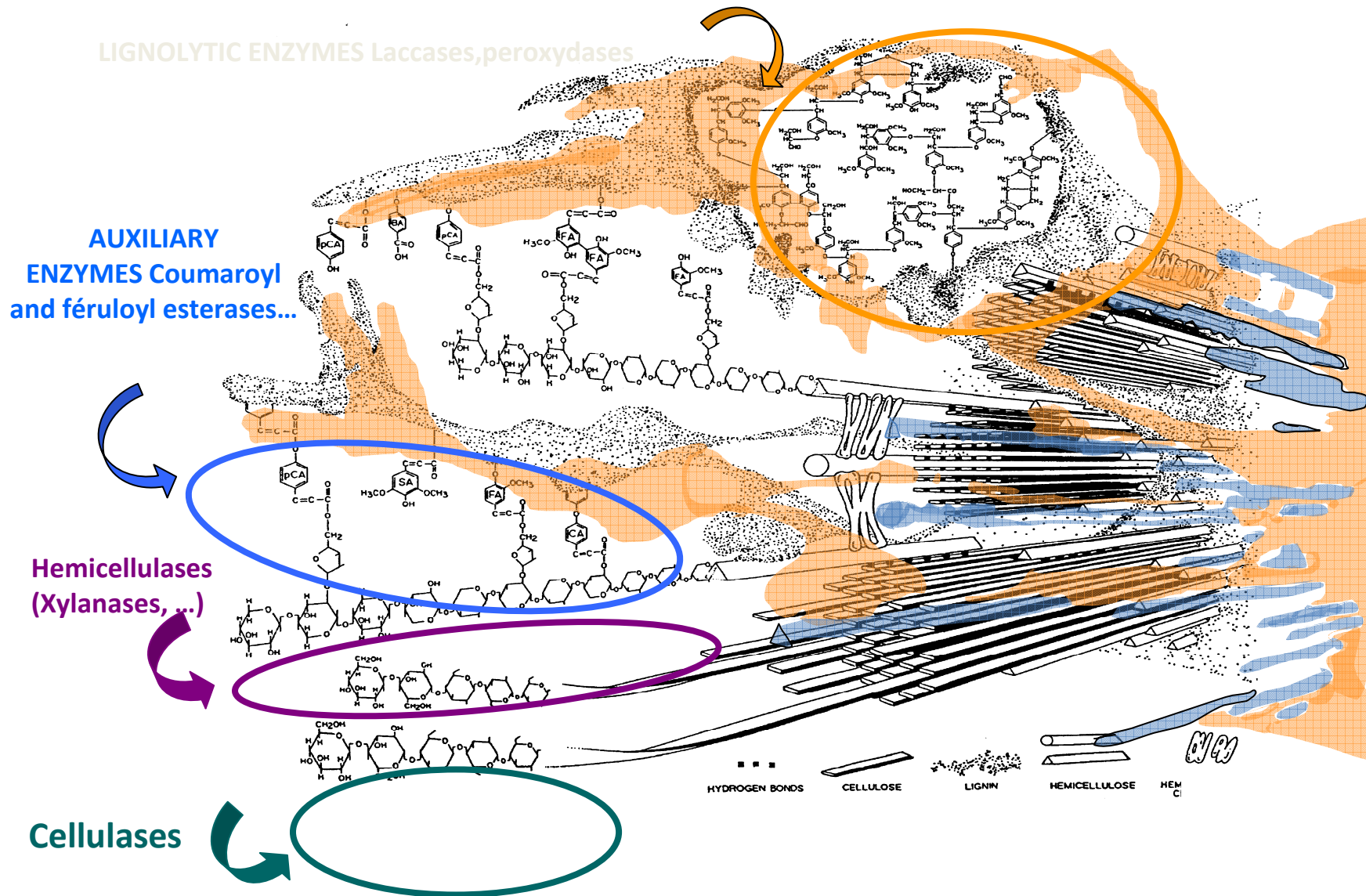
1,4 agriculture

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 teps)**

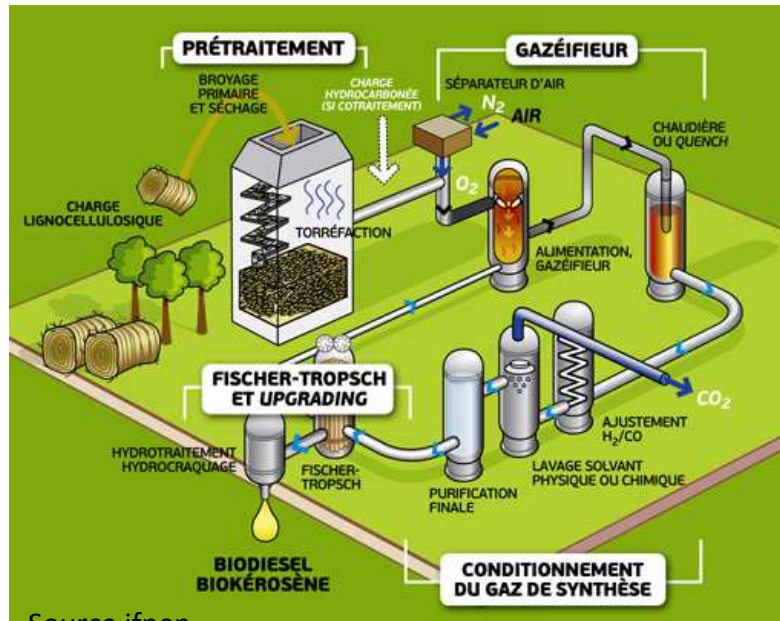


Biomasse : une composition très variable

Biomasse	Cellulose	Hémicelluloses	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

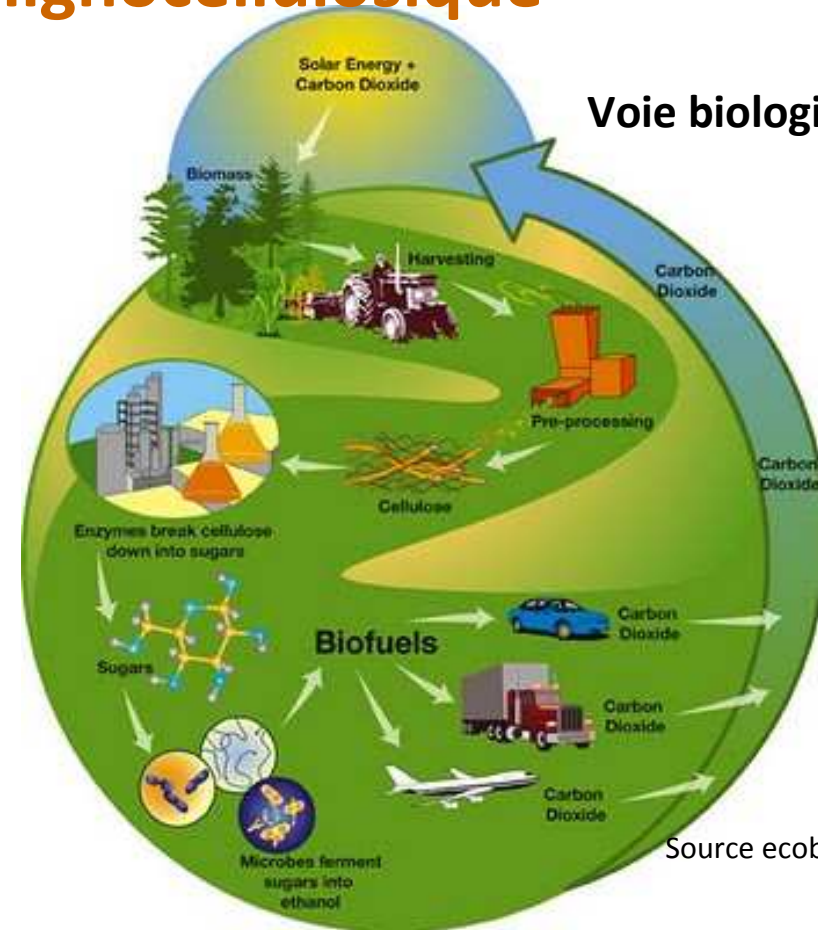
Les principales voies de transformation de la biomasse lignocellulosique

