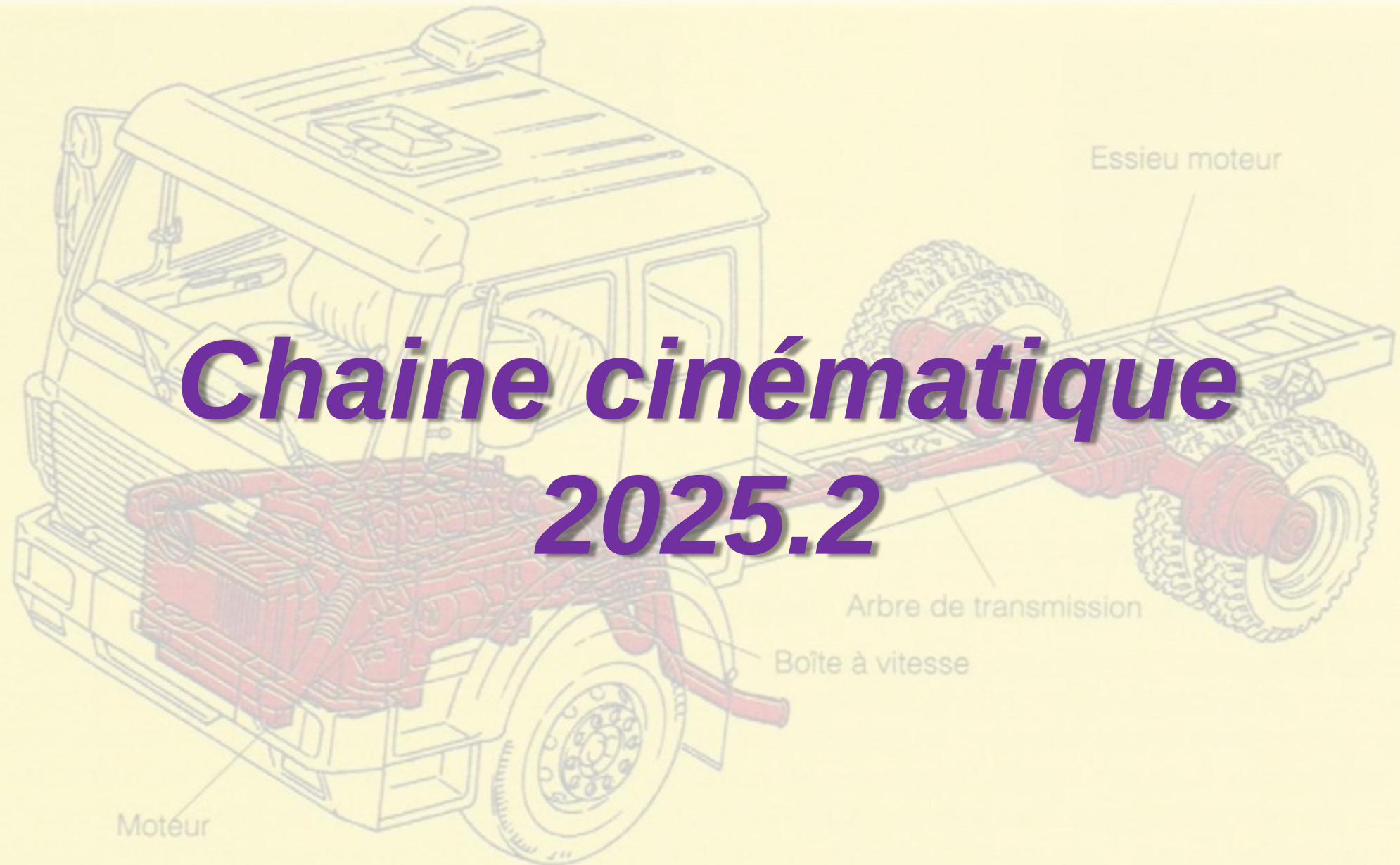


Chaine cinématique ***2025.2***



Utilisation optimale de la chaîne cinématique

Objectifs :

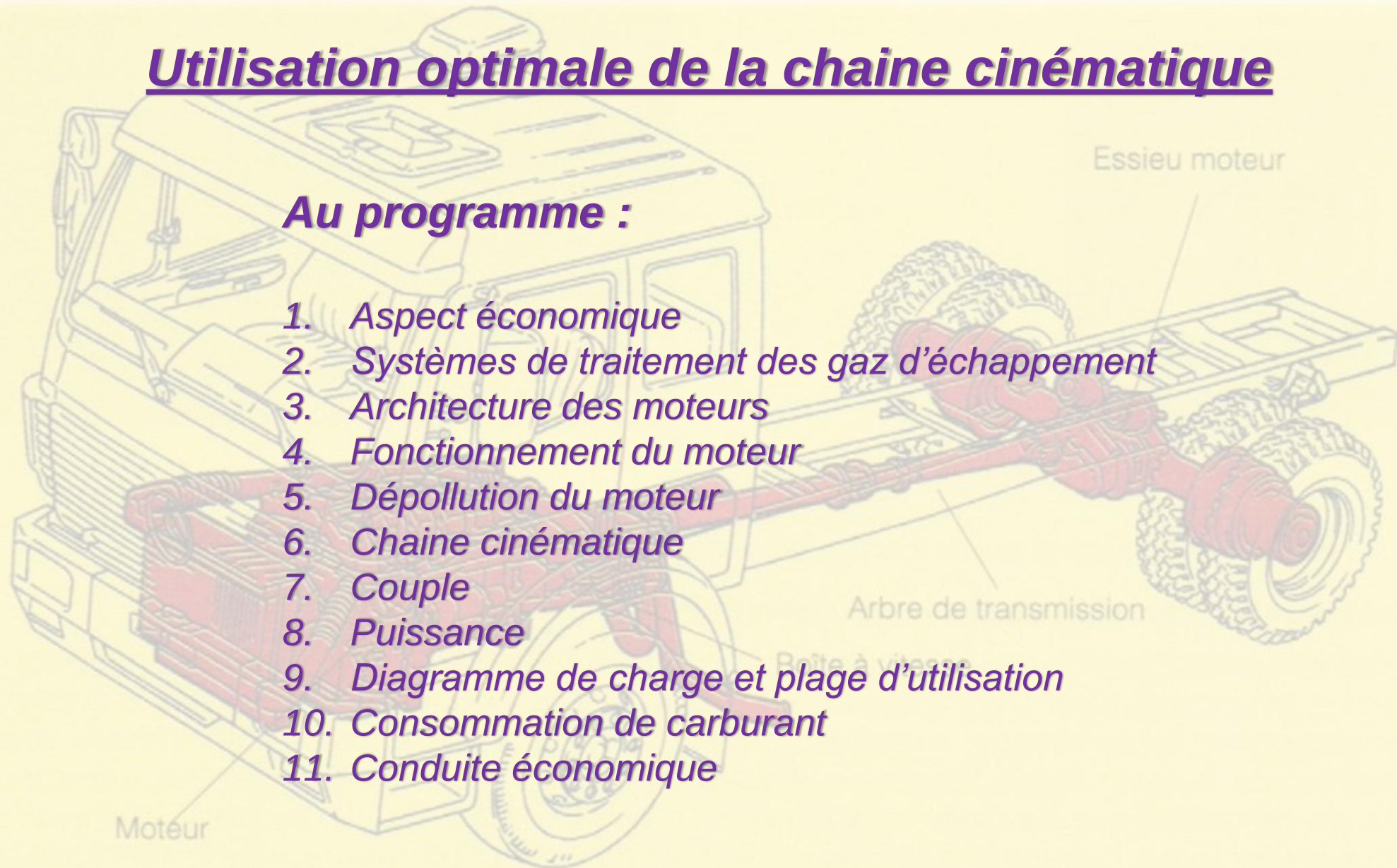
- Citer les normes en matière de gaz d'échappement et différencier les systèmes de réduction des émissions nocives
- Décrire les concepts de couple, puissance, charge, plage
- Expliquer l'importance du couple dans le passage des vitesses
- Calculer la consommation de carburant



Utilisation optimale de la chaîne cinématique

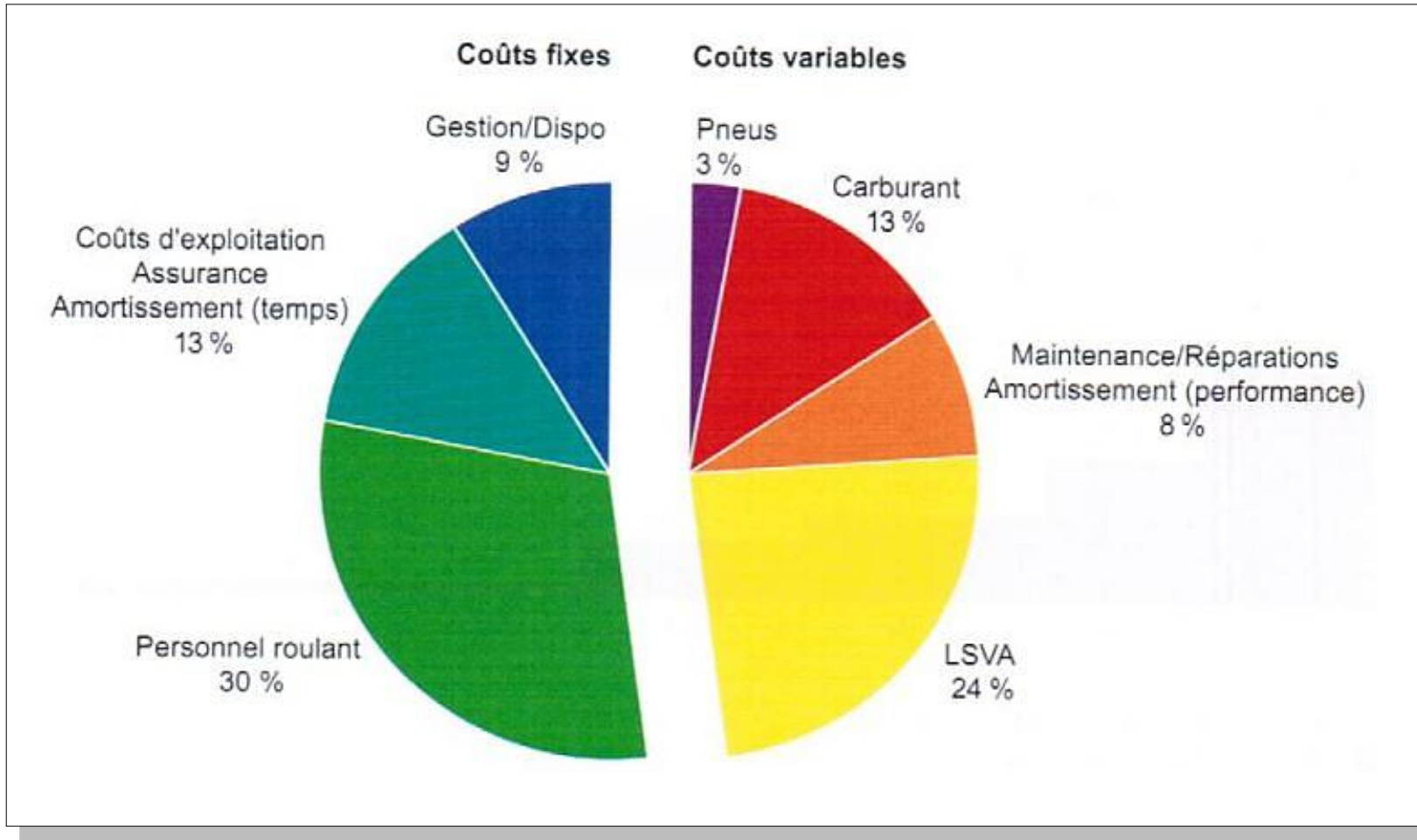
Au programme :

1. Aspect économique
2. Systèmes de traitement des gaz d'échappement
3. Architecture des moteurs
4. Fonctionnement du moteur
5. Dépollution du moteur
6. Chaîne cinématique
7. Couple
8. Puissance
9. Diagramme de charge et plage d'utilisation
10. Consommation de carburant
11. Conduite économique



1. Aspects économiques

Le chauffeur à une influence sur les coûts

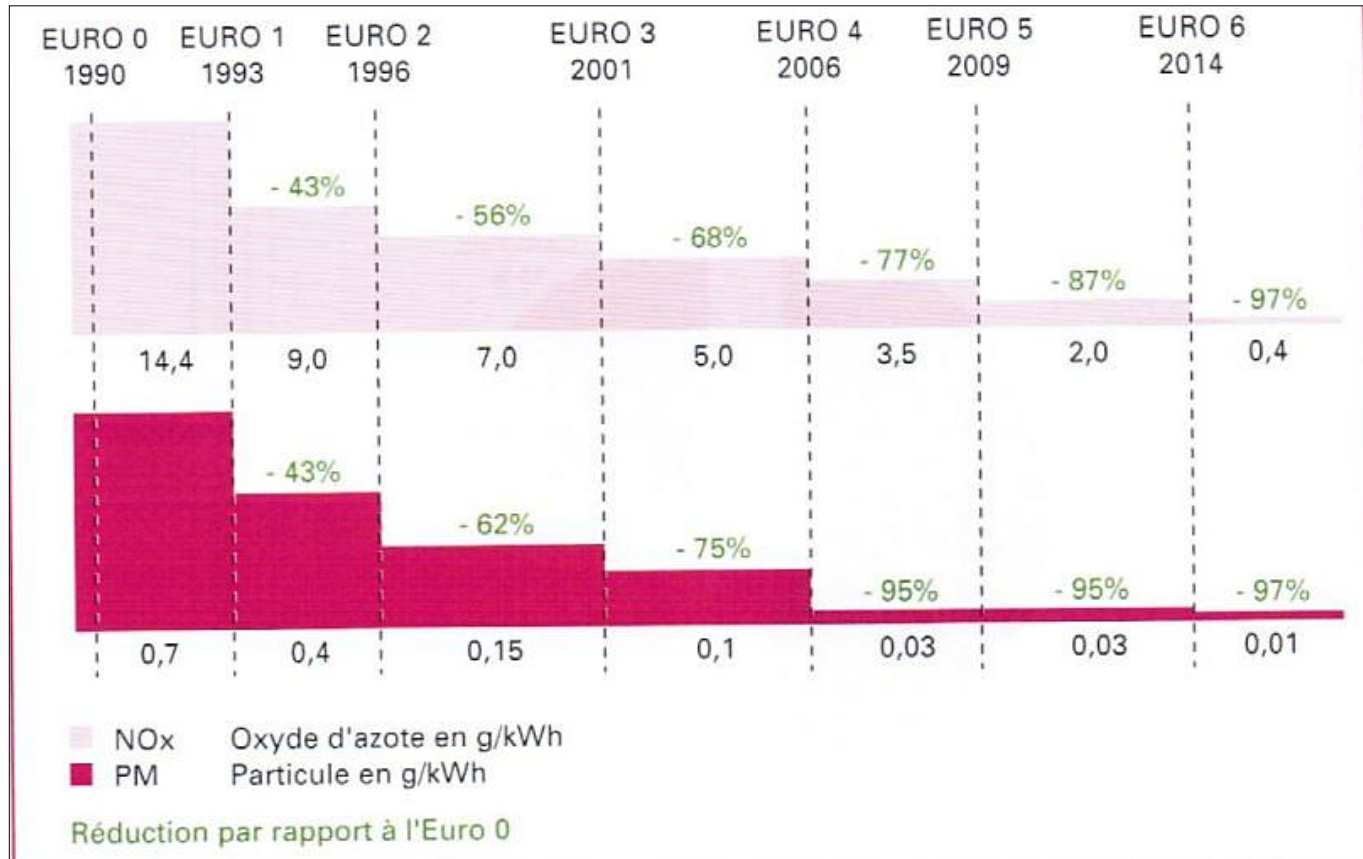


- *Les pneus*
- *Les réparations*
- *La maintenance*
- *Le carburant*

2. Les systèmes de traitement des gaz d'échappement



La norme EURO

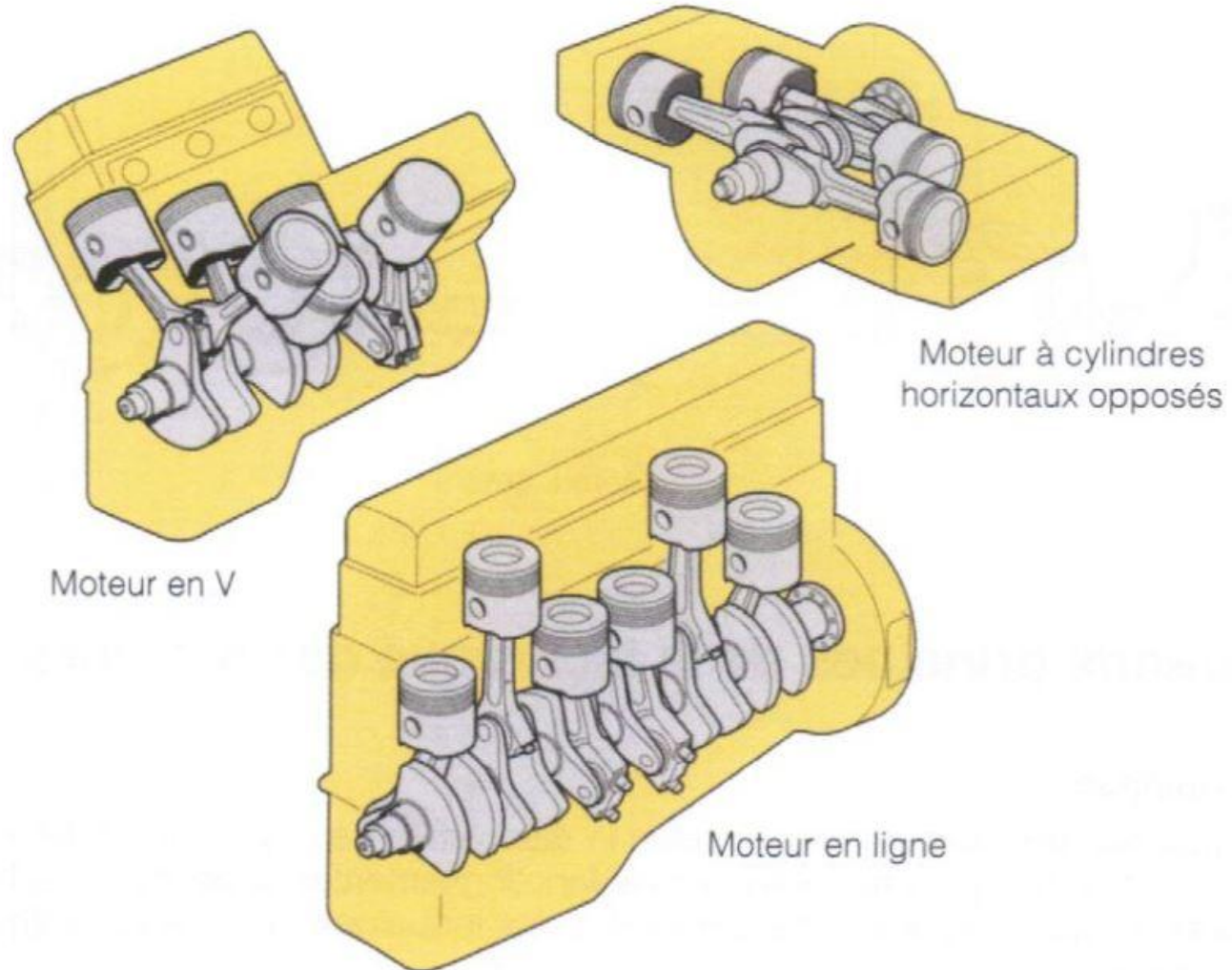


- *Euro 1 : modifications mécaniques des pistons et des injecteurs*
- *Euro 2 : Gestion électronique des moteurs*
- *Euro 3 : Mesures internes au moteur telles que l'injection (pression)*
- *Euro 4 : Peut encore être atteinte avec des mesures internes (Recirculation Gaz Echappement ou injection multiple)*
- *Euro 5 : Difficile à atteindre avec des mesures internes au moteur*
- *Euro 6 : Impossible via des mesures internes au moteur (RGE/SCR/turbo)*

