Les carburants

Objectifs :

L'élève devra être capable de :

- Définir la composition des carburants usuels (essence, gazole et GPL) ;
- Pour les carburants usuels, donner leur composition et citer leurs principales caractéristiques.
- Définir les termes :
  - ✓ Température d'auto inflammation ;
  - ✓ Délai d'auto inflammation ;
  - ✓ Pouvoir calorifique (PCI) ;
  - ✓ Indice d'octane (MON et RON) et indice de cétane et citer leur influence sur le comportement moteur.

Introduction

La combustion au sein du moteur à combustion interne est une réaction chimique entre 2 composants chimiques gazeux :

- Un Carburant : essence, GPL , gazole ;
- Un Comburant : air.

Composition

Chaque carburant utilisé en automobile (essence , GPL et gazole) est composé :

- D'un mélange d'hydrocarbures (97 à 98%) : Composants chimiques formés de 2 corps simples :
  - ✓ Carbone (C) ;
  - ✓ Hydrogène (H). ➔ CnHm

Exemples : C7H16 : Heptane, C8H18 Octane, C7H14 Benzène, …

- De résidus, d'impuretés et d'additifs (2 à 3%) :
  - ✓ Eau ;
  - ✓ Soufre ;
  - ✓ Plomb ;
  - ✓ Alcool, …

L' essence

Définition

L'essence est produite à partir du pétrole brut par raffinage. C'est un mélange d'hydrocarbures qui comptent de 4 à 7 atomes de carbone.

Caractéristiques

- ρ= 0,72 à 0,78 Kg/dm^3 à 15°C ;
- Très volatile (hydrocarbures légers) : T° d'ébullition -30 à 190°C.

Le Gazole

Définition

Comme l'essence, le gazole est produit à partir du pétrole brut par raffinage. C'est un mélange d'hydrocarbures qui comptent de 12 à 22 atomes de carbone.

Caractéristiques

- ρ= 0,82 à 0,85 Kg/dm^3 à 15°C ;
- Peu volatile (hydrocarbures lourds) : T° d'ébullition -180 à 360°C.

Le GPL-c

Définition

Le Gaz pétrole liquéfié (GPL-c) est produit à partir du pétrole brut ou par purification du gaz naturel. Les 2 principaux hydrocarbures qui composent le GPL-c sont :

- Le Butane C4H10
- Le Propane C3H8

Remarque

La réglementation actuelle impose un volume de propane compris entre 19 et 50%.

Caractéristiques

- Etat gazeux à température ambiante (20°C) et à pression atmosphérique. T° ébullition :
  - ✓ Butane : 0°C ;
  - ✓ Propane : - 40°C.
- Gaz incolore inodore plus lourd que l'air ;
- Additif colorant pour le déceler (Mercaptan) ;
- ρ = 0,51 à 0,58 Kg/dm^3 à 15°C (liquide).

Remarque

Le butane et le propane se liquéfient dès qu'ils sont soumis à une faible pression (à 15°C, une pression de 1,5b suffit pour liquéfier le butane et une pression de 7,5 b suffit pour liquéfier le propane => Réservoir sous pression : 4 à 15 b suivant la température).
Le GPL-c se dilate très fortement sous l'emprise de la chaleur. Les réservoirs de GPL-c ne doivent être remplis qu'à 85 % de leur capacité.

Les carburants alternatifs

La législation actuelle de plus en plus rigoureuse vis à vis des émissions de polluants , induit une recherche de carburants de substitution moins polluants que ces 3 carburants principaux :

Gaz naturel, le Biogaz

Carburant naturel à base de Méthane et de C02 qui offre de bonnes performances moteur mais qui pose des problèmes de sécurité (explosion en cas de fuite) et de stockage (600 bars).

Le Méthanol

Carburant (Alcool) produit à partir du bois qui offre de bonnes performances moteur mais qui pose 2 problèmes majeurs :
L'alcool nécessite une chaleur assez important pour être vaporisée => problèmes à froid ;
Il fournit moins d'énergie que les 3 autres carburants => Consommation élevée.

L'Ethanol

Carburant (Alcool) produit à partir de céréales qui offre les mêmes avantages et inconvénients que le Méthanol.

Température d'auto inflammation

Définition

La température d'auto inflammation d'un carburant est la température à laquelle le mélange carburant - comburant s'enflamme de lui-même.