Voie thermochimique



Source ifpen

Voie biologique



Source ecobase

Doc ANR C J/LP

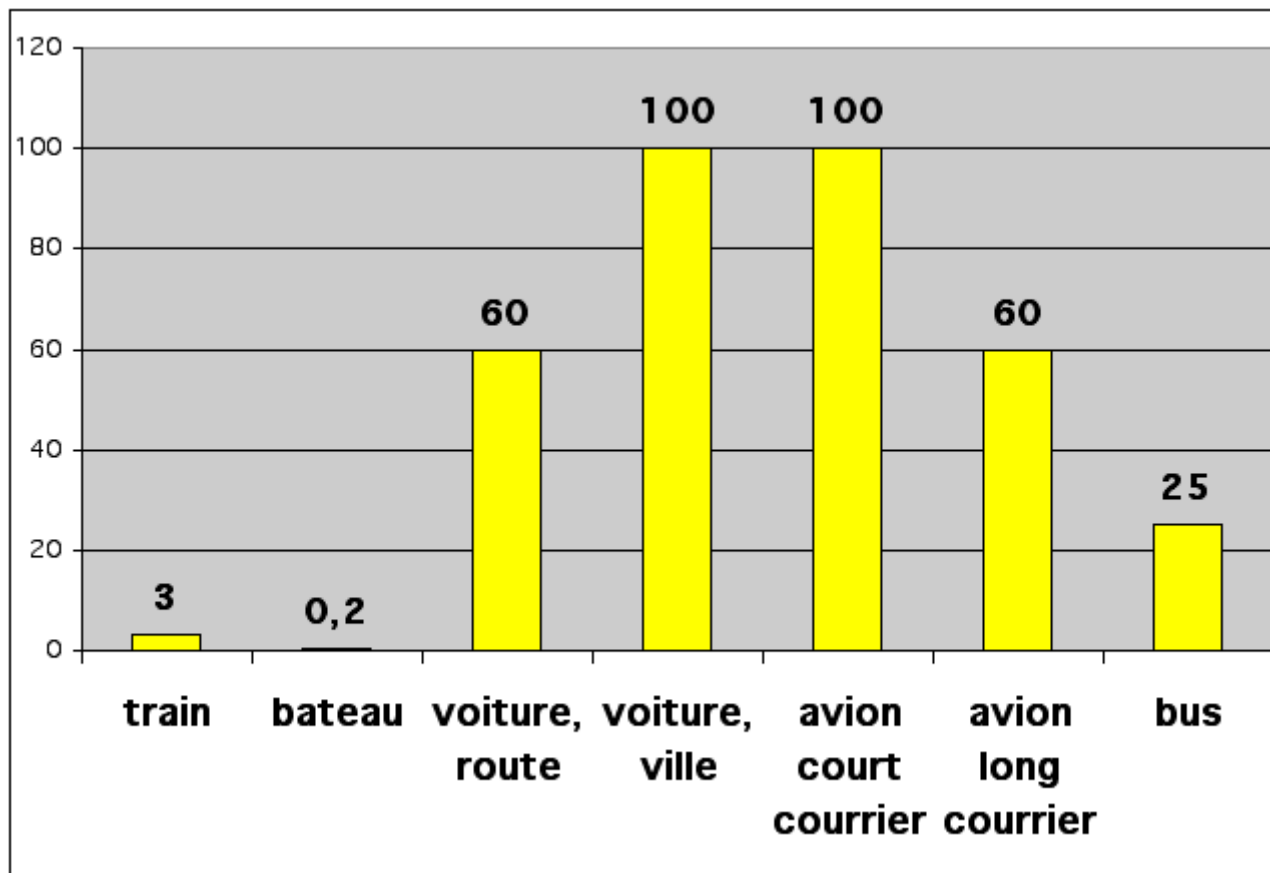
Biocarburants liquides ou gazeux
(éthanol, lipides, CH₄, H₂ ...)

Quo vadis biocarburants

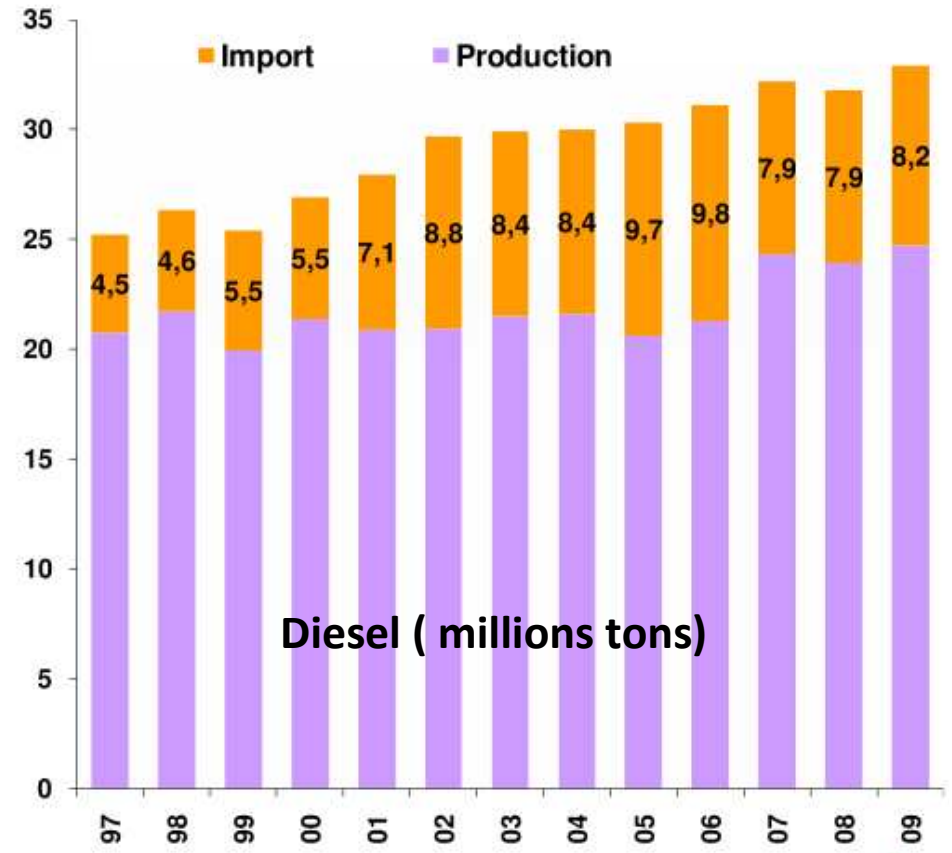
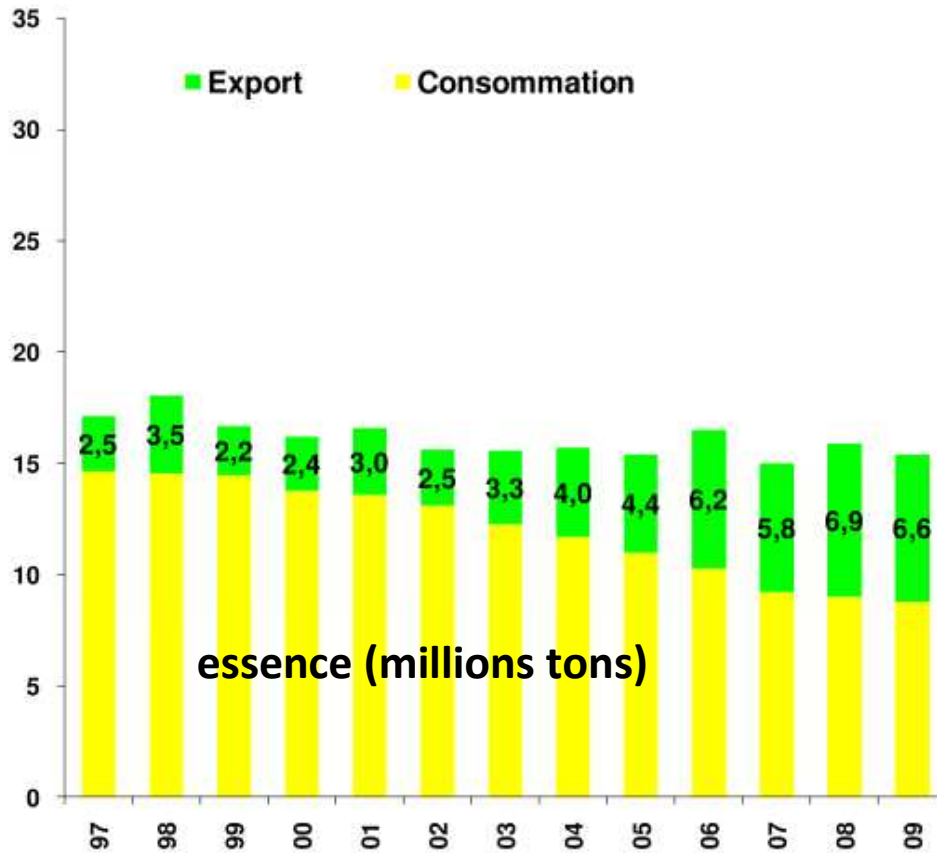
2008 a marqué une nouvelle épopée:

« *le meilleur substitut aux hydrocarbures reste l'hydrocarbure.* »

Leit motiv: **faire des hydrocarbures VERTS avec la biomasse**



3. Transport : essence vs diesel



essence (millions tons)

Diesel (millions tons)



L'exportation d'essences = 43% de la production nationale

Importation de Diesel = 25% de la consommation nationale

Les générations d'Agro-carburants

1° Génération : 1G

les classiques ;H₂, bioéthanol, esters méthyliques d'huiles végétales ex substances de réserve des plantes , le biogaz,

2° Génération : 2 G

2 1 : Les mêmes molécules mais, si on utilise l'ensemble de la plante 1,5 G, si on utilise la lignocellulose seule 2G1

