

# **STRUCTURE COUPLE**

## **des motorisations essence**

# Avertissements

- ☞ Ce document a volontairement été orienté vers les structures couples **SAGEM** (en particulier celle du soft **A7** sur **S3000**).
  - ⇒ Toutefois, le fonctionnement général et les principes physiques présentés sont semblables quels que soient les softs (**CAMLESS**, **IDE**,...).
- ☞ Le document contient:
  - ⇒ Une première partie: **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**.
  - ⇒ Une seconde partie: **METHOLOGIE DE CALIBRATION**.
- ☞ **Bibliographie :**
  - ⇒ Voir l'annexe « documents de référence » située à la fin de ce document.
  - ⇒ Disponibilité à l'UET métier MAP: bibliothèque métier.
- ☞ **POUR TOUT RENSEIGNEMENT SUR LES OUTILS PRESENTES : un seul interlocuteur -----> le PCIM de la DITS.**

# SOMMAIRE (1)

## 1ère PARTIE : PRESENTATION GENERALE

### Pages

⇒ SOFTS STRUCTURE COUPLE	7
⇒ GENERALITES	8
⇒ ARCHITECTURE STRUCTURE COUPLE	9
⇒ PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	10
⇒ DIFFERENCES SCP/SCI	16
⇒ LES INTER-SYSTEMES	17
⇒ EMISSION DE LA REQUETE	18
⇒ ARBITRAGE DE LA REQUETE	19
⇒ INTERPRETATION DE LA REQUETE	20
⇒ LA CHAINE D 'AIR	21
⇒ LA CHAINE D 'AVANCE	37
⇒ AUTRES GRANDEURS	49
⇒ VALIDATION DE LA STRUCTURE COUPLE	57
⇒ SURETE DE FONCTIONNEMENT	62

## SOMMAIRE (2)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

### **2ème PARTIE : METHODOLOGIE DE CALIBRATION.**

⇒ LOGIQUE DE MAP	65
⇒ ETAPES DE CALIBRATION	67
⇒ PRE-REQUIS	70
⇒ CALIBRATIONS SUR TABLE	76
⇒ CARACTERISATIONS FLOW-BENCH	80
⇒ CALIBRATION DE L 'ESTIMATEUR DE CHARGE	82
⇒ PILOTAGES D 'AVANCE	84
⇒ AUTRES ESSAIS	103
⇒ EXEMPLES DE STRATEGIES UTILISANT LA SC	138

## SOMMAIRE (3)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

---

### ANNEXES :

⇒ DOCUMENTS DE REFERENCE

141

# 1ère PARTIE

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

## ***PRESENTATION GENERALE***

## Softs concernés

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

### ☞ POUR LA STRUCTURE COUPLE PERMANENTE :

#### ⇒ Soft SIEMENS :

→ E6 : F5R IDE R=1.

→ E4 : K5M IDE mélange pauvre stratifié.

#### ⇒ Softs SAGEM :

→ A5 : F4R suralimenté.

→ A7 : K4M, F4Ratmo, F4Rturbo.

→ A9 : F4R CAMLESS.

### ☞ POUR LA STRUCTURE COUPLE INTERMITTENTE :

#### ⇒ Soft SIEMENS :

→ E5 : F4P, F4Ratmo, K4M.

#### ⇒ Softs SAGEM :

→ A3 : K4M, F4Ratmo, F4P.

# Généralités

## ➡ **AVANT L'ARRIVEE DE LA STRUCTURE COUPLE :**

- ⇒ Le conducteur est le seul régulateur de la charge moteur.
- ⇒ Softs contrôle moteur de + en + compliqués où il est parfois difficile de trouver des valeurs physiques dans les calibrations.

## ➡ **DEPUIS LA STRUCTURE COUPLE :**

- ⇒ Le conducteur n'est plus le seul demandeur de couple.
  - ➔ Pas de relation directe entre la pédale et le papillon !
- ⇒ Avantages:
  - ➔ Possibilité de commander le couple moteur à volonté suivant les besoins: aide au décollage, anti-à-coups,...
  - ➔ Les grandeurs structure couple sont physiques.
- ⇒ Inconvénients:
  - ➔ Besoin d'avoir une vision globale de la stratégie.
  - ➔ Nécessité d'une grande rigueur dans la démarche de calibration.



# Présentation de l'architecture

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

## ➡ DEFINITION DE LA STRUCTURE COUPLE:

⇒ « C'est l'ensemble des éléments qui participent au contrôle du couple efficace moteur ».

## ➡ ELEMENTS CONCERNES:

⇒ Les différents calculateurs embarqués qui sont demandeurs d'une commande en couple (calculateurs ABS, BVA, injection,...)

⇒ Un support de communication entre les différents calculateurs: réseau multiplexé.

➔ Gain de longueur de câble et de vitesse par rapport à un réseau filaire classique.

➔ Utilise le protocole CAN (adopté par beaucoup de constructeurs dont RENAULT).

⇒ Le Groupe Moto-Propulseur: moteur, boîte de vitesses...

# Principe de fonctionnement (1)

## ☞ **DEROULEMENT CHRONOLOGIQUE:**

- 1) Emissions de requêtes de couple,
- 2) Arbitrage des requêtes,
- 3) Interprétation de la requête retenue,
- 4) Application des consignes sur les actuateurs.

### **1) EMISSION DE REQUETES DE COUPLE:**

- ⇒ Emises par les INTER-SYSTEMES sur le réseau CAN.
- ⇒ Issue du conducteur via la pédale,
- ⇒ Directement par les stratégies de contrôle moteur (structure couple permanente uniquement).

### **2) ARBITRAGE DES REQUETES:**

- ⇒ Gestion des priorités entre les différentes requêtes.

## Principe de fonctionnement (2)

### 3) INTERPRETATION DE LA REQUETE:

- ⇒ Calcul de l'angle papillon de consigne (CHAINE D 'AIR),
- ⇒ Calcul de l'avance à l'allumage de consigne (CHAINE D 'AVANCE).

### REMARQUES :

- ⇒ Calculs faits à l'aide d'une modélisation physique du fonctionnement du moteur.
- ⇒ Pour les moteurs Injection Directe Essence en mélange pauvre stratifié, intervient aussi le temps d'injection de consigne (CHAINE D 'ESSENCE).

### 4) APPLICATION DES CONSIGNES:

- ⇒ Ce n'est pas un asservissement mais une COMMANDE EN COUPLE: il n'y a pas d'information directe de retour de consigne.
  - ➔ Fonctionnement en boucle ouverte.

## Principe de fonctionnement (3)

➡ **CARACTERISTIQUES DE LA COMMANDE EN COUPLE:** suivant les besoins, les requêtes de couple lent ET rapide évoluent de manière spécifique.



⇒ Action par le papillon: sollicitation de la CHAÎNE D 'AIR qui calcule un angle papillon de consigne.

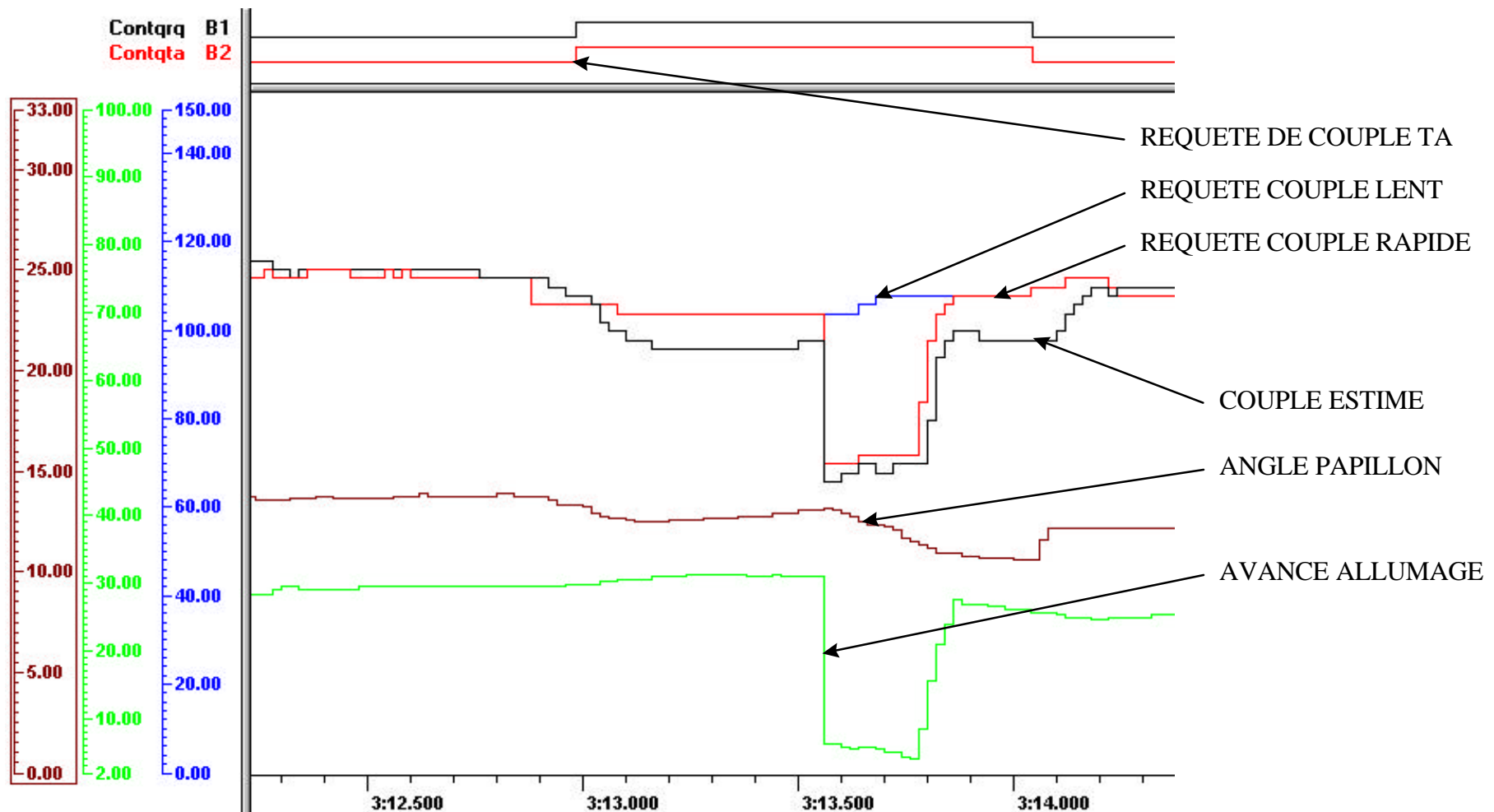
➔ Seul le papillon est sollicité si la requête de couple rapide est égale à la requête de couple lent.

⇒ Action par l 'avance à l 'avance à l 'allumage: sollicitation de la CHAÎNE D 'AVANCE qui calcule une avance à l 'allumage de consigne.

➔ La DIFFERENCE entre la requête de couple lent et la requête de couple rapide est réalisé par une dégradation ou une augmentation de l 'avance à l 'allumage.

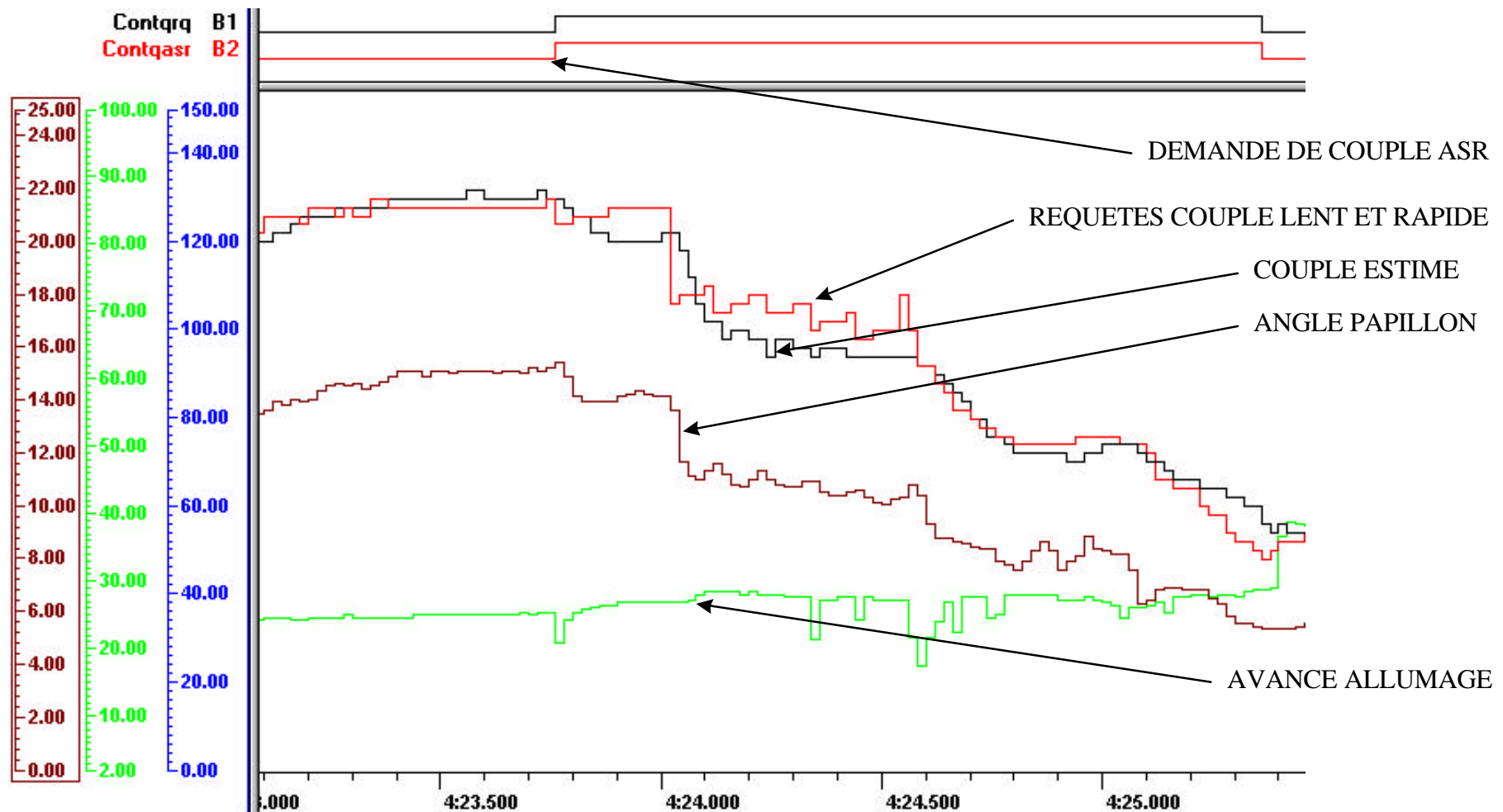
# Exemple d'une requête BVA: Requête CME lent > CME rapide

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# Exemple d'une requête ASR: Requête CME lent = CME rapide

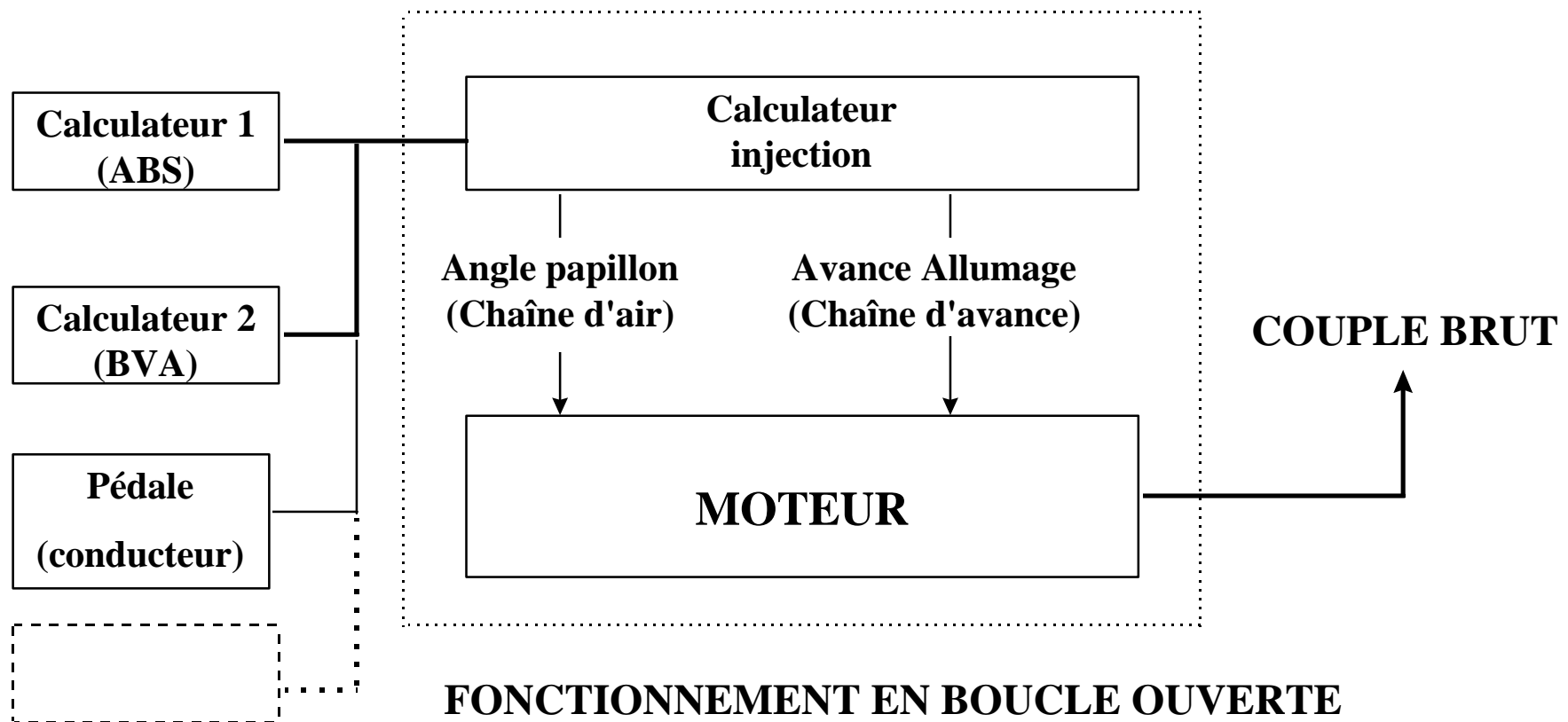
Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# Schéma récapitulatif

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

## SYSTEME A CONTROLER



# DIFFERENCES SCI/SCP

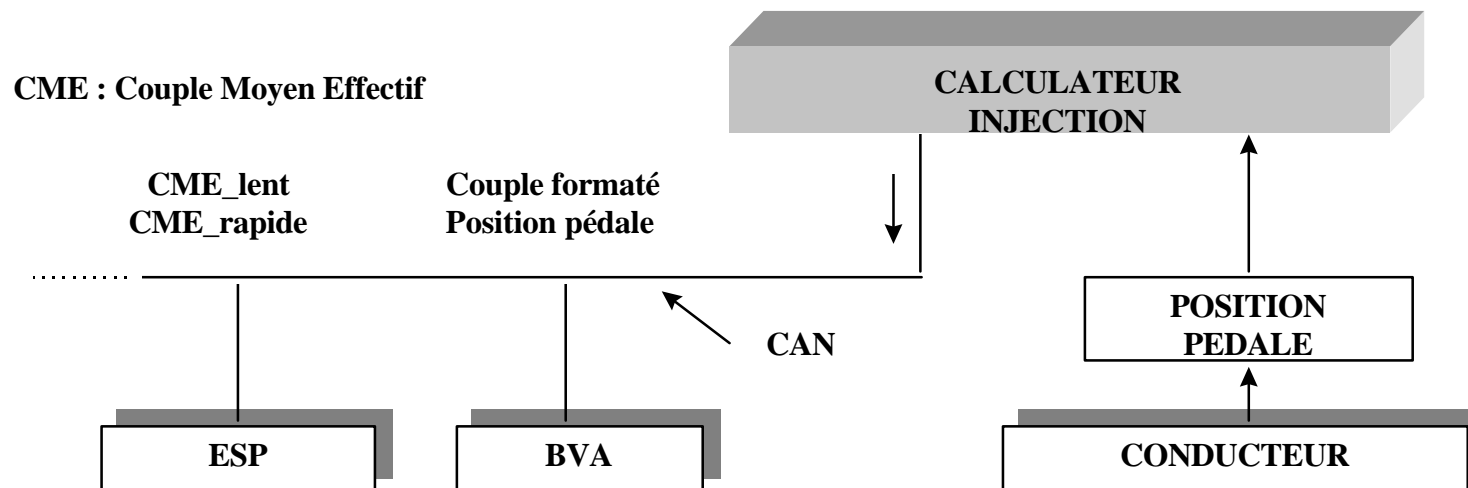
- ➡ **LES STRUCTURES COUPLES EXISTANTES:** il existe différentes structures couples, des structures couples dites « intermittentes » ou « permanentes ».
- ➡
- ➡ **DEFINITION DE LA SCP :** contrairement à la SCI, elle est active lors des demandes conducteur. La SCI n'est activée que lorsque les inter-systèmes émettent une requête de couple.
- ➡
- ➡ **REMARQUES :**
  - ⇒ Il existe différents niveaux de SCP : en soft SIEMENS RE4, la SCP est toujours active même au démarrage. En soft SAGEM A7, la SCP n'est pas toujours active (ralenti, démarrage, coupure injection).
  - ⇒ Beaucoup de stratégies contrôle moteur sont intégrées dans la SC.
    - ➔ Exemples : anti-à-coups curatifs, anti-à-coups préventif, gestion du couple avant coupure d'injection en sur-régime.



# Les inter-systèmes

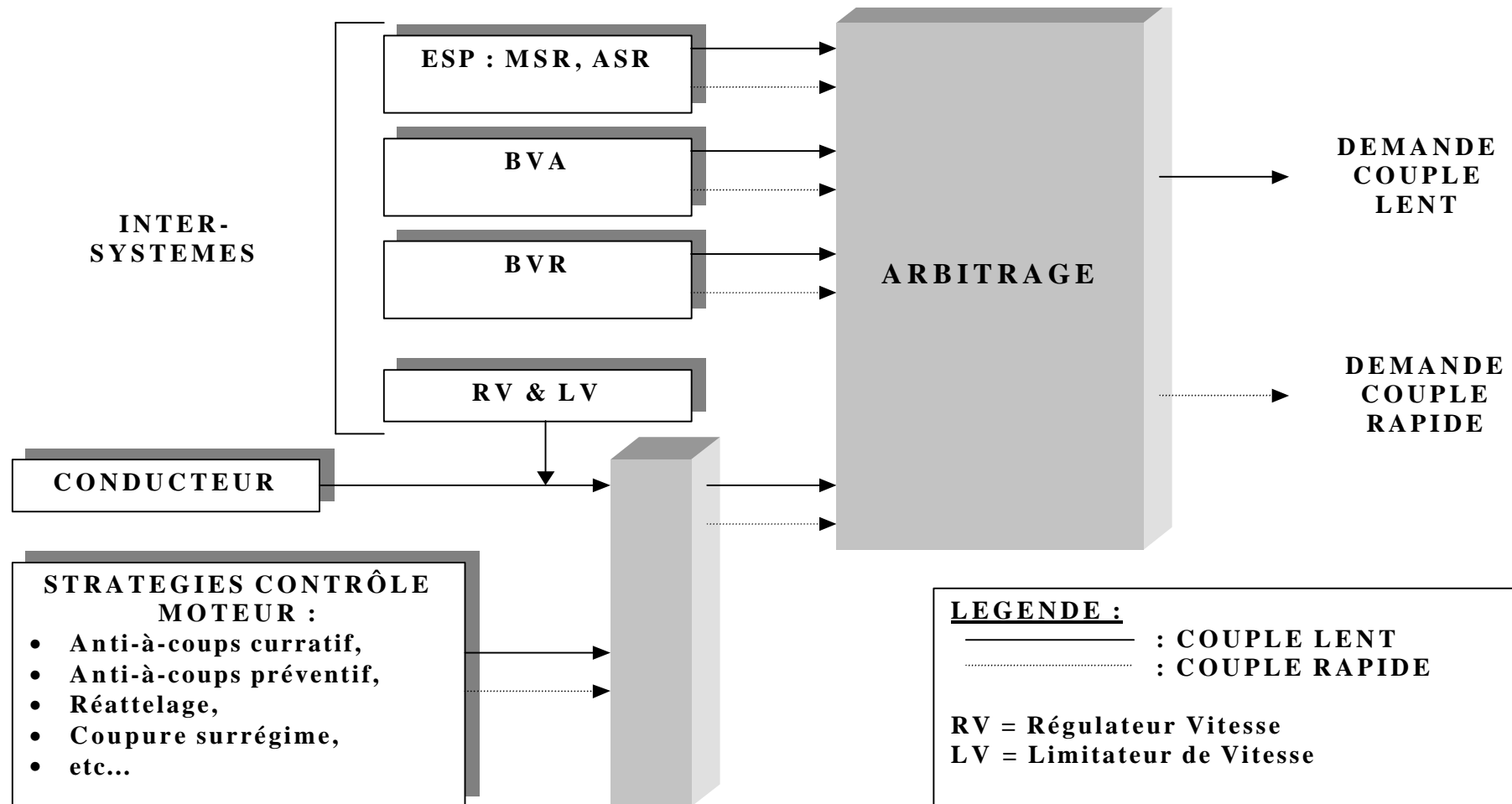
## ☞ QUI SONT ILS GÉNÉRALEMENT ?

