

Biocarburants et moteurs à combustion interne

Jean-François Gruson

IFP

Adjoint au directeur des Etudes Economiques

Plan

- 1. Contexte énergétique**
- 2. La problématique des MCI (X.Montagne)**
- 3. Biocarburants de 1ère génération**
- 4. Les nouvelles filières : générations 1bis et 2**
- 5. Les potentiels de production**
- 6. L'économie de biocarburants**
- 7. Les bilans environnementaux**

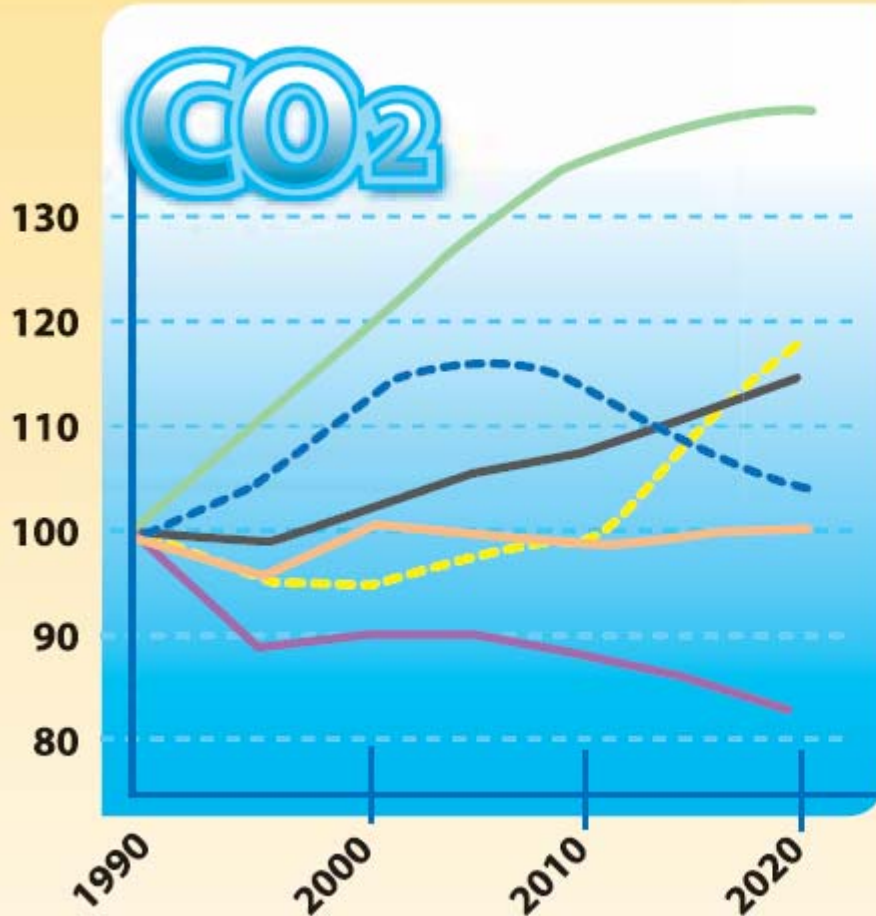
Le contexte général :

- Réduire la dépendance énergétique
- Lutter contre les changements climatiques : contrôler les émissions de GES
- Améliorer la qualité de l'air

Contexte général

Evolution des rejets de CO₂

Émissions de CO₂ par secteur



- TOTAL**
- Transport
- Électricité
- Services
- Ménages
- Industrie

NB: Année de référence 1990 = 100.
Source: Commission européenne.

Contexte énergétique

Les carburants alternatifs aujourd'hui

Consommation mondiale d'énergie dans le secteur des transports en 2005

1,6 GTEP

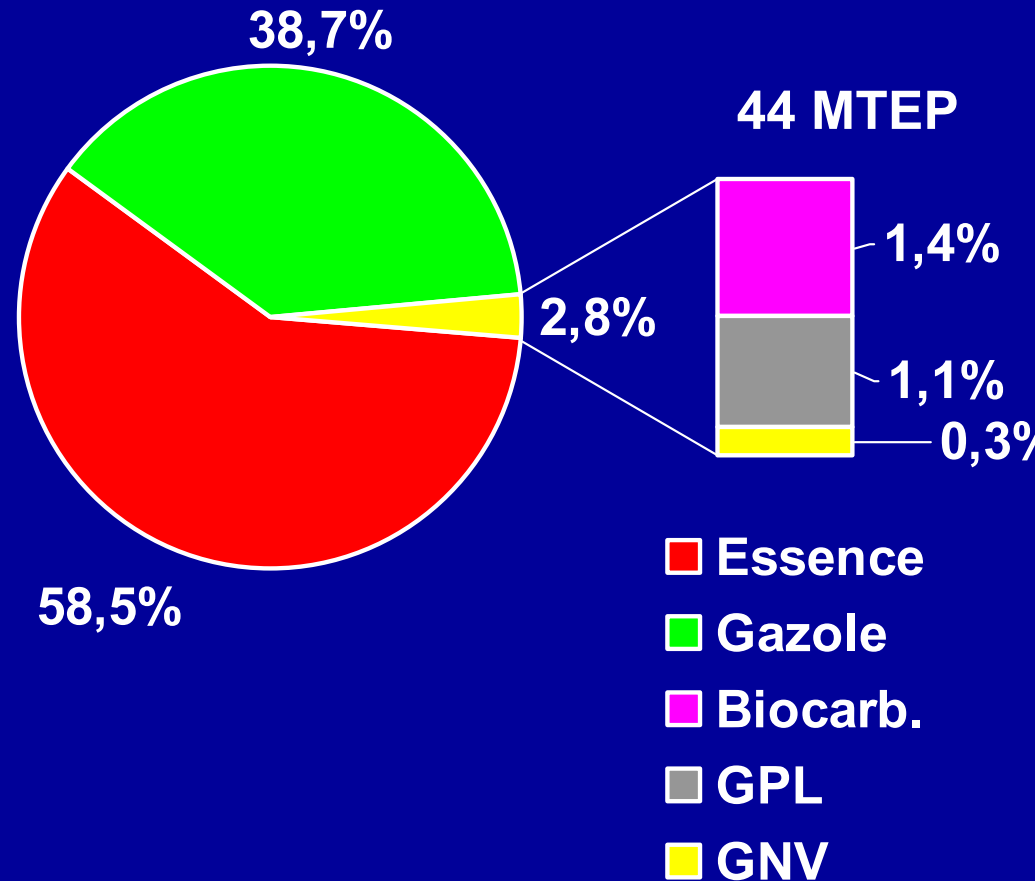
En 2005, au niveau mondial, le secteur transport :

-dépend du pétrole à 97%

-représente plus de 50 % de la consommation de pétrole

-représente 20 % de la consommation d'énergie

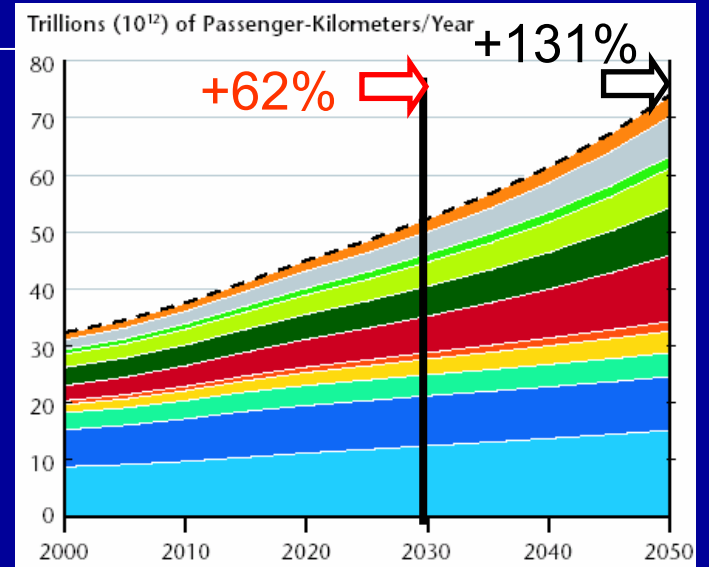
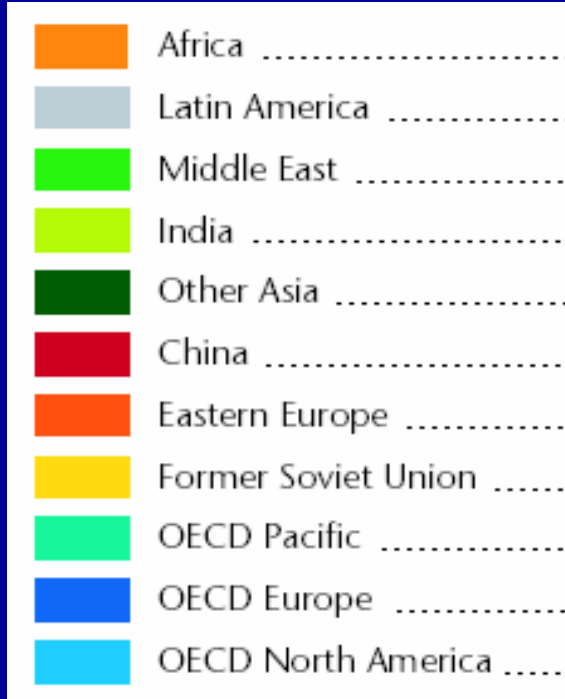
-suit une croissance annuelle de l'ordre de 2 % /an



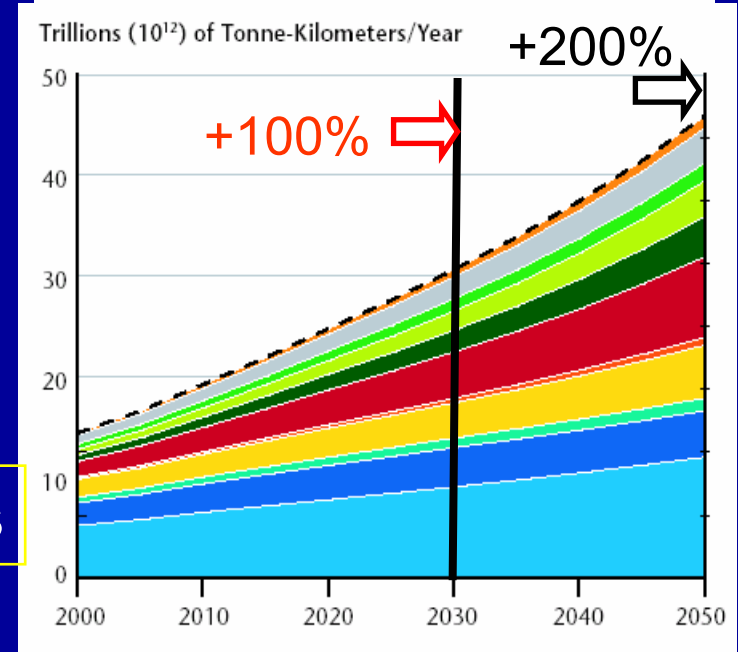
Contexte énergétique

Croissance de la demande de transport

Passager



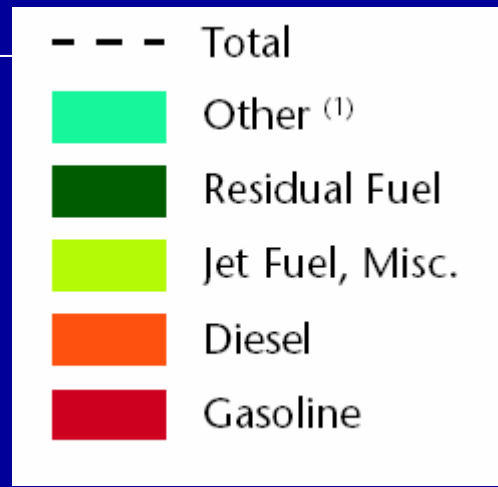
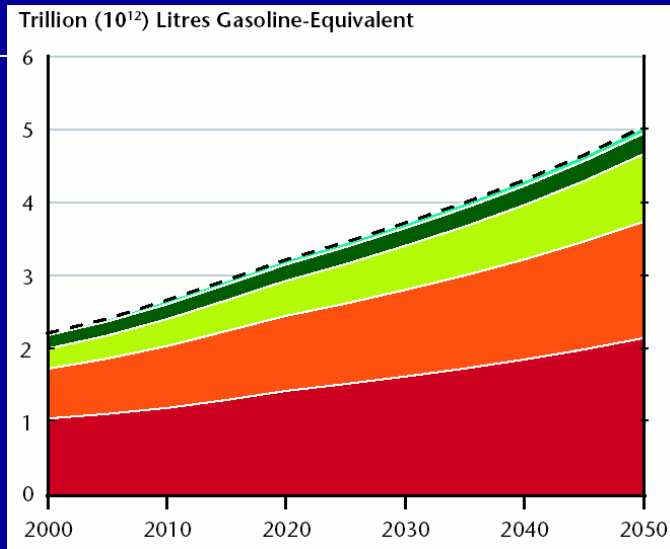
marchandises



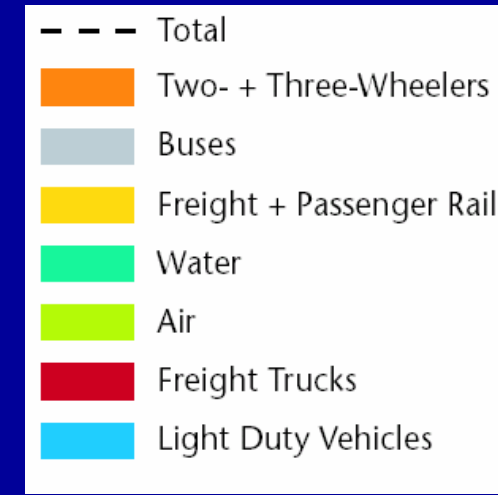
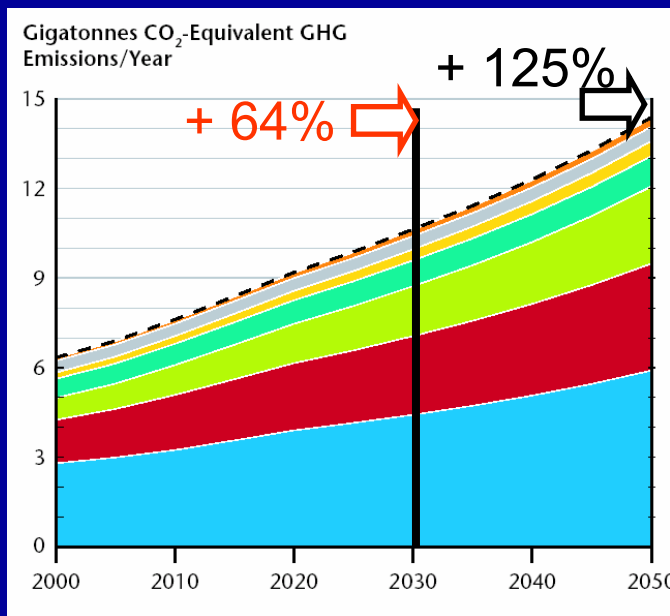
Contexte énergétique

Croissance de la demande de transport

Consommation en Carburant

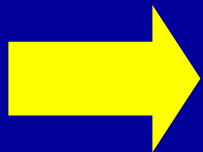


Émissions de GES



- Réduire la dépendance énergétique vis à vis du pétrole
- Réduire la pollution globale : gaz à effet de serre (CO₂, etc)
- Réduire la pollution locale due à l'automobile : CO, HC, NO_x, fines particules, O₃

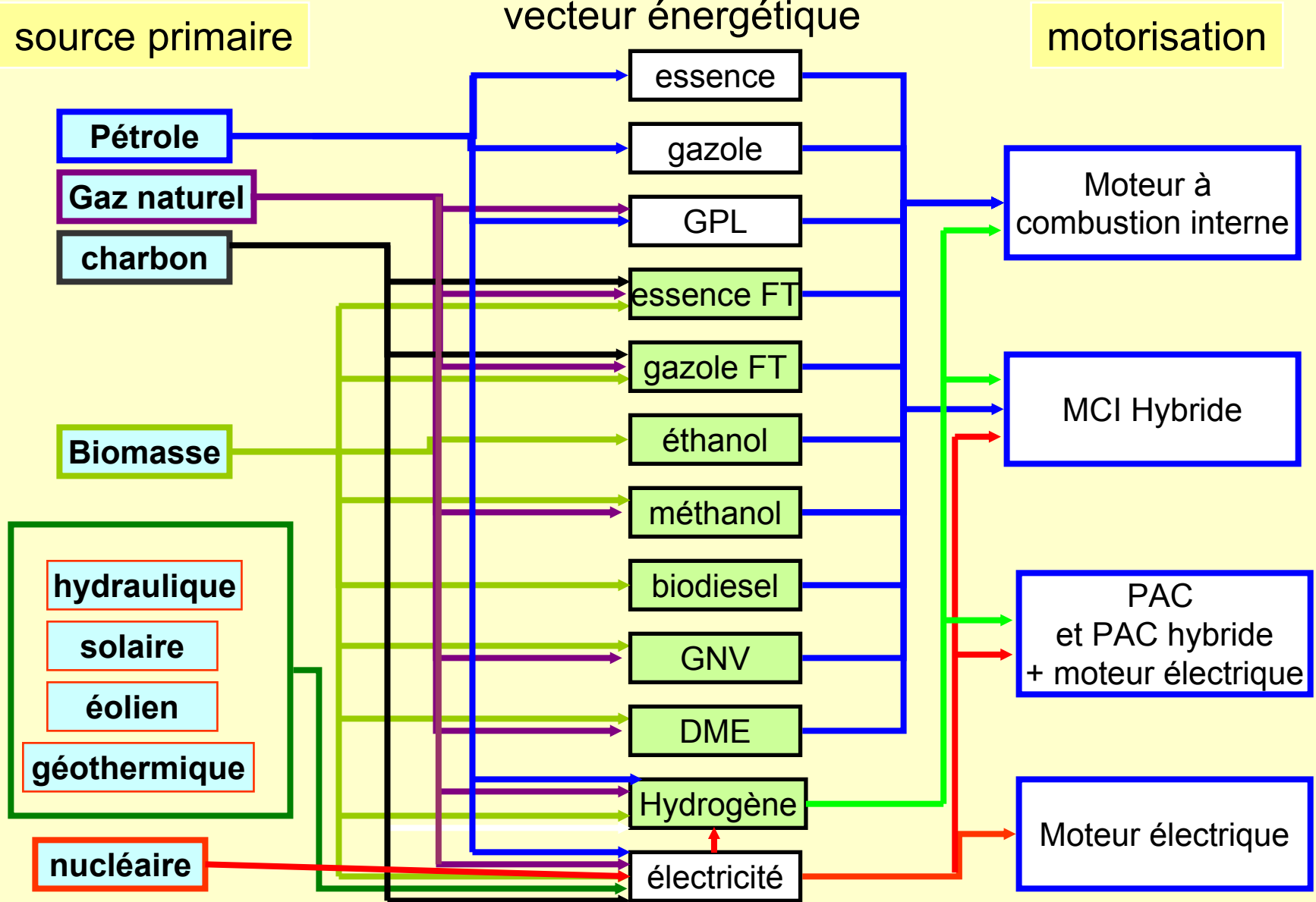
... Dans des conditions économiques acceptables...



