



# **Quels carburants pour les 20 prochaines années : évolutions actuelles et futures**

***Dr. Xavier MONTAGNE***  
***Chef du Département "Carburants, Lubrifiants, Emissions"***  
***Membre de la direction scientifique***  
***IFP***



## Le contexte général

---

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



## Les réponses techniques possibles

### Moteurs conventionnels

- à allumage commandé et injection directe ou indirecte de carburant : moteur à essence
- à allumage par compression et injection directe de carburant : moteur diesel

### Carburants conventionnels

- issus du pétrole
- avec composants oxygénés et additifs

**Avec engagement ACEA  
d'atteindre**

**140g CO<sub>2</sub>/km en moyenne en  
2008**

### Moteurs alternatifs

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

### Carburants alternatifs

- carburants reformulés (moteurs conventionnels, nouveaux procédés de combustion, reformeur )
- gazeux: GPL, GNV, DME, H<sub>2</sub>
- carburants liquides de synthèse : GTL, CTL
- bio-carburants (éthanol, ETBE, EMHV,EEHV, BtL, NextBtL)



### → Objectifs de l'UE

→ Réduire la dépendance énergétique

→ Favoriser le développement des énergies renouvelables et lutter contre les changements climatiques

### → Forte diésélisation

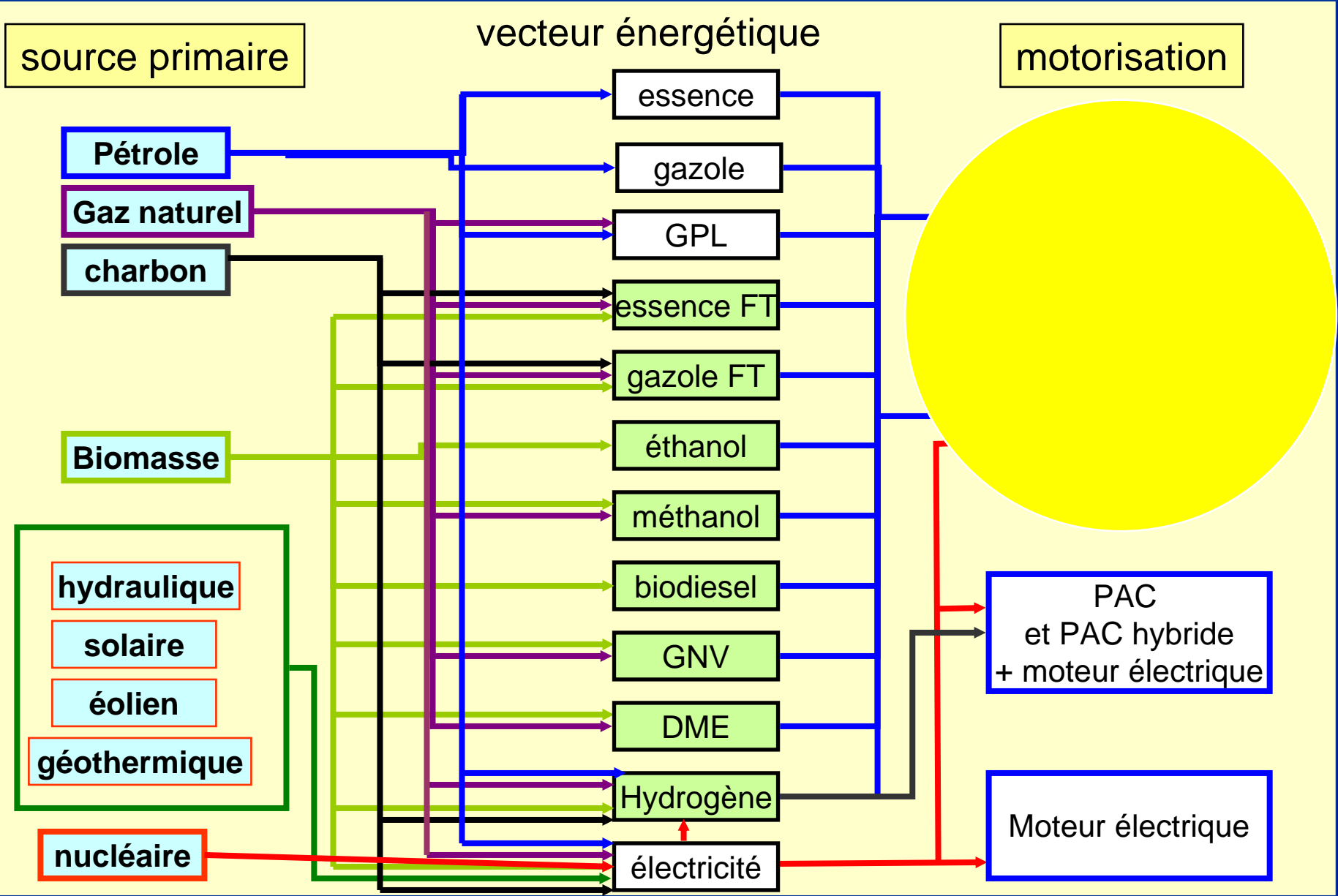
### → Directives Biocarburants adoptées en 2003 :