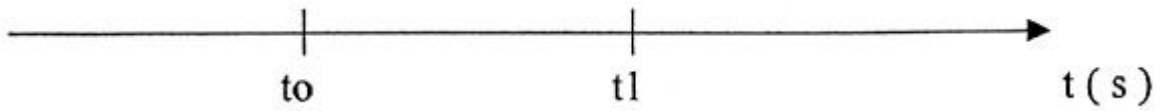
Quelques valeurs :

- ✓ Super, Super sans plomb : 450°C ;
- ✓ Gazole : 250°C ;

Délai d'auto inflammation (dai)

A partir de l'instant où le mélange gazeux (carburant - comburant) est porté à la température d'auto inflammation, le mélange ne s'enflamme pas instantanément.

Le délai d'auto inflammation est le temps qui sépare le moment où la température d'auto inflammation est atteinte et le début de la combustion.



to : instant où la température d'auto inflammation est atteinte ;
t1 : début combustion ;
t1 – t0 : délai d'auto inflammation . Ordre de grandeur : 1 ms

Exemple

Un moteur tourne à 1500 tr/mn. Calculez l'angle parcouru par le vilebrequin pendant le dai de 1ms.

La capacité calorifique

Définition

La Capacité calorifique d'un carburant est la quantité de chaleur que petit fournir un Kg de ce carburant pendant la combustion. Cette grandeur est appelée PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur).

Quelques valeurs :

- PCI de l'essence (super, super sans plomb) :42700 kJ/kg ;
- PCI du Gazole :42600 kJ/kg ;
- PCI du GPL-c :45800 kJ/kg.

Exercice

Un moteur consomme 8 litres de carburant pour fonctionner pendant 1 heure. Calculer quelle est la quantité de chaleur fournie par le carburant si celui-ci est :

- De l'essence $\rho = 0{,}75$ kg/dm^3 ;
- Du gazole $\rho = 0.84$ kg/dm^3 ;
- Du GPL-c $\rho = 0.84$ kg/dm^3.

La connaissance du PCI est importante car elle permet de quantifier, à partir de la masse de carburant introduite dans le moteur, l'énergie calorifique disponible pour la combustion.

Indices d'Octane et de Cétane

L'indice d'octane (pour l'essence et le GPL-c) et l'indice de cétane (pour le gazole) sont des caractéristiques importantes des carburants.
Ils déterminent le comportement du carburant pendant la combustion, les réglages et performances du moteur.

L'indice d'octane

Définition

L'indice d'octane (Io) est un nombre qui caractérise le délai d'inflammation du carburant (essence et GPL-c). Plus l'indice d'octane est élevé, plus le délai d'inflammation est élevé : « le carburant résiste bien à la détonation ».

- Io élevé => dai élevé : Combustion contrôlée ;
- Io faible => dai faible : Risque de combustions incontrôlées « Cliquetis »

Différents indices d'octane

Il existe 2 types d'indice d'octane :

- L'indice d'octane RON (indice Recherche) : Indice d'octane déterminé dans des conditions d'essais très éloignées de la réalité de fonctionnement des moteurs thermiques.
- L'indice d'octane MON (indice Moteur) : indice d'octane plus sévère et plus juste car il est déterminé dans des conditions plus proche de la réalité de fonctionnement des moteurs. L'indice d'octane moteur est inférieur d'environ 10 points à l'indice recherche.

Exemple : RON 95 = MON 85

Quelques valeurs :

Super sans plomb :	Io RON 95 ou 98 ;
Super carburant plombé :	Io RON 98 ;
Essence ordinaire :	Io RON 91 ;
GPL-c :	Io RON 110.

Remarque

Pour avoir des carburants ayant un indice d'octane compatible avec les exigences actuelles, il faut faire appel à des additifs antidétonants. Jusqu'à présent cet additif était le plomb. Depuis le 1er janvier 1993 et l'arrivée des nouvelles normes anti pollution, les pétroliers ont été obligés de trouver un nouvel additif antidétonant pour remplacer le plomb. En effet le plomb détruit les pots catalytiques. Il a été remplacé par l'utilisation de Benzène (mais il se révèle être cancérigène).

L'indice de Cétane

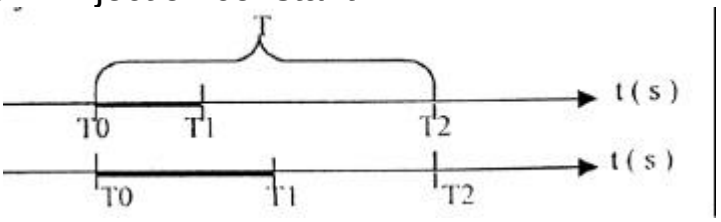
Définition

L'indice de cétane (Ic) est un nombre qui caractérise la capacité du gazole à s'enflammer rapidement après avoir atteint la température d'auto inflammation.