Les biocarburants, une solution répondant à ces enjeux

Contexte énergétique

Les différentes filières énergétiques



→ Objectifs de l'UE

- Réduire la dépendance énergétique
- Favoriser le développement des énergies renouvelables et lutter contre les changements climatiques

→ Le livre blanc

→ Forte diésélisation

→ Directives Biocarburants adoptées en 2003 :

- Une directive "Fiscale" : permet aux membres d'appliquer un taux d'accise réduit
- Directive "Promotion" : fixer pour les membres des objectifs d'incorporation (2003/30/CE)
 - 2010 : 5,75% du pool carburants ex biomasse, en contenu énergétique,

Dernières évolutions : Biomass Action Plan lancé en 2006

- Révision de la Directive sur les objectifs nationaux à atteindre
- Rendre la directive obligatoire et non plus indicative
- Ne prendre en compte que les biocarburants respectant un cahier des charges en terme de production
- Révision de la norme sur les EMHV pour élargir le spectre des ressources utilisables
- Maintenir la possibilité d'import de biocarburants notamment d'éthanol dans le cadre des accords OMC et autres en vigueur
- Autoriser les EMHA et les EEHV
- Favoriser l'usage de l'éthanol dans le diesel: sous quelle forme?
- Révision des spécifications Européennes sur les biocarburants
- Analyse de la situation éthanol/ETBE

- Un historique ancien: début des années 80 avec le plan "carburol"
- Un développement modéré via l'ETBE et l'apparition de l'EMHV dans les années 90
- Une situation "spécifique" marquée par un fort taux de dieselisation du parc automobile: 32 Mt de gazole pour 10 Mt d'essence
- Une forte demande du monde agricole pour de nouveaux débouchés
- Un rapport de référence du groupe de travail sur les biocarburants (janvier 2006) dans le cadre de la CIVEPE
- Un plan national biocombustibles pour valoriser la biomasse au delà de l'agriculture classique
- L'E85 une voie complémentaire pour le rapport de la commission "Prost" (automne 2006)
- Une fiscalité des carburants incitative renforcée par le mécanisme de la TGAP

Le cas européen et français

Le cas français : un objectif plus ambitieux

- atteindre 5,75% en contenu énergétique dès 2008
- atteindre 7% en conteneur énergétique en 2010 et..... 10% en 2015

Il faudra donc réviser les spécifications des carburants

- EN228 : E5 → E10
- EN590 : B5 → B10

Plan biocarburants Français

- Article 266 quindecis du code des douanes

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	1,2% PCI	1.75% PCI	3.5% PCI	5.75% PCI	6.25% PCI	7% PCI
%Volume équivalent						
EMHV	1.3	1.9	3.8	6.3	6.8	7.6
ETBE	3.1	4.5	9	14.8	16.1	18
Ethanol	1.9	2.7	5.3	8.8	9.5	10.7

- Loi n°2006-11 du 5 janvier 2006 d'orientation agricole modifiant la loi du Programme fixant la politique énergétique de la France du 13 juillet 2005
 - Objectif indicatif de 10%PCI pour 2015 (10% en Europe en 2020)

Les carburants pour les transports

Les enjeux techniques

Moteurs conventionnels

- à allumage commandé et injection directe ou indirecte de carburant : n
- à allumage par compres injection directe de carb moteur diesel

Carburants conventionnels

- issus du pétrole
- enrichis en aromatiques et additifs

**Avec engagement ACEA d'atteindre
140g CO2/km en moyenne en 2008
et 120g/km en 2012?**

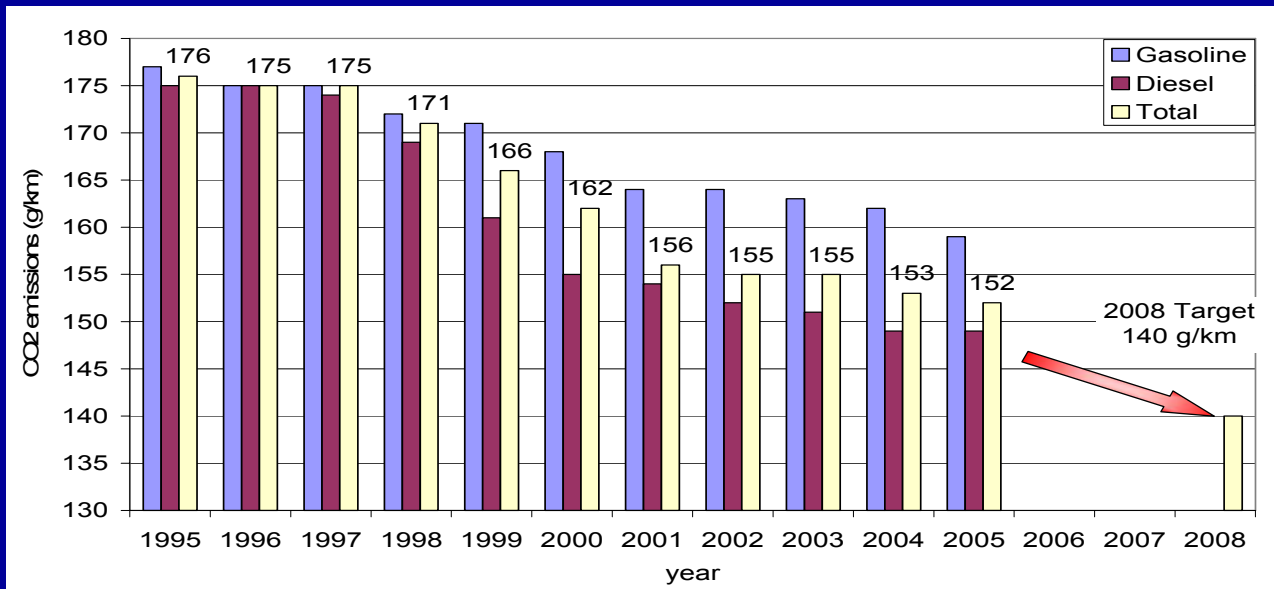
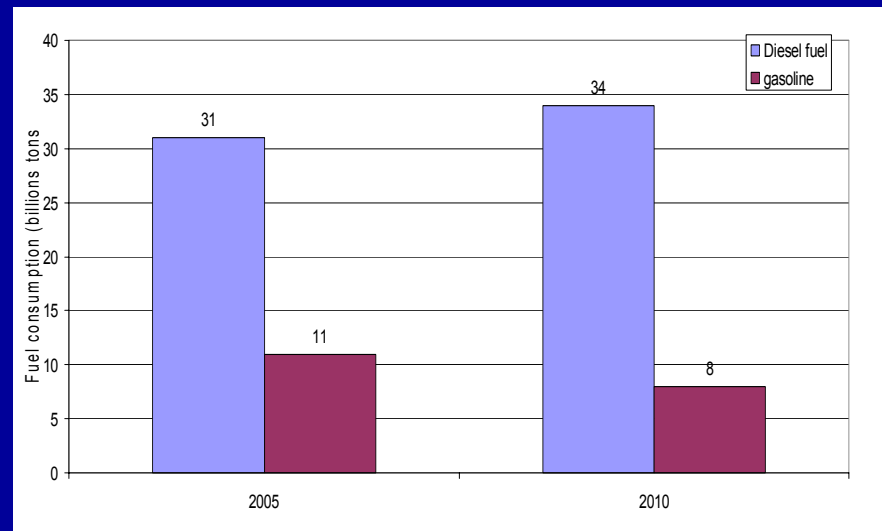
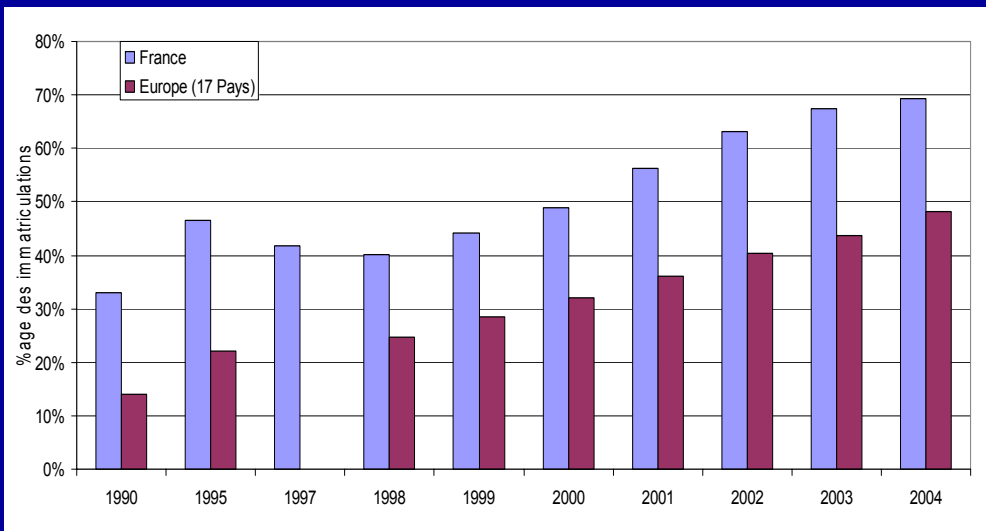
Moteurs alternati

- moteurs dédiés (GNV, GTL, DME,...)
- nouveaux procédés de combustion (HCCI, CAI)
- motorisation électrique (batteries ou pile à combustible)
- motorisation hybride thermique/électrique

rburants alternatifs

- carburants reformulés et avancés (moteurs conventionnels, nouveaux procédés de combustion, reformeur)
- gazeux: GPL, GNV, DME, H2
- carburants de synthèse : GtL, CtL
- bio-carburants : - éthanol, ETBE,
- HV et dérivés EHV, NexBtL
- BtL, BioDME, H2

High percentage of Diesel passenger cars and CO2 agreement

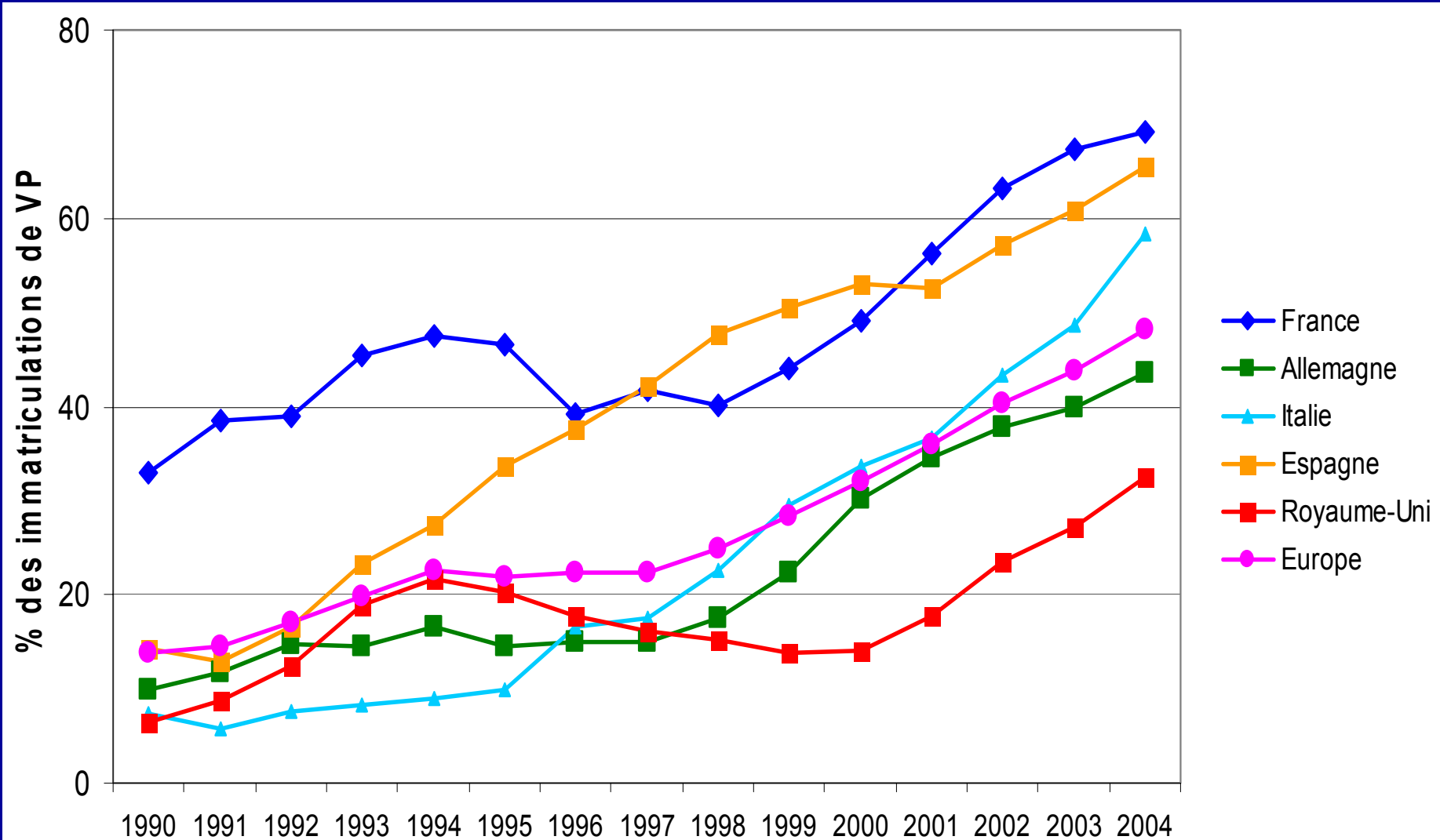


Plan

1. Contexte énergétique
- 2. La problématique des MCI (X.Montagne)**
3. Biocarburants de 1ère génération
4. Les nouvelles filières : générations 1bis et 2
5. Les potentiels de production
6. L'économie de biocarburants
7. Les bilans environnementaux

Exemples de développement : l'Europe

La désésélisation des immatriculations



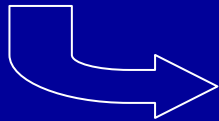
EURO5 et Euro 6 : options and challenges

Euro 5

- 80 % PM and -20-25% for NOx
- Evolution of measurement cycles (for HD)?

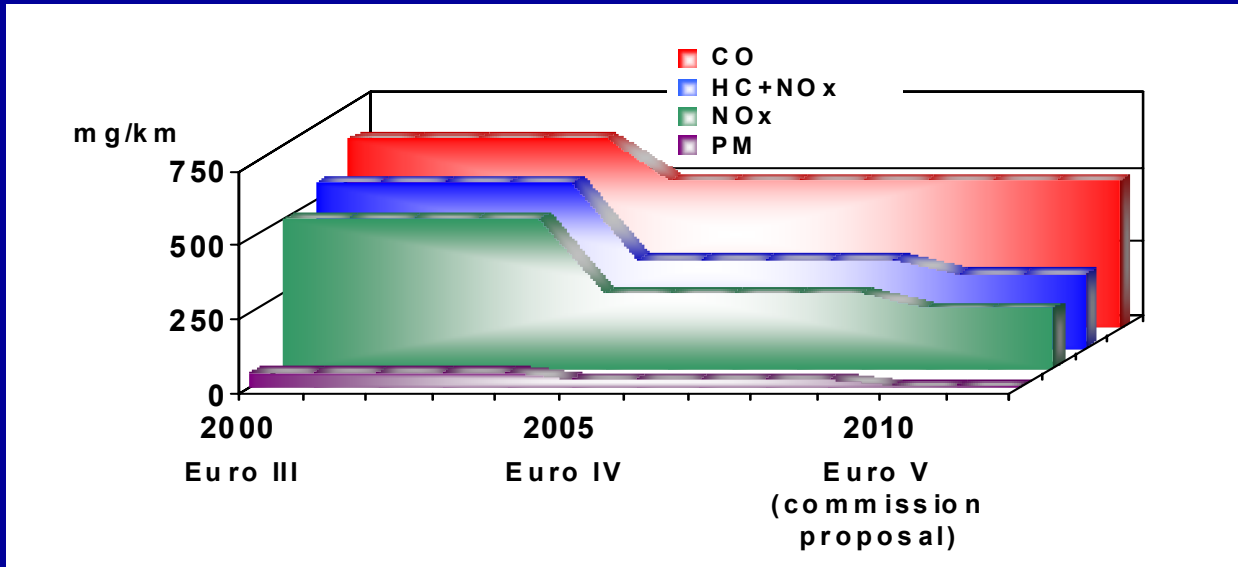
Euro 6

- evolution to a world regulation measurement cycle
- **regulations on size and number of PM**



**To propose New Fuel formulation axes
is a key point in this context**

2005-2010 context



Euro5 :

NO_x : -20%

PM : - 80%

and low level of CO₂

DPF generalisation

Increase of EGR level

To avoid increase of Fuel consumption

To maintain raw low level of soots

To limit fouling risk

To focus attention on criteria

as density and H/C ratio

EUROPEAN CONTEXT

- **High percentage of Diesel passenger cars and CO2 agreement**
- **Euro 5 regulation proposal and next**
- **To promote the development of renewable energies and to fight against climate changes**
- ➔ **Biofuel European Directive passed in 2003**
- **To propose alternative pathways**

Évolution des spécifications "essence"

	2005	2009	Cat 4 WWFC(1)
Sulphur content	50 ppm to reach 10 ppm in 2009	< 10 ppm	5 – 10 ppm
Aromatic content	< 35%vol	< 35%vol	< 35% (2)vol
Olefin content	< 18% vol	<? % (10) vol	< 10% vol
Benzene content	< 1% vol	< 0,5% vol (?)	< 1% vol
Lead content	id	id	ND
Vapor pressure (summer)	45-60 kPa	Waiver with EtOH	45-60 kPa
RON / MON	95 / 85	95 / 85	95 / 85
Density	720-775		715-770

(2) : 25% pour RON91

(1) : WWFC : World Wide Fuel Charter, version 2006

... with a regulation on oxygen content

Tomorrow (proposal)

Oxygen content < 3,7 wt%,

Alcohol content :

ethanol < 10%v

iso-propyl alcohol < 10%v

iso-butyl alcohol < 10%v

tert-butyl alcohol < 7%v

Ether content : < 20%v

(MTBE, ETBE, TAME)

Évolution des spécifications "gazole"

	2005	2009	Cat 4 WWFC (1)
Sulphur content	50 ppm to reach 10 ppm in 2009	< 10 ppm	< 10 ppm
Cetane number	>51	>51	> 55
Density	820-845	820-845	820 - 840
Cetane Index	>46	>?	> 55
Poly-aromatic content	< 11 wt %	< 8 wt %	< 2 wt%
Total aromatics	-	-	< 15 wt%

(1) : World Wide Fuel Charter, version 2006

Diesel fuels and emissions

- **Sulfur content**
 - SO₂
 - After-treatment efficiency
- **Density**
 - soot emissions
- **PAH and cetane number**
 - HC emissions
 - soot emissions

What are the challenges for future fuels?