2 2 : mêmes matières premières+ résidus(ex glycérol), molécules ou « mix » nouveaux (exemple: bio kérosènes): sortie du paradigme éthanol /EMHV, les « biohuiles » et

Le meilleur substitut aux hydrocarbures ce sont les hydrocarbures verts

3° génération , 3 G, -CO₂ et soleil- sont les matières premières par l'autotrophie (algues ,organismes autotrophes,,)

Biocarburants : accroître le degré de réduction et le contenu énergétique et tendre vers « *le meilleur substitut aux hydrocarbures sont les hydrocarbures verts »*

	PCS 16-19 MJ/Kg
• Biomasse	
• Méthane (biogaz)	50,1
➡ <u>Acides gras MEFA (Biodiesel)</u>	<u>37.4</u>
➡ <u>Ethanol (Additif à l'essence)</u>	<u>30 MJ/Kg</u>
• Propanol	30,7
• n and i butanol	33,1
• Octanols	
• Isoprénoides	44.1
• Huiles de pyrolyse ,Biocrudes	20 (à améliorer)
• Alcanes	44 MJ/Kg
• Kérosène /gasoil	PCS 43 +/- 0.2 MJ/kg

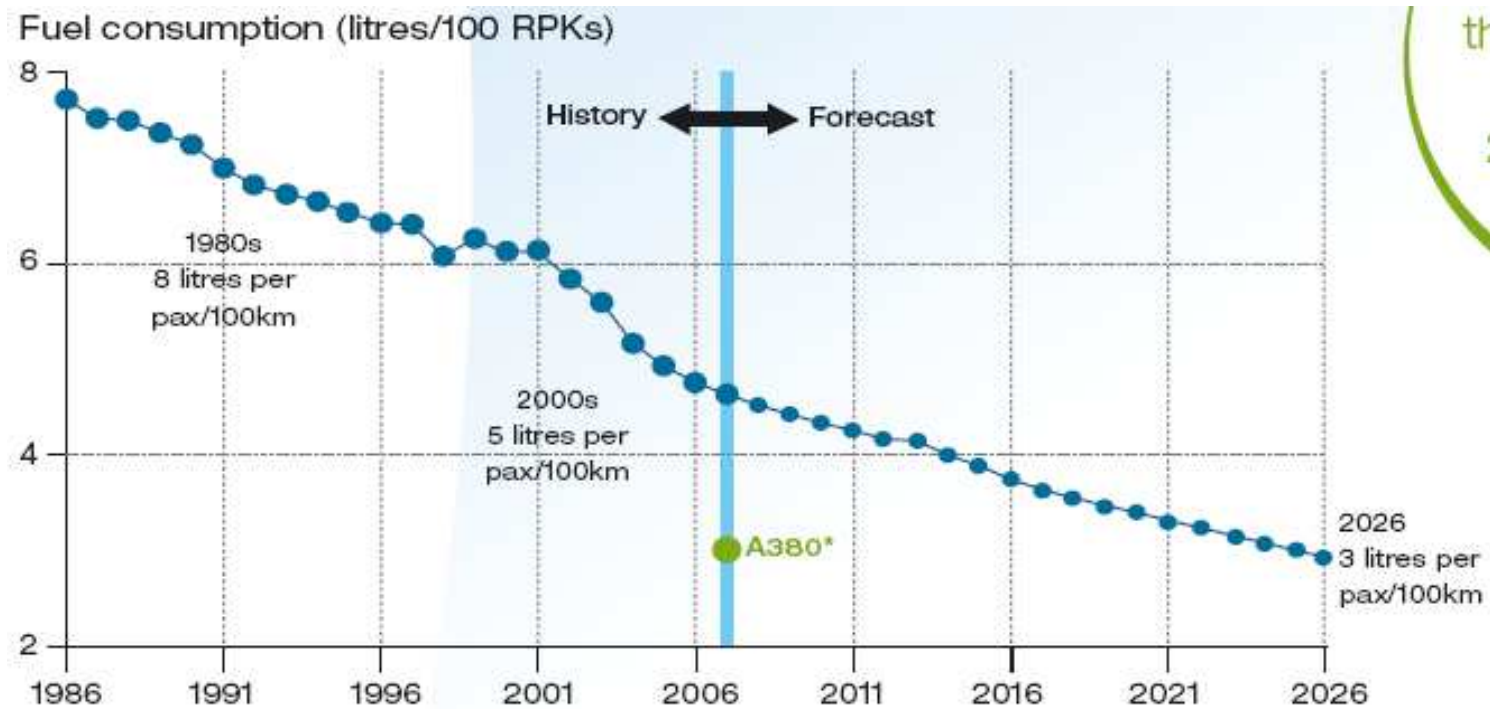
Bio kérosènes : contraintes

- **Point de congélation inf -53°C**
- **PCI le plus élevé possible**
- **Ratio C/O : augmenter le ° réduction**
- **Point d'ébullition volatilité suffisante (ASTM)**
- **Compatibilité environnementale**
- **Densité compatible aux « mixs » usuels**
- **Pas de dépôts ,de S, peu de Nox émis**

Aviación: necesidades energéticas e impuesto CO2

- El transporte aéreo (civil) consume entre 10% y 12% de la energía que utilizan los transportes (200 Mt)
- Consumo : 4l/100km.p (tonelada de pasajeros en 5000km)
- Aumentación del tráfico + 6% /año, *aumentación de la emisión de CO2 por tecnología -1,5%* , o sea una **aumentación de las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) de 4%**
- Solución impuesta por Kyoto: los ETS « Emission Trading Scheme » y, los biocarburantes para la aviación: « **bio querosenos** »

Évolution de la consommation spécifique de la flotte mondiale



Source: Airbus

Les carburants avions peuvent être classés en 3 catégories

- 1. Jet fuel (e.g. kerosene), traditional produits à partir de:
 - » Pétrole brut
 - » Sables bitumineux (effets environnementaux négatifs)
 - » Oil shale (effets environnementaux négatifs)
 - » Condensats de gaz naturel
- 2. Fischer Tropsch (FT), fuel synthétique:
 - » « Coal to Liquid » (CTL)
 - » « Natural Gas to Liquid » (GTL)
 - » « Biomass to Liquid » (BTL) (2° et 3° génération)
- 3. Biofuels, dérivés de la biomasse (non FT) tels que:
 - » Récoltes en compétition alimentaires (1° génération)
 - » Biomasses de 2° génération)
 - » Biomasses dédiées à l'énergie comme algues (3° génération), miscanthus, herbe à éléphant,, jatropha, etc.

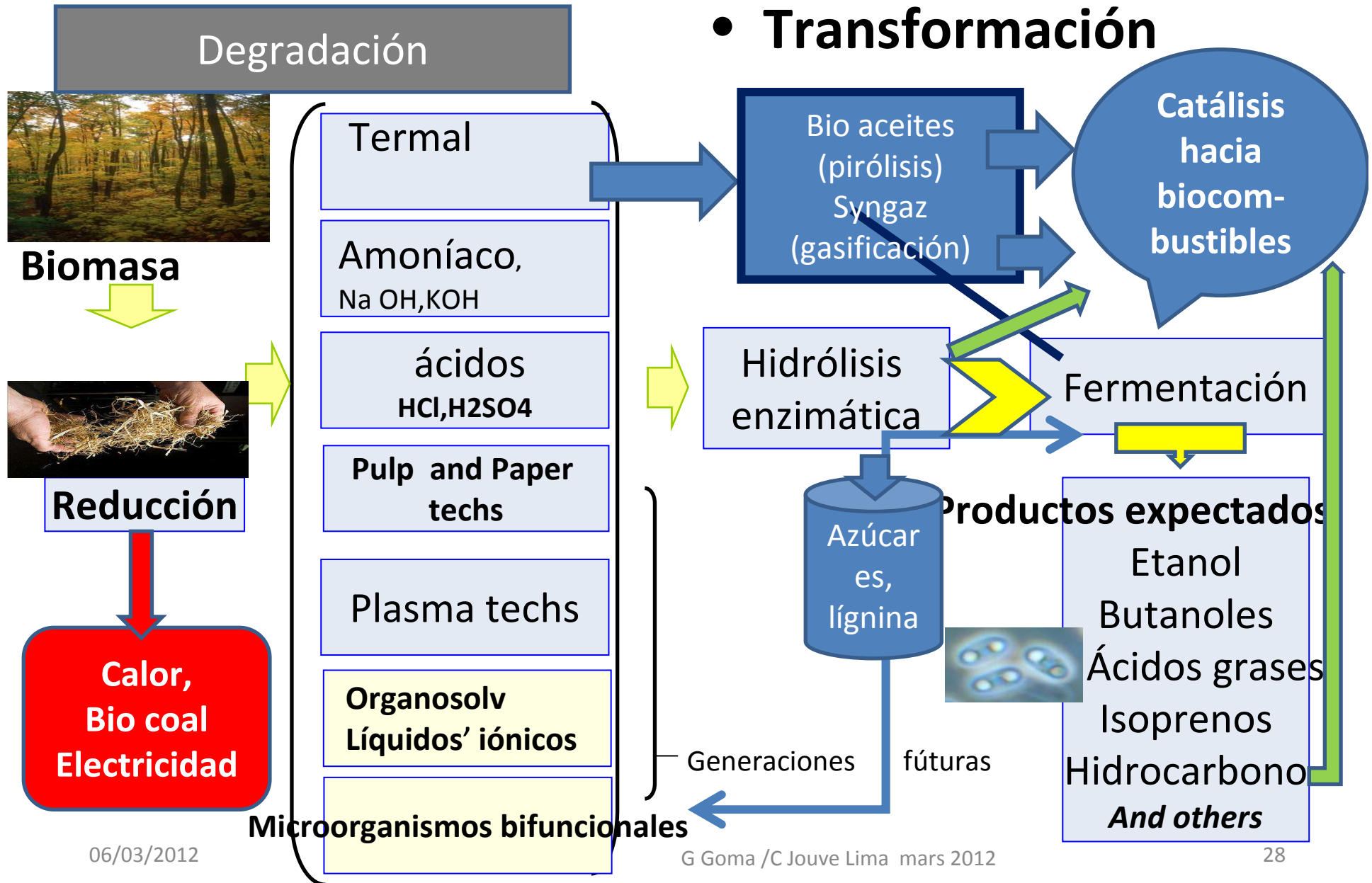
Transporte aéreo: el « Grenelle de l'environnement »