Echappement propre

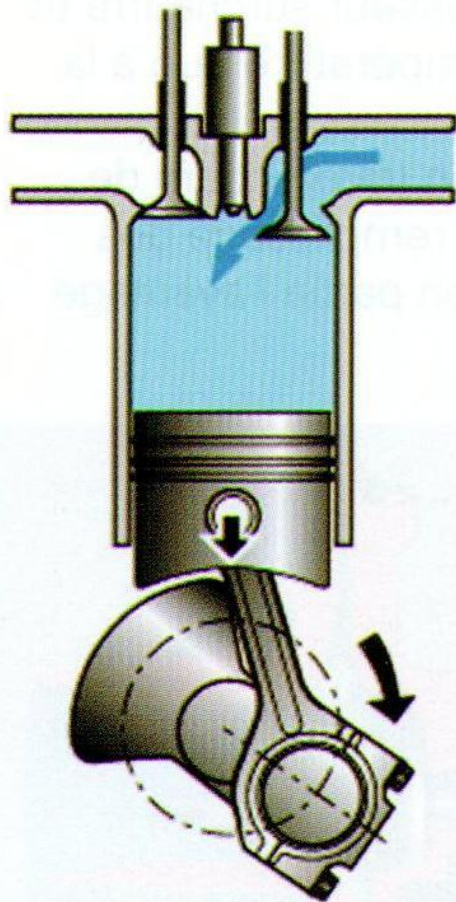


3. L'architecture des moteurs

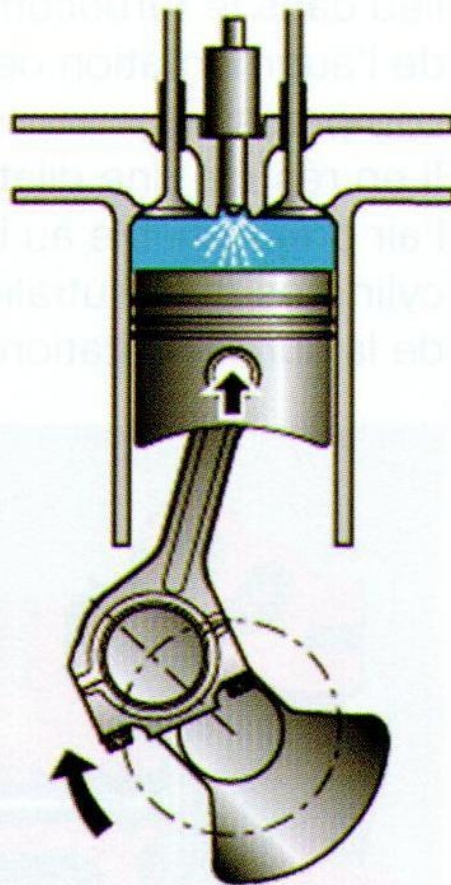


4. Le fonctionnement du moteur 4 temps (diesel)

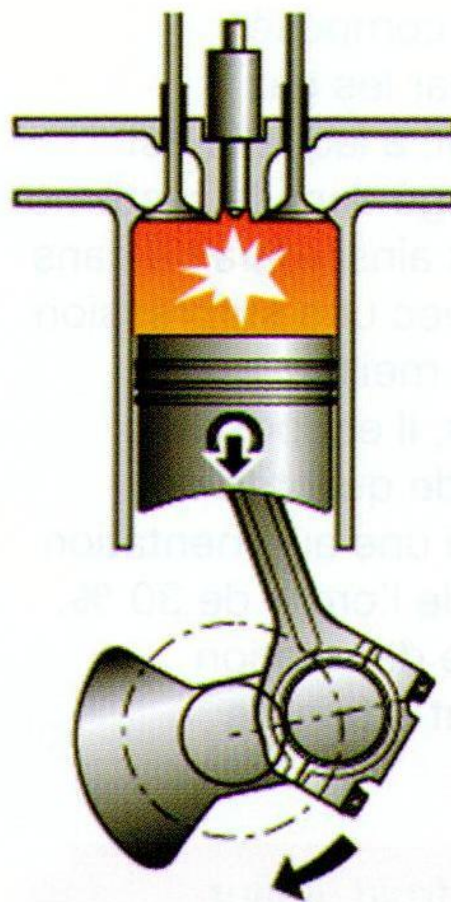
1. Admission



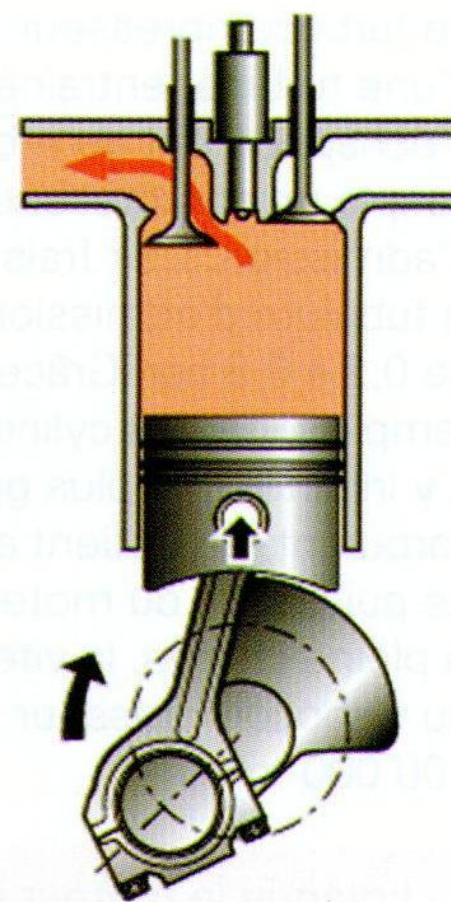
2. Compression



3. Combustion



4. Echappement

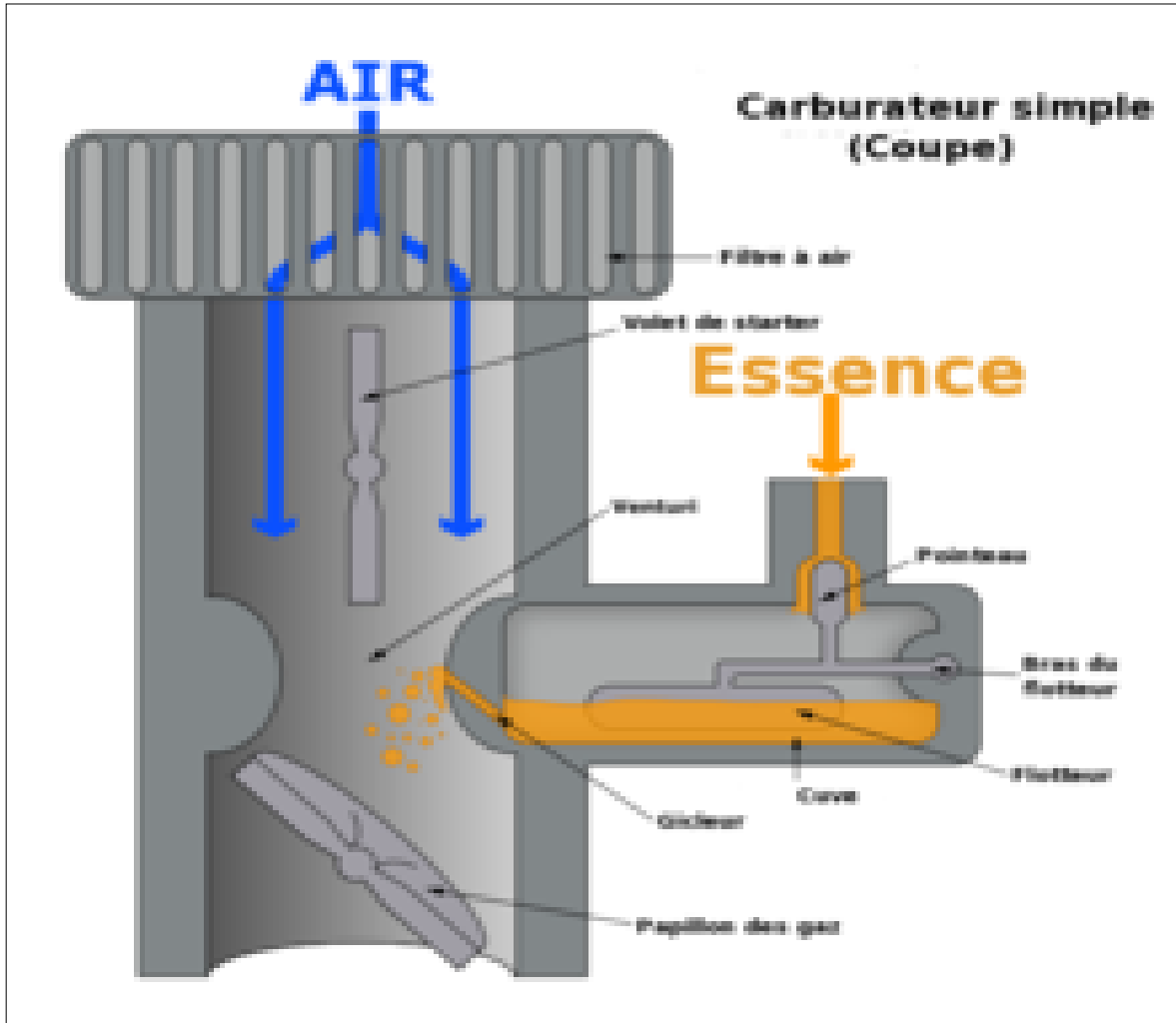




04:55.25



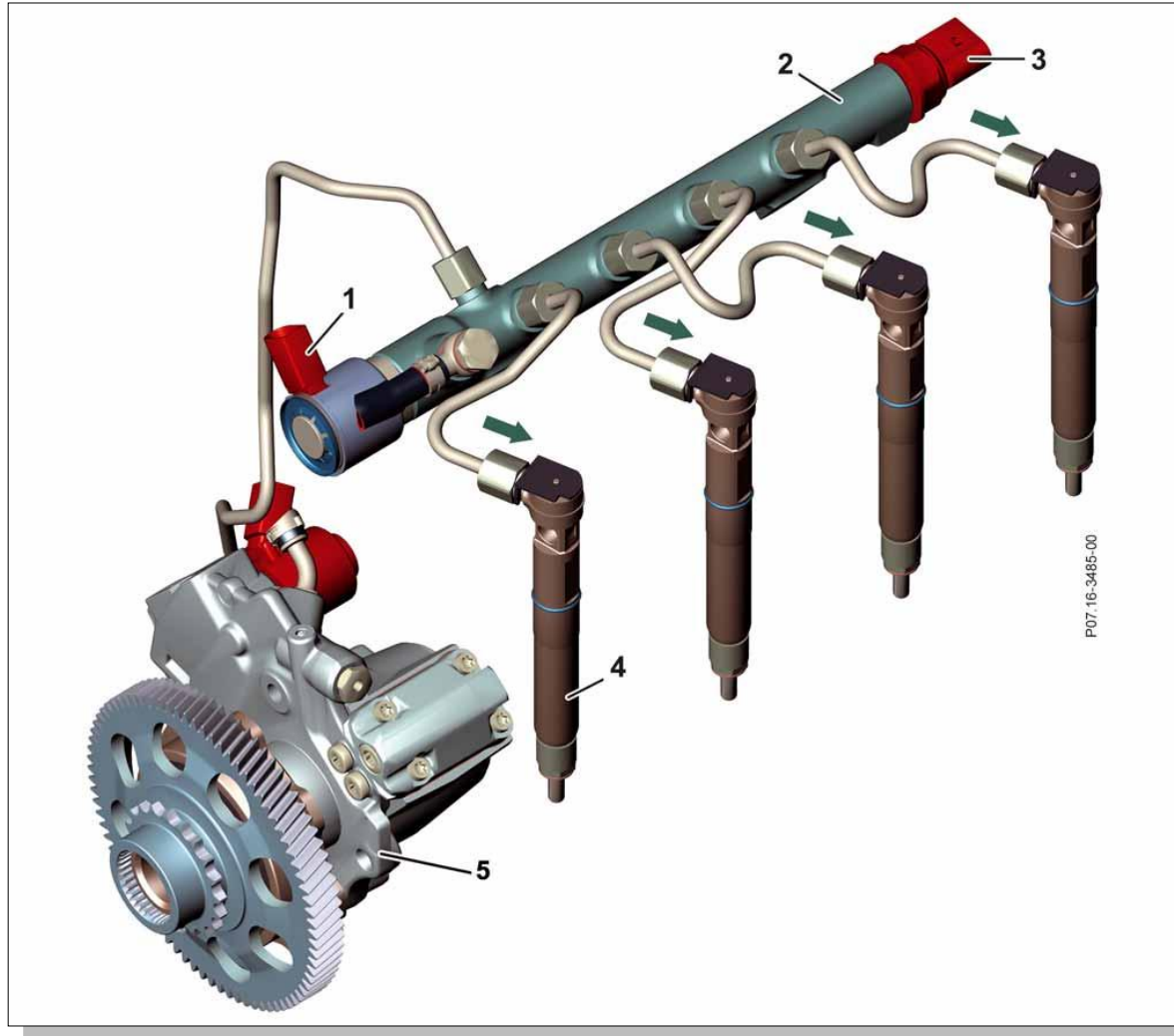
Système avec carburateur



Pour réaliser une combustion complète d'un gramme de carburant (essence ou diesel), il faut, en théorie, 14,7 grammes d'air.

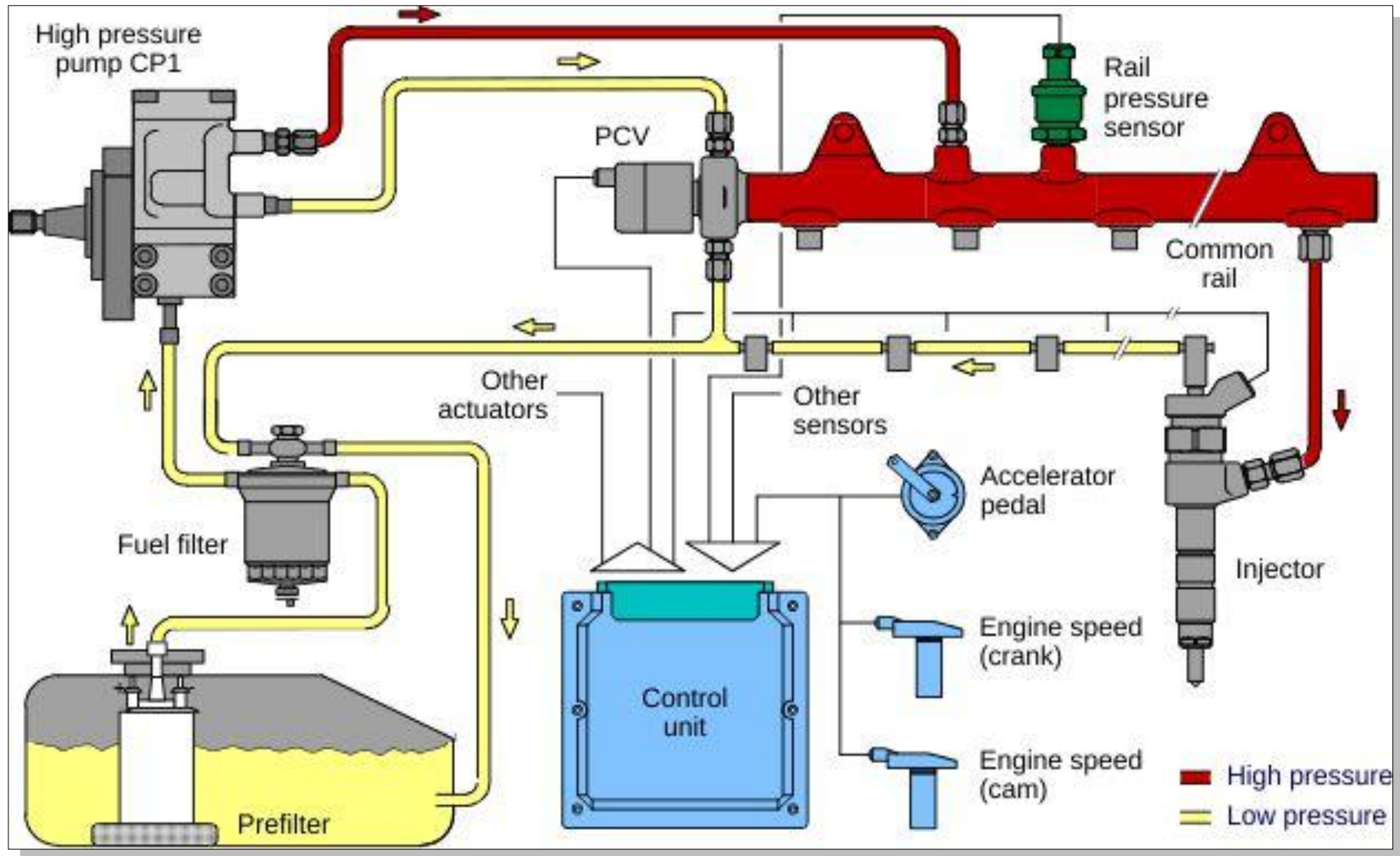
*Ce mélange idéal est appelé **rapport stoechiométrique.***

Systeme d'injection Common Rail (rampe commune)

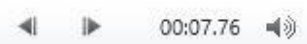
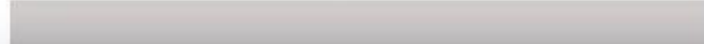
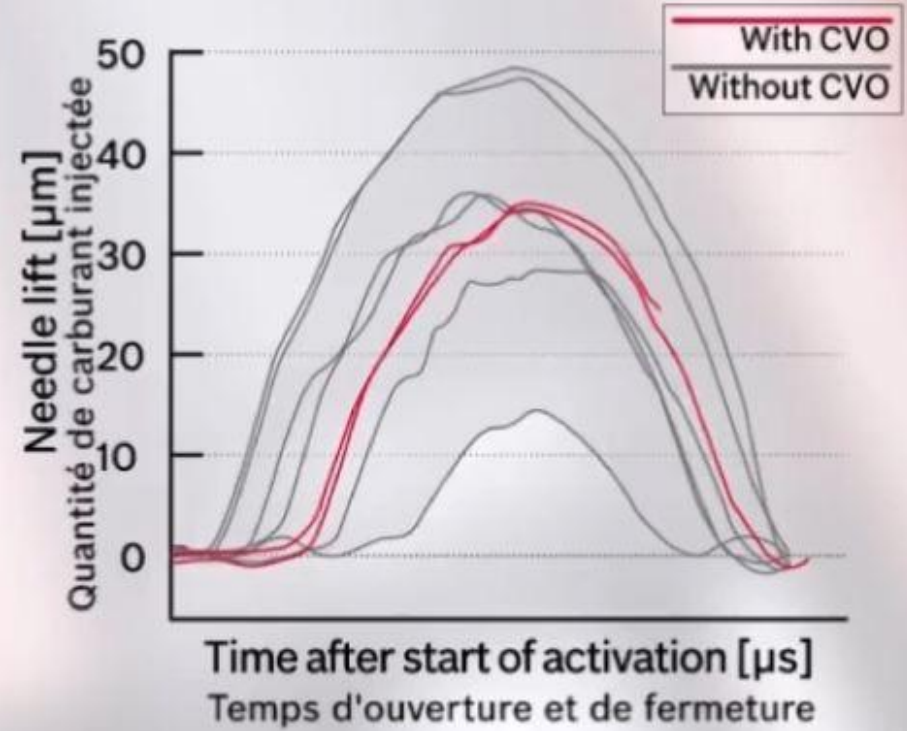


