

PLATINOÏDES ET AUTOMOBILE ENJEUX ET PERSPECTIVES

SÉMINAIRE COMES, 18/02/2015

18/02/2015

Comité des Constructeurs Français d'Automobiles

- 
- 1. Catalyse automobile et PGM**
 - 2. Evolution de la demande & impacts**
 - 3. Recyclage des pots catalytiques**
 - 4. Perspectives & conclusions**

Réglementations sur les émissions polluantes

Véhicules particuliers entre 1992-2015



3

(dates application tous types) mg/km	CO		THC		NOx		HC+NOx		Particules	
	Essence GPL/GNV	Diesel	Essence GPL/GNV	Diesel	Essence GPL/GNV	Diesel	Essence GPL/GNV	Diesel	Essence Inj. directe	Diesel
Euro 0	7400	7400					1970	1970		(400)
Euro 1 (1992)	2720	2720					970	970		140
Euro 4 (2006)	1000	500	100		80	250		300		25
Euro 5 2011	1000	500	100		60	180		230	5	5
									+ PN (nombre/km) à partir d'Euro 5b (diesel) et Euro 6 (essence)	
Euro 6 2014	1000	500	100		60	80		170	4.5	4.5

Evolution du parc VP (France)

4

Structure Parc (% nbre véhicules)	Catégorie EURO	2010	2015	2020	2025	2030
a-Diesel	a-preEURO	1,8	0,5	0,0	0,0	0,0
	Euro-1	3,7	1,3	0,3	0,0	0,0
	Euro-2	7,1	3,2	1,1	0,2	0,0
	Euro-3	20,4	12,9	5,6	1,8	0,3
	Euro-4	23,5	21,3	13,0	5,5	1,8
	Euro-5	1,5	24,2	21,3	12,7	5,3
	Euro-6	0,0	1,5	23,5	37,5	36,2
	Total	58,0	64,8	64,9	57,8	43,7
b-Essence	a-preEURO	5,4	1,4	0,1	0,0	0,0
	Euro-1	5,9	2,4	0,7	0,0	0,0
	Euro-2	10,1	5,1	1,9	0,4	0,0
	Euro-3	11,1	7,5	3,6	1,3	0,3
	Euro-4	8,3	7,7	5,3	2,6	0,9
	Euro-5	0,5	9,0	8,2	5,6	2,7
	Euro-6	0,0	0,6	11,5	21,5	25,1
	Total	41,4	33,7	31,3	31,5	29,0
e-Hybride Diesel		0,0	0,2	0,8	2,4	5,1
f-Hybride essence		0,1	0,5	1,8	5,7	13,5
g-PC BEV (électrique)		0,0	0,1	0,5	1,8	4,7
h-PC PHEV Petrol (hybride rechargeable)		0,0	0,0	0,0	0,1	3,5
Autres (GPL, E85, ...)		0,5	0,7	0,8	0,7	0,5
	Motorisations alternatives	0,6	1,5	3,9	10,7	27,3

ADEME: calcul-emissions-polluants-transports-routiers-en-france-2014.pdf

<http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/calcul-emissions-polluants-transports-routiers-en-france-2014.pdf>

Solutions technologiques pour satisfaire la réglementation sur les émissions polluantes

5

Le support mécanique

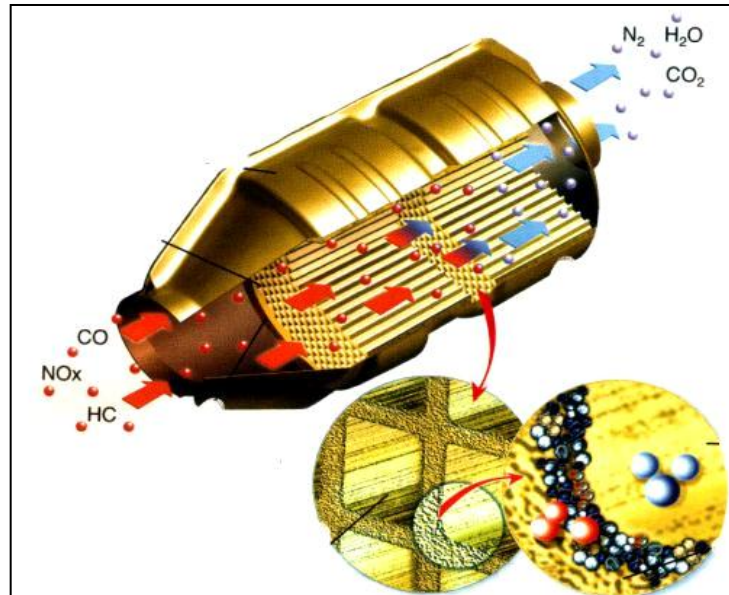
En essence :

HC, CO, NOx :

TWC

Particules :

GPF



En Diesel :

HC, CO :

CATOX

Particules :

FAP

NOx :