(leyes francesas de medioambiente)

- 2020 Disminuir de un 50% la emisión de GEI via la investigación
- 2020 Disminuir de un 80% las emisiones de Nox (óxidos de nitrógeno).
- 2020 Disminuir de un 50% el ruido (menos 10%)
- Optimización del control y de los movimientos aéreos
- **Producción e uso in situ de energías renovables**

Transformaciones de biomasa

• Transformación



Breakthrough in biomass deconstruction and news route for drop in fuels

Fermentation of lignocellulosic sugars	Catalytic conversion of lignocellulosic sugars	Catalytic fast pyrolysis	Catalytic cracking of biomass	Hydrothermal liquefaction	Syngas to drop in fuels (catalysis)	Syngas to drop in fuels (biological route)
Amyris, LS9 Mascoma	Virent Process	ENSYN/ UOP	KiOR (Chevron/Weyerhaeuser)		Mobil oil Sasol	Coskata LanzaTech Ineo Bio Green fuel Technologies
Farnesene, EEFA, Hydrocarbons	Hydrocarbons	Pyrolysis oil	Bio-crude oil for petro industry	Stable oil refinery feedstock	Methanol to DME (MTE) and Gasoline (MTG)	Ethanol Butanol,
Synthetic Biology	Catalyst development/upgrading	Hydro-process/reactor Sub vs critical fluids	Integrated Process: with catalytic regeneration	Reaction media and catalysts T:250°C, P300 Bar hyperfrequency	Multi functional catalysts/reactor	Microbial adaptation

Los lípidos: moléculas energéticas pertinentes

Lípidos vegetales	Lípidos de huiros
Lípidos animales	Lípidos de levaduras y fúngicos



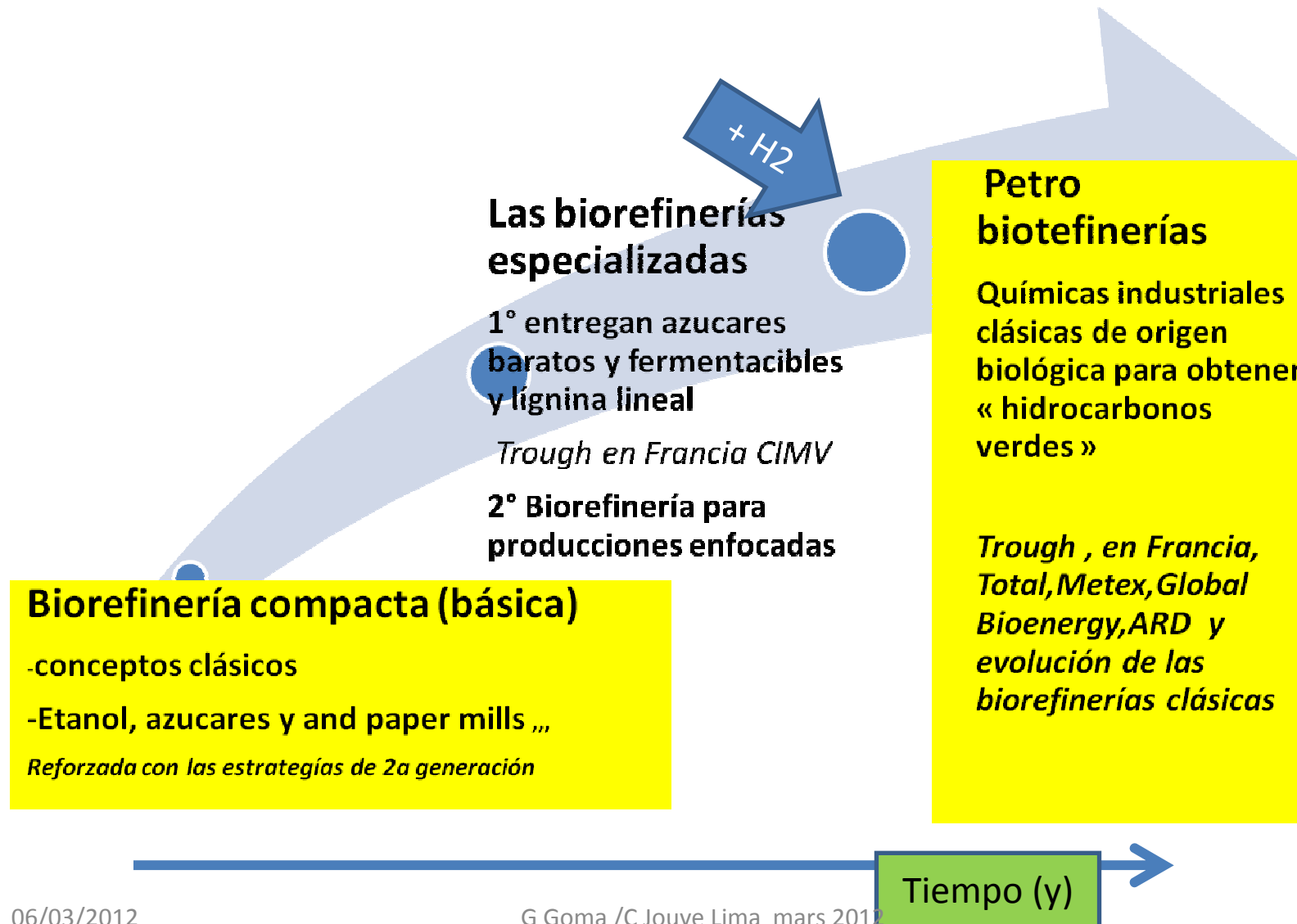
1° generación, opción de los ésteres metílicos y luego de los ésteres de alcoholes superiores (Etanol, isoprópanol, butanol,)

**2° generación *La ruptura tecnológica:* opciones de reducciones químicas
O la decarboxilación enzimática resultando en alcanos**

Concepto	Materia prima	Tecnologías claves	Desarrollo en Francia
Biorefinería Convencional (CBR)	Almidón, azúcar, pulpa y papel	Hidrólisis, fermentación, « down stream »	Mercántil Tereos Sucre union,,,
Cosechas enteras (WCBR)	Grano entero y planta	« Dry Mill » o « Wet Mill »	Planta Futurol
Oleoquímico (OCBR)	« Oil crops » (agentes tensioactivos & queroseno) CBR	Pretratamiento, extracción , conversión Lípidos microbianos	Planta Sofiprotéol Rand D PIVERT Probiotech
Biorefinería « verde » (GBR)	Biomasa húmeda (hierba, alfalfa)	Mild LC degradación, Hidrólisis, fermentación	RD, demonstrators; Futurol, CIMV
Biorefinería de Lignocellulosics (LCBR)	Biomasa seca;(selva, residuos, pajas,miscantus;,;,)	Thermal LC degradación i - química Fisher Trtopsch (FT) ii – syngas hasta biocombustibles por fermentación	Gaya, BioTfuel Bure (CEA/Aire Líquido)
Biorefinería marina (MBR)	Biomasa acuática (micro y macroalgas) , microorganismos fototrópicos	Trastorno de la célula /separación /down stream	Shamash
Refinerías Bio Petro (BP R)	All feedstocks +Biocrudes	Híbridos: catalísis biológica y química	Global Bioenergies

Conclusión: el futuro del concepto de biorefinería

Petro Biorefinerías necesitan la adición de « hidrogeno verde »

