

# Fonctionnement des moteurs

**Nicolas-Ivan HATAT**

Ingénieur,  
Docteur de L'Ecole Centrale de Nantes

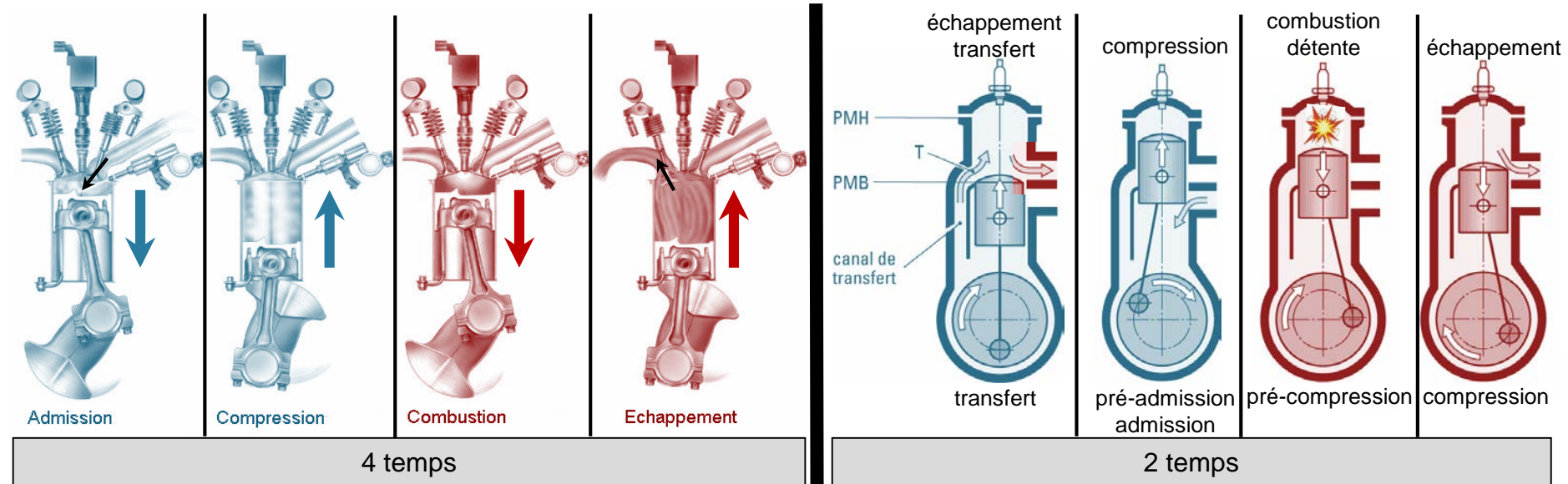
# Fonctionnement des moteurs

- Un moteur thermique permet de produire une **énergie mécanique à partir d'une énergie chimique** stockée dans un carburant, grâce à un processus de **combustion**
- L'énergie utilisée a pour **origine le plus souvent le pétrole**. Sa distillation donne des carburants liquides (*essence, gazole, fioul lourd, kérosène, etc.*) et gazeux (*propane, butane*)

# Fonctionnement des moteurs

- Le moteur est dit à combustion interne (MCI) lorsque la conversion d'énergie est réalisée au sein même du moteur.
- Lorsque le travail se fait par le **déplacement linéaire** d'un piston et d'un système bielle-manivelle, le **moteur est appelé alternatif**

# Fonctionnement des moteurs



- Les cycles utilisés sont dits à **2 ou à 4 temps**. Concernant l'automobile et les poids lourds, la quasi-totalité des moteurs est de type 4 temps

# Fonctionnement des moteurs

- Le moteur peut être à **injection indirecte** ou **directe** de carburant dans le cylindre
- L'alimentation en air peut être **naturelle** (*moteur atmosphérique*) ou **suralimentée** (*compresseur, turbocompresseur*)
- La puissance du moteur est proportionnelle au **mélange air / carburant** admis

# Fonctionnement des moteurs

– Un moteur émet des gaz d'échappement:

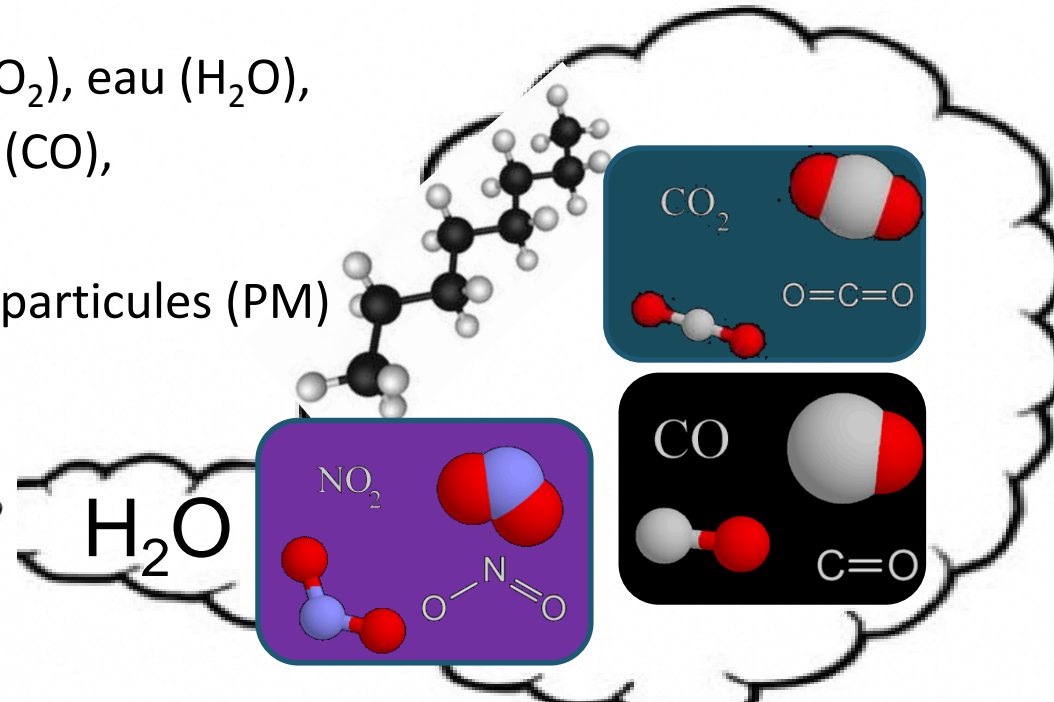


Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), eau (H<sub>2</sub>O),

Monoxyde de carbone (CO),

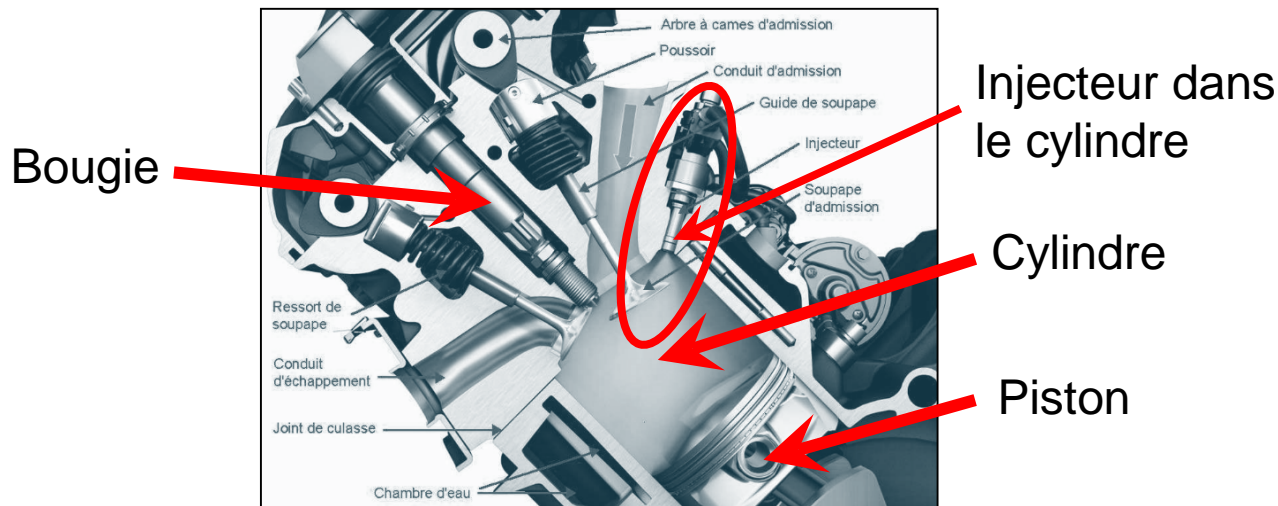
Oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>),