*Pour réaliser une combustion
complète d'un gramme de carburant
(essence ou diesel), il faut, en théorie,
14,7 grammes d'air.
Ce mélange idéal est appelé
rapport stoechiométrique.*

Systeme d'injection Common Rail (rampe commune)



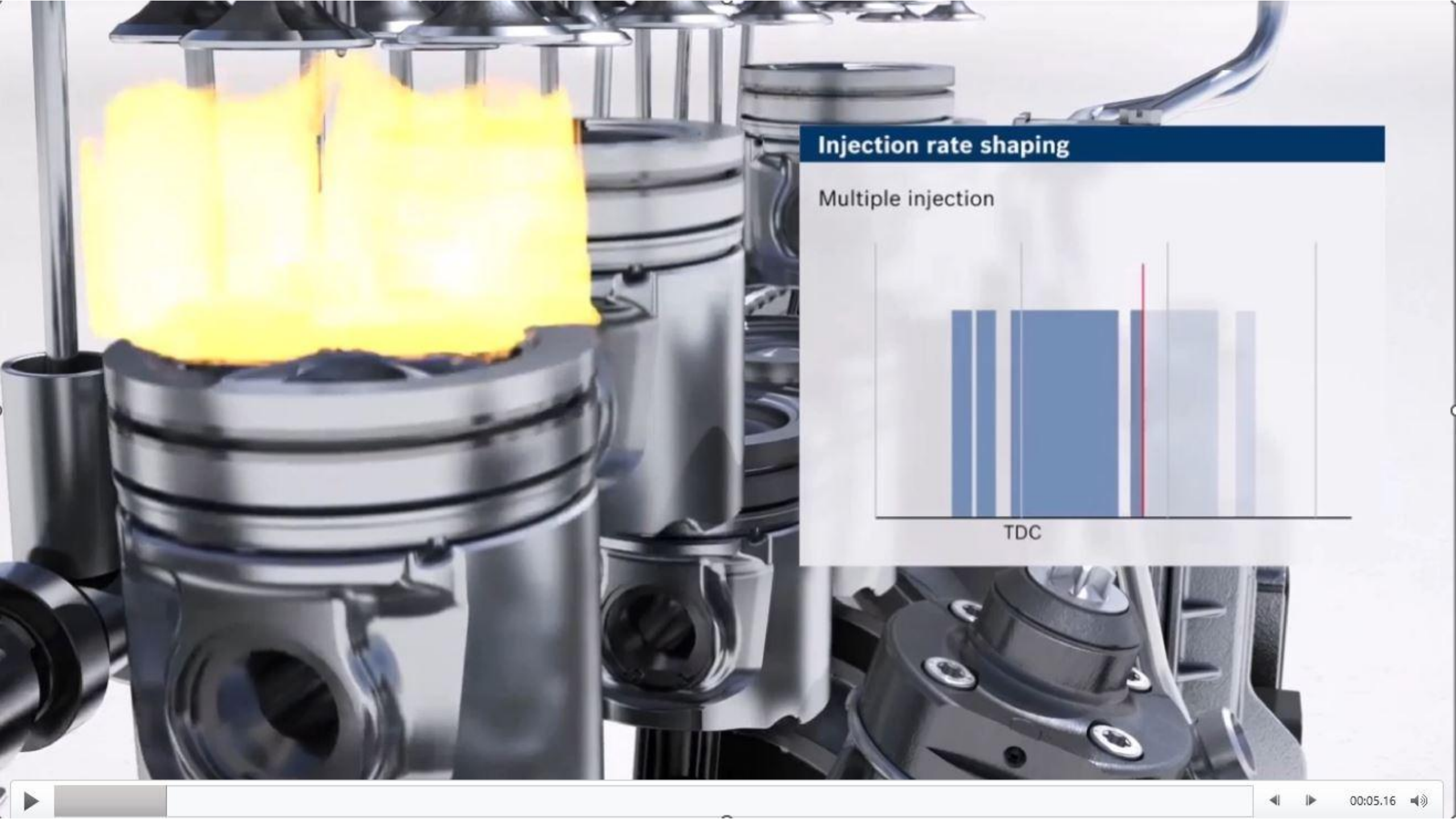
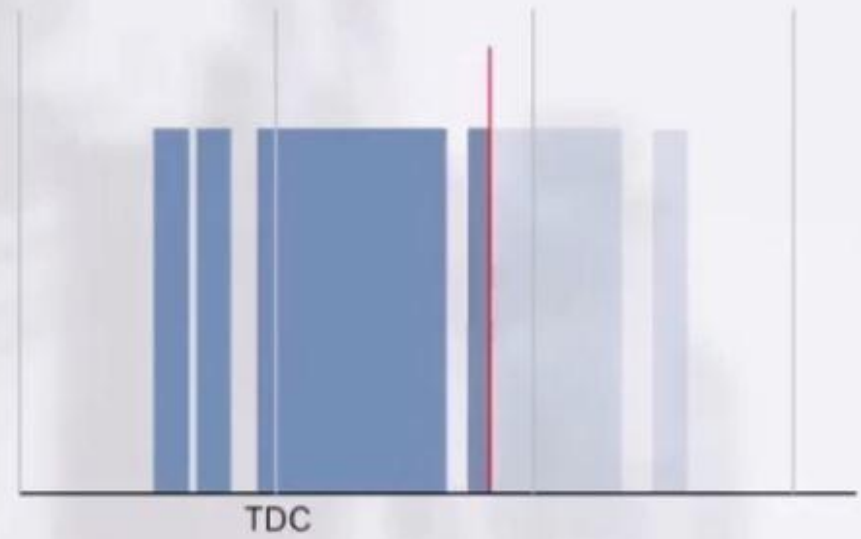
Technologie CVO



00:07.76

Injection rate shaping

Multiple injection





Le filtre à air



Conséquences suite à un mauvais entretien :

- *Augmentation de la consommation (jusqu'à 25%)*
- *Démarrages difficiles*
- *Vibrations excessives à l'arrêt*
- *Accumulation de carbone dans le moteur*

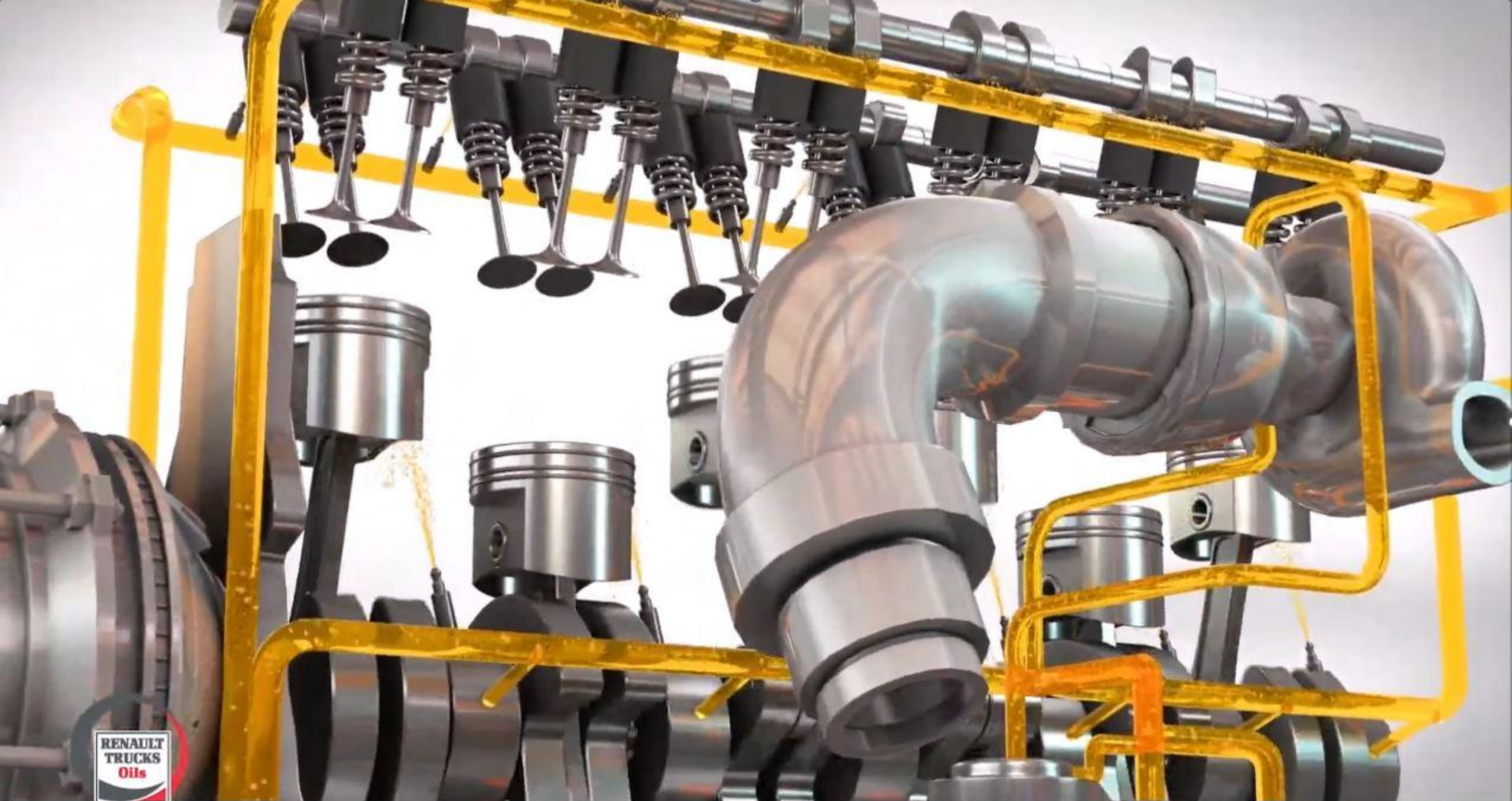


La lubrification



*A quoi sert la
lubrification ?*

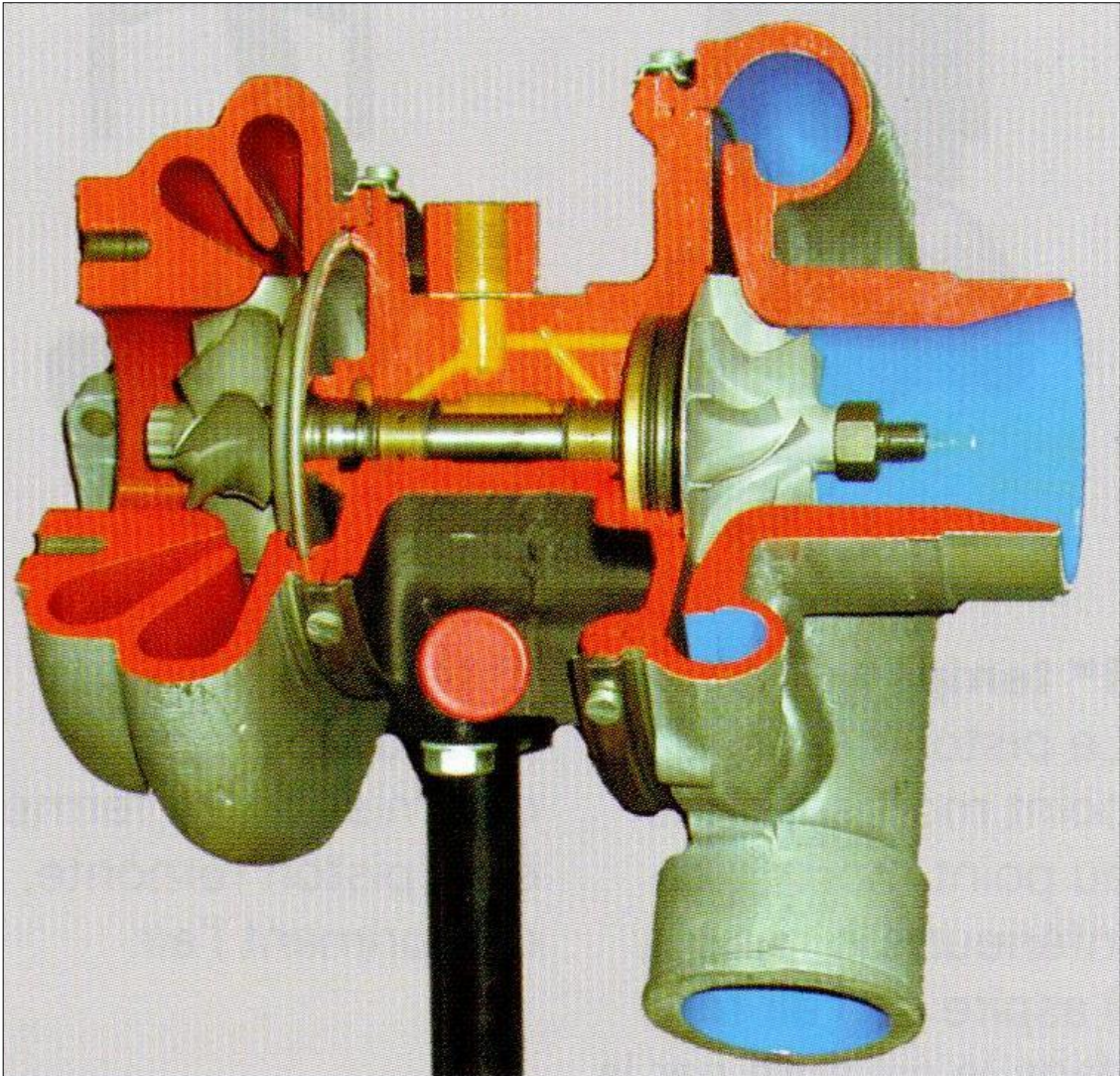
- *Lubrifier*
- *Refroidir*
- *Nettoyer*
- *Rendre étanche*



00:26.08

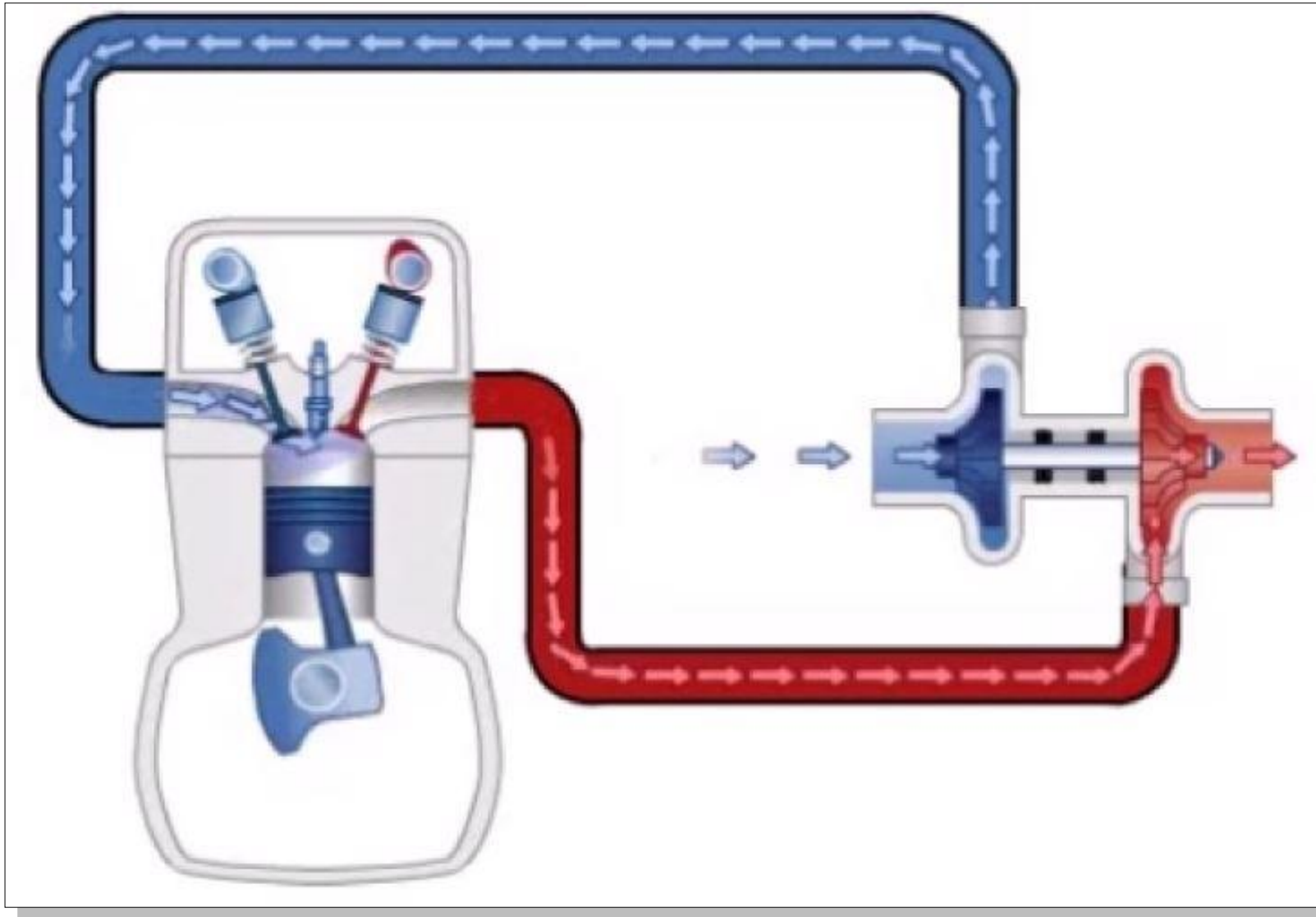


Le Turbocompresseur

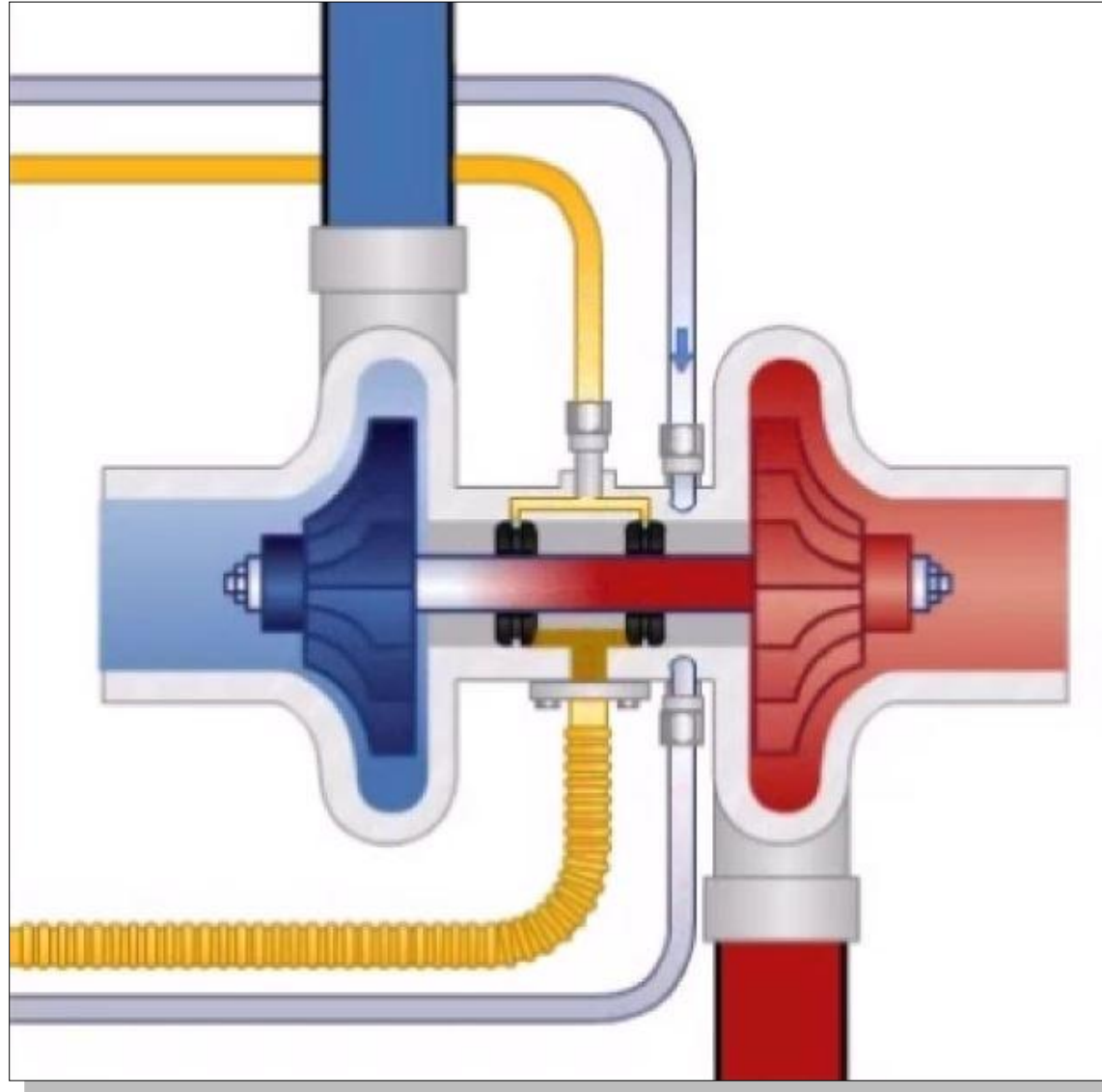


*Il comprime l'air dans l'admission
(turbine froide) en utilisant le flux d'air
de l'échappement (turbine chaude)*

