

MOTEURS THERMIQUES – partie 3

Evolutions

Allègement

Fabrication

- ▶ Allègement
- Hydroformage

Distribution

- Poussoir hydraulique
- Distribution variable
- Camless

Injection

- Diesel HP
- Directe essence

Remplissage

- Turbulences
- Stratification
- Suralimentation

Allumage

- Twin spark

Refroidissement

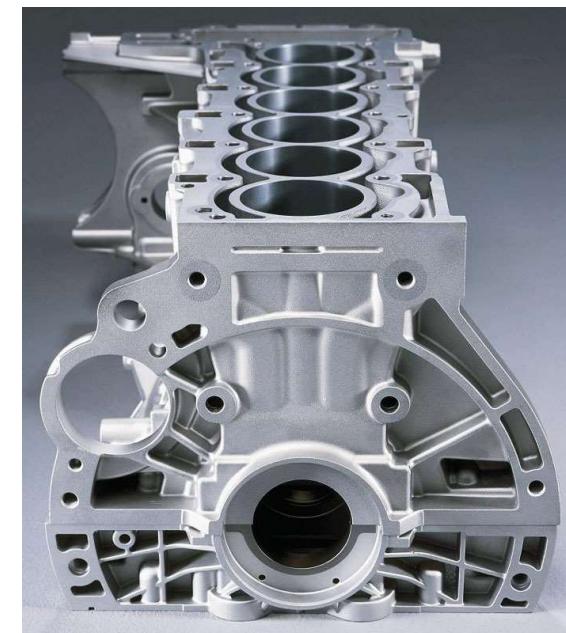
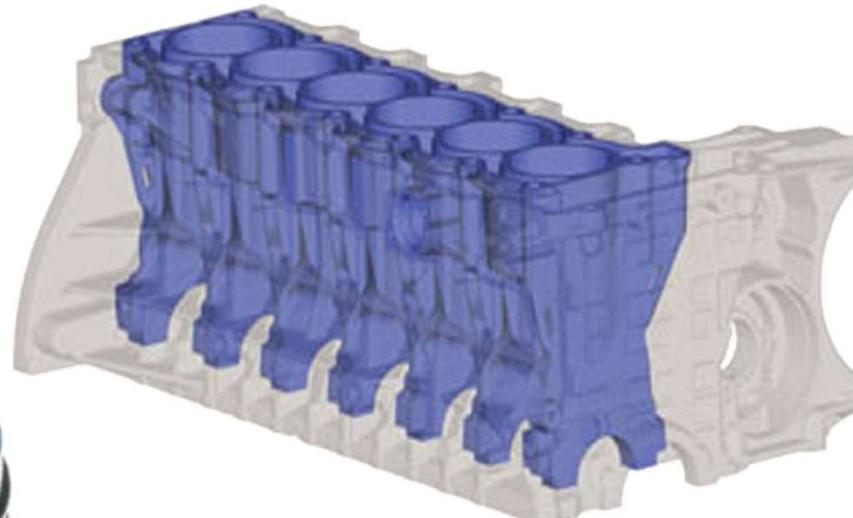
- Pompe électrique
- Intercooler

Hybridation

- Principe
- Alterno-démarreur

Dépollution

- Post-traitement
- NOx
- Carbone



Allègement et hydroformage

Fabrication

- ▶ Allègement
- Hydroformage

Distribution

- Pousoir hydraulique
- Distribution variable
- Camless

Injection

- Diesel HP
- Directe essence

Remplissage

- Turbulences
- Stratification
- Suralimentation

Allumage

- Twin spark

Refroidissement

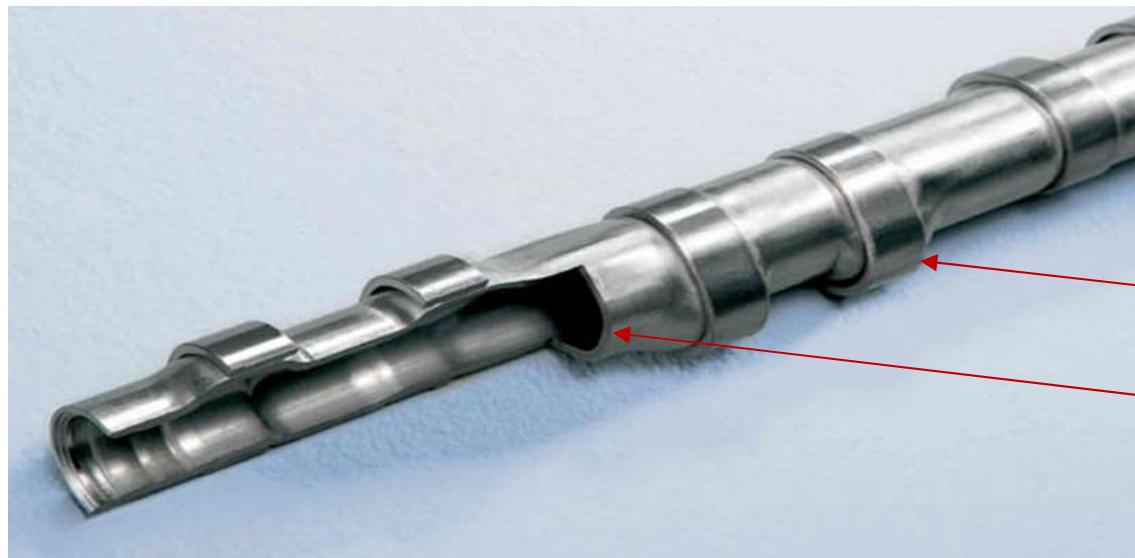
- Pompe électrique
- Intercooler

Hybridation

- Principe
- Alterno-démarrage

Dépollution

- Post-traitement
- NOx
- Carbone



Came rapportée
sur un
tube hydroformé



Conduits
« spaghetti »

Le diagramme de distribution - origines

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Pousoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

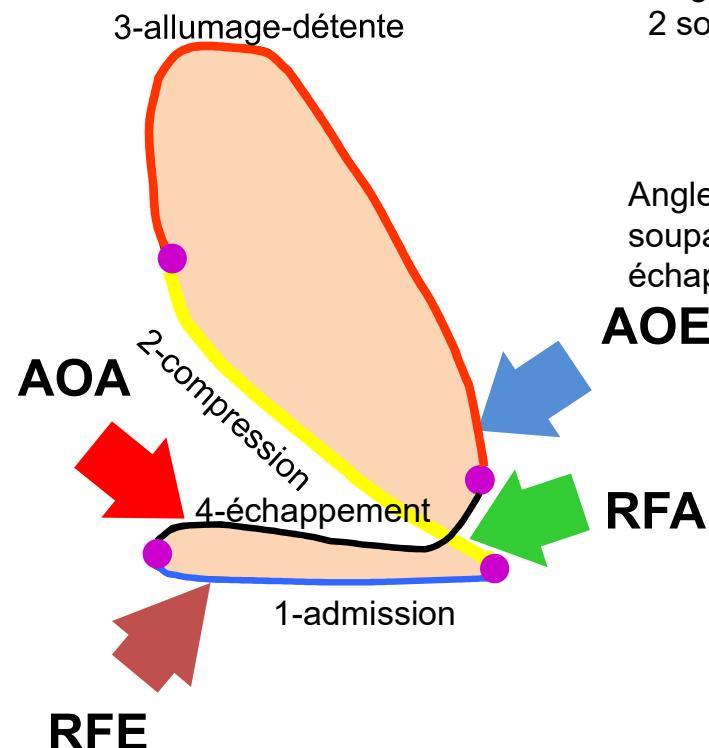
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

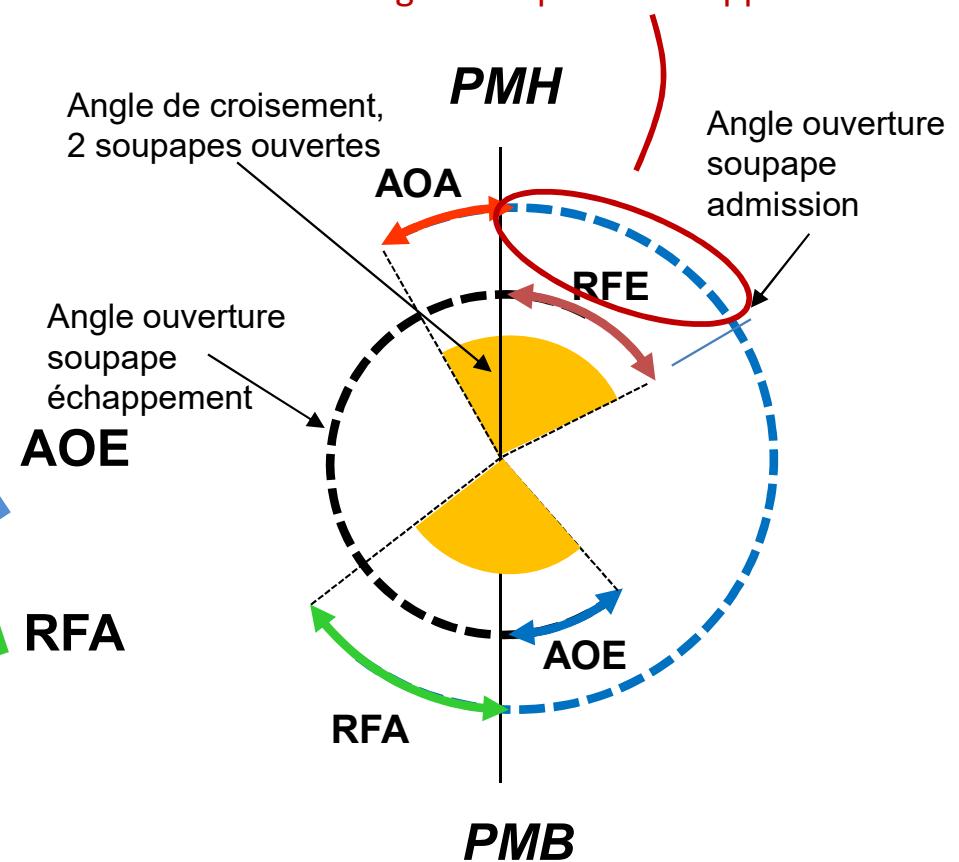
Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Soupapes d'admission et d'échappement ouvertes en même temps !
→ du gaz frais peut s'échapper !



