



Adéquation Moteurs/Carburants Les challenges auxquels nous faisons face

Dr. Pierre MACAUDIERE – Senior Expert “Depollution Systems and fuels”

Les challenges liés à la mobilité : énergie et environnement

Adéquation moteur/carburant : une compatibilité avec les biocarburants qui s'améliore continûment

Impact des normes de dépollution de plus en plus exigeantes, couplées au renforcement de la contrainte CO₂

Les problématiques liées à l'internationalisation des motorisations

Les challenges liés à la mobilité : énergie et environnement

Adéquation moteur/carburant : une compatibilité avec les biocarburants qui s'améliore continûment

Impact des normes de dépollution de plus en plus exigeantes, couplées au renforcement de la contrainte CO₂

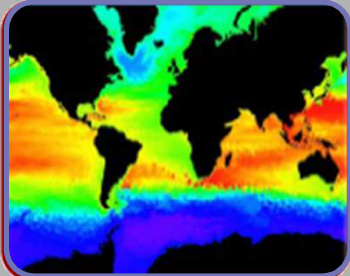
Les problématiques liées à l'internationalisation des motorisations

Challenges actuels, opportunités de demain



Urbanisation

- En 2015, plus de 1 milliards d'êtres humains habitent au sein des 100 plus grosses méga cités (plus de 10 millions d'habitants)
- ➔ **Le challenge de la mobilités et des infrastructures**



Changement climatique et Qualité de l'air

- Prise de conscience environnementale des usagers
 - Des gouvernements en faveur de la "mobilité durable"
- ➔ **Le challenge du contrôle des émissions polluantes et des gaz à effet de serre**



Evolution des attentes des clients

- Changement des attentes liées à la durée de vie, au besoin de sécurité, aux nouvelles technologies (véhicule connecté), à l'environnement économique (qualité/prix)...
- ➔ **Le challenge de l'évolution du rapport à l'automobile**

Automobile et durabilité : les priorités

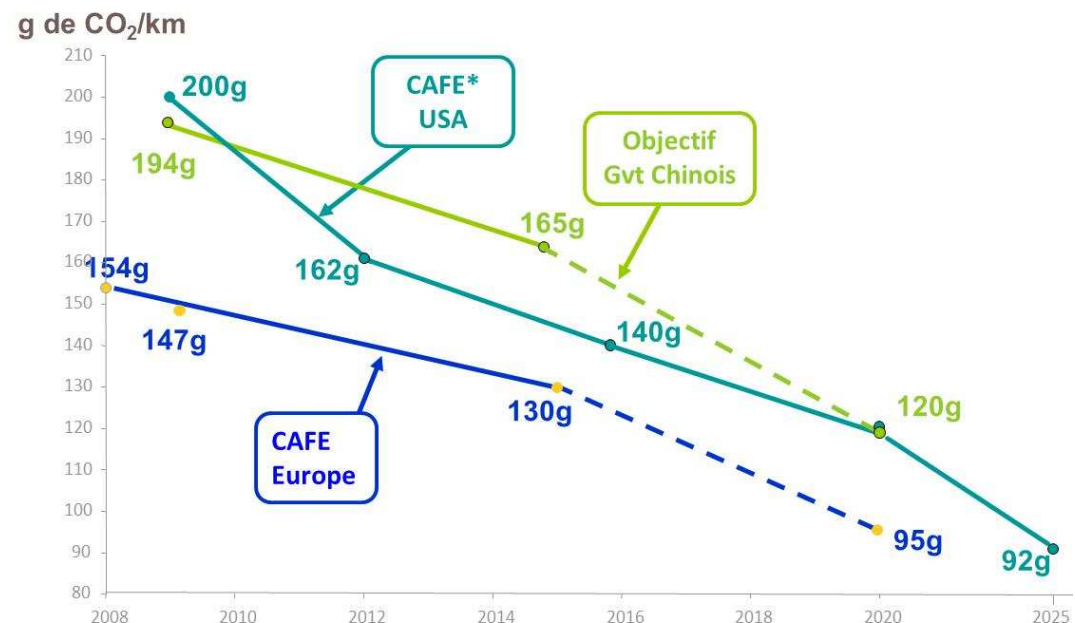


- **Préserver les ressources en énergies fossiles, même si les réserves restent importantes** (plus de 40 ans pour le Pétrole)

⇒ Le challenge est de **diminuer la consommation** des véhicules et de favoriser l'emploi des **carburants alternatifs** (biocarburants, GNV...)

- **Réduire les émissions de gaz a effet de serre** (réchauffement climatique)

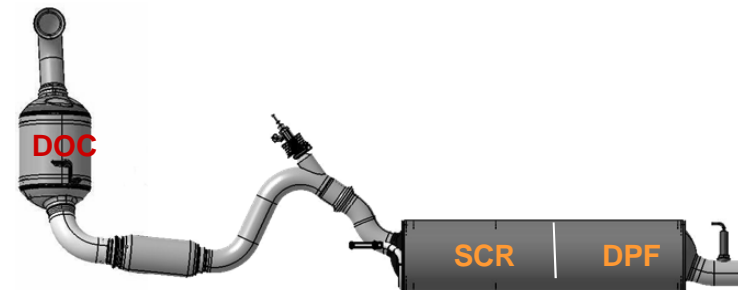
⇒ Le challenge est de réduire les émissions de CO₂ en **diminuant la consommation** et en favorisant l'**emploi de carburants à faible empreinte carbone**



^c Corporate Average Fuel Economy : consommation/émission de CO₂ moyenne pondérée des véhicules neufs vendus dans l'année

■ Améliorer la qualité de l'air, notamment en milieu urbain

- ⇒ Le challenge est **de limiter les émissions** de polluants (HC, CO, NOx, Particules...)
- ⇒ Le **renforcement des normes** (Euro5, Euro6.b ...) répond à cette attente : réduction des seuils, notamment NOx, apparition de seuils sur les particules en nombre (PN) en IDE, allongement de la durée d'exigence de la norme, nouveaux seuils de diagnostics OBD...
- ⇒ **Les nouvelles contraintes (WLTP, RDE)** vont requérir de nouvelles solutions techniques pour Euro6.c (2017)



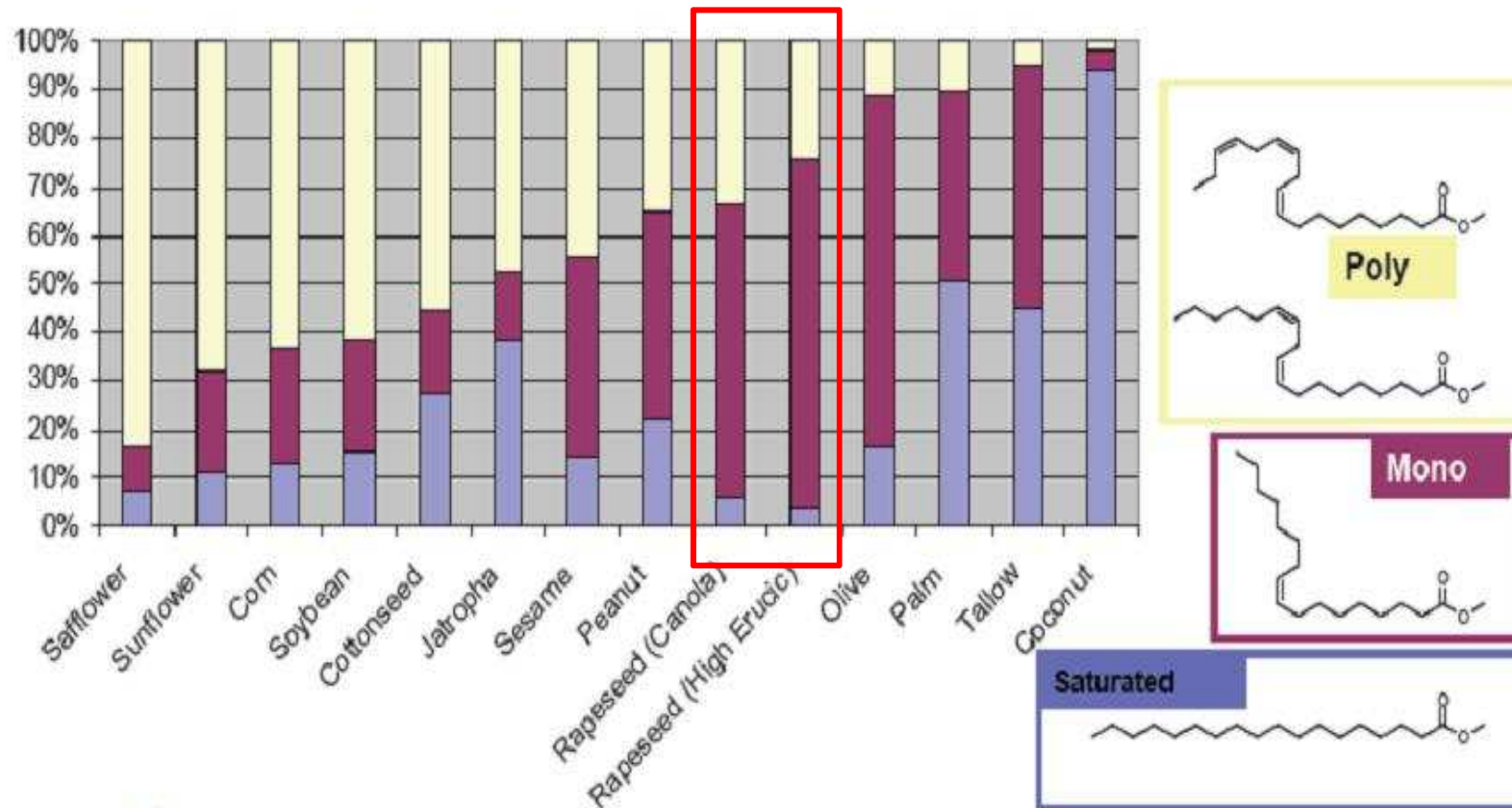
Les challenges liés à la mobilité : énergie et environnement

