

<b>BTS Moteur à Combustion Interne (MCI)</b>		<b>Lycée A.Claveille Périgueux</b>		Page 1 sur 5
<b>Titre : COMBUSTION ESSENCE EN MODE STRATIFIE</b>				
Discipline :		Type :	Cours	Antériorité :
Auteur : D.Poirot		Date :	28.03.2002	Version :
Référentiel :				

## SOMMAIRE

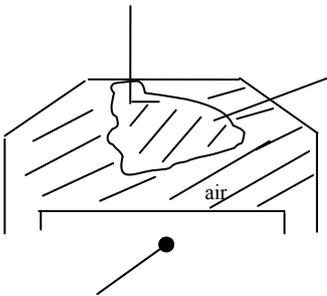
1	stratification du melange.....	2
1.1	notion de stratification .....	2
1.2	Intérêts et conséquences du mode stratifié.....	2
.....		
2	gestion du mode de combustion en injection directe essence.....	3
3	realisations technologiques.....	3
4	incidence de la stratification sur la combustion.....	4
4.1	déroulement de la combustion .....	4
4.2	optimisation de la combustion .....	4

# 1 STRATIFICATION DU MELANGE

## 1.1 notion de stratification

Un mélange stratifié est un mélange hétérogène et structuré (organisé) globalement pauvre à très pauvre

$$0,1 \leq R_{globale} < 0,7$$



Mélange air-carb ;  $R_{Locale}$   
Variable :  $0,7 \leq R_L \leq 1,2$   
Plus ou moins organisé : couches successives de mélange à Richesse différente

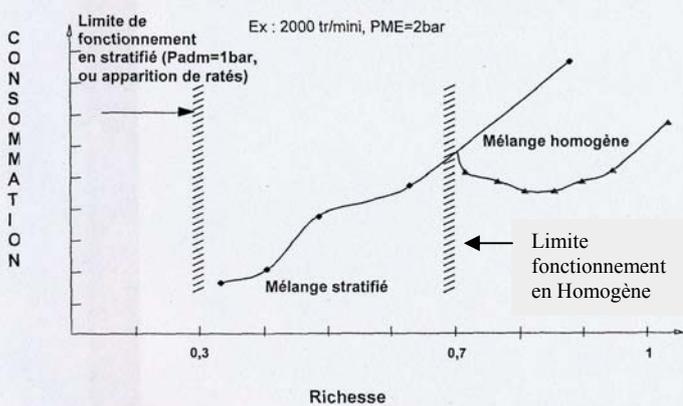
**objectif recherché** : réaliser une combustion stable et maîtrisée en mélange pauvre ( $R_g \leq 0,7$ )

**rappel** : homogène  $R_g \leq 0,7$  = instabilités de combustion ; combustions longues et difficilement maîtrisables, dispersions cycliques

### intérêts :

- diminuer la consommation à faible charge

Fig n° 2: Stratification et consommation à faible charge



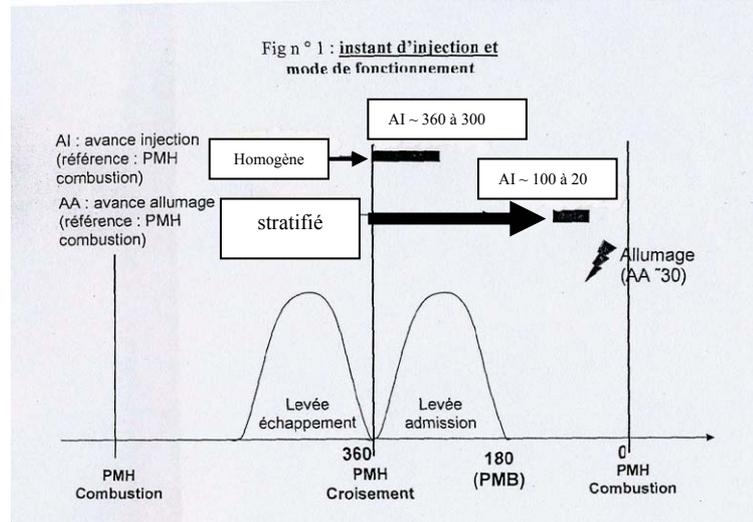
**Homogène** : plage de fonctionnement :  $R_g$  : 0,7 à 1 (et plus)  
Consommation mini pour  $R_g \sim 0,85$