Poussoir hydraulique

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

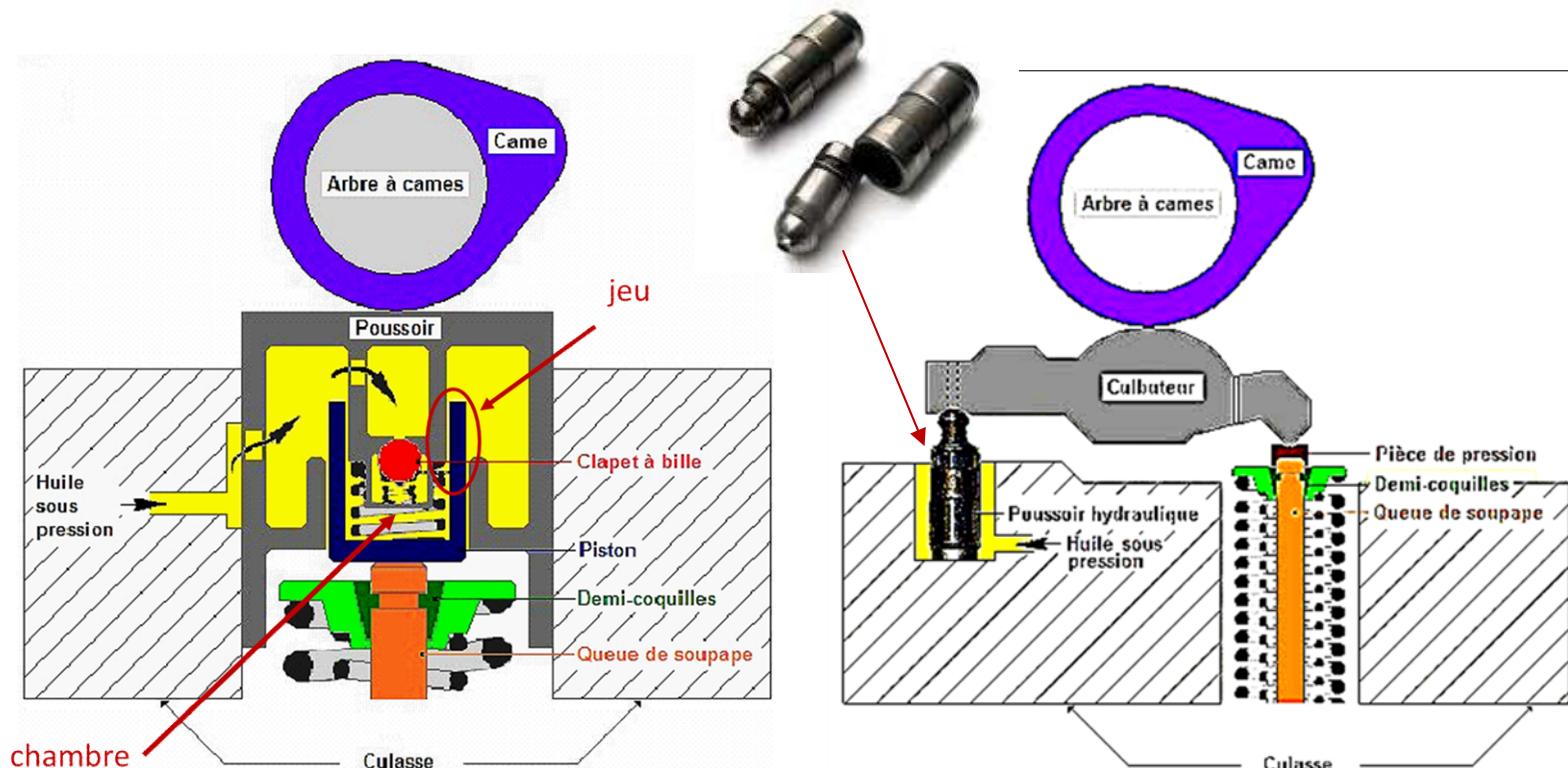
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Commande directe

Commande indirecte
dite culbutée

Distribution variable

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

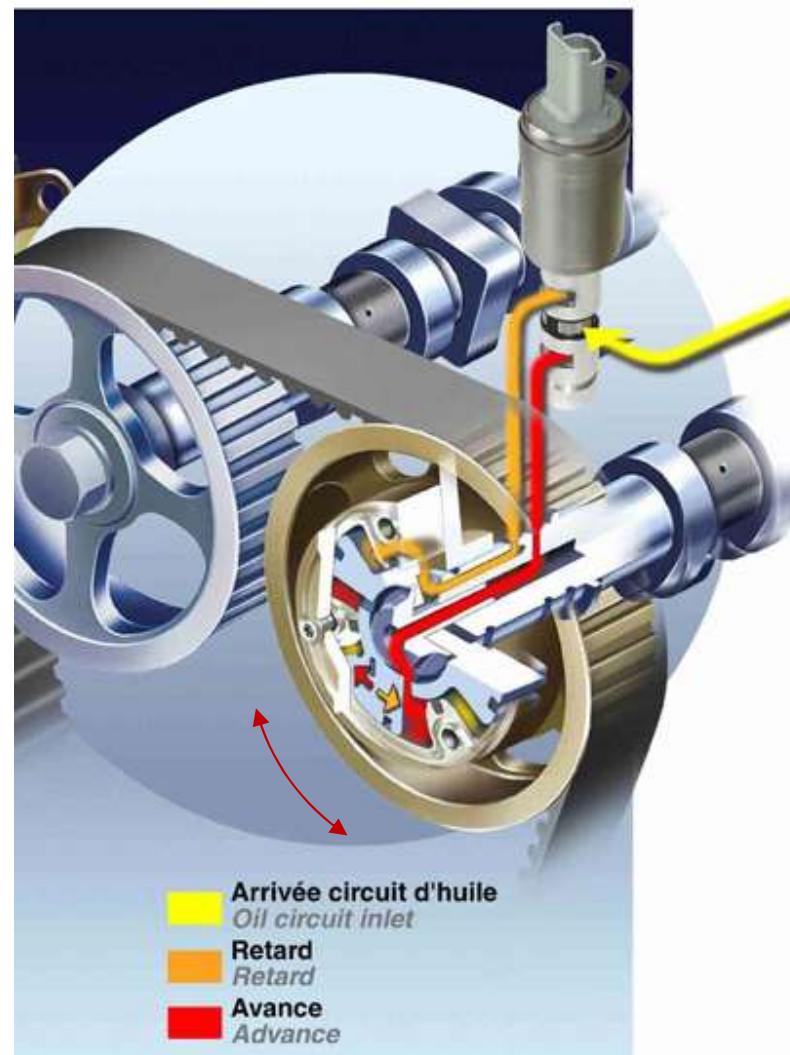
Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

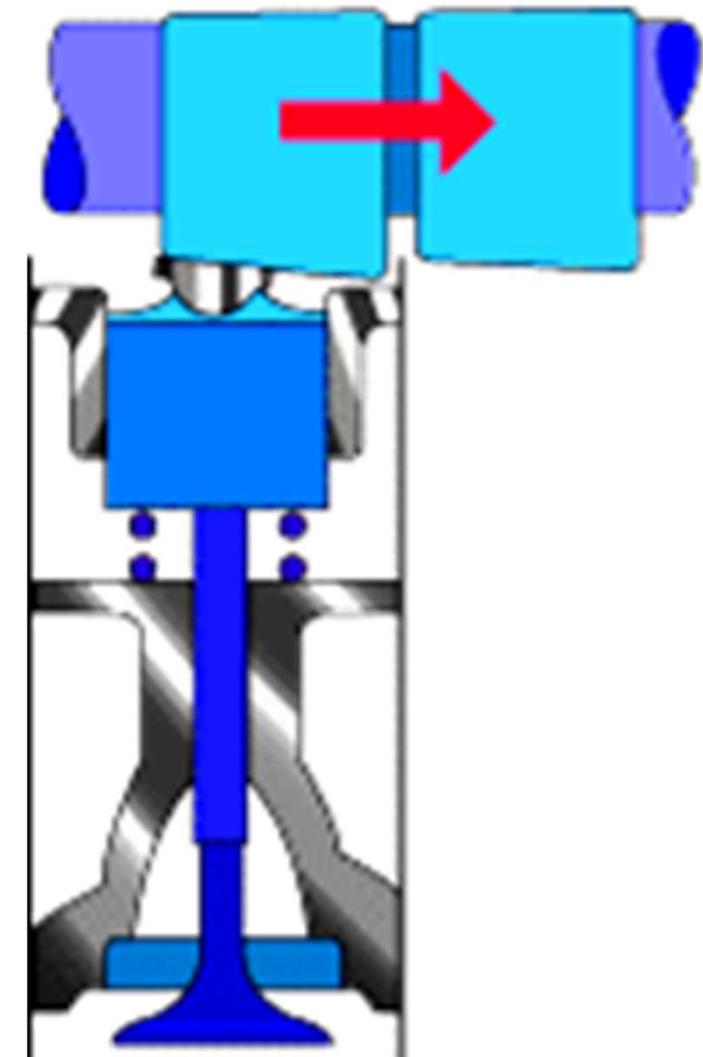
Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone

Modification de l'avance et retard



Modification de la levée (came à profil variable Ferrari)



Distribution variable

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

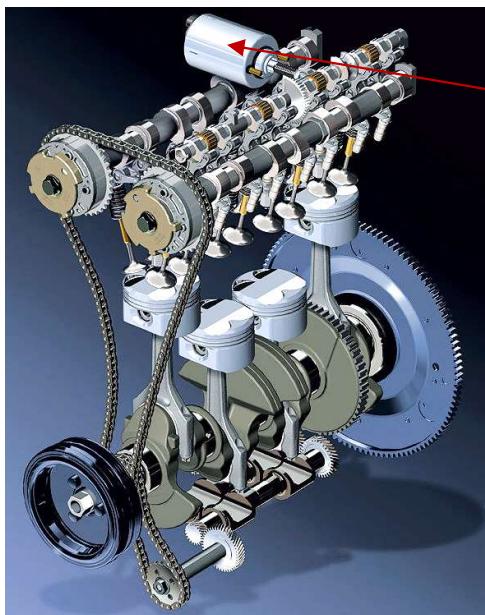
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



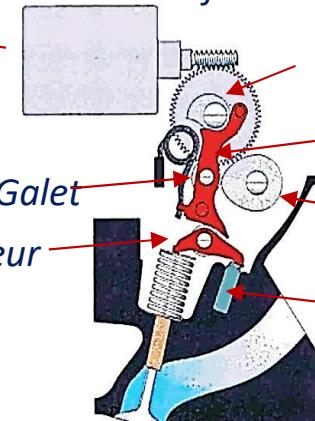
Position du moteur roue et vis sans fin



Culbuteur à galet

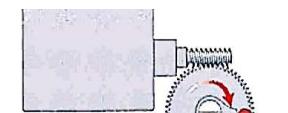
Modification de la levée (Valvetronic)

Moteur
roue et vis sans fin



Galet
Culbuteur
à galet

Excentrique
Bascule
Came en position
levée maximale
Poussoir
Levée maxi
soupape annulée



Came en position
levée maximale



Levée maxi
soupape augmentée

Commande électrique des soupapes

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
▶ Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