Adéquation moteur/carburant : une compatibilité avec les biocarburants qui s'améliore continûment

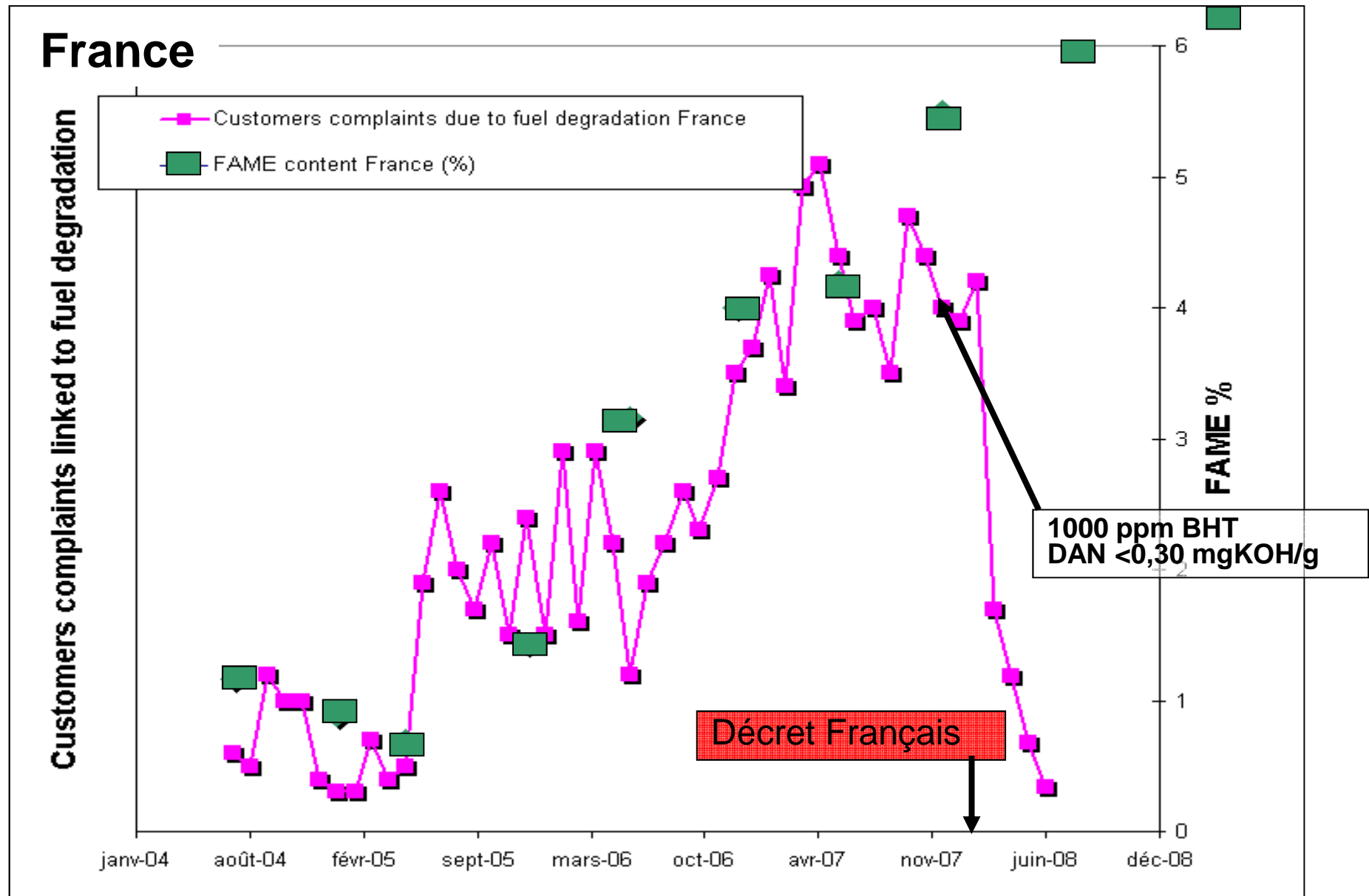
Impact des normes de dépollution de plus en plus exigeantes, couplées au renforcement de la contrainte CO₂

Les problématiques liées à l'internationalisation des motorisations

La nature chimique des EMAG impacte directement la compatibilité avec les motorisations






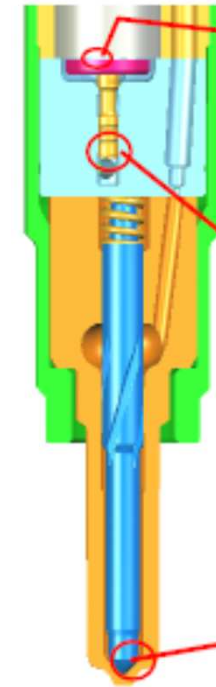
Des plaintes client en forte régression dès lors que des spécifications adaptées sont adoptées



Deux types d'encrassement INTERNE injecteurs

("IDID" pour Internal Diesel Injector Deposit)

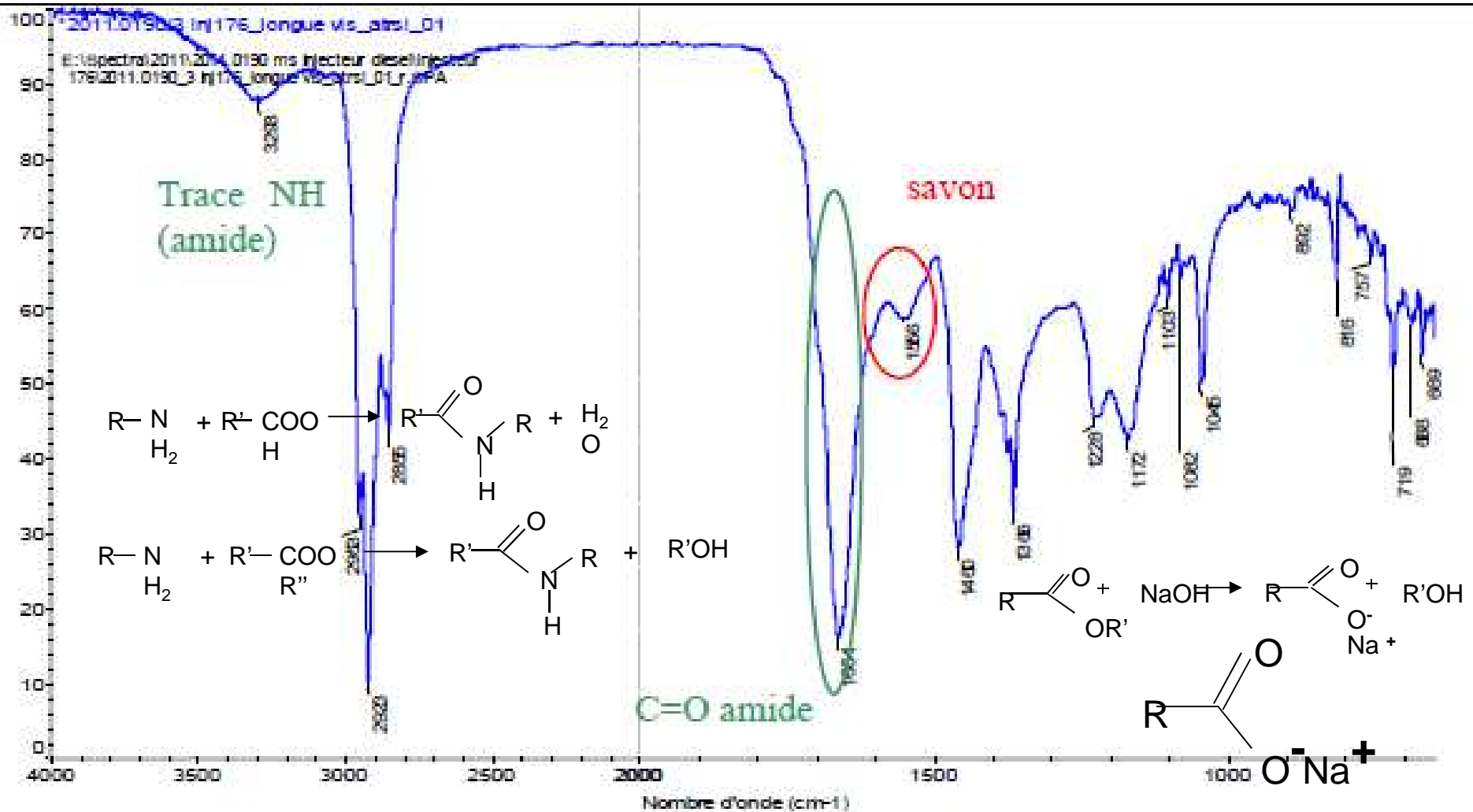
Coking	Dépôts internes (IDID)	
Encrassement buse	<u>Lacques</u>	<u>Savons</u>
		