→ Directive "Promotion" : fixer pour les membres des objectifs d'incorporation (2003/30/CE)

→ 2010 : 5,75% du pool carburants ex biomasse, en contenu énergétique, France : anticipation pour 2008



# filières énergétiques possibles pour les transports





# *Carburants et perspectives de développement dans les 20 années à venir*

---

- **Evolution continue des carburants conventionnels**
  - *en phase avec les évolutions technologiques requises pour franchir les étapes réglementaires*
- **Pénétration des carburants alternatifs :**
  - Directive européenne (2003/30/CE)**
- **Emergence de carburants avancés**
  - nouvelles exigences carburants des technologies en "rupture "*



# *Carburants et perspectives de développement dans les 20 années à venir (1)*

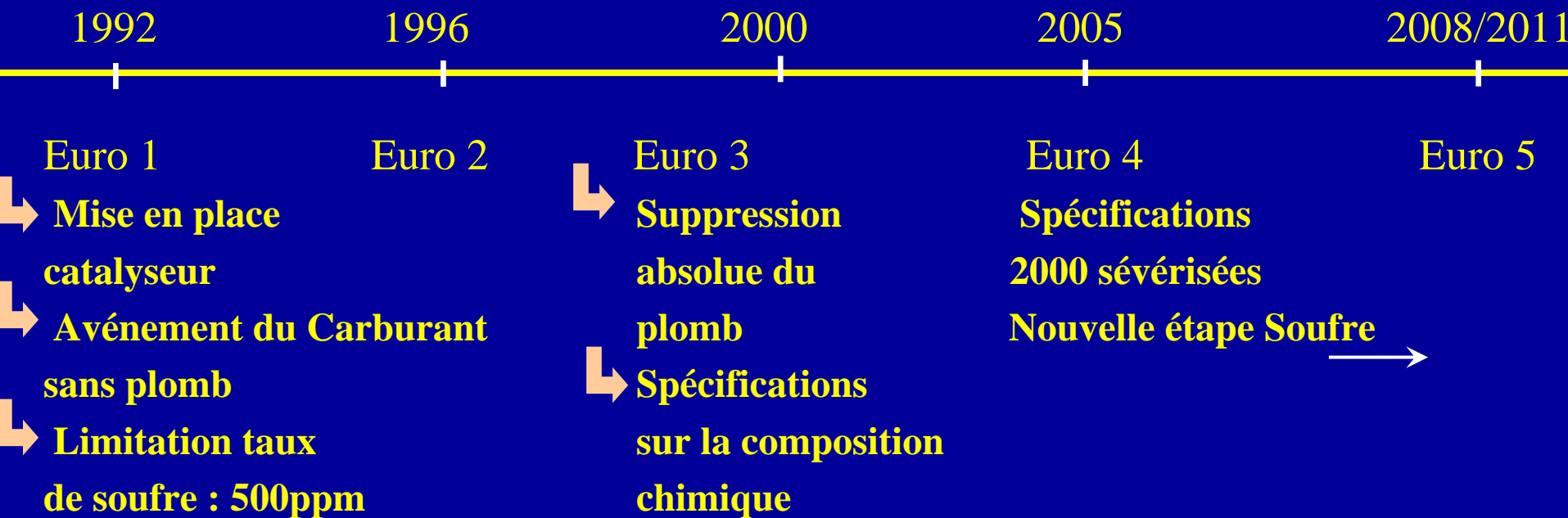
---

- **Evolution continue des carburants conventionnels**
  - *en phase avec les évolutions technologiques requises pour franchir les étapes réglementaires*
- **Pénétration des carburants alternatifs :**
  - Directive européenne (2003/30/CE)**
- **Emergence de carburants avancés**
  - nouvelles exigences carburants des technologies en rupture*



# *Carburants conventionnels : une évolution continue (Cas des essences)*

**évolution pour un fonctionnement optimal des nouvelles technologies et contribution à la maîtrise des émissions**







## 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	<18% vol	< 10% vol
Benzene content	< 1% vol	< 1 vol (?)	< 1% vol
Lead content	id	id	ND
Vapor pressure (summer)	45-60 kPa	45-60 kPa (?)	45-60 kPa
RON / MON	95 / 85	95 / 85	95 / 85
Density	720-775		715-770