Hydrocarbures (HC) et particules (PM)



# Allumage commandé (moteur essence)

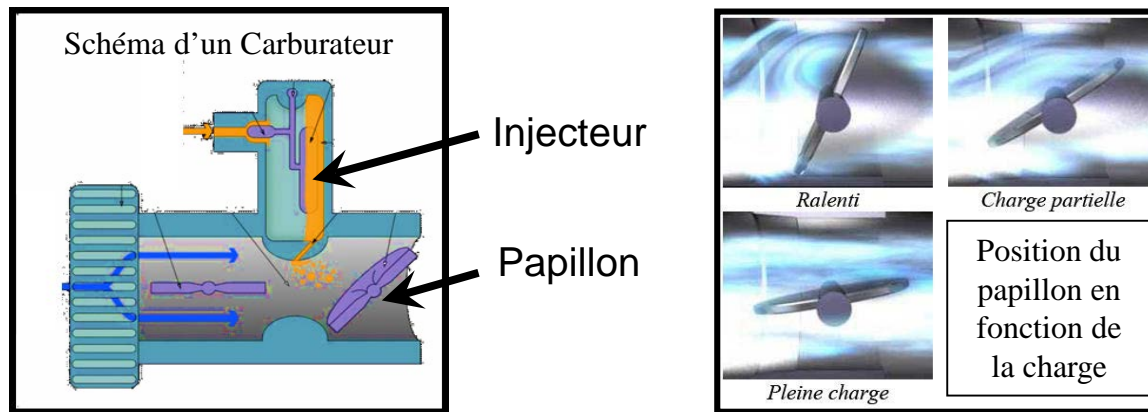
- La combustion se réalise à **mélange homogène** (richesse  $\approx 1$ )
- L'allumage est **provoqué** par un apport d'**énergie externe** (*étincelle de la bougie*)
- L'injection directe tend à se **généraliser**



# Allumage commandé (moteur essence)

- Régulation de la puissance : par **variation de mélange admis**
- Le papillon des gaz fait **varier la charge** en limitant le passage de l'air à l'admission (*perte de charge*)
- Charges partielles:  $R=[0,98 - 1,02]$