- Démarrage impossible
- Mauvais démarrage puis calage

Analyse des dépôts

Signature IR des dépôts trouvés dans les injecteurs PSA Peugeot Citroën



Deux types d'encrassement INTERNE injecteurs

■ Laques → vernis brunâtres

■ Procédé : polymérisation

■ Composés impliqués

- Détergents (certains PIBSI)
- Additifs acides
 - lubrifiants
 - anticorrosion (acides succiniques)

- **Facteur aggravant : acides issus de la dégradation du biodiesel**

■ Condition de formation

- **Ordre 1** : Température
- **Ordre 2** : catalyseurs (procétanes, Cu, Pb, ...)

Gazoles premium principalement concernés

■ Savons → cristaux blanchâtres

■ Procédé : saponification

■ Composés impliqués

- Sodium
 - Catalyseur production FAME
 - **Inhibiteurs de corrosion (nitrite de sodium NaNO_2),**
 - Desséchants
- logistique carburant {

- Acides (additif, Biodiesel)

■ Condition de formation

- Température > 80°C

Tous types de Gazole concernés

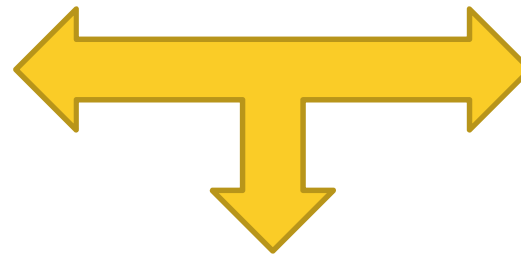
Risques plus récents : l'introduction des EMHA (Animal Fat) ou des EMHU (Used Cooking Oil)

**RED 2009/28/EC :
compte double**

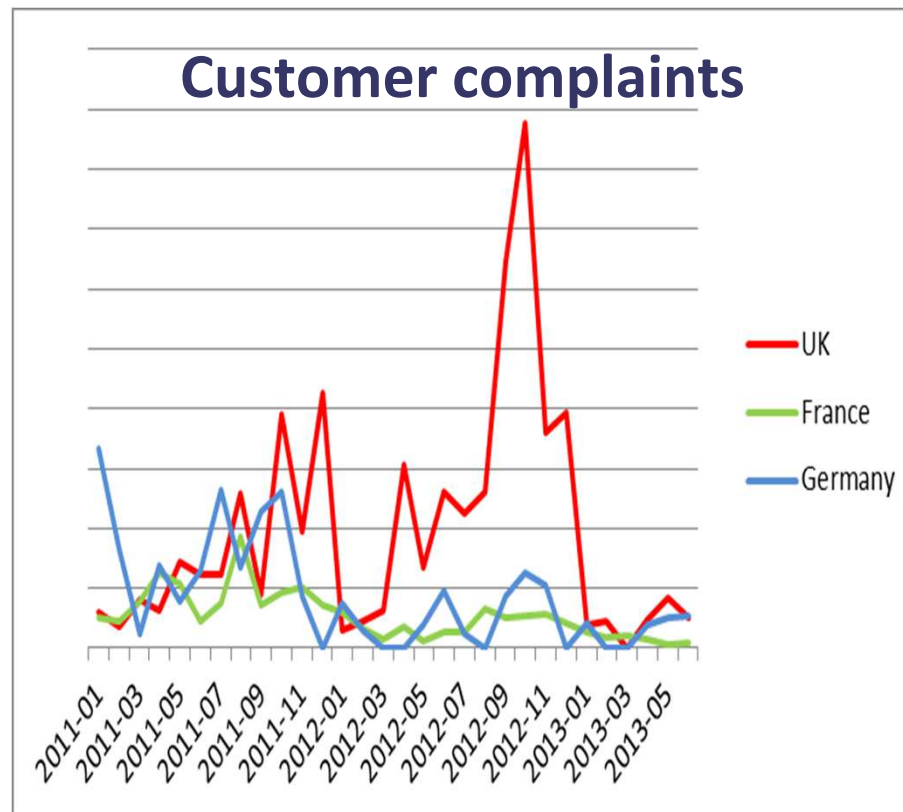
Article 21

Specific provisions related to energy from renewable sources in transport

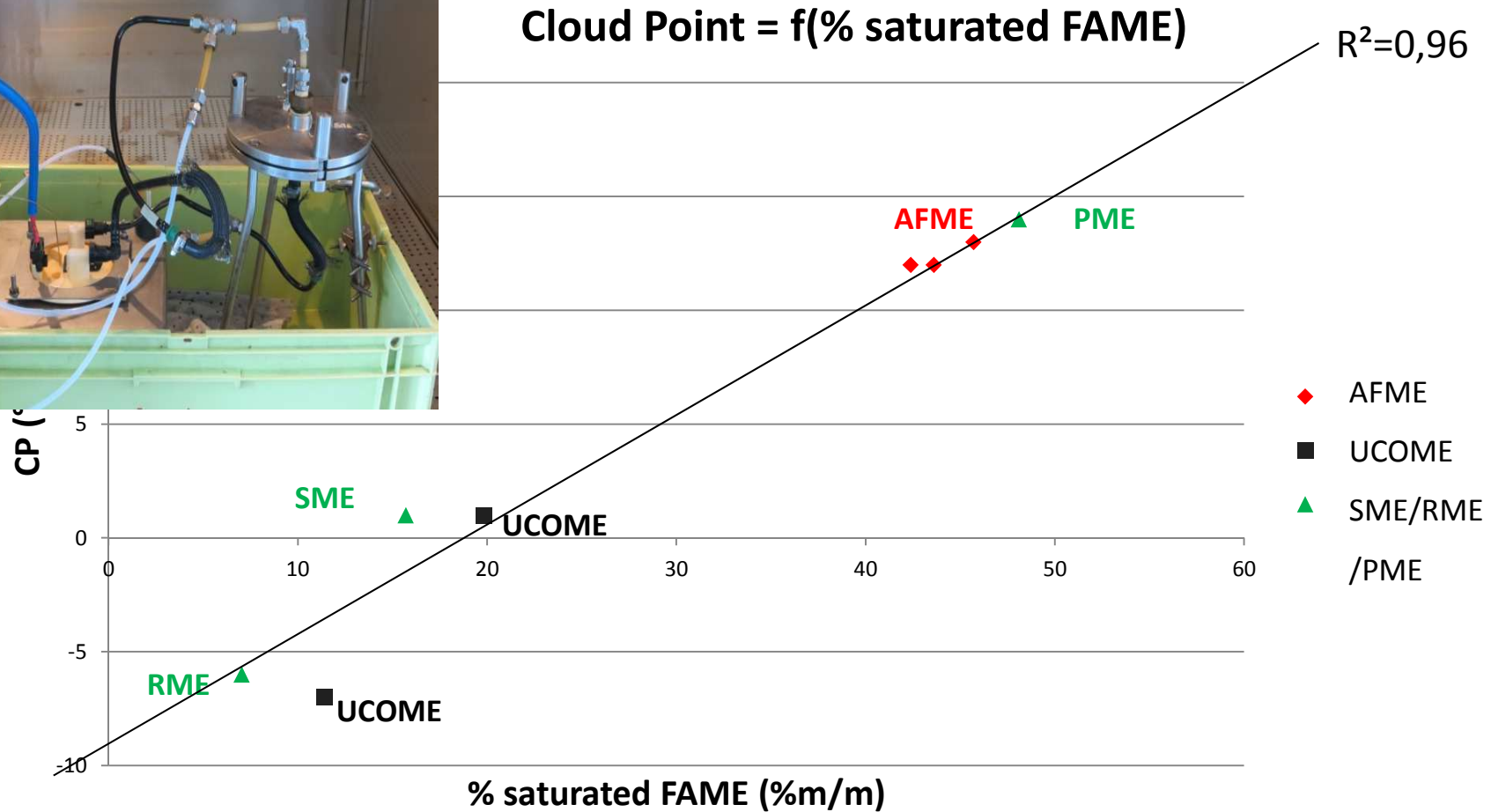
2. For the purposes of demonstrating compliance with national renewable energy obligations placed on operators and the target for the use of energy from renewable sources in all forms of transport referred to in Article 3(4), the contribution made by biofuels produced from wastes, residues, non-food cellulosic material, and ligno-cellulosic material shall be considered to be twice that made by other biofuels.