PANOX
et SCR



1. Catalyse automobile et PGM

2. Evolution de la demande & impacts

3. Recyclage des pots catalytiques

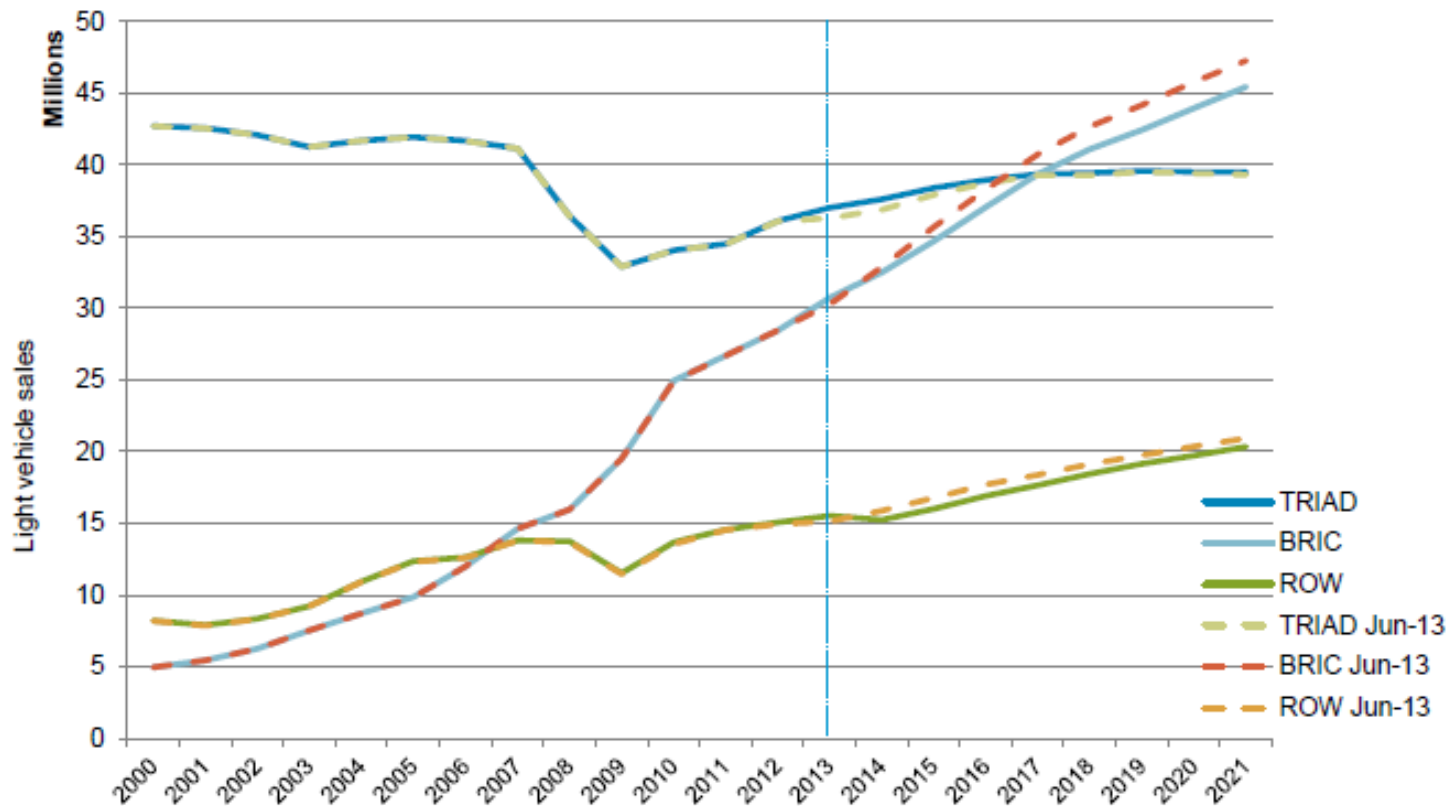
4. Perspectives & conclusions

Un marché automobile mondial en forte croissance

Vers 100 millions de véhicules/an dès 2018...

7

Des marchés en croissance (Chine, Brésil, USA, Russie....) avec des exigences plus sévères en émissions à l'échappement



Notes: Triad is Traditionally US, WE and Japan (this chart also includes Canada and Korea)

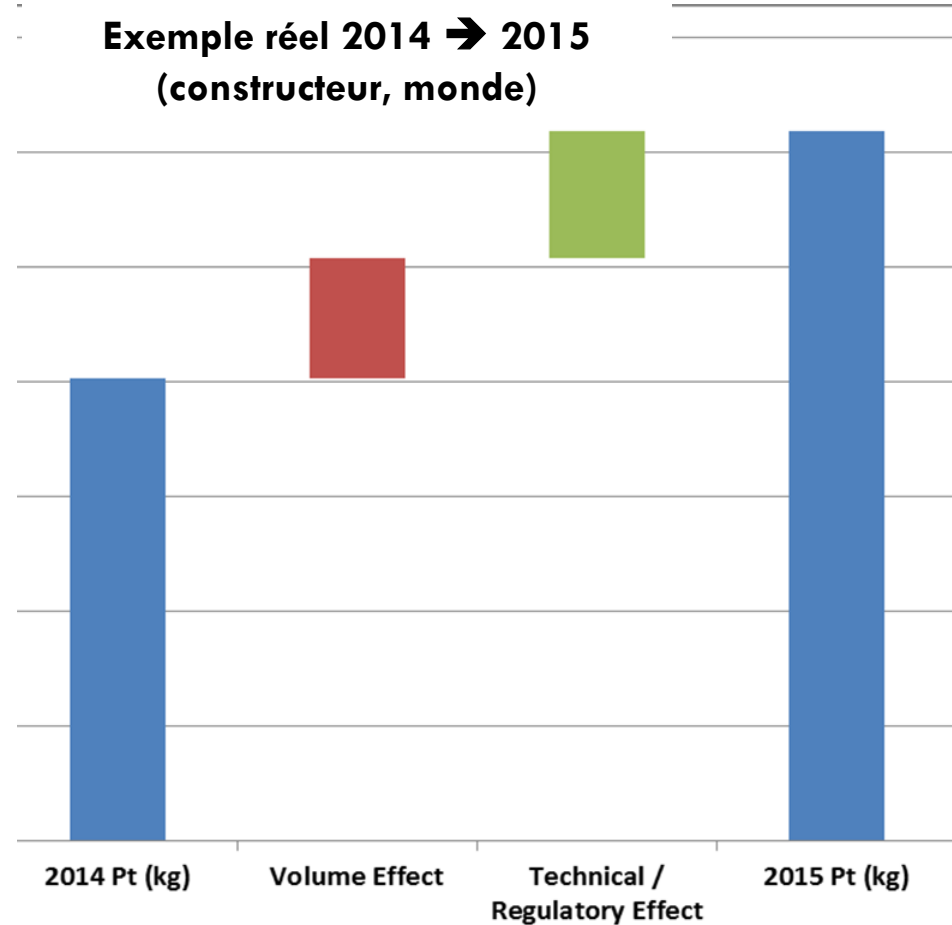
Source: IHS

© 2014 IHS

Une demande en PGM tirée par les évolutions réglementaires et la croissance du marché automobile

8

- Anticipation d'une accélération significative de la demande des PGM sur 2015-2020 (marché automobile en croissance, réglementations émissions à l'échappement)
- En particulier les évolutions 2015 - 2020 vont accélérer les tensions sur le marché des PGM :
 - ➔ Réglementations émissions Chine (Beijing6),
 - ➔ Renouvellement d'un parc ancien (USA, Europe)
 - ➔ Diesélisation du parc sur certains marchés émergents



Un suivi fin de l'évolution des scénarios offre/demande est requis.

Quelle exposition des constructeurs automobiles français ?