**Stratifié** :  $R_g \rightarrow 0,3$  sans ratés  
Diminution consommation

- diminuer les rejets de polluants

### mode stratifié

⇒ Injection directe (IDE) pour injecter tard dans le cycle



⇒ à faible charge, la modulation de la Pme s'effectue par la quantité injectée de carburant et non plus par la masse de mélange introduite dans le cylindre ⇒ papillon ouvert à faibles charges ⇒ système d'injection équipé de papillon motorisé.

(remarque en IIE : Pme faible ⇒ quantité carburant faible ⇒ quantité air faible ⇒ remplissage en mélange faible : papillon fermé)

## 1.2 Intérêts et conséquences du mode stratifié

- augmentation remplissage cylindres à faible charge là où la boucle basse pression est la plus pénalisante ⇒ diminution Pmi bp ⇒ augmentation  $\eta$  forme ⇒ augmentation  $\eta_{eff}$
- diminution pertes aux parois : air en contact avec parois et non plus le mélange brûlé (IIE)
- augmentation  $\gamma$  mélange ⇒ augmentation  $\eta_{th}$

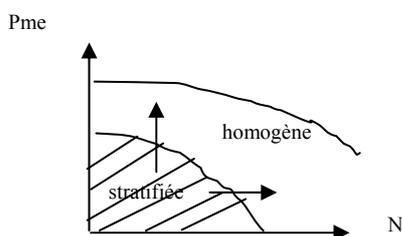
### Conséquences :

- augmentation de la P injection essence ( $\sim 3b \Rightarrow 50 b$ ) ⇒ augmentation P méca<sub>abs</sub> système d'injection

- b) augmentation P max dans les cylindres ( $m_{air}$  plus grande) à Pmi constante.  
 ⇒ augmentation pertes par frottement ⇒ diminution  $\eta$  méca.
- c) le fonctionnement en stratifié n'est pas possible sur toute la plage de fonctionnement moteur (figure 2 voir conso p.ex)  
 ⇒ gestion de deux modes de combustion ce qui augmente les difficultés.  
 ⇒ mode homogène difficile à réaliser IDE, dégradation qualité homogénéité.
- d) dépollution difficile en mélange pauvre (cata 3 voies  
 ⇒  $R_g \sim 1$ ) ⇒ systèmes techniques supplémentaires  
 ex : cata DeNox .
- e) prix élevé des systèmes de dépollution et d'injection

## 2 GESTION DU MODE DE COMBUSTION EN INJECTION DIRECTE ESSENCE

Le mode stratifié n'est pas réalisable et envisageable sur toute la plage de fonctionnement du moteur.



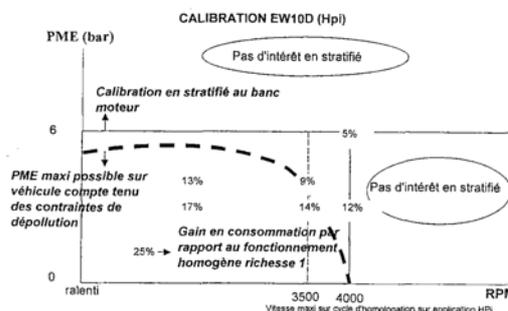
Si Pme augmente :

\* Le gain en consommation diminue par diminution des gains liés au pompage et richesse globale augmente (figure 2)

\* risque de fumée : si  $R_g$  augmente  
 ⇒  $R_L$  plus élevé ⇒ risque imbrûlés

si N augmente : temps de préparation court  
 ⇒ difficulté à stratifier le mélange ⇒ gain en consommation diminue.