- ⇒ ESP : MSR (Assistance au freinage) et ASR (Anti-patinage),  
→ En général, requêtes lentes et parfois rapides.
- ⇒ BVA et BVR : Boîtes de Vitesses Automatique et Robotisée.  
→ Dans la plupart des cas, requêtes rapides pour passages de rapports.
- ⇒ RV (Régulateur de Vitesse) et LV (Limitateur de Vitesse).  
→ Uniquement des requêtes lentes.



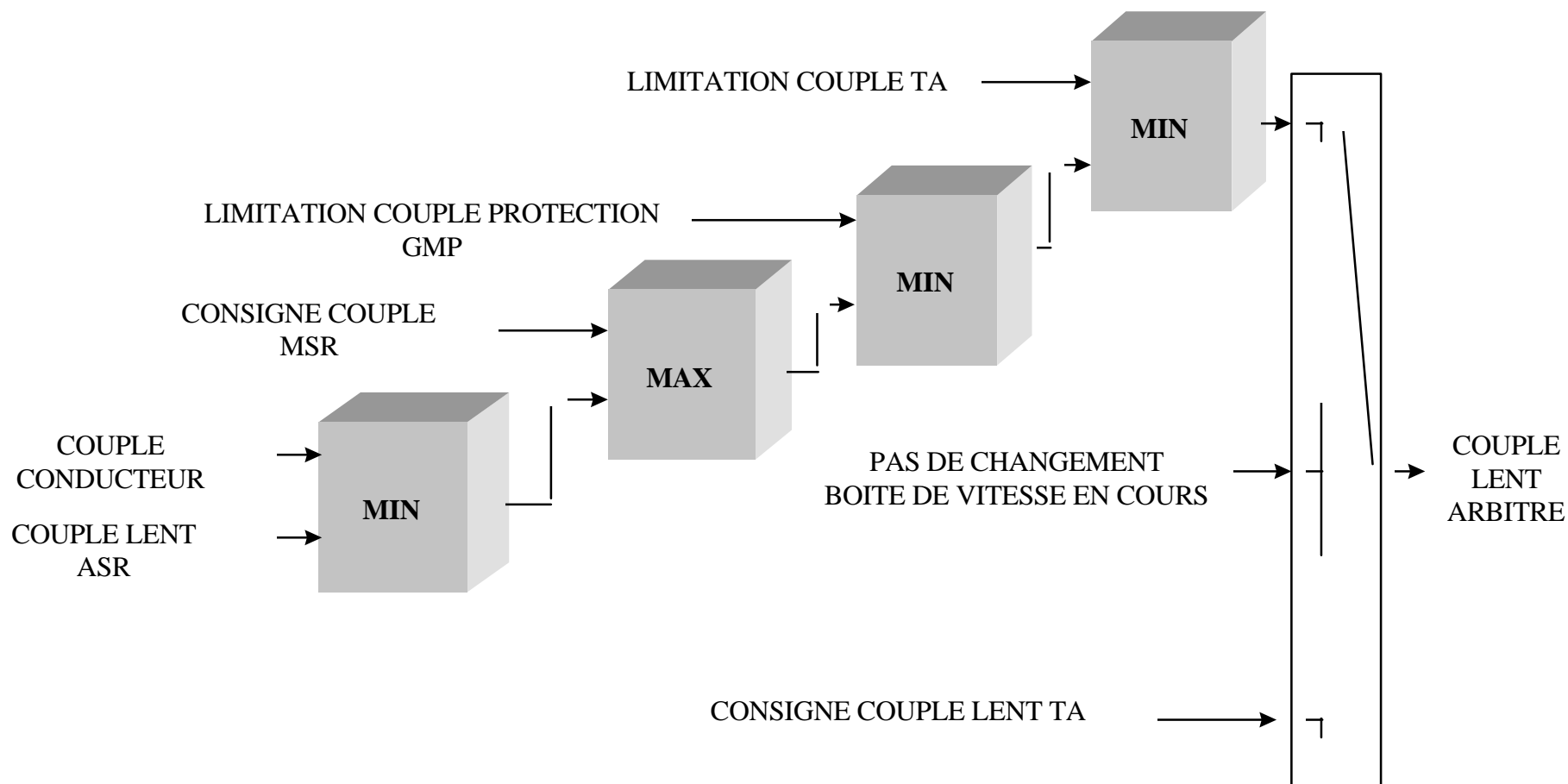
# Emission de la requête de couple

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



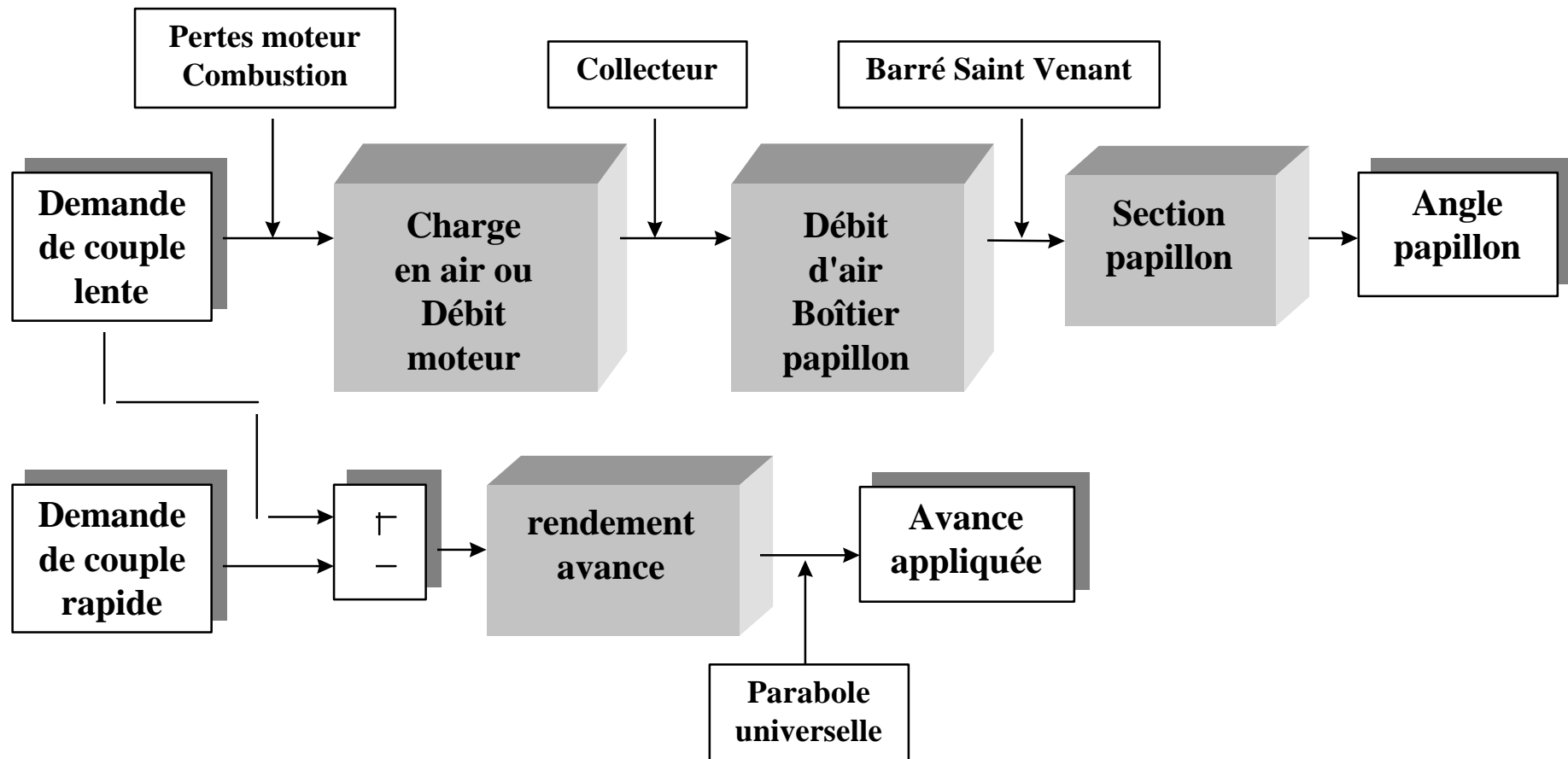
# Exemple d'arbitrage de la requête

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# Interprétation de la requête (chaîne d'air et d'avance)

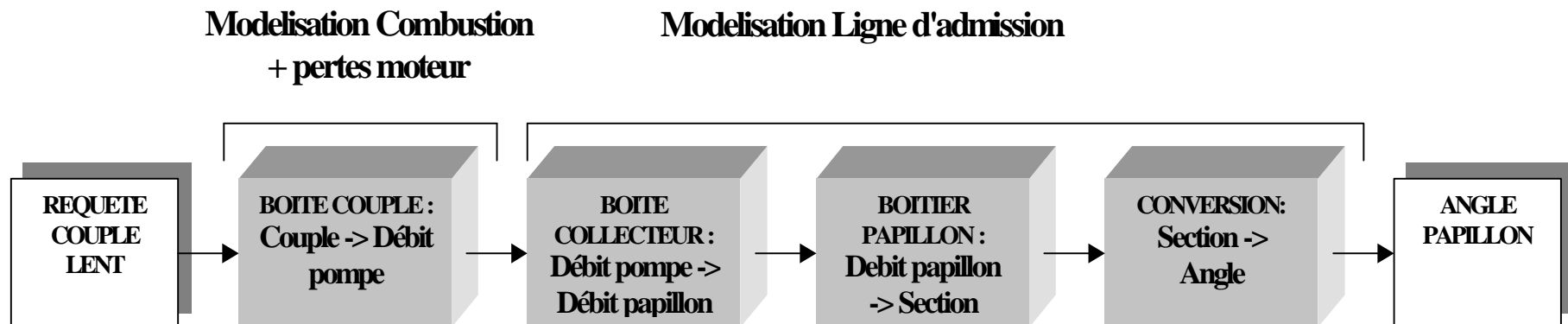
Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# LA CHAÎNE D'AIR

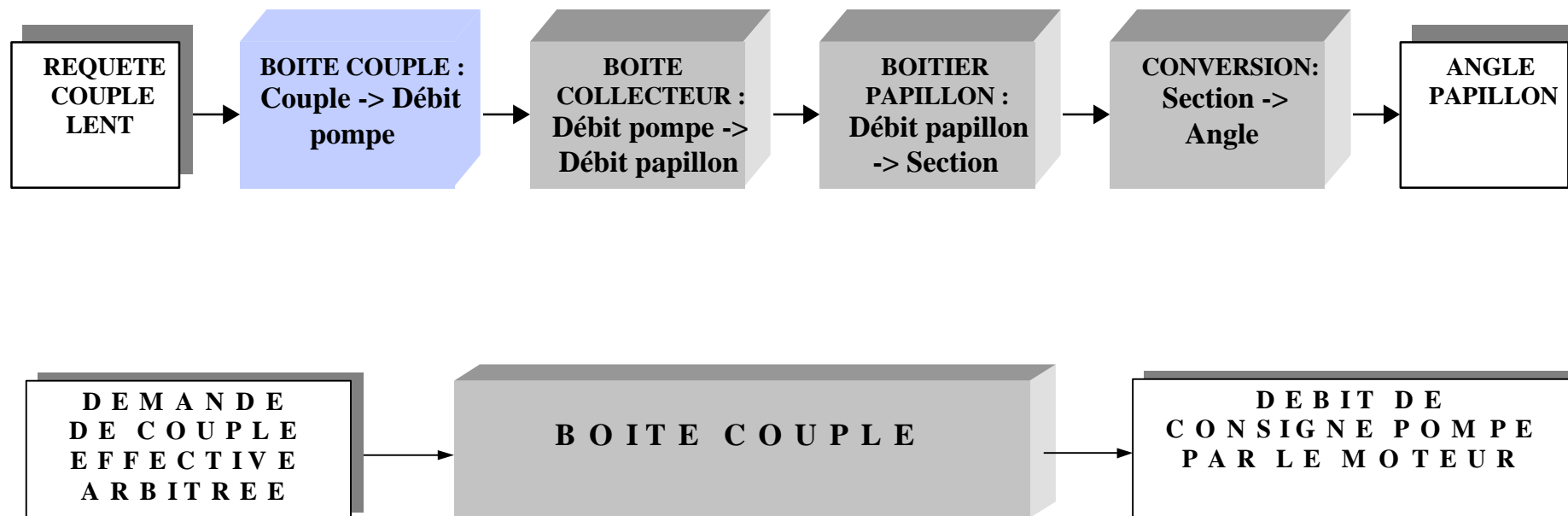
# La Chaîne d'air

- ➡ **OBJECTIF** : réaliser une consigne de Couple Moyen Effectif lente.
- ➡ **COMMENT** : en agissant sur la position papillon.
- ➡ **MODELISATION STRUCTURE COUPLE** : ligne d'admission + combustion + pertes moteurs.



# La boîte couple (1)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



## La boîte couple (2)

- ➡ **OBJECTIF** : calculer un débit de consigne pompé par le moteur à partir d 'une demande de couple.
- ➡ **COMMENT** :
  - ⇒ Passage d 'un Couple Moyen Effectif à un Couple Moyen Indiqué:
    - ➔ CMI consigne = CME consigne + Pertes totales du moteur.
    - ➔ Le passage à des valeurs indiquées dans la modélisation faite par la structure couple permet d 'utiliser la parabole universelle.
  - ⇒ Calcul des pertes totales du moteur:
    - ➔ CMF = Couple Moyen de frottement: inclus toutes les pertes entre le travail lié au cycle et le travail sur l 'arbre.
    - ➔ CMI - = Pertes par pompage: pertes liées au transvasement des gaz dans le cylindre.
    - ➔ CMA = Somme des couples prélevés par les différents accessoires (hors pompe à eau, pompe à huile qui sont inclus dans le CMF).



## La boîte couple (3)

⇒ Passage du couple indiqué calculé à la charge en air de consigne par prise en compte des paramètres suivants:

→ La RICHESSE via le CMI + massique à l'avance optimale: on intègre directement l'effet richesse dans le calcul du Couple Moyen Indiqué Massique à l'avance optimale.

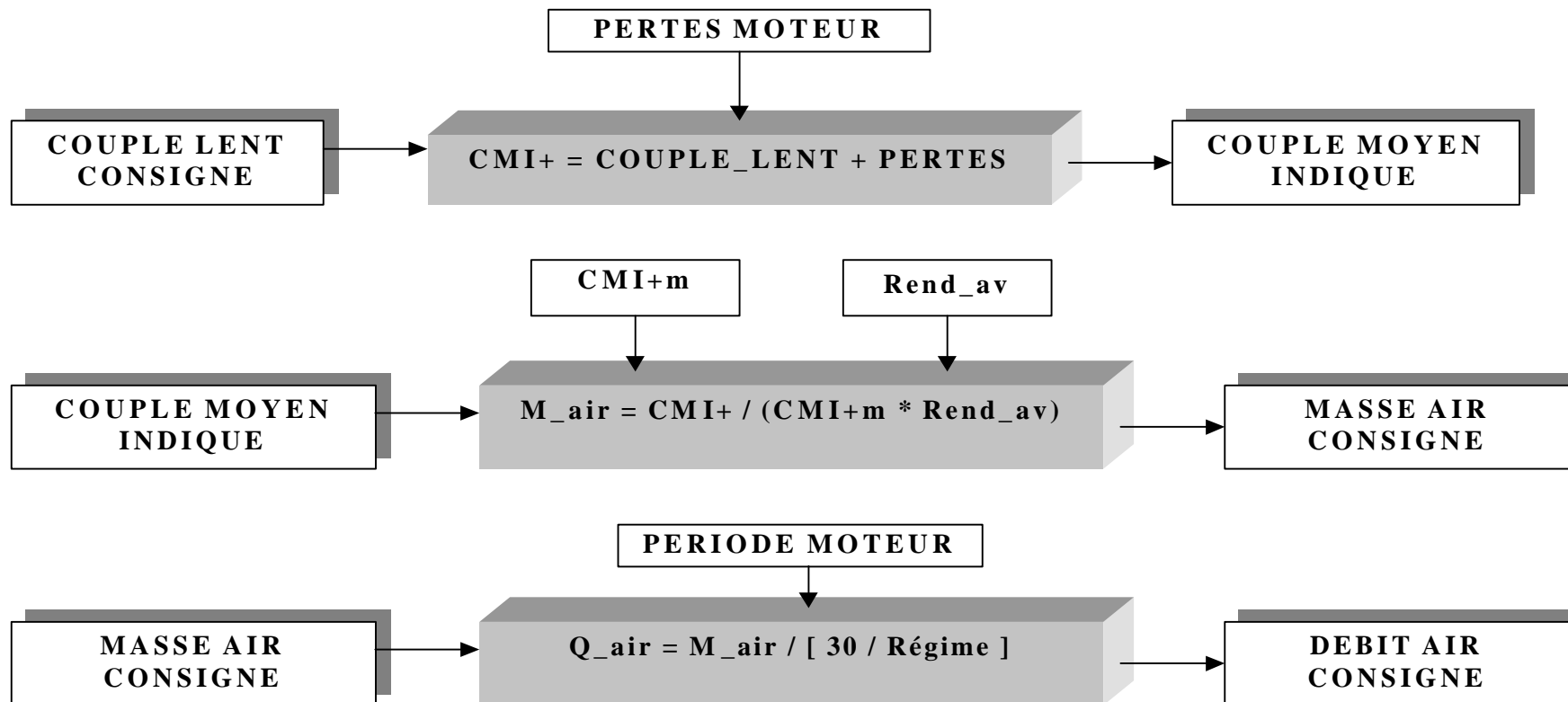
→ L'AVANCE A L'ALLUMAGE via le rendement d'avance: ce rendement est calculé à partir de la parabole universelle.

$$\text{Rendement\_avance} = \text{CMI} + / \text{CMI} +\_ \text{avance\_optimale}.$$

→ Equation: Débit d'air consigne =  $\text{CMI consigne} / (\text{rendement avance} * \text{CMI} + \text{massique à avance optimale} * 30/N)$

# La boîte couple (4)

## Détail des calculs



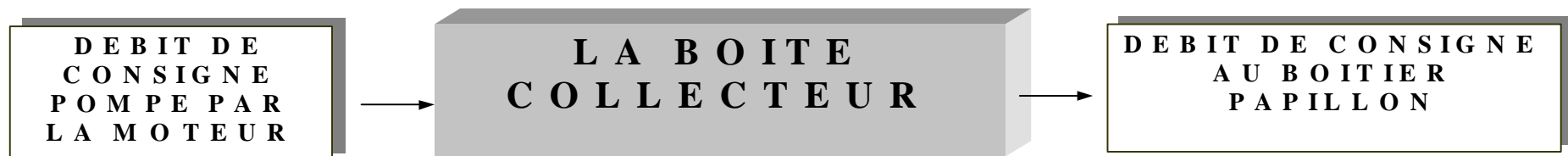
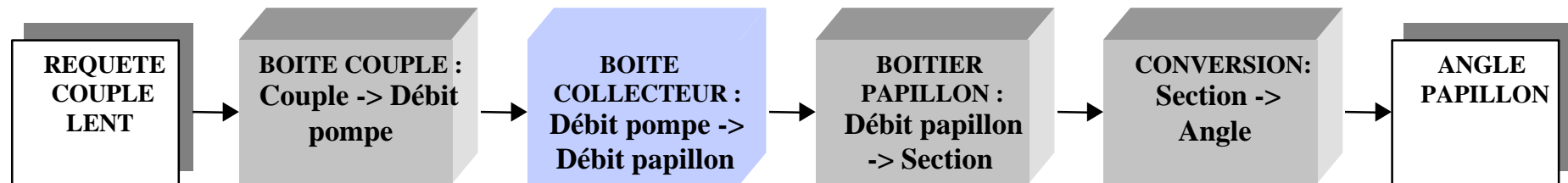
### LEGENDE :

CM I+m = CMI boucle haute pression à l'avance optimale

Rend\_av = Rendement d'avance

# La boîte collecteur (1)

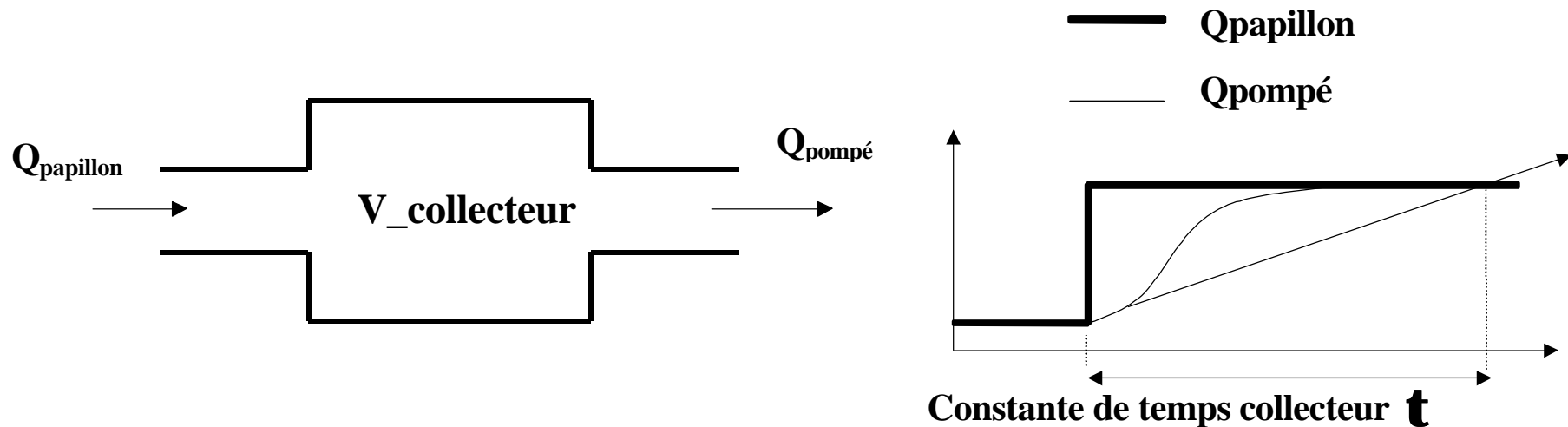
**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