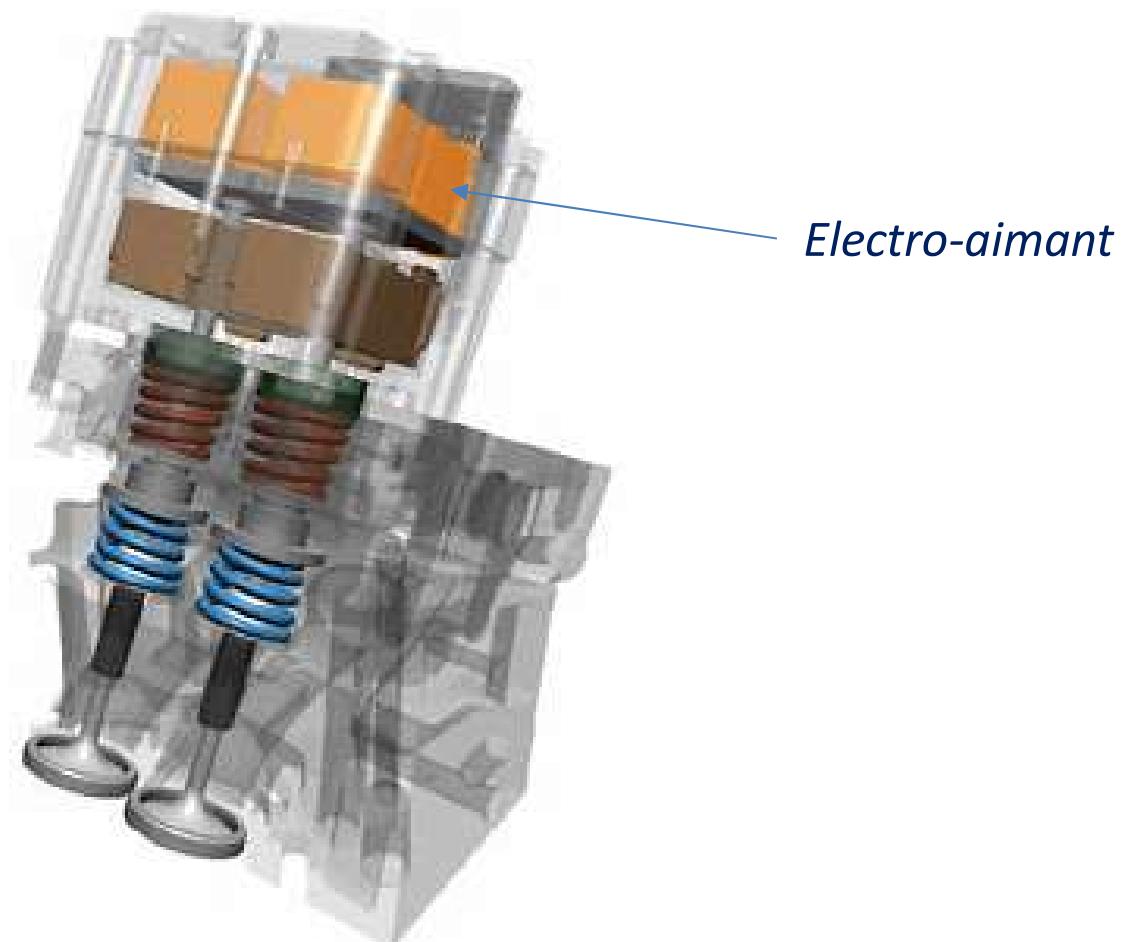
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démareur

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Injecteur diesel HP

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Pousoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

► Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

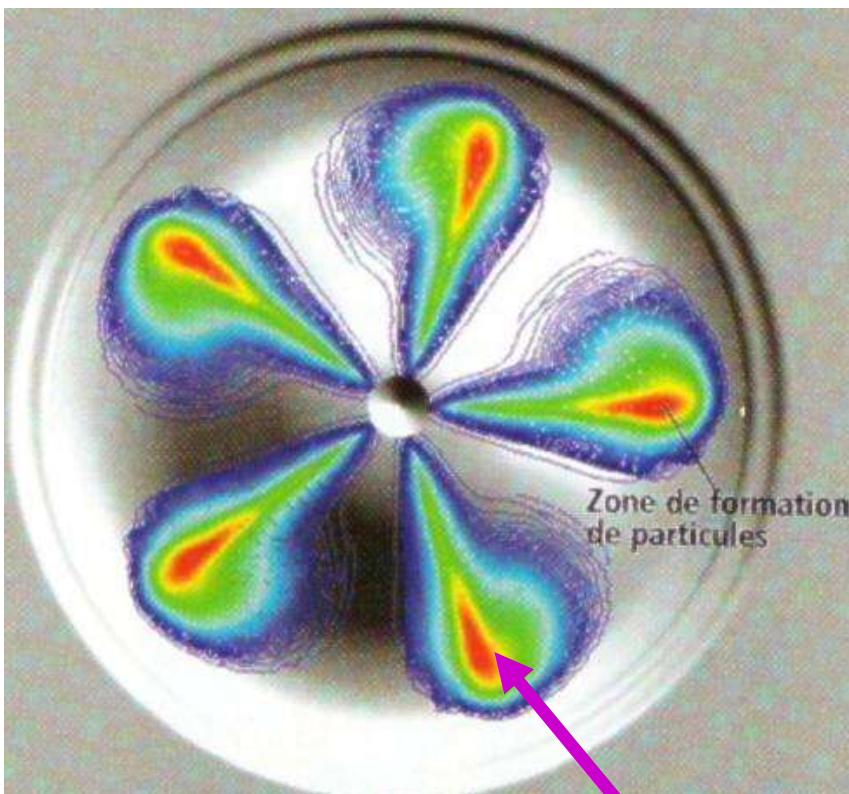
Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

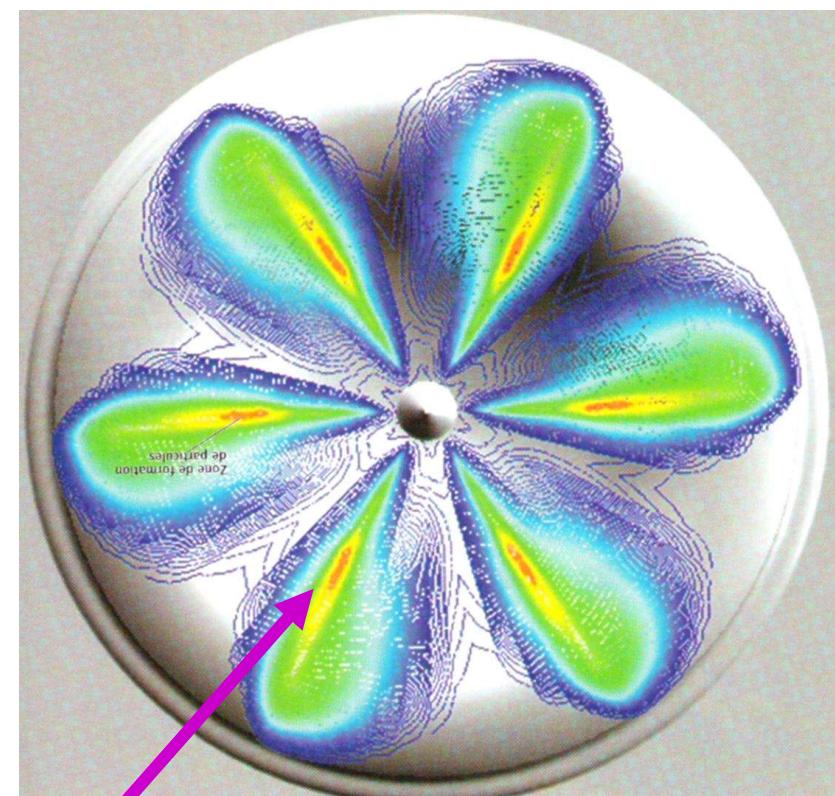
Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone

Injecteur classique



Injecteur HP



Zones de particules

Injection directe essence

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Pousoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

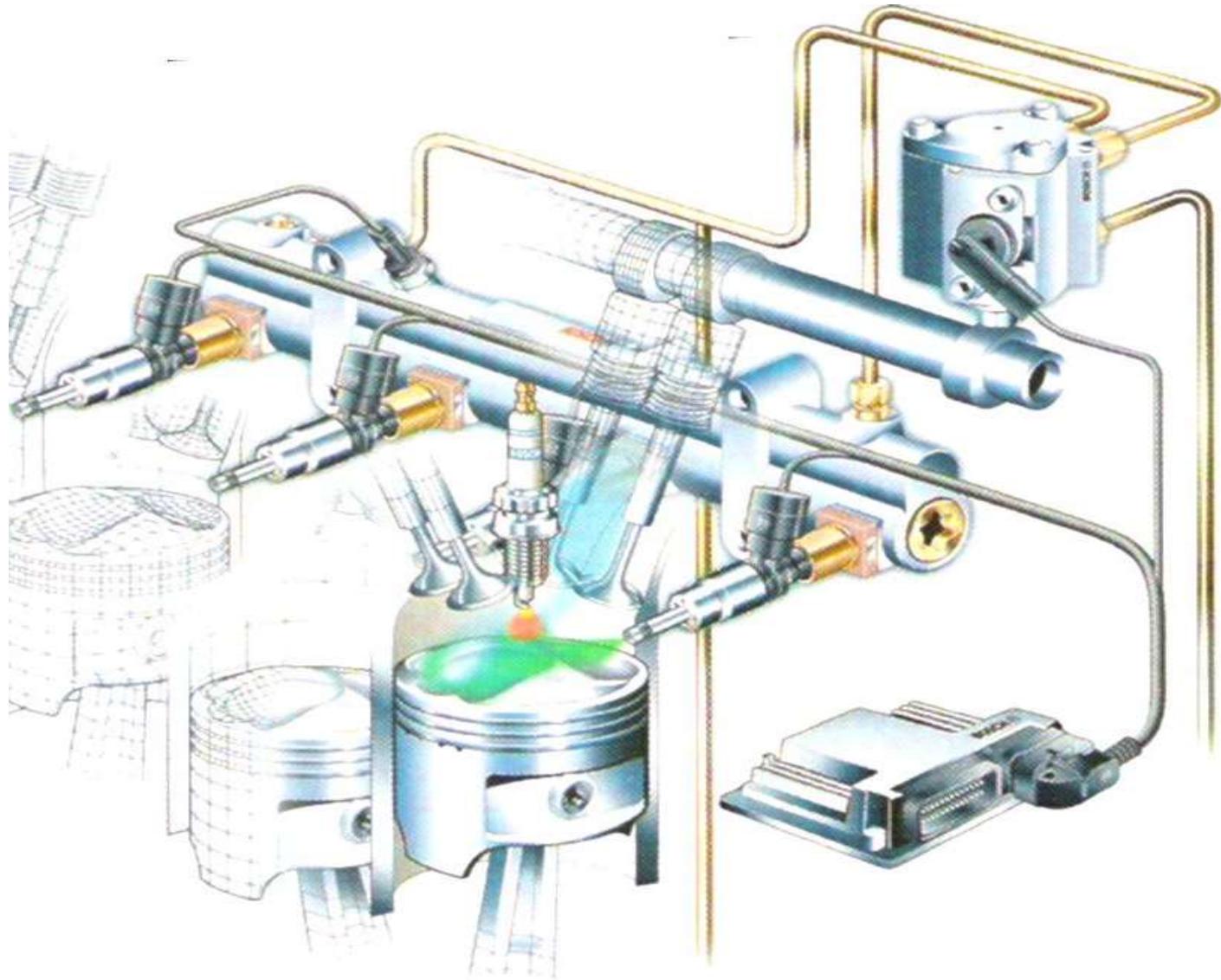
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Un mélange homogène