3 main issues :

- To be well optimised for new engine technologies**
- to improve the air quality**
- to control and reduce CO₂ emissions**

2 pathways :

The advanced fuels : to well adapt the conventional fuels for the future advanced engines (with available breakthrough)

The alternative fuels : to develop dedicated engines for the alternative fuels with a goal of low CO₂ level

Optimisation of Fuel Characteristics



for advanced engine technologies : SI Engine

Engines

- **Advanced post-treatment**
- **Indirect injection**
- **Direct injection**
 - **homogeneous combustion**
 - **stratified combustion**
- **Valve variable timing**
- **Down sizing, turbocharged**
- **E.G.R.**
 - **external**
 - **high internal rate**
- **Optimized compression ratio for LFC**

Fuels

- **Sulphur**
- **Benzene, aromatics, olefins**
- **RON, MON**
- **Vapor pressure**
- **Vaporisation enthalpy**
- **Distillation range**
- **Fouling (additives)**
- **Lubricating effect**
- ***New chemical approach***

Non conventional combustion mode

Engines

Advanced post-treatment

Direct injection

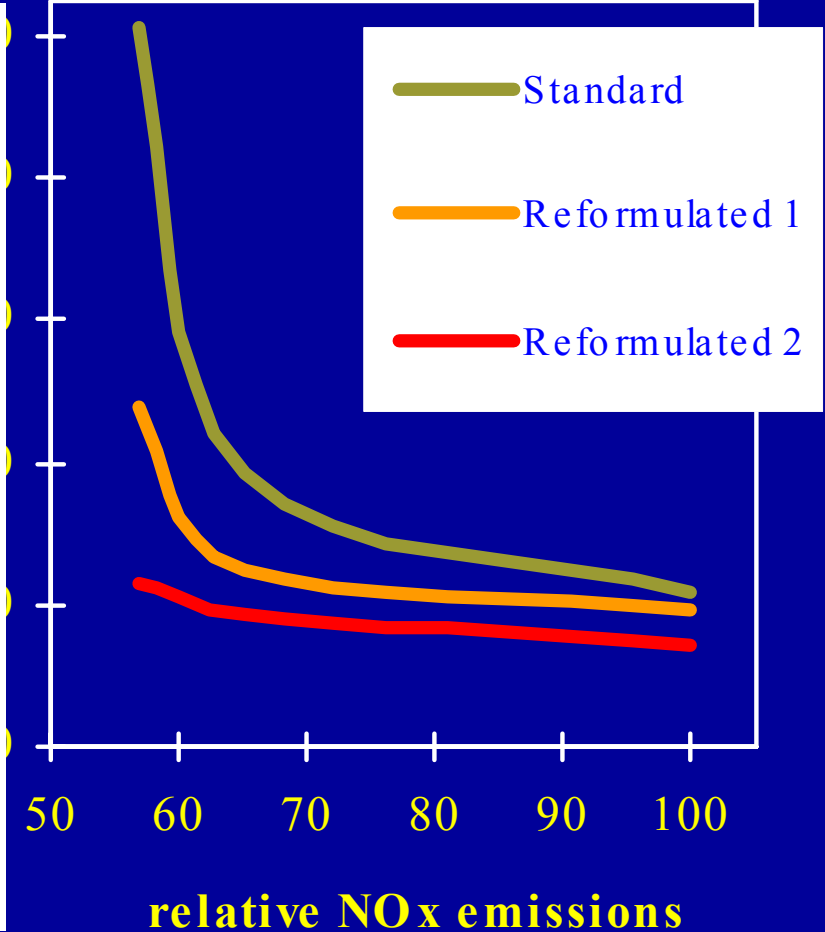
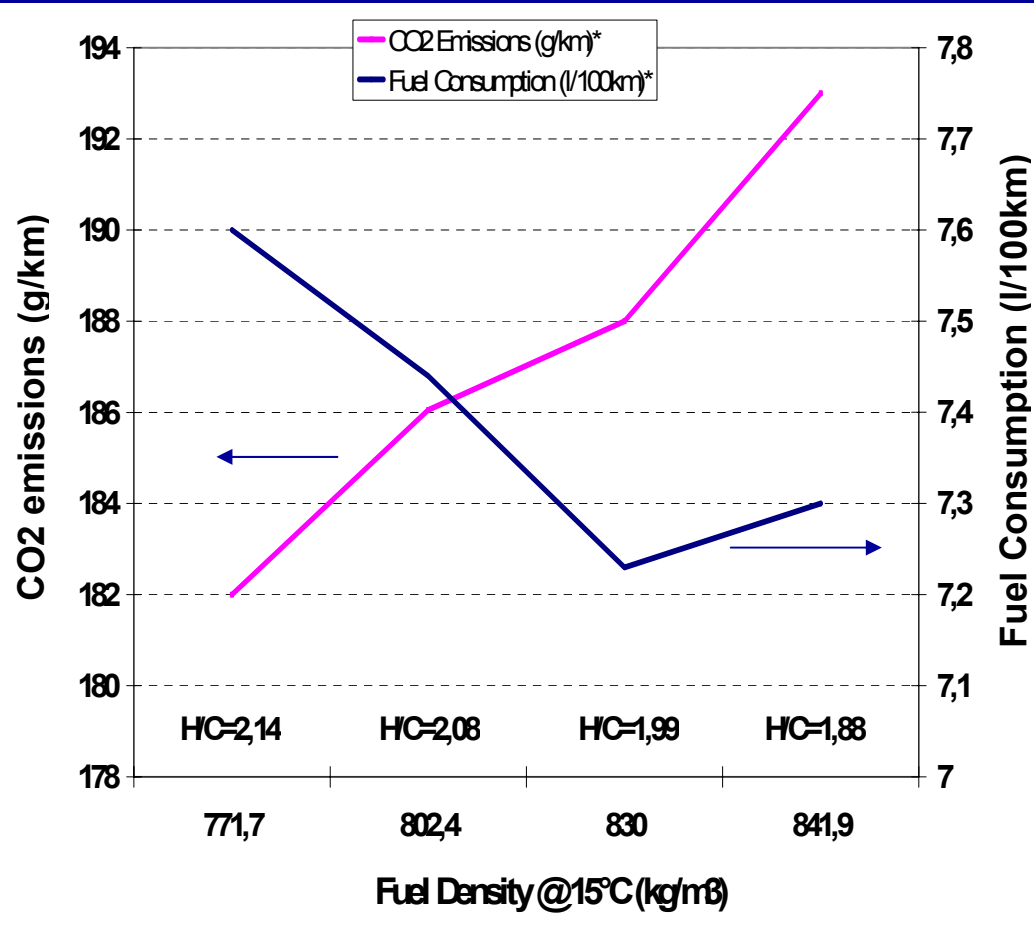
- ↗ injection P
- ↘ injector hole size
- Valve variable timing
- E.G.R.
- Downsizing, turbocharged
- Multiple injection
- Optimized compression ratio for LFC (pb CS)
- HCCI combustion (early or late injection)

Fuel

- Sulphur
- Poly-aromatics
- Density
- Distillation
- Cetane : chemical delay and cold start
- New parameters : Viscosity, surface tension, Compressibility
- Deposit initiation (→ additives)
- *Stronger attention paid to the chemical composition*

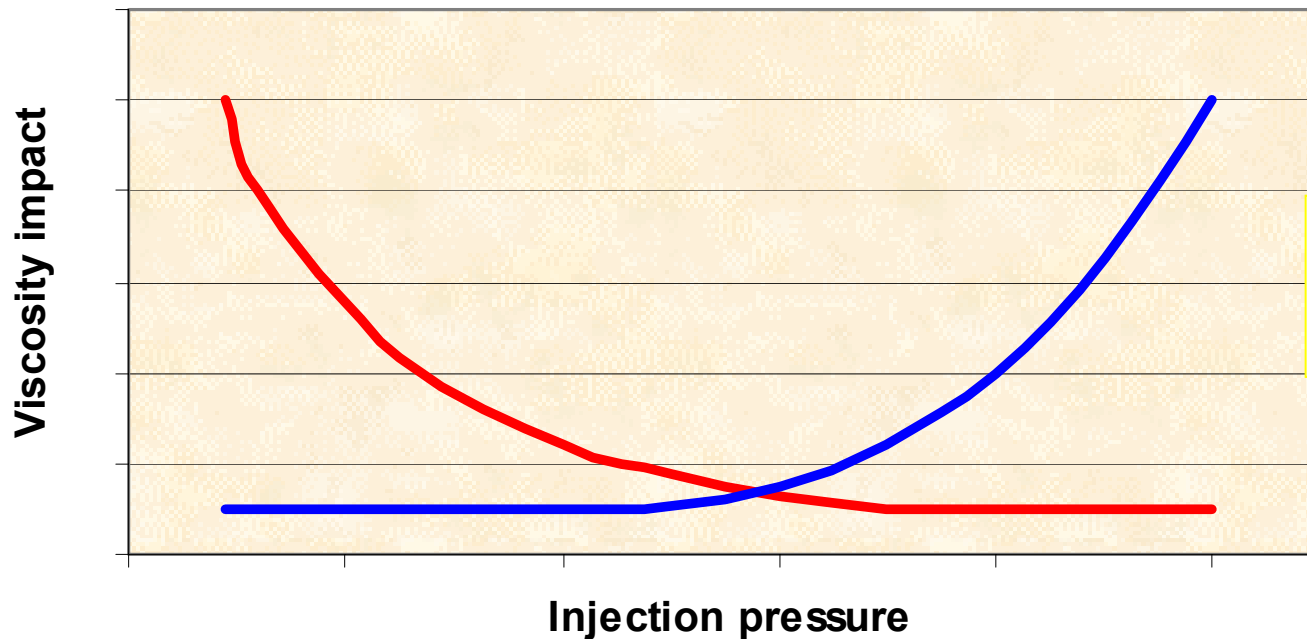
Non conventional combustion mode

Fuel formulation and NO_x-PM trade off



Fuel characteristic and injection pressure

Viscosity impact = f(pressure)



Physical driver

Chemical driver

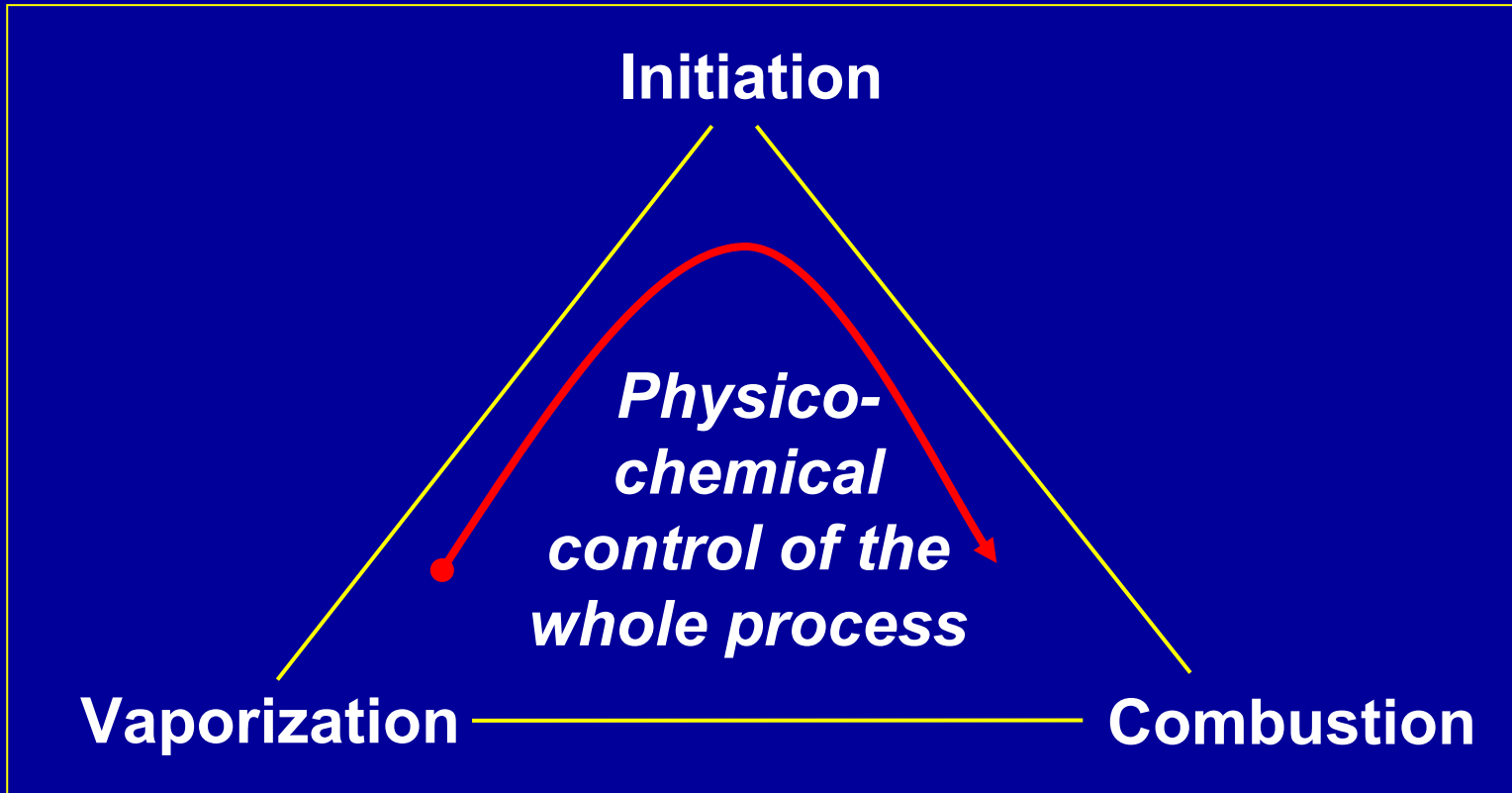
— Physical impact — Chemical impact

Impact sur le volet "Carburants"

- Carburants et évolutions continue des technologies
- *Carburants avancés pour technologies en pseudo rupture*
 - *les nouveaux modes de combustion : HCCL et CAI*
- Les filières alternatives

HCCI and fuel requirement (1)

HCCI Fuel : to have an efficient control of 3 main steps



- **Vaporisation du gazole facilitée**
 - orientation vers les carburateurs : JetA, JetB
- **Maîtrise de la phase d'initiation de la combustion**
 - orientation vers des indices de cétane réduits vis à vis des valeurs actuelles, mais compatibilité nécessaire avec le mode diesel conventionnel
- **Phase de dégagement d'énergie réduite**
 - orientation vers des structures à vitesse de combustion élevée
 - oléfines, naphènes

Diesel conventionnel

- **Low sulfur content**
- **Low aromatic content**
- **Increase of volatility**
- **High level of cetane number**
- **To avoid the fouling risk**

Combustion LTC - HCCI

- **Low sulfur content**
- **Low level of soot precursors**
- **Modified distillation range**
- **To avoid the fouling risk**
- **To control the reactivity during the combustion process**

New chemical approach

Quel carburant pour la combustion CAI ?

Présentation

- **CAI: Controlled Auto Ignition**
- **auto-inflammation d'un mélange air/essence dilué**
- **avantages**
 - fonctionnement en mélange pauvre (gain consommation, CO₂)
 - très bas niveaux d'émissions de NOx (~ppm)
- **enjeux actuels**
 - élargir la plage de fonctionnement moteur en CAI vers:
 - les faibles régimes / faibles charges
 - les forts régimes / fortes charges
 - assurer le passage CAI – allumage commandé classique
 - impacts carburants – quelle formulation pour un meilleur contrôle du CAI?

Quel carburant pour la combustion CAI ?

Conclusions

- **voies de formulation**

- mélanges de sources aux propriétés différentes – compromis

- essence de base – RON suffisant

- + additif procétane? (auto inflammation)

- + MTBE, méthanol (formaldéhyde)


- + oléfines (hex-1-ène) (formaldéhyde)

- + éthanol (LHV)


- + isomérat (volatilité)

- carburant = solutions et compléments aux choix technologiques

AC conventionnel

- 
- **Low sulfur content**
 - **Low aromatic content**
 - **Decrease Volatility**
 - **High level of RON - MON**
 - **To avoid the fouling risk**
 - **LHV ?**

Combustion LTC - CAI

- 
- **Low sulfur content**
 - **Increase of volatility**
 - **To avoid the fouling risk**
 - **increase of LHV**
 - **To control the reactivity during the combustion process : 2FP**