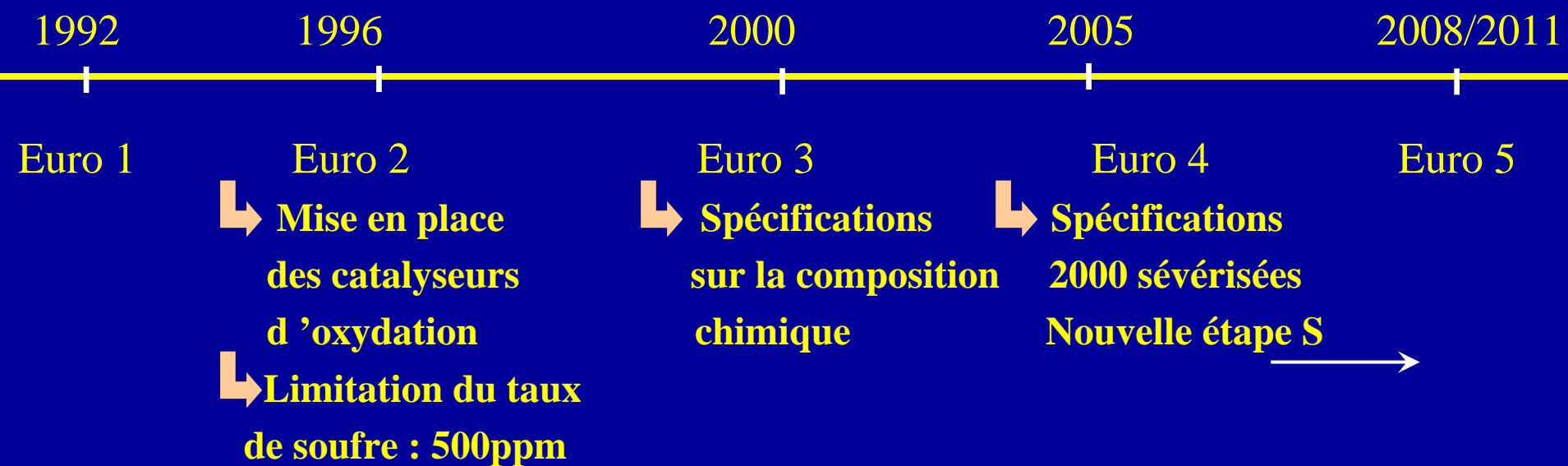
(2) : 25% pour RON91

(1) : WWFC : World Wide Fuel Charter, version 08/05



# *Carburants conventionnels : une évolution continue (Cas des gazoles)*

**évolution pour un fonctionnement optimal des nouvelles technologies et contribution à la maîtrise des émissions**





## 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 %	<11wt% <6-7 wt % ?	< 2 wt%
Total aromatics	-	-	< 15 wt%

(1) : World Wide Fuel Charter, version 08/05



# *Carburants et perspectives de développement dans les 20 années à venir (1)*

---

- **Evolution continue des carburants conventionnels**
  - *en phase avec les évolutions technologiques requises pour franchir les étapes réglementaires*
- **Pénétration des carburants alternatifs :**
  - Directive européenne (2003/30/CE)**
- **Emergence de carburants avancés**
  - nouvelles exigences carburants des technologies en rupture*

## **Plan d'action envisagé au niveau européen (Le livre blanc)**

	<b>Biocarburants</b>	<b>GNV</b>	<b>H2</b>	<b>Total</b>
<b>2005</b>	<b>2</b>			<b>2</b>
<b>2010</b>	<b>6</b>	<b>2</b>		<b>8</b>
<b>2015</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>14</b>
<b>2020</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>23</b>



### → Objectifs de l'UE

→ Réduire la dépendance énergétique

→ Favoriser le développement des énergies renouvelables et lutter contre les changements climatiques

### → Directives Biocarburants adoptées en 2003 :

→ Directive "Promotion" : fixer pour les membres des objectifs d'incorporation (2003/30/CE)

→ 2010 : 5,75% du pool carburants ex biomasse, en contenu énergétique, France : anticipation pour 2008 et volonté d'atteindre è/ en 2010

→ Directive fiscale



## *Les filières alternatives à l'horizon 2020*

---

### *Les filières "court terme"*

- Le GPL
- Les biocarburants de première génération

### *Les filières "moyen terme"*

- Le GNV
- Les carburants de synthèse : GtL, CtL, DME
- Les biocarburants de seconde génération

### *Les filières "long terme"*

- l'hydrogène
- ...