9

Estimation CCFA des consommations agrégées des groupes PSA et RSA

2014	Tonnes	% Demande auto mondiale
Pt	8	8,5
Pd	11	4,5
Rh	0,75	9,5
Total PGM	env. 20	

Un exercice à prendre avec précaution

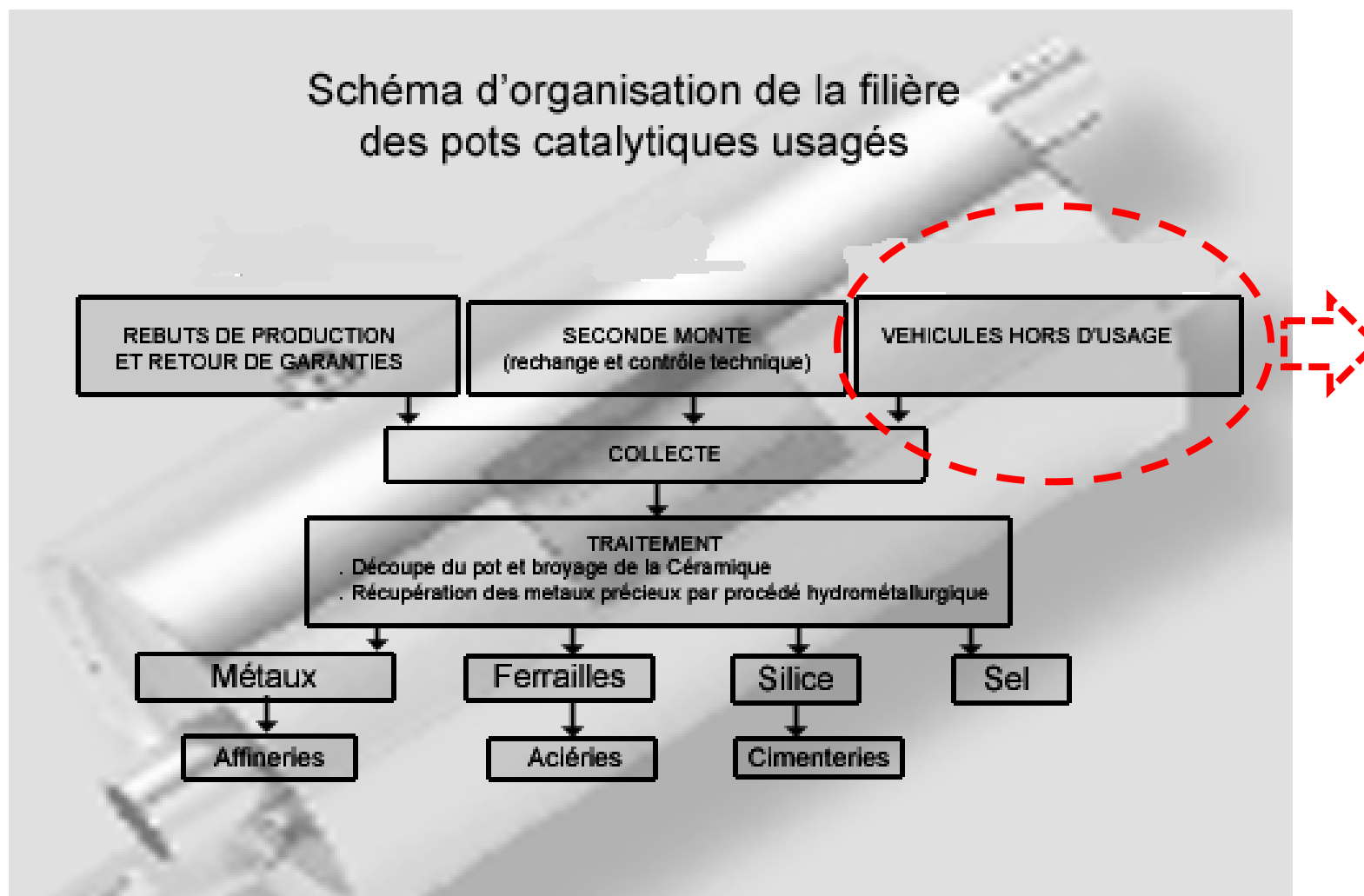
- Une exposition naturellement forte des constructeurs européens (réglementations, mix Diesel,...)
- Des volumes pas uniquement autoconsommés mais revendus pour partie à des tiers (partenaires véhicules, groupes motopropulseurs,...)

Ils sont donc une estimation de la demande que représentent ces deux groupes sur le marché des PGM.

- 
1. Catalyse automobile et PGM
 2. Evolution de la demande & impacts
 - 3. Recyclage des pots catalytiques**
 4. Perspectives & conclusions