## La boîte collecteur (2)

- ➡ **OBJECTIF** : calculer un débit de consigne au boîtier papillon à partir d'un débit de consigne pompé par le moteur.
- ➡ **COMMENT** :
  - ⇒ Modélisation de la dynamique collecteur par UN FILTRE PASSE BAS D'ORDRE 1.
- ➡ **HYPOTHESES UTILISEES** :
  - ⇒ Equation des gaz parfaits:  $\text{Pression} * \text{Volume} = \text{Masse} * r * T.$
  - ⇒ Equation de remplissage:  $Q_{\text{pompe}} = K * (P_{\text{collecteur}} - P_0)$   
avec :  $K = f(\text{Rendement}_{\text{volumétrique}}, \text{Cylindrée}, \text{Volume collecteur}, \dots),$   
 $P_0 = f(\text{Régime})$  : pression collecteur de remplissage nul.
  - ⇒ Equation de conservation de la masse :
$$Q_{\text{papillon}} - Q_{\text{pompe}} = dM_{\text{air}_{\text{collecteur}}} / dt$$

## La boîte collecteur (3)



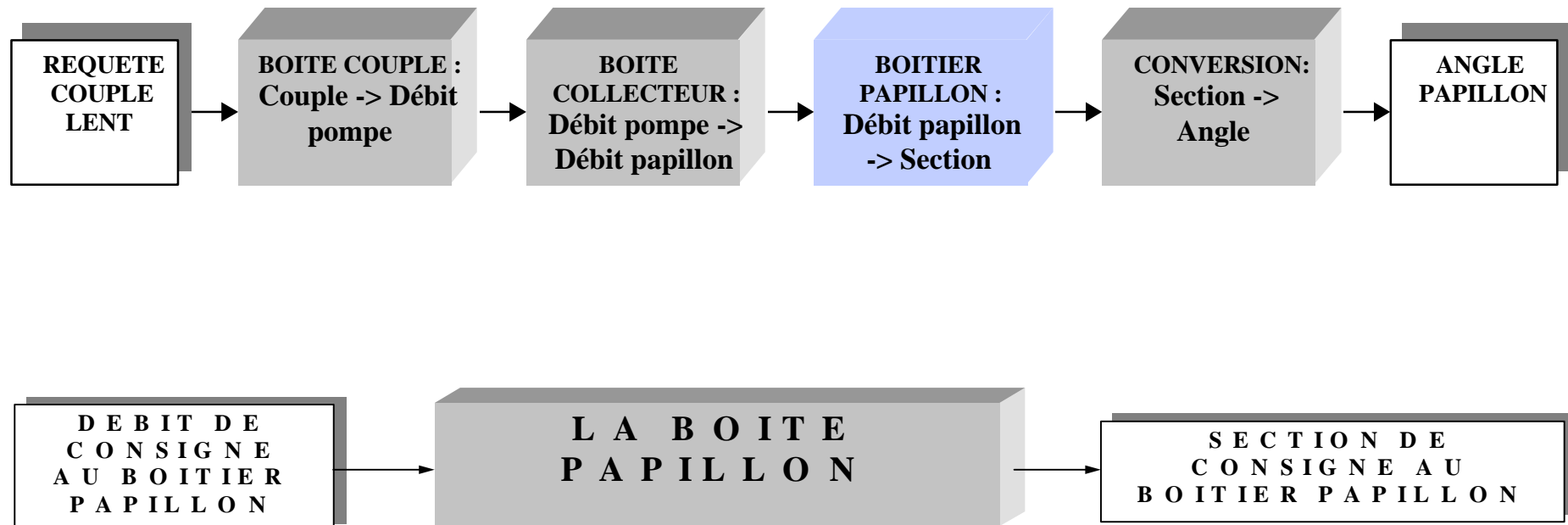
$$t = \frac{30}{N} * \frac{V}{V} * \frac{1}{h_r(T) * h_{ue}(N)}$$

## La boîte collecteur (4): inversion collecteur

- ➡ **PROBLEME** : les équations de la physique nous donne la fonction de transfert (FT) Débit papillon -----> Débit pompé
  - ⇒ Ce qui nous intéresse : Débit pompé -----> Débit papillon (FT inverse).
  - ⇒ Impossibilité mathématique pour déterminer DIRECTEMENT FT inverse car on remonte dans le temps !
  
- ➡ **SOLUTION** : rajouter une autre constante de temps beaucoup plus petite.
  - ⇒ Elle ne correspond à rien physiquement.
  - ⇒ Permet de supprimer l'impossibilité mathématique d'inversion et permettre ainsi le filtrage du signal d'entrée.
  - ⇒ Dégrade légèrement la précision de la SC en dynamique: compromis stabilité/précision.

# Boîtier papillon (1)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



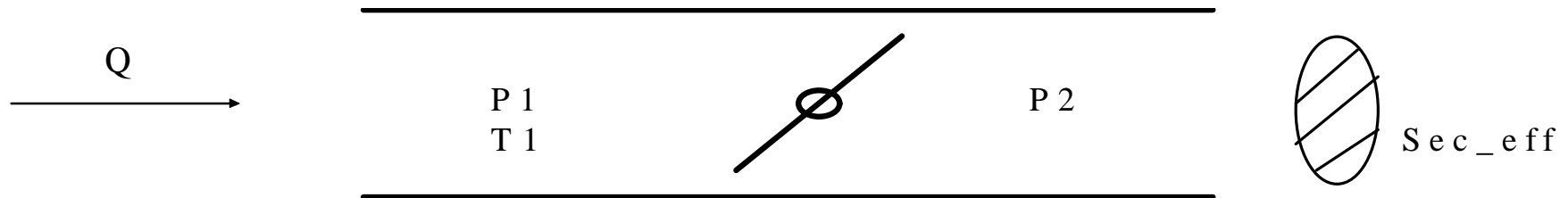
## Boîtier papillon (2)

- ➡ **OBJECTIF** : calculer une section de consigne à partir du débit d 'air au boîtier papillon.
- ➡ **COMMENT** : modélisation du boîtier à l 'aide de la théorie de Barré Saint Venant.
  - ⇒ **INTERET DE BARRE SAINT VENANT** : permet d 'exprimer un débit en fonction de grandeurs à priori connue par le Contrôle Moteur
    - ➔  $P_{\text{amont papillon}}$ ,  $T_{\text{amont papillon}}$ ,  $P_{\text{aval papillon}}$ ,  $\Gamma$ ,  $S_{\text{section\_efficace du papillon}}$ .
  - ⇒ **HYPOTHESES** :
    - ➔ Ecoulement permanent (pas de transitoire),
    - ➔ Ecoulement isentropique (pas d 'échange de chaleur),
    - ➔ Gaz parfait (gaz homogène).



## Boîtier papillon (3)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



$$Q = Sec\_eff * [ P1 / Racine(T1) ] * Coef\_BSV (P2/P1)$$

DEBIT

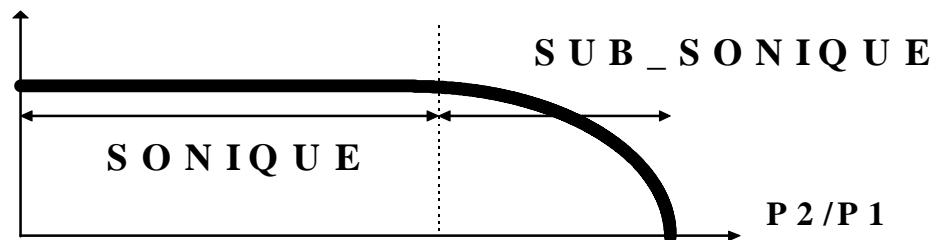
SECTION  
EFFICACE

P\_AMONT  
PAPILLON

TEMPERATURE  
COLLECTEUR

COEFFICIENT DE  
BARRE ST VENANT

COEF\_BSV



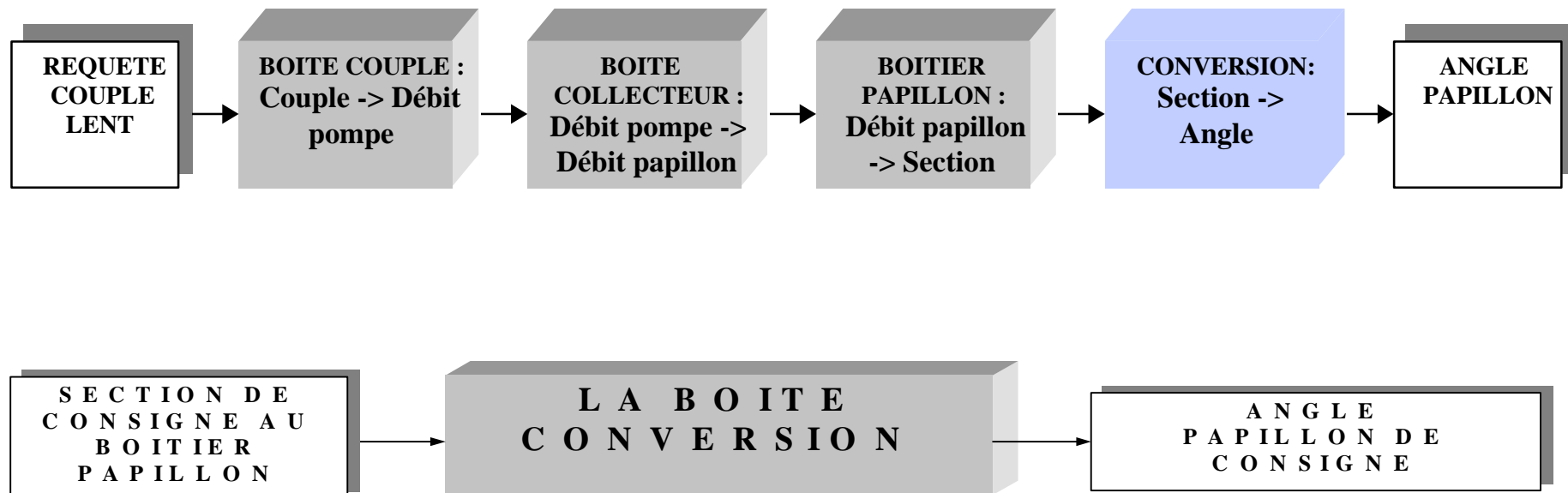
## Boîtier papillon (4)

### ☞ PRINCIPALES APPROXIMATIONS :

- ⇒ Sur les anciens softs (A3, E5) :  $P_{\text{amont\_papillon}} = P_{\text{atmo}}$  donc
  - Pas de prise en compte des pertes de charges amont papillon.
  - La section efficace dépend donc de l'angle papillon mais aussi du régime.
  - Solution: prendre la section enveloppe supérieure (régime maximum).
- ⇒ Sur les softs actuels (A5, A7) : Le  $c_{fe\_value}$  tend vers 0 pour les forts rapport de pression.
  - La section\_efficace tend vers l'infini.
  - Dégrade encore la précision sur les FORTS DEBITS.
  - Solution : bornage du coefficient.
- ⇒ Sur tous les softs :  $T_{\text{amont\_papillon}} = T_{\text{collecteur}}$ 
  - La température est donc sur-estimée en général.

# La boîte conversion (1)

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



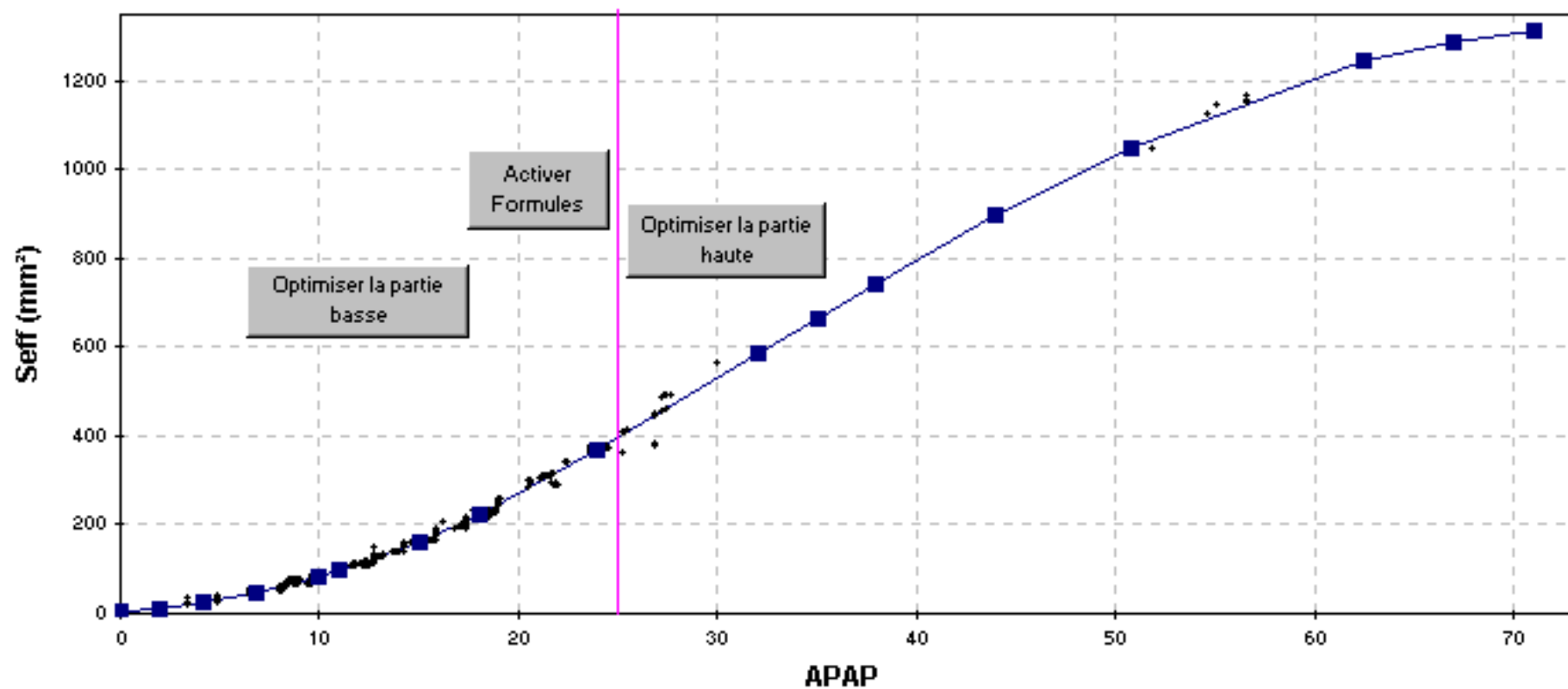
## Boite conversion (2)

- ➡ **OBJECTIF** : calculer la consigne de position papillon à partir de la section papillon de consigne.
- ➡ **COMMENT** : à l'aide d'une interpolation dans une table.  
⇒  $\text{Angle\_papillon} = F(\text{Section\_efficace})$ .
- ➡ **CALIBRATION** : à l'aide de la formule de Barré Saint Venant.  
⇒ Si la théorie de Barré Saint Venant est correctement appliquée: la section efficace ne dépend que de l'angle papillon.
- ➡ **REMARQUES** :
  - ⇒ En moteur suralimenté :  $P_{\text{amont\_papillon}} = P_{\text{capteur\_sural}}$ .
  - ⇒ Si on ne prend pas en compte la bonne pression amont papillon (exemple des softs A3 et E5 où  $P_{\text{amont pap}} = P_{\text{atmo}}$ ):  
 $\text{Section\_efficace} = f(\text{Angle papillon, Régime})$ .  
➔ Voir page BOITE CONVERSION (4).

## Boite conversion (3)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

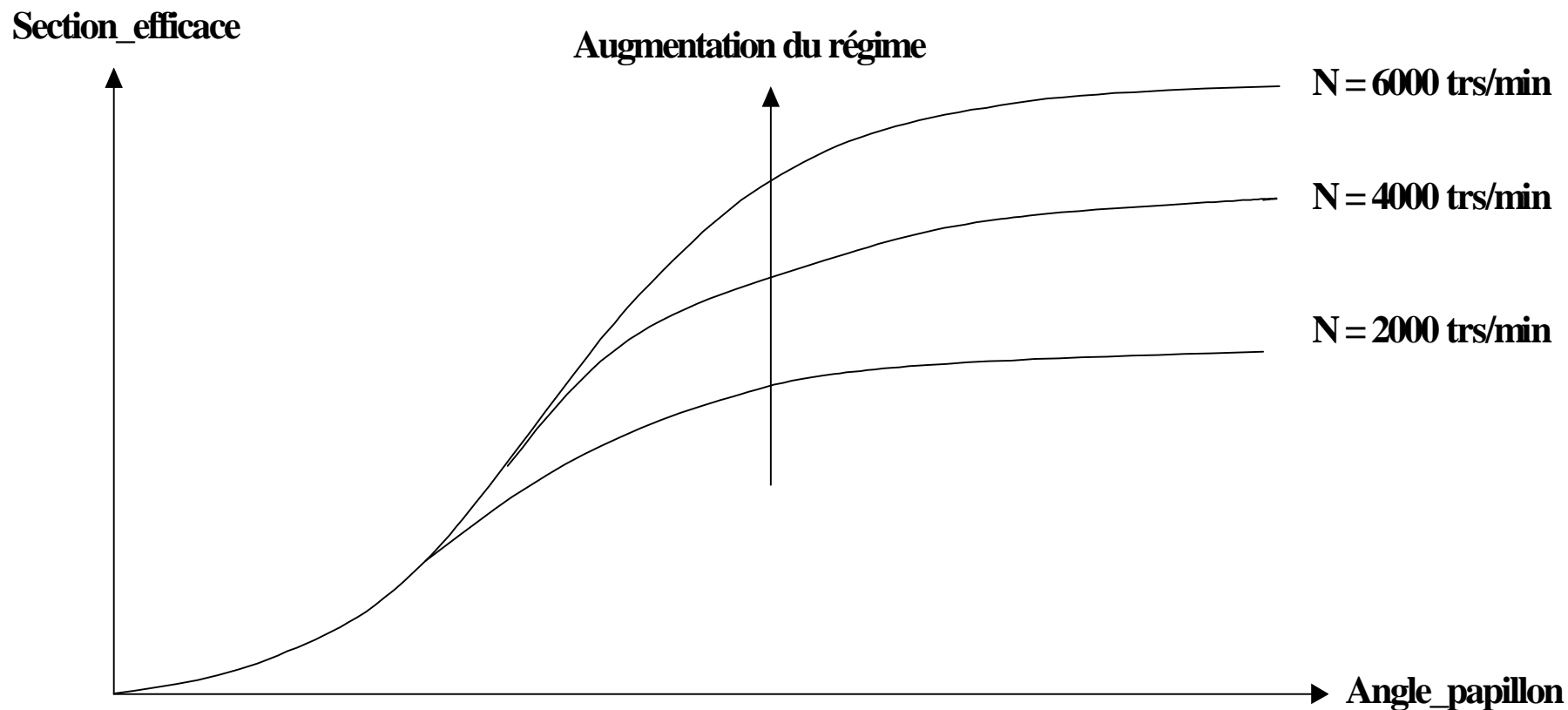
Calibration de section papillon au banc moteur fonction de PAPREL



## Boite conversion (4)

$P_{\text{amont\_pap}} = P_{\text{atmo}}$

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# LA CHAÎNE D'AVANCE

# La chaîne d'avance

- ➡ **OBJECTIF** : calculer l'avance à l'allumage à appliquer en fonction des requêtes de couple rapide et lente.
- ➡ **COMMENT** : en utilisant la parabole universelle.
- ➡ **CARACTERISTIQUES** :
  - ⇒ Réaction très rapide : tous les PMHs.
    - ➔ De l'ordre de 10 fois plus que la chaîne d'air.
  - ⇒ Ne permet généralement que des diminutions de couple.
    - ➔ Les augmentations de couple par l'avance peuvent être réalisées par l'avance dynamique universelle de la structure couple.

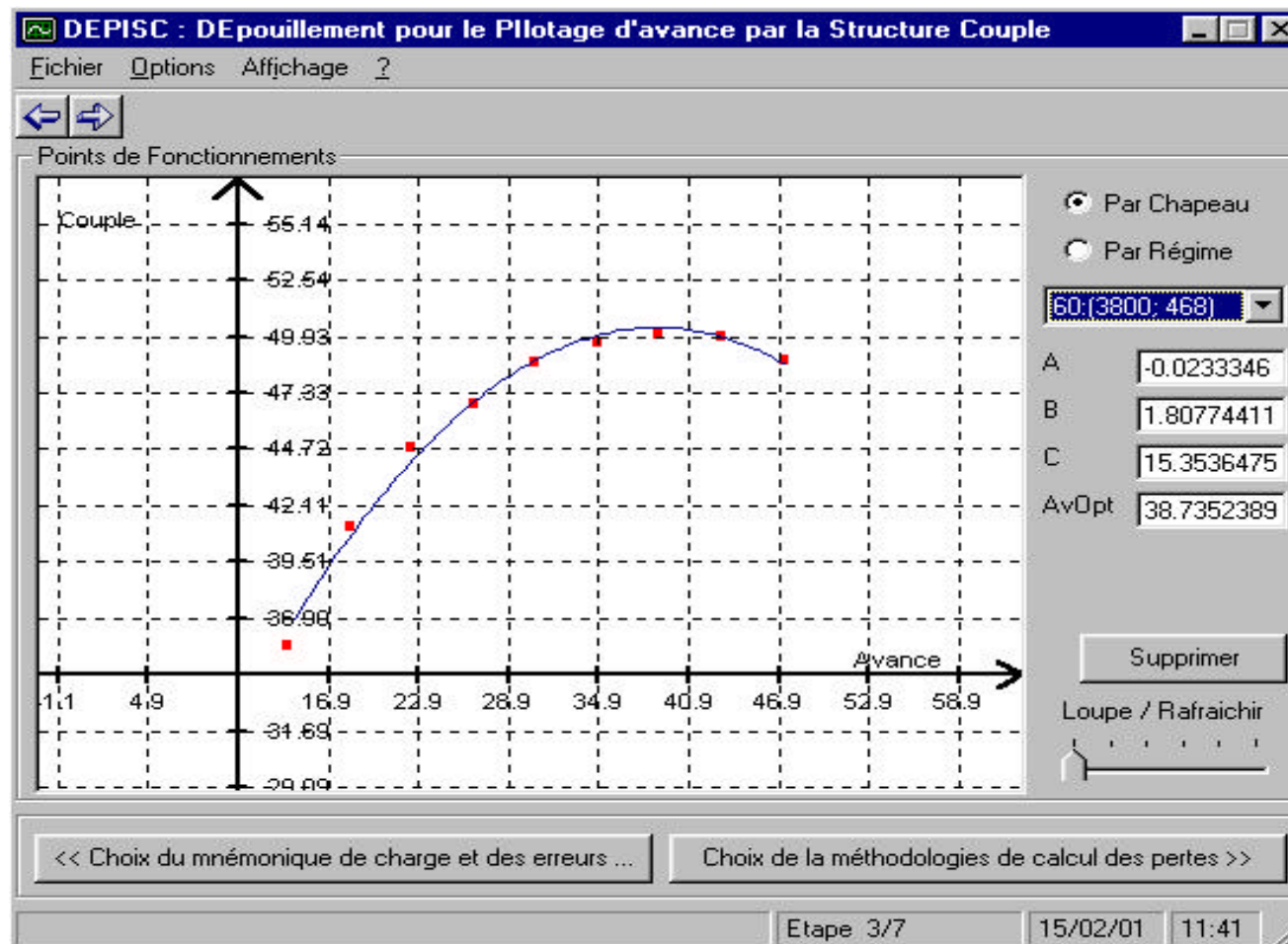


# Chapeaux d'avance

- ➡ **DEFINITION DU CHAPEAU** : courbe de couple moteur =  $f(\text{Avance Allumage})$ .
- ➡ **CARACTERISTIQUES** :
  - ⇒ Est assimilée à une parabole.
  - ⇒ Au banc moteur : courbe tracée pour chaque point de fonctionnement pour caractériser le moteur.
  - ⇒ Possède un maximum pour une avance donnée :
    - ➔ Rendement = Couple Moyen Indique obtenu / CMI<sub>max</sub> = 1.
    - ➔ Avance = Avance optimale.
    - ➔ Forme différente suivant le point de fonctionnement.
  - ⇒ Le couple diminue quand l'avance diminue : rendement < 1.
- ⇒ Pour chaque chapeau d'avance, on peut aussi tracer :
  - ➔ Rendement =  $f(\text{Avance\_appliquée} - \text{Avance optimale})$ .
  - ➔ Forme semblable quel que soit le point de fonctionnement.