### Les principales options possibles

- **Les biocarburants liquides**

- **Éthanol / ETBE**
- **Huile végétale Directe (HVD ou HVP)**
- **Esters d'HV : méthylique ou éthylique (et d'HA)**
- **Next-BtL (bio hydrocarbures)**
- **BtL**
- **Autres produits**

### **Les biocarburants gazeux**

- **Biogaz**
- **DME**

***Un bilan CO2 du puits à la roue très positif***





# Les biocarburants liquides

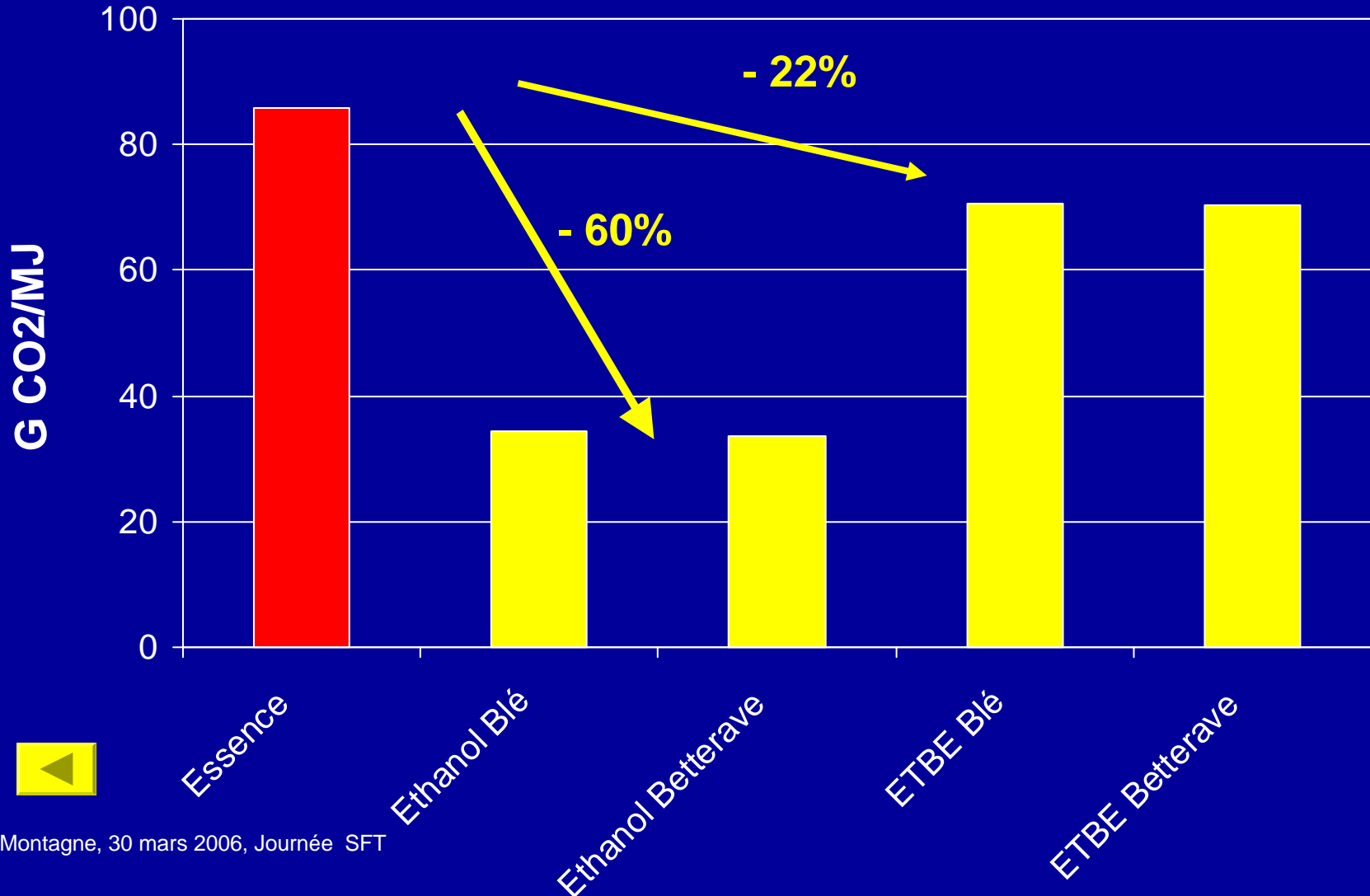
Un bilan CO2 du puits à la roue très positif

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 - Éthanol) Impact positif sur HC et PM	BtL (3), BioHydrocarbures Hydrocarbures paraffiniques à fort potentiel (Next Btl) (Éthanol)