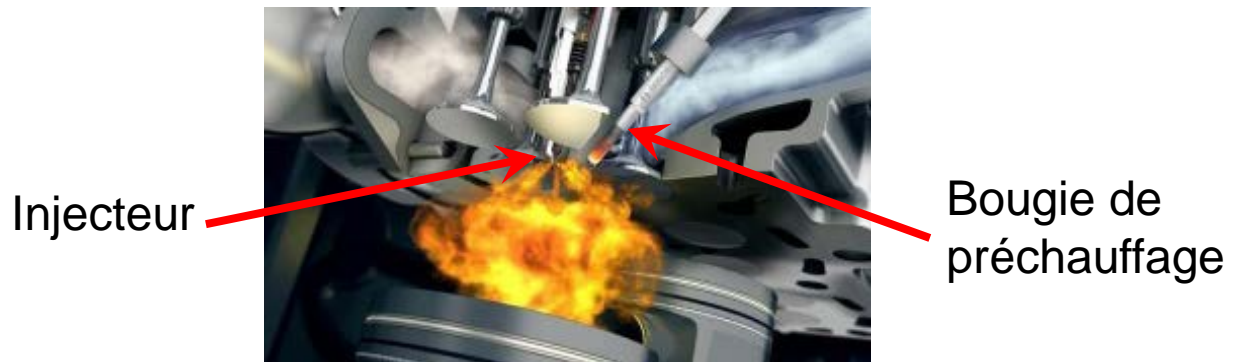
Pleines charges:  $R=[1,1 - 1,3]$





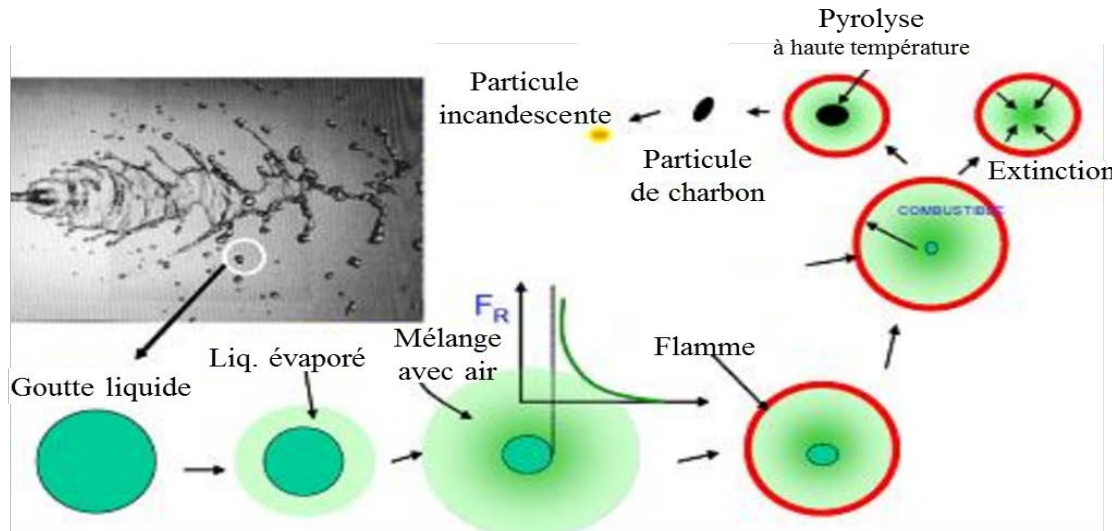
# Allumage par compression (Diesel)

- La combustion se fait de manière “**simultanée**” à **l’injection**
- L’allumage est provoqué par les **conditions de pression et température** dans le cylindre.  
*Absence de bougie d’allumage mais bougie de préchauffage*
- L’injection directe est **quasi systématique**



# Allumage par compression (Diesel)

- La formation des particules *concernait historiquement les moteurs Diesel (allumage par compression) mais aujourd'hui touche aussi les moteurs Essence (allumage commandé)*

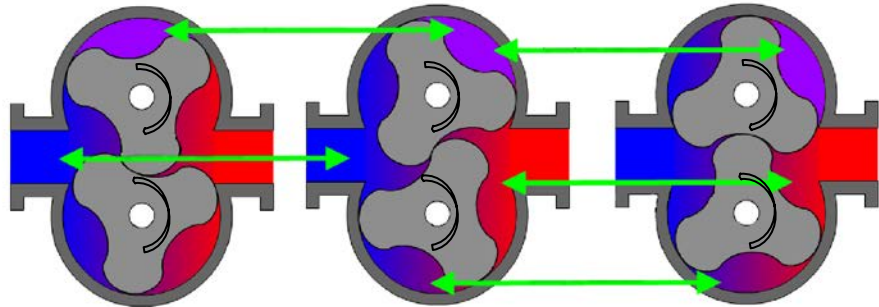


# Suralimentation

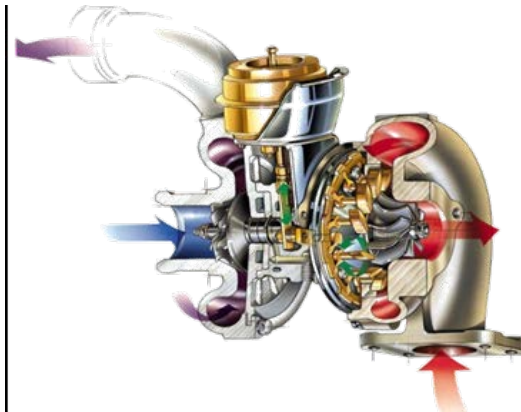
- La suralimentation consiste à **accroître le remplissage** (*quantité d'air introduite dans le cylindre*)
- Utilisation de phénomènes acoustiques grâce à des systèmes d'**admission variable**. Efficace pour quelques régimes moteurs prédéfinis.
- La suralimentation forcée permet une augmentation de la densité de l'air admis par **augmentation de la pression**. Ceci accroît la puissance sur toute la plage de régimes.

# Suralimentation

- Deux types de suralimentation:
  - Compresseurs mécaniques (*aussi appelés compresseurs volumétriques*): entraînés par directement le moteur, ou électriquement
  - Turbocompresseurs: entraînés par une turbine mise en mouvement par la vitesse des gaz d'échappement



Compresseur 'Roots'



Turbocompresseur

# Conclusion

- Le fonctionnement des moteurs essence ou Diesel est principalement réalisé par un cycle à 4 temps (*admission, compression, combustion, échappement*).
- La suralimentation est désormais généralisée.
- La conversion d'énergie doit être optimisée d'un point de vue énergétique et en réduisant les nuisances.

**Fin**