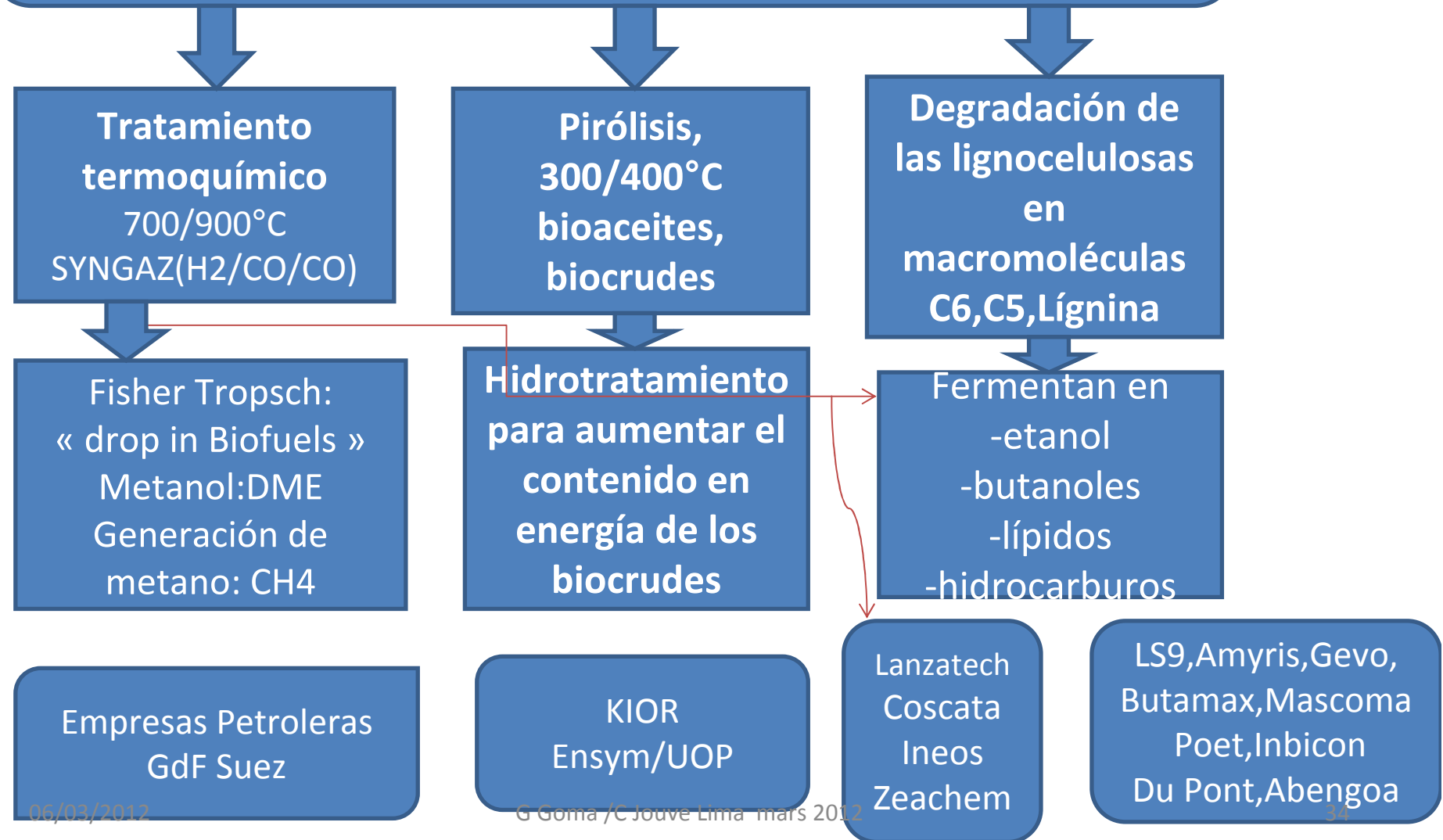


Conclusión: breve historia *–realista-* del porvenir de los biocarburantes

- 2014 : prueba económico de la posibilidad de producir hidrocarburos de madera por medio biológico
- 2015: producción de los primeros « biobrutos », el azúcar de madera (xilosa) revoluciona las biorefinerías de primera generación
- 2018 las biorefinerías alimentan las petrorefinerías (era de los « *petro bioproductos* »)
- Entre el 2020 y el 2025, unos 20% de la energía mundial provendrá de la biomasa (en el 2010 son 10%)
- 2020: partes de los 4 billones de hectarías de selva al nivel mundial conocen una gestión ecológica (explotación de 2m³/ha/año); biorefinerías funcionan con residuos
- 2020 : todavía vacilamos entre tracción eléctrica y térmica (20%BTL para ellos) por causa de las capacidades eléctricas de la biomasa
- 2020: fin de los apoyos financieros para los biocarburantes, se olvidó el conflicto alimentario. La crisis del 2008 ha sido cuidadosamente y serenamente analizada.
- 2020 : numerosos « empleos verdes » fueron creados a lo largo del territorio (distribución equitativa)

Nb : las fechas son probables dado los conocimientos al día de hoy; empero no toman en cuenta la resistencia al cambio y la inercia de los hombres.

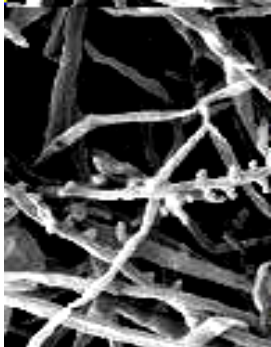
Conversión de la biomasa en biocarburos (BTL) 2° Generación