**UK (B5) : pas de limitation
FR (B7) : limitation @
maxi 0,35 %énergie**



Données issues du laboratoire de PSA



- No correlation between cloud point and monoglycerides content
- **Good correlation between cloud point and saturated methyl ester content**
- Animal fats have bad CP (high level of saturated FAME) as Palm ME

Biodiesel : condition pour passer du B7 au B8



Renforcement des propriétés à froid, reprise dans le dernier décret Français (31/12/2014)

Art. 1^{er}. – Le tableau de l'annexe I « 2.2. Caractéristiques de tenue au froid » de l'arrêté du 30 juin 2010 susvisé, portant sur les caractéristiques de tenue à froid des esters méthyliques d'acides gras (EMAG), est remplacé par le tableau suivant :

CARACTÉRISTIQUES	UNITÉ	LIMITES (MAX.)	
		Eté	Hiver
Température limite de filtrabilité (TLF)	°C, max.	0	- 5
Point de trouble	°C, max.	+ 5	0
Teneur en monoglycérides	% (m/m), max.	0,70	0,70
Teneur en esters saturés	% (m/m), max.	30	16

La position de PSA Peugeot Citroën sur le biodiesel n'a pas changé

- **Tous les véhicules Diesel de PSA Peugeot Citroën Diesel sont compatibles de 10% de biodiesel (B10) et jusqu'à 30% (B30) en adaptant de façon limitée la maintenance (qualité du lubrifiant, pas de maintenance du lubrifiant et du filtre à gazole)**
- **Tous les moteurs Diesel de PSA sont compatibles des biodiesels de seconde génération (GTL, HVO...) : leur développement n'est pas de la responsabilité des constructeurs (bilan environnemental, couts de productions...)**
- **Produire du Biodiesel devrait être une priorité R&D au niveau Français et Européen (balance essence/Diesel, efficacité CO₂...)**
- **Les augmentations de taux d'introduction doivent cependant être décidées au niveau Européen pour limiter la diversité...**



Conditions d'un développement réussi du bioéthanol

- **Pas d'évolution « unilatérale »** des spécifications carburant pour permettre l'incorporation de l'éthanol ...
 - Le compromis avec l'industrie pétrolière lors de l'introduction du SP95 E10 a été exemplaire mais un peu tardif...
 - Au-delà de 10% d'éthanol, besoin de connaître dès maintenant les caractéristiques futures des carburants : **nous finissons de calibrer les moteurs qui seront majoritaires dans la rue en 2020 !!!**
- L'éthanol peut entraîner des problèmes spécifiques
 - Encrassement des conduits et des de la chambre liés à la dégradation du lubrifiant
 - Encrassement des injecteurs IDE, *observé en Amérique Latine en présence de sulfate de sodium (entre autre...)*
- **Position PSA : privilégier l'introduction généralisée** par rapport au développement de motorisations spécifiques (flex-fuel)
Tous les véhicules PSA produits après 2000 sont compatibles E10.



Les challenges liés à la mobilité : énergie et environnement

Adéquation moteur/carburant : une compatibilité avec les biocarburants qui s'améliore continûment

Impact des normes de dépollution de plus en plus exigeantes, couplées au renforcement de la contrainte CO₂

Les problématiques liées à l'internationalisation des motorisations

Contrainte CO2 : fort downsizing en Essence

La famille EB PureTech



EB PureTech, lancé en 2012

Moteurs 3 cylindres
atmosphériques (1l et 1.2l)

Gain de 20% en
consommation , associée
à des performances
améliorées

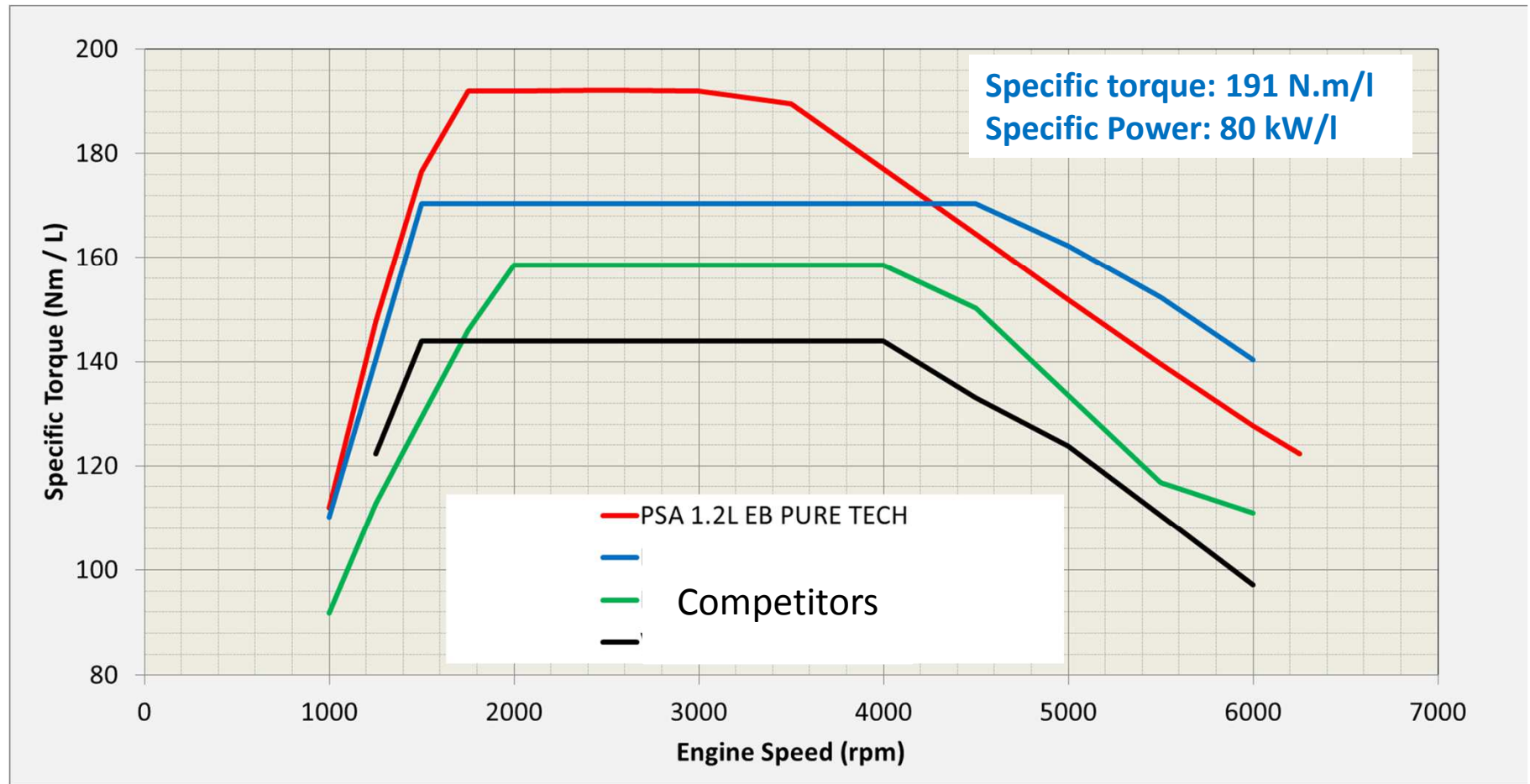


**EB turbo PureTech, lancé en
Mars 2014**

Moteur suralimenté 3 cylindres à
injection directe (1.2l)

Investissement de 900 M€ (R&D et CAPEX)

Une performance spécifique parmi les plus élevées, avec un taux de compression de 10,5:1...



Le moteur de 1.2l EB Turbo PureTech est la référence en termes de performance spécifique dans cette catégorie de cylindrée

L'optimisation globale de la nouvelle Peugeot 308

1,2l EB turbo PureTech
avec étagement de boîte
optimisé

-17% / -25g de CO₂/km

Microhybride
(Stop&Start plus
management électrique)

-6g de CO₂/km

Aérodynamique

-2dm² / -1g de CO₂/km



Masse du Véhicule

-140kg / -6g de CO₂/km

**Résistance au
roulement**

-10% / -2g de CO₂/km

40 g de réduction de CO₂/km pour la nouvelle 308 1,2l EB Turbo PureTech
BV6, en comparaison de l'ancienne 308 1,6l atmosphérique

Un record de consommation pour la Peugeot 308 équipée du nouveau 3 cylindres 1,2l Turbo Puretech



- Un véhicule de série Peugeot 308 équipé du nouveau moteur 3 cylindres 1,2l Turbo PureTech 130 hp (96 kW) a établi un **nouveau record de consommation** : 2,85 l/100 km et 1 810 km avec un plein d'essence (51,37 l) !