Recyclage – Schéma général

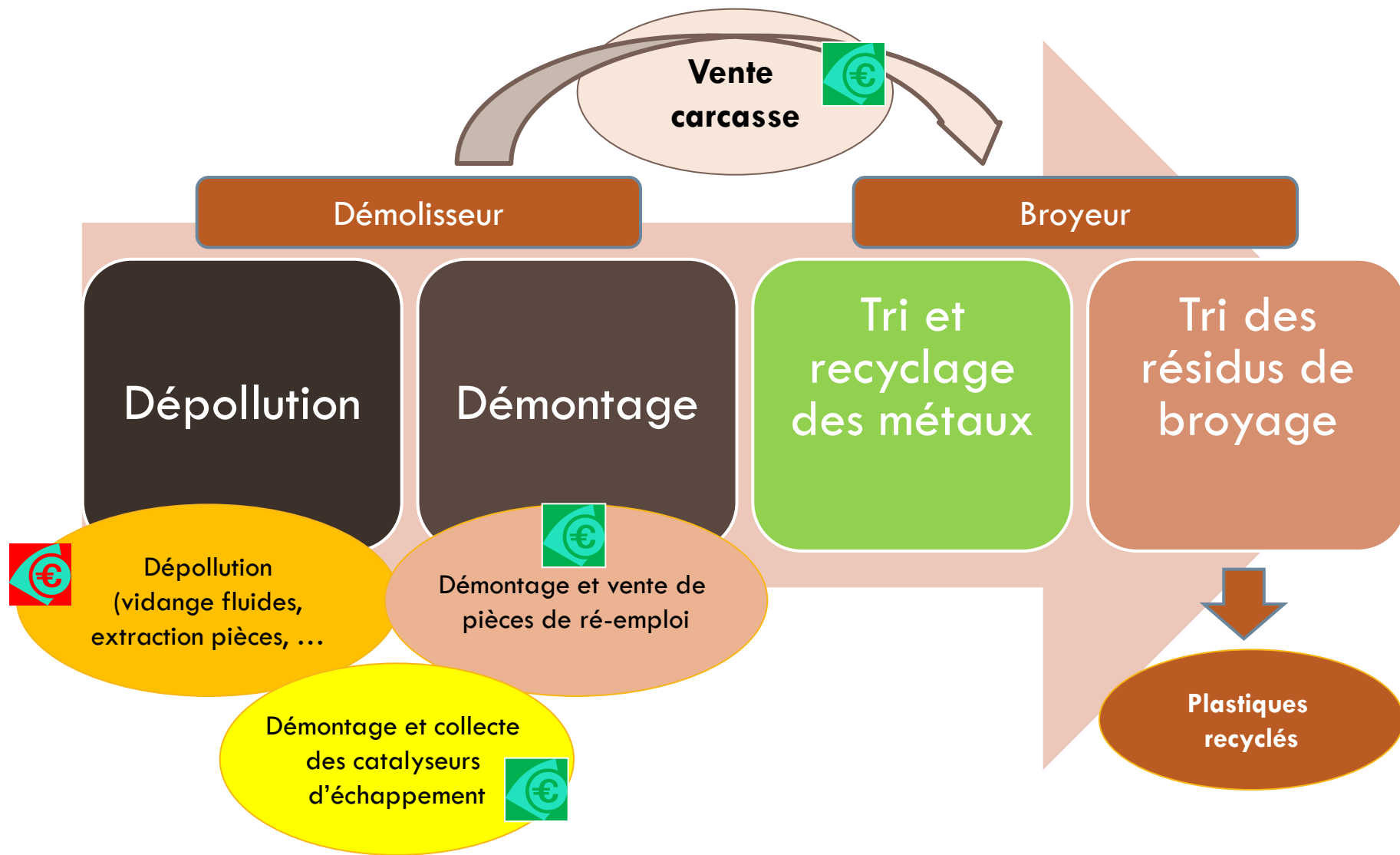
11



Recyclage – Filière VHU

La récupération des pots catalytiques fait partie de l'équilibre économique de la filière

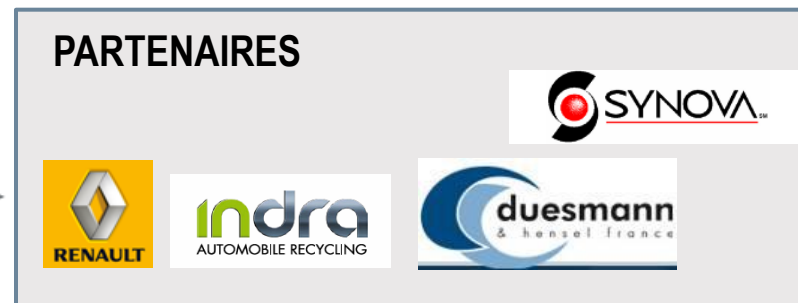
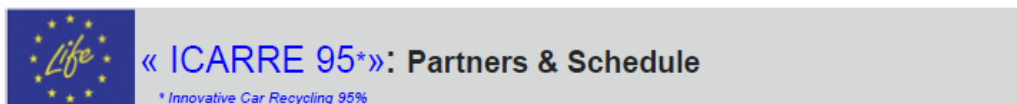
12



Principe des Boucles Courtes

Projet Européen ICARRE95

13



> 42000 pots catalytiques collectés en France en 2014

Le taux de collecte et de retour (concessions, centres VHU) reste trop faible

Masse totale PGM collectée

	Pt (kg)	Pd (kg)	Rh (kg)	Total
2 012	27,36	16,45	2,60	46,42
2 013	42,53	29,76	5,44	77,73
2 014	54,36	47,39	6,55	108,29

Les enjeux pour la filière automobile française

- Réduire les filières illégales et les exportations non-contrôlées
- Développer des opportunités via le renouvellement du parc automobile, notamment post Euro2

- 
1. Catalyse automobile et PGM
 2. Evolution de la demande & impacts
 3. Recyclage des pots catalytiques
 - 4. Perspectives & Conclusions**

Perspectives et conclusions :

15

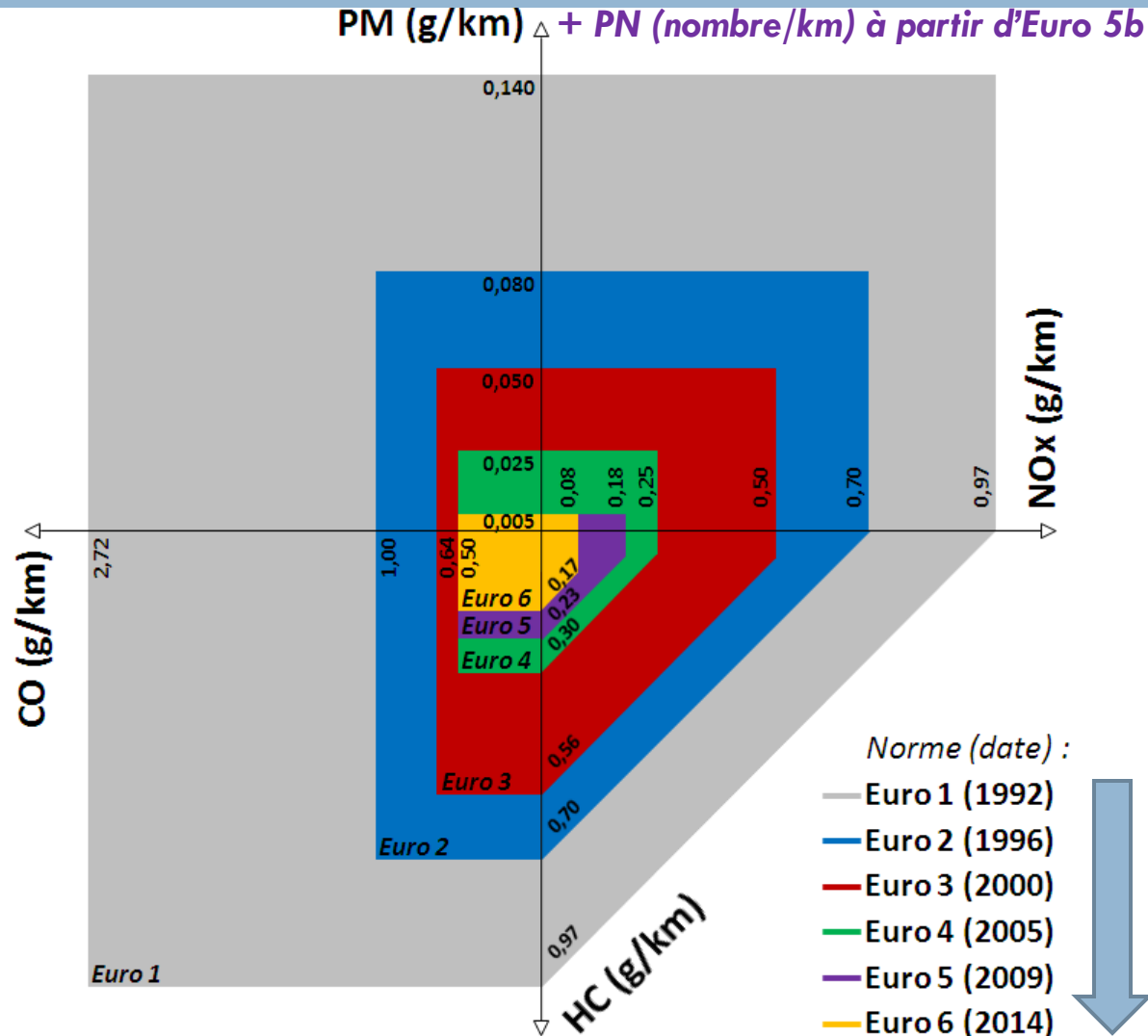
- Sur la période 2015 – 2020, accroissement de la demande liée à la sévénisation des normes émissions (EU, US et Chine) et à l'augmentation des volumes
- Certains platinoïdes plus à risque que d'autres (cf. vision des coaters)
- Favoriser le recyclage des PGM via le développement d'une filière bien structurée pour répondre à l'augmentation de la demande en Europe en particuliers
- Importance de la R&D en Catalyse pour la substitution partielle ou totale des platinoïdes
- Sévéniser encore les limites émissions reviendra à augmenter la pression sur le marché des PGM sans avoir d'impact significatif sur la QA en ville. Il est plus efficace de fixer des exigences hors cycle et c'est bien, ce qui sera fait à partir de 2017 (Euro6.2).