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

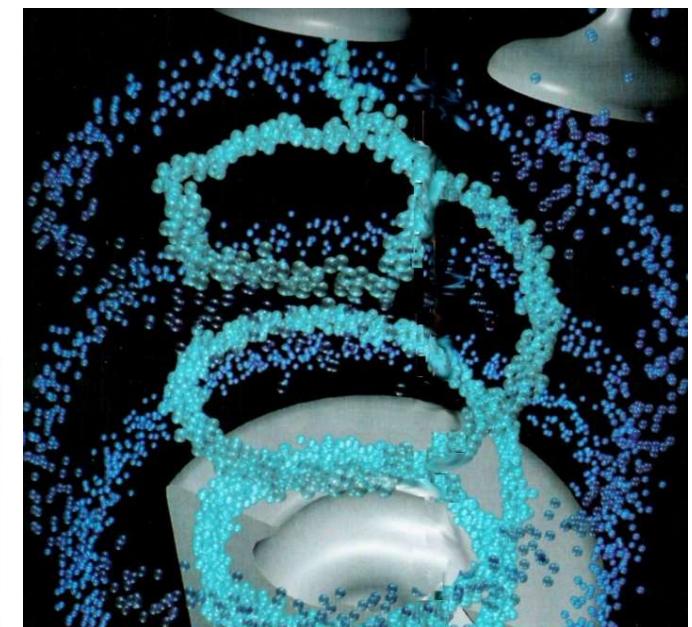
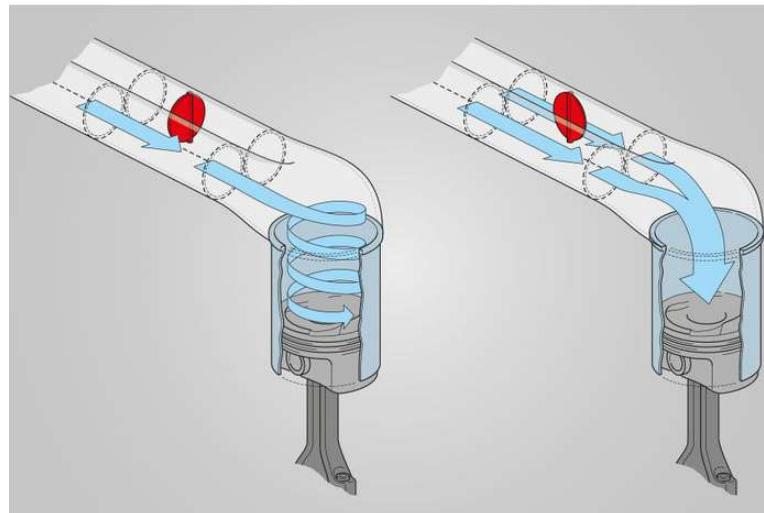
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Une combustion stratifiée

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Pousoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

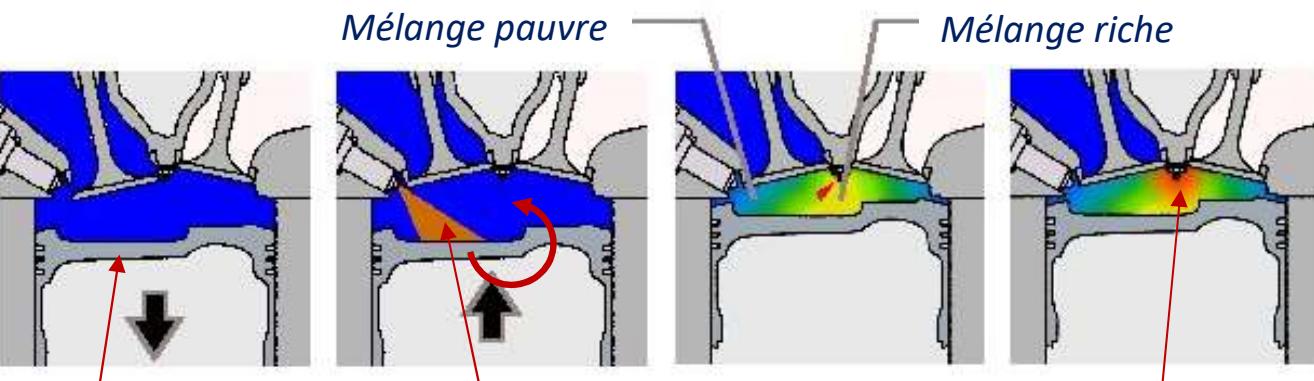
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

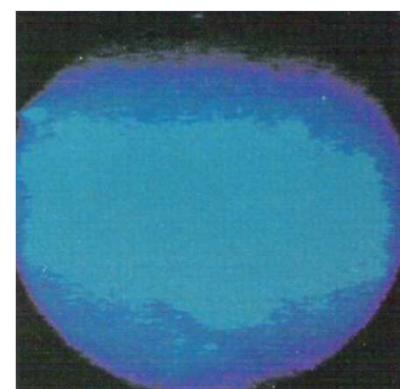
Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

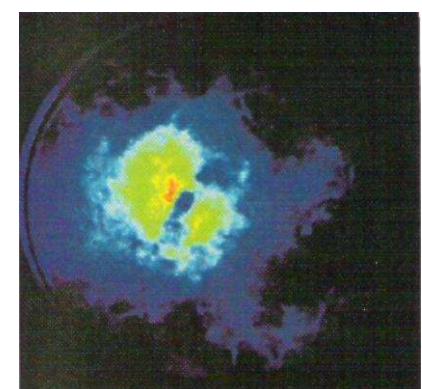
Post-traitement
NOx
Carbone



*Injection directe
de peu de carburant*



Combustion classique



Combustion stratifiée

Le turbocompresseur

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation



Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

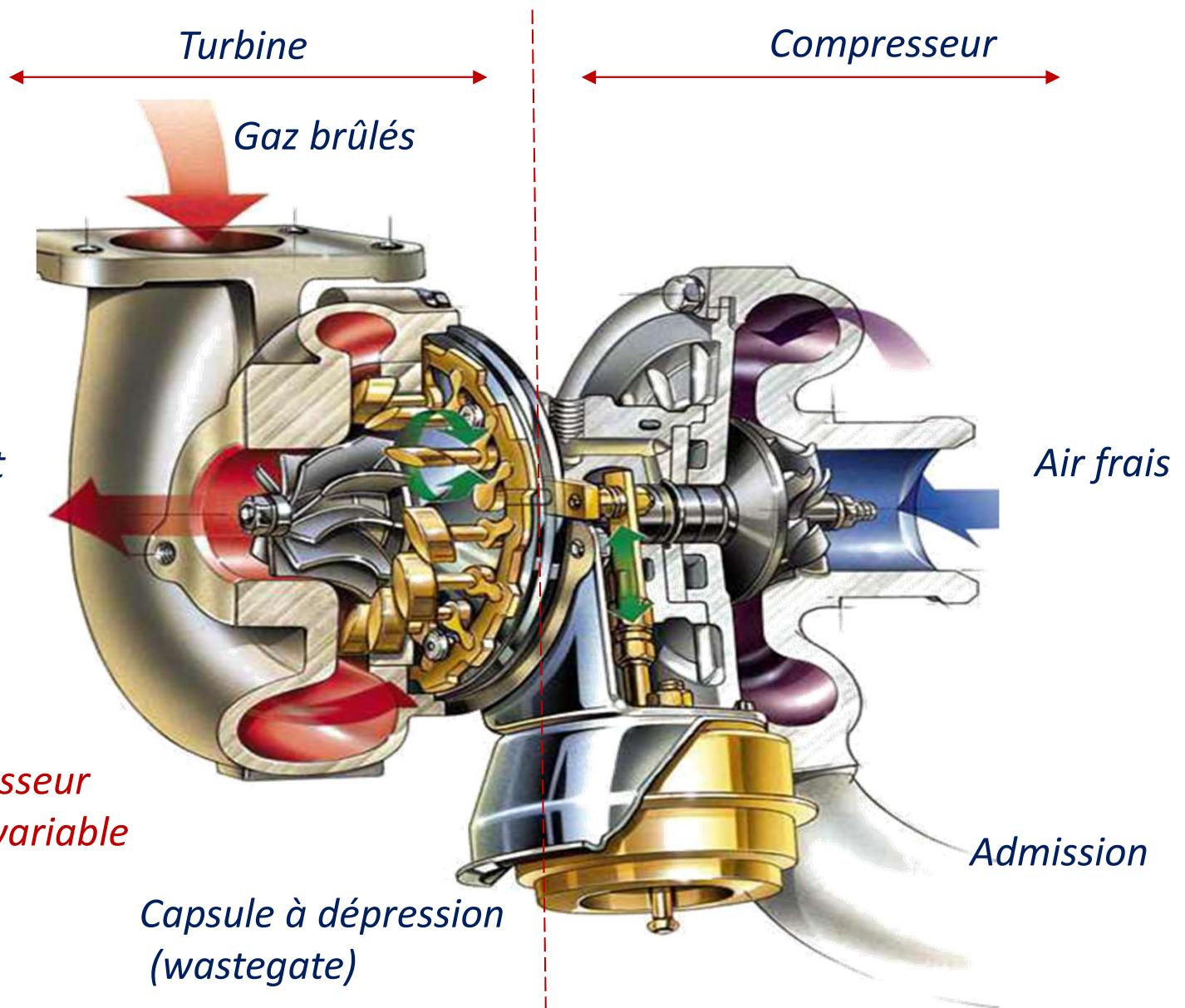
Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone

Echappement

**Turbocompresseur
à géométrie variable**



Le turbocompresseur

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

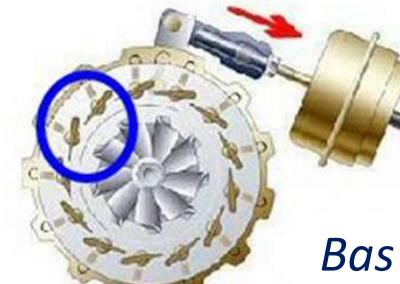
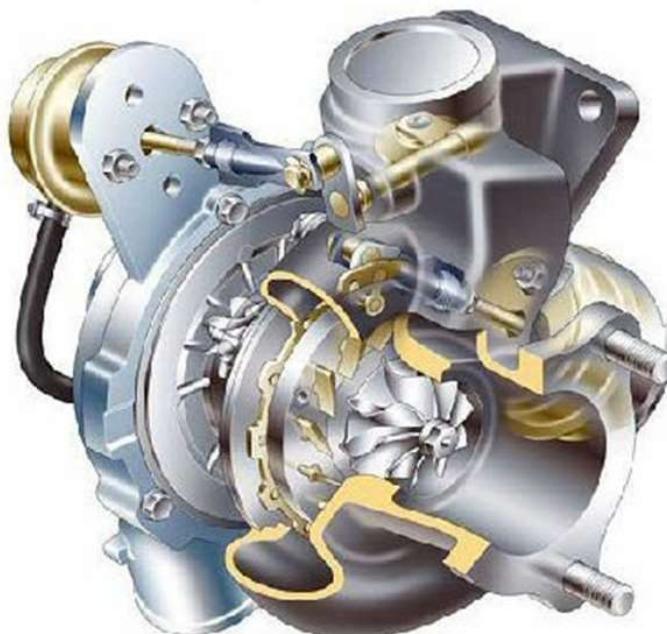
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

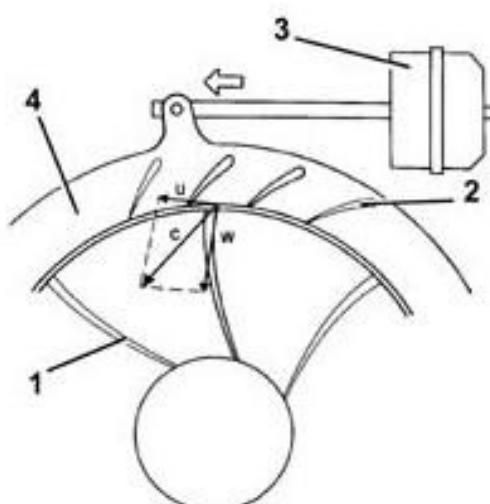
Post-traitement
NOx
Carbone



Bas régime



Haut régime



Double allumage

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

- ▶ Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

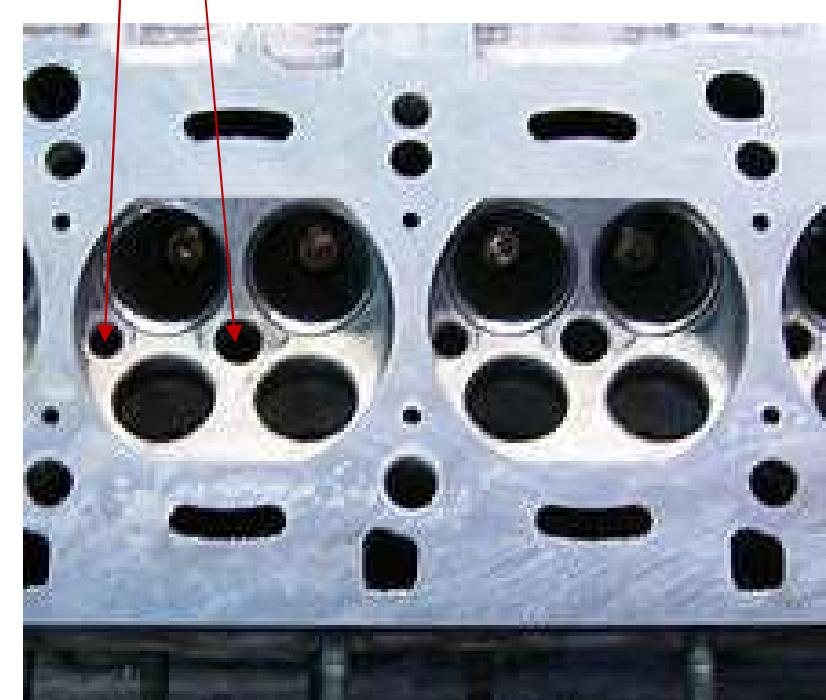
Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Bougies



Pompe à eau électrique

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

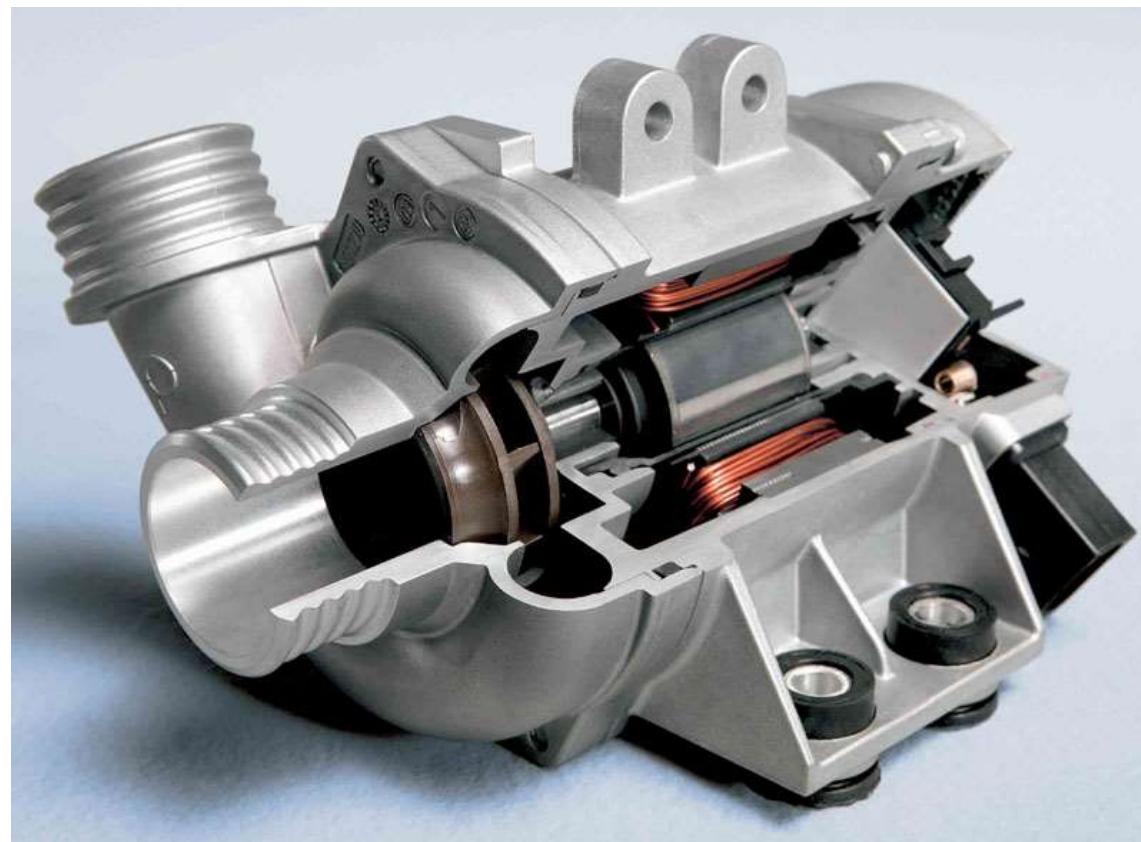
- ▶ Pompe électrique
- ▶ Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



L'intercooler

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

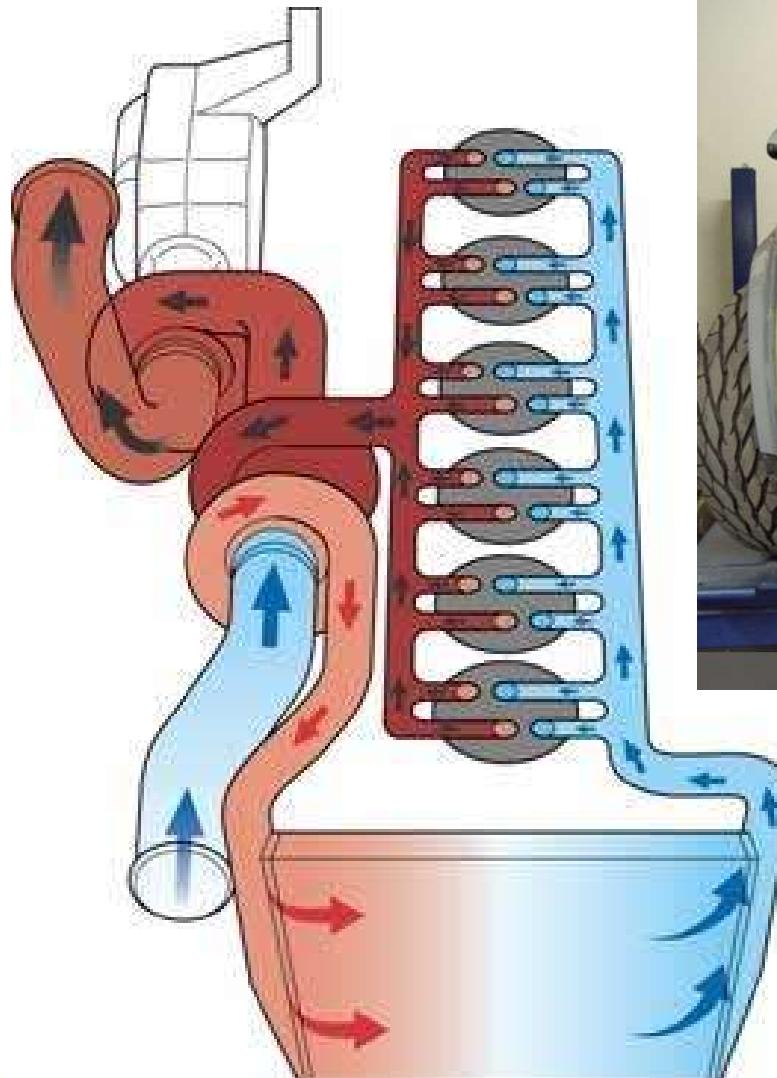


Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



L'hybridation

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

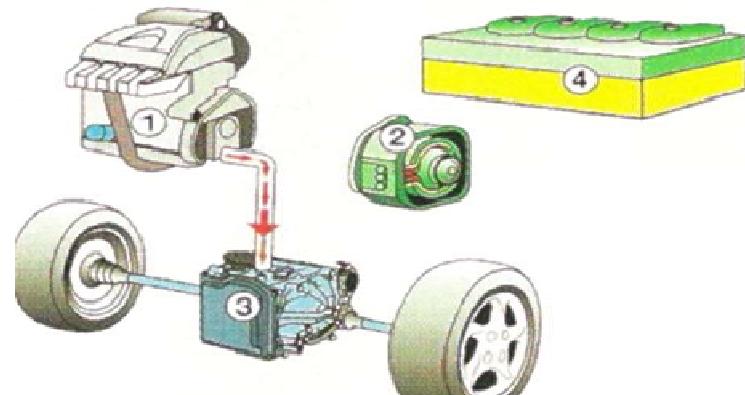
Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