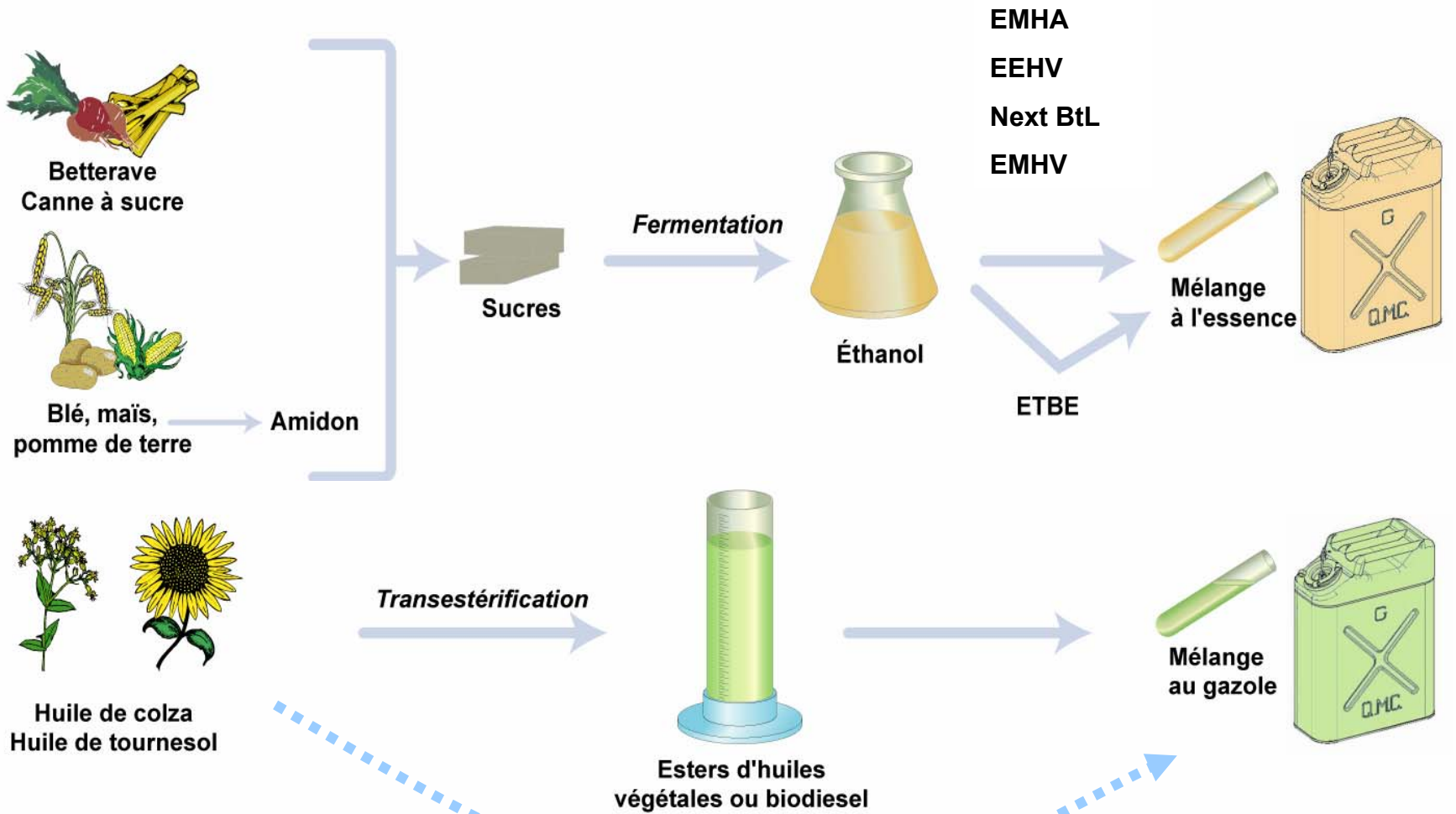
New chemical approach

Plan

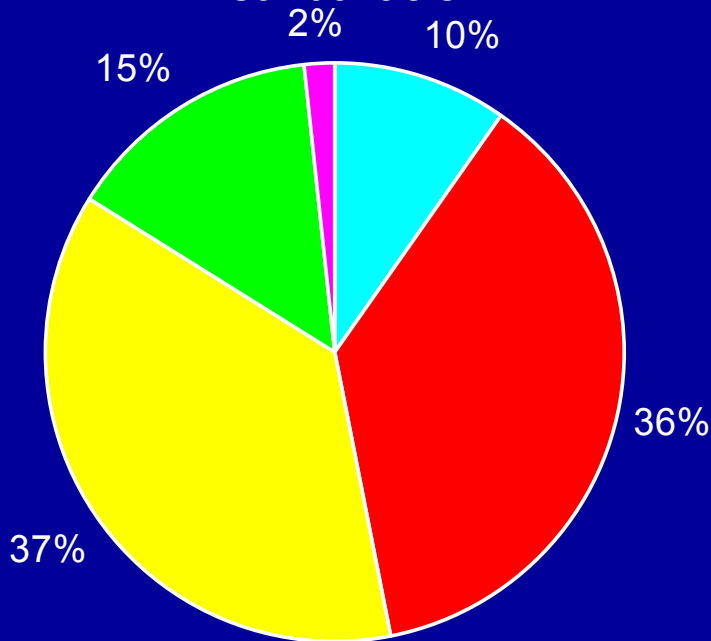
1. Contexte énergétique
2. La problématique des MCI
- 3. Biocarburants de 1ère génération**
4. Les nouvelles filières : générations 1bis et 2
5. Les potentiels de production
6. L'économie de biocarburants
7. Les bilans environnementaux

Biocarburants de 1ère génération

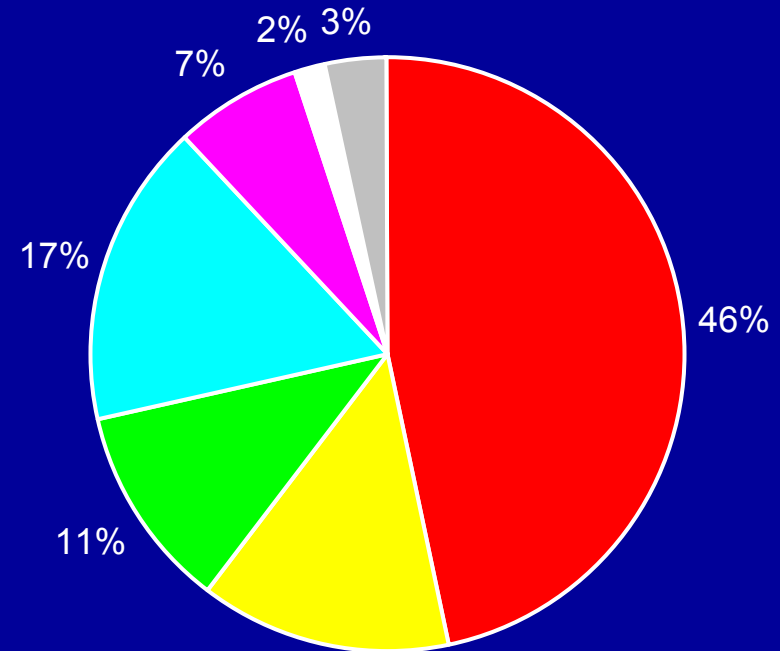
Un volume limité et une concurrence avec le marché de l'alimentaire



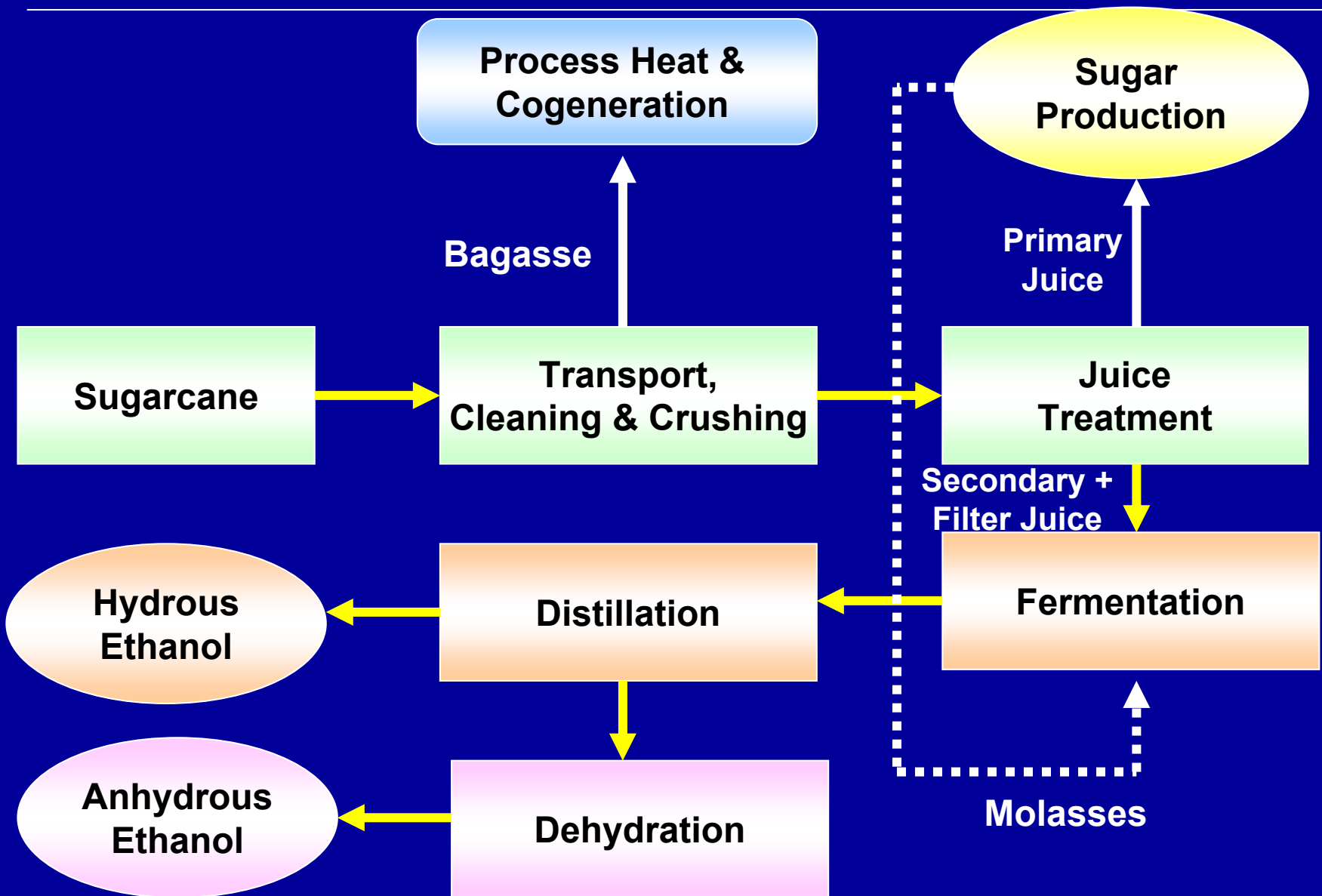
Production mondiale d'éthanol en 2005 : 37 Mt, 80% utilisés pour la carburation



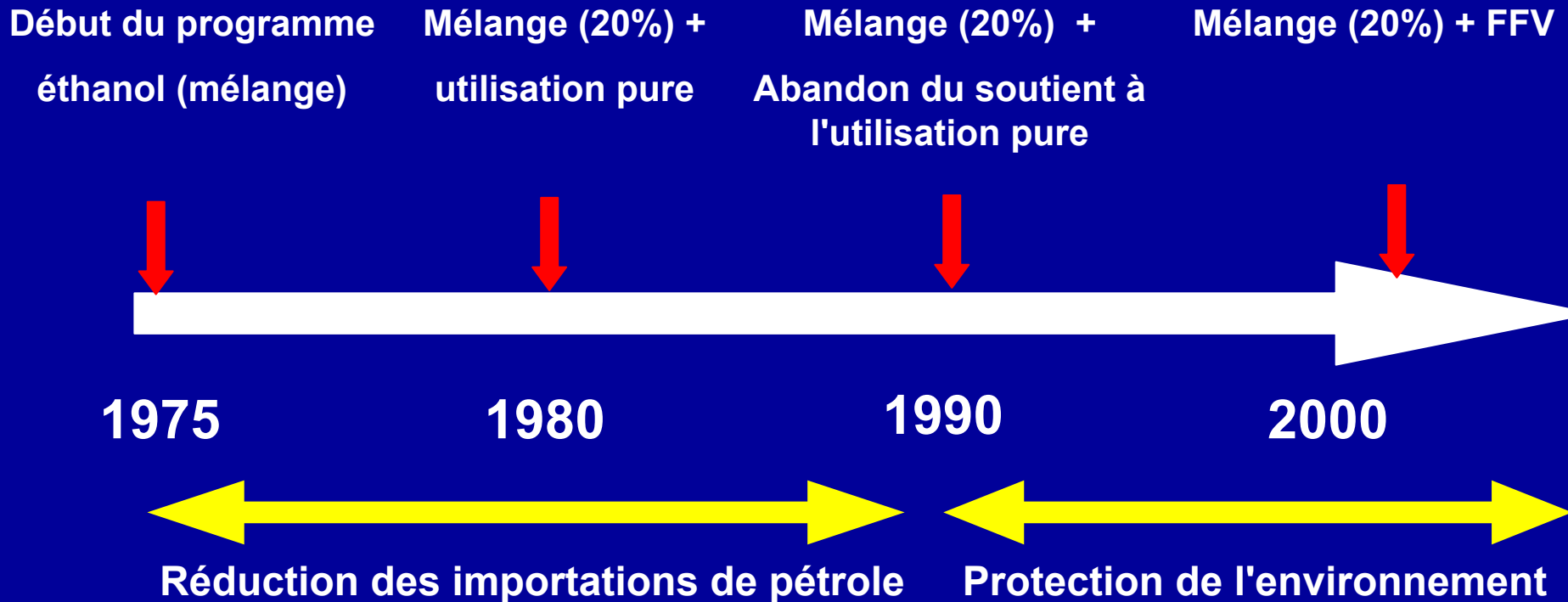
Production mondiale d'EMHV en 2005 ~ 4 Mt.



Consommation mondiale de pétrole dans les transports routiers : 1,6 Gt

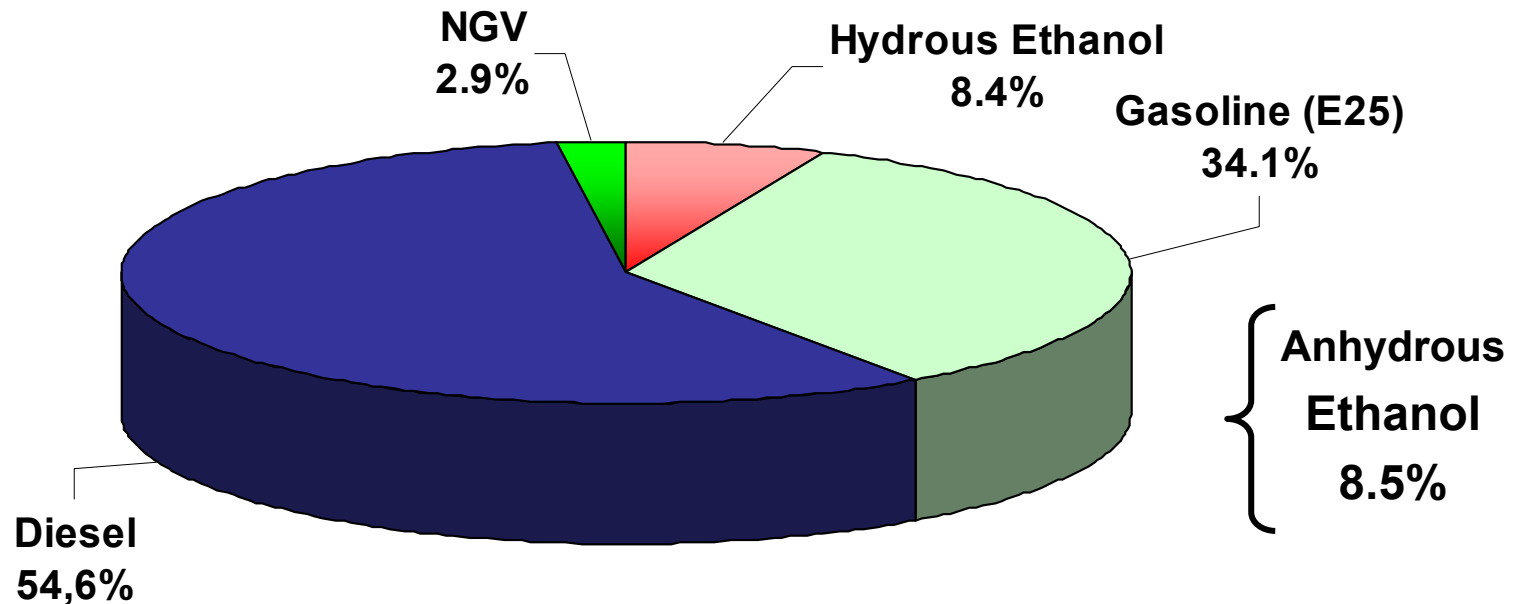


Les différentes phases du programme éthanol au Brésil



Part de l'éthanol dans le secteur des transports

$$8,4\% + 8,5\% \Rightarrow \underline{16,9\%}$$



Fonte: ANP and Gás Brasil (2005)