ANNEXES

Normes Euro

Véhicules particuliers diesel



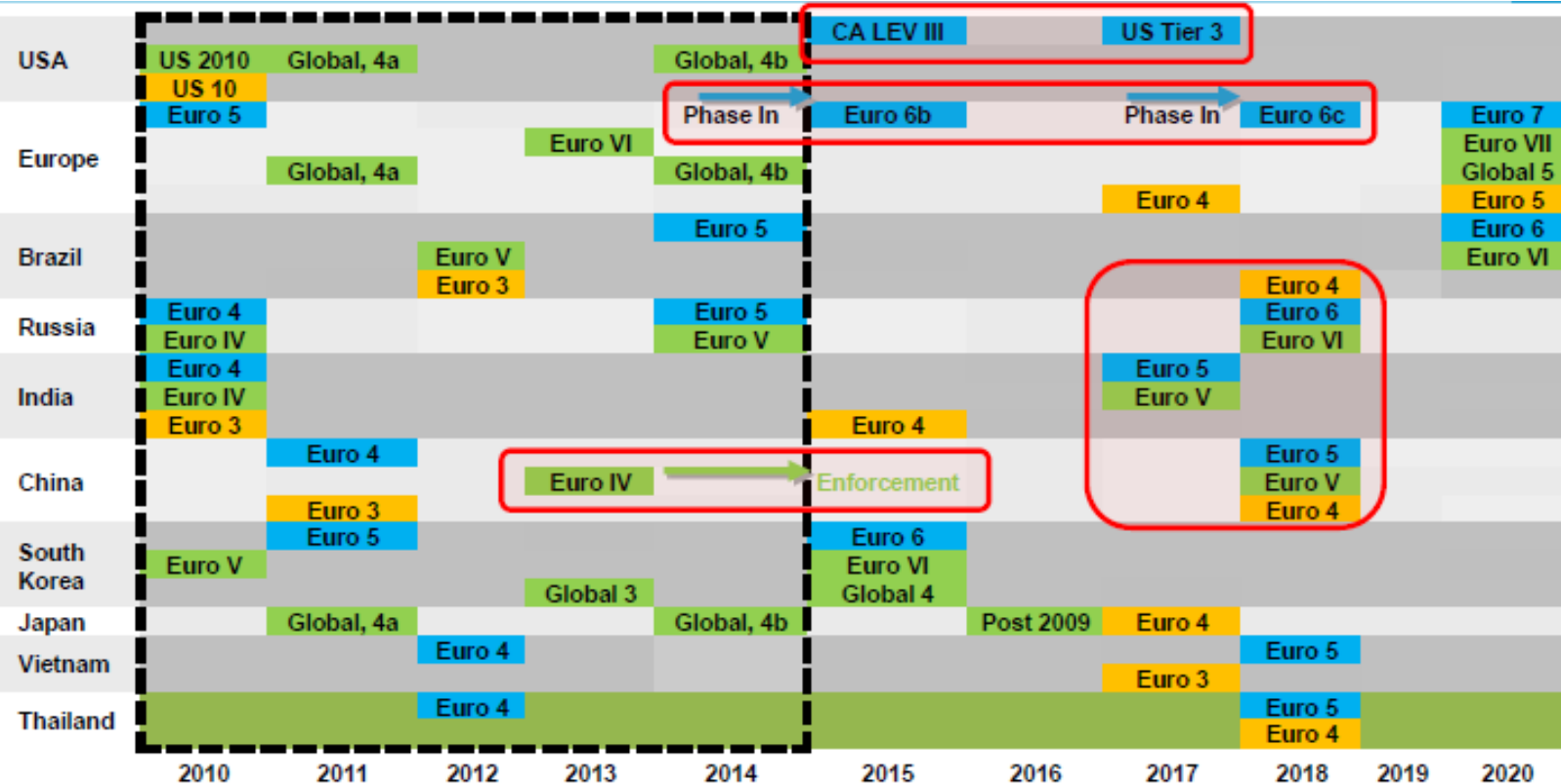
Des évolutions réglementaires sur les émissions qui vont tirer la demande en PGM sur des marchés à forte croissance