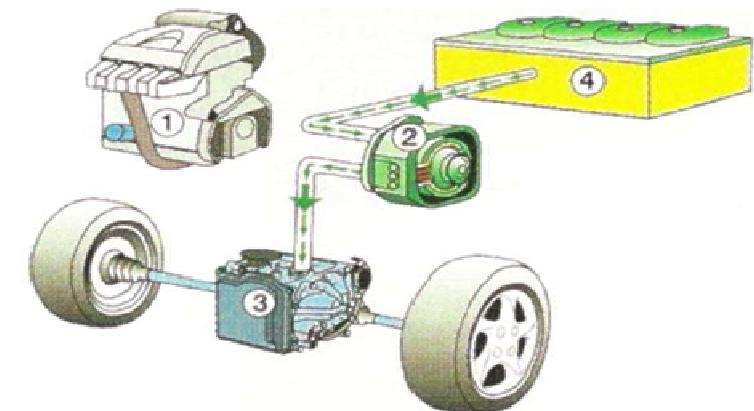
Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone

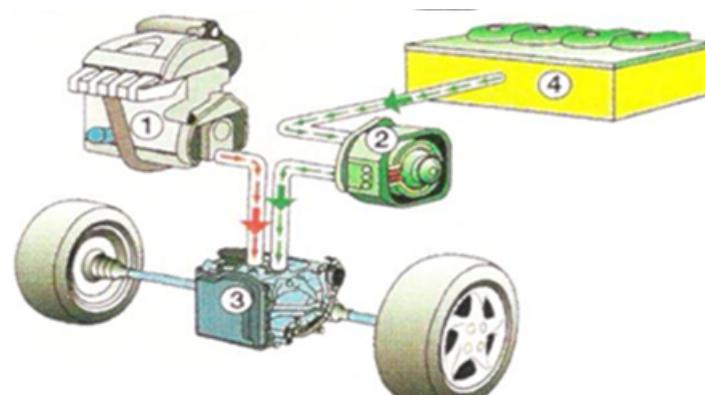
Mode thermique seul



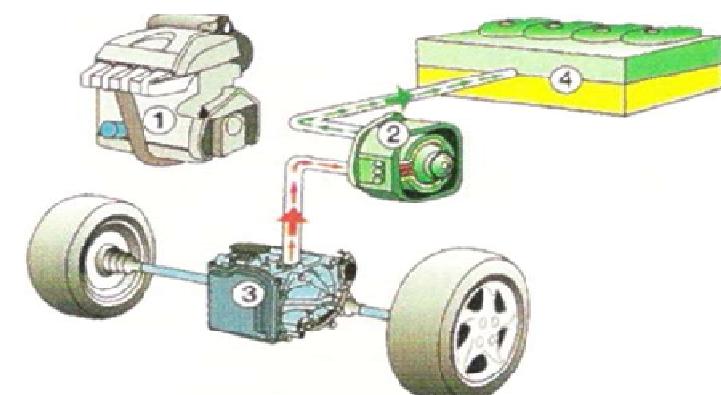
Mode électrique seul



Mode mixte



Mode récupération et stockage



L'alterno-démarreur

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarreur

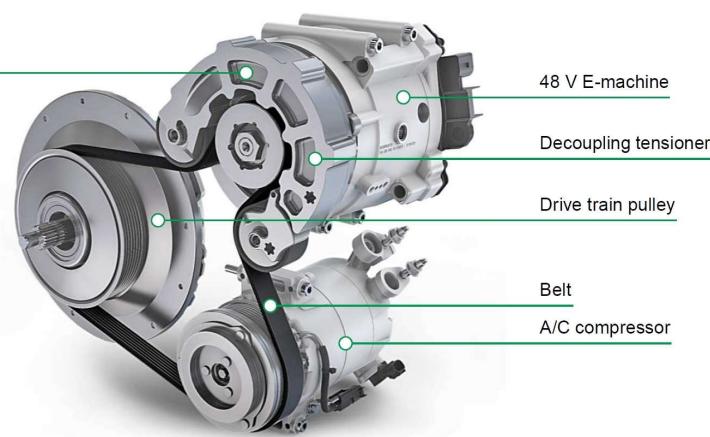
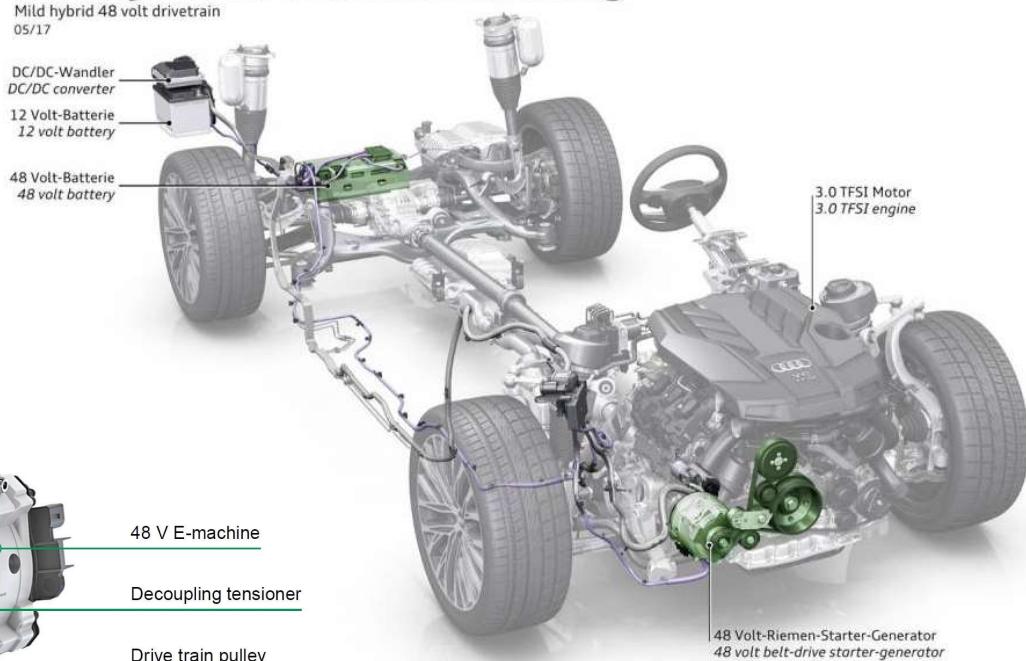
Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Mild-Hybrid 48 Volt-Antriebsstrang

Mild hybrid 48 volt drivetrain
05/17



Post traitement

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

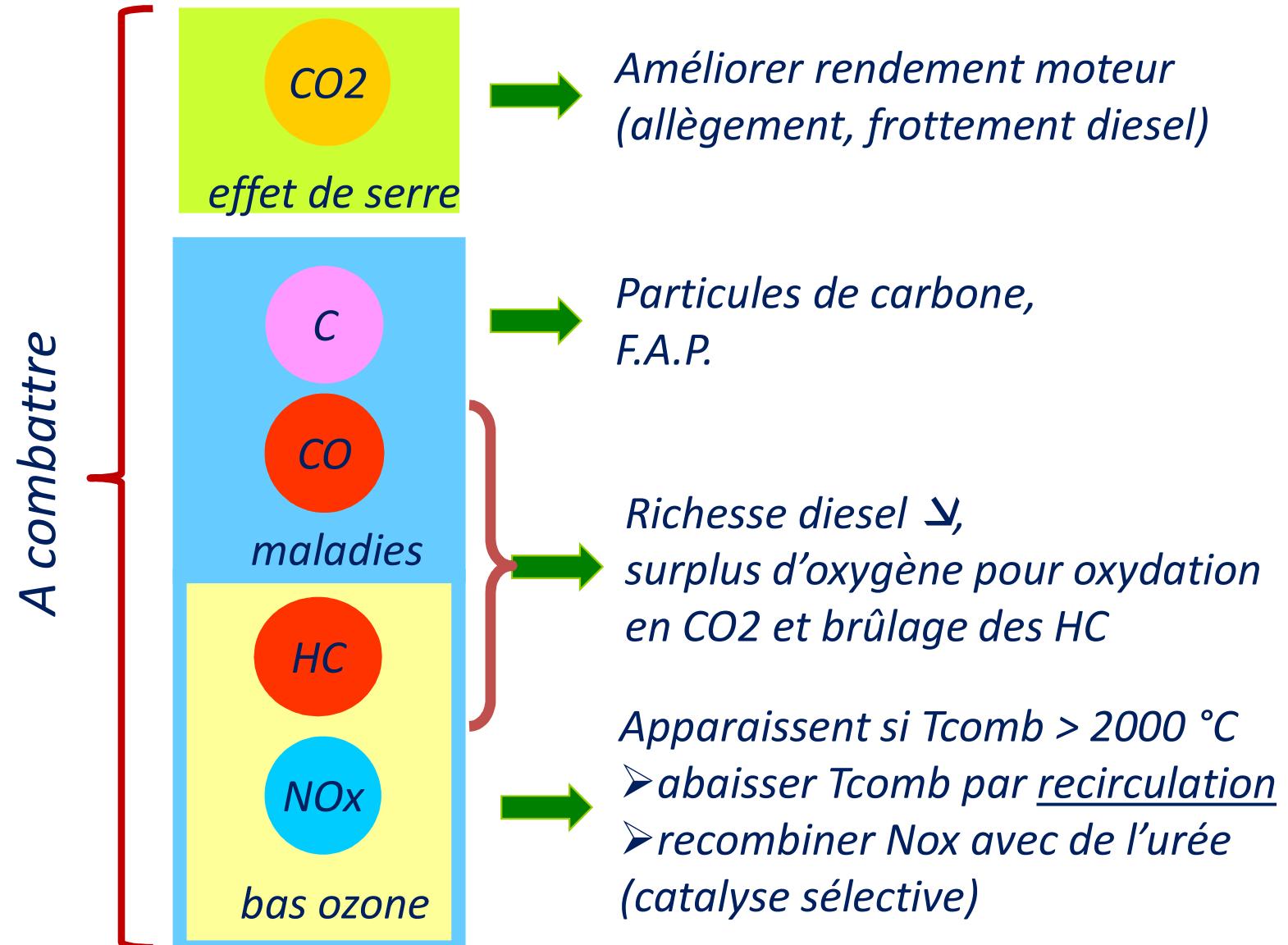
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Recirculation (EGR)