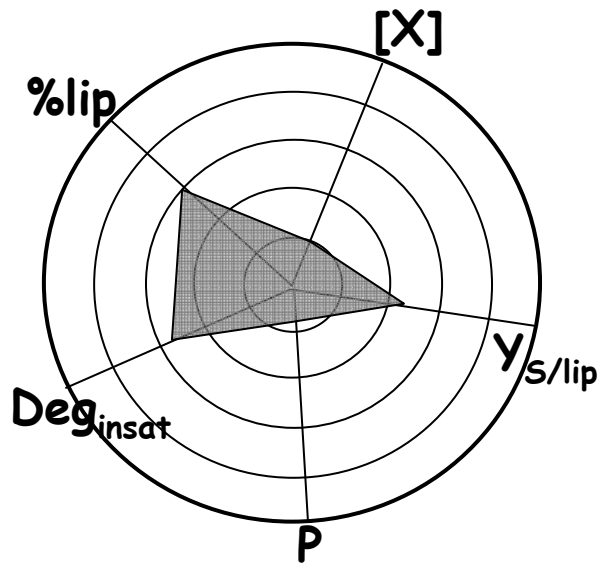
Microorganismos oleaginosos

Fuente: J Cescut tesis INSAT 2010

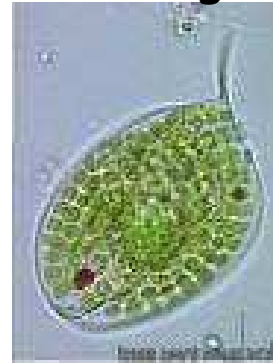
Hongos



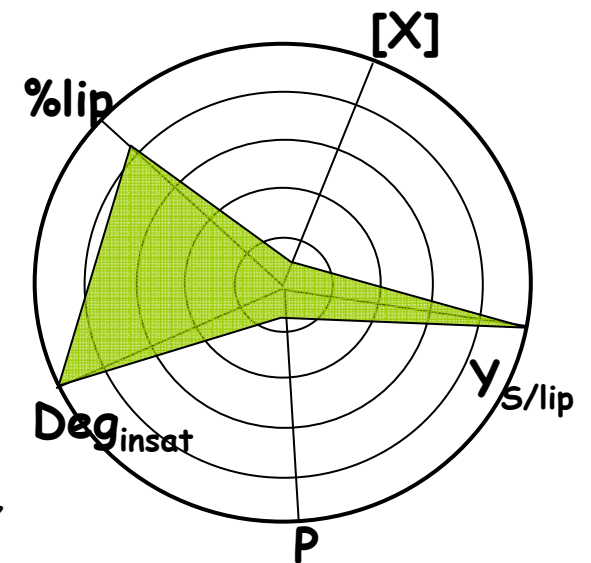
Sergeeva, 2007



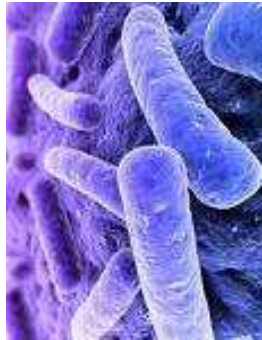
Microalga



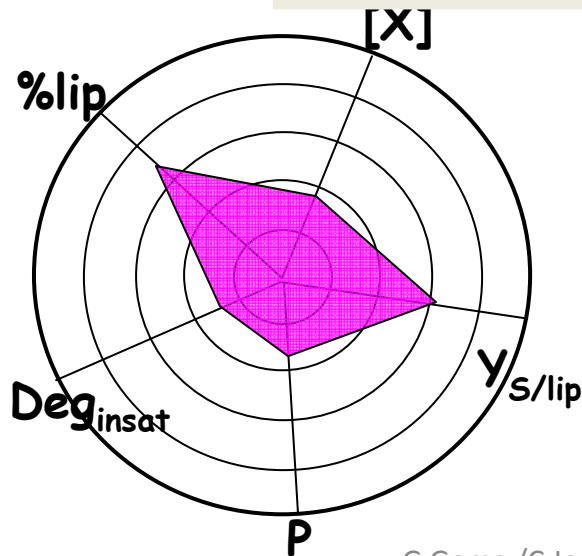
Chisti, 2007



Bacterias



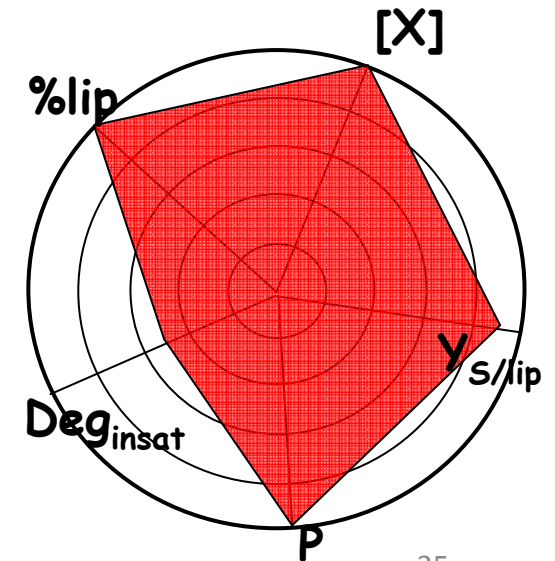
Keweloh, 1995



Levadura



Granger, 1992



06/03/2012

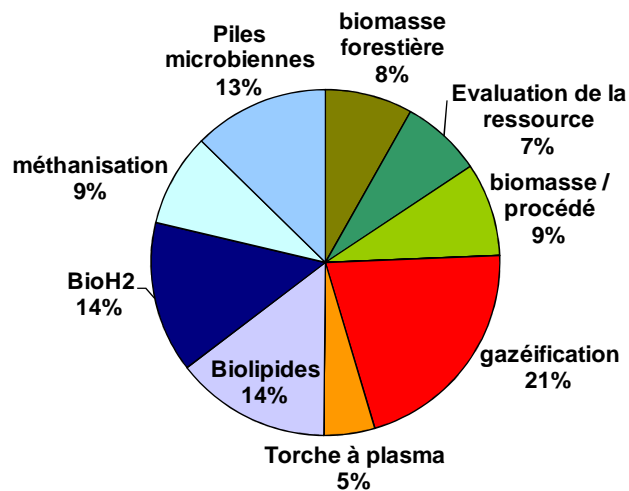
G Goma /C Jouve Lima mayo 2022

35

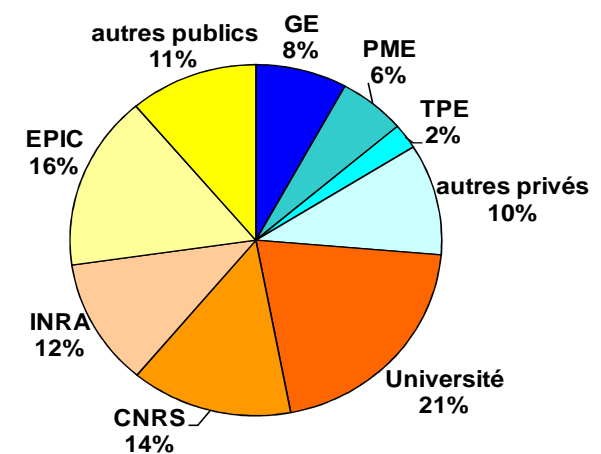
J. Cescut

Balance en cifras de los programas PNRB y Bio-E

	PNRB <i>(desde 2005 hasta 2007)</i>	Bio-E <i>(del 2008 al 2010)</i>
Presupuesto	23,2 M€	24,5 M€
Tasa de selección	40 %	30 %
Número de proyectos seleccionados	32	28
Número de socios partícipes	185	133
Nº de proyectos llevados a cabo	22	21
% de financiación privada	26,8 %	26,6 %



Temáticas lindantes con los proyectos apoyados entre el 2008 y el 2010



Origen de los financiamientos entre el 2008 y el 2010

El Contexto Francès

ANR, ADEME, OSEO, FUI , grandes organismos industriales son involucrados.

Aquí presentamos las acciones ANR.

Documentos de SSras. **Véronique Hervouet, Anne Liz Pons y Carole Jouve**

Recuento del contexto y de los apuestos

- Francia : « Grenelle de l'environnement »
- Unión Europea: « Paquete Clima-Energía », objetivos « 3 X 20% »
 - Energías renovables
 - Eficiencia energética
 - Gases con efecto invernadero

- **2005-2007: Programa PNRB** (Programa Nacional de Investigación sobre las bioenergías)
 - 3 convocatorias de proyectos (gestión de la ADEME)
- **2008-2010: Programa Bio-E** (Bioenergías)
 - 3 convocatorias de proyectos (gestión de la ANR)
- **2011-2013: Programa Bio-ME** (Bio-Materias y Energía)
 - 2 convocatorias de proyectos previstas

El ANR otorga financiación a los siguientes programas:

- PNRB : Programa Nacional de Investigación sobre las Bioenergías (2005-2007)
- Bio-E : Programa Bioenergías (2008-2010)
- Bio-ME : Programa Bio-Materias y Energía (2011-2013)

Proyectos de investigación sobre la producción de biocarburantes líquidos y/o gaseosos llamados « de segunda generación » de manera biológica

Socios apoyados por Bio-E

Cooperaciones publico-privadas en marcha

CIRAD
CNRS
CEA
IFPEN
INRA
Universités
ONF

≈ 70 équipes

SAINT-GOBAIN EMBALLAGE
GDF SUEZ
SUEZ ENVIRONNEMENT
EDF
Smurfit Kappa Comptoir des Pins

5 socios provenientes de Grandes Empresas

6T-MIC Ingenieries
Agro Industrie Recherches et Developpements
Aléor
ATANOR
CETH
CTI
EQTEC Iberia
Europlasma
Floralis
Geotexia
La Compagnie du Vent
Naskeo
Novabiom
Proteus
Récupyl
SINTEGRA
Solagro
Systemes Durables
TEMBEC
VALCOBIO
Valorga
XYLOWATT 19 socios TPE/PME

% de cooperaciones publico-privadas	87%
% de cooperaciones privadas	35%
Parte de los subsidios ANR dedicada a las empresas	26%