# Chapeaux d'avance (2) : Couple = f (Avance)

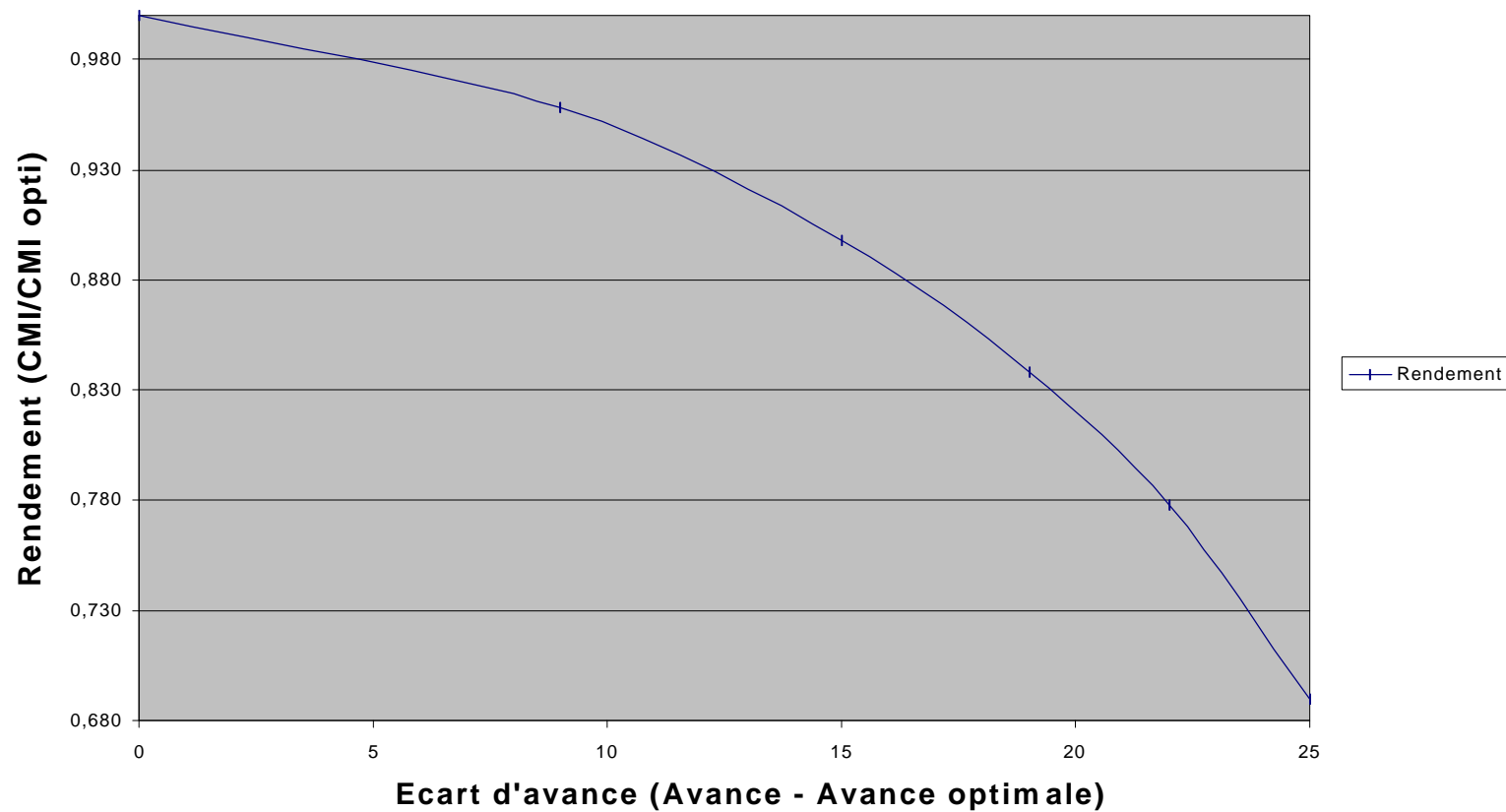
Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# Chapeaux d'avance (3) : Rendement = f (Av - Av\_opti)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

Evolution du rendement en fonction de l'écart d'avance



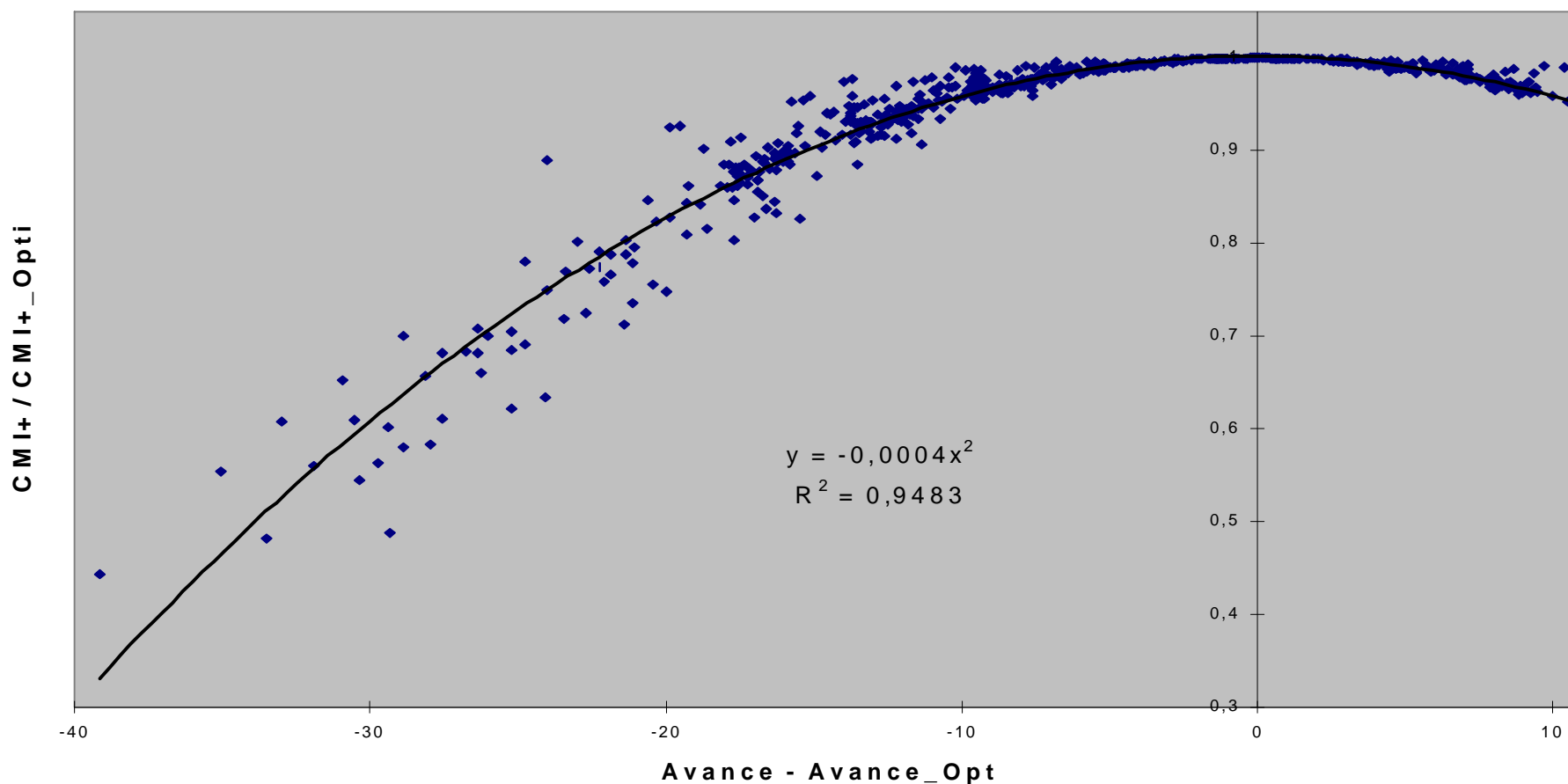
## Parabole universelle (1)

- ➡ **OBJECTIF** : convertir un rendement d 'avance en un retrait d 'avance pour suivi de la requête de couple rapide.
- ➡ **COMMENT** : changement de repère  
[avance , couple] à [avance - avance optimum , % couple / couple max]  
⇒ Regroupement de tous les chapeaux d 'avance en une seule courbe.
- ➡ **CARACTERISTIQUES** :
  - ⇒ En entrée : une dégradation de rendement =  $f(\text{CME\_lent} - \text{CME\_rapide})$ .
  - ⇒ En sortie : retrait d 'avance à appliquer par rapport à l 'avance optimale.
- ➡ **REMARQUE** : l 'hypothèse d 'une parabole unique n 'est pas complètement justifiée mais elle suffit pour la précision du contrôle en couple.

# Parabole universelle (2)

## Exemple du moteur F4R atmo

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



## ➡ MODELISATION STRUCTURE COUPLE :

⇒ Etape 1 : calcul d'une dégradation de rendement d'avance totale.

➔ Dégradation d'avance de base : car l'avance cartographique n'est pas forcément l'avance optimale.

➔ Eventuellement dégradation supplémentaire pour réaliser la requête de couple rapide (stratégies contrôle moteur, avance dynamique structure couple, requête inter-système...).

⇒ Etape 2 : conversion d'une dégradation de rendement d'avance totale en un retrait d'avance par rapport à l'avance optimale.

➔ Inversion PARABOLE UNIVERSELLE.

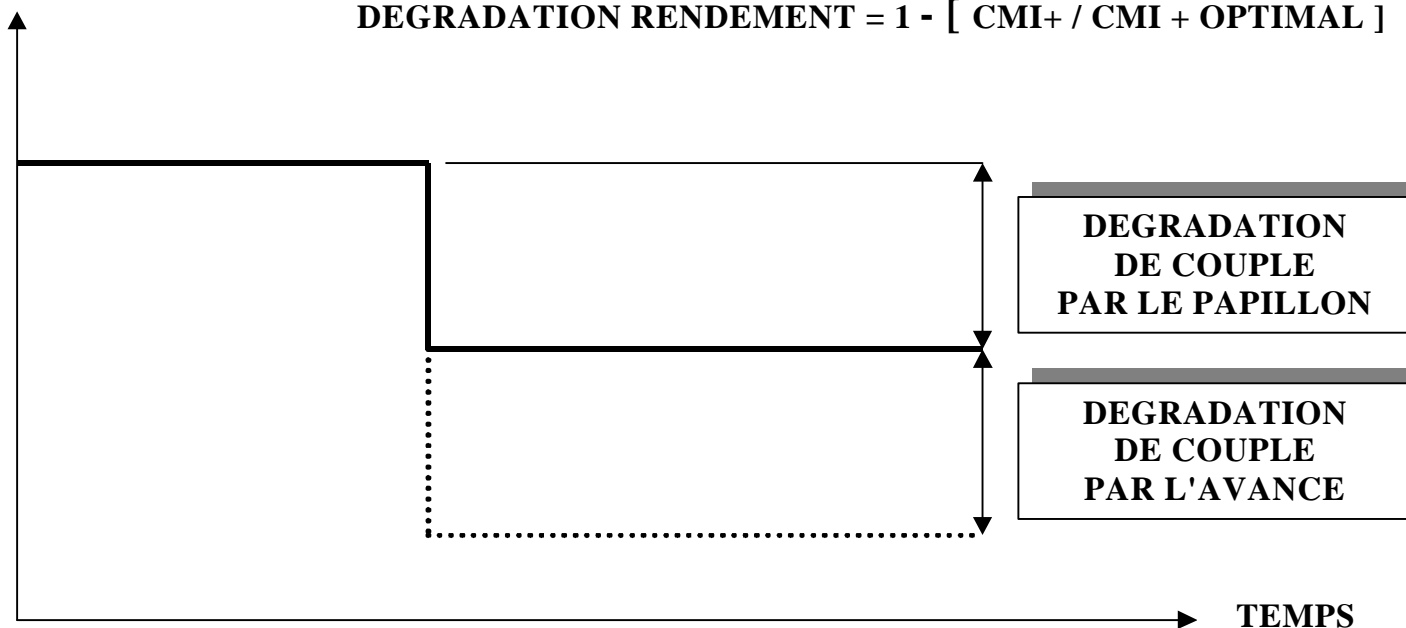
# Dégradation d'avance pour suivi de couple rapide

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

COUPLES DE CONSIGNE

$$\Rightarrow \text{DEGRADATION\_RENDEMENT} = F ( \text{COUPLE\_LENTE} - \text{COUPLE\_RAPIDE} )$$

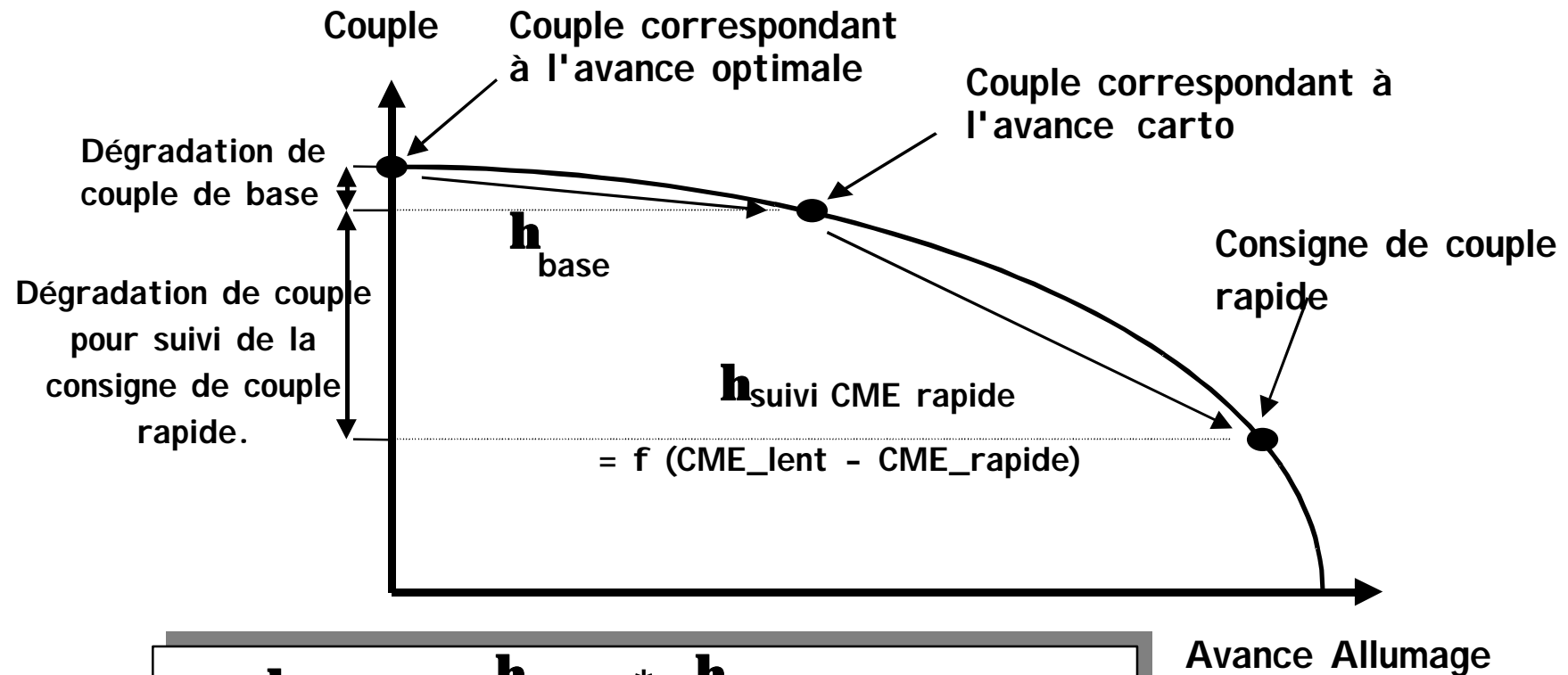
$$\text{DEGRADATION RENDEMENT} = 1 - [ \text{CMI}+ / \text{CMI} + \text{OPTIMAL} ]$$



## LEGENDE :

———— : REQUETE DE COUPLE LENTE  
..... : REQUETE DE COUPLE RAPIDE

# Rendements d'avance



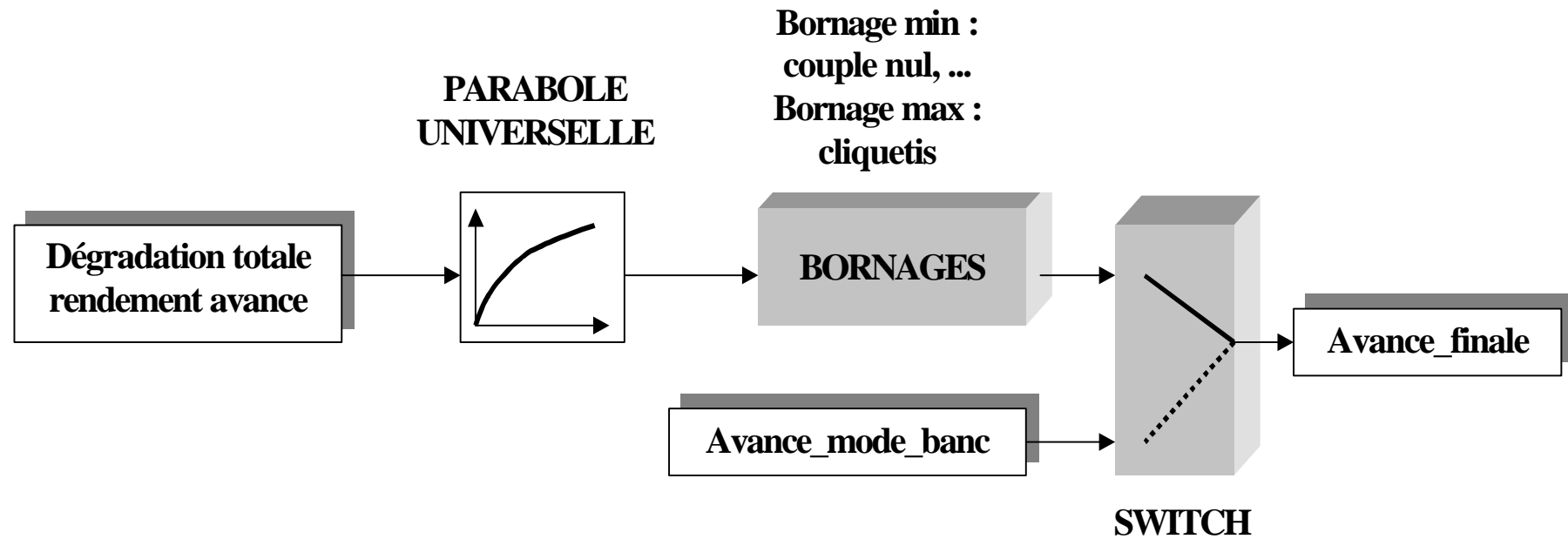
$$h_{total} = h_{base} * h_{suivi CME rapide}$$

$$Dégradation_{rendement} = 1 - Rendement_{total}$$



# Calcul avance finale

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



# Correction avance dynamique

- ➡ **OBJECTIF** : permettre un meilleur suivi du CME\_lent lors d 'une phase transitoire papillon.
  - ⇒ Son utilisation n 'est pas justifiée sauf si l 'intersystème qui veut du couple rapidement ne fait pas de différence entre le couple lent et le couple rapide.
  
- ➡ **COMMENT** :
  - ⇒ Application d 'une correction d 'avance dynamique.
  - ⇒ Permet de réaliser l 'écart de couple non apporté par la chaîne d 'air.
  - ⇒  $\text{Rendement\_dynamique} = \text{Débit\_pompé\_consigne} / \text{Débit\_pompé\_réel}$ .
  - ⇒ Ce rendement est ensuite utilisé dans la chaîne d 'avance pour calculer un retrait d 'avance via la parabole universelle.
  
- ➡ **MODELISATION** :
  - ⇒ Estimation de l 'écart entre  $Q_{\text{pompé\_réel}}$  et  $Q_{\text{pompé\_consigne}}$ .
  - ⇒  $Q_{\text{pompe\_réel}}$  est estimé à partir d 'un modèle boîtier papillon et un modèle d 'admission (voir BOITE COLLECTEUR).

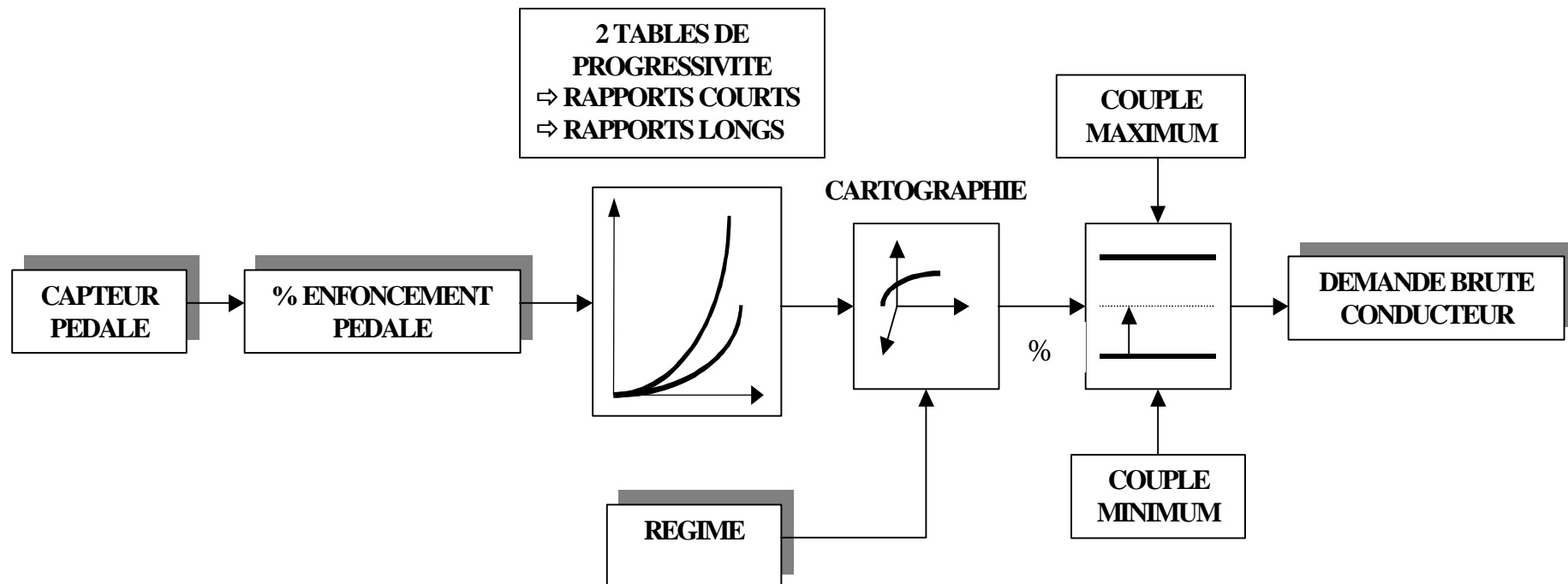
# AUTRES GRANDEURS

# Evaluation de la demande de couple conducteur (1)

- ✎ **PRINCIPE:** le conducteur émet des demandes de couple qui sont arbitrées comme toutes les autres requêtes.
- ✎ **FONCTIONNEMENT :** par interpolation dans une cartographie, calcul d 'un couple (ou d 'un % de couple) de consigne à partir d 'un enfoncement pédale et du régime.
  - ⇒ Plus le régime augmente, plus le couple de consigne doit diminuer (à iso enfoncement pédale).
  - ➔ Utiliser des Iso-puissance pour chacun des enfoncement pédale.
- ✎ **TABLES DE PROGRESSIVITES :** possibilité de distinguer l 'enfoncement pédale suivant des rapports de boîte longs ou courts.
  - ⇒ Critères d 'agrément de conduite (exemple: utilisation de la première table pour l 'aide au décollage en 1ère uniquement).
- ✎ **REMARQUE :** sa demande n 'est pas prioritaire par rapport aux autres.