Quelles conséquences en termes de carburants ?

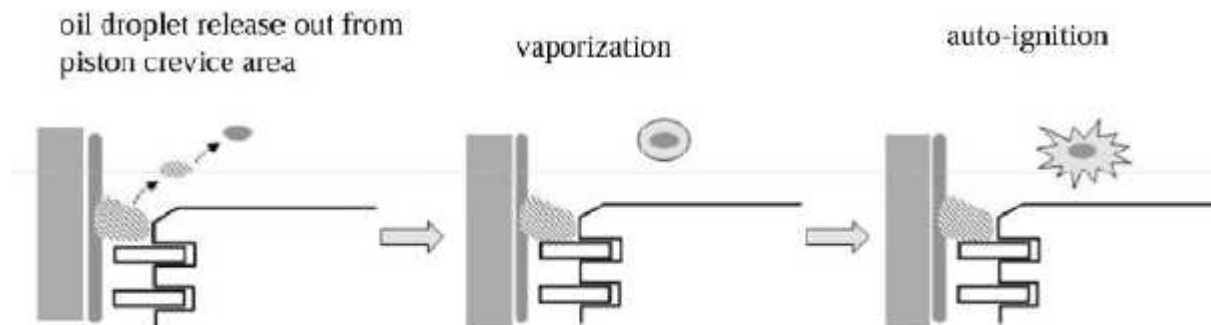


- **A fort taux de compression et PME (moteur performance), le risque de pré-allumage (Rumble) est plus important**

- Le pré-allumage thermodynamique est parfaitement maîtrisé
- Le pré-allumage lié à l'encrassement, maîtrisé à la conception via des essais de robustesse, peut être plus aléatoire en conditions réelles (qualités carburant et conditions extrêmes T et altitude)

- **Des impacts carburants encore mal compris...**

- Influence de la composition du carburant sur les encrassements (conduits/chambre)
- Impact de la nature de l'huile en regard du carburant utilisé
- Impact des réglages (dont IGR, croisements)
- ...



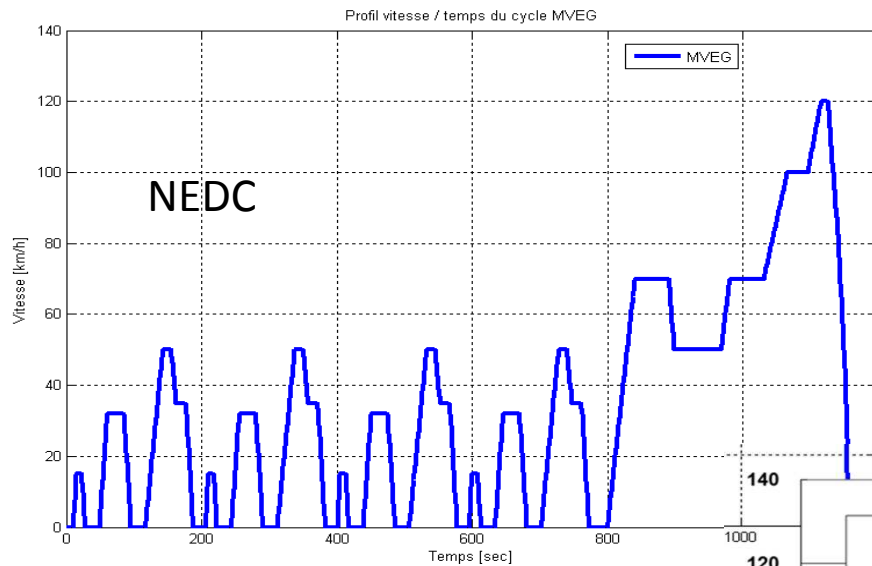
De nouvelles contraintes réglementaires en Europe



- **La norme Euro6.b (09/2014) va être adaptée 2017 (Euro6.c) pour réduire les écarts entre émissions réglementaires et émissions réelles** (cela concerne à la fois le CO₂ (consommation) et les polluants)

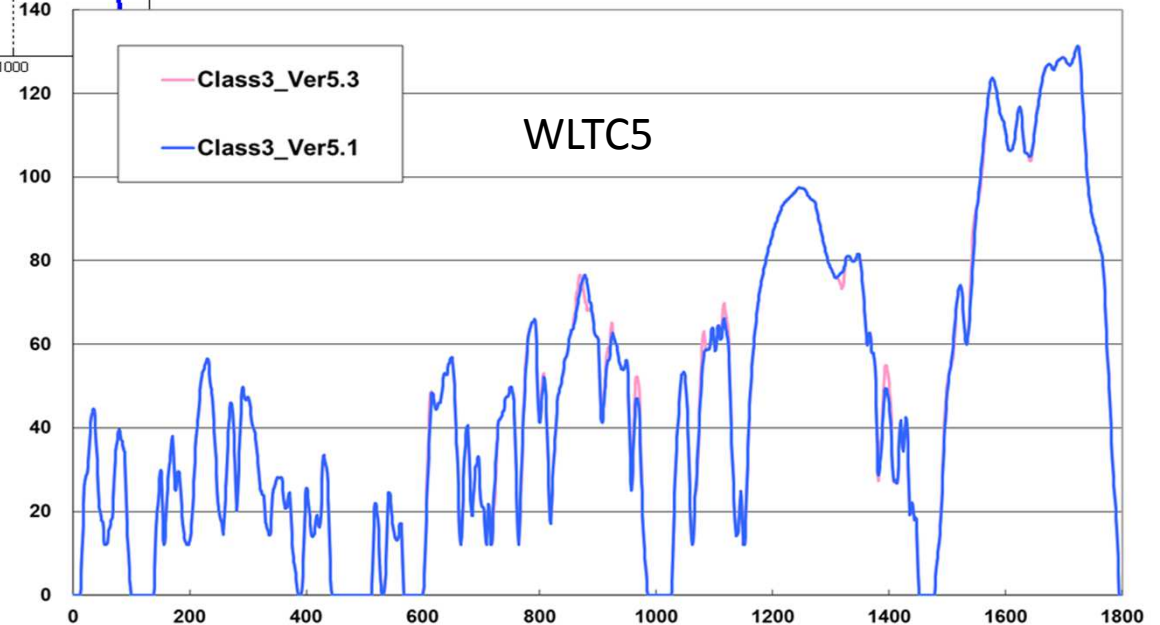
- **Nouvelles contraintes toujours en discussion au niveau Européen**
 - Une **nouvelle procédure** d'homologation (World Light duty harmonized Test Procedure → **WLTP**) :
 - Un cycle (WLTC) plus dynamique
 - Un changement de la masse de référence et de la définition du coast down défi
 - Un changement de rapport imposé pour les boites manuelle du moteur, de la boite et des caractéristiques du véhicule
 - Une nouvelle procédure pour le management de l'énergie électrique impactant les motorisations hybrides
 - ...

Evolution du cycle réglementaire (WLTC)



	NEDC 4 UDC + EUDC	WLTC v5 L+M+H+ExH
Durée (s)	1180	1800
Longueur (km)	11,0	23,3
Vitesse moyenne (km/h)	33,6	46,5

Nouveau cycle



De nouvelles contraintes réglementaires

- La norme Euro6.b (09/2014) va être adaptée 2017 (Euro6.c) **pour réduire les écarts entre émissions réglementaires et émissions réelles** (cela concerne à la fois le CO₂ (consommation) et les polluants)
- **Nouvelles contraintes sont en discussion au niveau Européen :**
 - Une nouvelle procédure d'homologation (**WLTP**)
 - La mesure des émissions en conditions « normales » (**Real Driving Emission test, ou RDE**)



By courtesy of AVL

Polluants ciblés :