18

Updated Jul/2014

Light Duty
Heavy Duty
Motorcycle

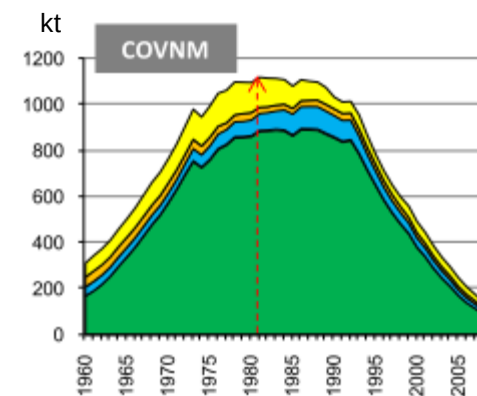
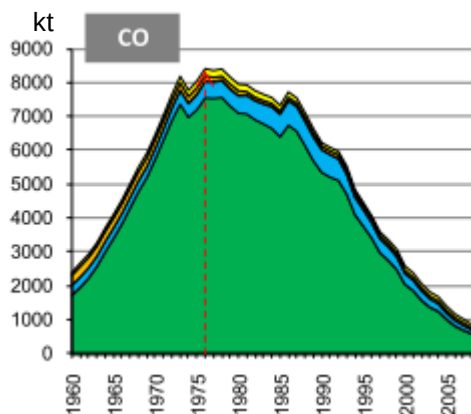
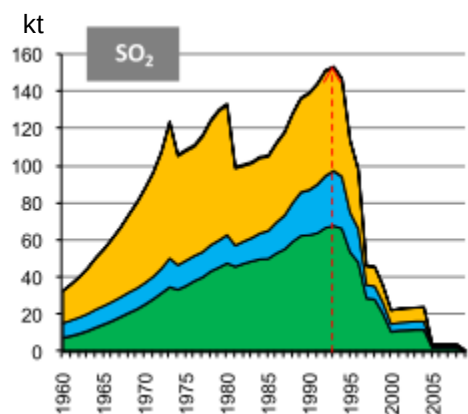
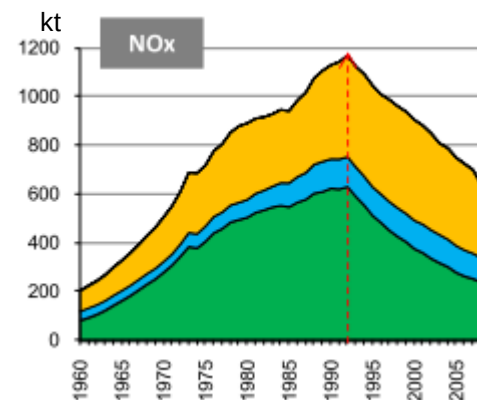
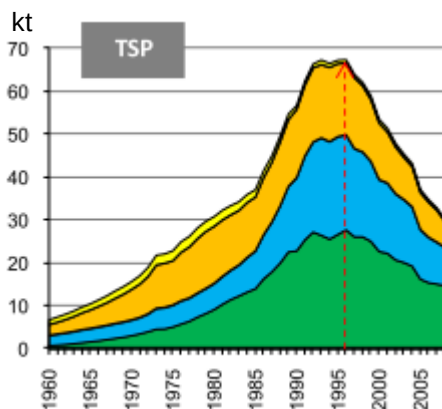
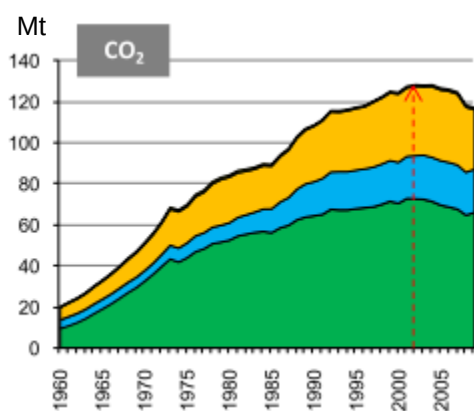
Existing Regulations



Émissions du transport routier

Bilan France métropolitaine, source CITEPA Secten 2011

19



Voitures particulières

Véhicules utilitaires

Poids lourds

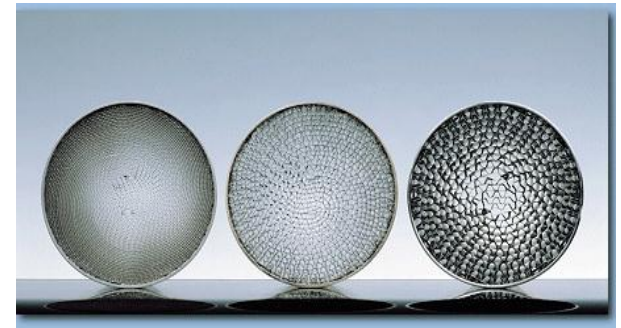
Deux roues



Le support mécanique

20

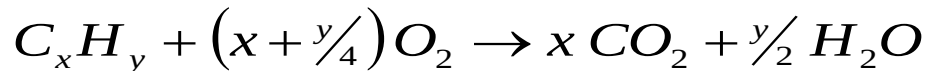
- **Rôles du support mécanique**
 - Supporter physiquement la phase active sans réagir avec
 - Développer une surface aussi élevée que possible tout en minimisant la contre pression échapt
 - Résister aux T élevée de l'échappement
- **Utilisation d'une structure en « nid d'abeille »** (canaux le plus souvent carrés et toujours traversant) pour :
 - Optimiser l'écoulement du flux gazeux
 - Améliorer le compromis surface de contact / CPE
 - Augmenter la robustesse thermo-mécaniques
- **Matériaux** généralement en cordiélite (céramique) et exceptionnellement en alliage métallique



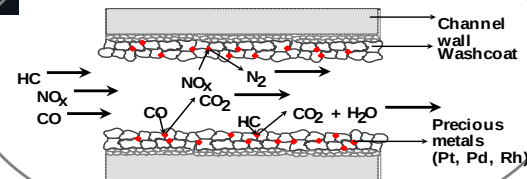
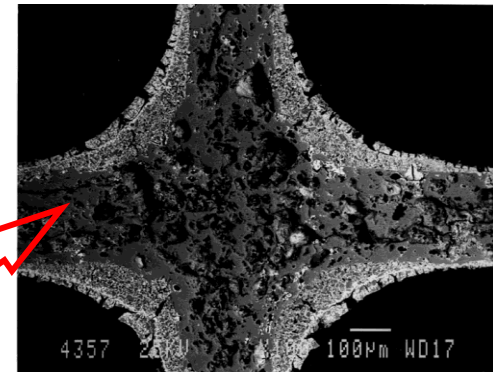
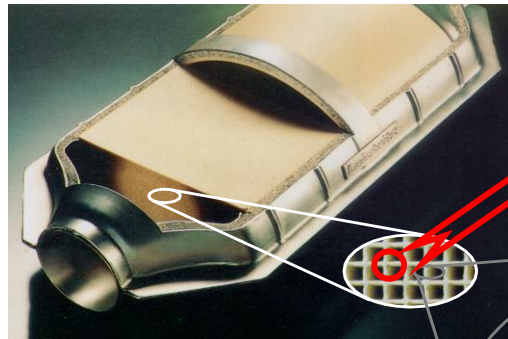
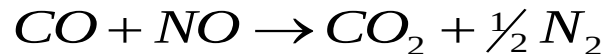
Le catalyseur trois-voies (TWC)

21

Deux réactions d'oxydation (favorisées par Pt ou Pd) :



Une réaction de réduction (favorisée par Rh) :

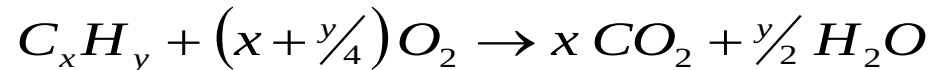


Le catalyseur d'oxydation :

22

Son rôle :