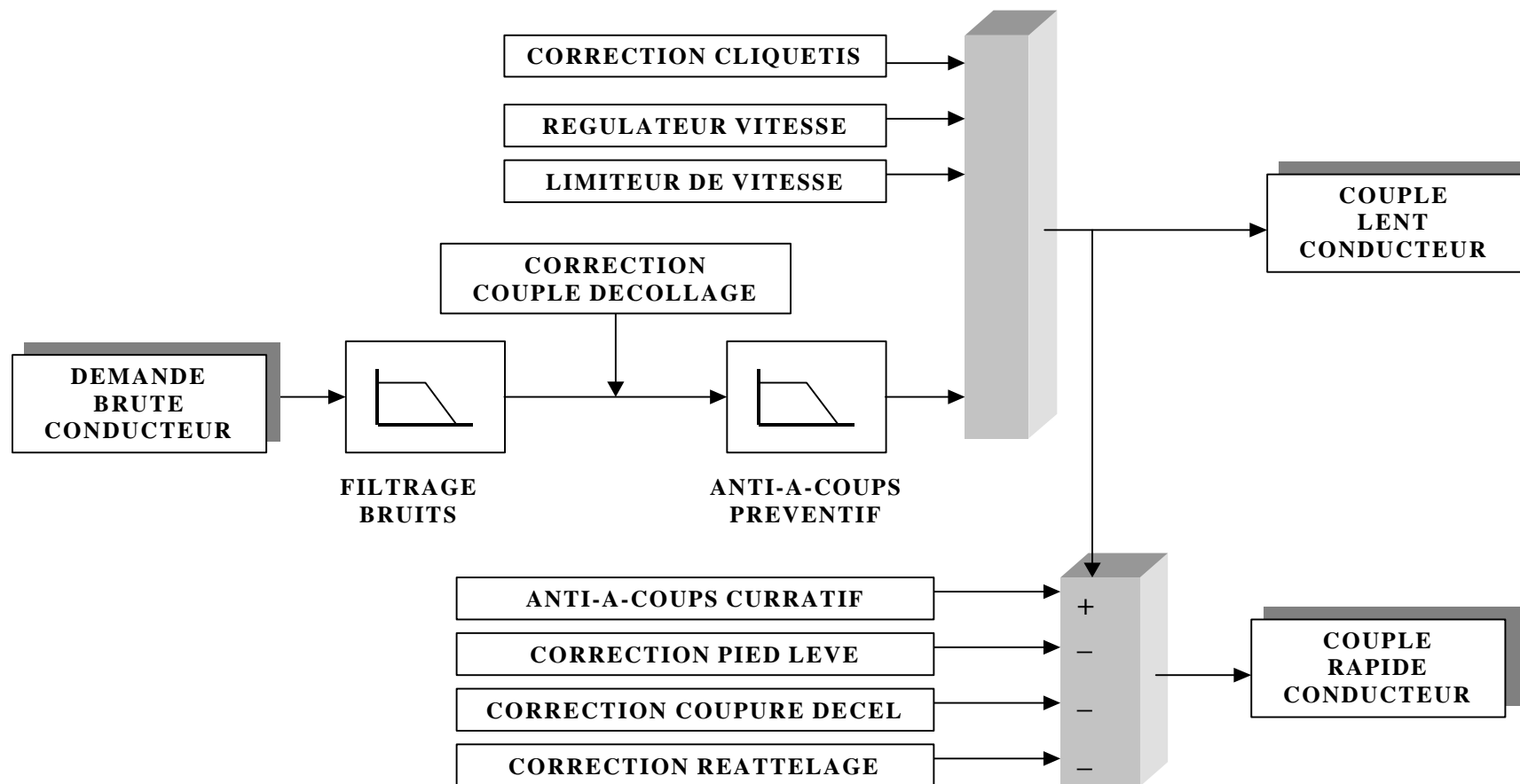
# Evaluation de la demande de couple conducteur (2): SCP

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



# Evaluation de la demande de couple conducteur (3): SCP

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**

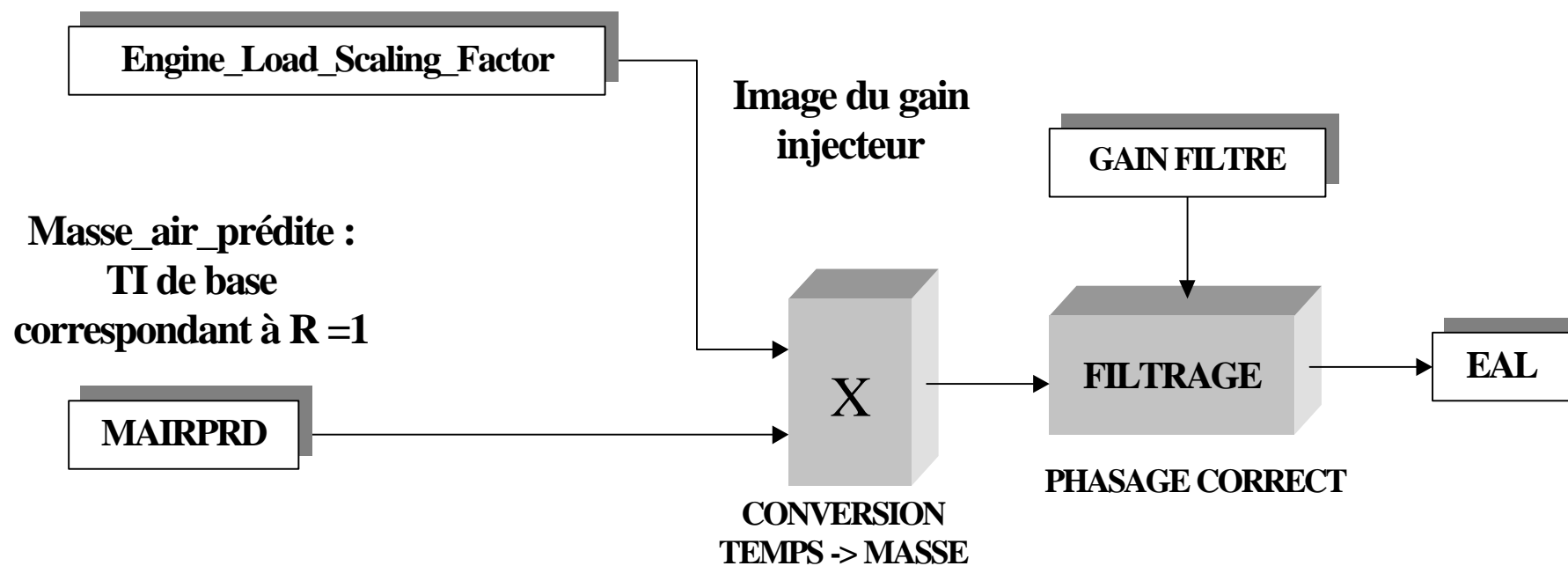


# Le couple formaté

- ➡ **OBJECTIF** : fournir aux inter-systèmes une estimation du couple moteur.
- ➡ **COMMENT** : à l'aide de l'information EAL (Engine\_air\_load ou charge en air).
  - ➡ **ESTIMATION DE l'EAL** (sur tous les softs SAGEM) :
    - ⇒ Cartographie d'injection de base (« carti ») donne MAIRPRD.
      - ➔ MAIRPRD (Masse\_air\_prédite) : homogène au TI assurant  $R = 1$ .
    - ⇒ MAIRPRD donne EAL.
      - ➔ Par l'intermédiaire d'une table ou d'une carto qui dépend du gain injecteur et du rapport stœchiométrique du carburant.
- ➡ **CALCUL DU COUPLE FORMATE** :  
$$\text{Couple\_formaté} = \text{CMI} + \text{mass\_av\_opti} * \text{EAL} * \text{Mréf} * \text{Rend\_avance} - \text{Pertes.}$$

# Estimation charge moteur : Engine air load

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



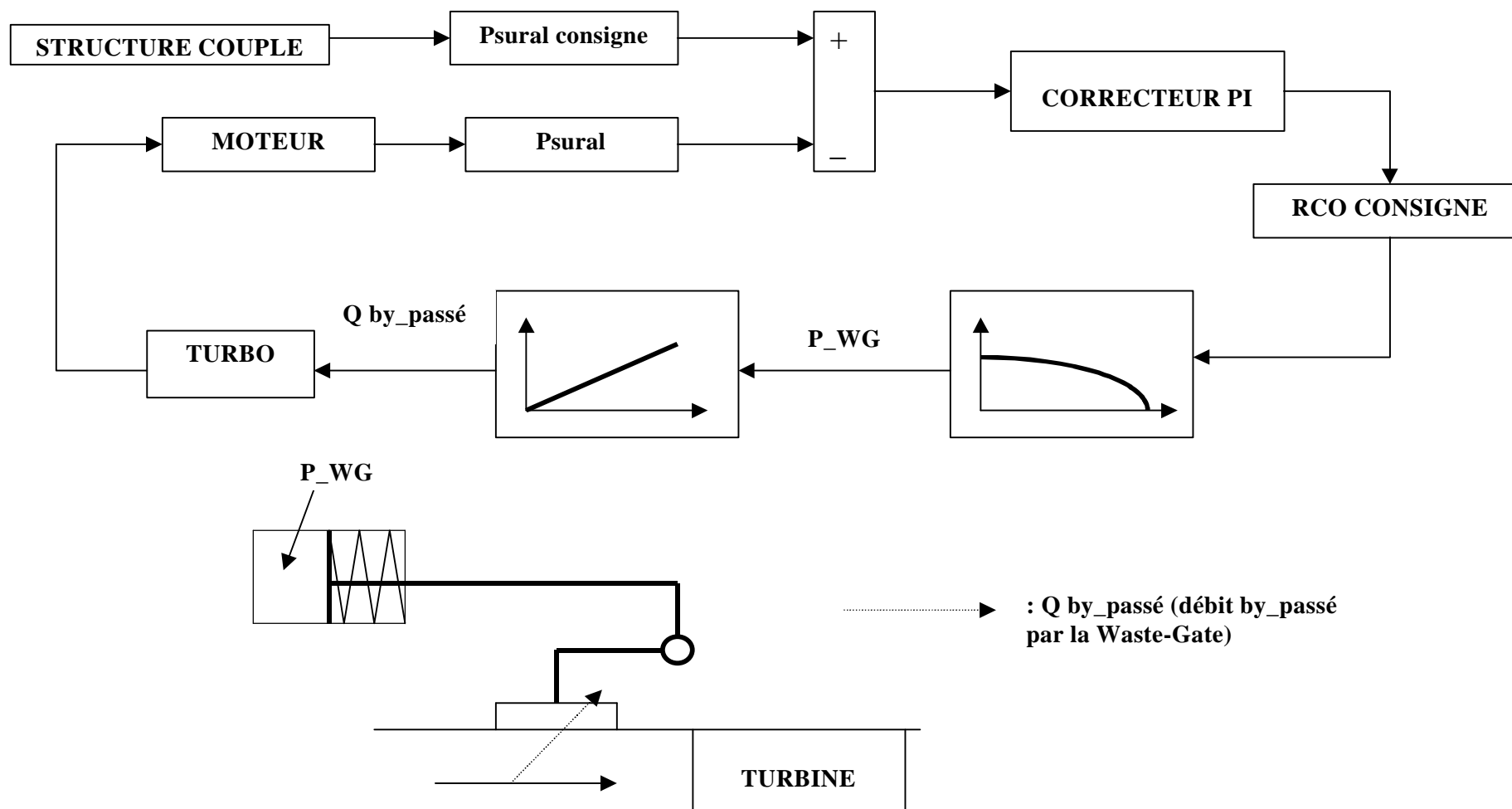


## Régulation du turbo (1) (soft SAGEM A5)

- ➡ **OBJECTIF** : asservissement de la pression de suralimentation en amont du boîtier papillon à une consigne issue de la structure couple.
- ➡ **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT** :
  - ⇒ Calcul d'une pression collecteur objectif à partir d'une consigne de charge en air définie par la SC.
  - ⇒ Calcul d'une pression de sural objectif par inversion de la fonction de Barré Saint Venant.
  - ⇒ Utilisation d'un correcteur PI avec adaptatif.
    - ➔ Asservissement sur (Pression\_consigne - Pression\_capteur).
  - ⇒ Calcul d'un RCO de consigne en % :
    - ➔ Si RCO augmente, P\_WG (pression poumon Waste Gate) diminue et fermeture de la Waste-Gate.
- ➡ **CALIBRATIONS** : définissent les conditions de régulation et les propriétés du correcteur PI (notamment les gains).

# Régulation du turbo (2)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



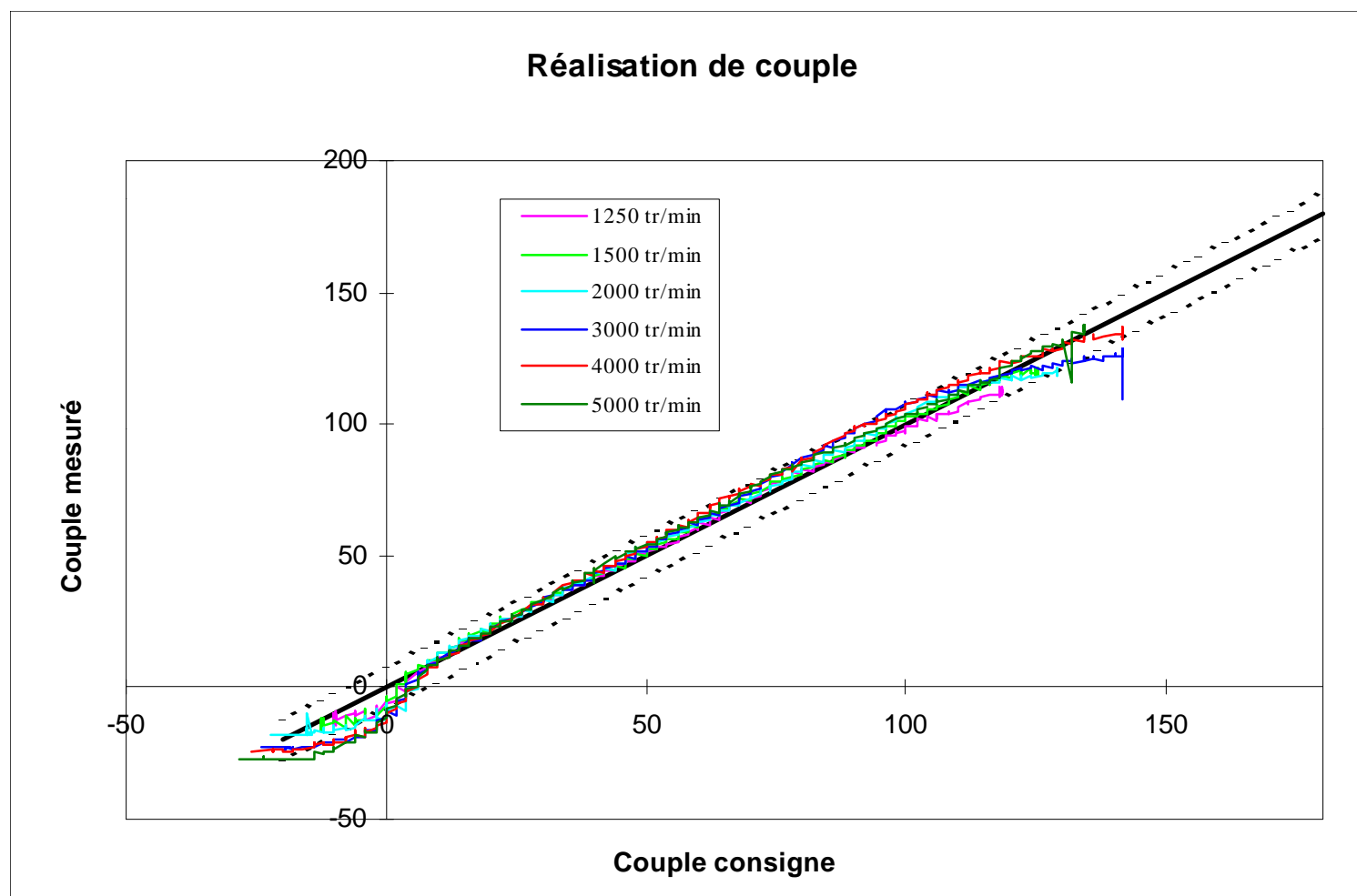
# **VALIDATION DE LA STRUCTURE COUPLE**

# Validation statique (1)

- ➡ **OBJECTIF** : valider la réponse à une requête de CME lente en stabilisé.
- ➡ **COMMENT** : par rapport au couple réel obtenu sur le banc moteur, caractériser les erreurs statiques.
- ➡ **PROCEDURE** :
  - ⇒ Temps minimum de stabilisation : évaluation de l'erreur résiduelle.
  - ⇒ Applications de requêtes de couple lentes uniquement.
    - ➔ Validation uniquement de la chaîne d'air.
  - ⇒ Comparaison du COUPLE CONSIGNE / COUPLE MESURE AU BANC,
    - ➔ Valide la précision de la réalisation de la consigne.
  - ⇒ Comparaison du COUPLE FORMATE / COUPLE MESURE AU BANC,
    - ➔ Valide la capacité du contrôle moteur à évaluer le couple.
  - ➔ Important pour les inter-systèmes et notamment les BVA.
  - ⇒ Comparaison du COUPLE CONSIGNE / COUPLE FORMATE.
    - ➔ Important car pour les inter-systèmes le couple formaté EST le couple réel.

# Validation statique (2)

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**

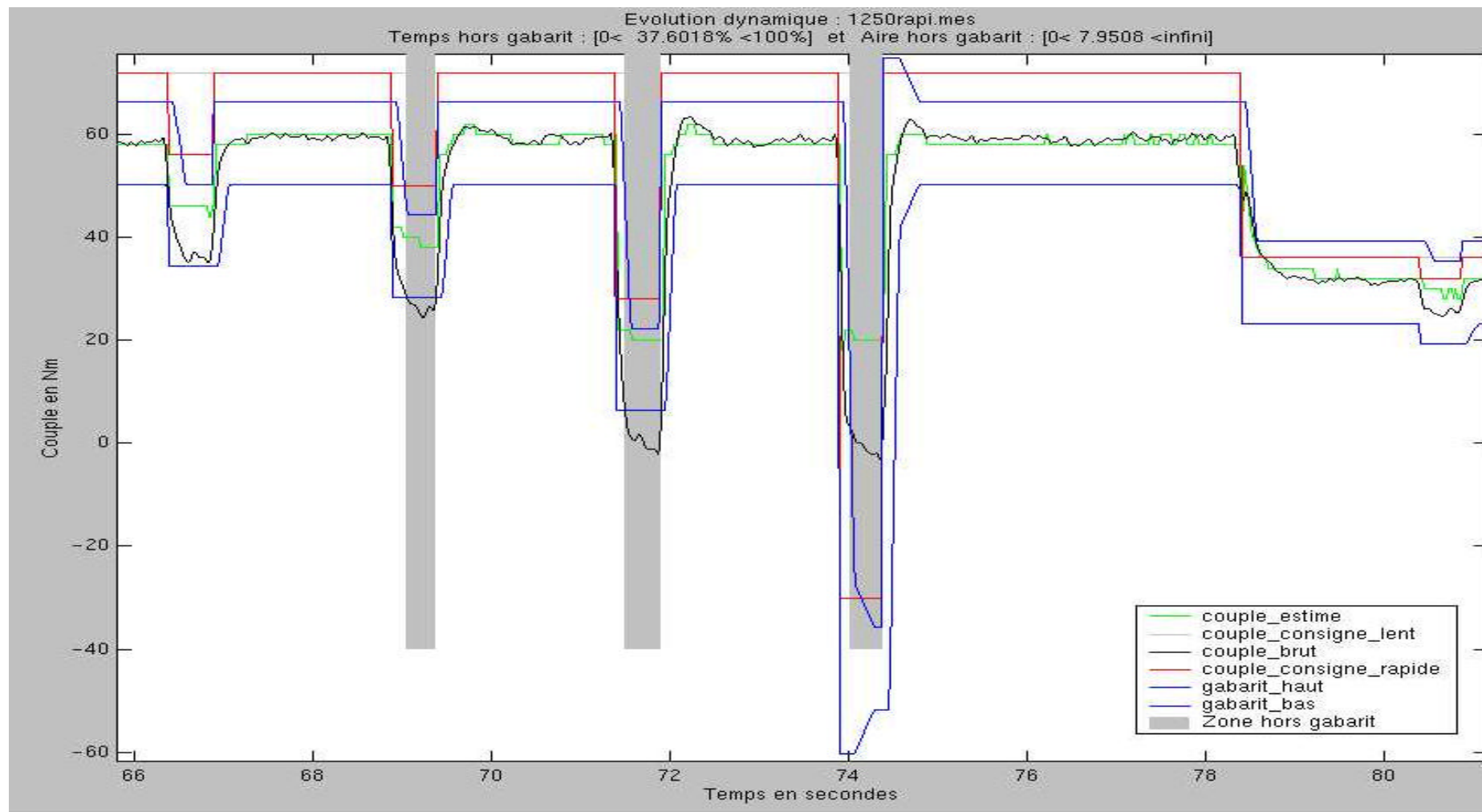


# Validation dynamique (1)

- ➡ **OBJECTIF** : valider la réponse à des requêtes de CME lentes et rapides en phase transitoire .
- ➡ **COMMENT** : par rapport au couple réel obtenu sur le banc moteur, caractériser l 'erreur dynamique du contrôle en couple.
- ➡ **PROCEDURE** :
  - ⇒ Applications de requêtes de couple lentes & rapides.
    - ➔ Validation de la chaîne d 'avance et de la chaîne d 'air.
  - ⇒ Pas de temps de stabilisation : quantifier la qualité de la réponse moteur en phase transitoire.
  - ⇒ Comparaison du COUPLE CONSIGNE / COUPLE MESURE AU BANC,
  - ⇒ Comparaison du COUPLE FORMATE / COUPLE MESURE AU BANC.

## Validation dynamique (2)

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



# Sûreté de fonctionnement

👉 **OBJECTIF** : repérer les modes de défaillance ET savoir les gérer.

⇒ Si passage dans un mode dégradé :

➔ D 'abord, assurer la sécurité du client.

➔ Ensuite, doit être le plus transparent possible pour le client.

👉 **COMMENT** : limiter l 'effet d 'une perte d 'information.

⇒ Par dégradation des performances (systématique).

👉 **LES DIFFERENTS NIVEAU DE SdF** :

⇒ SdF Niveau 1 : gestion des pannes électriques.

⇒ SdF Niveau 2 : gestion de l 'incohérence information Pédale/Papillon.

⇒ SdF Niveau 3 : gestion des flux d 'informations (ne concerne pas la MAP).



☞ **QUATRE MODE DE FONCTIONNEMENT : du - ou + critique**

⇒ Le mode normal : aucun dysfonctionnement.

⇒ Le mode **LIMITATION DES PERFORMANCES.**

➔ Perte d 'une piste pédale OU d 'une piste papillon.

⇒ Le mode **PERTE VOLONTE CONDUCTEUR.**

➔ Perte des deux pistes pédale.

⇒ Le mode **LIMP- HOME.**

➔ Perte des deux pistes papillon.