# Biocarburants 1G : un bilan effet de serre positif

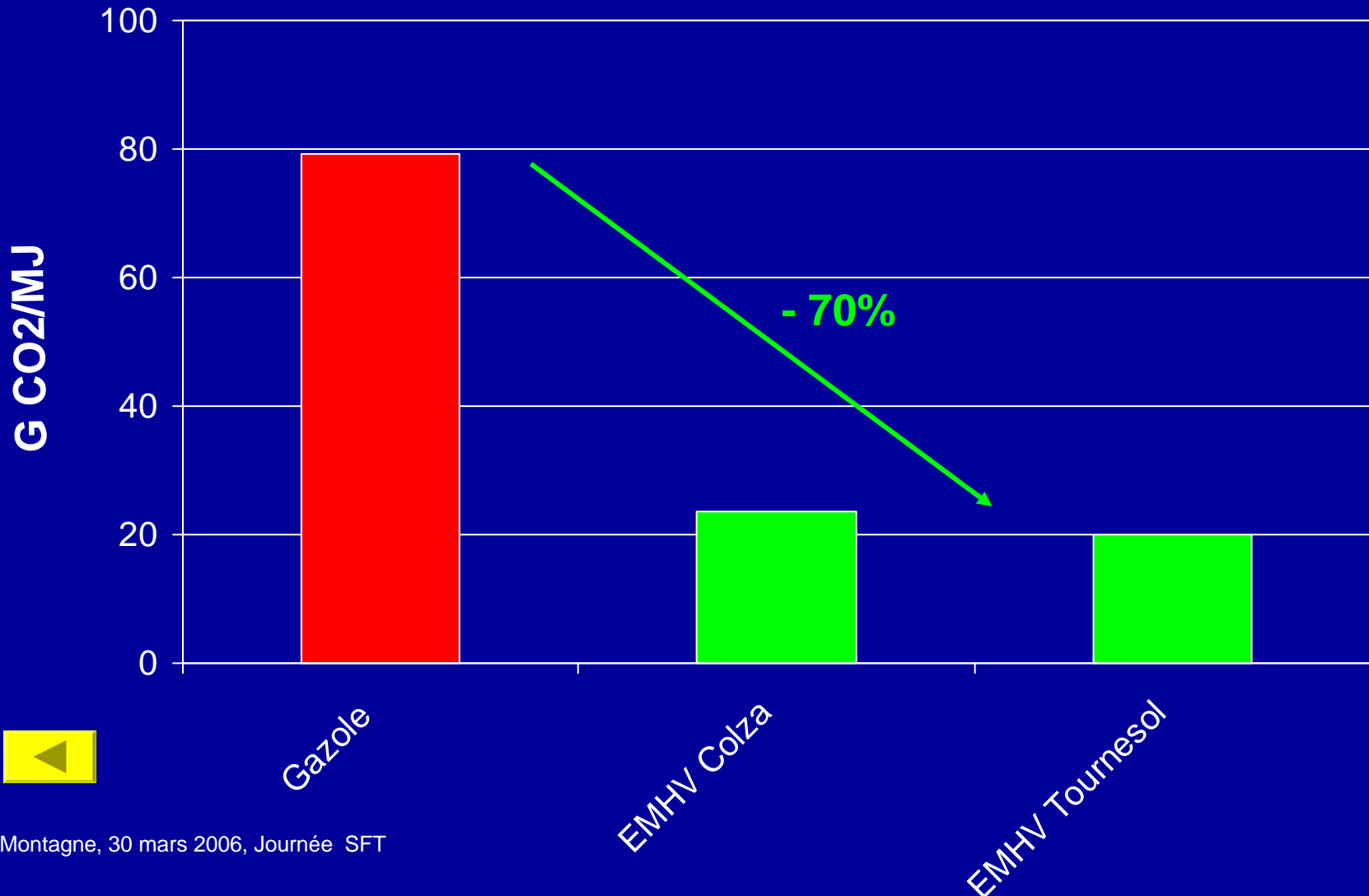
Bilan effet de serre avec utilisation d'un produit pur