- **Convertir CO et HC (Pt seul ou Pt/Pd) :**



- **Assécher les particules** i.e. convertir la fraction organique soluble (HC, sulfates, nitrates...) adsorbée sur le noyau de carbone
- **Aider à la réalisation des régénérations** du FAP en générant des exothermes permettant d'atteindre le niveau thermique nécessaire à la combustion des suies stockées dans le FAP
- **Etc..**



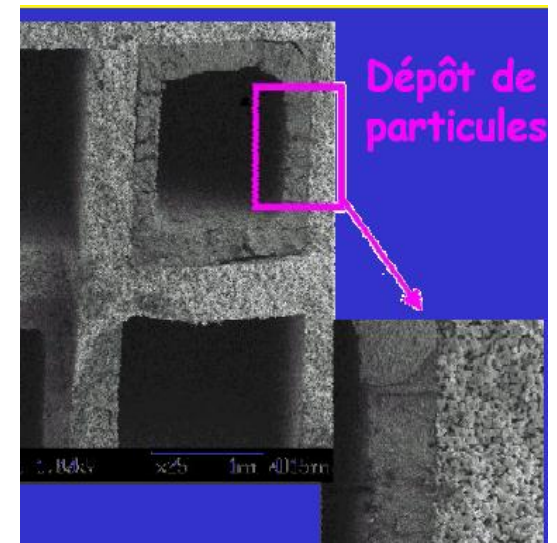
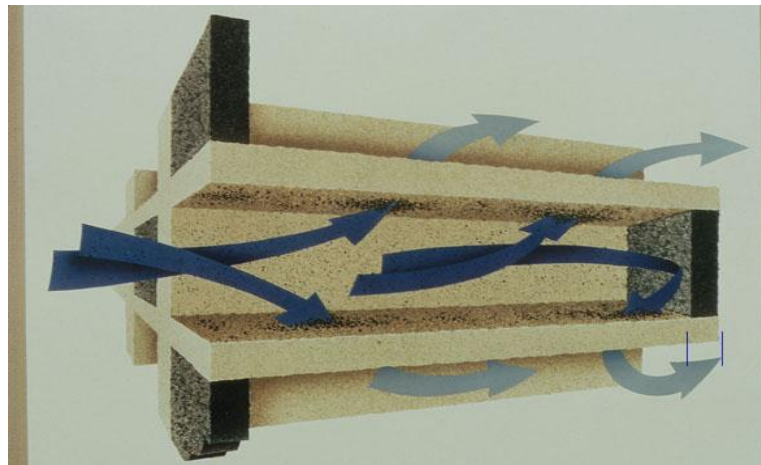
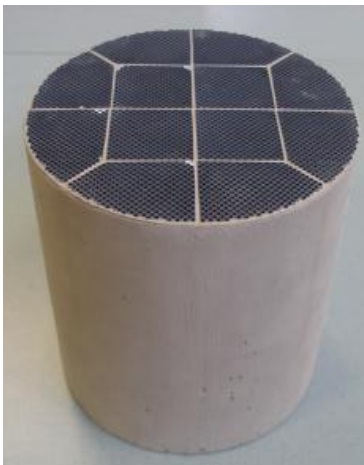
Le filtre à particules (FAP)

23

Son rôle → éliminer les particules de suies émises par le moteur par filtration mécanique

Un processus en deux temps :

1. Une phase d'accumulation / collecte de suies
2. Une phase de régénération (i.e. de combustion des suies stockées)

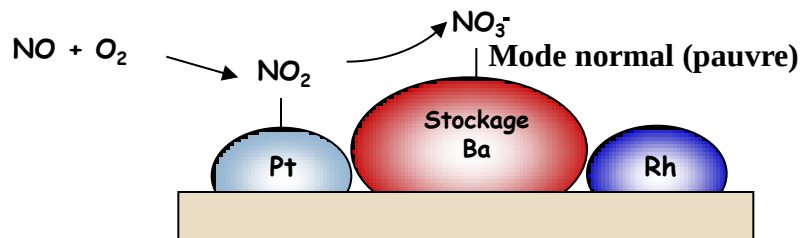


Le piège à NOx (PàNOx)

24

Le piège à NOx utilise du Platine, du Palladium et du Rhodium. C'est un TWC avec une fonction de stockage des NOx en mélange pauvre (excès d'air)

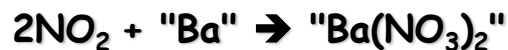
Fonctionnement classique en pauvre
(~ quelques minutes)
→ Stockage des NO_x