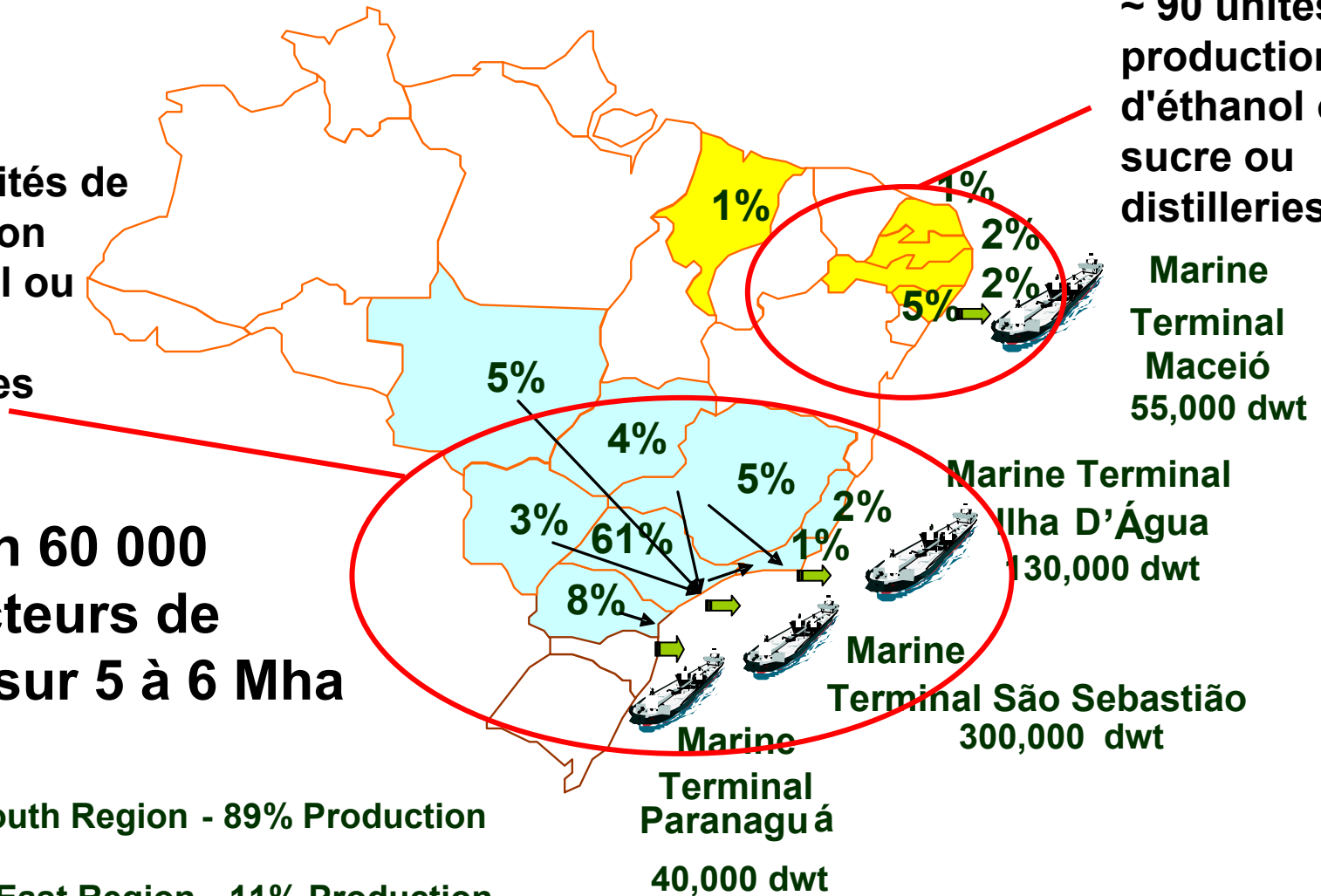
Une production très concentrée

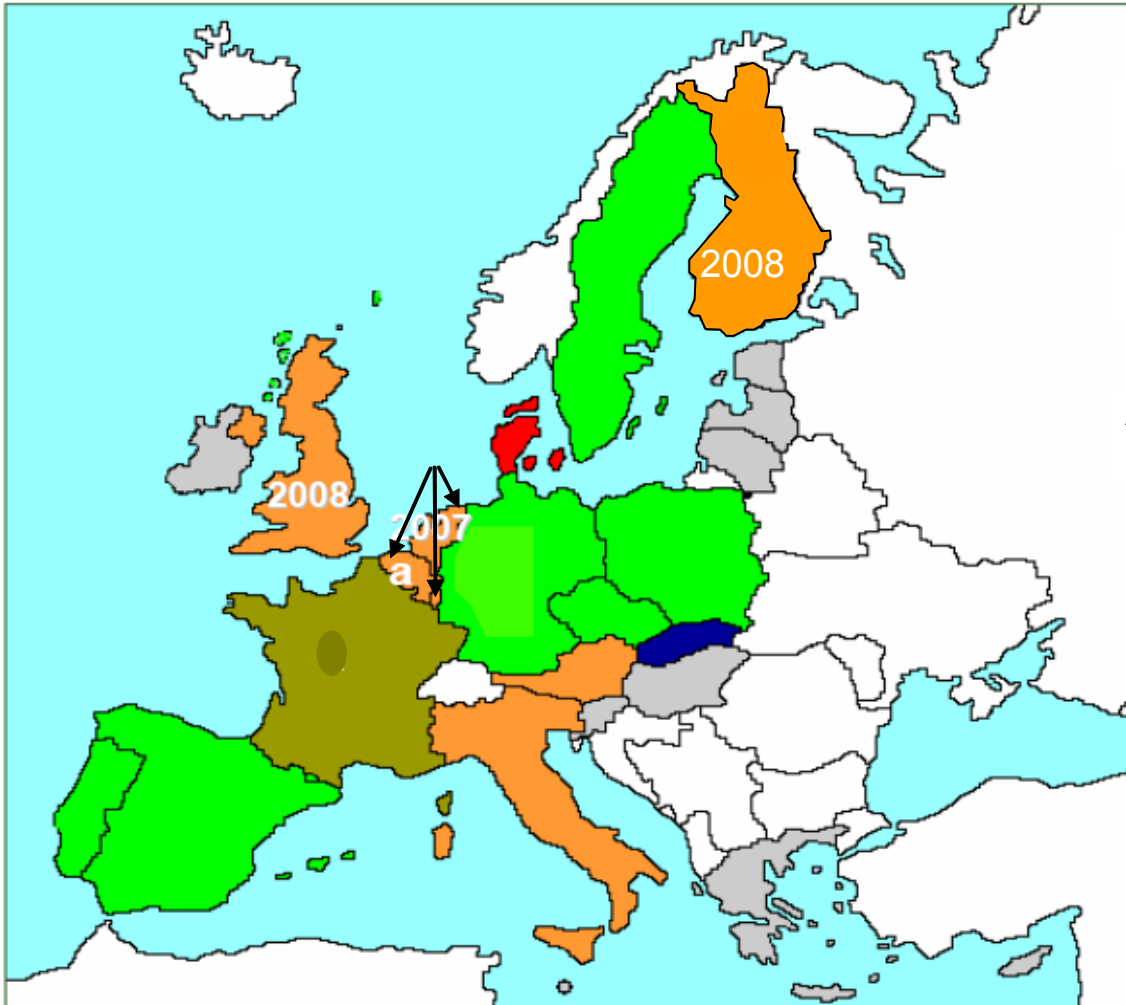
~ 260 unités de production d'éthanol ou sucre ou distilleries

~ 90 unités de production d'éthanol ou sucre ou distilleries

Environ 60 000 producteurs de canne sur 5 à 6 Mha

- Mid South Region - 89% Production
- North East Region - 11% Production

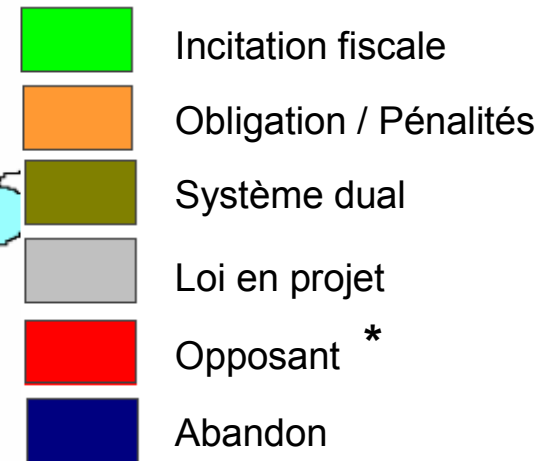




Royaume-Uni : Loi en cours de révision.
Nouveau système programmé pour 2008

Pays-Bas, Luxembourg, Belgique : Nouvelles
règlementations sur les biocarburant à partir
de 2006/2007

Allemagne : Système d'incitation en cours
de révision. Nouveau système dès 2007.

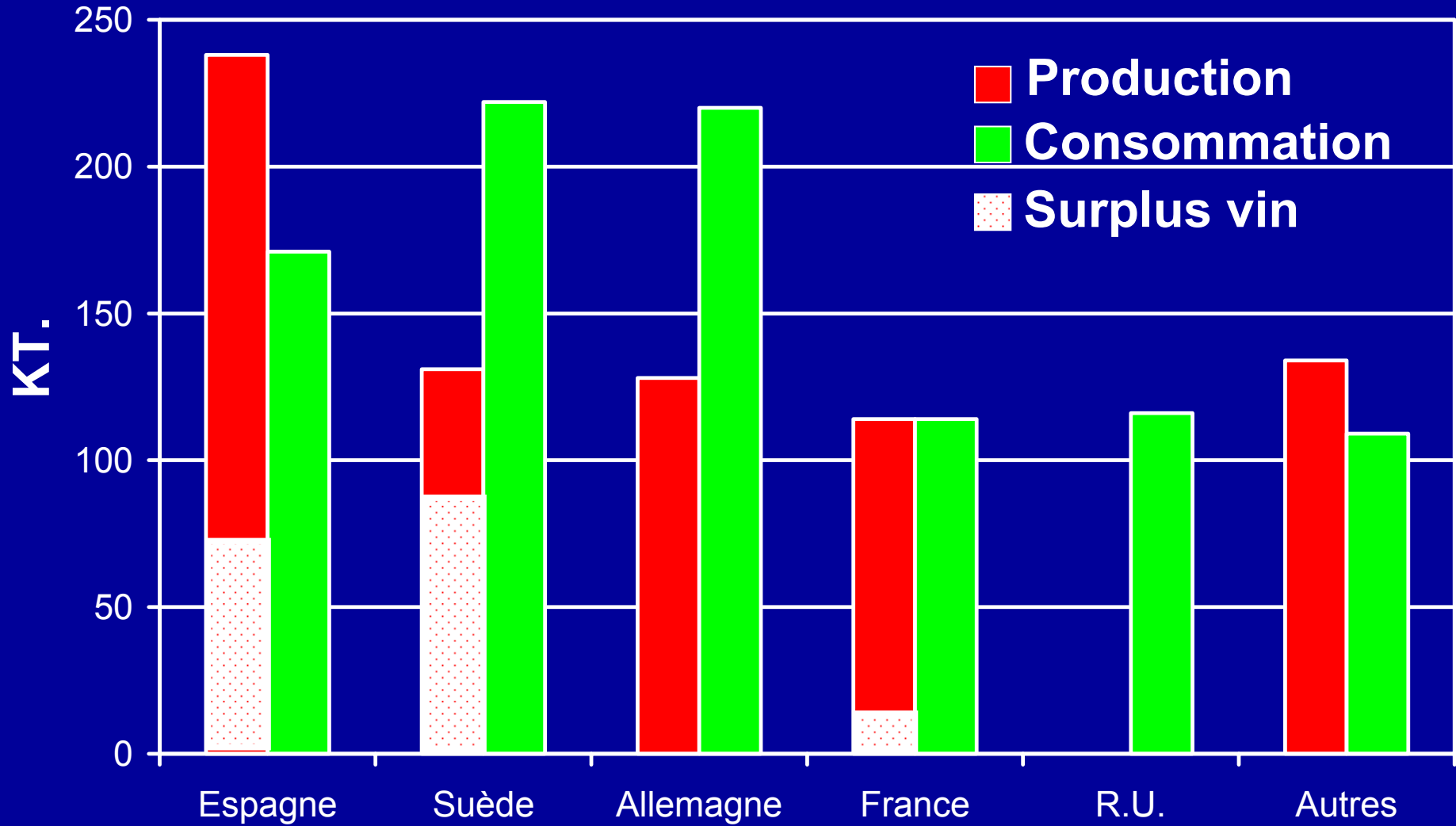


* mais en faveur des biocarburants de 2ème génération

Production total d'éthanol en Europe: 745 kT.

(dont 23% surplus de vin qui assure l'essentiel de la croissance /2004)

Consommation total : 950 kT.



• Directive Européenne

Contexte réglementaire

- Objectif 2% et 5,75% (en énergie) de la consommation des transports terrestres resp. en 2005 et 2010
- Autorisation de défiscalisation

• PAC

- Autorisation de culture non-alimentaire sur les jachères
- Soutien de 45 €/ha à hauteur de 1,5 Mha (cultures hors jachère)

• Qualité des carburants

- 5% (vol.) etoh; 5% (vol.) EMHV; 15% (vol.) ETBE
- Teneurs en soufre, volatilité, aromatique, ...

• Qualité des biocarburants

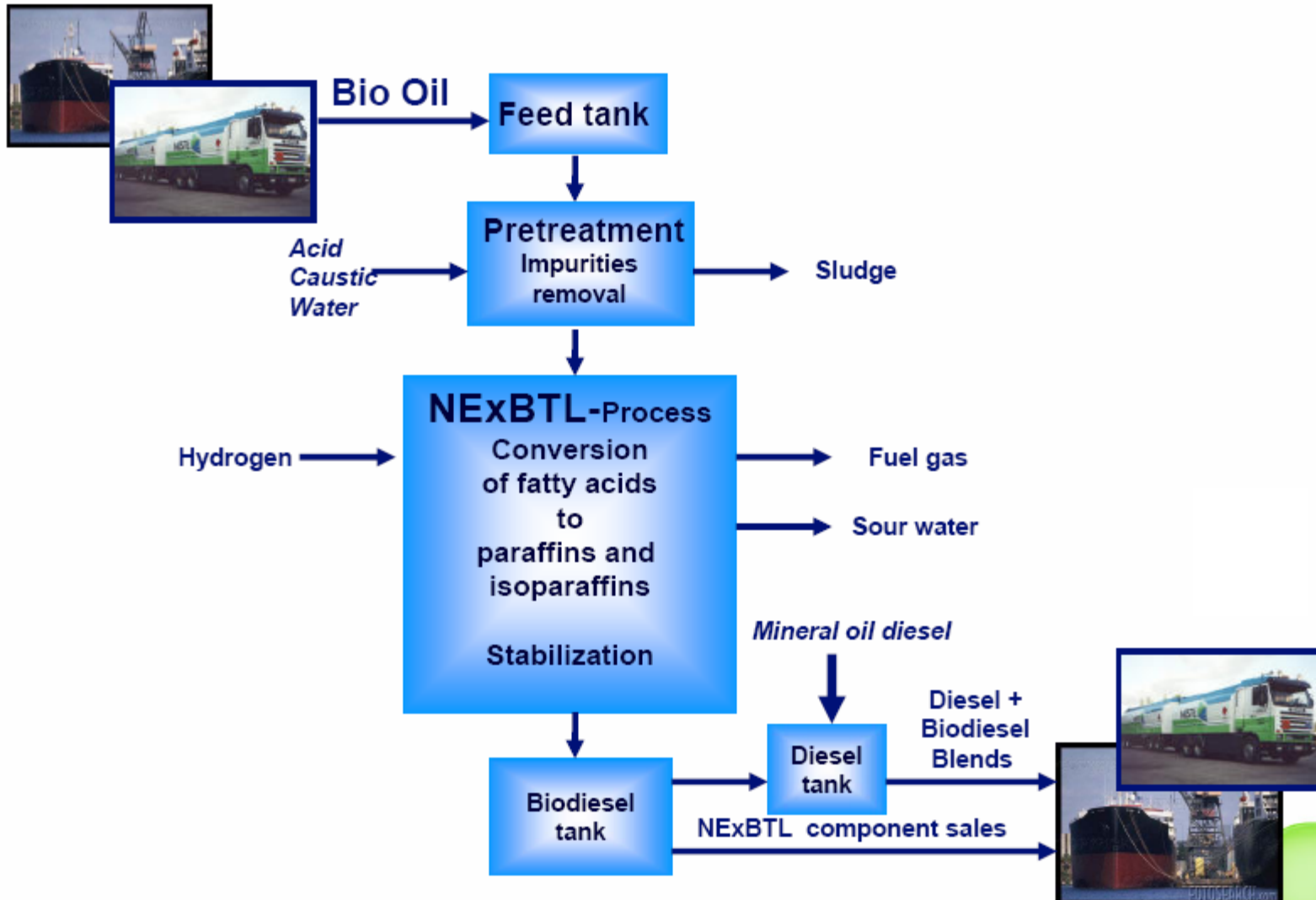
- EMHV : indice d'iode ≤ 120
- ETOH majoritairement utilisé sous forme d'ETBE

Dernières évolutions : Biomass Action Plan lancé en 2006

- Révision de la Directive sur les objectifs nationaux à atteindre
- Rendre la directive obligatoire et non plus indicative
- Ne prendre en compte que les biocarburants respectant un cahier des charges en terme de production
- Révision de la norme sur les EMHV pour élargir le spectre des ressources utilisables
- Maintenir la possibilité d'import de biocarburants notamment d'éthanol dans le cadre des accords OMC et autres en vigueur
- Autoriser les EMHA et les EEHV
- Favoriser l'usage de l'éthanol dans le diesel: sous quelle forme?
- Révision des spécifications Européennes sur les biocarburants
- Analyse de la situation éthanol/ETBE

- Un historique ancien: début des années 80 avec le plan "carburol"
- Un développement modéré via l'ETBE et l'apparition de l'EMHV dans les années 90
- Une situation "spécifique" marquée par un fort taux de dieselisation du parc automobile: 32 Mt de gazole pour 10 Mt d'essence
- Une forte demande du monde agricole pour de nouveaux débouchés
- Un rapport de référence du groupe de travail sur les biocarburants (janvier 2006) dans le cadre de la CIVEPE
- Un plan national biocombustibles pour valoriser la biomasse au delà de l'agriculture classique
- L'E85 une voie complémentaire pour le rapport de la commission "Prost" (automne 2006)
- Une fiscalité des carburants incitative renforcée par le mécanisme de la TGAP

Refinery based NExBTL Unit



Source : Neste oil

	NExBTL	GTL Fischer-Tropsch Diesel	FAME	Diesel fuel 2005 (summergr.)
Density at +15°C (kg/m ³)	780 - 785	770- 785	≈ 885	≈ 835
Viscosity at +40°C (mm ² /s)	3.0 - 3.5	≈ 3.2- 4.5	≈ 4.5	≈ 3.5
Cetane index or number	98 - 99	≈ 73 - 81	≈ 51	≈ 53
10 % distillation (°C)	≈ 260- 270	≈ 260	≈ 340	≈ 200
90 % distillation (°C)	295 - 300	325 - 330	≈ 355	≈ 350
Cloud point (°C)	≈ - 15...-30	≈ 0 ... +3	≈ 0 ... - 5	≈ - 5
Heating value (MJ/kg)	≈ 44	≈ 43	≈ 38	≈ 43
Heating value (MJ/l)	≈ 34,5	≈ 33,8	≈ 34	≈ 36
Polyaromatic content (wt-%)	≈ 0	≈ 0	≈ 0	≈ 4
Oxygen content (wt-%)	≈ 0	≈ 0	≈ 11	0
Sulfur content (mg/kg)	< 10	< 10	< 10	< 10

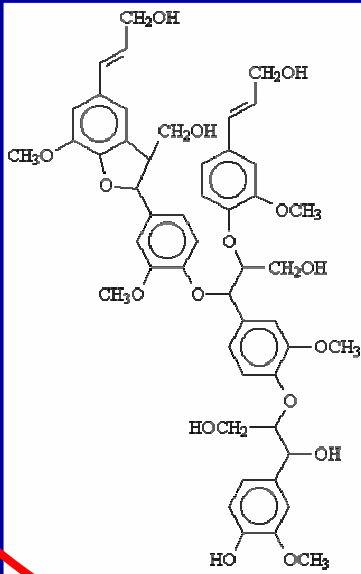
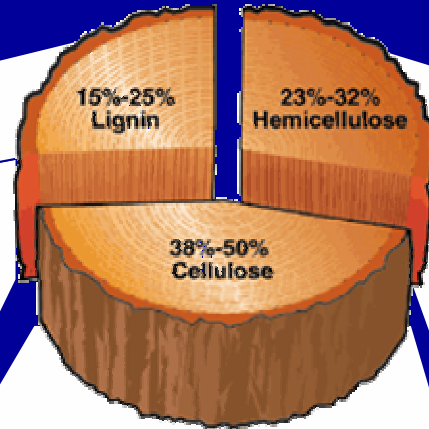
Plan

1. Contexte énergétique
2. La problématique des MCI
3. Biocarburants de 1ère génération
4. **Les nouvelles filières : génération 2**
5. Les potentiels de production
6. Les bilans environnementaux

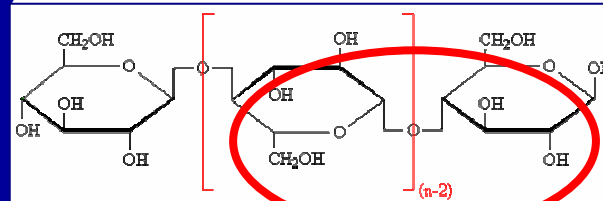
Les nouvelles filières : génération 2

Gazéification : CO+H₂

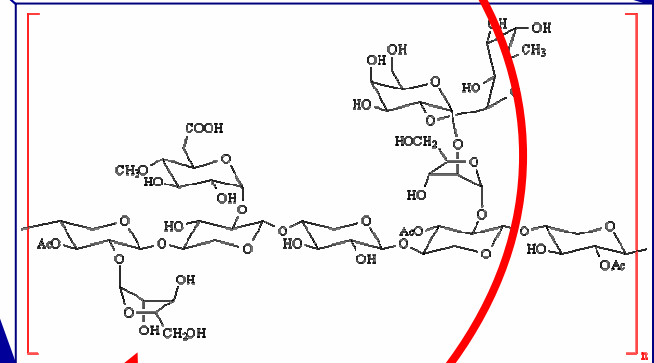
biocarburants synthétiques



Lignine



Cellulose



Hemicellulose

Sucre : hydrolyses enzymatiques et fermentation (ethanol)