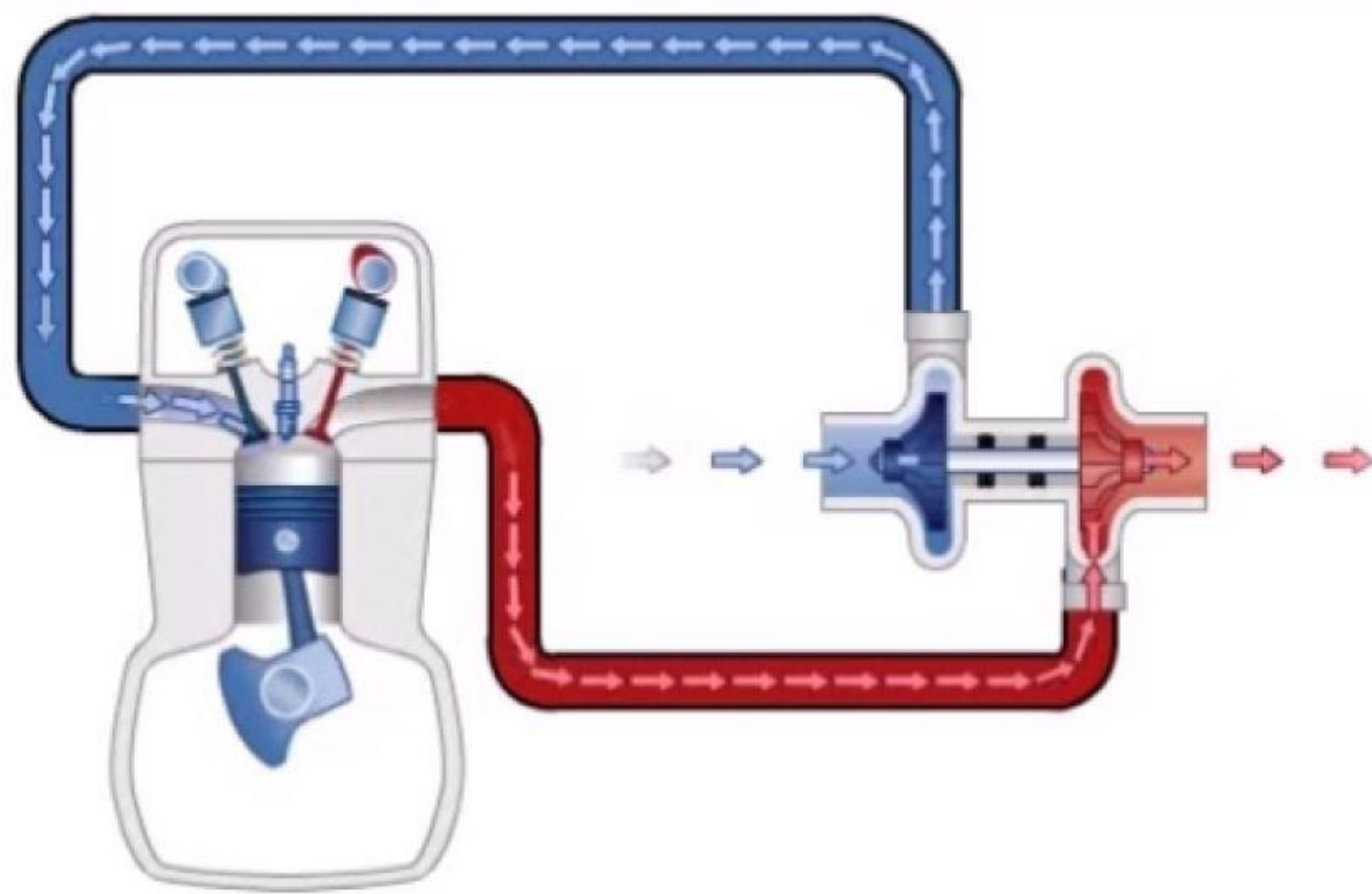
Le circuit du turbo



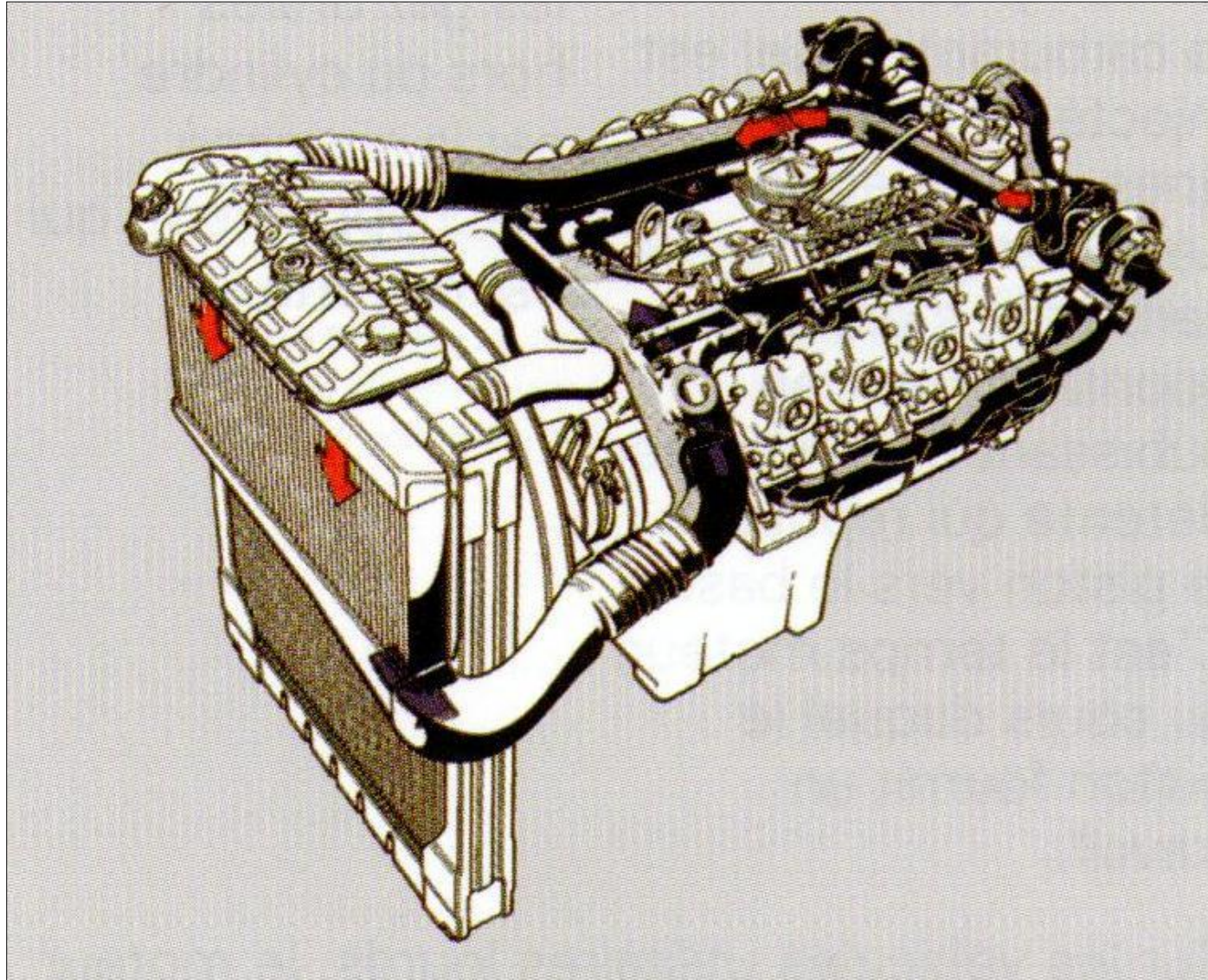
Le graissage du turbo



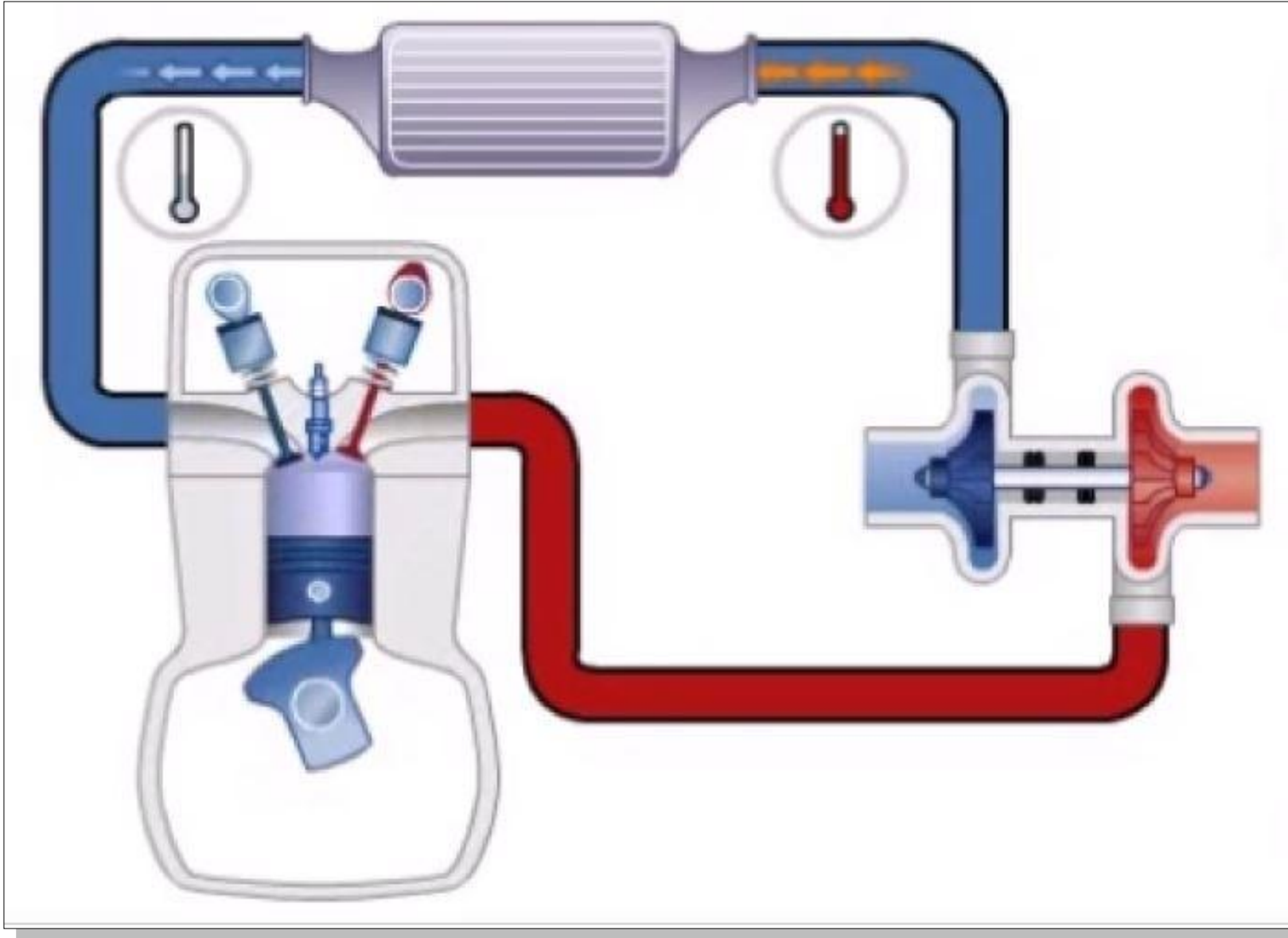
Le turbocompresseur comprime l'air d'admission afin d'augmenter la quantité d'air admise dans les cylindres d'un moteur.



Intercooler

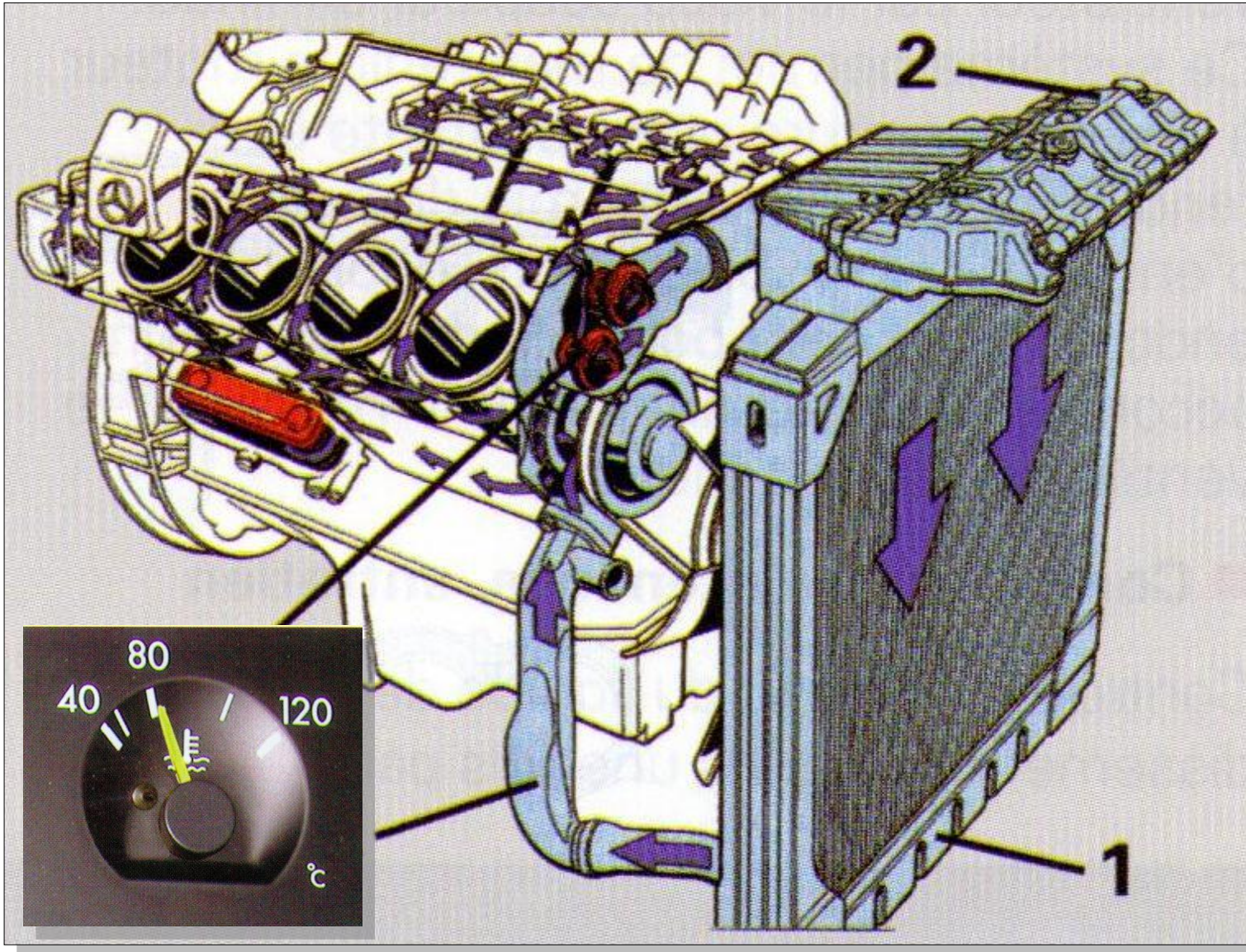


Intercooler



L'intercooler refroidi l'air entre la sortie du turbo et l'entrée du moteur afin de remplir encore plus la chambre de combustion car l'air froid est plus dense que l'air chaud

Le circuit de refroidissement



- Il réchauffe le moteur à froid
- Il maintient la température de fonctionnement autour de 80°
- Compléter le niveau selon le manuel du constructeur
- Ne pas ouvrir un circuit chaud (risque de brûlures)
- Contrôler avec un réfractomètre ou un pèse-antigel la concentration d'antigel du circuit