Fig n° 5 : Exemple de calibration



Zone calibrée : Pme ⇒ 6b  
 N ⇒ 4000 tr/mn

Gains consommation : maximum ~ 25% à très faible charge, faible régime. ( gains variables de 25% à 9% ).

## 3 REALISATIONS TECHNOLOGIQUES

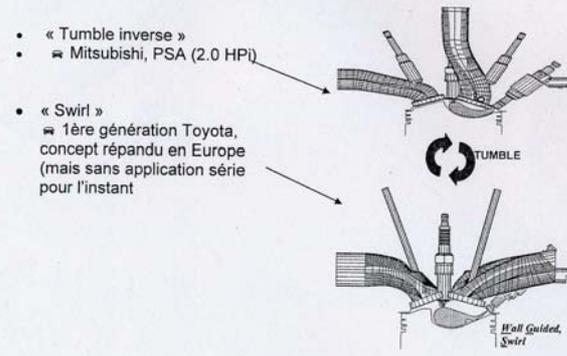
Trois grandes familles d'IDE qui vont, chacune, obtenir le mélange stratifié de manière différente :

« Wall guided » : jet dévié par les parois du piston

Proximité du piston en fin compression. Injection en direction du piston . Le jet est orienté vers la bougie par la forme du piston.

- \* technique qui nécessite une P injection élevée
- \* inconvénients : liquide sur piston ⇒ risque imbrûlés  
 besoin de synchronisation avec le mouvement du piston.

Fig n° 7 : Wall-guided

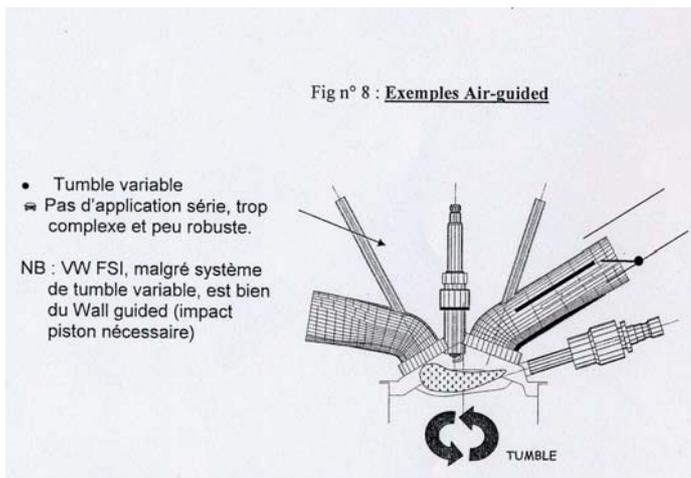


« Air Guided » : jet dévié par l'aérodynamique

\* mouvement de l'air qui permet la réalisation de la stratification.

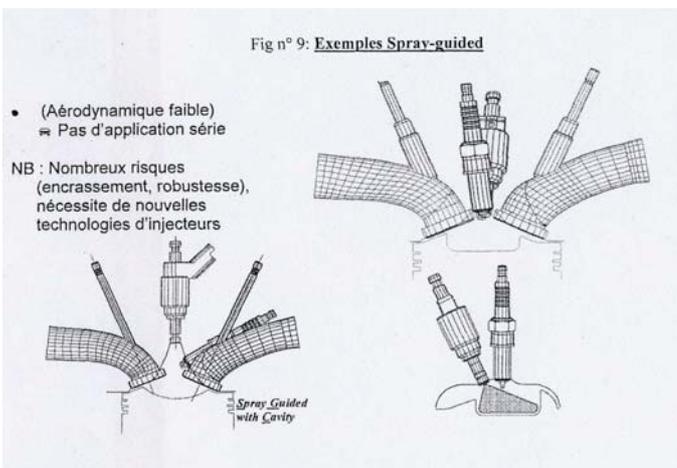
Le problème est de gérer l'aérodynamique (l'intensité des mouvements ; Vair variable dans l'admission) sur la plage moteur désirée.