Les nouvelles filières : génération 2

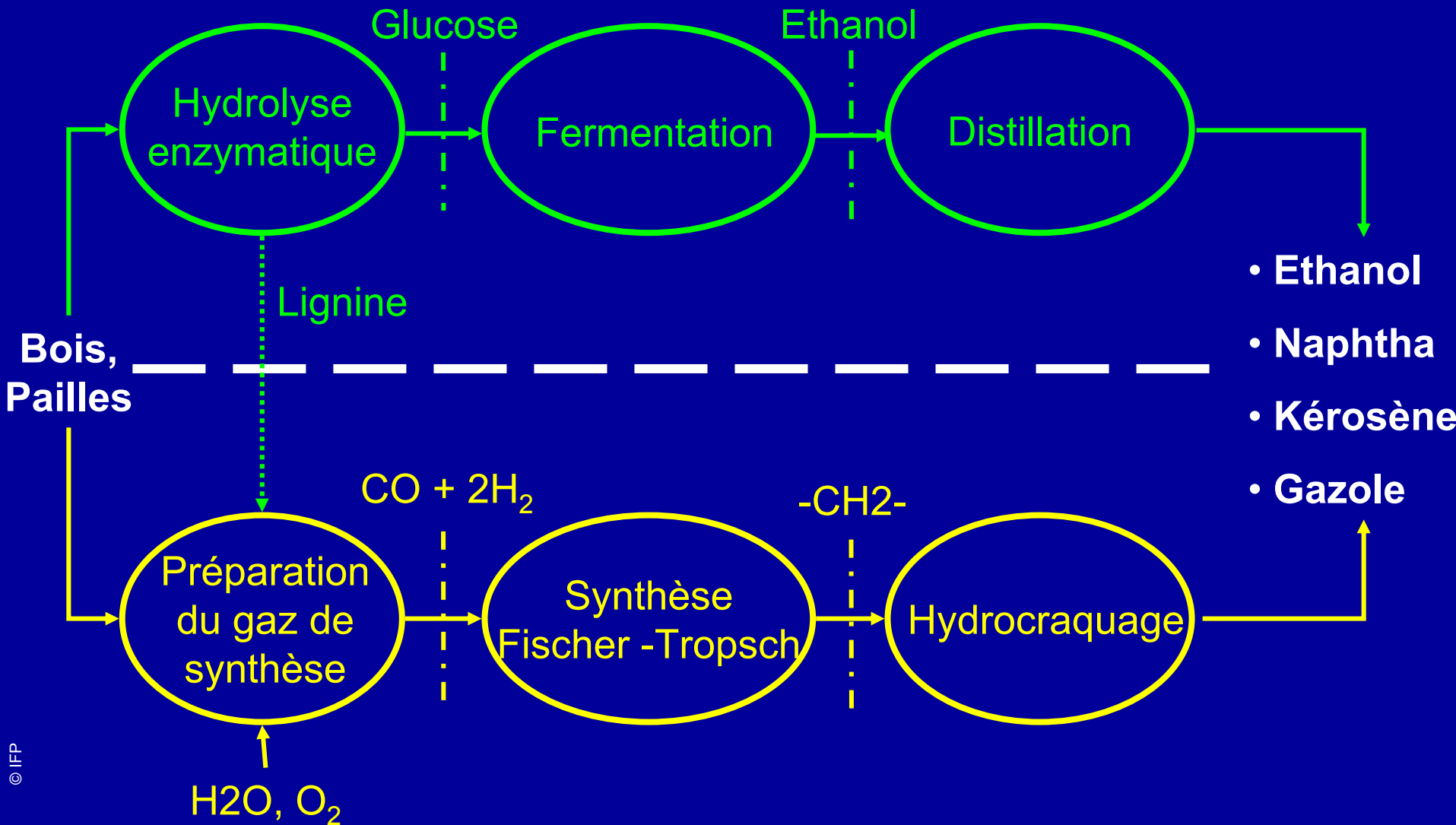
Utilisation du surplus ligno-cellulosique

- A partir de ~ 2015:

LES FILIÈRES DU FUTUR



- **Production de biocarburants à partir de résidus agricoles et forestiers, de cultures dédiées et de déchets organiques**
- **Coût des matières premières faible,**
- **Pas de compétition avec la filière alimentaire, MAIS avec les usages combustibles (chaleur/électricité) ou matières premières**
- **Pas de co-produits et volumes de biocarburants produits plus importants**
- **mais une teneur en O₂ supérieure à 40%...**



Les principales options possibles

- **Les biocarburants liquides**
 - **Éthanol / ETBE**
 - **Huile végétale Directe (HVD ou HVP)**
 - **Biodiesel : Esters d'acides gras**
 - **NexBtL (biogazole de synthèse)**
 - **BtL**
 - **Autres produits (DES, bio méthanol,)**

Les biocarburants gazeux

- **Biogaz**
- **DME,**
- **H₂**

Biocarburants : quel mode d'utilisation

Interchangeabilité et applications dédiées

**Dans la limite
des spécifications
CE : E5, B5
(B10, E10)**

Applications spécifiques :

- B30,
- FFV – E85

Moteurs dédiés

Modifications for a E85 vehicle

If Carburetor

The material of the carburetor body or carburetor cover cannot be aluminum or exposed Zamak; if it is, must be substituted, protect with surface treatment or anodize;

Any component in polyamide 6.6 (Nylon) that has contact with the fuel must be substituted by other material or protected;

The material of buoy, nozzle, metering jet, floating axle, seals, gaskets and o-rings must be appropriated.

If Electronic Fuel Injection

Substitution of fuel injector material by stainless steel;

New fuel injector design to improve the "fuel spray";

New calibration of air-fuel ratio control and new Lambda Sensor working range;

Any component in polyamide 6.6 (Nylon) that has contact with the fuel must be substituted by other material or protected.

Fuel Pump

The internal surface of pump body and winding must be protected and the connectors sealed;

Any component in polyamide 6.6 (Nylon) that has contact with the fuel must be substituted by other material or protected.

The pump working pressure must be increased.

Fuel Pressure Device

The internal surface of the fuel pressure device must be protected;

Any component in polyamide 6.6 (Nylon) that has contact with the fuel must be substituted by other material or protected.

The fuel pressure must be increased.

Fuel Filter

The internal surface of the filter must be protected;

The adhesive of the filter element must be appropriated;

The filter element porosity must be adjusted.

Engine

The engine compression ratio should be higher;

Camshaft with new cam profile and new phase;

New surface material of valves (intake and exhaust) and valve seats.

Intake Manifold

With new profile and less internal rugosity, to increase the air flow;

Must provide higher intake air temperature.

Fuel Tank

If the vehicle fuel tank is metallic, the internal surface of tank must be protected (coated);

Any component in polyamide 6.6 (Nylon) that has contact with the fuel must be substituted by other material or protected.

Higher fuel tank capacity, due to the higher fuel consumption.

Catalytic Converter

It is possible to change the kind and amount of noble metal present in the loading and wash-coating of catalyst converter;

The catalyst converter must be placed closer to the exhaust manifold, in order to speed up the working temperature achievement (light-off).

Exhaust Pipe

The internal surface of pipe must be protected (coated);

The exhaust design must be compatible with higher amount vapor.

Motor Oil

New additive package.

Cold Start System

Auxiliary gasoline assisted start system, with temperature sensor, gasoline reservoir, extra fuel injector and fuel pump;

The vehicle battery must have higher capacity.

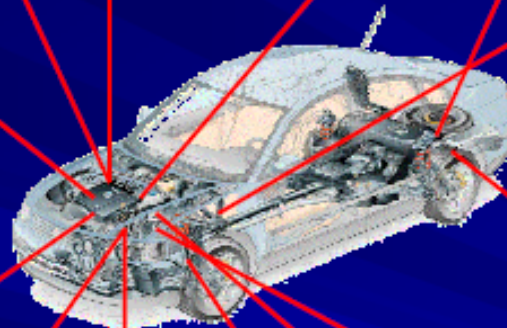
Ignition System

New calibration of advance control;

Colder heat rating spark plugs.

Evaporative Emission System

Due to the lower fuel vapor pressure, it is not necessary evaporative emission control.



... mais quid de la filière éthanol en application au moteur diesel?

- **Éthanol en mélange dans le gazole :**
 - miscibilité très faible, flash point, eau, pouvoir lubrifiant,..
- **Éthanol sous forme d'émulsion ou "à fort taux d'incorporation" (avec cosolvant : eDiesel)**
- **Éthanol pur avec forte additivation "procétane"**

Optimisation système injection / Moteur : système d'injection, quantité injectée, avance, matériaux, réservoir, lubrifiant
- **Transformation éthanol en hydrocarbures**

- Bonne aptitude au mélange avec le gazole
 - Europe : B5 distribué de façon banalisée
 - France : B30 utilisé sur des flottes captives
 - Allemagne : B100
- Effet de substitution positif
 - absence de soufre et de composés aromatiques
 - pouvoir lubrifiant
- Impact positif de la combustion sur l'environnement (local et global) en comparaison avec la combustion de gazole
 - diminution des émissions d'HC et de particules
 - bilan CO₂ favorable

Biofuel for diesel pathway (5)

NexBtL, BtL :

very clean fuel with

- **very high cetane number,**
- **sulfur and aromatic compounds free**
 - **low level of soot**
 - **use as a high value basis in blends or as a neat fuel for dedicated engines**

Les biocarburants liquides

Impacts positifs sur les émissions de CO2 WtW

Type de biocarburants Applications	Biocarburants de première génération (1G)	Biocarburants de seconde génération (2G)
Moteurs AC	Éthanol, ETBE Impact positif sur CO et HC EtOH : TV et Aldéhydes	Éthanol ex BLC (3)
Moteurs Diesel	Biodiesel : (2) EMHV, EEHV, EMHA (HVD) (Ethanol)	BtL (3), BioHydrocarbures Hydrocarbures paraffiniques à fort potentiel (NexBtL) (Éthanol : EtD)

Le cas européen (2)

→ Directives Biocarburants adoptées en 2003 :

→ Révision de la directive en 2006

→ rendre la directive obligatoire et non plus incitative

→ étendre la notion de Biodiesel

→ élargir le spectre des matières premières :

autres HV, HA

→ étendre aux esters éthyliques

→ biodiesel de synthèse

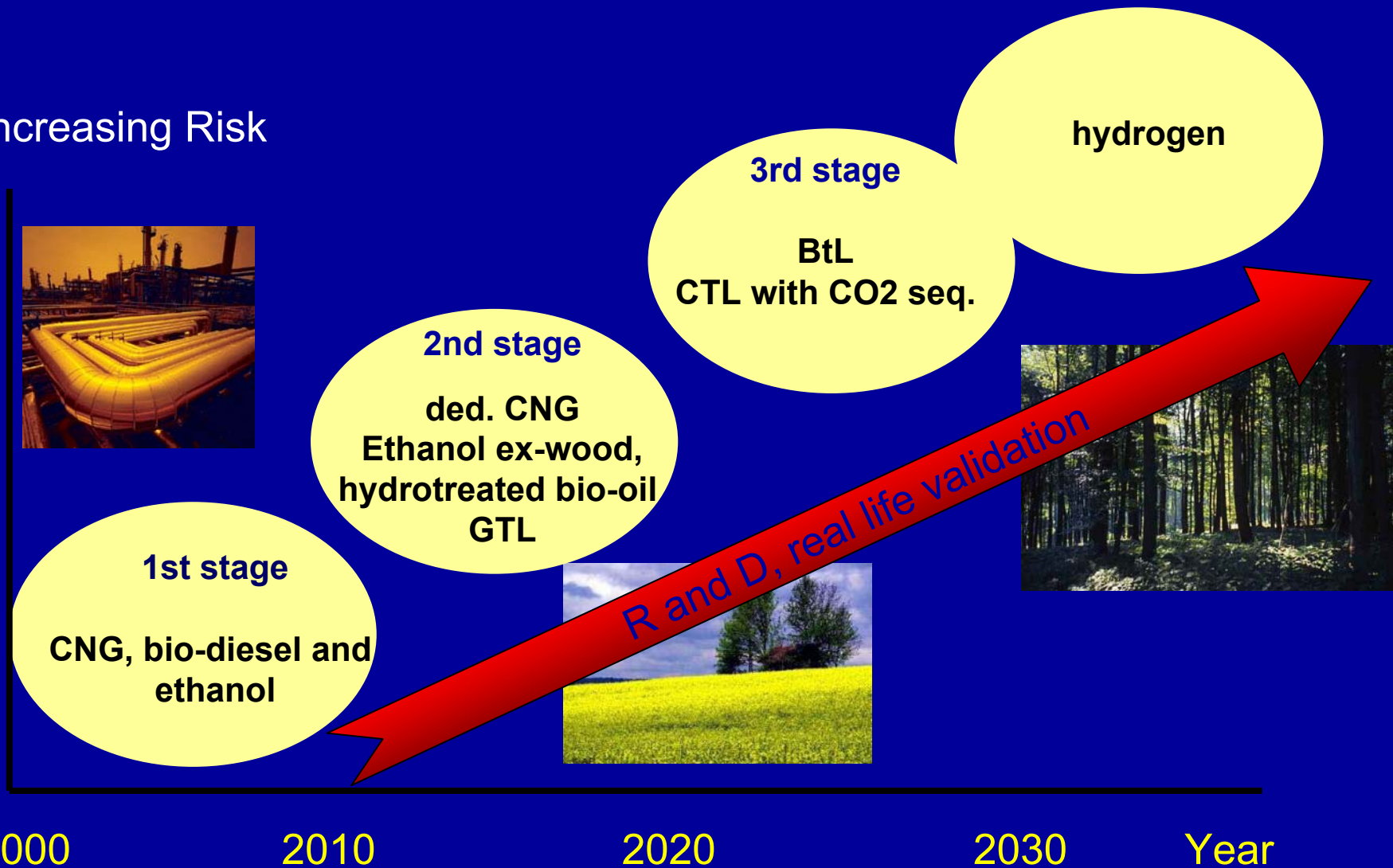
→ Spécification des biocarburants

→ Biodiesel : EN14214 → à réviser

→ Éthanol : EN15376 → à paraître

Automotive alternative fuels roadmap

Increasing Risk



Plan

1. Contexte énergétique
2. La problématique des MCI
3. Biocarburants de 1ère génération
4. Les nouvelles filières : génération 2
- 5. Les potentiels de production**
6. Les bilans environnementaux

Les potentiels de production

La biomasse en Europe

				2010	
M TEP	2002	2005	2010	En Mt./an	Mha
Gasoline	108,3	109,9	112,7		
Ethanol	0,2	2,2	6,5	10	4*
%	0,18%	2,00%	5,75%		
Diesel	146,5	160,1	190,1		
FAME	0,9	3,2	10,9	12	12
%	0,61%	2,00%	5,75%		
Total	254,8	270,0	302,8		
Total Bio	1,1	5,4	17,4	22	16
%	0,43%	2,00%	5,75%		

•éthanol ex-blé

Jachère en Europe de l'ordre de 5 à 6 Mha

La biomasse "carburant" en Europe

Des solutions pour satisfaire la demande : Intérêts et Limites

- L'utilisation du surplus agricole:

- peu coûteuse
- relativement simple à mettre en place
- forte concurrence du marché alimentaire extra-européen sur les produits agricoles mobilisés

**Surplus: 74 Mt de produits agricoles sur 8,2 Mha
dont 90% de surface de céréales**

- Le recours à l'importation:

- offre de matière première facilement adaptable aux besoins
- peu d'intérêt à grande échelle pour les pays "agricoles"
- solution incontournable pour les "petits pays"

- L'utilisation du surplus ligno-cellulosique à plus long terme:

- volumes disponibles importants, pas de surface supplémentaire
- concurrence des usages (électricité, bois énergie, biomatériaux etc.)
- difficultés d'approvisionnement
- procédés de conversion au stade R&D

Les potentiels de production

La biomasse en Europe

Un scénario sans import : l'éthanol en position de force

			2010	
M TEP	2005	2010	En Mt./an	Mha
Gasoline	108	101		
Ethanol	2,2	10,1	15	6*
%	2,00%	10,00%		
Diesel	167	188		
FAME	3,3	6,6	7	6
%	2,00%	3,50%		
Total	275	289		
Total Bio	5,5	16,7	22	12
%	2,00%	5,77%		

•éthanol ex-blé

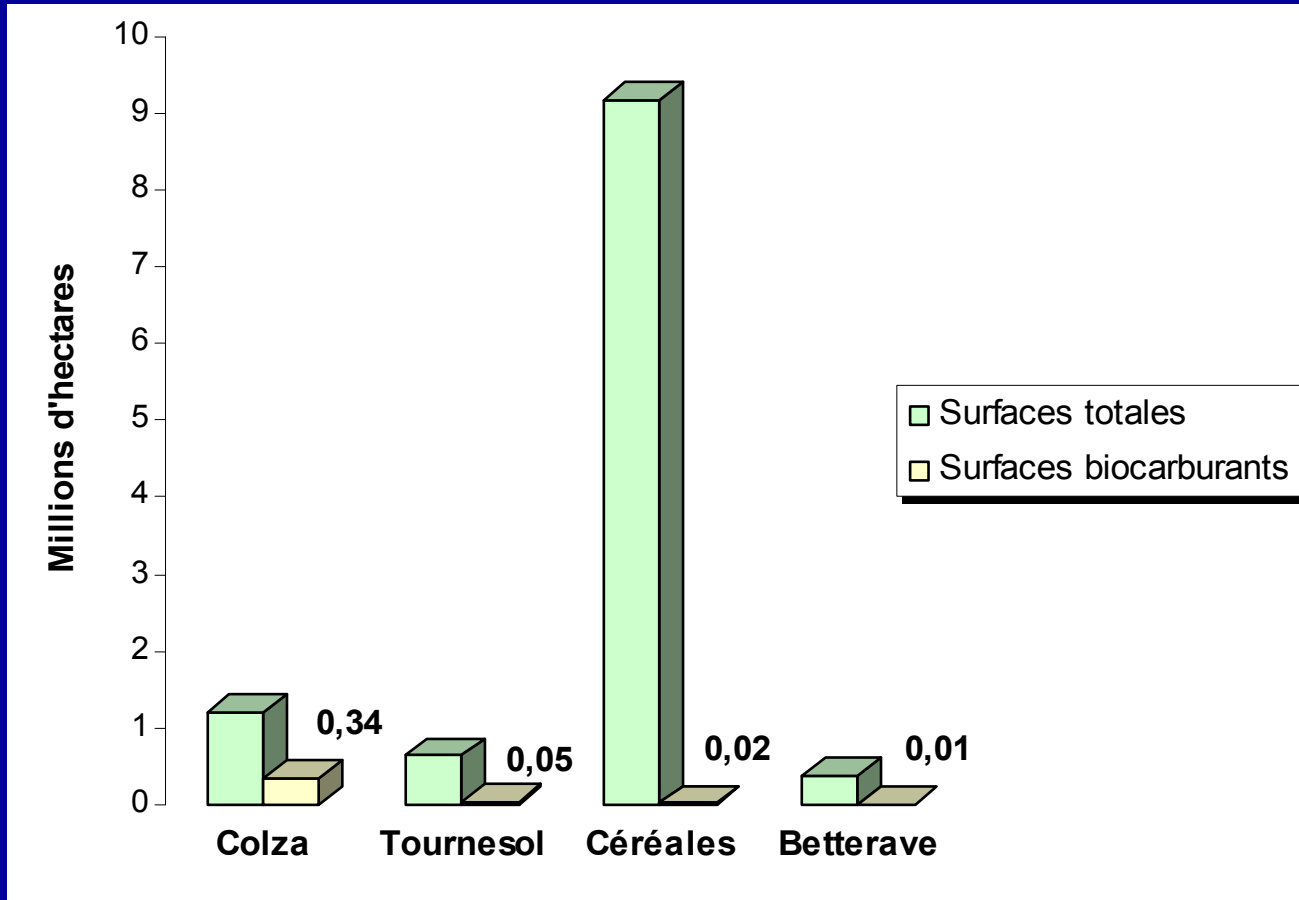
Jachère en Europe de l'ordre de 5 à 6 Mha

EU biofuels crop potential

- From existing arable area:
 - GHG payback time for ploughing grassland for biofuels: 17 to 100+ years
- Based on yield **ratios** between different crops
- No imports or **indirect** imports
- DG Agri 2012 projection of food surplus
 - + extra land from sugar reform
 - + set-aside **taking into account slippage**
 - = total cereals potential, converted to other crops by realistic yield ratios.