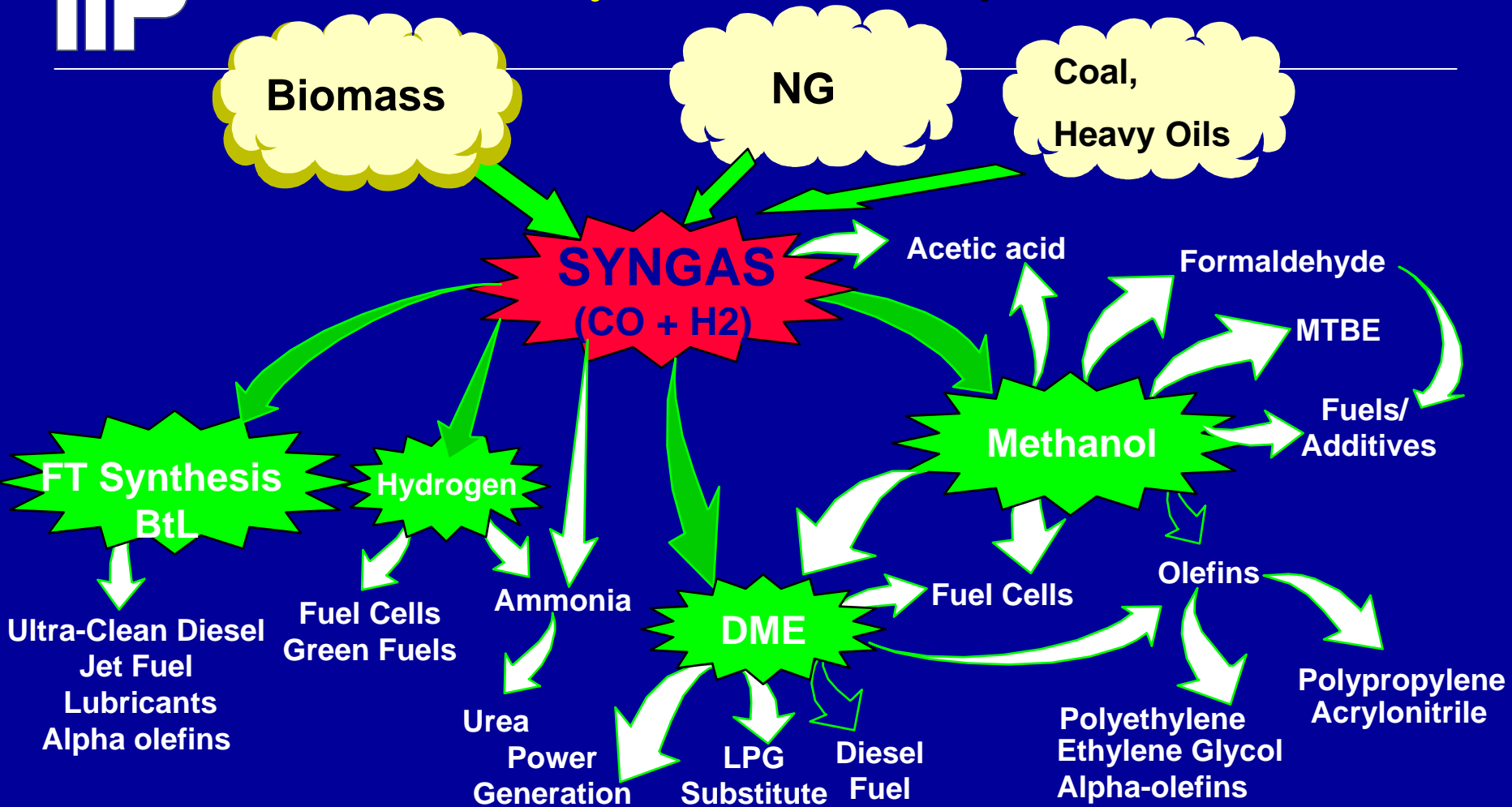
# Biocarburants 1G : un bilan effet de serre positif

Bilan effet de serre avec utilisation d'un produit pur





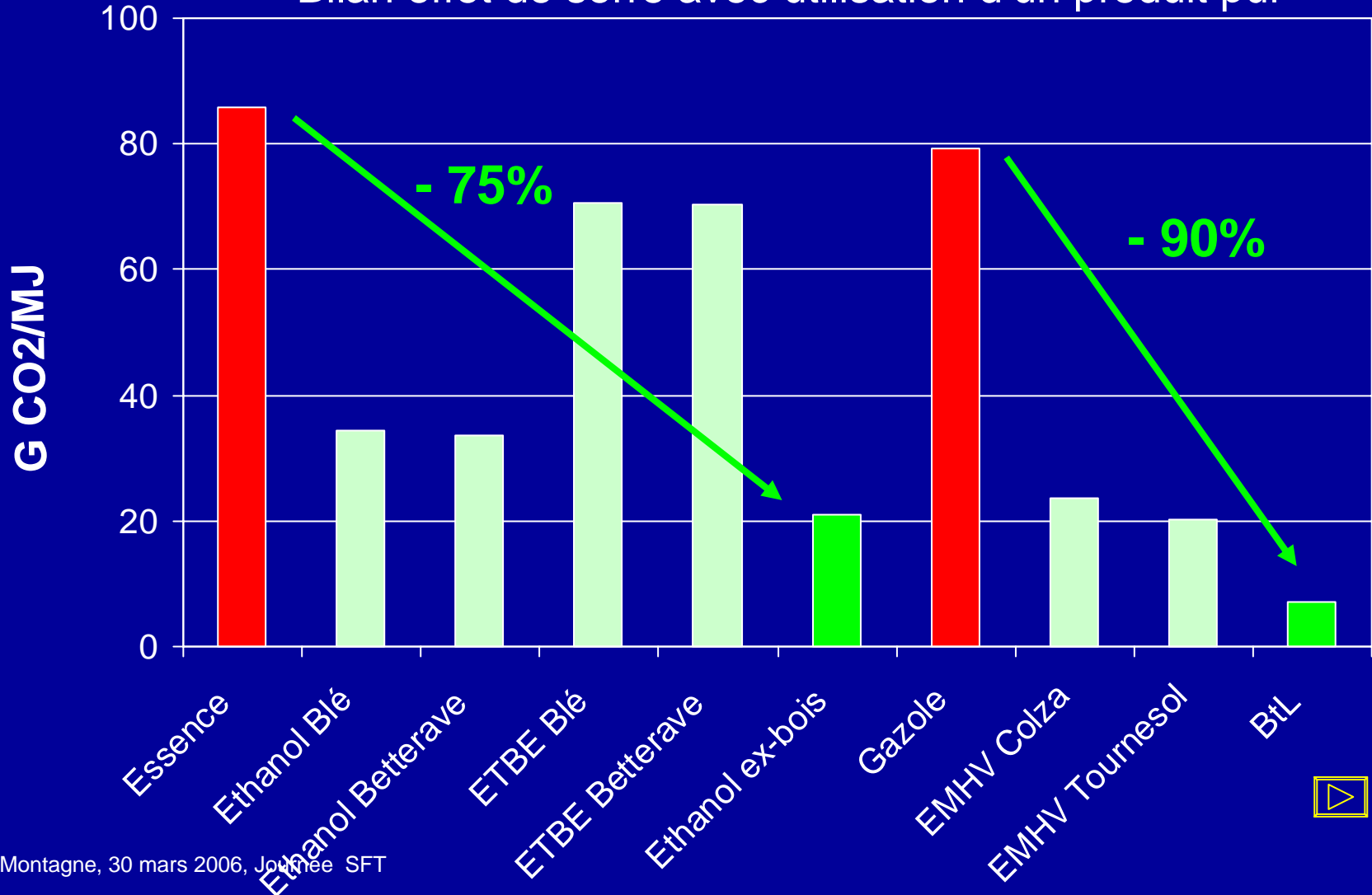
# Carburants de synthèse : matière première et bilan CO2