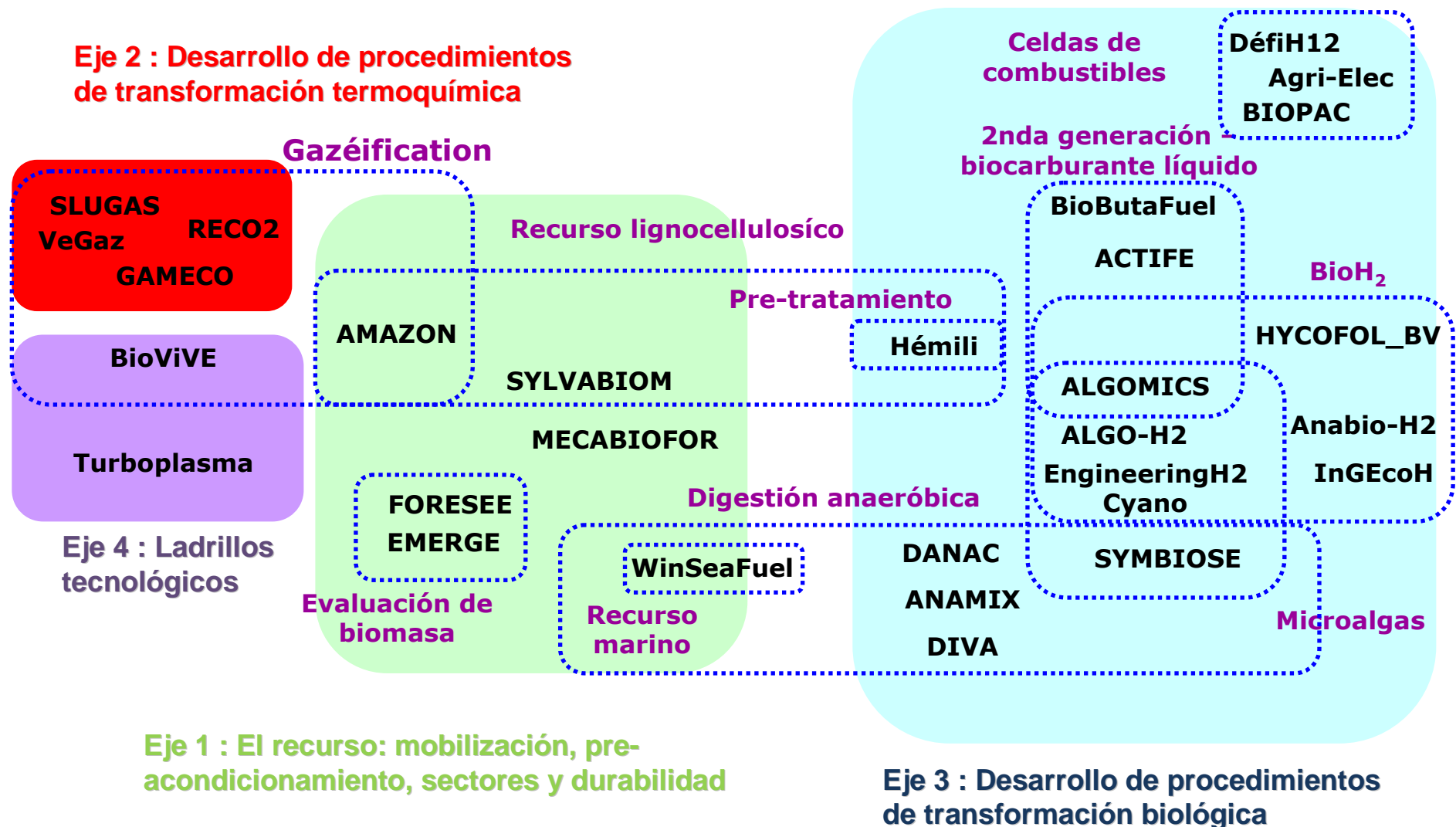
Promedios entre el 2005 y el 2010

Proyectos financiados desde 2005 (PNRB y Bio-E) en torno a la producción biológica de biocarburantes líquidos

- 10 financiados, 48 socios
- 7,8 M € de apoyos (costo total 47,7 M €)
- Tipo de proyectos
 - Duración promedio: 39 meses
 - 9 cooperaciones publico-privadas
 - 7 proyectos clasificados como de Investigación Industrial
 - 8 socios industriales: METabolic Explorer, ARD, DANISCO, LESAFFRE, MAGUIN, PROTEUS, SAFISIS, TEMBEC R&D KRAFT
- Organismos Públicos: CEA, CNRS, Universidades, INRA

Panorama des projets financés dans BIO-E (2008-2010)

La financiación de proyectos pluridisciplinarios



Actions spécifiques au programme PNRB et Bio-E

Les interventions

Prétraitement
de la
biomasse

Enzymes et
Traitement
enzymatique

Souches et
Fermentation

Extraction
Purification

SPECABBE -

HYPAB -

003 et 5

FASST

1^{er} Pilote Français de production d'éthanol lignocellulosique
Futurol

F. Martel Directeur Procethol 2G

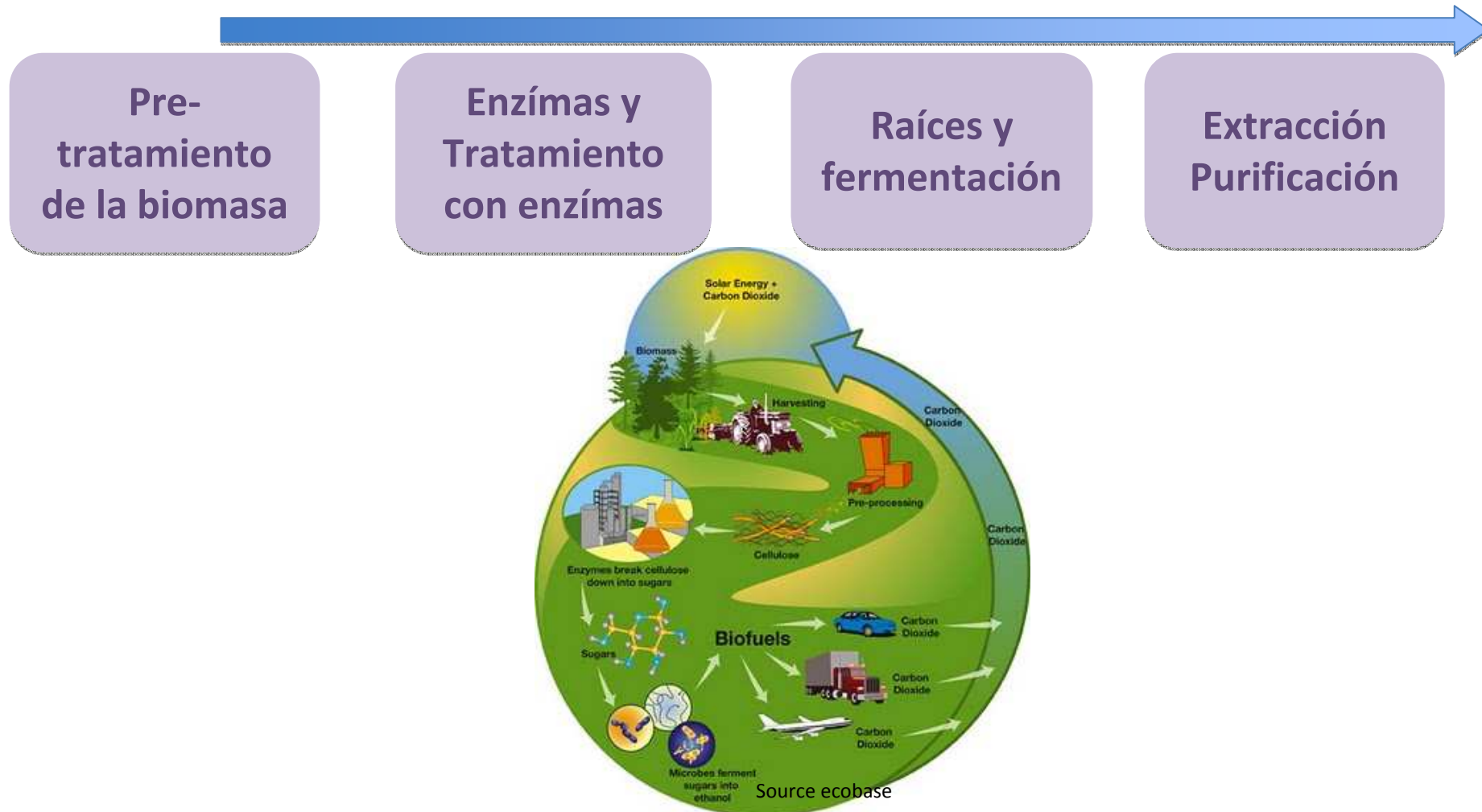


Programme PNRB
06/09/2012

G Goma /C Jouve Lima mars 2012

oseo IAR

Las técnicas biológicas de transformación de la biomasa lignocelulósica al etanol



Perímetro temático del programa Bio-E

Eje 1 : El recurso: movilización, pre-acondicionamiento, sectores y durabilidad

Objetivos: Mejorar los recursos vegetales utilizados a fin de generación de energía (rendimiento, variedades...) y su movilización

Eje 2 : Desarrollo de procedimientos de transformación termoquímica de la biomasa ligno-celulósica

Objetivos: consolidar el conocimiento fundamental, desarrollar tecnologías de transformación termoquímica para producir calor, electricidad, combustibles y/o carburantes líquidos y gaseosos

Eje 3 : Desarrollar procedimientos de transformación biológica de la biomasa

Objetivos: consolidar el conocimiento fundamental, desarrollar tecnologías de transformación termoquímica en carburantes líquidos y/o gaseosos (H₂, lípidos, etanol...)

Eje 4 : « Ladrillos tecnológicos »