## 2ème PARTIE

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

# ***METHODOLOGIE DE CALIBRATION***

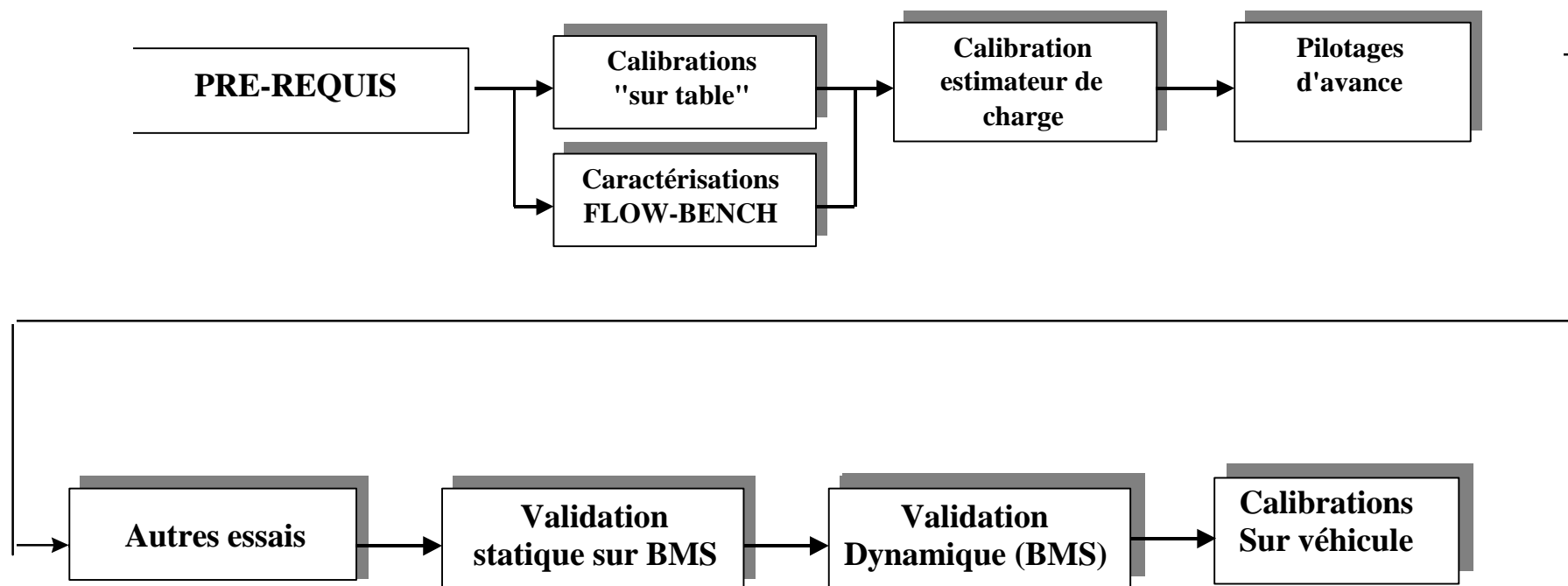
# Les étapes globales de MAP

## ➡ LES DIFFERENTES ETAPES DE MISE AU POINT :

- ⇒ Une 1ère partie : « *REALISATION DE LA CONSIGNE DE COUPLE* »
  - ➔ Se fait sur Banc Moteur Stationnaire.
- ⇒ Une 2ème partie : « *CONSTRUCTION DE LA REQUETE CONDUCTEUR* »
  - ➔ Se fait sur véhicule.
  - ➔ Seule la construction de la requête conducteur est considérée comme appartenant à la structure couple.
- ⇒ Une 3ième partie : « *SURETE DE FONCTIONNEMENT* »
  - ➔ Se fait sur véhicule.
  - ➔ Peut être considéré comme un mode dégradé de la structure couple.

# Logique de MAP

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



## Etapes de calibration (1)

Le processus global de calibration se fait en 7 étapes :

**1) TRAVAIL « SUR TABLE » :** trouver dans le soft les calibrations pouvant être pré-déterminées par calcul. Existe 2 groupes :

- ⇒ Celles qui peuvent être directement calibrées par calcul.
- ⇒ Celles qui peuvent uniquement être pré-calibrées.

**2) CALIBRATION DE L 'ESTIMATEUR DE CHARGE DU SOFT : EAL**

- ⇒ Ne pas passer en structure couple tant que l 'EAL n 'est pas validé.

**3) CALIBRATION DES POINTS D 'APPUIS DE CHARGE .**

- ⇒ Prendre des points d 'appuis équidistants.

## Etapes de calibration (2)

### **4) CALIBRATION DE LA CHAÎNE D 'AIR .**

- ⇒ La SC doit permettre de réaliser une consigne de couple lent.
  - ➔ Erreur statique résiduelle à minimiser.

Remarque : la chaîne d 'avance doit avoir été pré-calibrée car la chaîne d 'air utilise un rendement d 'avance.

- ⇒ Les calibrations dynamiques de la structure couple ne doivent pas être sollicitées:
  - ➔ Dynamique collecteur, avance dynamique structure couple.
- ⇒ Essais à mener :
  - ➔ Balayages d 'avance : avances mini, maxi, parabole unique, etc...
  - ➔ Flow Bench : section efficace papillon.

## Etapes de calibration (3)

### **5) CALIBRATION DE LA CHAÎNE D'AVANCE.**

- ⇒ Toutes les calibrations restantes doivent être déterminées.
- ⇒ La SC doit donner des réponses en couple « optimisées ».

### **6) VALIDATION DE LA STRUCTURE COUPLE .**

- ⇒ Validation statique et dynamique sur banc moteur.
  - ➔ Pré-requis: calibrations des transitoires calibrés (Prédiction de Pression & Mouillage de paroi).
- ⇒ Validation sur véhicule (missions ESP,...).

### **7) CALIBRATIONS DES MODES DEGRADÉS.**

- ⇒ Essais véhicule.

## ***PRE-REQUIS :***

***⇒ ELEMENTS QU 'IL EST NECESSAIRE DE CONNAÎTRE OU  
D 'AVOIR VALIDES AVANT D 'ENTAMER LA MISE AU POINT DE LA  
STRUCTURE COUPLE.***



## Pré-requis (1)

### ☞ CALIBRATIONS EN PRE-REQUIS :

- ⇒ Les points d'appuis de régime.
- ⇒ Les avances cartographiques pré-calibrées de la « carta » :
  - ➔ Pour les pilotages d'avance ET éviter le mode manuel.
- ⇒ Les calibrations de « base » du calcul du Temps d'injection :
  - ➔ Permettre le calcul de MAIRPRD (Masse d'air prédite) qui sert au calcul de l'EAL.
  - ➔ EN PARTICULIER : une cartographie de base du TI (ou « carti ») correctement centrée y compris DANS LA ZONE DE DEBOUCLAGE. L'ALFACL moyen doit être centré à + ou - 4% environ sur tous les points.

## Pré-requis (2)

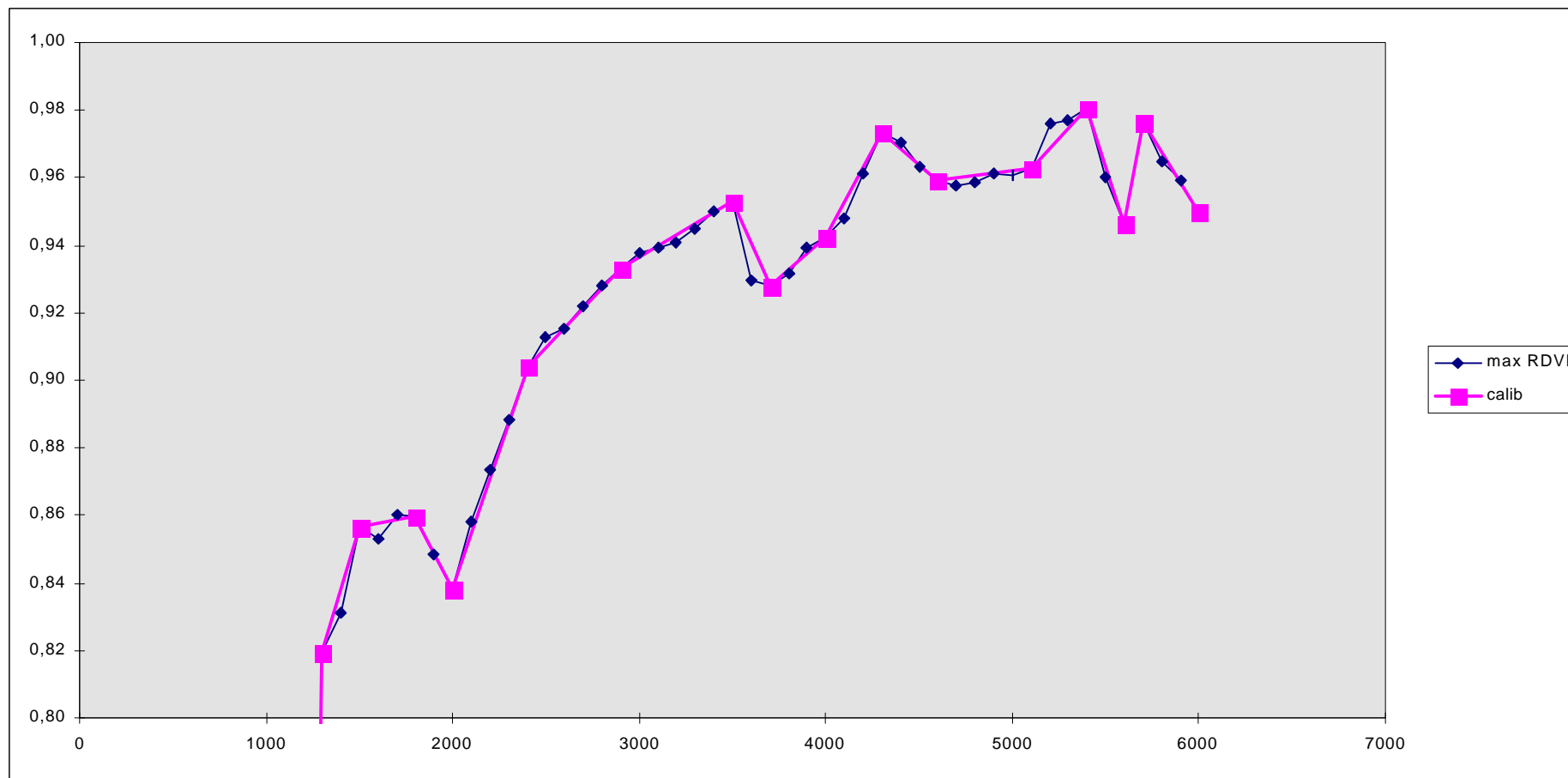
- ☞ **AUTRES PRE-REQUIS (du + important au - important):**
  - ⇒ Disposer d 'un boîtier papillon « nominal ».
    - ➔ La calibration de la structure couple doit se faire avec un boîtier nominal.
  - ⇒ Disposer d 'un capteur de pression juste en amont du boîtier papillon (pour moteur atmosphérique).
    - ➔ Permet de calibrer les pertes de charges en amont du BP.
  - ⇒ Connaître la précision attendue en STATIQUE et en DYNAMIQUE.
    - ➔ En statique : tolérance maximum sur l 'erreur résiduelle suite à des CONSIGNES DE COUPLE LENTES.
    - ➔ En dynamique : contraintes sur l 'évolution du couple durant les phases transitoires suite à différents profils possibles de CONSIGNES DE COUPLE LENTES et/ou RAPIDES.
  - ⇒ Disposer d 'un PC équipé du logiciel CANALYSEUR ainsi que d 'un cable de liaison permettant le dialogue entre le PC et le calculateur.
    - ➔ Permet de réaliser la validation DYNAMIQUE.

## Points d'appuis de régime

- ➡ **CALIBRATION** : se fait principalement avec la courbe de pleine charge.
- ⇒ Choix des points: réduire au maximum la surface entre la courbe réelle de remplissage et la courbe avec interpolation linéaire entre les points choisis :  $RDVL = f(\text{Régime})$ .
- ⇒ Réserver des points d'appuis pour :
- ➔ Le régime minimum possible : environ 600 trs/mn,
  - ➔ Le régime nominal pour la RR : environ 750 trs/mn,
  - ➔ Un régime d'environ 900 trs/mn pour la RR.
- ➡ **REMARQUE** : vérifier que les points d'appuis sont encore valides pour des charges plus faibles (déplacement des bosses de remplissage).

# Points d'appuis de régime exemple du K4M 762

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



## Pré-calibrations de « carta »

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **OBJECTIF** : définir des valeurs d 'avance fonctionnelles sur chacun des points de fonctionnement.
- ➡ **INTERETS** :
  - ⇒ Eviter de fonctionner avec des avances en mode manuel,
  - ⇒ Est un pré-requis pour les pilotages d 'avance qui ont besoin d 'une avance « initiale » pour balayer en avance.

## ***CALIBRATIONS SUR TABLE :***

***⇒ UN CERTAIN NOMBRE DE CALIBRATIONS PEUVENT ÊTRE SOIT  
FIXEES DEFINITIVEMENT, SOIT PRE-CALIBREES POUR ETRE  
AFFINEES PAR LA SUITE AVEC LES RESULTATS D'ESSAIS.***

## Calibrations « sur table » (1) exemple du soft SAGEM A7

**LISTE DES CALIBRATIONS** : toutes ces calibrations peuvent être soit fixées définitivement par calcul, soit pré-calibrées pour être affinées.

- ⇒ Ctp\_prs\_tmp\_flr\_val : calcul du débit surfacique du papillon et donc de la section efficace de consigne.  
→ Voir fiche suivante.
- ⇒ Cxx\_eng\_air\_wht\_ref : calcul d'une masse d'air de référence.  
→ Prendre les conditions de référence du soft: généralement,  
 $P_{\text{référence}} = 1013 \text{ mbars}$  et  $T_{\text{référence}} = 298^\circ \text{K}$ .  
→  $M_{\text{réf}} = (P_{\text{réf}} * V_{\text{cyl\_unitaire}}) / (r * T_{\text{réf}})$  avec  $r = 287 \text{ J/K/mol}$ .
- ⇒ Cxx\_max\_eal : même fonction que pour la masse d'air de référence.  
→ Egal à Masse\_air\_référence.

## Calibrations « sur table » (2) exemple du soft SAGEM A7

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ⇒ Ctp\_eal\_fac : calcul de l'EAL à partir de la masse d'air prédite.  
→ Egal à  $[ K_s * G_{inj} \text{ (kgs/s)} ] / \text{Masse\_air\_référence (kgs)}$ .  
Ks: pouvoir comburivore du carburant (essence : environ 14.7).  
Ginj: gain de l'injecteur.
- ⇒ Ctp\_in\_vol\_rate : permet de calculer le rendement volumétrique.  
→ Est égal à  $[ V_{cylindre} / V_{collecteur} ] * \text{rendement\_température}$ .  
→ Prendre:  
    ➤ Vcoll = Volume géométrique compris entre les soupapes d'admission et le volet du papillon (inclure les résonateurs).  
    ➤ Rendement\_température = 1 en pré-calibration.  
→ Pour calibrer le rendement de température par la suite: application d'une consigne de couple, modifier la calibration pour respecter la consigne quelle soit la température collecteur.



## Calibrations « sur table » (3) exemple du soft SAGEM A7

⇒ Cxx\_mfld\_vol\_rat : permet le calcul du rendement de remplissage.  
→ Est égal à  $r / V_{coll}$  avec  $r = 287 \text{ J/K/mol}$ .

⇒ Ctp\_prs\_tq\_trs\_fac : permet de calculer les pertes par pompage.  
→ Pré-calibration:  $Cylindrée / [4 * \pi]$ .

⇒ Cxx\_pow\_tq\_trs\_ac : permet de passer d'une information de puissance à une information de couple pour le calcul des pertes des accessoires.  
→ Calibration:  $30 / \pi$ .

## ***CARACTERISATIONS FLOW-BENCH :***

***⇒ CET ESSAI PERMET D 'OBTENIR LA CARACTERISTIQUE DE DEBIT D 'UN BOITÎER PAPILLON AVEC PRECISION.***

# Essais Flow-bench

- ➡ **OBJECTIF:** obtenir la caractéristique de débit du boîtier papillon.
- ➡ **INTERET DES ESSAIS FLOW-BENCH POUR LA SC:**
  - ⇒ Recalculer la section efficace du papillon en fonction de l'angle papillon à partir de la formule de Barré Saint Venant.
    - ➔ Utiliser la préconisation SAGEM.
    - ➔ Sur les faibles angles papillons, la section efficace « flow-bench » est plus précise que celle obtenue au banc moteur.
  - ⇒ Aider à trouver un papillon « nominal »:
    - ➔ La calibration de la structure couple doit se faire avec un boîtier papillon « nominal ».
    - ➔ Evaluer si les dispersions papillons sont compatibles avec le CDC du fournisseur.

## ***CALIBRATION DE L 'ESTIMATEUR DE CHARGE :***

***⇒ CETTE GRANDEUR EST CONSOMMEE DANS BEAUCOUP DE  
FICHES DE LA STRUCTURE COUPLE. ELLE NE DOIT DONC PAS  
ETRE ACTIVEE TANT QUE CETTE GRANDEUR N 'EST PAS  
CORRECTEMENT EVALUEE.***

## Calibration de l'Engine Air Load estimateur de charge moteur

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **DEFINITION** : % de masse d 'air par rapport à une valeur maximum de référence  $M_{référence}$ .
  - ⇒ Formule :  $EAL = \text{Masse d 'air estimée via le TI} / \text{Masse d 'air de référence}$ .
  - ⇒ Prendre la masse d 'air de référence du soft.
  
- ➡ **CALIBRATION** :  $EAL = \text{Coefficient} * \text{Temps d 'injection de base}$ .
  - ⇒ Comparer  $EAL * (\text{Préf\_soft} / 1000\text{mbars})$  à  $RAS * 100$  et ajuster le coefficient pour faire coller les 2 expressions.
  - ⇒ Validation EAL : + ou - 3% par rapport au RAS dans TOUT le champ.
  - ⇒ Le coefficient doit être presque constant quelque soit le point de fonctionnement (calibrations de base du TI correctement calibrées).
  - ⇒ L'EAL doit être validé avant d 'activer la structure couple.

## ***PILOTAGES D 'AVANCE :***

***⇒ IL S 'AGIT DE BALAYAGES D 'AVANCE SUR TOUS LES POINTS  
DE FONCTIONNEMENT DU MOTEUR.***

# PILotages d 'AVance (1)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

## ☞ **PRE-REQUIS :**

- ⇒ Enrichissements zone de débouclage calibrés.
- ⇒ Engine Air Load calibré.
- ⇒ Cartographie d 'avance de base (« carta ») pré-calibrée.

## ☞ **DEROULEMENT :** sur chaque point de fonctionnement, balayage d 'avance automatique en Régime/Engine\_Air\_Load.

- ⇒ Les PILAVs permettent de calibrer pratiquement toute la partie Structure Couple banc moteur.
- ⇒ Compter 20 minutes par chapeau d 'avance avec analyse de gaz.
  - ➔ Passer cet essai durant le Week-end.

## Pilotages d 'avance (2)

- ➡ **ACQUISITIONS** : prendre en acquisitions toutes les grandeurs suivantes
- ⇒ Grandeurs physiques classiques : Pressions, températures, etc...
  - ⇒ Et aussi :
    - ➔ Pression amont papillon (disposer d 'un capteur adéquat).
    - ➔ Débit d 'air réel (cad non corrigé),
    - ➔ Engine air load,
    - ➔ CLMOY (ALFACL moyen),
    - ➔ Position papillon de la table de section efficace,
    - ➔ Remplissage en air standard,
    - ➔ Couple de consigne de référence (lent et rapide),
    - ➔ Débit d 'air de consigne,
    - ➔ Pression collecteur de consigne,
    - ➔ Couple formaté,
    - ➔ Couple hors TA,
    - ➔ Section efficace de référence,
    - ➔ OBJRICH (objectif de richesse),
    - ➔ Température collecteur.



## Pilotages d 'avance (3)

### ☞ PRECAUTIONS :

- ⇒ Utiliser du carburant à haut indice d 'octane : utiliser du 108LL.
  - ➔ S 'affranchir du cliquetis.
- ⇒ Besoin d 'une grande amplitude de balayages: bonne estimation de la parabole universelle.
  - ➔ Forts retraits : aller si possible jusqu'au couple nul.
  - ➔ Fortes sur-avances : aller au delà de tous les optimums.
- ⇒ Vérifier la thermique échappement :
  - ➔ Température avant turbine (moteur suralimenté),
  - ➔ Température collecteur échappement, sondes, soupapes...
- ⇒ Prendre un catalyseur non imprégné pour l 'essai.
  - ➔ Ne pas détruire le catalyseur sur les fortes sous-avances.
- ⇒ Disposer d 'un capteur de pression juste en amont du papillon.
  - ➔ Pour la calibration de l 'estimation de la pression amont papillon utilisée pour la section efficace papillon.

## Table de section efficace papillon (1)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **MOYENS D 'ESSAIS : Flow-bench & Banc Moteur Stationnaire.**
  - ⇒ Pour les faibles débits : utilisation des données Flow-Bench.
  - ⇒ Pour les débits plus importants : utilisation des données Banc Moteur issues des pilotages d 'avance.
  
- ➡ **PRE-REQUIS :**
  - ⇒ Connaître la précision attendue sur le contrôle en couple.
    - ➔ Issu des besoins des inter-systèmes.  
Ordre de grandeur : +/- 8 à 10 N.m.
  
  - ⇒ Vérifier que les courbes de dispersions données par le fabricant sont acceptables par rapport à la précision attendue sur le contrôle en couple.
  
  - ⇒ Les courbes calculées doivent être un des éléments du CDC Renault pour le boîtier papillon.

## Table de section efficace papillon (2)

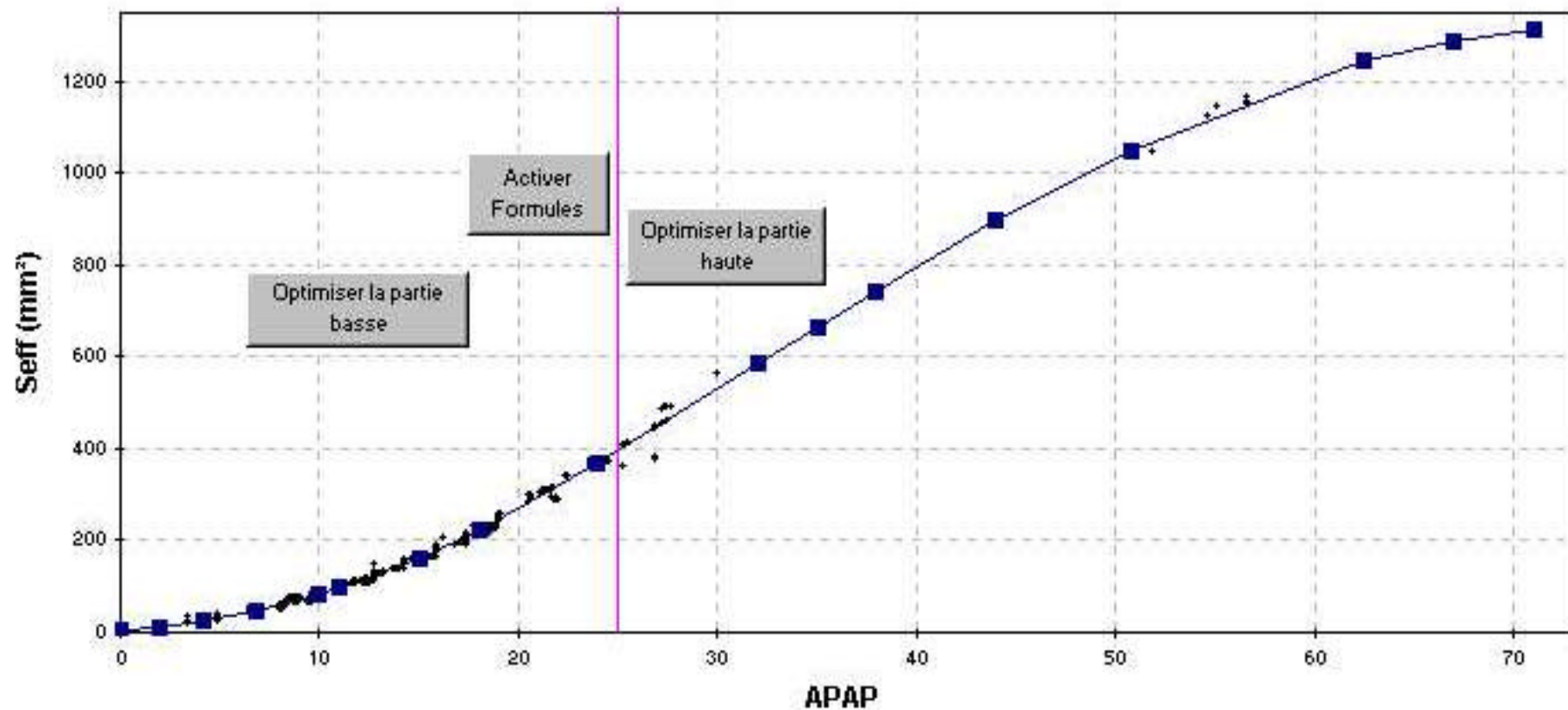
- ➡ **CHOIX DU BP** : prendre si possible un BP nominal sur toute la plage d 'angle papillon, sinon privilégier un BP nominal sur les faibles angles.
  - ⇒ Car dispersion plus pénalisante en couple sur les faibles angles.
  - ⇒ Utilisation de la courbe « dispersion des débits » du fabricant.
  