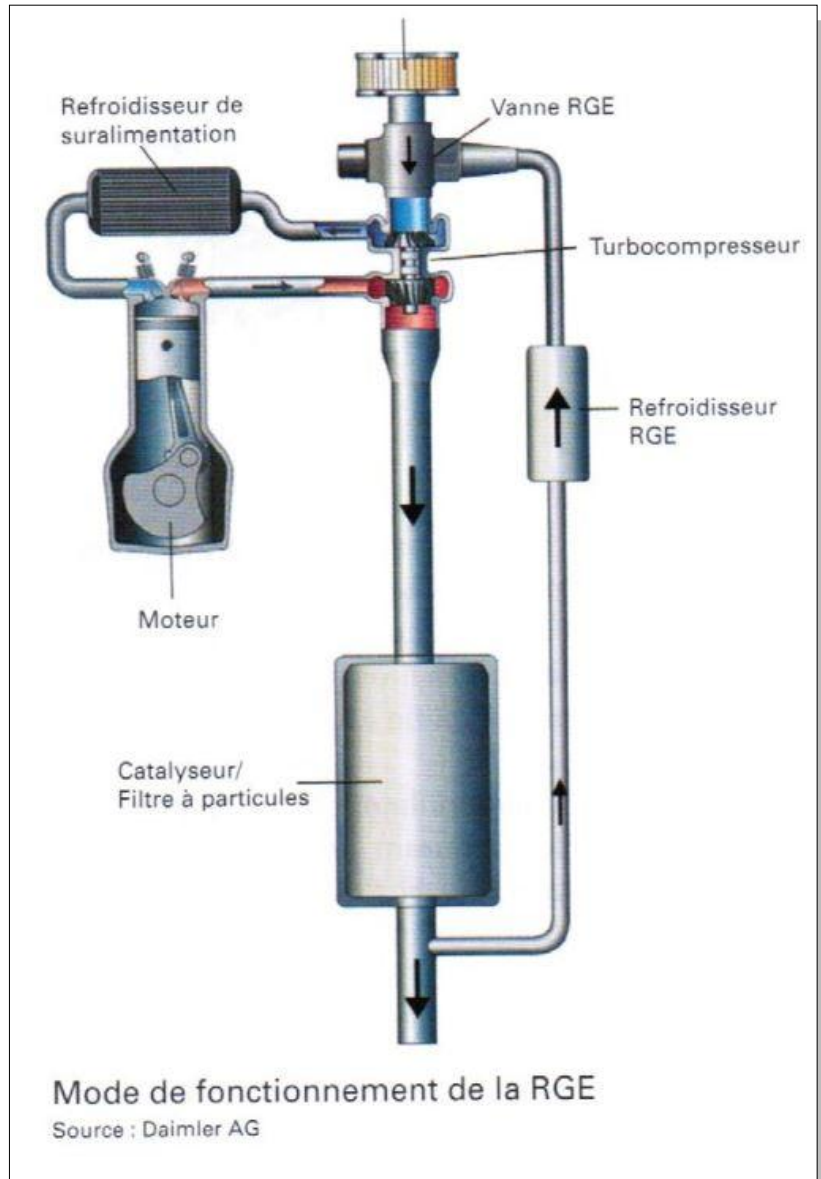
Réfractomètre ou pèse-antigel



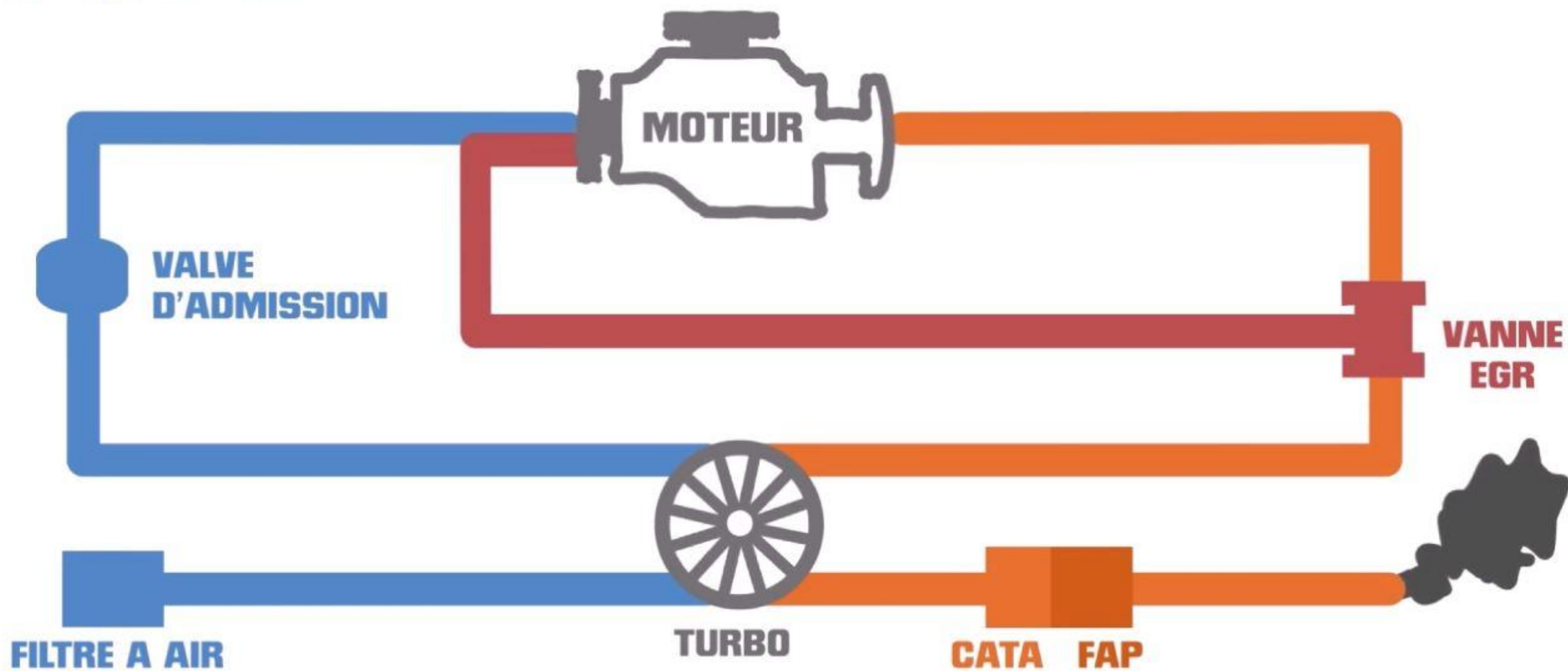
5. Dépollution des moteurs



5.1 Recirculation des gaz d'échappement (EGR)



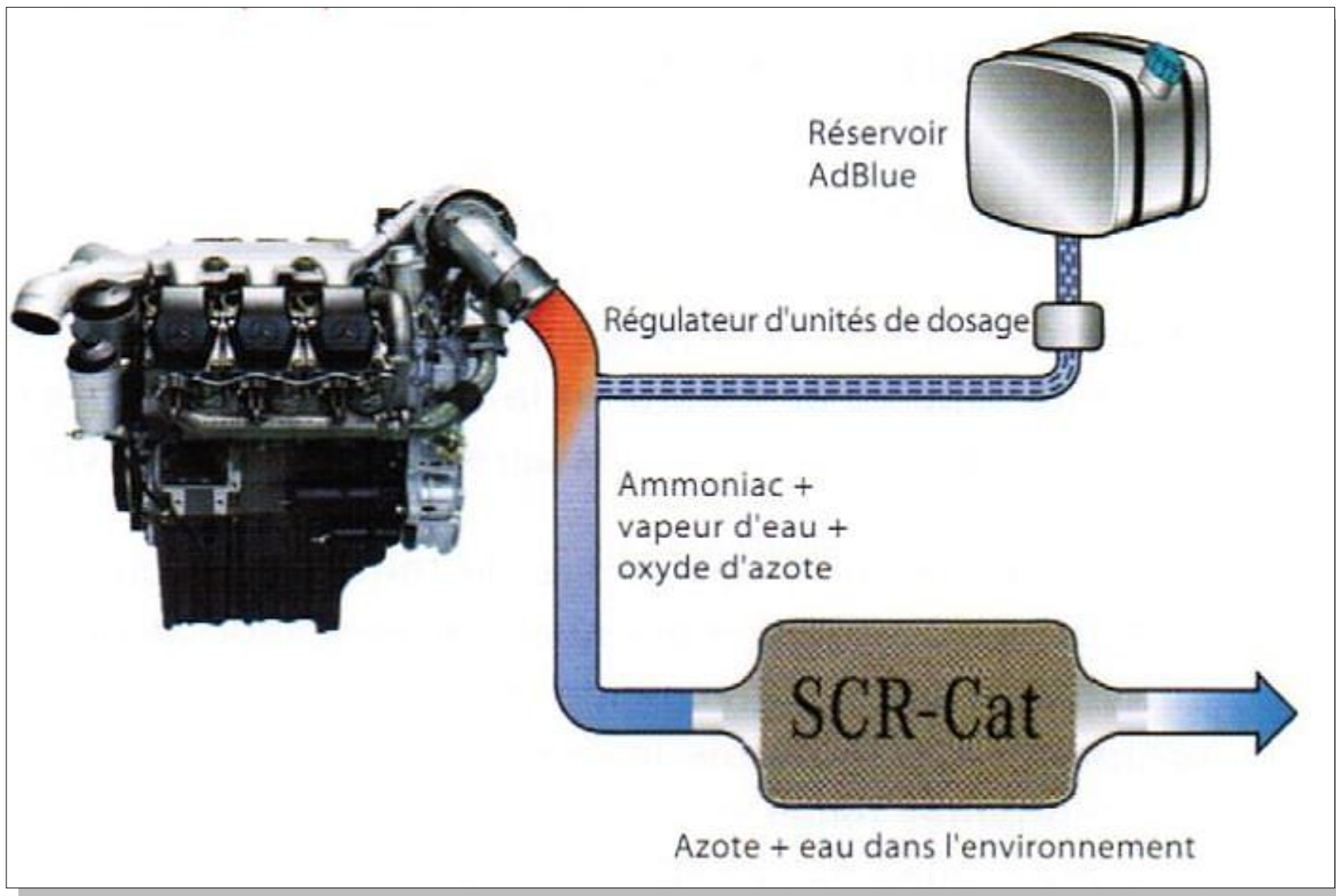
La vanne EGR permet de réduire le taux de NOx, en sortie d'échappement, essentiellement en abaissant la température de combustion via notamment la diminution de la proportion d'oxygène, au détriment du rendement et de la consommation de carburant tout en augmentant la quantité de particules rejetées



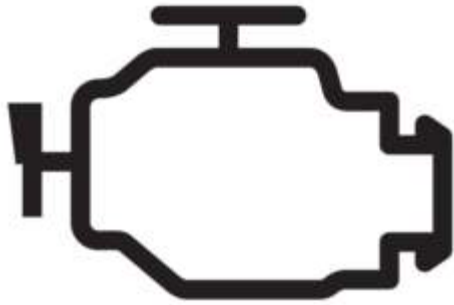
00:43.86



5.2 Système de Réduction Catalytique Sélective (AdBlue)



Système OBD (On-Board Diagnostic)



*Symbole MIL
(Malfunction Indicator Lamp)*

Le système OBD surveille :

- *Le niveau des NOx (oxydes d'azote) dans les gaz d'échappement.*
- *Le niveau de PM (particules) dans les gaz d'échappement.*
- *Qualité et disponibilité du AdBlue.*
- *Autres fonctions dans le moteur et le système de nettoyage des gaz d'échappement.*

Surveillance (AdBlue)



*Symbole de défaut dans le
système de nettoyage des gaz
d'échappement*

Le système surveille les éléments suivants :

- Niveau de AdBlue bas.*
- Consommation incorrecte d'AdBlue.*
- Qualité incorrecte d'AdBlue.*
- Composants qui affectent la teneur en oxydes d'azote (NOx) dans les gaz d'échappement.*

En cas de défaut dans le système de nettoyage des gaz



Symbole de défaut dans le système de nettoyage des gaz d'échappement

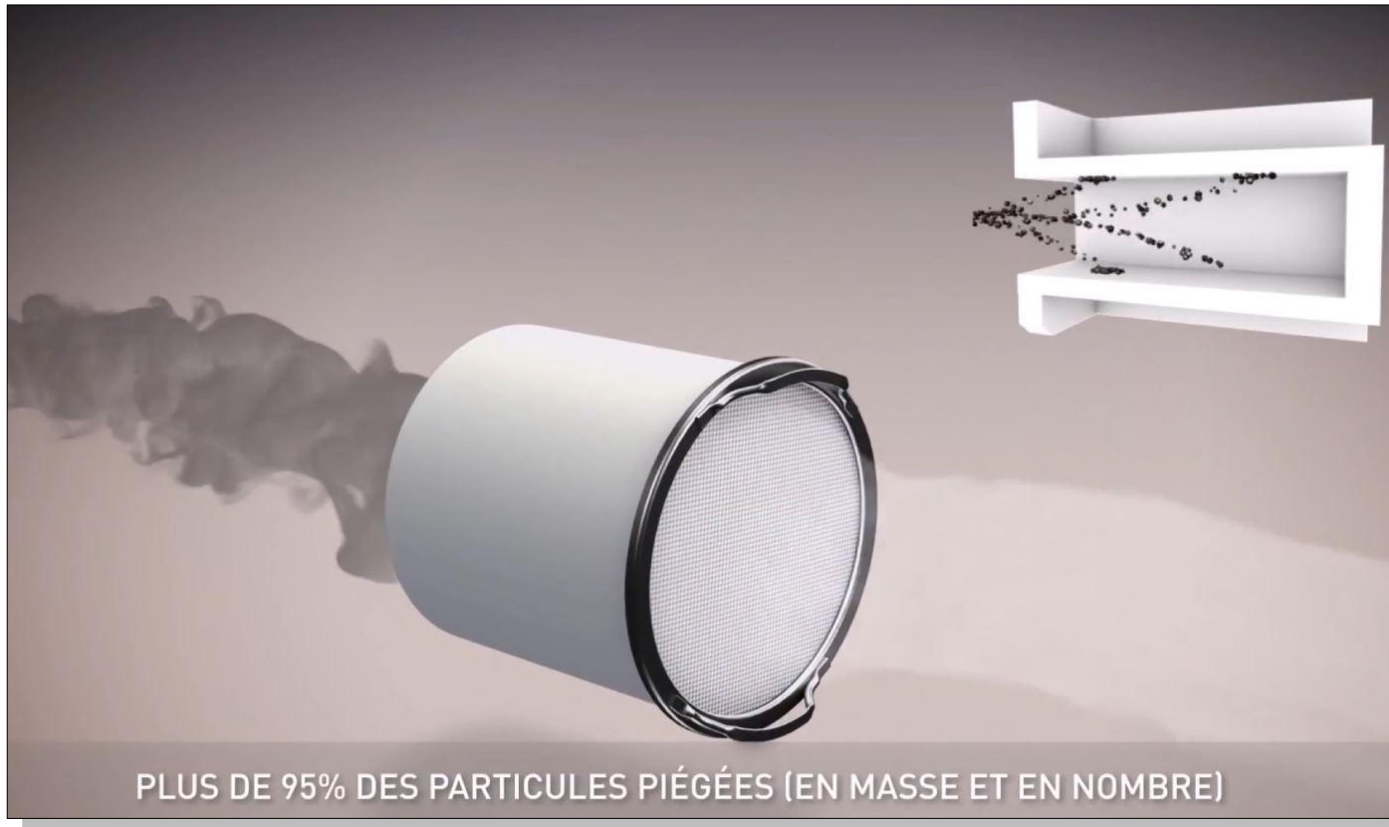
Changements de performances

Des alertes sur les défauts s'affichent et si le défaut n'a pas été corrigé, les performances du camion diminuent progressivement.

Les évènements suivants se produisent :

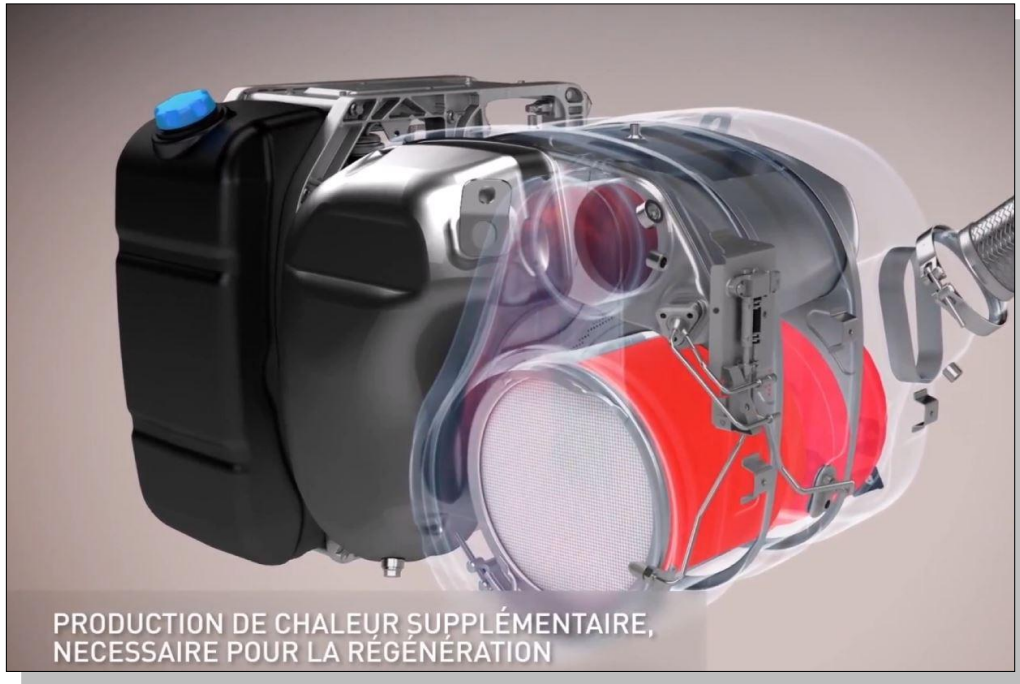
- Avertissement sur la réduction de la puissance de traction.*
- La puissance de traction du moteur est réduite de 25 %.*
- Avertissement sur la limitation de la vitesse.*
- La vitesse est limitée à 20 km/h.*

5.3 Filtre à particules



Le filtre à particules en céramique réduit considérablement les émissions de particules de suie, d'hydrocarbures et de monoxydes de carbone. Le système brûle automatiquement les particules de suie piégées dans le filtre.

Filtre à particules (Les suies)



Le filtre recueille les particules de suie.

Une grande quantité de particules dans le filtre signifie une contre-pression des gaz d'échappement plus élevée, ce qui entraîne alors une consommation de carburant légèrement plus élevée et un risque d'usure inutile du moteur.

Pour éviter cela, il existe un système qui élimine les particules de suie en les brûlant automatiquement.

Le processus de combustion est appelé régénération active.

Les particules sont ainsi brûlées en faisant chauffer le filtre en injectant du carburant dans l'échappement.

Filtre à particules (La régénération active)



*Symbole de température des gaz
d'échappement très élevée
pendant la régénération*

Une régénération automatique démarre si nécessaire. La régénération est uniquement effectuée pendant la conduite et lorsque la charge est suffisante pour atteindre une température élevée. La vitesse de ralenti augmente aussi légèrement. Le frein sur l'échappement est partiellement enclenché afin d'augmenter la température des gaz d'échappement, et le bruit du moteur peut changer.

Les gaz d'échappement deviennent très chauds pendant la régénération.

Un symbole d'avertissement s'allume alors dans l'afficheur d'informations du conducteur. Ceci est tout à fait normal et n'affecte pas la conduite. Lorsque le symbole s'éclaire, pensez au risque d'incendie. Aucune autre mesure n'est requise.