\*Technique qui nécessite  $P_{injection}$  élevée et variable pour s'adapter à l'intensité des turbulences.



« Spray guided » : jet direct

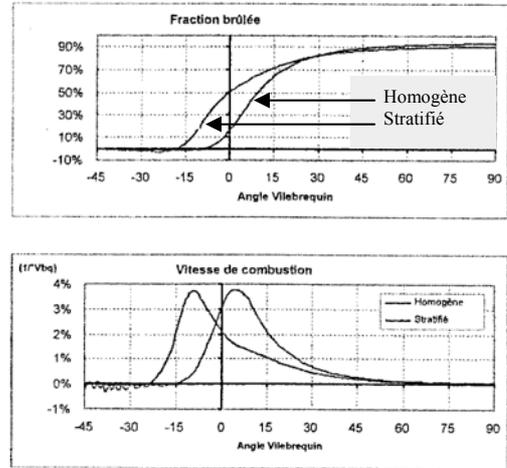
Injection à proximité de la bougie.  
Injection puis allumage juste derrière.  
Problème d'encrassement de bougie et de nez d'injecteur : tenue dans le temps.



## 4 INCIDENCE DE LA STRATIFICATION SUR LA COMBUSTION

### 4.1 déroulement de la combustion

Fig n° 10 : Déroulement de la combustion



#### Combustion stratifiée :

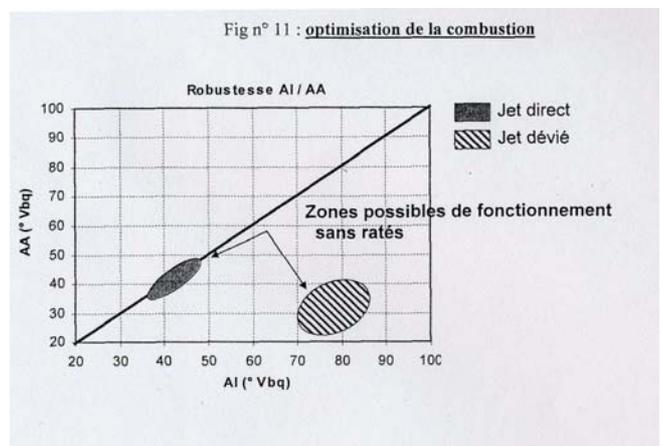
⇒ fin combustion longue par présence dans le cylindre de zones très pauvres.

⇒ la phase de combustion doit être en accord avec le mouvement du piston ; la réalisation du mélange proche de la bougie nécessite la présente piston.

⇒ CA 50 avancé en stratifié/homogène : exemple  $\sim 12^\circ \rightarrow 0^\circ$  (HLC varie peu  $\sim 0,04$ )

### 4.2 optimisation de la combustion

a) l'instant d'injection et l'instant d'allumage sont deux paramètres de premier ordre sur le déroulement de la combustion.



les 2 paramètres sont liés pour un fonctionnement stable zones restreintes et différentes selon la technologie

**Plus la fenêtre est restreinte :**

- . plus c'est difficile à réaliser
- . plus la possibilité de dérive dans le temps est limitée
- . plus il y a de risque de problèmes de fonctionnement liés à la dispersion entre les différents moteurs
- . moins il y a de possibilité de réglage

**b) paramètres de conception :**

- . forme piston (type et profondeur de bol)
- . position de la bougie et de l'injecteur
- . type d'injection et de chambre
- . aérodynamique

Tous ces paramètres sont très influents sur la combustion et sur les émissions de polluants.