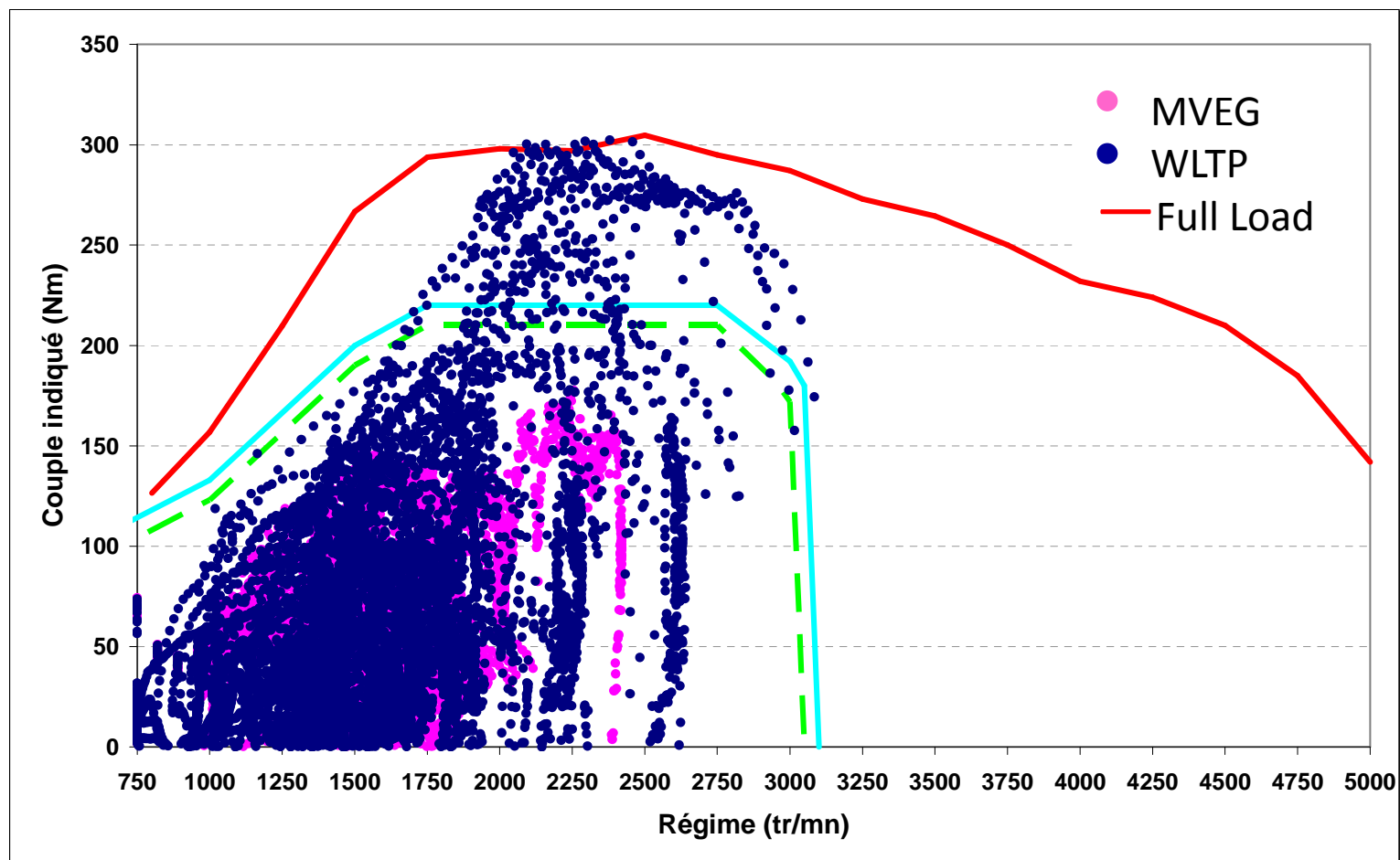
- CO
- NOx
- Les particules en nombre (PN)

“**Not to exceed**” : les émissions en conduite normale ne devront pas excéder x fois la norme (x : conformity factor ou CF)

Impact de ces nouvelles contraintes en Diesel

■ Dépolluer sur une plus large partie du champ moteur

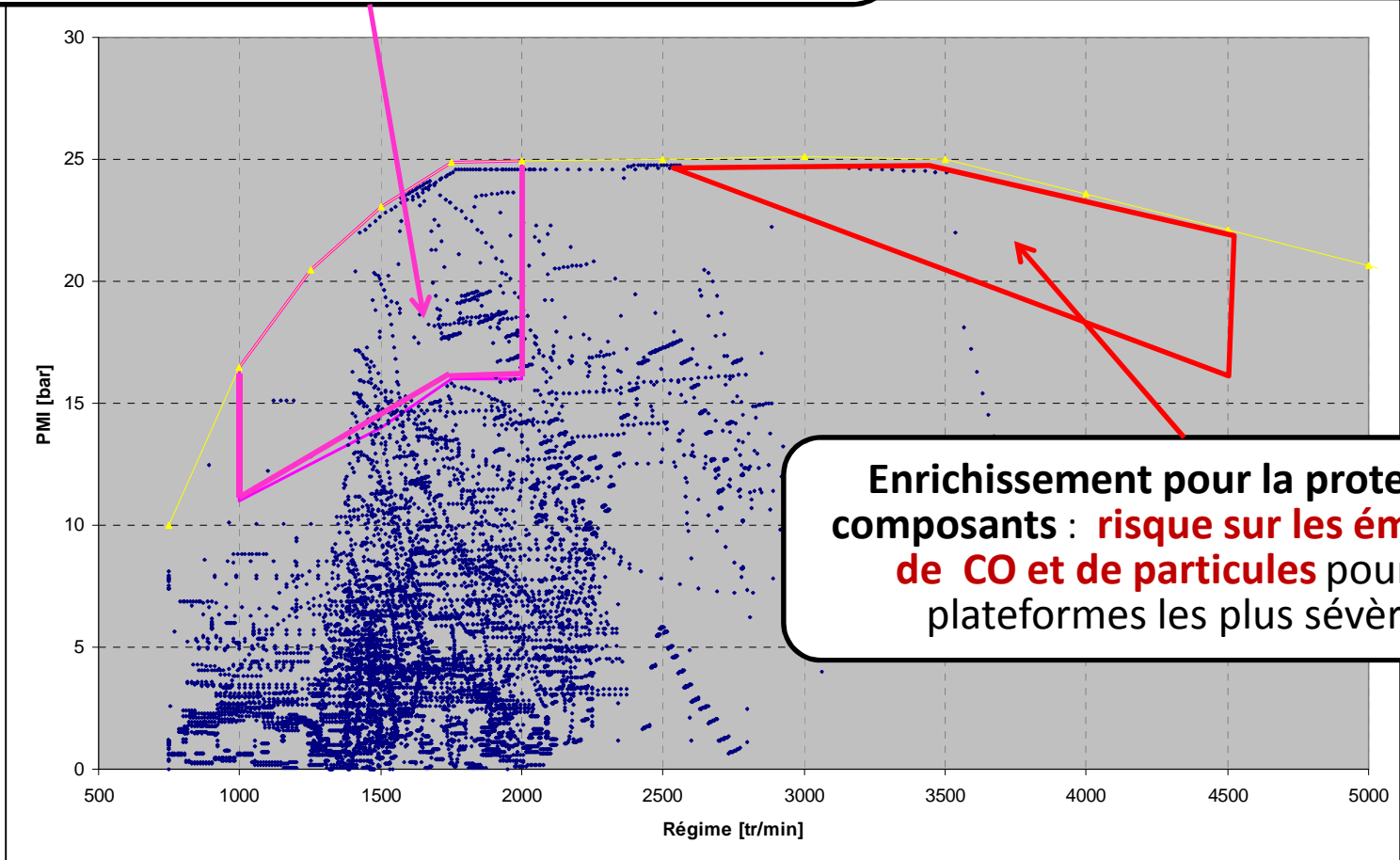
- Elargissement de la zone EGR → **maîtriser l'encrassement** (carburant?)
- Utilisation de systèmes de dépollution plus efficaces (**généralisation SCR**)



Risque émission pour les moteurs essence : un impact plus important pour les moteurs down-sizés



- Balayage pour maintenir le couple bas régime :**
- Balayage en pauvre : **risque sur les émissions de NOx**
 - Balayage stœchiométrique (lambda 1) : **risque sur les émissions de particules et la performance**

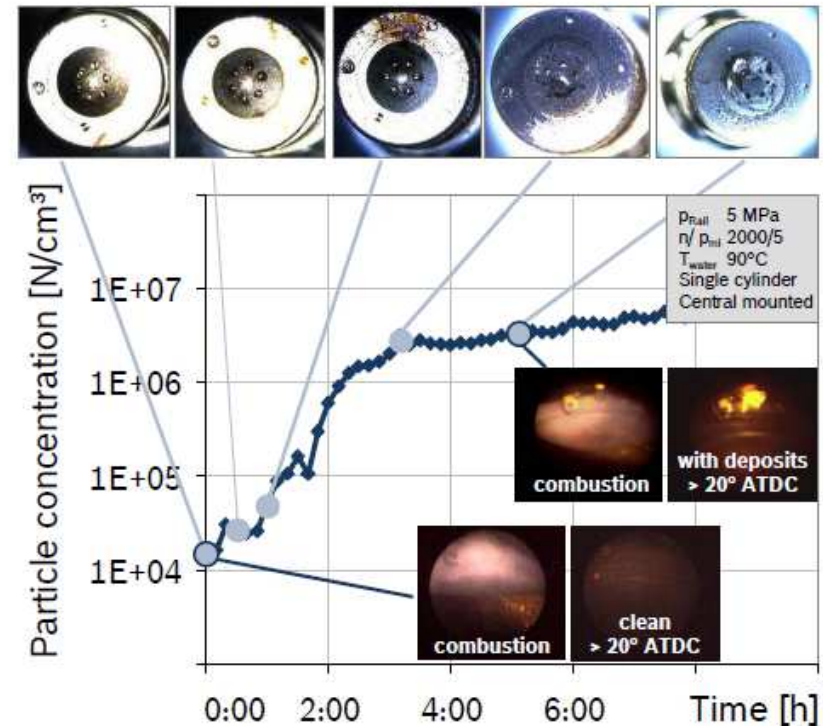


Enrichissement pour la protection composants : risque sur les émissions de CO et de particules pour les plateformes les plus sévères