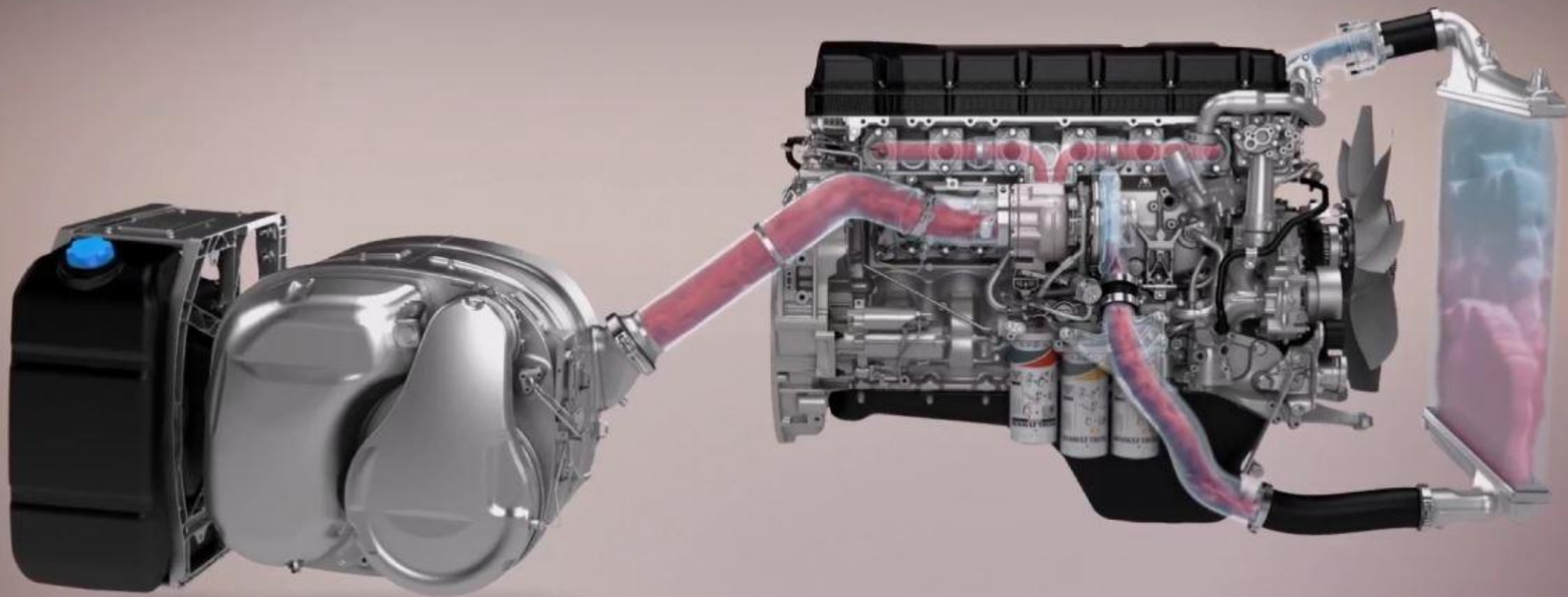
Filtre à particule (Les cendres)



Le filtre élimine également les composés inorganiques (cendres) des gaz d'échappement, qui proviennent des additifs dans l'huile moteur.

Les cendres ne brûlent pas et c'est la raison pour laquelle un entretien régulier du filtre à particules est requis.

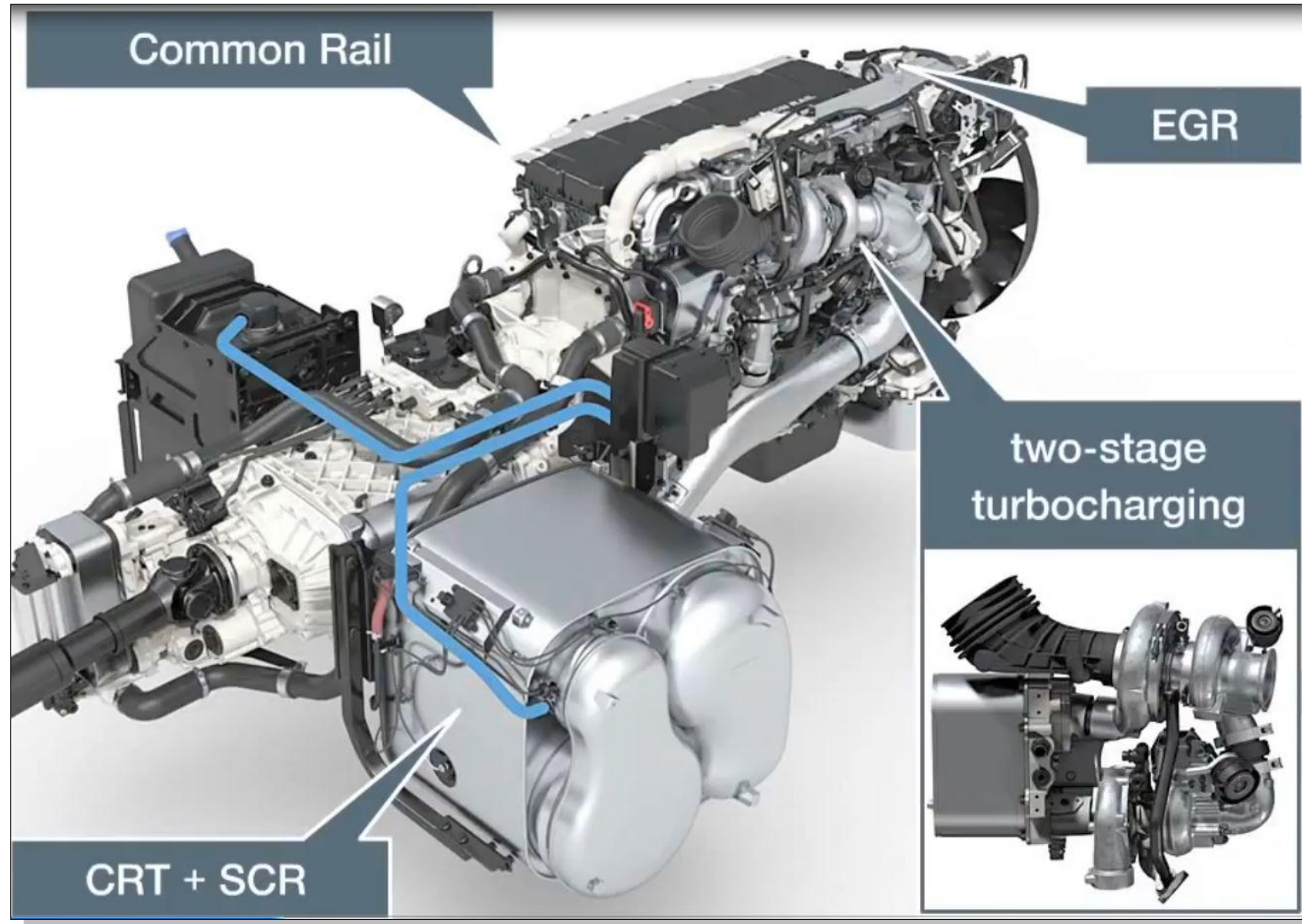
PHASES OÙ LA TEMPÉRATURE DU MOTEUR N'EST PAS TRÈS ÉLEVÉE,
NOTAMMENT EN CIRCULATION URBAINE



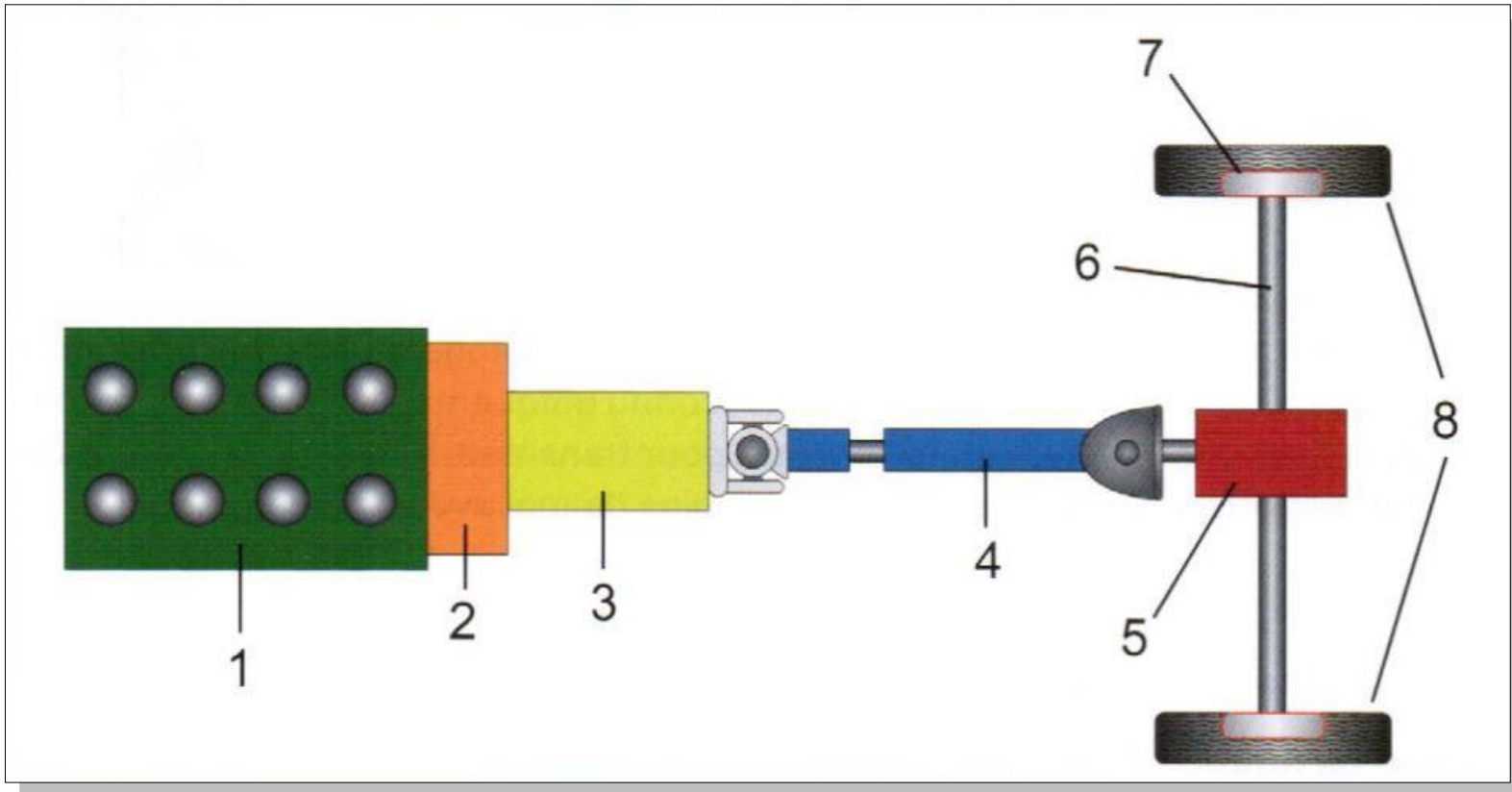
01:34.99



Norme Euro 6 (résumé)

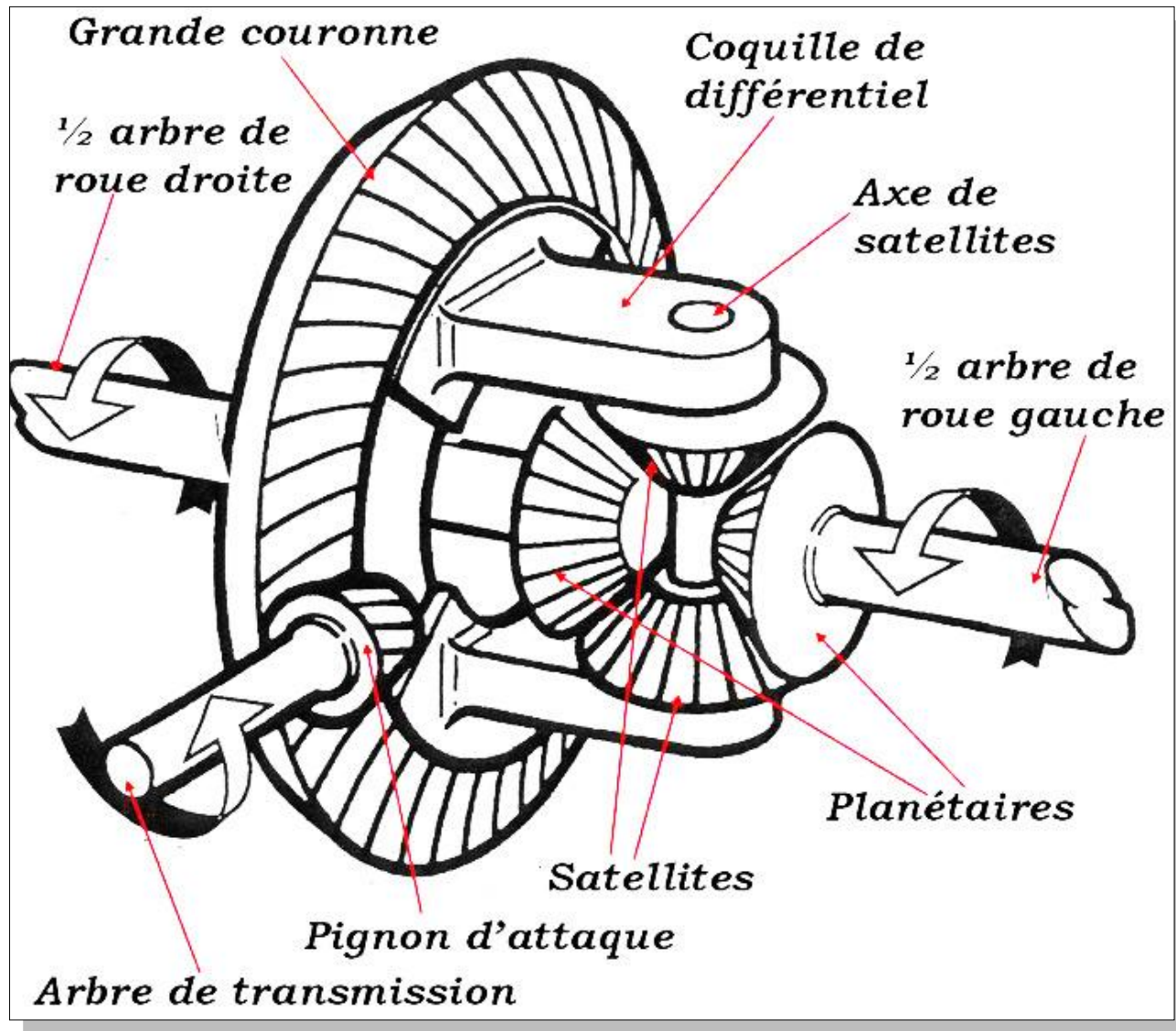


6. La chaîne cinématique



1. Moteur
2. Volant moteur / Embrayage
3. Boîte de vitesse
4. Arbre de transmission
5. Différentiel (pont arrière)
6. Arbre de roue
7. Moyeu de roue / jante

Le différentiel



Compense la différence de vitesse de rotation des roues dans un virage

Différentiel



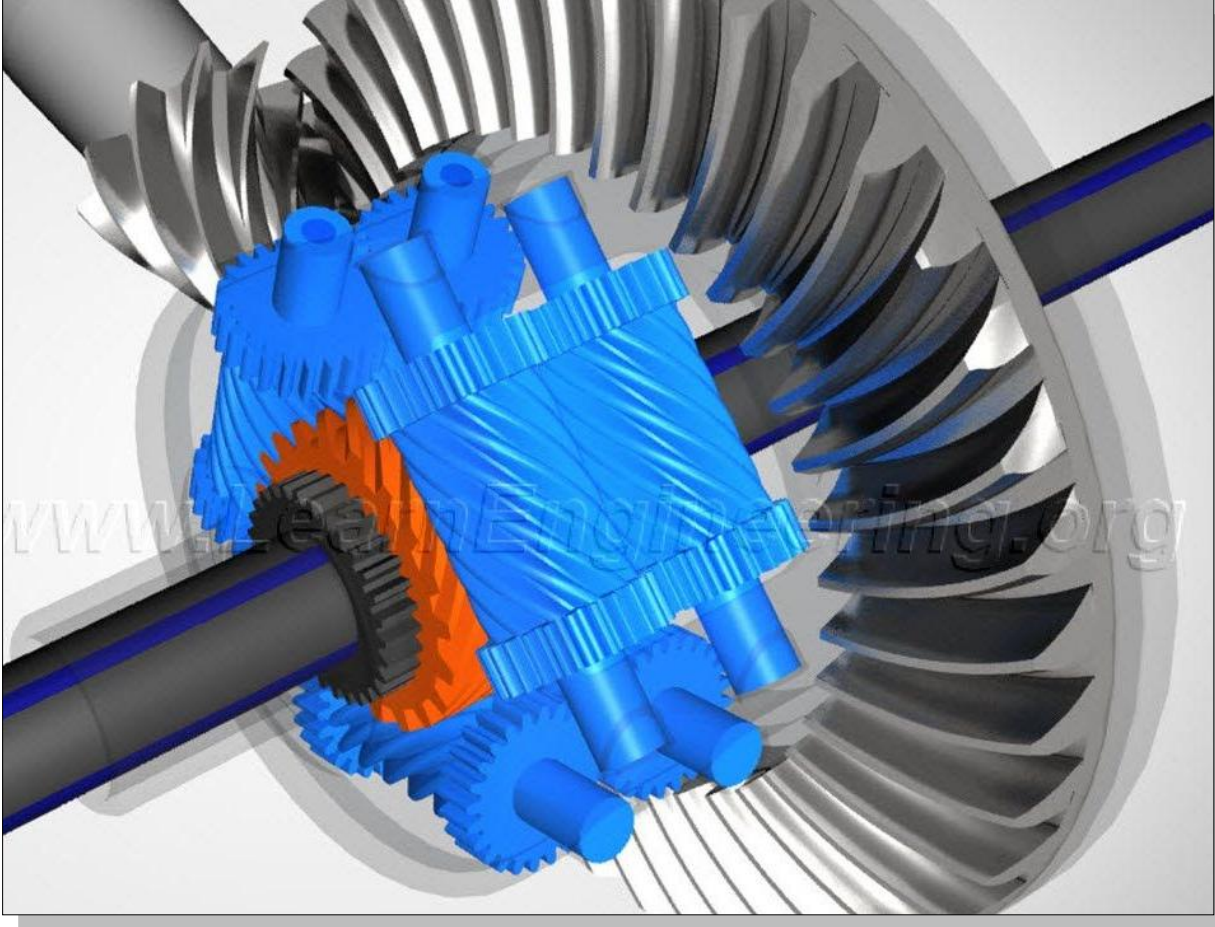
Arbre de transmission

Différentiel

Arbre de transmission

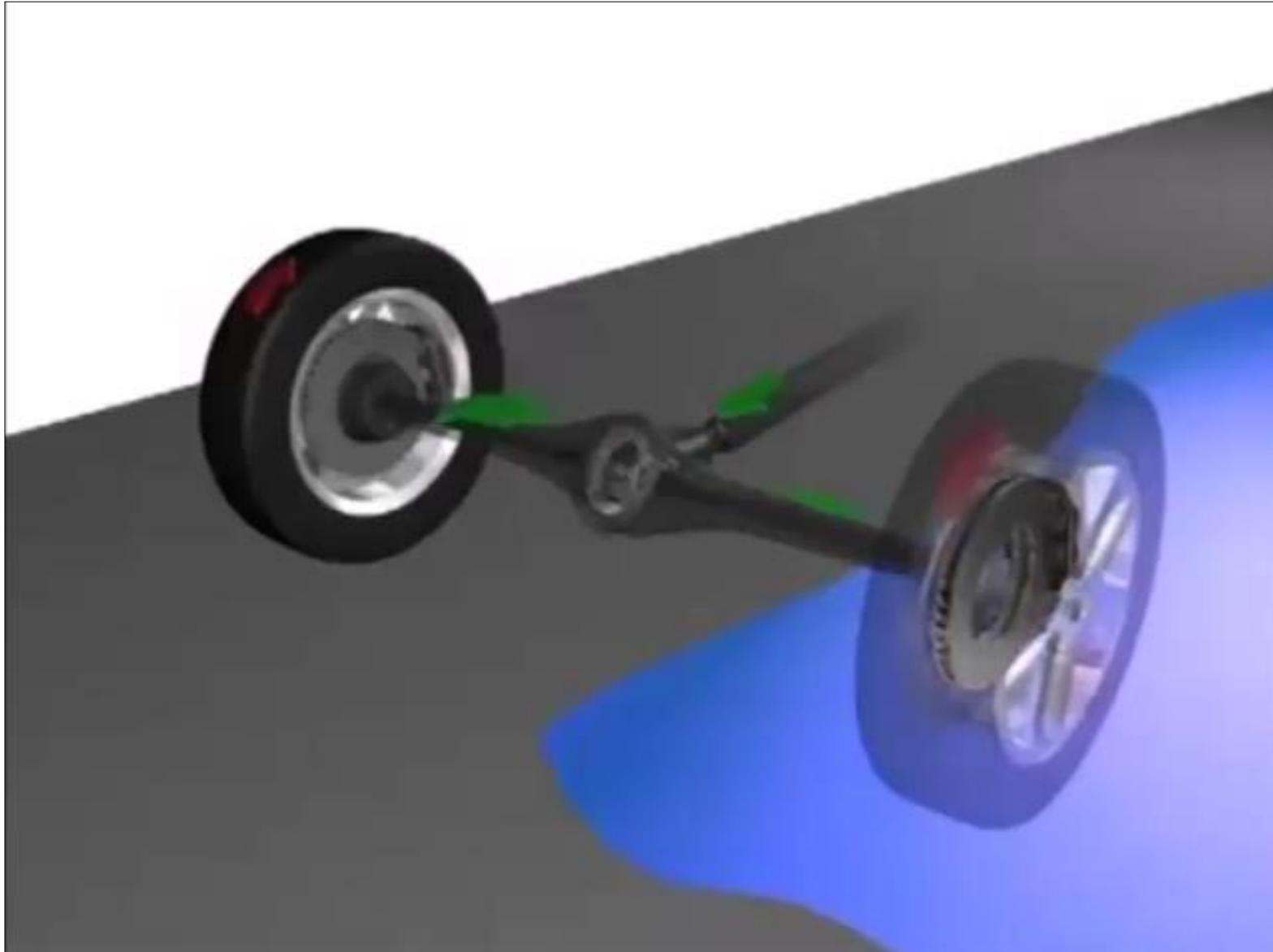
Moteur

Le différentiel à glissement limité (Torsen)