# Biocarburants 2G : un bilan effet de serre positif

Bilan effet de serre avec utilisation d'un produit pur



Source : Ademe/Direm 2002 - IFP



# *Carburants et perspectives de développement dans les 20 années à venir (1)*

---

- **Evolution continue des carburants conventionnels**
  - *en phase avec les évolutions technologiques requises pour franchir les étapes réglementaires*
- **Pénétration des carburants alternatifs :**
  - Directive européenne (2003/30/CE)**
- **Emergence de carburants avancés**
  - nouvelles exigences carburants des technologies en rupture*



## CONTEXTE

	Normes	Date	CO	HC	HC+NOx	NOx	Particules
Diesel	Euro 3	2000	0,64		0,56	0,50	0,05
	Euro 4	2005	0,50		0,3	0,25	0,025
	Proposition Euro 5	~2010	0,50		0,25	0,20	0,005
Essence	Euro 3	2000	2,30	0,20		0,15	
	Euro 4	2005	1	0,10		0,08	
	Proposition Euro 5	~2010	1	0,075		0,06	0,005*

En g/km – Véhicules pouvant accueillir 9 sièges

\*Applicable seulement pour les véhicules ayant un moteur à injection directe en mélange pauvre



# Moteur à allumage commandé

## Moteur

## Carburant

### *Mode Conventionnel*

- Post-traitement avancé
- Injection indirecte
- Injection directe
  - combustion homogène
  - combustion stratifiée
- Down sizing
- Distribution variable
- E.G.R.
  - externe
  - fort taux interne

- Soufre
- Benzène, aromatiques, oléfines
- Pression de vapeur
- *Chaleur latente de vaporisation*
- *Intervalle de distillation*
- *Encrassement (additif)*
- *RON, MON*
- Pouvoir lubrifiant
- *Nouvelle approche chimique*

### *Mode non – conventionnel tel que la combustion CAI*



## Moteur

## Carburant

### *Mode conventionnel*

Injection directe

- ↗ P d'injection
- ↘ taille trou d'injecteur
- Post-traitement avancé
- E.G.R.
- Injection multiple
- Injection précoce



- Soufre
- Poly-aromatiques
- Densité
- Viscosité, tension superficielle
- Compressibilité
- *Prise en compte plus importante de la nature chimique*
- *Cétane ( → importance du délai chimique)*
- *Distillation*
- *Génèse des dépôts ( → additif)*

### *Mode non - conventionnel*

*HCCI, LTC*



# Nouveaux modes de combustion : exemple HCCI

---

- Mode de combustion HCCI (Homogeneous Charge Compression Ignition)
  - Cycle diesel
  - Auto-inflammation par compression d'un mélange pauvre ou dilué air/carburant
  - Milieu "homogène"
  - Fort contrôle de la combustion par l'EGR
- Avantages
  - Réduit les émissions de NOx et de particules par un facteur de 10 à 100
  - Rendement énergétique identique à celui d'un moteur diesel conventionnel