Résiduel de carburant sur le nez d'injecteur



video_flamme_de_diffusion_nez_injecteur.avi



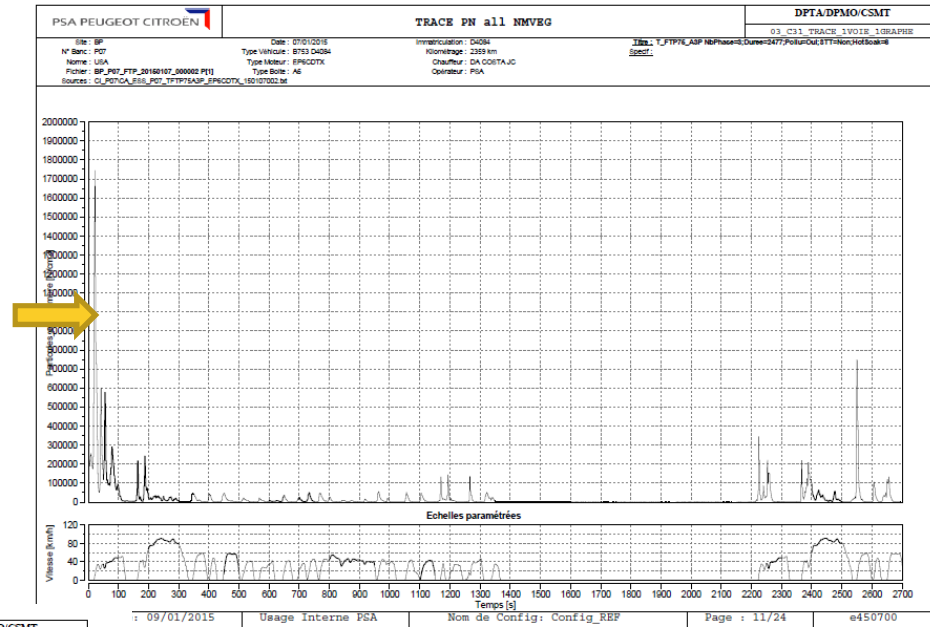
- ➔ **Flamme de diffusion** à la base du nez d'injecteur, en présence de **dépôts** présents sur le nez d'injecteur
- ➔ **Peut-on améliorer la situation via la formulation carburant?**

Impact de la nature du carburant sur les émissions de particules en IDE



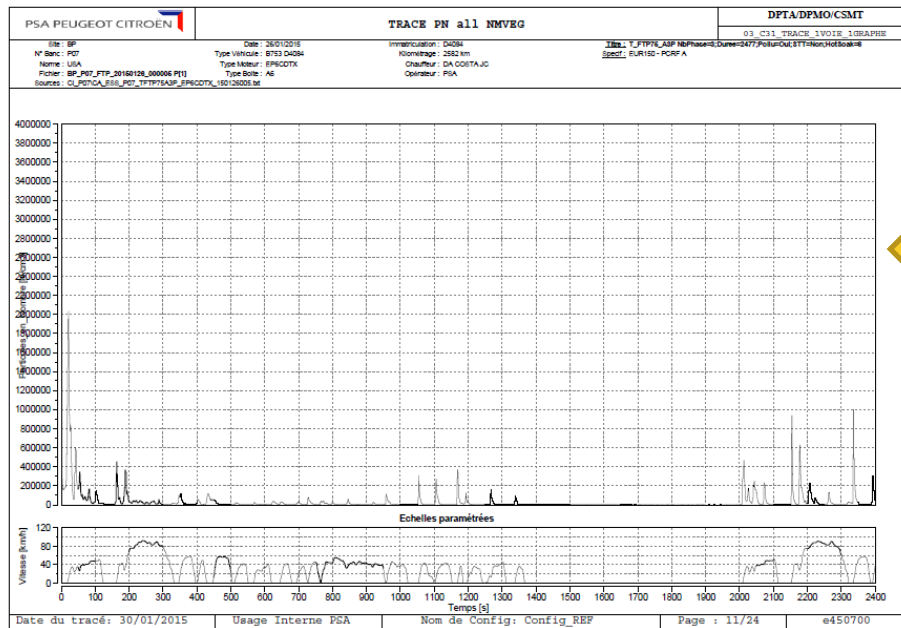
En carburant E10, 4 10^e11 part/km

Echelle max : 2000000



En carburant E5, 5,4 10^e11 part/km

Echelle max : 4000000



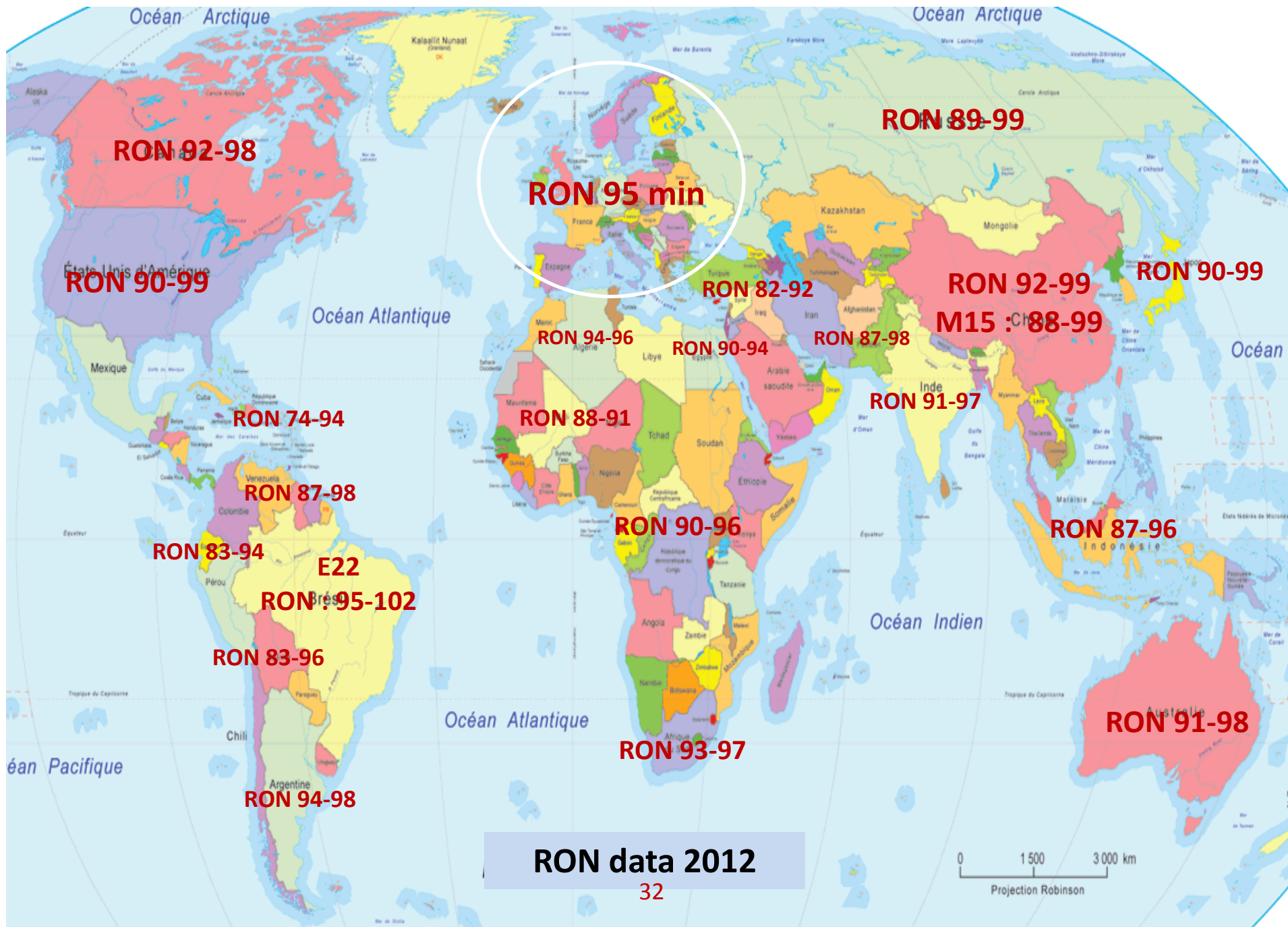
**Des impacts jusqu'en Chine
(Beijing 6!)**