Le différentiel à glissement limité autorise une petite différence vitesse de rotation des roues dans un virage. Lors d'une grande différence de vitesse, en patinage par exemple, il se bloque automatiquement

L'antipatinage ASR



*L'ASR freine
simplement la roue
qui patine.*

Le blocage du différentiel



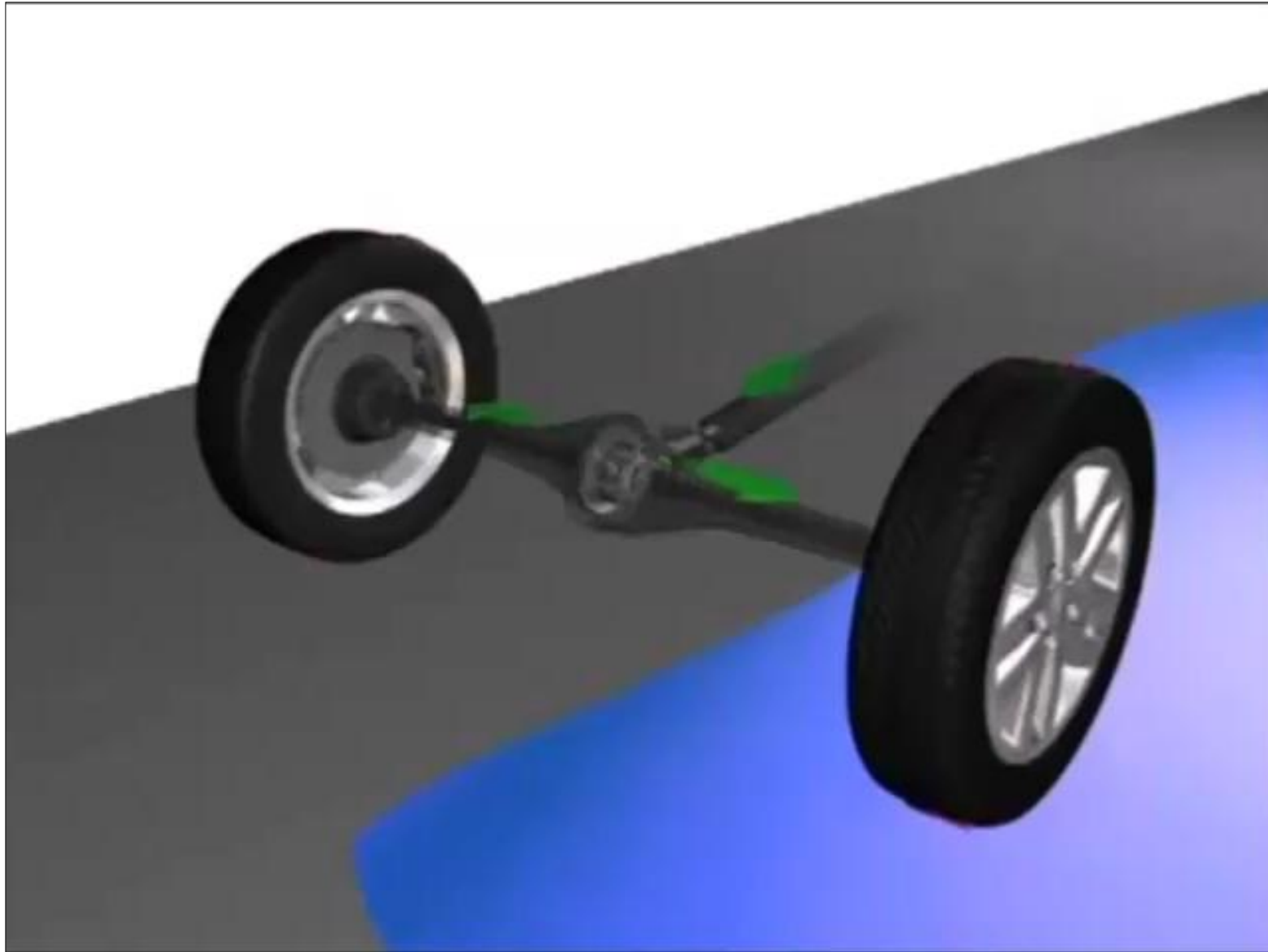
E225301

ATTENTION

Ne bloquer le différentiel
UNIQUEMENT sur des
terrains **GLISSANTS**.
Sans quoi l'on risque une
rupture des arbres de
transmission.



Le blocage du différentiel



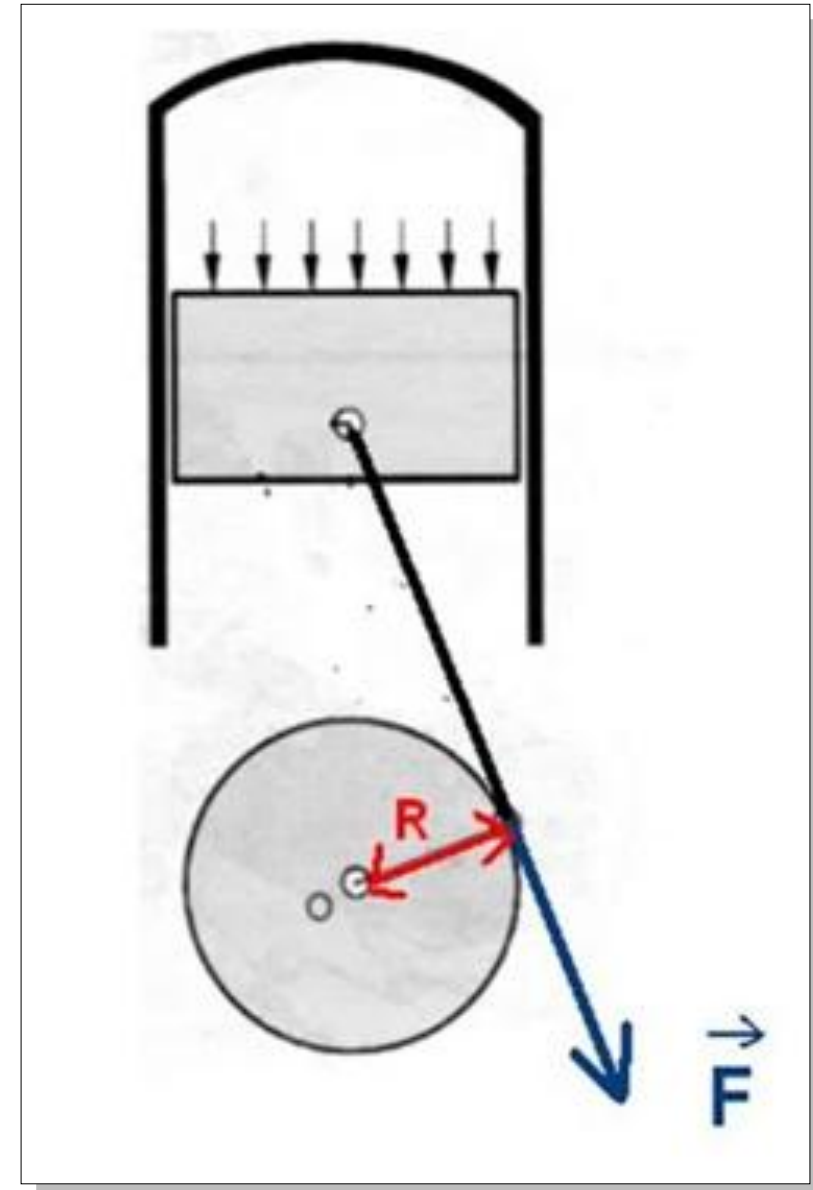
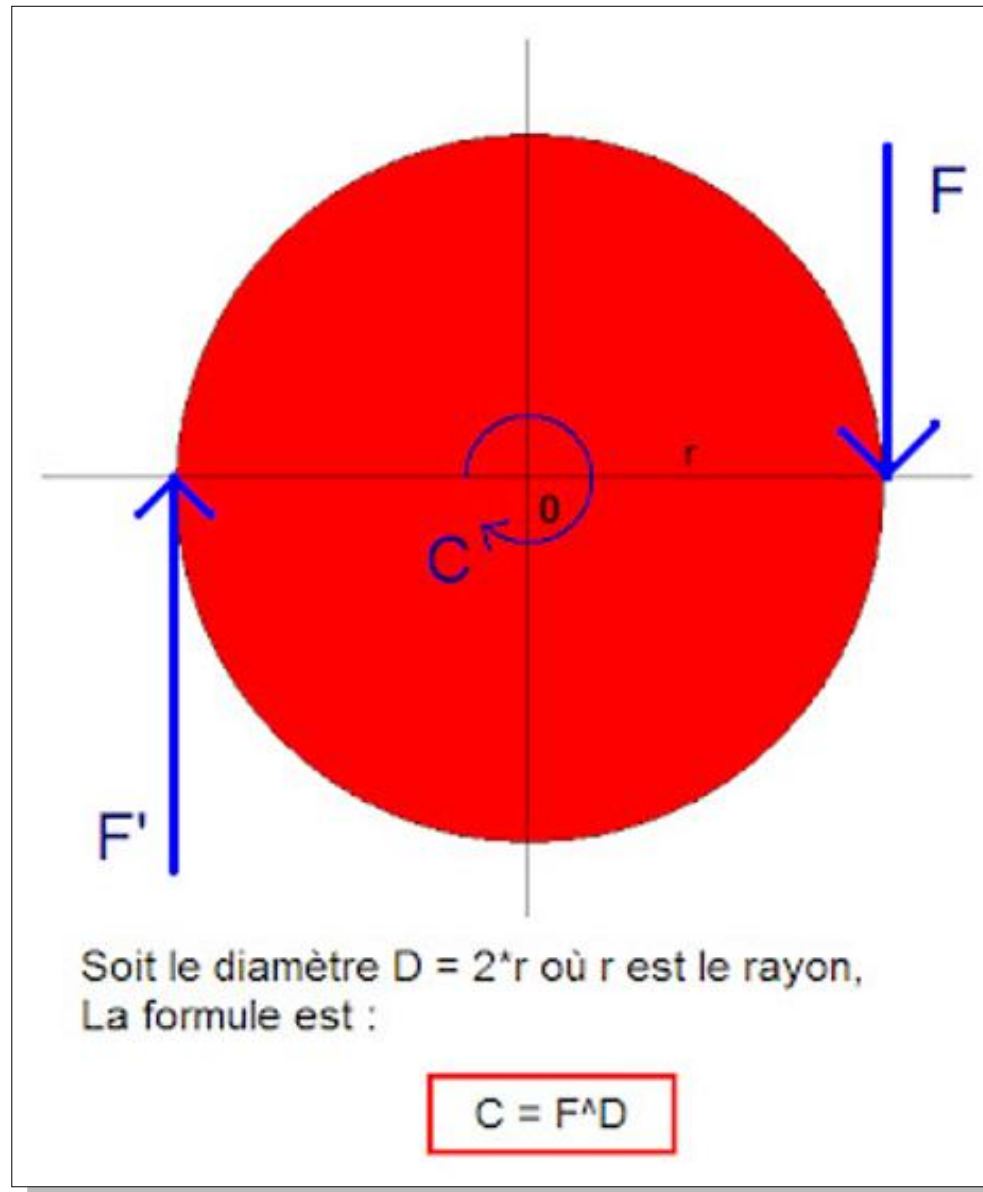
7. Le couple



*Le couple est une force rotative.
Il s'exprime en Nm.
Il s'obtient en multipliant la force (N)
par la longueur de la manivelle (m).*



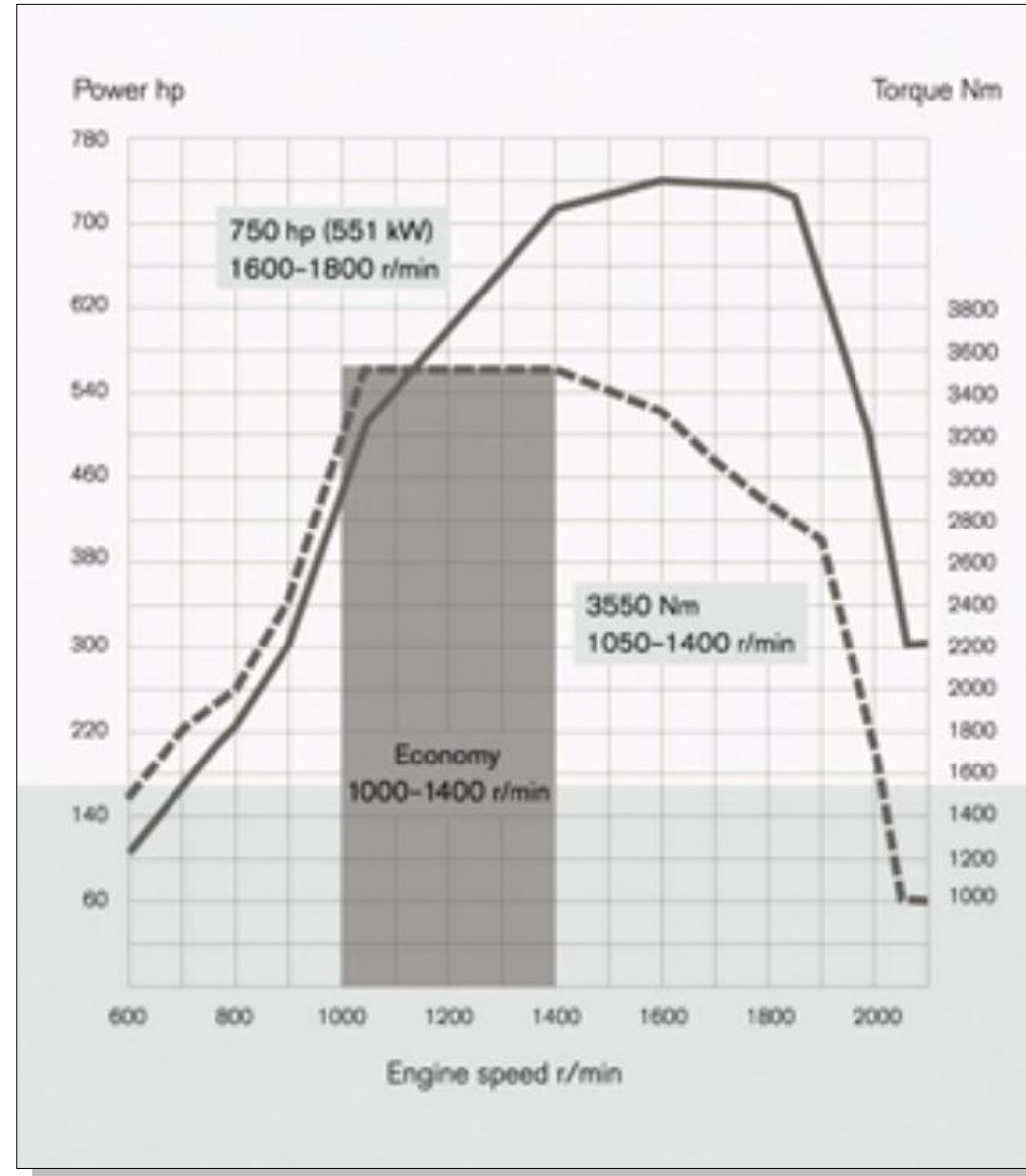
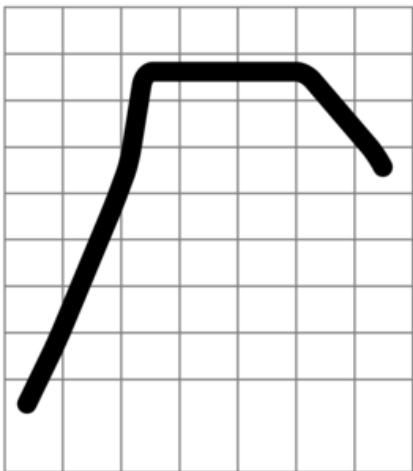
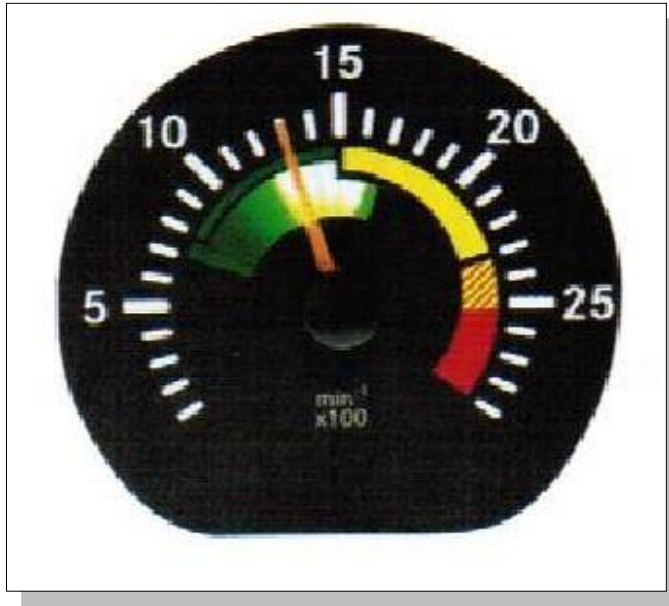
Le couple de rotation