...gives max. **4.2%** EU road-fuel replacement.
(**2.5% without set-aside**)
- In particular **5.75% BIODIESEL** agronomically impossible from EU crops.
 - + Forest fuels (at our costs) from METLA study

La biomasse "carburant" en France



26,7% de la production de colza est dédiée au biodiesel

ONIC, 2005: Surfaces de produits agricoles non alimentaires

Sources: FAO, ONIC

Sources: FAO, IFN, ADEME

La biomasse "carburant" en France

La demande en biomasse pour répondre aux objectifs

	2008 (5,75%)	2015 (10%)
Demande en carburants	42,4 Mtep	41,3 Mtep
Dont essence	9,5 Mtep	8 Mtep
Dont gasoil	32,9 Mtep	33,3 Mtep
Demande en biocarburants	2,4 Mtep	4,13 Mtep
Dont bioéthanol	0,54 Mtep	0,8 Mtep
Dont biodiesel	1,9 Mtep	3,33 Mtep
Demande en produits agricoles	10,6 Mt	17,1 Mt
Dont demande en Colza	5,3 Mt	9,4 Mt
Dont demande en Blé	1,87 Mt	2,3 Mt
Dont demande en Betterave	3,5 Mt	5,4 Mt
Demande en surface agricole*	1,94 Mha	3,1 Mha
Dont demande en surface de Colza	1,64 Mha	2,7 Mha
Dont demande en surface de Blé	0,25 Mha	0,31 Mha
Dont demande en surface de Betterave	0,05 Mha	0,08 Mha

NB: Surface de jachère: 1,6 Mha

Sources: PEL, IFP

*Sans prendre en compte les éventuels améliorations de rendement

La biomasse "carburant" en France

Utilisation du surplus agricole

	Tonnage (Mtonnes)			Surface (Mha)		
	Usages non alimentaires*	Exports hors UE	Total	Usages non alimentaires *	Exports hors UE	Total
Céréales (blé, orge, maïs)	1,5	12,8	14,3	0,041	1,99	2
Oléagineux (colza, tournesol)	1,7	0,018	1,7	0,45	0,007	0,45
Betteraves sucrières	2,3	7	9,3	0,032	0,1	0,13
TOTAL	5,5	19,8	25,3	0,5	2,1	2,6

Surplus: **25,3 Mt** de produits agricoles sur **2,6 Mha**
 dont **77%** de surface de céréales

La biomasse "carburant" en France

Utilisation du surplus agricole

	Surplus agricole	Jachère existante	Total	Besoins
Surfaces agricoles mobilisées	2,3 Mha	1,05 Mha*	3,35 Mha	1,94 Mha 3,1 Mha
Quantité de biomasse	Selon assolement actuel: 24,3 Mt 1,7 Mt colza 14,3 Mt blé 8,3 Mt betterave	12,4 Mt 2,5 Mt colza 1,9 Mt blé 7,8 Mt betterave	37,7 Mt	10,6 Mt 17,1 Mt
	En réponse à la demande: 27 Mt 5,8 Mt colza 4,2 Mt blé 17 Mt betterave			
Quantité max biocarburants	3,7 Mtep	1,7 Mtep	5,4 Mtep	2,4 Mtep 4,13 Mtep

	Besoins 2008	Besoins 2015	Disponibilité max	Écart
Colza	5,3 Mt	9,4 Mt	8,3 Mt	- 1,1 Mt
Blé	1,87 Mt	2,3 Mt	6,1 Mt	+ 3,8 Mt
Betterave	3,5 Mt	5,4 Mt	24,8 Mt	+ 19,4 Mt

La biomasse en France

Potentiel global par types de biomasse mobilisable

	Surplus ligno-cellulosique	Surplus agricole	Jachère existante	Total	Consommation en 2005
Surfaces agricoles mobilisées	0	2,3 Mha	1,05 Mha	3,35 Mha	0,41 Mha
Quantité de biomasse	47 Mt (Bois + paille)	Selon assolement actuel: 24 Mt 1,7 Mt colza 14,3 Mt blé 8,3 Mt betterave	11,2 Mt 2,7 Mt colza 1,9 Mt blé 7,8 Mt betterave	83,2 Mt	1,86 Mt
		En réponse à la demande: 46 Mt 2,68 Mt colza 7,65 Mt blé 35,7 Mt betterave		104,2 Mt	
Quantité max biocarburants	7,5 Mtep	4,3 Mtep	1,5 Mtep	13,3 Mtep	0,4 Mtep
Quantité avec contraintes logistiques	3,6 Mtep	4,3 Mtep	1,5 Mtep	9,4 Mtep	

Sources: FAO, IFN, INRA, IFP

Un taux de substitution possible supérieur à **20%** de la demande en carburants routiers après 2015

Les potentiels de production

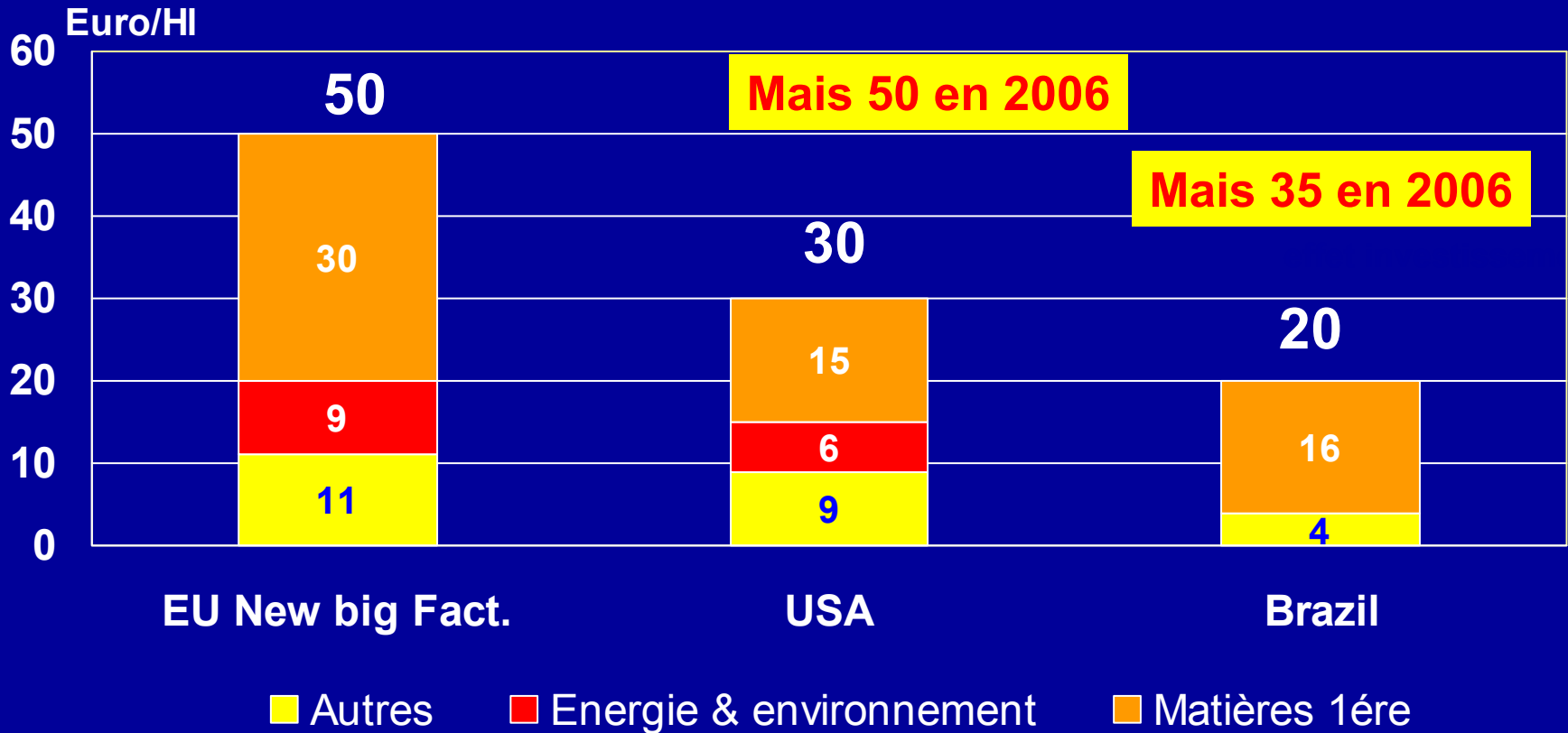
La biomasse en France

Les potentiels (à 50 USD/baril)

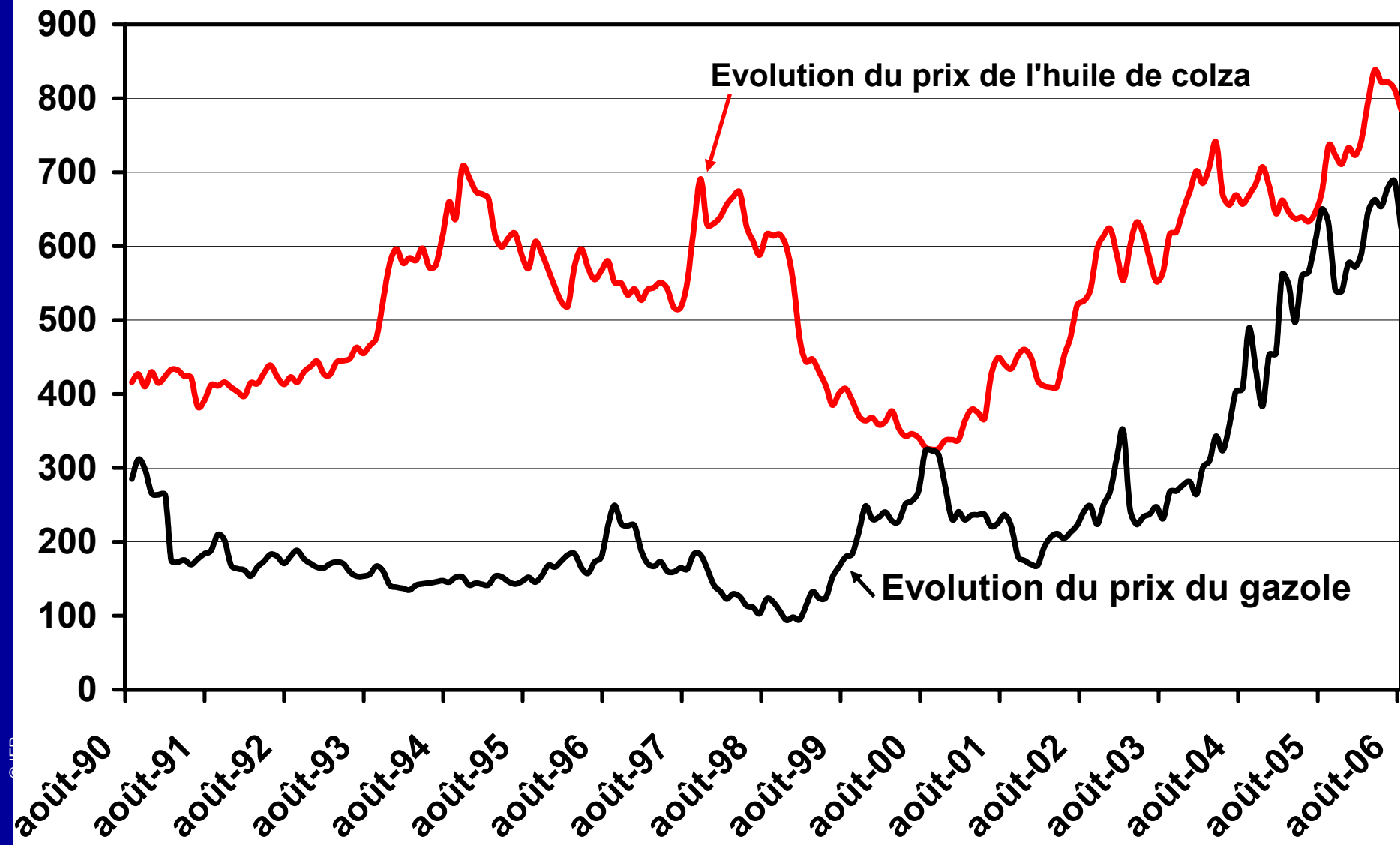
2005	11 Mtep/an
2010	~ 15 Mtep/an
2030	~ 30 Mtep/an
2040/2050	~ 40 Mtep/an *

** dont la moitié en biocarburants
soit 6 à 8 millions d'hectares au total dédiés*

*« Sans menacer les filières alimentaires, les
filières matériaux, et les sols »*



\$/t Évolution comparée du prix d'huile de colza et du gazole en Europe



Coûts comparés des principales filières biocarburants

Éthanol Europe	Éthanol États-unis	Éthanol Brésil	EMHV Europe
0,4-0,6 €/l	0,3 \$/l	0,23 \$/l	0,35-0,65 €/l
19-29 €/GJ	14 \$/GJ	11 \$/GJ	10,5-20 €/GJ

Sources : AIE/IFP

Ordre de grandeur de prix des carburants pétroliers

Brut à 25 \$/bl → 0,2 \$/l ou 6\$/GJ

Brut à 60 \$/bl → 0,48 \$/l ou 15\$/GJ

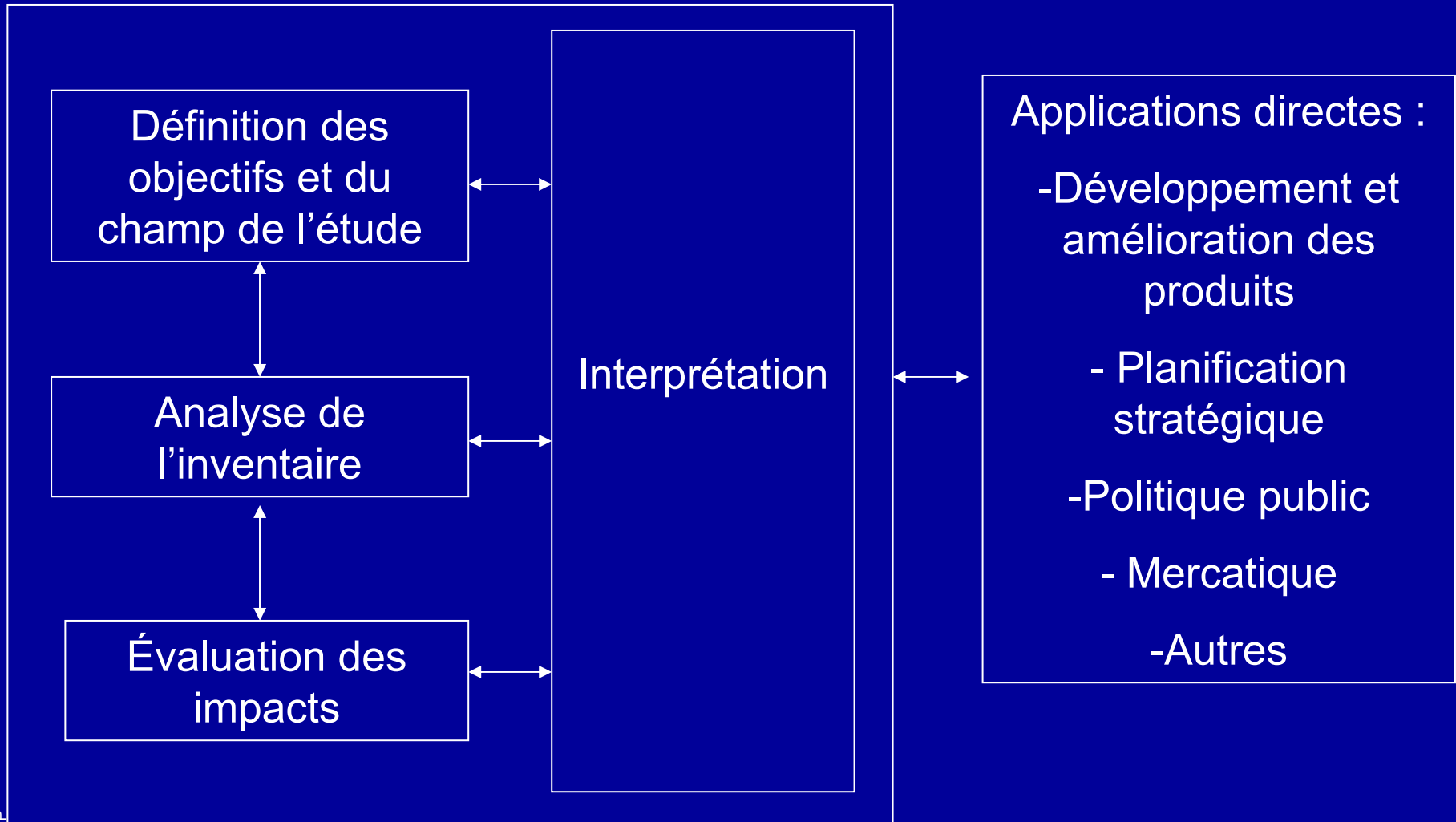
Plan

1. Contexte énergétique
2. La problématique des MCI
3. Biocarburants de 1ère génération
4. Les nouvelles filières : génération 2
5. Les potentiels de production
6. **Les bilans environnementaux**