- ➡ **CALIBRATION** :
  - ⇒ Calcul de la section efficace avec la formule de Barré Saint Venant.
  - ⇒ Formule :
$$\text{Section\_efficace} = [ \text{Débit\_air\_banc} * \text{Racine}(\text{Tcoll}) ] / [ P1 * \text{Cfe\_value} ]$$

Tcoll = température d 'air collecteur,  
P1 = pression amont papillon,  
Cfe\_value = coefficient de Barré Saint Venant (voir plus loin).
  - ⇒ Il existe un outil de calibration automatique intégré dans BOUSCO (Boîte à Outils Structure COuple).

# Table de section efficace papillon (3)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

Calibration de section papillon au banc moteur fonction de PAPREL



## Table de section efficace papillon (4)

➡ **ACQUISITIONS** : débit d 'air réel (non corrigé), Température collecteur, Pression amont papillon, Pression collecteur, Angle papillon.

➡ **REMARQUES** :

⇒ Critère de qualité sur les calculs et les acquisitions : un nuage de points de sections efficaces calculées très peu dispersé sur les faibles angles papillon (jusqu 'à  $40^\circ$  d 'ouverture environ).

⇒ Bonne précision demandée sur les faibles angles papillon :

➔ Car une faible variation sur l 'angle papillon engendre un gros écart sur le débit et donc le couple.

➔ Phénomène d 'autant plus marqué que le régime est faible.

# Coeff de Barré Saint Venant (1) définition

- ➡ **OBJECTIF** : permet de calculer directement la section efficace papillon.
  - ⇒ Très important pour la précision du contrôle en couple !
- ➡ **CALIBRATION** :
  - ⇒ Coefficient déterminé uniquement par calcul.
  - ⇒ Utiliser calcul SAGEM (voir page suivante):
    - ➔ Hypothèse d'une double tuyère :  $\text{Gamma\_moyen} = 2,1$ .
  - ⇒ Prendre beaucoup plus de points d'appuis sur les forts rapports de pression.
  - ⇒ Au delà, d'un rapport de pression : borner le coefficient.
    - ➔ Eviter la naissance d'instabilités sur les très fortes charges.
    - ➔ Rapport de pression d'instabilités : environ 0,94 à 0.98.

## Coeff de Barré Saint Venant (2) Méthode de calcul

$$\text{Cfe\_value\_théorique} = \sqrt{\frac{g}{R} \cdot \left( \frac{2}{g+1} \right)^{\frac{g+1}{g-1}}} \quad \text{si } \text{Rc} = \text{P2/P1} < \left( \frac{2}{g+1} \right)^{\frac{g}{g+1}}$$

**Sinon :**

$$\text{Cfe\_value\_théorique} = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{R \cdot (g-1)} \cdot \left( \left( \frac{\text{P2}}{\text{P1}} \right)^{\frac{2}{g}} - \left( \frac{\text{P2}}{\text{P1}} \right)^{\frac{g+1}{g}} \right)}$$

**Où: P1=Pression amont BP et P2=Pression aval BP.**

**Prendre en précalibration:**

$$\text{Cfe\_value\_sagem} = \text{Cfe\_value\_théorique} ( \text{P2/P1} ; \text{Gamma} = 2,1 ) * 0.876204$$

**Prendre R=287 J/K/mol et Gamma = 2.1 pour le rapport de pression critique Rc**

## Coeff de Barré Saint Venant (3) Pré-calibrations

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

### **Pré-calibrations des points d'appuis de pression:**

[0 0.4331 0.4953 0.5553 0.6154 0.6635 0.7116 0.7596 0.8017 0.8377 0.8678 0.8978 0.9249  
0.9459 0.9624 0.9729 0.9825 0.9861 0.9911 0.994 0.997 1]

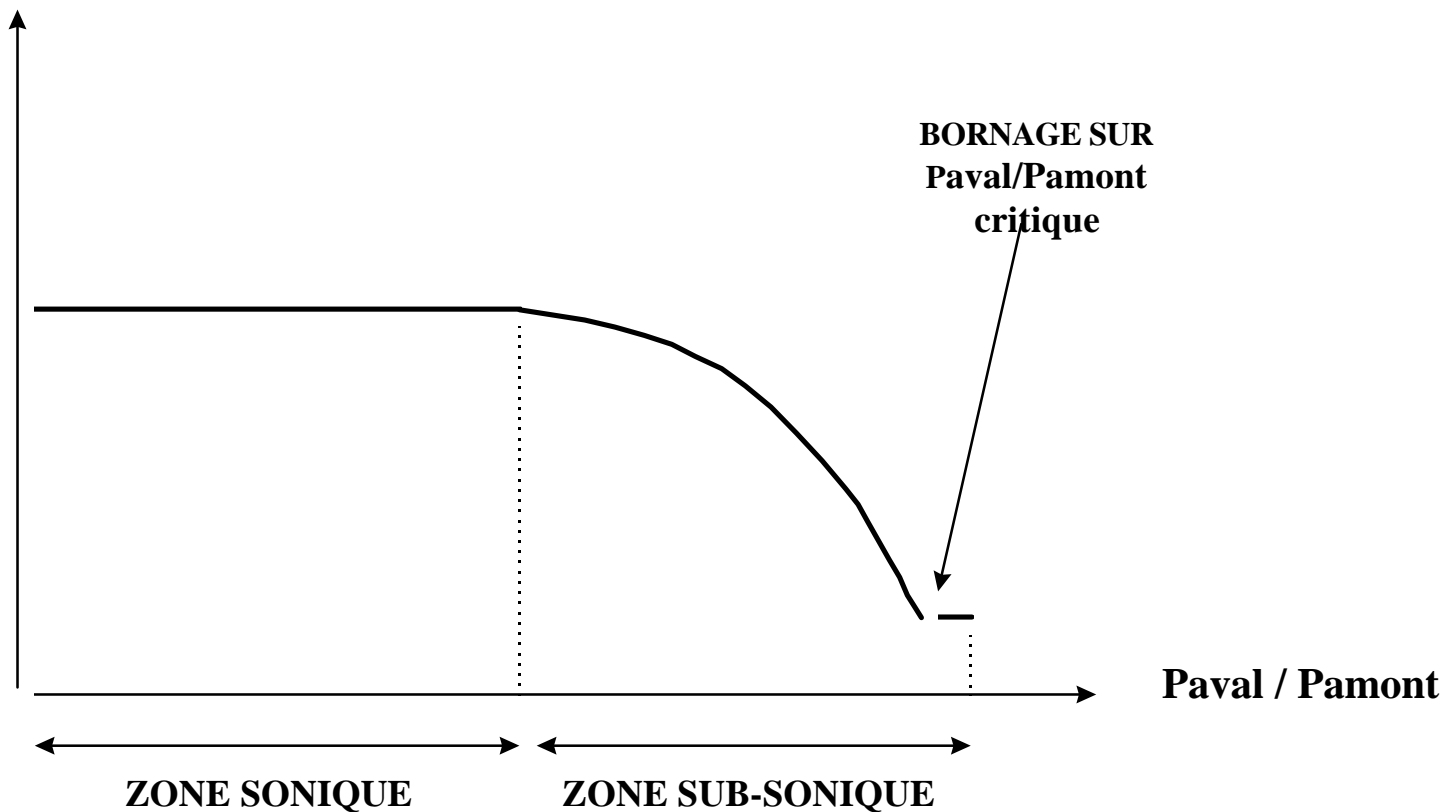
### **Pré-calibration des valeurs du coefficient de Barré-Saint-Venant:**

[ 0.040420 0.040420 0.040134 0.039329 0.038005 0.036555 0.034727 0.032470 0.030078  
0.027644 0.025274 0.022491 0.019492 0.016674 0.013980 0.011908 0.009592 0.009592 0.009592  
0.009592 0.009592 0.009592]



# Coeff de Barré Saint Venant (4) graphique

Coefficient de Barré St Venant



# Débitmétrie (1)

- ➡ **OBJECTIF:** expliquer la débitmétrie structure couple, cad
  - ⇒ Le rendement de remplissage structure couple,
  - ⇒ La pression collecteur de remplissage nul.
  
- ➡ **PRINCIPE PHYSIQUE:** le modèle de remplissage de la structure couple utilise « l'équation de pompage » du moteur.
  - ⇒ Le débit d'air pompé évolue de manière quasi linéaire avec la pression collecteur (équation de pompage : voir page suivante).
  - ⇒ Caractéristiques de la droite :
    - ➔ Le rapport de la pente réelle de la droite sur une pente théorique (évaluée à partir des conditions collecteur) donne le remplissage structure couple. Rendement =  $f$  (Régime).
    - ➔ La droite ne passe pas par l'origine. On observe un offset sur l'axe horizontal appelé pression collecteur de remplissage nul ou  $P_0 = f(\text{Régime})$ . Cet offset provient des gaz brûlés résiduels.

## Débitmétrie (2)

➡ **EQUATION DE POMPAGE:**

$$Q_{\text{pompe}} = (N/30) * [V_{\text{cyl}} / (r * T_{\text{coll}})] * \text{Rend}_R * \text{Rend}_T * (P_{\text{coll}} - P_0).$$

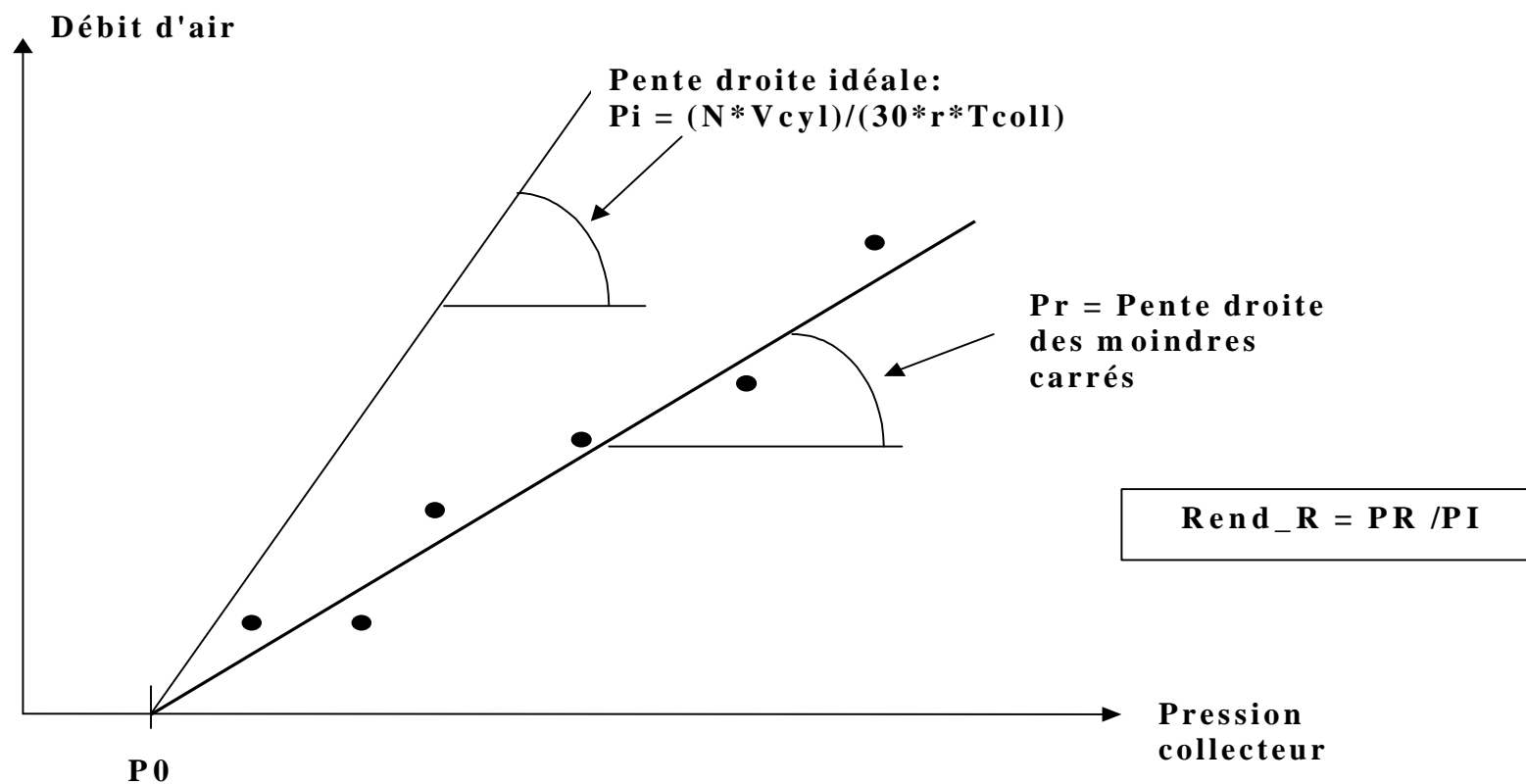
➡  $V_{\text{cyl}}$ : cylindrée unitaire,

➡  $N$ : régime moteur,

➡  $\text{Rend}_R = f(\text{Régime})$ : rendement de remplissage,

➡  $\text{Rend}_T = f(T_{\text{coll}})$ : rendement de température.

# Débitmétrie (3)



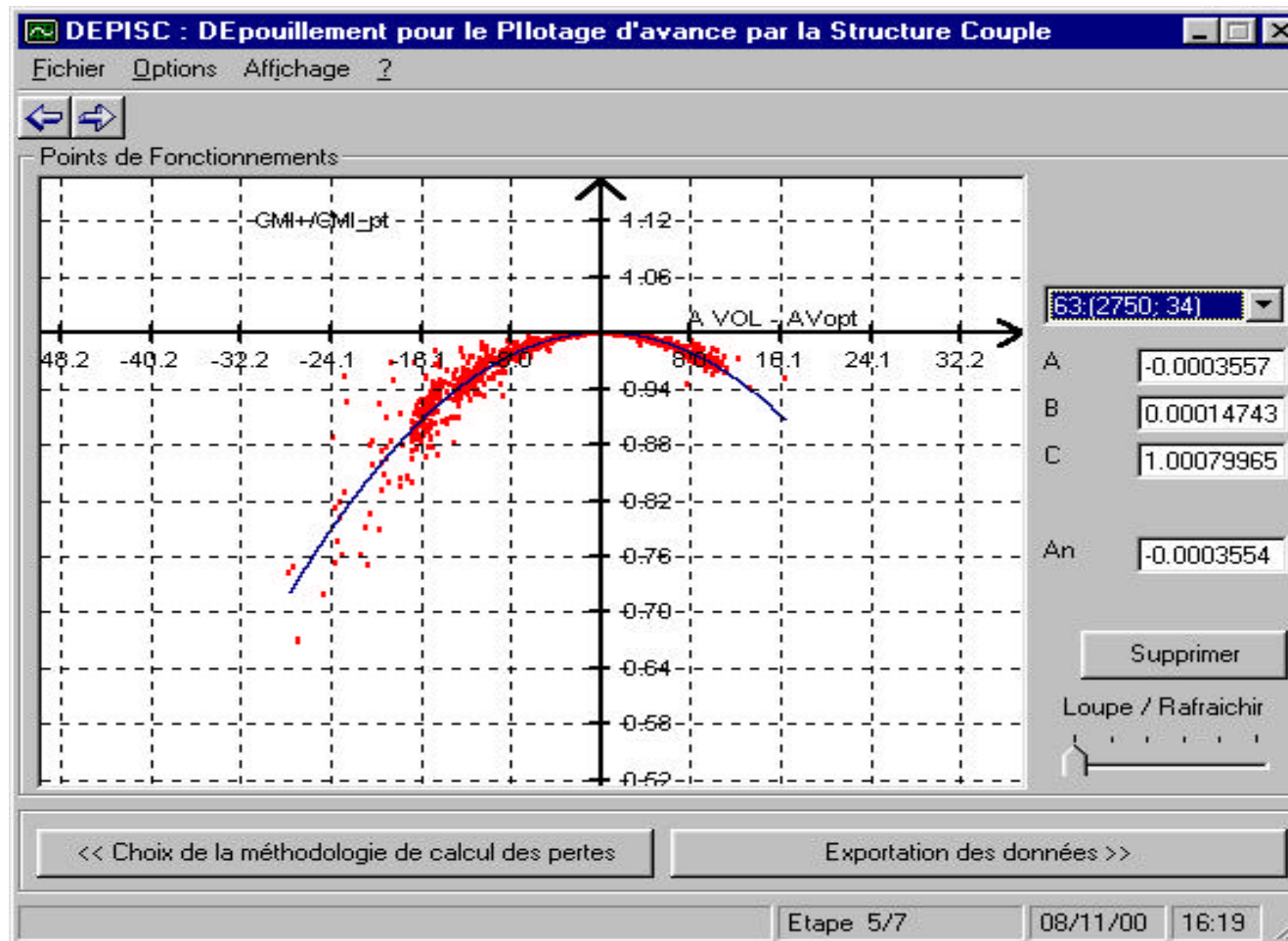
# Parabole universelle (1)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : Banc moteur stationnaire.
- ➡ **PROCEDURE** : utilisation des balayages d 'avance.
- ➡ **DEPOUILLEMENT** :
  - ⇒ A l 'aide de l 'outil DEPI SC.
  - ⇒ La calibration est fournie directement dans son fichier de sortie.

# Parabole universelle (2) outil DEPISC

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161



## Bornage minimum de l'avance

- ➡ **MOYEN D'ESSAI** : Banc Moteur Stationnaire.
- ➡ **PROCEDURE** : utilisation des balayages d'avance.
- ➡ **DEPOUILLEMENT** : à l'aide de l'outil DEPI SC.
- ➡ **PRE-CALIBRATION** : sur le critère le plus limitatif
  - ⇒ Phénomène de « popping » : à vérifier sur fortes température d'air.
    - ➔ Allumage des gaz d'échappement sur fortes sous-avances avec une bobine jumeaux-statique.
  - ⇒ Misfire : sur les faibles charges.
  - ⇒ Thermique échappement : voir CDC thermique.
    - ➔ Moteurs suralimentés : généralement température avant turbine
  - ⇒ Couple nul : choisi si aucun des autres critères ne limite.
  - ⇒ Sur véhicule, les avances mini doivent être retouchées afin de permettre de forts retraits d'avances (réattelage sur switch par ex).

## Bornage maximum de l'avance

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : Banc Moteur Stationnaire.
- ➡ **PROCEDURE** : utilisation des balayages d 'avance.
- ➡ **CALIBRATION** : sur le critère le plus limitatif
  - ⇒ Avance optimale,
  - ⇒ Avance cliquetis : potentiellement à partir d 'une charge de 50 % d 'EAL environ sur les moteurs actuels.



## ***AUTRES ESSAIS :***

***⇒ OUTRE LES PILOTAGES D 'AVANCE, IL EST IMPORTANT DE FAIRE D 'AUTRES ESSAIS POUR « AFFINER » LA CALIBRATION DE LA STRUCTURE COUPLE.***

## Estimation des pertes moteur (1)

- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : Banc Moteur Stationnaire.
- ➡ **DEFINITION** : pertes totales =  $CMI - + CMF + CMA$ .
  - ⇒  $CMI -$  = couple moyen de pompage (voir pages suivantes).
  - ⇒  $CMA$  = somme des couples prélevés par les différents accessoires.
  - ⇒  $CMF$  = somme des couples autres que le pompage et ceux dus aux accessoires (frottements mécaniques, pompe à eau, pompe à huile).
- ➡ **REMARQUE** : sur les softs récents, l 'estimation des pertes par pompage se fait à l 'aide de la pression échappement au lieu de la pression atmosphérique.

## Estimation des pertes moteur (2)

### ☞ METHODOLOGIES POUR LE CALCUL DES PERTES TOTALES:

1) Méthode des droites de WILLANS: pour un régime et une richesse donnée, le graphique de WILLANS nous donne l'évolution de la PME en fonction de la masse de carburant introduite dans les cylindres à chaque cycle.

⇒ Cette méthode est relativement imprécise.

2) Méthode par coupure complète de l'injection: sur tous les cylindres, on pratique une coupure totale de l'injection via le mode banc du temps d'injection.

⇒ La mesure du couple négatif par le banc moyennant quelques précautions donne directement les pertes totales.

⇒ Seul le moteur F5R a utilisé cette méthode.

⇒ Cette méthode est relativement imprécise.

## Estimation des pertes moteur (3)

3) Méthode par coupure cylindre/cylindre: on coupe l'injection sur chacun des cylindres alternativement.

- ⇒ La mesure des chutes de couple par le banc permet de calculer les pertes.
- ⇒ Cette méthode semble relativement imprécise.

4) Méthode par mesure de pression chambre: on mesure à l'aide d'un capteur de pression chambre l'évolution de la pression dans le cycle.

- ⇒ Cette méthode est de loin la plus précise moyennant certaines précautions (moyens de mesure utilisés,...).

## Estimation des pertes moteur (4)

5) Méthode « moteur débrayé » : on mesure la chute de régime du moteur en position débrayée et injection coupée.

- ⇒ Principe :  $\text{Couple\_frottement} = \text{CMP} + \text{CMF} = \text{Inertie\_moteur} * dN/dt$ .
- ⇒ Cette méthode est relativement imprécise car elle nécessite de connaître avec précision la dérivée du régime et l'inertie du moteur.

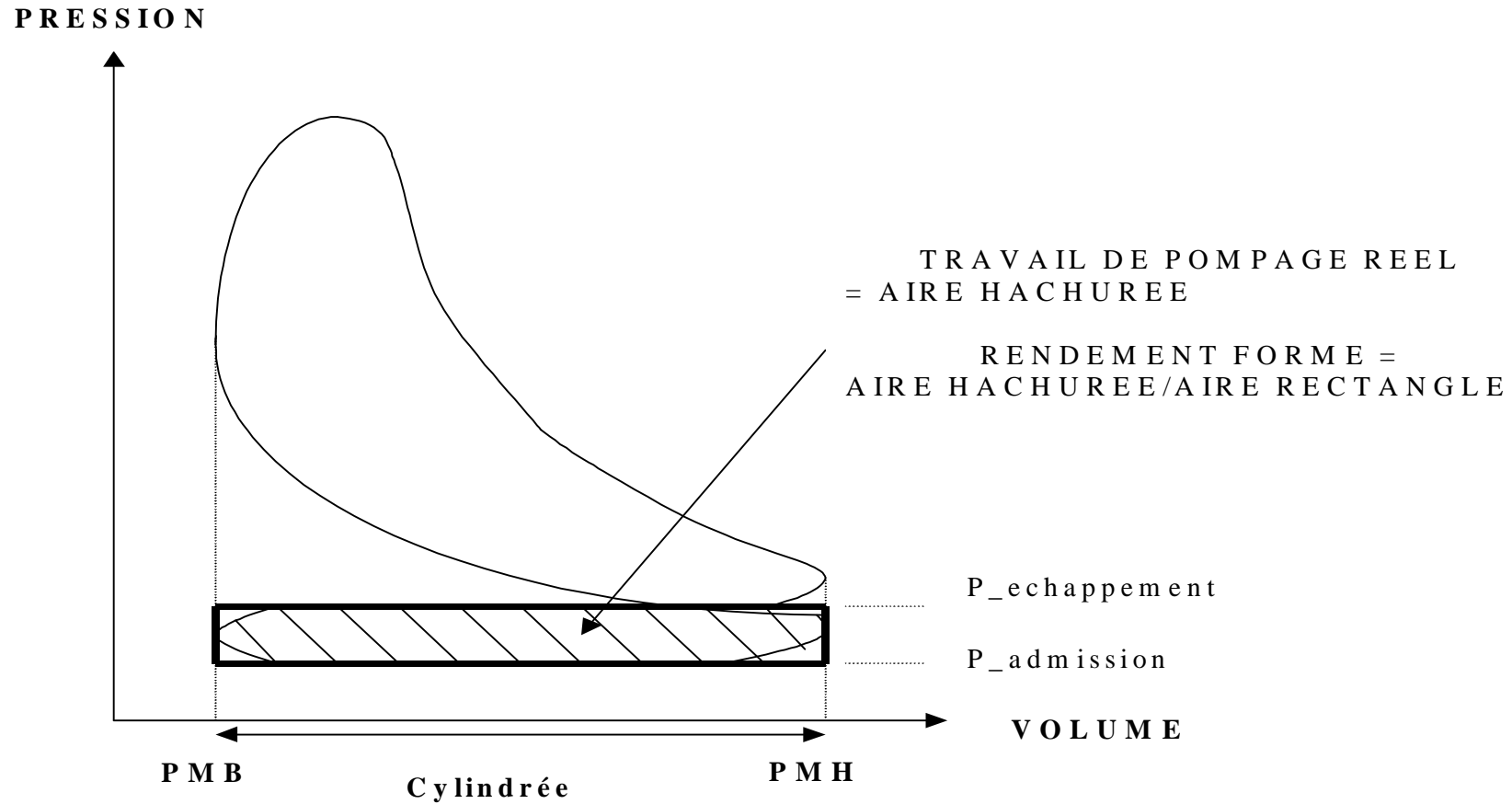
☞ **REMARQUES:**

- ⇒ La plupart des équipes de Mise Au Point ont utilisé les données fournies par le service 62 124. Toutefois, ce service n'a pas pour vocation de mesurer « à la demande des projets » les CMFs.
- ⇒ Possibilité ensuite d'ajuster la table de CMF pour améliorer la précision statique.