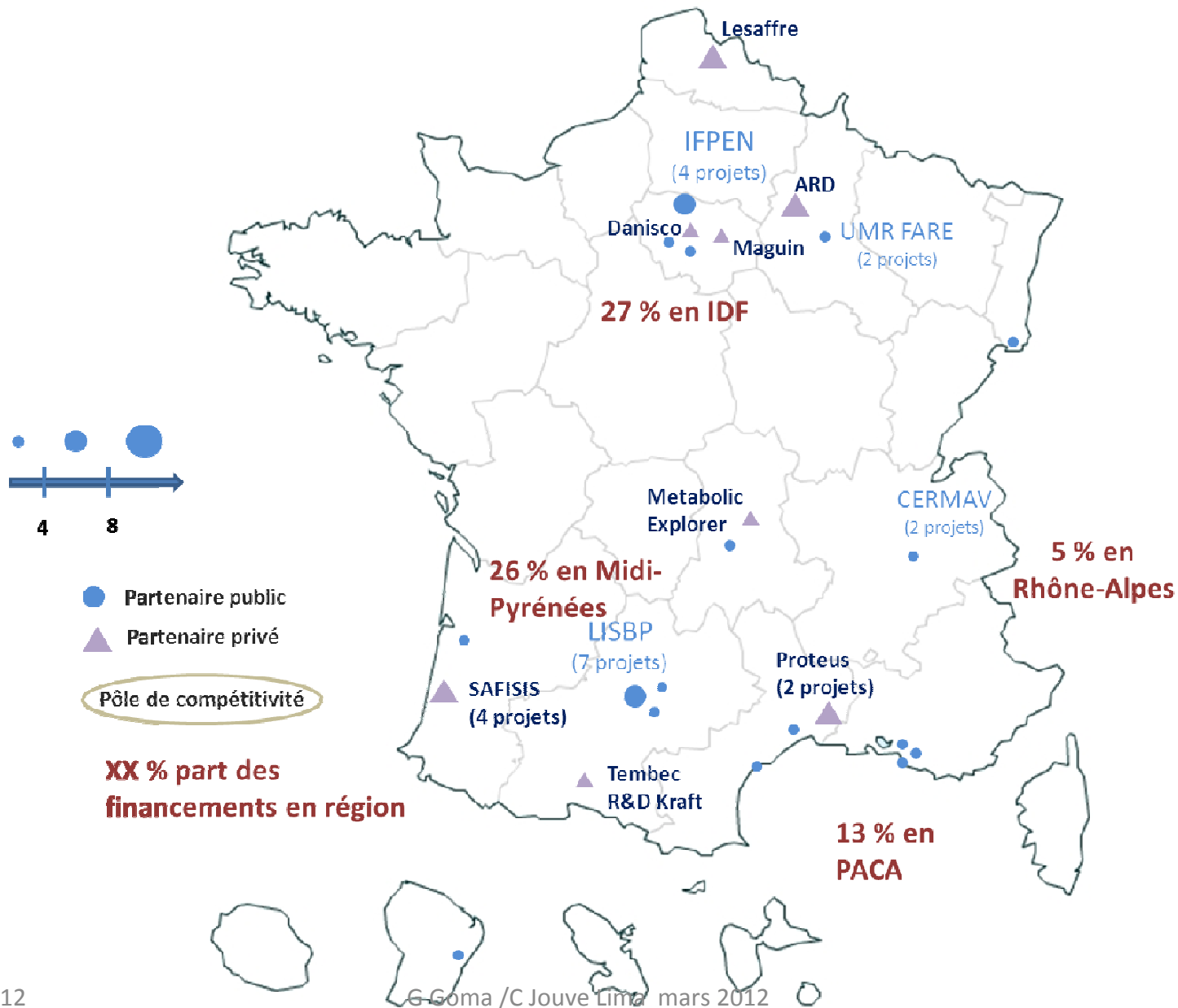
Objetivos: desarrollar los « ladrillos tecnológicos » para las técnicas termoquímicas y biológicas necesarios para elaborar unidades pilotas o preindustriales

Rappel des objectifs des programmes Bioénergies

- **Recursos:** Evaluar los tipos de biomasa capaces de generar energía y favorecer sus desarrollos.
- **Valoración de la lignocelulosa:** Desarrollar sectores industriales de conversión con destino de producir carburantes o combustibles líquidos y gaseosos que utilizar al lado de las energías fósiles.
- **Nuevas ramas « biotech » :** Explorar las posibilidades de producción de hidrogeno o lípidos a partir de microorganismos.

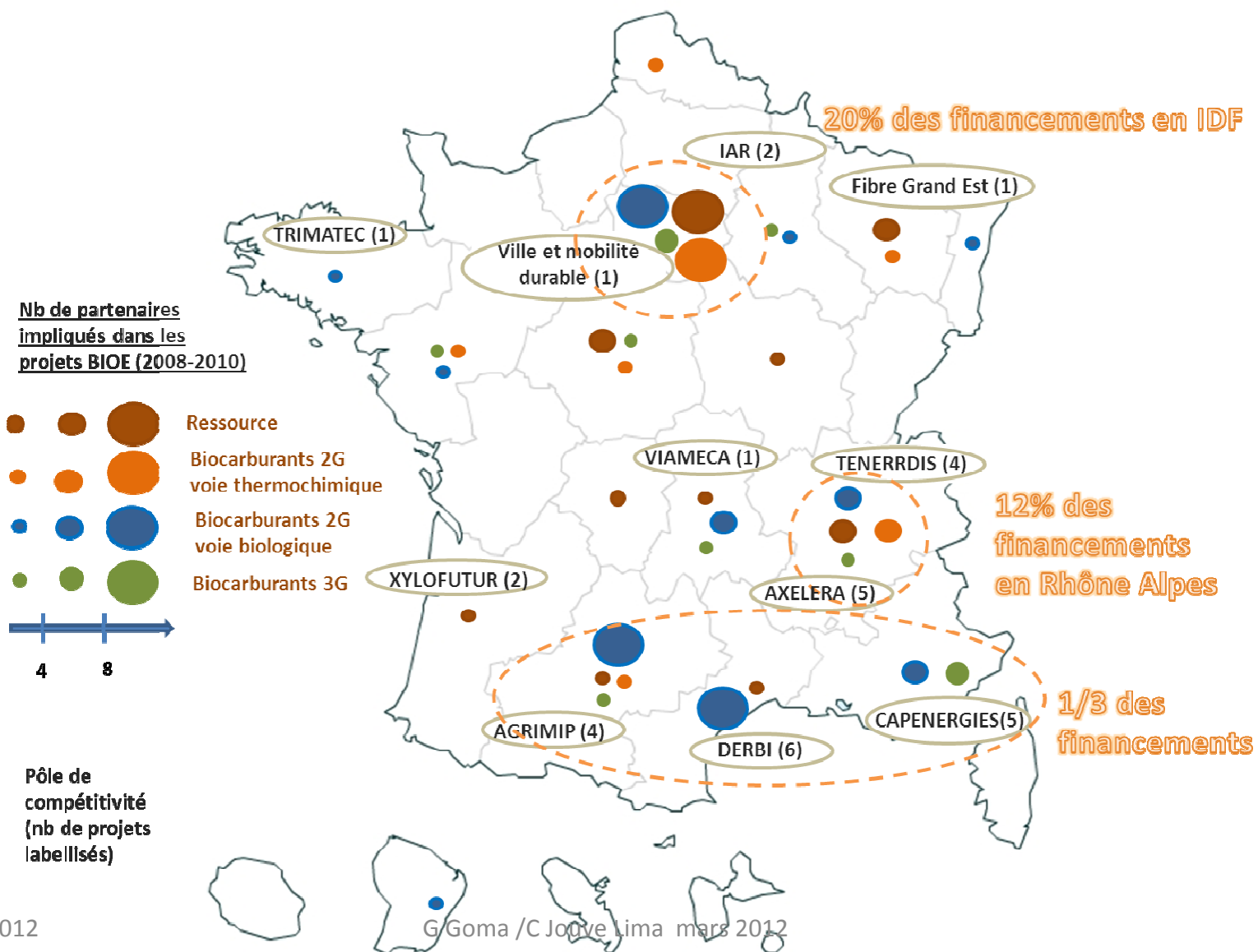
→ *Evaluar los impactos socio-económicos y medioambientales de esas nuevas tecnologías y ramas*

Equipos involucrados en los proyectos PNRB y Bio-E



Ubicación de los socios apoyados por Bio-E

Una comunidad importante constituida en torno a sus proyectos



Hacia una economía de origen biológica Generadora de energía

Ayer ; el petróleo

**Mañana la biomasa sera el petróleo
del siglo 21**

**Hacia una economía del Sol, del
dióxido de carbono antrópico y
atmosférico:**

La Bioeconomía

Agradezco su atención

Gérard GOMA

El señor Gérard Goma es profesor emérito en el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA) de Toulouse, Francia. Tiene formación de petroquímico con un doctorado de la Universidad Paul Sabatier de Toulouse. A lo largo de su vida, se desempeñó como miembro del Consejo Científico de la empresa Rhone-Poulenc, responsable de la diversificación industrial en la empresa Saint-Gobain e investigador en la INSA, en el laboratorio de Ingeniería de los Sistemas Biológicos y de Procedimientos (LISBP) que fundió en 1968 bajo otro nombre. Dentro de este marco, publicó más de 180 artículos en varias revistas francesas como internacionales.

Contacto : gerard.goma@insa-toulouse.fr ;
carole.molina-jouve@insa-toulouse.fr

- El Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas (INSA) es una red de escuelas públicas de ingeniería entre las mejores del país. El laboratorio LISBP en INSA-Toulouse se destaca por su enfoque original, el cual estriba en la mezcla del ámbito biológico y de la ciencia de los procedimientos. Sus resultados sirven en varias esferas distintas, desde las biotecnologías hasta la química o la agro-industria.
- Para Mayor información ver <http://www.insa-toulouse.fr/fr/index.html> y <http://www.lisbp.fr/fr/index.html>



La Corporación Andina de Fomento y la Cooperación Regional para los Países Andinos dan las gracias a los expositores por haber compartido su peritaje, al público por su presencia y a todas las personas que trabajaron para que este acontecimiento tuviera el éxito que conoció.

Corporación Andina de Fomento
(CAF)

IGARCIA@caf.com

www.caf.com/

Cooperación Regional
para los Países Andinos

clement.larrauri@diplomatie.gouv.fr

<http://www.franceamsud.org/site/>