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

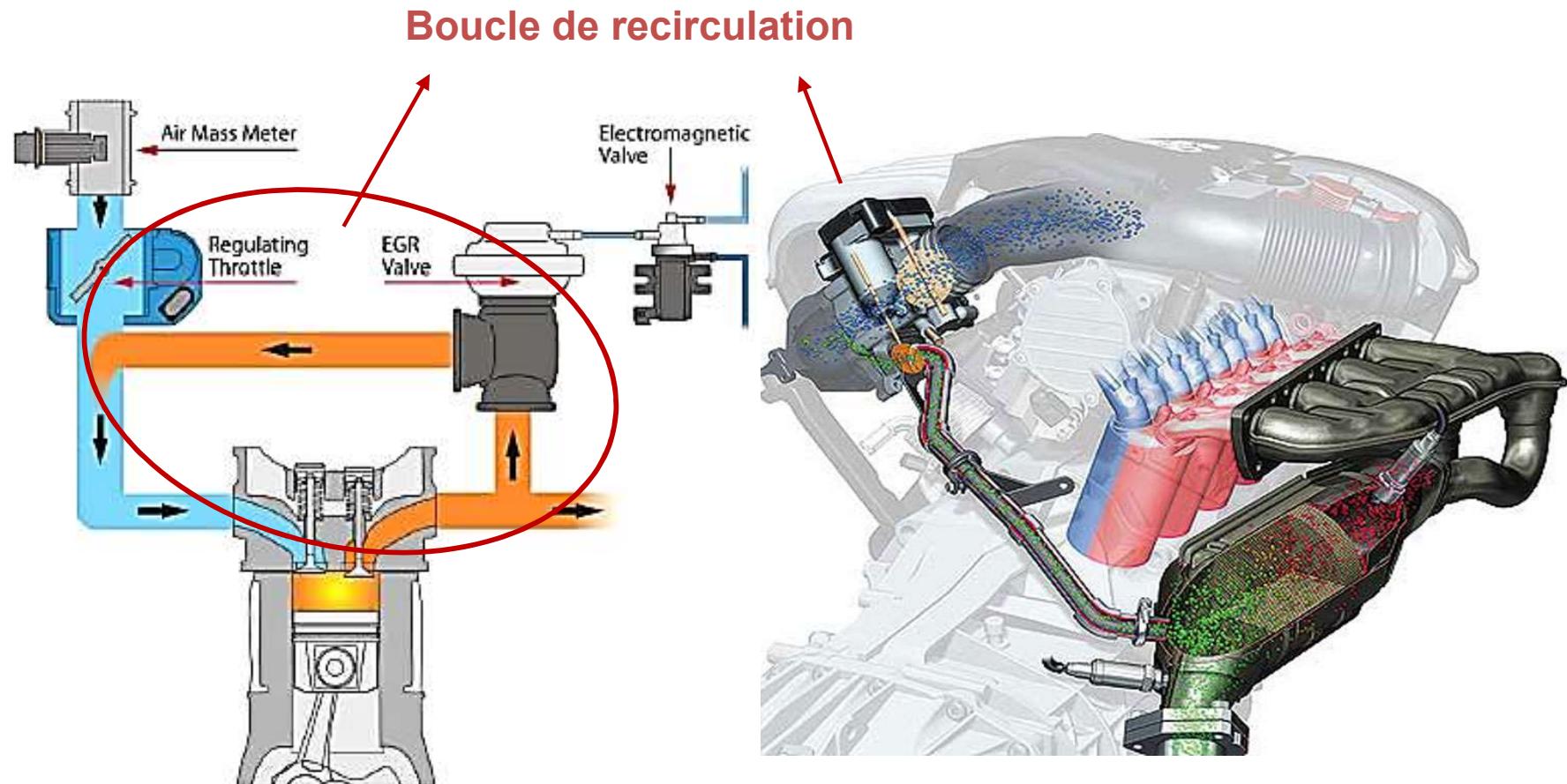
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Pot catalytique

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

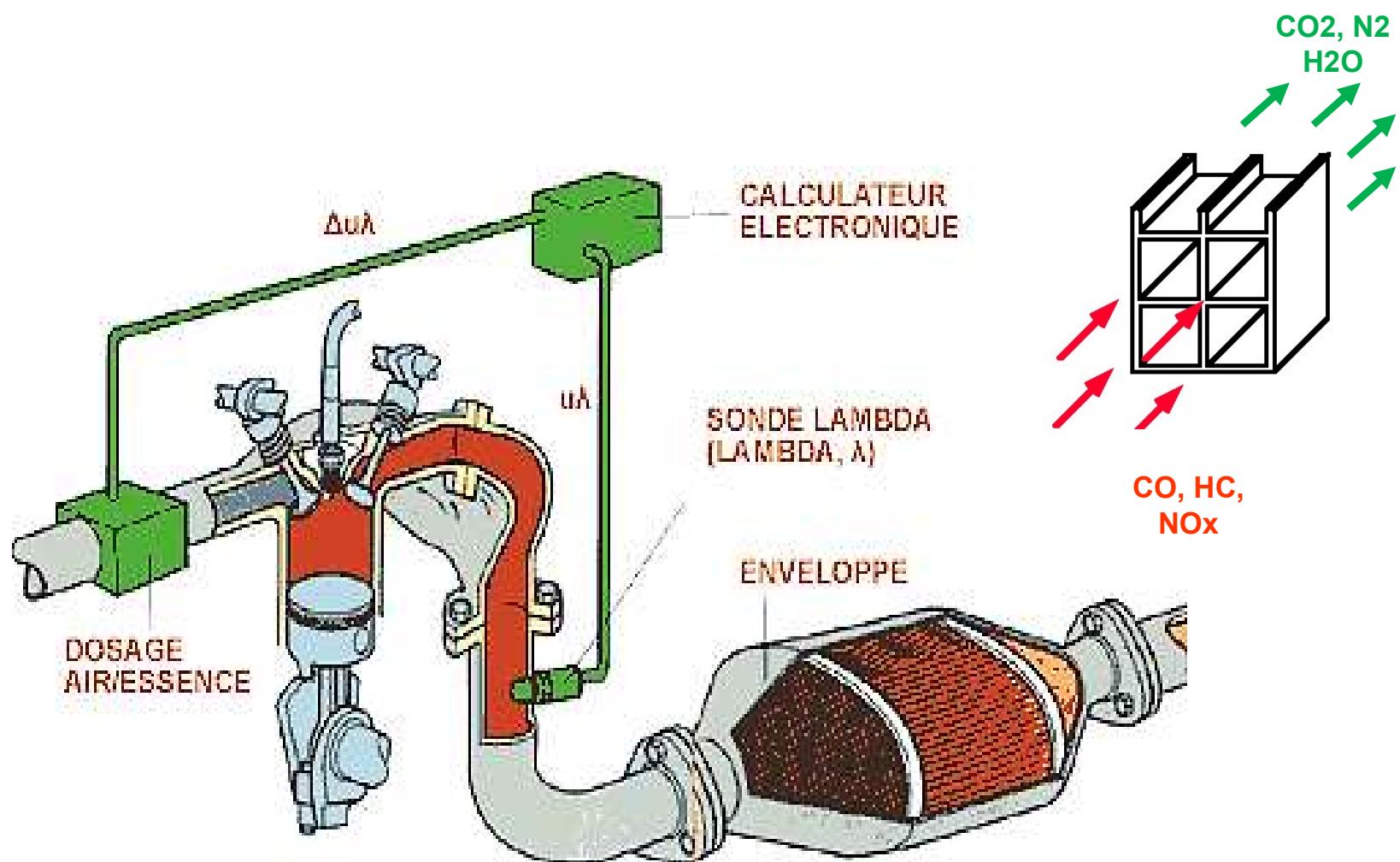
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Réduction Catalytique Sélective (RCS)

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Pousoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

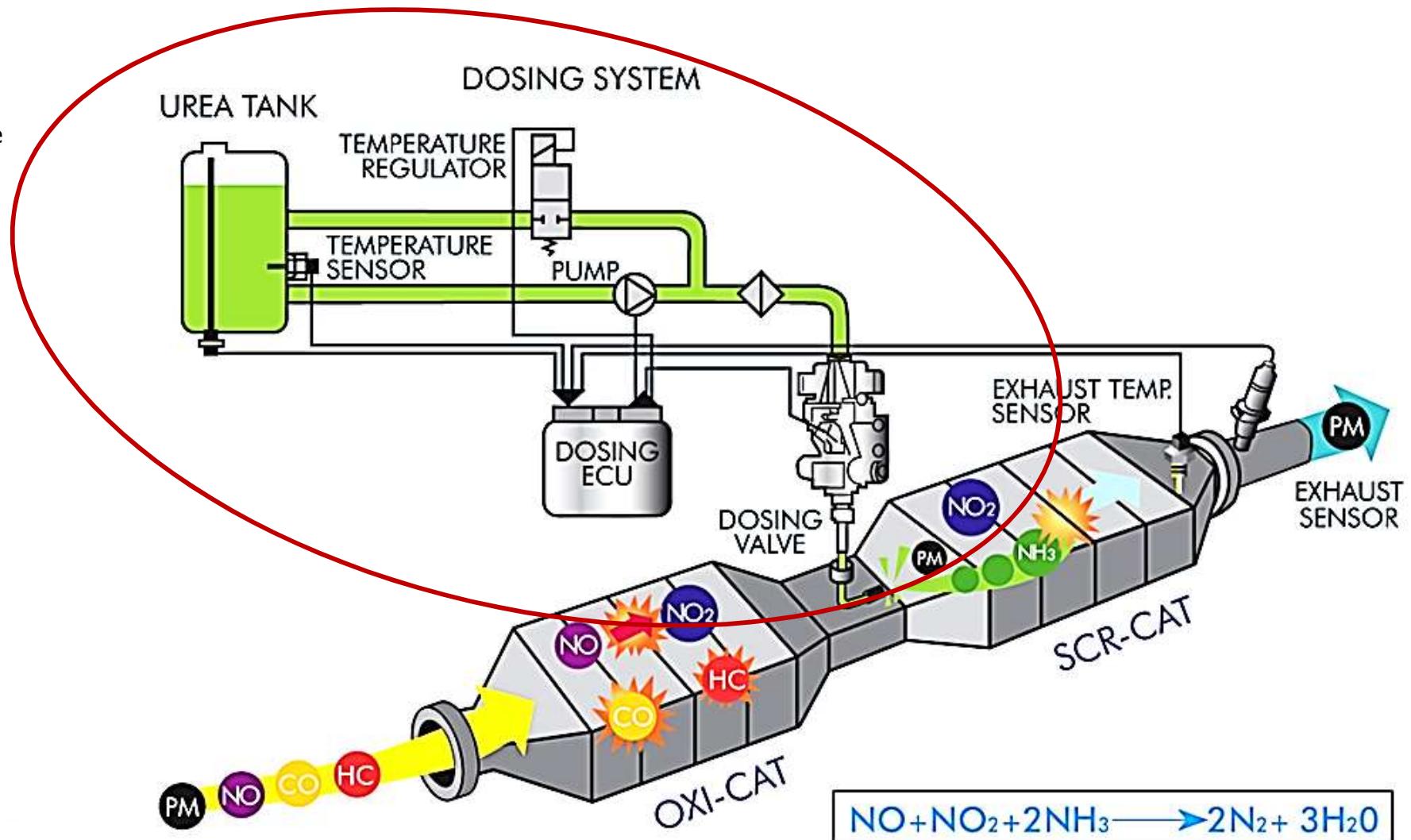
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