# COMBUSTION HCCI : GENERALITES

---

- **Axes à améliorer**
  - Diminuer des émissions d'HC et de CO
  - Etendre significativement la zone de fonctionnement en mode HCCI
  - Maîtriser les niveaux de bruit



# *Les carburants avancés : Essence ou gazole*

---

**Ils suivent de nouveaux axes de formulation permettant un fonctionnement optimal des technologies moteur/système de post-traitement avancées**

- *ils peuvent se placer en rupture vis à vis des carburants conventionnels*



## Nouveaux modes de combustion et carburants

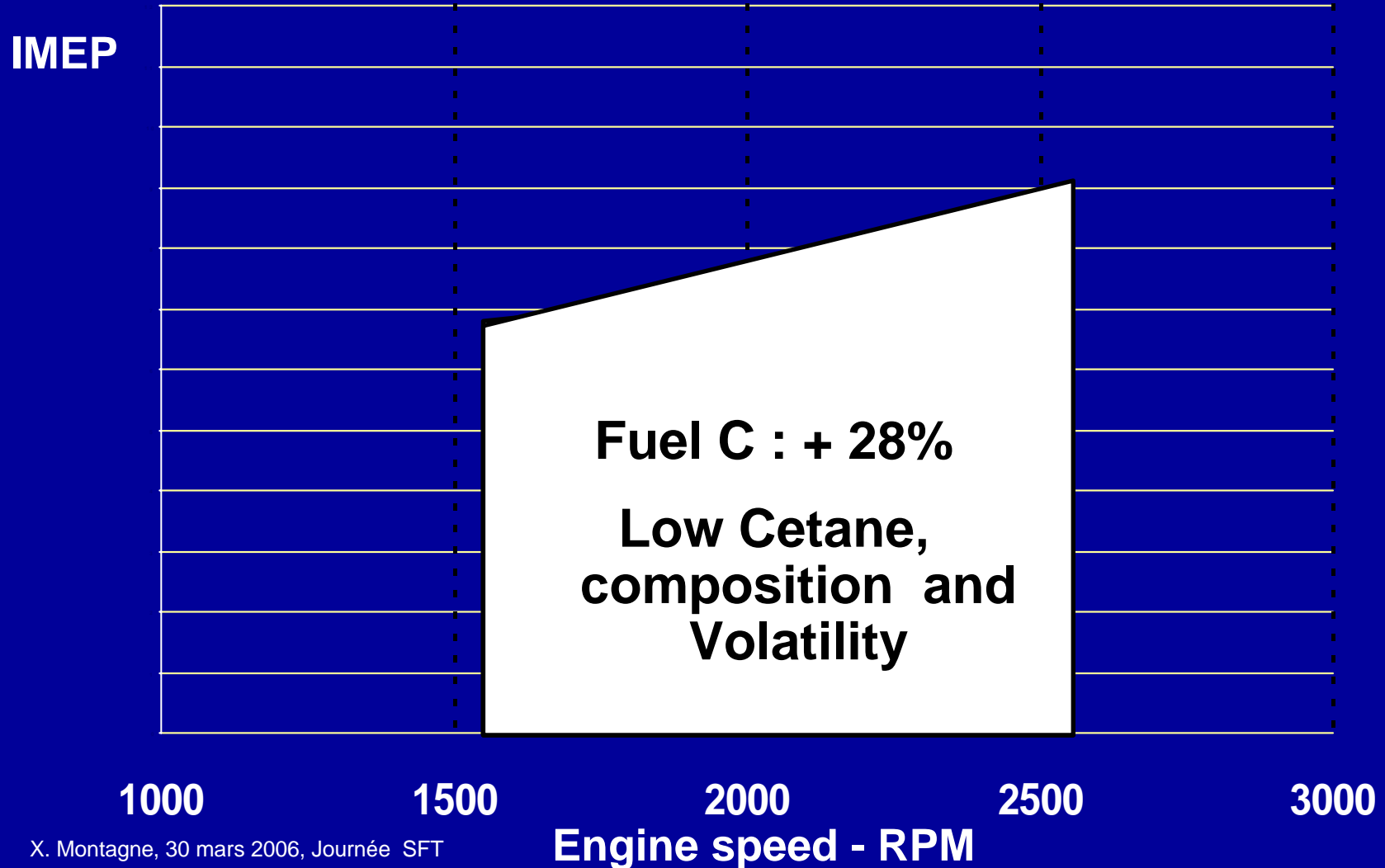
---

- Une bonne maîtrise de la physico-chimie
- Un impact plus marqué des relations chimie/ mécanisme et cinétique d'oxydation
- Vers des carburants technologiques



# Un exemple : Fuel Effect on HCCI Operating Range

.....but to maintain the performances out the HCCI area



- **Une évolution continue des carburants pour répondre aux besoins des technologies modernes**
- **Forte pénétration des énergies alternatives**
- **Possible émergence de carburants en rupture : carburants technologiques**