Pour assurer un bon déroulement de la combustion dans le moteur Diesel (contraintes mécaniques et thermiques modérées, bruit modéré), il faut un indice de Cétane élevé.

- Ic élevé => dai faible => Moteur peu bruyant, contraintes modérées ;
- Ic faible => dai élevé => Moteur bruyant, contraintes élevées (longévité moteur réduite).

Soient :
T0 : le début injection constant ;
T1 : le début combustion ;
T : le temps total d'injection constant ;
T2 : l'instant de fin injection constant.



La quantité de gazole injectée entre T0 et T1 ne dépend que du dai.
A l'instant T1, (fin du dai), toute la quantité de gazole injectée entre T0 et T1 va s'auto enflammer spontanément. Plus cette quantité est importante, plus la montée en pression spontanée dans le cylindre va être forte d'où chocs de pression sur le piston : contraintes mécaniques élevées, bruit important.

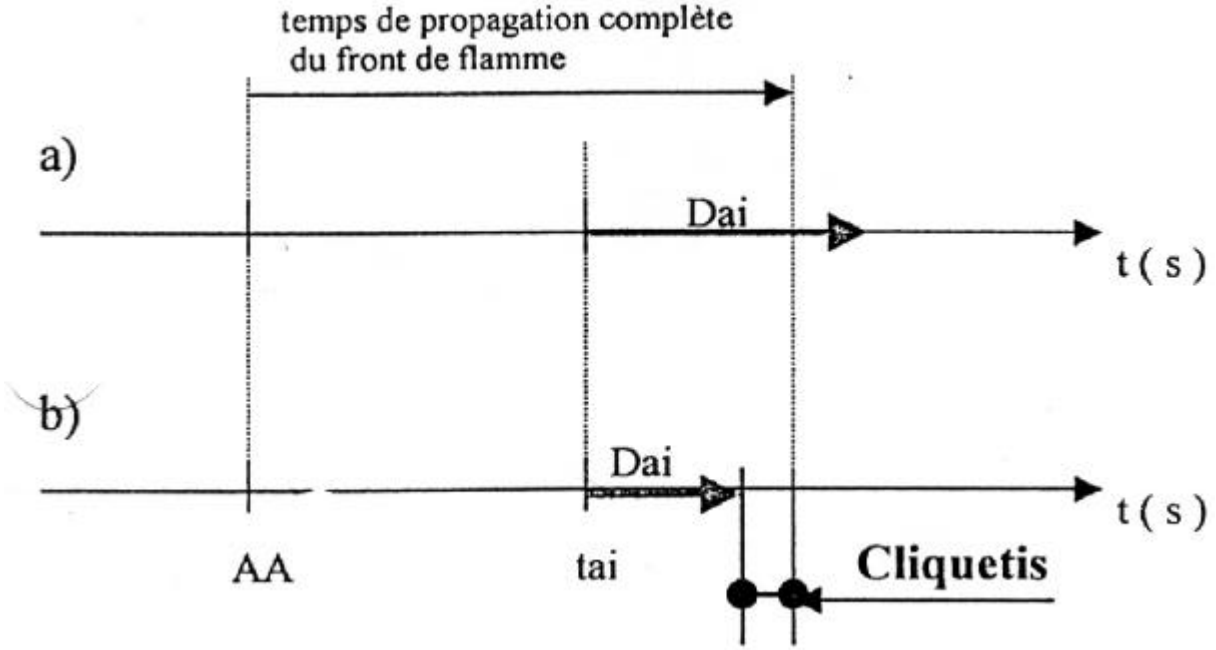
Le cliquetis

Pour le moteur à allumage commandé, le cliquetis est la combustion incontrôlée la plus fréquente et la plus destructrice (destruction rapide du piston, des soupapes, …).

Le cliquetis est l'explosion d'une partie de la masse de mélange, qui pendant la combustion, n'a pas encore été atteint par le front de flamme. Il résulte du cliquetis une augmentation très brutale de la pression et de la température locales suivie d'une onde de choc (vibrations) très importante.

Soient :
tai : l'instant où les End gaz atteignent la température d'auto inflammation ;
dai : le délai d'auto inflammation ;
AA: l'instant d'allumage.

a): Dai élevé b) : Dai faible



Les End gaz s'auto enflamment (cliquetis) avant l'arrivée du front de flamme si le dai est insuffisant.