Filtre à particules

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydraulique
Distribution variable
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

Pompe électrique
Intercooler

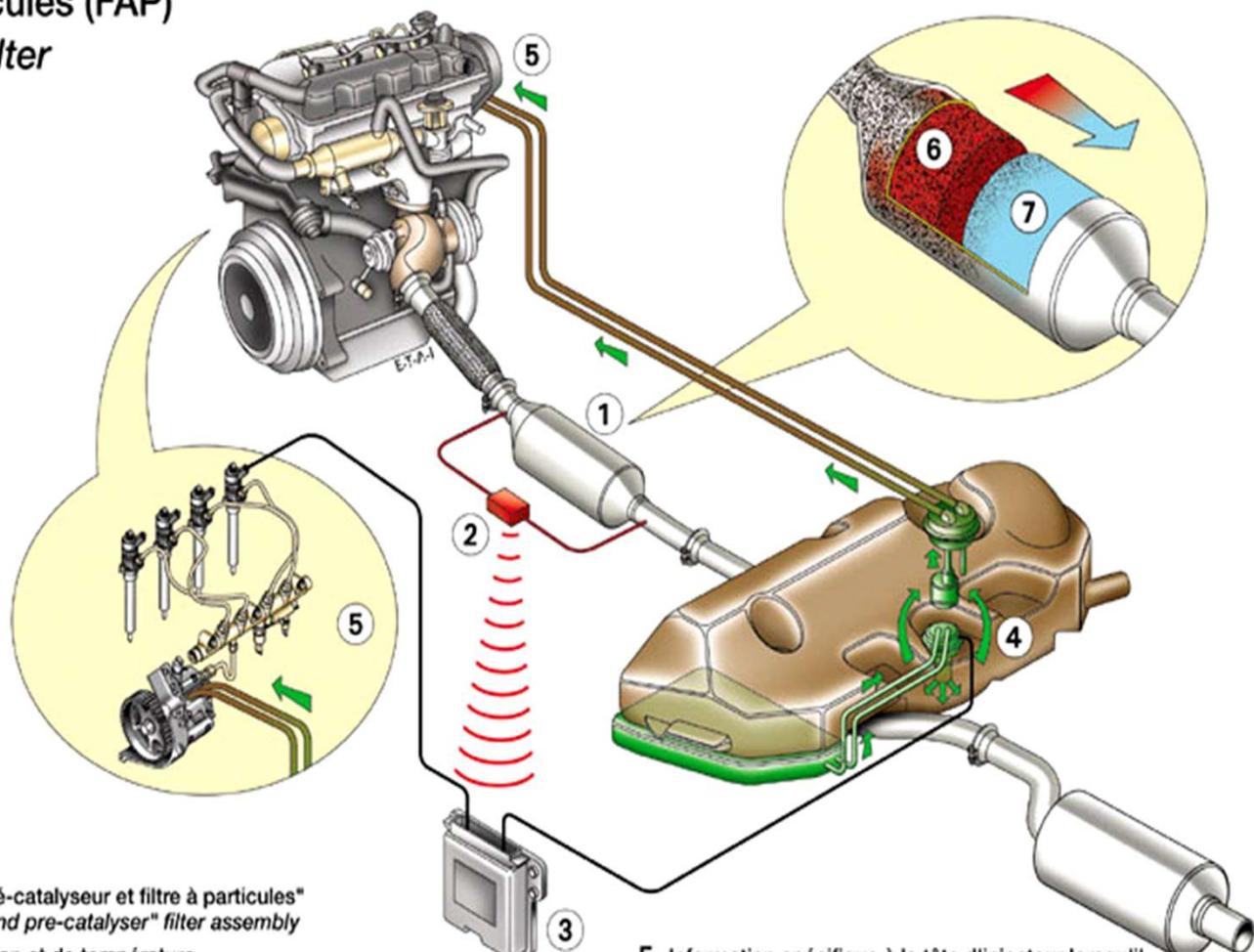
Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone

Filtre à particules (FAP) Particulate filter



1 Ensemble filtre "pré-catalyseur et filtre à particules"
"Particulate filter and pre-catalyser" filter assembly

2 Capteurs de pression et de température
Temperature and pressure sensors

3 Calculateur moteur
Engine ECU

4 Injection de produit additif dans le gazole du réservoir principal si nécessaire
Injection of an additive into the fuel in the main tank if necessary

5 Information spécifique à la tête d'injecteur lorsqu'il est nécessaire de réaliser de la post-combustion
Specific information sent to the injector head when post-combustion is needed

6 Pré-catalyseur
Pre-catalyser

7 Filtre à particules (F.A.P.)
Particulate filter

Une technologie d'avenir ?

Fabrication

Allègement
Hydroformage

Distribution

Poussoir hydrauliq
Distribution variab
Camless

Injection

Diesel HP
Directe essence

Remplissage

Turbulences
Stratification
Suralimentation

Allumage

Twin spark

Refroidissement

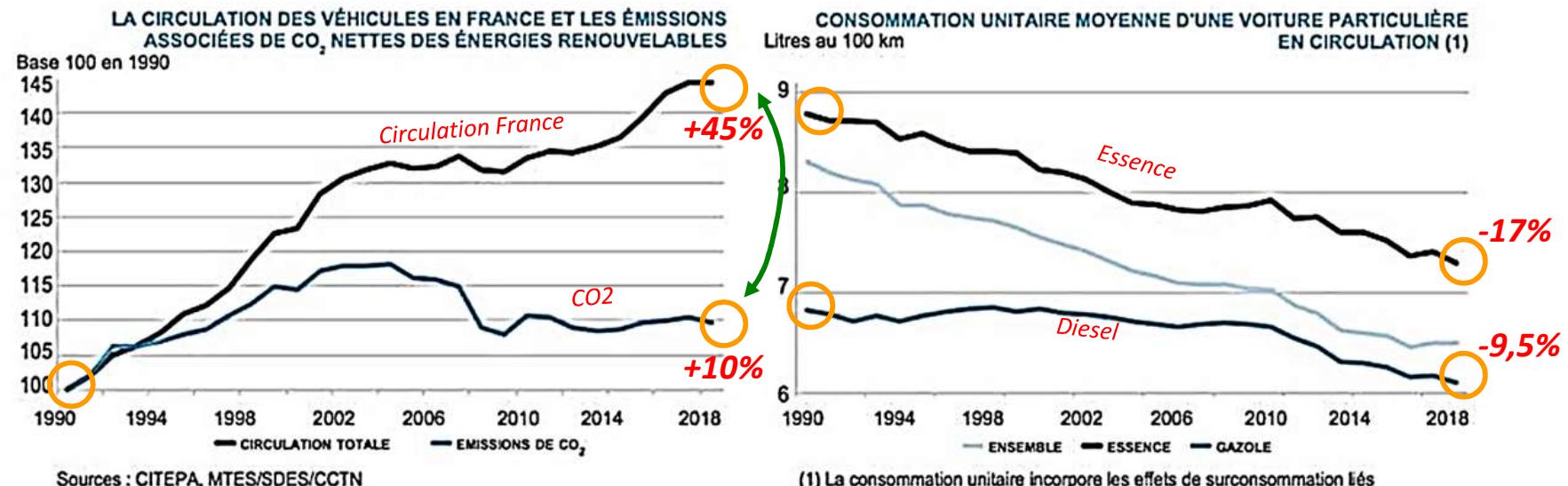
Pompe électrique
Intercooler

Hybridation

Principe
Alterno-démarrage

Dépollution

Post-traitement
NOx
Carbone



(1) La consommation unitaire incorpore les effets de surconsommation liés aux biocarburants.

Sources : MTES/SDES/CCTN



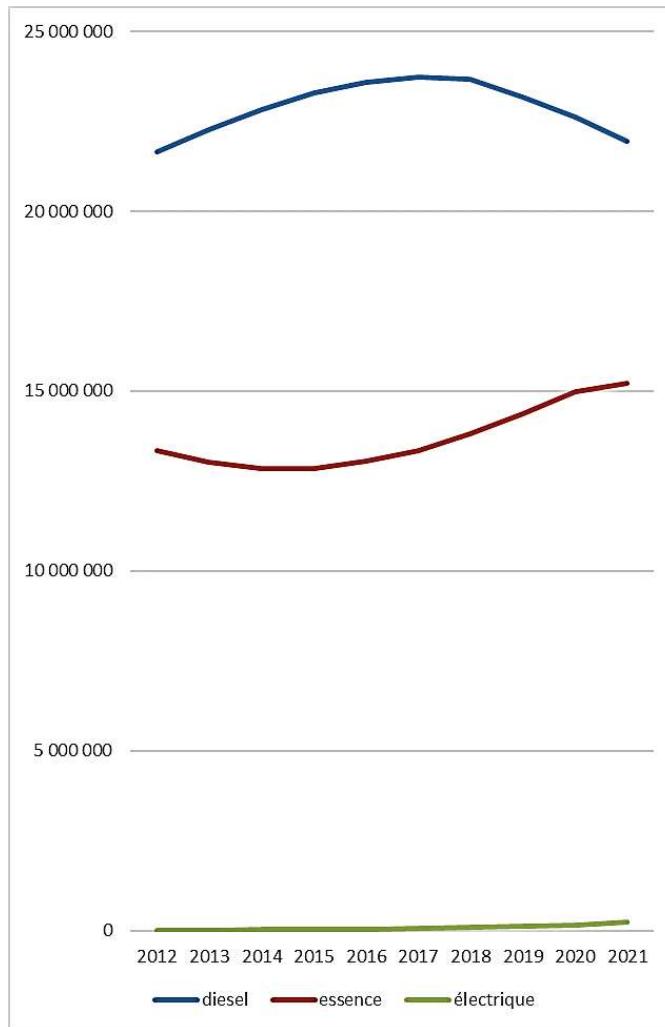
Que veut l'Europe ?

La Commission européenne a proposé en juillet 2021 d'interdire à partir de 2035 la vente de voitures neuves à essence ou diesel au profit des motorisations 100% électriques.

Cette proposition a fini par être validée sous conditions en 2023.

La Commission mise sur cette interdiction pour atteindre un transport complètement décarboné en 2050 (l'objectif de neutralité carbone de l'Europe), car une voiture reste environ 15 ans sur la route avant de partir à la casse.

Parc automobile français - évolution



Le moteur à combustion représente 99,3% du parc automobile français en 2021.



Les immatriculations des véhicules électriques représentaient 14% des véhicules neufs vendus en France en 2021.

C'est 18% en 2023, soit 30 000 chaque mois.

Les défis

Le véhicule électrique n'a de sens que dans le cadre d'une électricité décarbonnée.

Les prix des voitures électriques, est aujourd'hui bien plus élevés que ceux des thermiques.

Les investissements des constructeurs dans ce domaine sont très variables.

L'UE souhaite des points de recharge tous les 60 kilomètres le long des principales routes européennes.

Défi scientifique et technologique

Défi sociétal et technologique

Défi économique