Les challenges liés à la mobilité : énergie et environnement

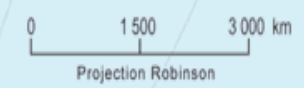
Adéquation moteur/carburant : une compatibilité avec les biocarburants qui s'améliore continûment

Impact des normes de dépollution de plus en plus exigeantes, couplées au renforcement de la contrainte CO₂

Les problématiques liées à l'internationalisation des motorisations

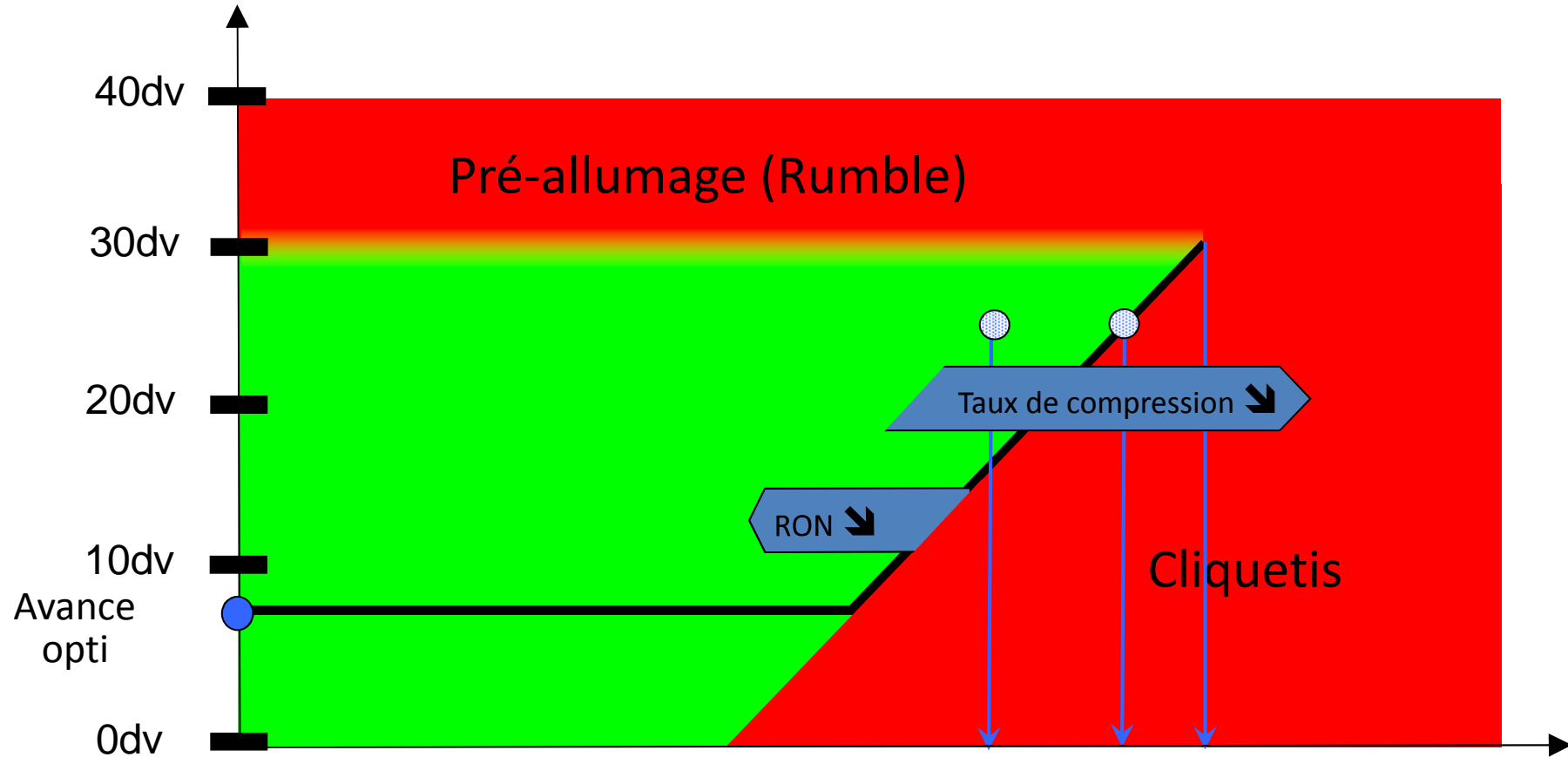


RON data 2012



Iso régime pour un moteur suralimenté (cas d'un 1500rpm)

CA50 (degré vilebrequin)



Emissions de CO₂ faibles

- A inférieures ou égales à 100 g/km
- B de 101 à 120 g/km
- C de 121 à 140 g/km
- D de 141 à 160 g/km
- E de 161 à 200 g/km
- F de 201 à 250 g/km
- G supérieures à 250 g/km



Emissions de CO₂ élevées

C_{max} résultante RON dégradé
 C_{max} référence ou C_{max} RON dégradé + RVC adapté
 C_{max} potentiel
Couple

→ Compromis : RON / Couple max (régime accrochage) / Taux de compression

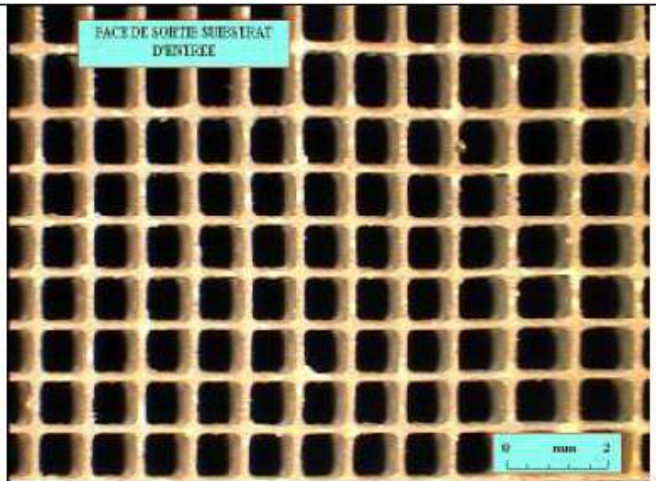
Impacts « classiques » de la qualité des carburants, comme certains additifs tels le MMT



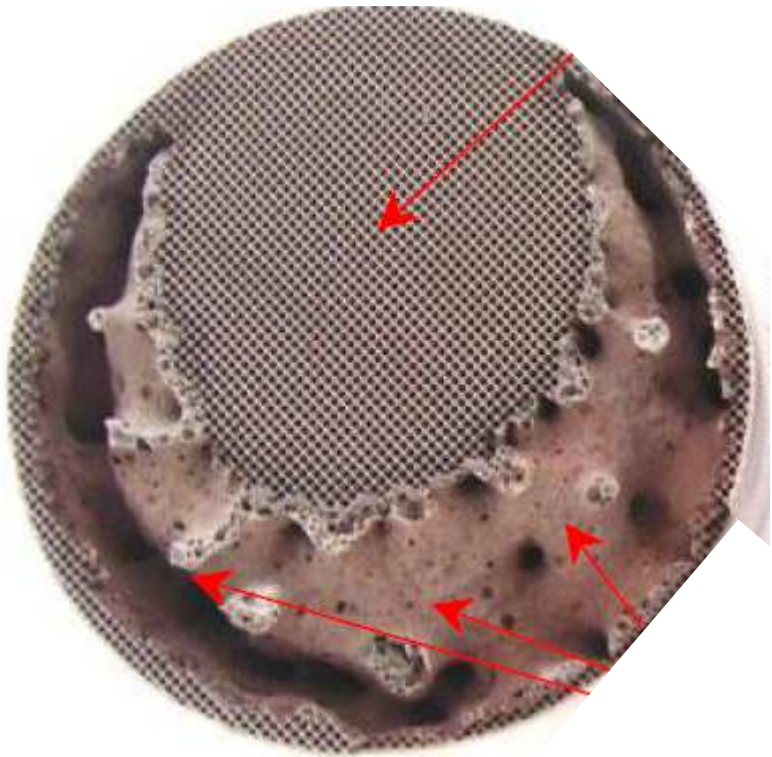
Encrassement catalyseur par MMT (Chine)



CENTRE DE LA FACE D'ENTREE



CENTRE DE LA FACE DE SORTIE



Conclusions



- **Des contraintes en termes d'émissions de polluants de plus en plus sévères, quelles que soient les zones de commercialisation**
- **Les grandes zones (Chine Europe, US, Japon...) exigent des niveaux d'émissions de CO₂ de plus en plus sévères**
 - ➔ **Des motorisations performantes (downsizing, IDE, Diesel...) attendues sur toutes les zones, avec des carburants pas toujours adaptés**
 - ➔ **Des problématiques carburant de plus en plus nombreuses, liées au phénomènes d'encrassement, aux risques de préallumage ou de cliquetis, à l'introduction de carburants alternatifs...**

ANNEXE