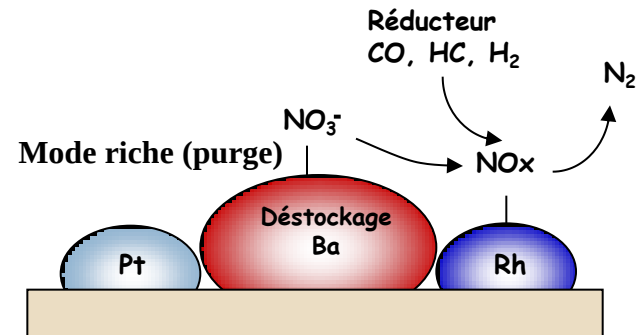
Formation NO₂



Stockage



Fonctionnement riche
(~ quelques secondes)
→ Déstockage et conversion des NO_x



Déstockage



Réduction



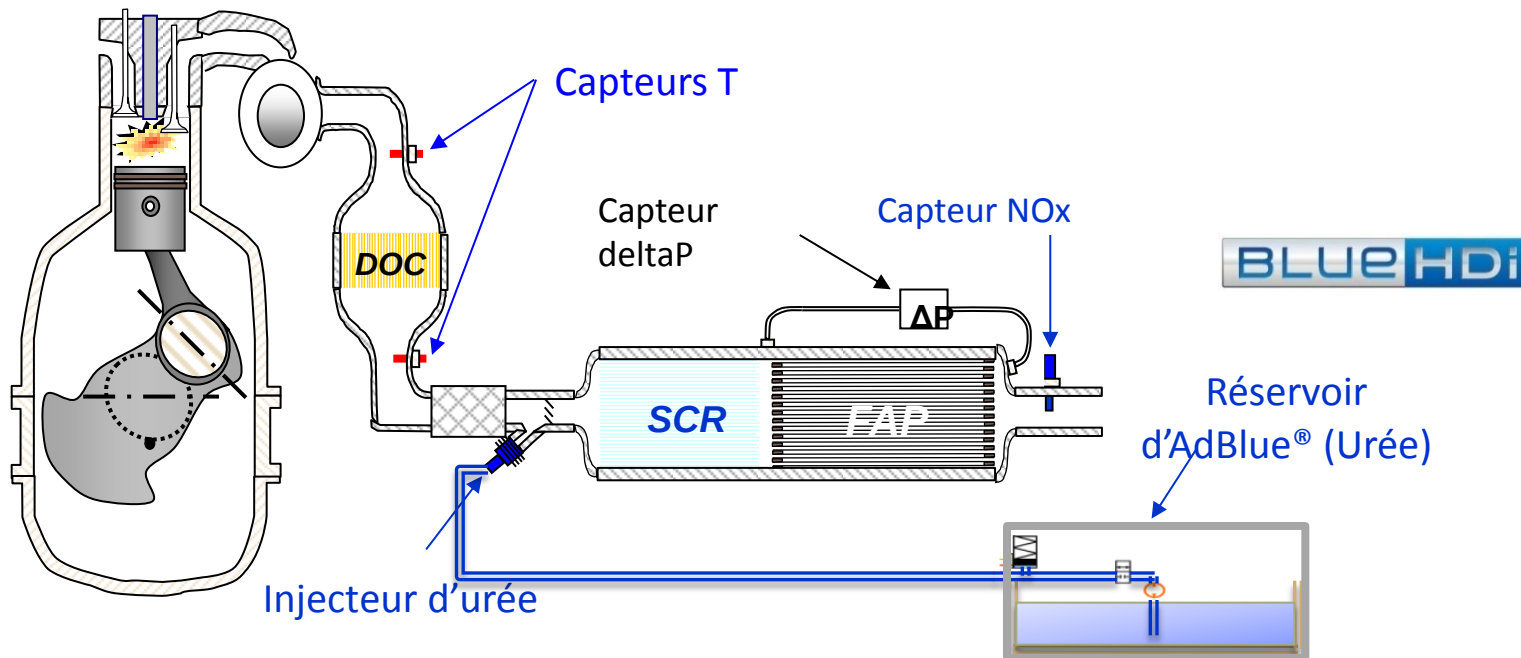
SCR →

La réduction catalytique sélective

- ① **Transformation de l'Adblue® (urée) en ammoniac (NH₃) dans la ligne d'échappement**



- ② **Réaction de l'ammoniac (NH₃) sur les NOx pour former de l'eau et de l'azote**



Hypothèses marché PGM automobile –BASF, 2014

26

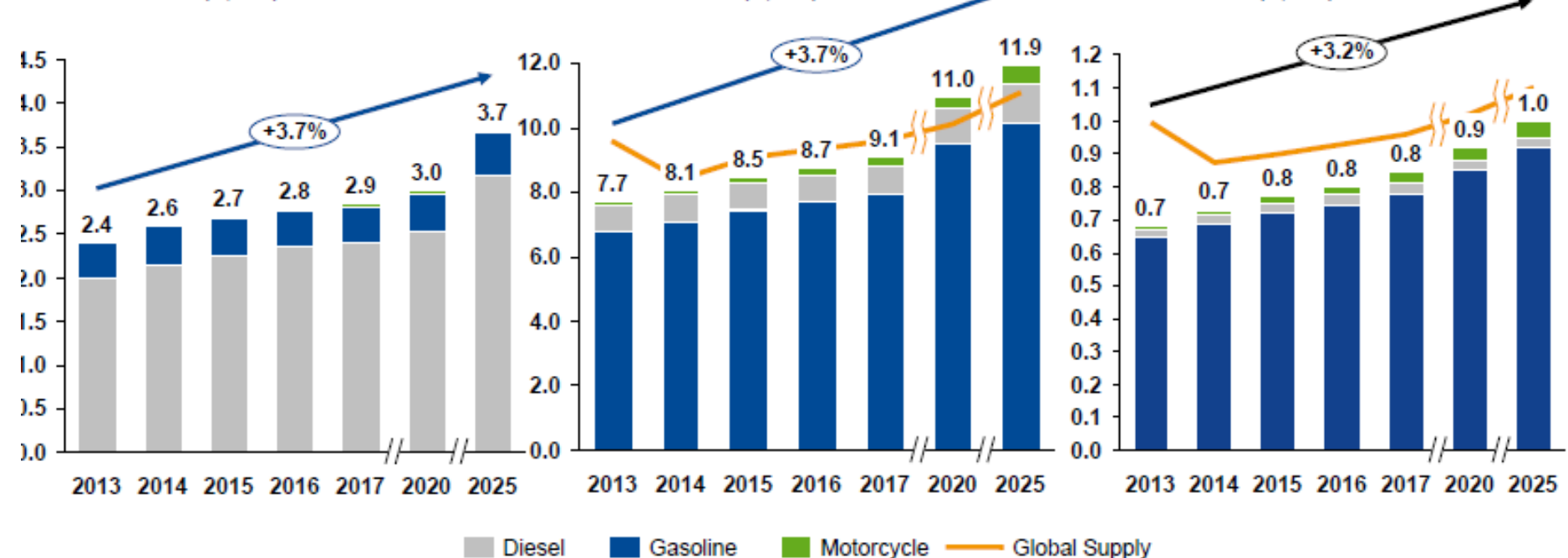
Light Duty PGM Demand Development

BASF
The Chemical Company

Platinum (M, Toz)

Palladium (M, Toz)

Rhodium (M, Toz)



Budget alloué à la dépollution

Polluants réglementés : CO, HC, NO_x, PM

27

Budget R&D dépollution du produit automobile

4,6 milliards € en 2007 de R&D dans la branche automobile (source : brochure Economie & Stat. CCFA)

Part correspondant à la réduction des émissions de polluants réglementés : **10% à 15%**

→ **soit 460 à 690 millions €/an pour l'industrie automobile en France**

Coût des pièces associées à la dépollution

Coût de fabrication des pièces associées à la dépollution (moteur + post-traitement) :

→ **VP+VUL : 20% à 30% du coût du moteur**

→ **PL : 8000 € par véhicule**

Coût de la dépollution de l'outil industriel

* **NO₂** : La baisse des émissions de NO₂ (et conjointement de CO₂) résulte de l'abandon du fuel lourd au profit du gaz naturel, l'installation de brûleurs bas-NO_x sur les chaudières au gaz naturel et l'achat de vapeur issue de cogénération.

Au cours des **10** dernières années, le schéma énergétique de la quasi-totalité des sites de production français a ainsi été rénové, pour un montant de l'ordre de **5 à 10 millions € par site** (dont 12 k€/mégawatt de brûleurs bas-NO_x). En considérant une quinzaine de sites sur 10 ans :

→ **soit 7,5 à 15 millions €/an pour les constructeurs français**

* **PM** : Le coût des mesures de prévention des émissions provient essentiellement du renouvellement des filtres installés sur les cheminées des process les plus émetteurs. A titre d'exemple, pour le process fonderie, les coûts de renouvellement sont de l'ordre de → **25 à 30 k€/an par site**