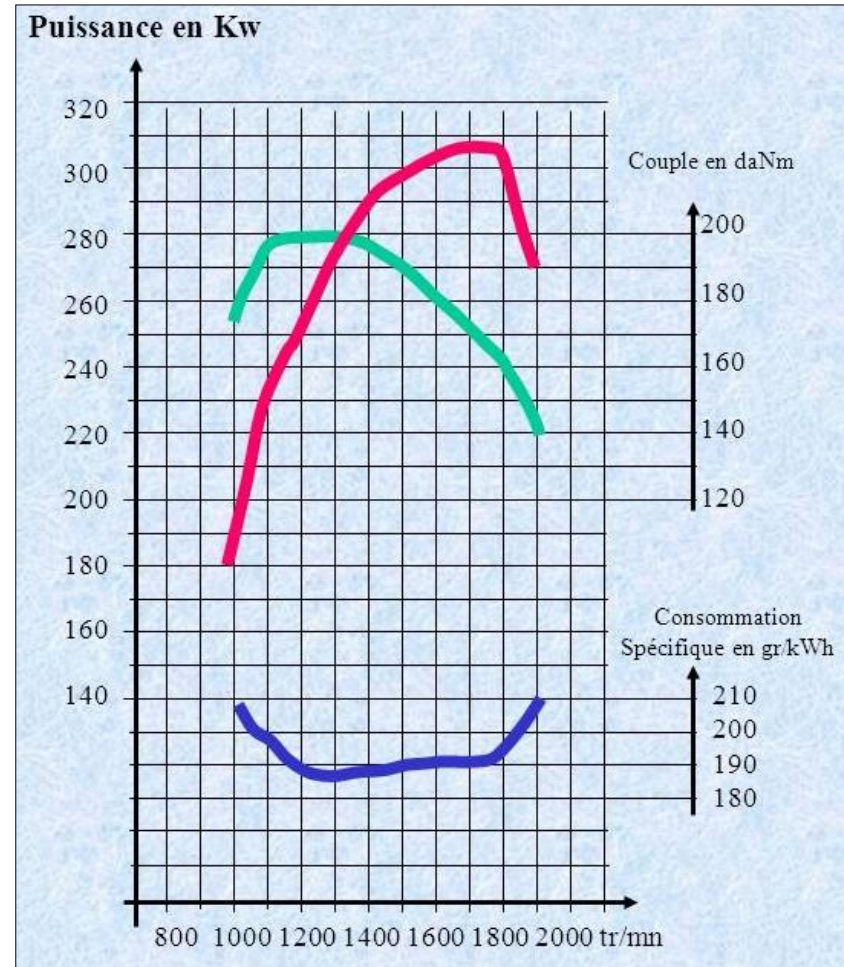
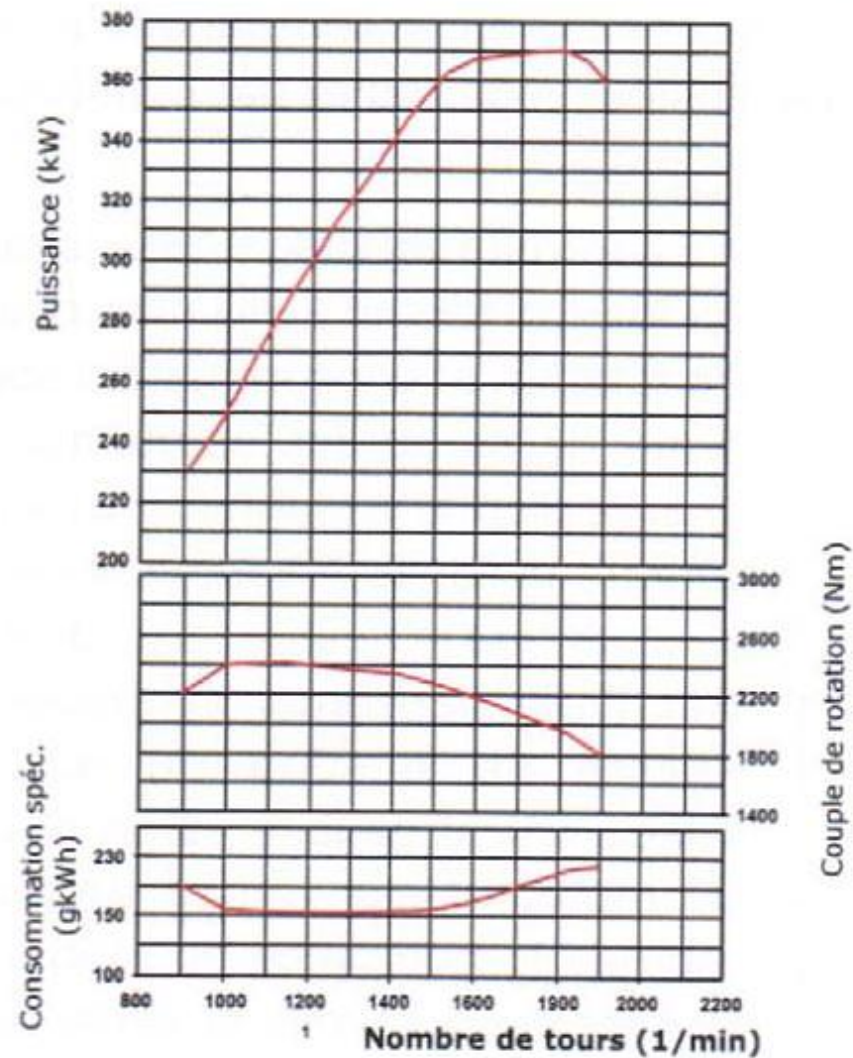
8. L'importance du couple par rapport à la puissance

		
Poids	800 kg	40'000kg
Cylindrée	1'600 cm ³	16'000 cm ³
Régime moteur	15'000 tr/min	1'800 tr/min
Vitesse de pointe	360 km/h	90 km/h (limité)
Puissance	1'000 ch	750 ch
Couple	350 Nm	3'550 Nm
Consommation	45 litres / 100km	33 litres / 100km

L'importance du couple par rapport à la puissance



9. Le diagramme pleine charge



10. Calculer la consommation de carburant en l/100

Consom		
Litres		
Km	100	

Consom		
Litres	?	120
Km	100	400

X

$$\frac{100 \times 120}{400} = \underline{30 \text{ litres/100km}}$$

1. Vous avez mis dans le réservoir : **120 litres**
2. Vous avez parcouru : **400 km**
3. Votre camion consomme combien ?

Calculer la consommation de carburant en litres

Consom		
Litres		
Km	100	

Consom		
Litres	30	?
Km	100	400

X

$$\frac{30 \times 400}{100} = 120 \text{ litres}$$

1. Votre camion consomme : **30 l/100km**
2. Vous avez parcouru : **400 km**
3. Combien avez-vous mis dans le réservoir ?
4. Vous travaillez 20 jours par mois : **120** x 20 = 2'400 litres
5. Le prix du carburant est de 2.- par litre : 2'400 x 2 = **4'800.- par mois**

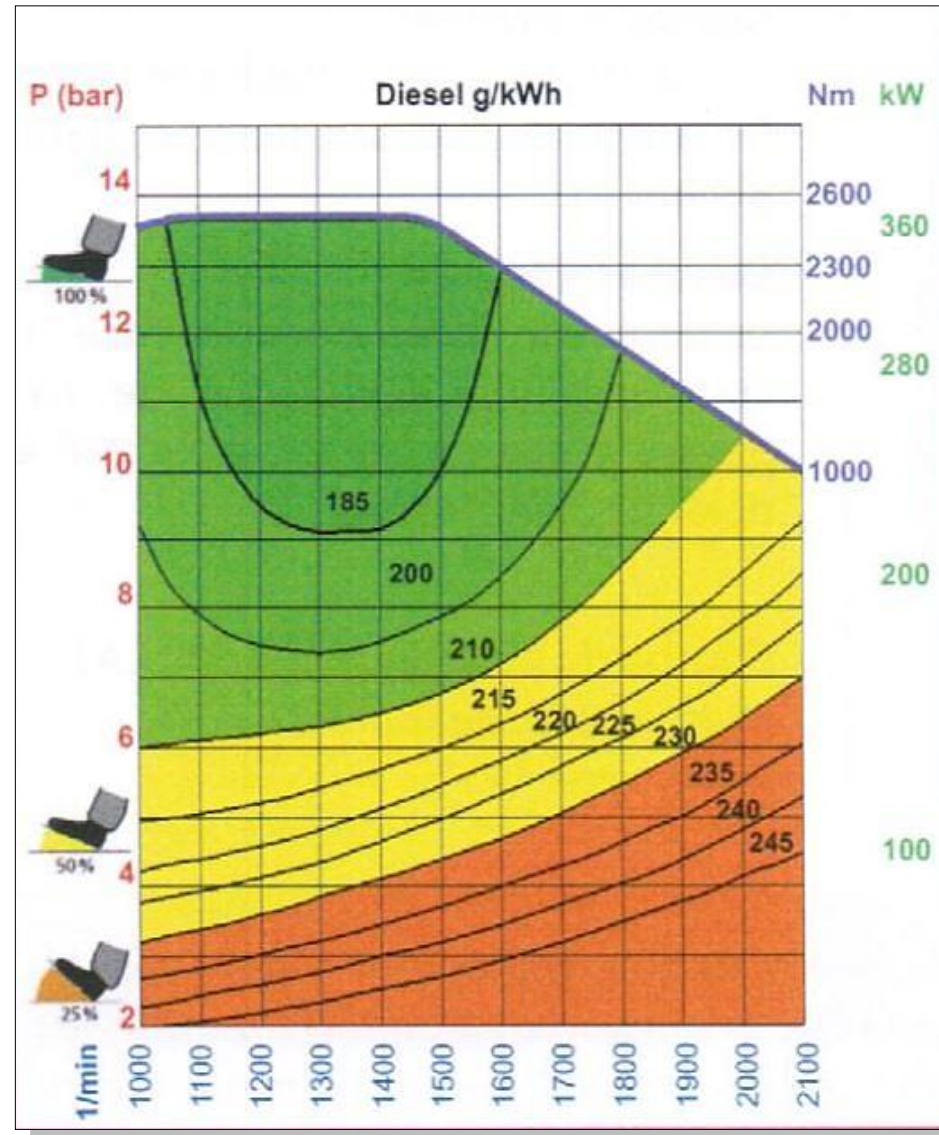
11. La philosophie de la conduite éco



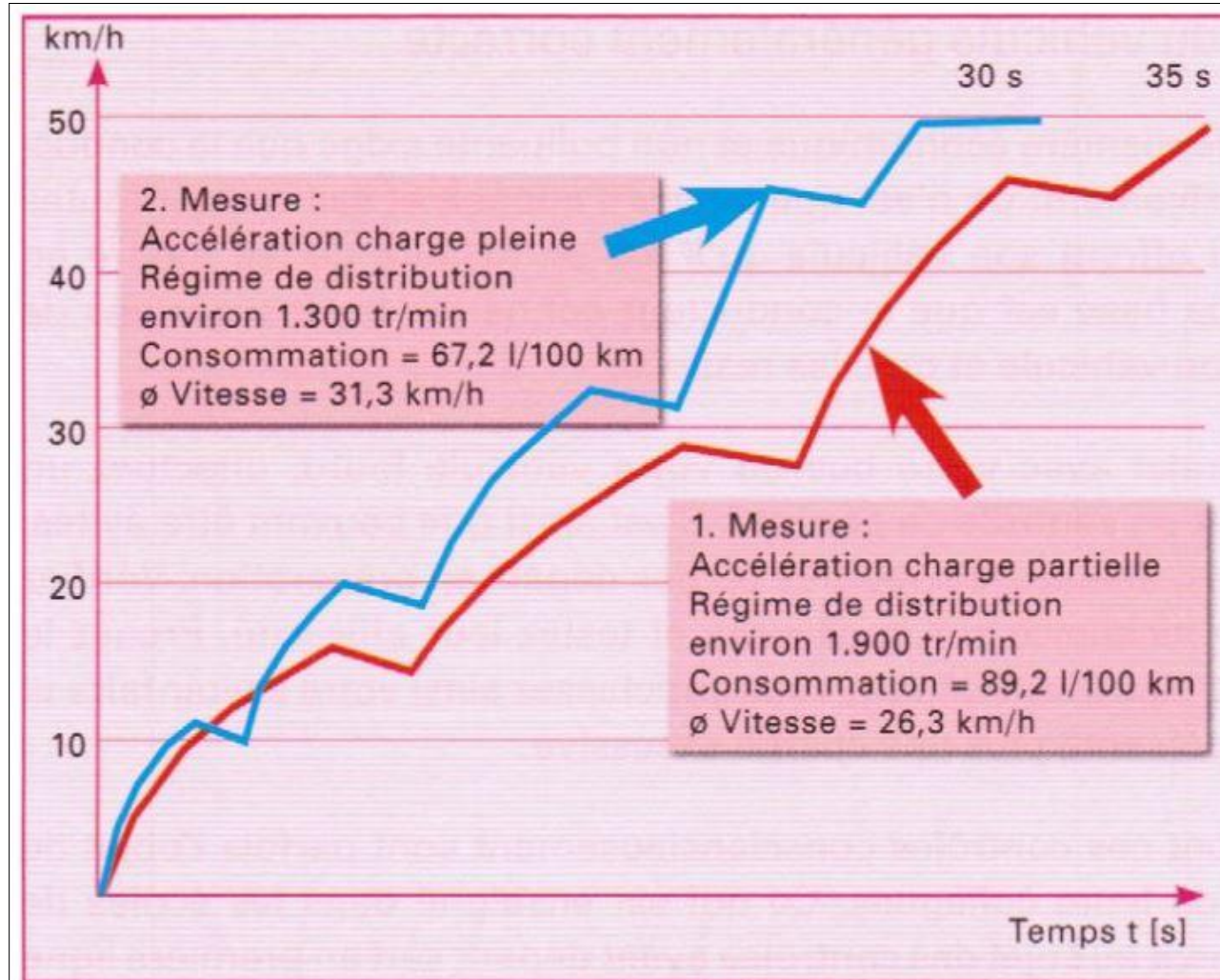
Conduire d'après le compte tour



Le diagramme ovoïde

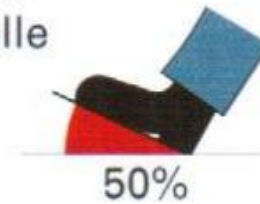


Conduire avec un nombre de tours du moteur avantageux

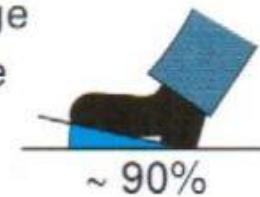


Source : Daimler AG

Charge partielle



Charge pleine



Le conducteur est l'élément clef d'une conduite rationnelle



Conduite d'anticipation



Cherchez des espaces libres sur les ronds-points giratoires. En dosant votre vitesse vous pouvez éventuellement vous y insérer sans vous arrêter.



Dans les côtes, regardez suffisamment loin devant vous pour apercevoir les véhicules qui arrivent en face et pouvoir toujours doser votre vitesse, de manière à croiser les autres véhicules avant ou après un virage.

Résumé chaine cinématique 1

Coûts influencés par le chauffeur	Total 24% (Pneus 3% / Carburant 13% / Maintenance 8%)
Evolution de la norme Euro	Euro0 1990 - Euro6 2014 Nox (14.4 à 0.4) et PM (0.7 à 0.01) -97%
Fonctionnement du moteur	Aspiration / Compression / Combustion / Echappement
Injection Common Rail (CR)	Pression élevée (2'500 bars) / Moment / Quantité
Turbo	Turbine chaude échappement / Turbine froide admission / Pousse l'air dans la chambre de combustion
Intercooler	Refroidi l'air entre le turbo et la chambre de combustion / Air froid = moins de densité donc plus d'oxygène dans le même volume
Circuit de refroidissement	Maintenir température 80° / Pas ouvrir à chaud / Consulter manuel
La lubrification	Lubrifier / Refroidir / Nettoyer / Rendre étanche / Consulter manuel
EGR	Recirculation des gaz d'échappement / baisser la température de combustion = baisser les Nox (oxides d'azote
SCR	Système de Réduction Catalytique Sélective (Adblue)
Adblue	Injecté dans l'échappement pour réduire les Nox (oxides d'azote)

Résumé chaîne cinématique 2

OBD *On-Board Diagnostic / surveille en permanence les émissions*

Filtres à particule *Réduit les suies*

Régénération active *Du carburant est injecté dans l'échappement pour brûler les suies*

Chaîne cinématique *Moteur / Embrayage / Boite de vitesse / Arbre de transmission /
Différentiel / Arbre de roue / Moyeu / Jantes / Roues*

Couple *Force circulaire / Zone verte / Meilleur rendement entre 1000 et
1500t/min*

Puissance *Couple x régime moteur / Beaucoup de consommation*

Calcul de la consommation de carburant *Distance et carburant : litres x 100 / km = l/100 km*

Calcul de la consommation de carburant *Distance et conso : l/100 km x km / 100 = litres*

Conduite économique *Zone verte du compte tour / Grand rapport = bas régime / Couper
les gaz plus tôt / Anticipation / Faire en sorte de ne pas s'arrêter*

ASR *Antipatinage (freine la roue qui patine)*

Contrôle des acquis

1. Que se passe-t-il quand le réservoir d'Adblue est vide ?

- La puissance du moteur ou la vitesse du véhicule est réduite
- Le véhicule s'arrête automatiquement
- Je peux finir ma journée avant de remplir l'Adblue

2. Pour conduire de manière économique ...

- Il ne faut jamais dépasser la zone de couple (verte)
- Je dois utiliser la zone de puissance (jaune) dans certaines conditions
- Il faut n'utiliser que 50% de la pédale des gaz

3. En tant que chauffeur j'influence directement ...

- Les frais fixes
- Les frais variables
- Tous les frais

4. Je contribue à la conduite économique en ...

- Roulant moins vite
- Connaissant bien et contrôlant régulièrement mon véhicule
- Emmenant le manuel du constructeur

5. Pour calculer ma consommation j'ai besoin de connaître ...

- La pente moyenne et la distance en kilomètres
- La pente moyenne et le carburant consommé en litres
- La distance en kilomètres et le carburant consommé en litres

Contrôle des acquis

6. A quoi sert le radar de distance (ACC) ?

- ☐ A prévenir d'un danger
- ☐ A ralentir quand la distance de sécurité n'est plus suffisante
- ☐ A maintenir une distance constante avec le véhicule qui me précède

7. Sur un trajet de 300km et une consommation moyenne de 25l/100km, j'ai consommé combien de litres de carburant ?

- ☐ 75 litres
- ☐ 100 litres
- ☐ 125 litres

8. Je peux consommer moins en ...

- ☐ En utilisant les phases de roulements
- ☐ En rétrogradant
- ☐ En utilisant le point mort dans les descentes

9. Je ne dois pas utiliser le tempomat ...

- ☐ Sur l'autoroute
- ☐ En circulation dense ou chaussée glissante
- ☐ Dans les descentes

10. Comment pouvez-vous influencer positivement la résistance à l'avancement ?

- ☐ En surchargeant un peu l'essieu avant
- ☐ En dégonflant légèrement les pneus
- ☐ En réglant correctement le spoiler de toit et en fermant les bâches

Questions - réponses



***Merci pour votre
participation***