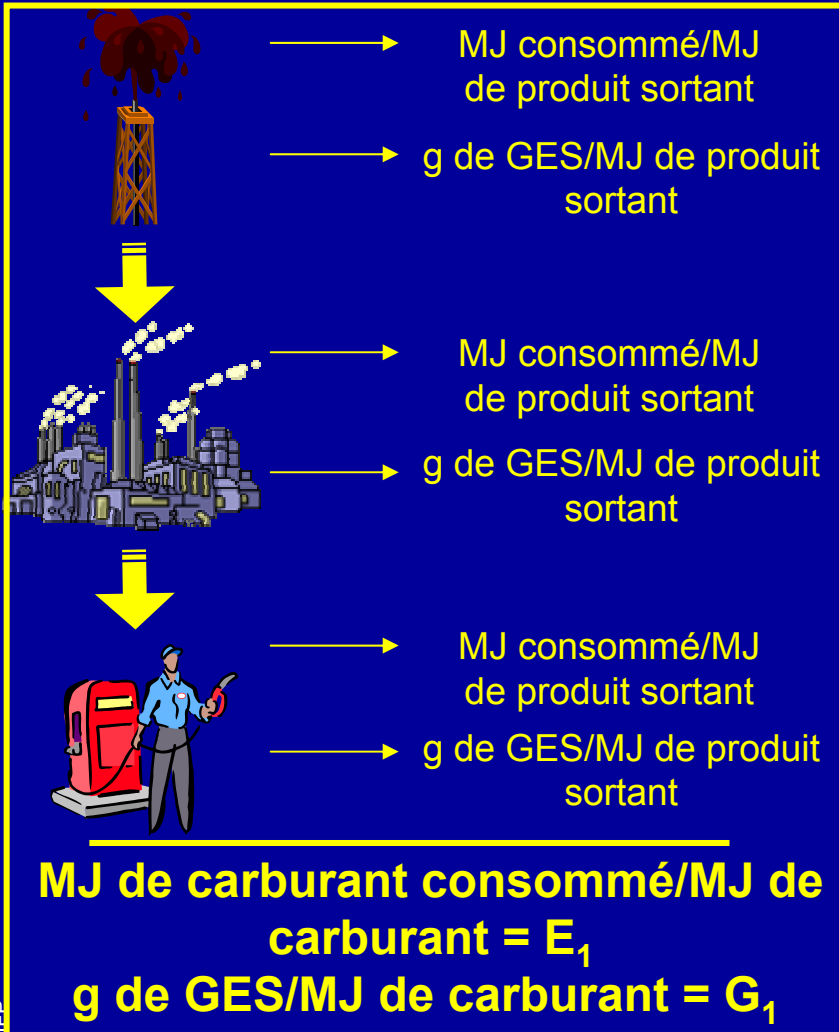
La démarche du « puits à la roue » prend en compte l'ensemble des étapes du cycle de production des carburants de l'extraction des matières premières à l'utilisation du carburant dans l'automobile



La norme ISO 14 040



Du puits au réservoir



Du réservoir à la roue Bilan du puits à la roue

MJ de carburant consommé/km
= E_2

g de GES/km
= G_2



MJ de carburant consommé/km
 = E

g de GES/km
 = G

$E = E_1 \times E_2 + E_2$

$G = G_1 \times E_2 + G_2$

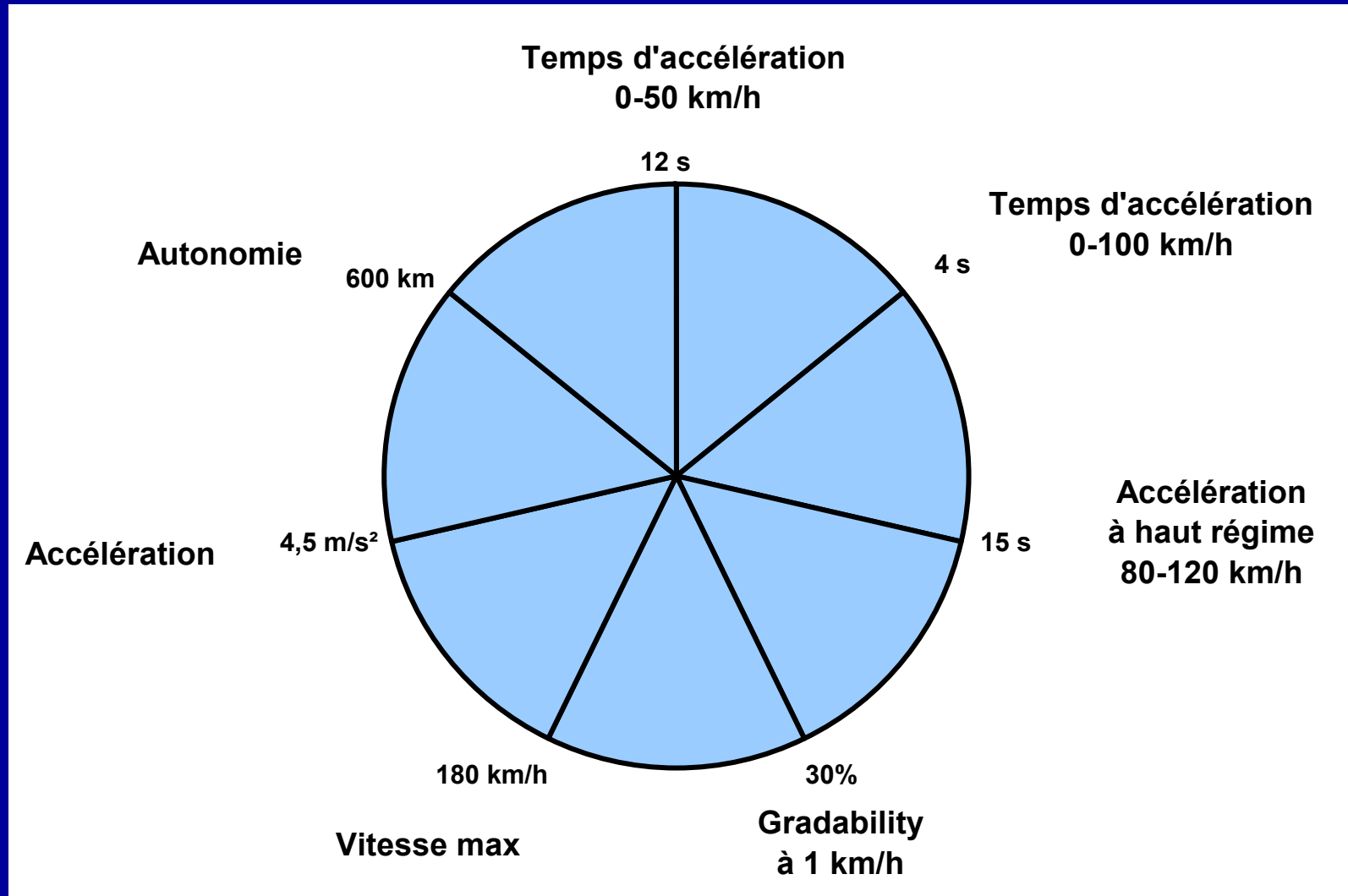
Unité fonctionnelle : « bilan environnemental lors d'un cycle de conduite normalisé avec des performances équivalentes à celle du véhicule de référence, ramené au km parcouru »

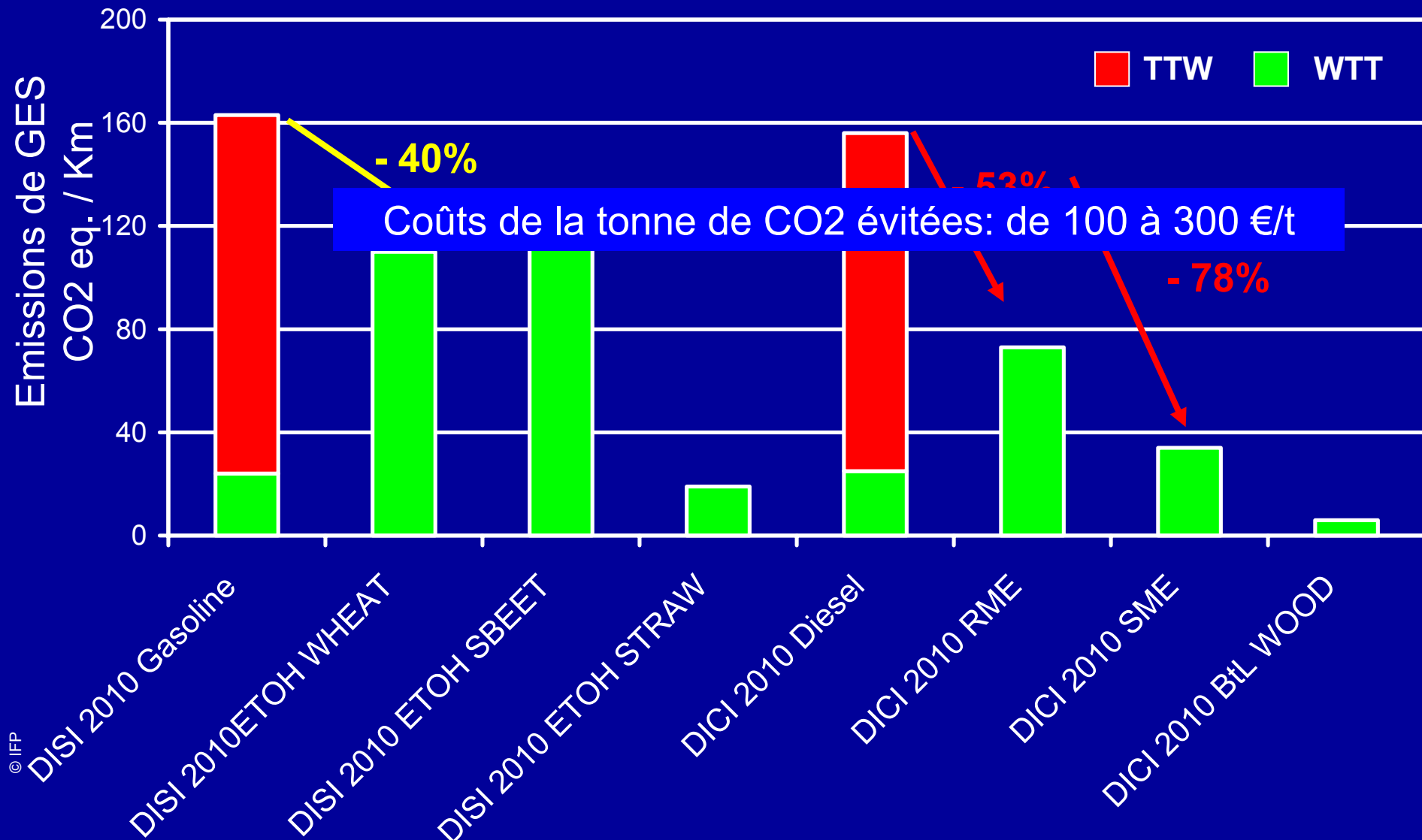
➔ Essayer de comparer des options technologiques sur une base objective

Pour cela :

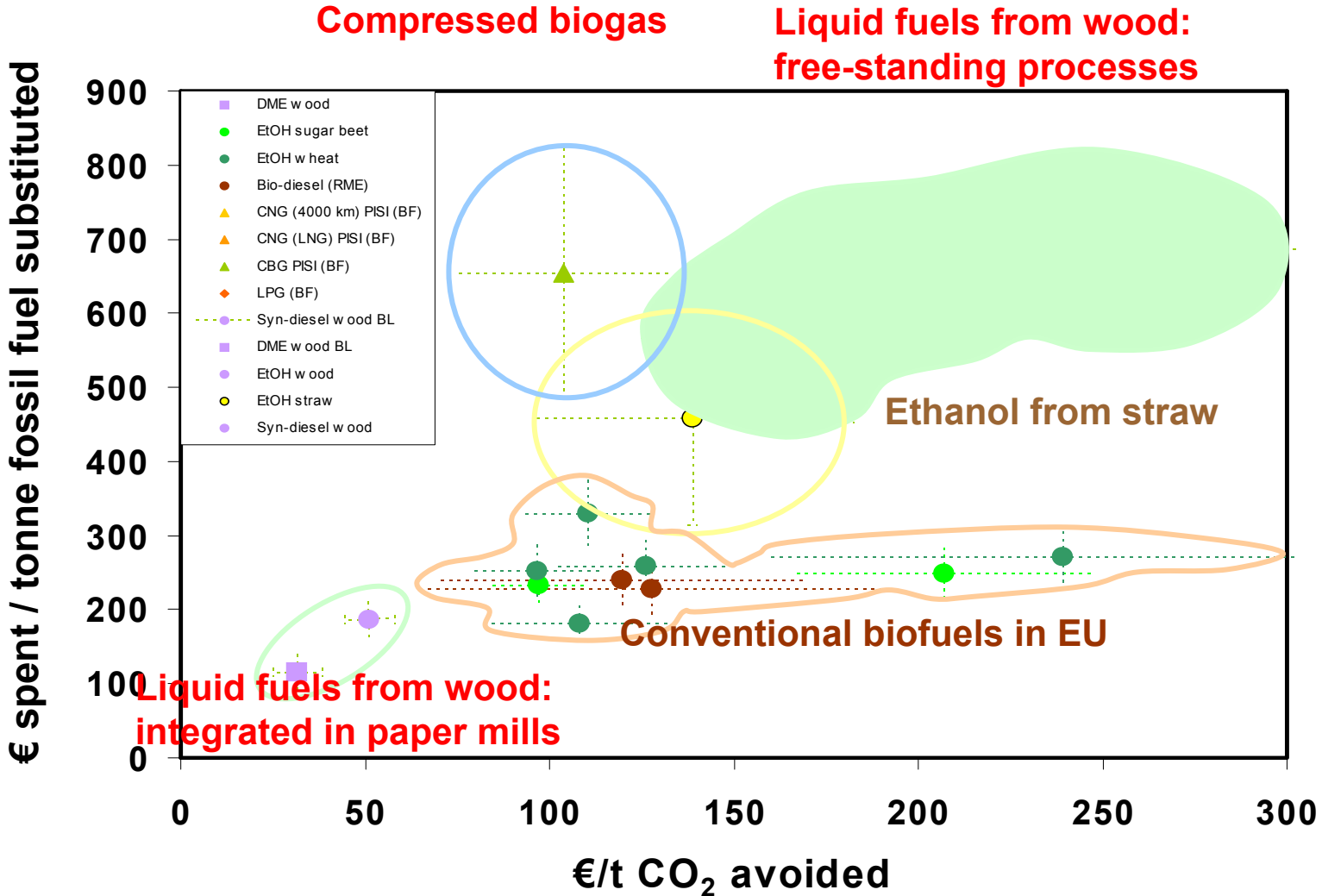
- la consommation des véhicules est évaluée sur un cycle normalisé en utilisant des programmes de simulation.
- les options technologiques doivent permettre au véhicule d'assurer des fonctions équivalentes quelle que soit la technologie utilisée (autonomie, vitesse maximum, accélération, espace intérieur, ...).

Les critères de performances

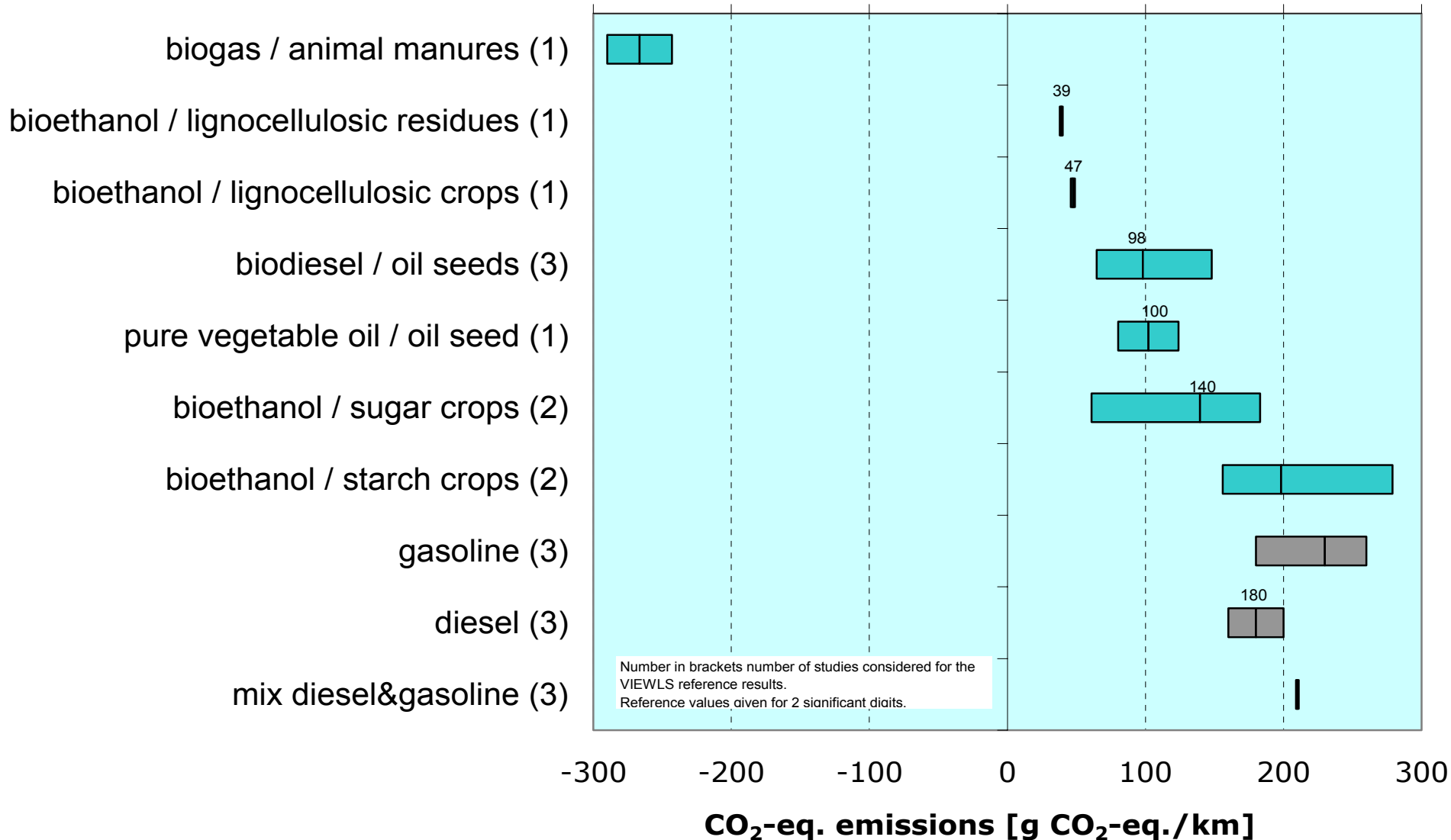




OIL AT 50 Euro/barrel



Résultat d'une comparaison de plus de 70 études : le projet VIEWLS



- Les filières de 2ème génération ont un fort potentiel (≥ 10 Mtep), mais ne sont pas aujourd'hui disponibles. Leur bilan "GES" sont a priori les meilleurs.
- La poursuite des travaux de R&D et la mise en place des conditions pour la mise à disposition de la ressource est une nécessité.
- Les filières de 1ère génération répondent au besoin à court terme.
- La question des coûts de production reste un enjeu fort (compétition des usages, fiscalité optimale...).
- Les objectifs apparaissent plus accessibles en termes de surfaces agricoles pour l'éthanol que pour le biodiesel.
- Les bilans "GES" sont a priori favorables mais les "écarts" entre les études sont sensibles en particulier pour l'éthanol. Besoins de travaux complémentaires sur l'évaluation (méthodologie, données...) et élargir les critères (eg: projet ANABIO/ANR)
- La problématique du développement d'un marché international de l'éthanol et des huiles végétales doit être prise en considération (disparition éventuelle des droits d'importation)