## Pertes par pompages (1)

- ➡ **DEFINITION:** il s 'agit du travail à fournir par le moteur pour assurer le transvasement des gaz.
- ➡ **CALCUL:** le couple de pompage est calculé à partir de l 'aire de la boucle basse pression dans le diagramme du cycle Pression/Volume.
  - ⇒ Cette aire dépend de la différence entre la pression d 'admission et la pression échappement:  
$$\text{CMP} = [\text{Cylindrée totale}/4 \cdot \pi] * [P_{\text{échappement}} - P_{\text{admission}}] *$$
  
Rendement de forme.
  - ⇒ Rendement de forme = rapport entre la surface de la boucle basse pression et son rectangle enveloppe.

## Pertes par pompages (2)



## Pertes par pompages (3)

☞ **CALIBRATION:** les 2 calibrations à déterminer sont

⇒ Le coefficient de perte de charge à l'échappement:

$\text{Pression\_échappement} = \text{Pression\_atmo} + \text{coefficient} * (\text{Débit\_air\_estimé})^2$

➔ Le débit d'air est estimé à partir de l'Engine\_air\_load.

➔ Calibration du coefficient à partir des relevés de pression issus du banc moteur.

⇒ Le rendement de forme du cycle basse pression: il ne peut être calibré à sa valeur exacte si l'on ne dispose pas d'un capteur de pression chambre.

➔ Rendement de forme = f(Pression collecteur) dans le soft.

➔ Il évolue de manière relativement linéaire avec la pression.

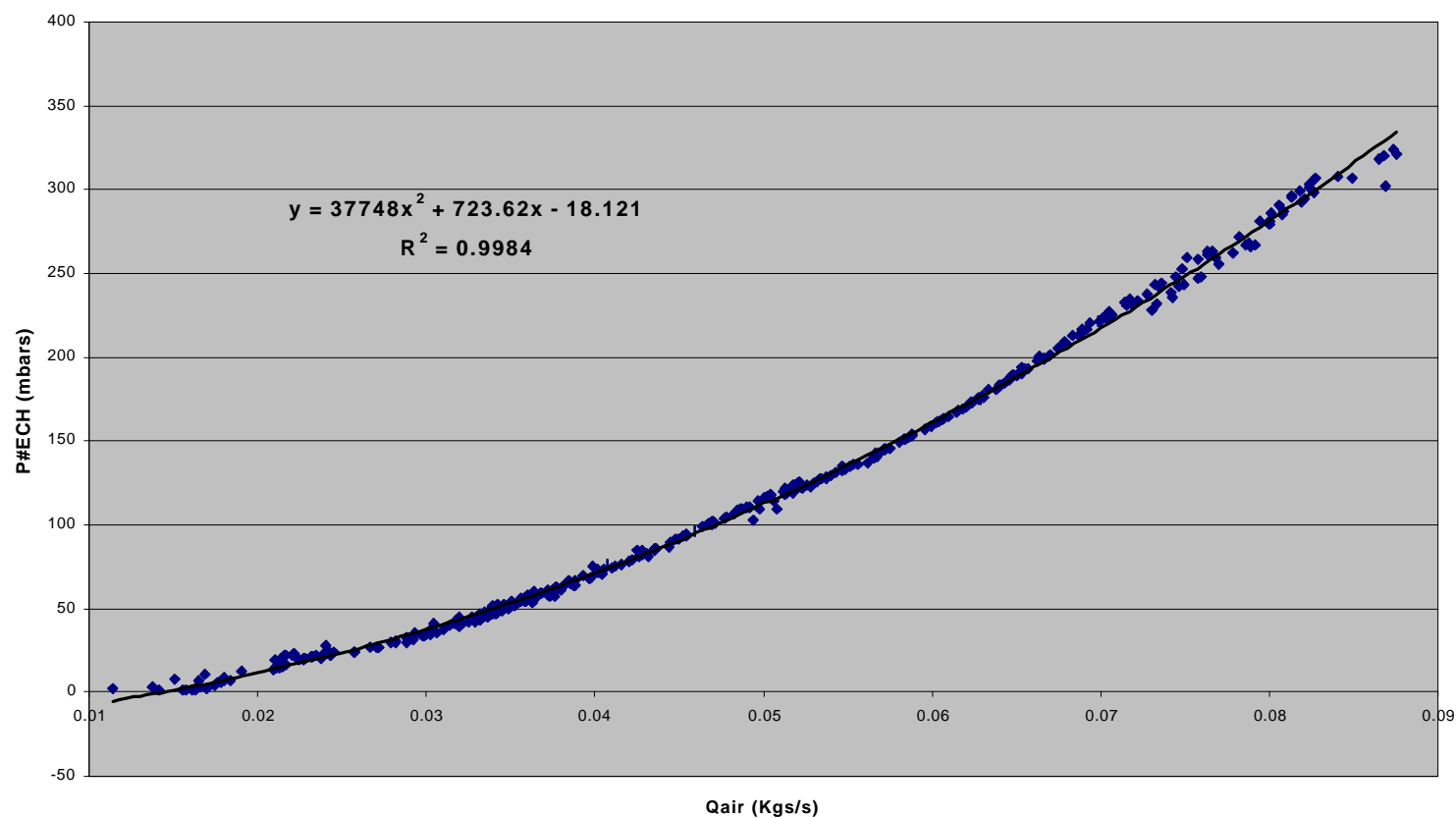
➔ Ordre de grandeur : 0.5 pour 250 mbars et 1 pour les fortes pression collecteur.



# Contre pression échappement

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

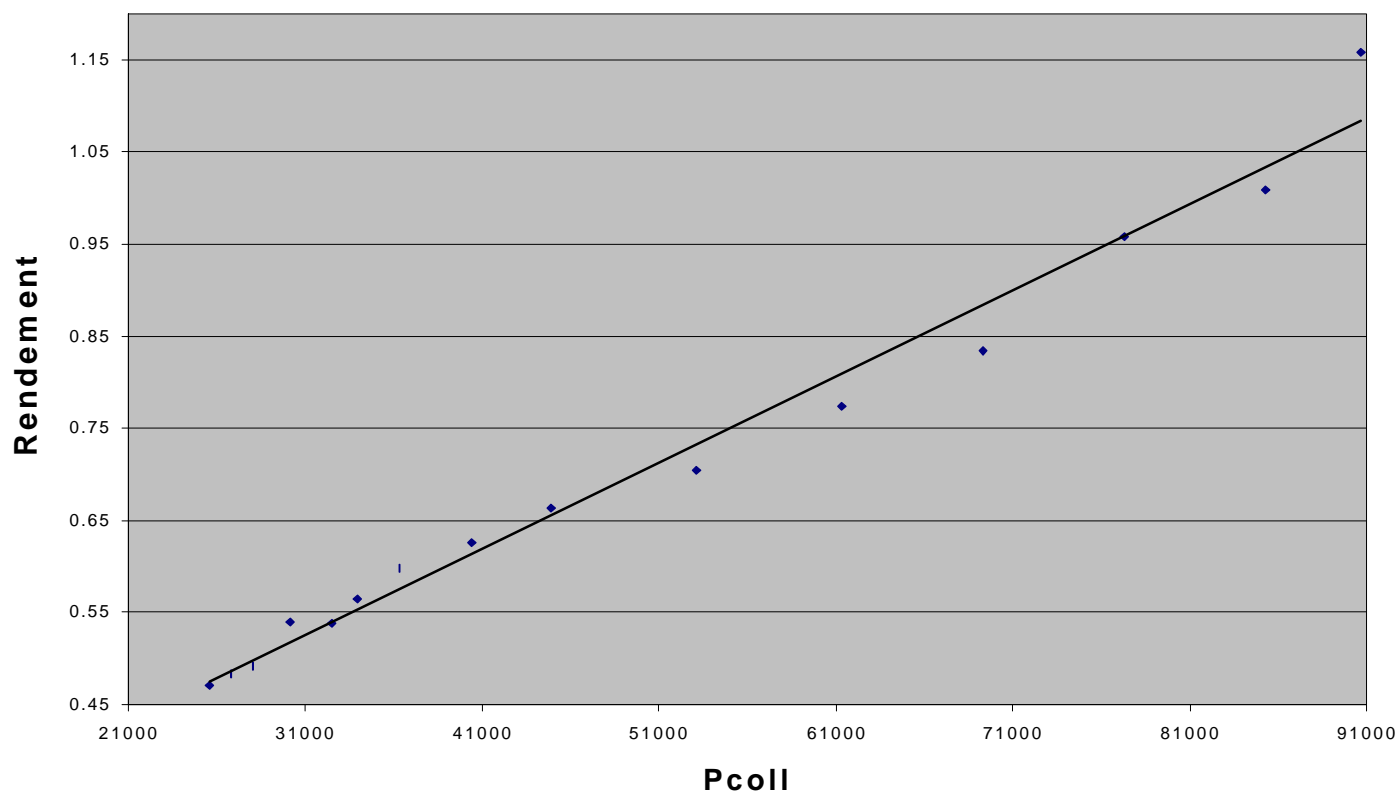
$$P\#ECH = f(Q_{air})$$



# Rendement boucle BP

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

Evolution du rendement en fonction de la Pcoll



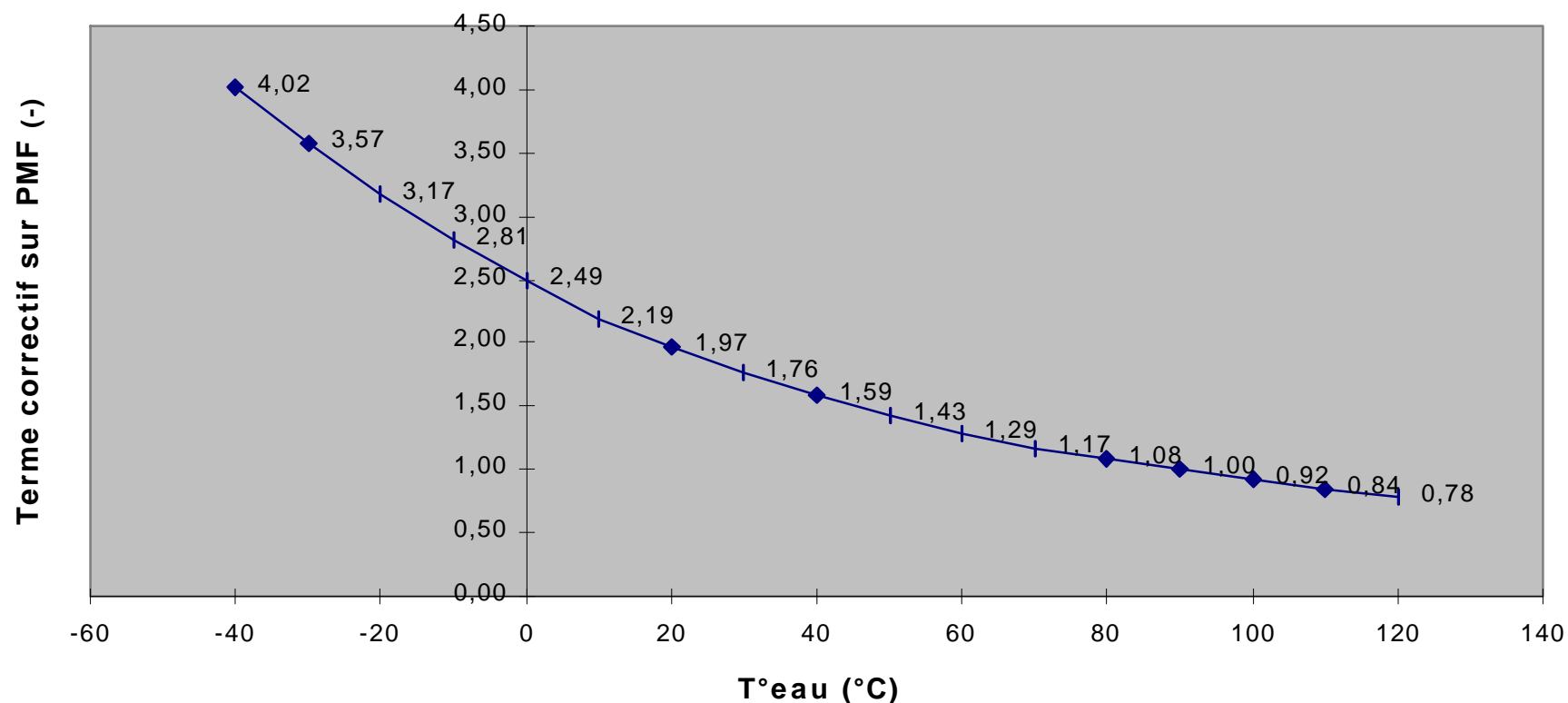
# Pertes par frottements

- ➡ **OBJECTIF** : permet de calculer les pertes moteur pour le passage d'un couple effectif à un couple indiqué.
- ➡ **DEFINITION** : pour la structure couple, la PMF inclut toutes les pertes autres que le couple de pompage et les couples accessoires estimés.
  - ⇒ Exemples : la pompe à eau et la pompe à huile sont des pertes à inclure dans le CMF car il n'y pas d'estimation de leurs couples dans le soft.
- ➡ **CALIBRATIONS**: dans le soft A7, les calibrations consistent en
  - ⇒ Une table  $CMF = f(\text{Régime})$ ,
  - ⇒ Un coefficient correctif  $= f(T_{\text{eau}})$ .
  - ⇒ Ce coefficient correctif ne doit pas être négligé (voir graphique page suivante).

# Calcul de la PMF : exemple de correction avec Teau

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

Influence de la température d'eau sur les pertes par frottements



## Points d'appuis de richesse : Calcul du CMI+ massique

### ☞ CHOIX DES POINTS D'APPUIS :

⇒ 2 pour R appartenant à  $[0 \ 0.95]$  :

➔ Un pour  $R=0$  :  $\text{CMI} + \text{massique\_avance\_opti} = 0$ ,

➔ Un pour  $R=0.95$  : tracer une droite entre le CMI +(R=1) et 0.

⇒ Les autres pour le restant de la plage de richesse et en particulier :  
 $R=1$ ,  $R=1.05$ , R de couple maxi, R maxi.

### ☞ REMARQUES :

⇒ Point de richesse choisi = f (Objectif de richesse) = f (ALFACL, ALFEAU).

⇒ Pré-calibrer la fiche « OBJECTIF DE RICHESSE » suivant les préconisations du Cahier des Charges.

⇒ Valider les calibrations en comparant l'objectif de richesse calculé à la richesse 5 gaz du banc moteur.

## CMI+ massique à l'avance optimale (1)

- ➡ **DEFINITION** : Couple Moyen Indiqué de la boucle haute pression fourni pour un 1 kgs d 'air.
- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : Banc Moteur Stationnaire.
- ➡ **PROCEDURE** : utilisation des balayages d 'avance.
  - ⇒ Problème: beaucoup de données pour le calcul du CMI+\_massique à richesse 1 et peu pour les autres points d'appuis de richesse ( $R > 1$ ).
  - ⇒ Effectuer des essais spécifiques sur chacun des autres points de richesse
  - ⇒ Utiliser le mode banc du Temps d'injection pour obtenir la richesse désirée. Exemple:  $R=1.1$  obtenue avec  $[DINJE \text{ à } R=1] * 1.1$ .
- ➡ **DEPOUILLEMENT** : à l 'aide de l 'outil DEPI SC.
  - ⇒ Utiliser le fichier de sortie EXCEL qui fournit, pour chaque point, le CMI+\_massique\_avance\_optimale.

## CMI+ massique à l'avance optimale (2)

### ☞ FACTEURS D 'INFLUENCE :

$CMI + \text{massique avance optimale} = (1/PI) * (1/Ks) * PCI * R \text{ thermique.}$

⇒ Ks est le rapport stœchiométrique : il ne dépend que du type de carburant utilisé.

→ Il varie de 14.3 à 14.7 pour les carburants essence.

⇒ PCI est le Pouvoir Calorifique Inférieur : il ne dépend que du type de carburant utilisé.

→ Il est de l 'ordre de 43.6 Kilo joules / Kg.

⇒ R thermique est le rendement thermique à l 'avance optimum : il dépend en particulier de la DT moteur et notamment :

→ Du taux de compression, des échanges thermiques...

⇒ Toute modification d 'un de ces 3 facteurs se répercute directement sur la précision du contrôle en couple.

## CMI+ massique à l'avance optimale (3)

- ➡ **CALIBRATION** : calcul de  $CMI_{hp} = CME - CMI_p - CMF - CMA$ .
- ⇒  $CMI_p$  : pertes par pompage.
    - ➔ Peuvent être calculées à partir des grandeurs Contrôle Moteur: Pression collecteur ET pression échappement du SOFT.
    - ➔ On tient ainsi compte des véritables valeurs d'entrées de la SC.
  - ⇒  $CMF$  : Couple Moyen de Frottement (voir PMF).
  - ⇒  $CMA$  : Couple Moyen des Accessoires.
    - ➔ Vaut 0 car essais issus du banc: pas d'accessoires intervenant de manière discontinue.
  - ⇒  $CMI_{hp}$  : Couple Moyen Indiqué haute pression (donné par DEPI SC).  
La valeur trouvée doit être corrigée sur :
    - ➔ Le rapport stœchiométrique  $K_s$ ,
    - ➔ Le PCI du carburant.
- $$CMI_{hp\_corrigé} = CMI_{hp} * [Ks_{IO108} / Ks_{IO95}]$$
- $$* [PCI_{IO95com} / PCI_{IO108}].$$



## CMI+ massique à l'avance optimale (4)

⇒ Calcul du CMI+massique :

→  $\text{CMI+massique} = [ \text{CMI\_hp} * N ] / [ \text{Débit\_air\_banc} * 30 ]$ .

→ Débit\_air\_banc en Kgs/s, N en trs/mn, CMI en N.m.

☞ **PRE-CALIBRATIONS** : par rapport à la valeur à R=1, prendre

⇒ + 3.5 % pour R=1.12 environ (Prendre R de couple maximum).

⇒ + 2.5 % pour R=1.2.

☞ Si, dans le SOFT, CMI+massique = Constant quelque soit le point (N/charge):

⇒ Prendre la pente de la droite  $\text{CMI} = f(\text{Masse d'air})$  en imposant un passage par l'origine des axes (voir page suivante).

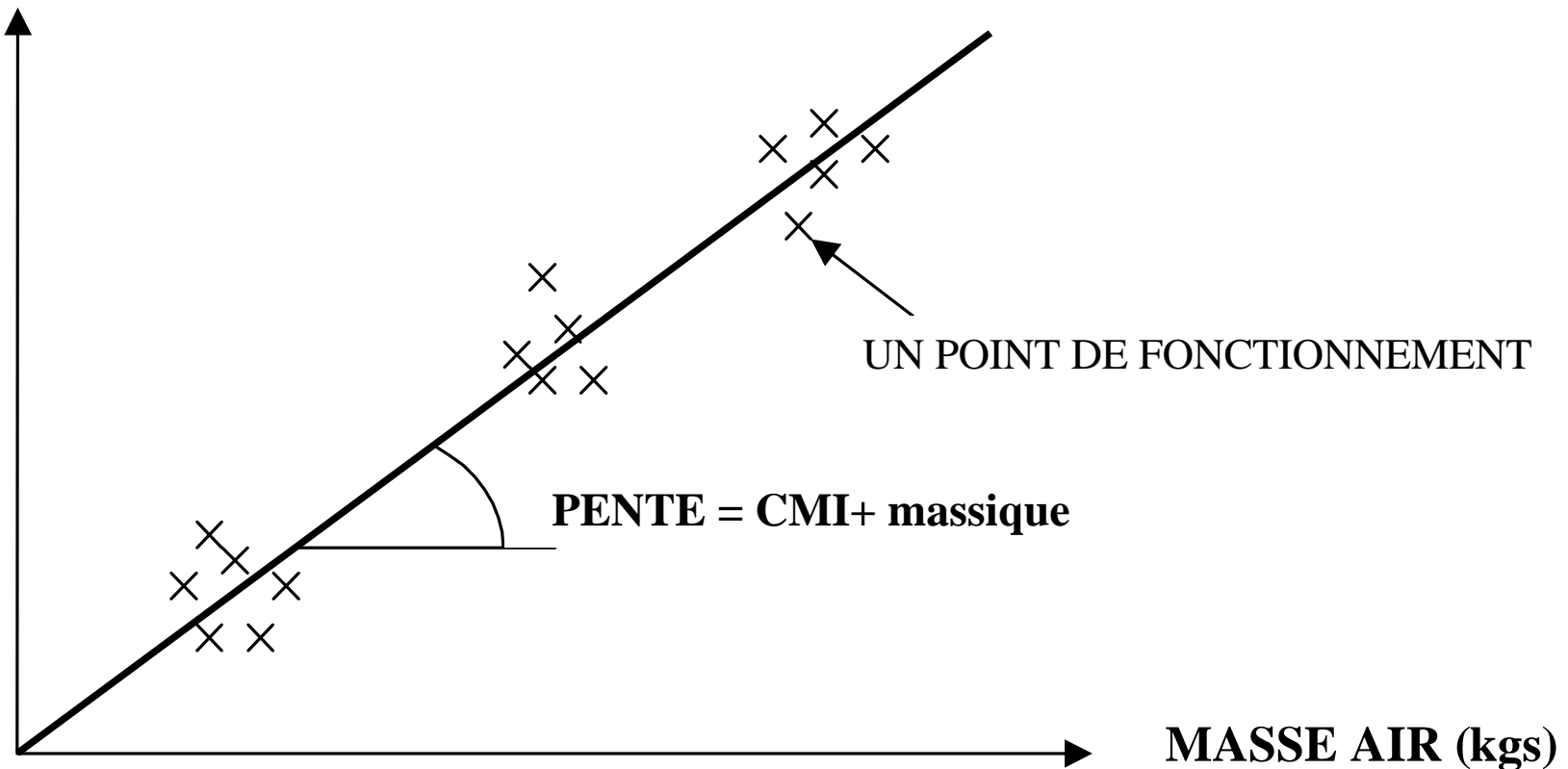
⇒ OU : prendre la moyenne des CMI+massiques sur tous les points de fonctionnement.

⇒ Un CMI+massique est compris entre: 340 000 et 390 000 N.m/kg.

## Calcul du CMI+ massique à l'avance optimale (5)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

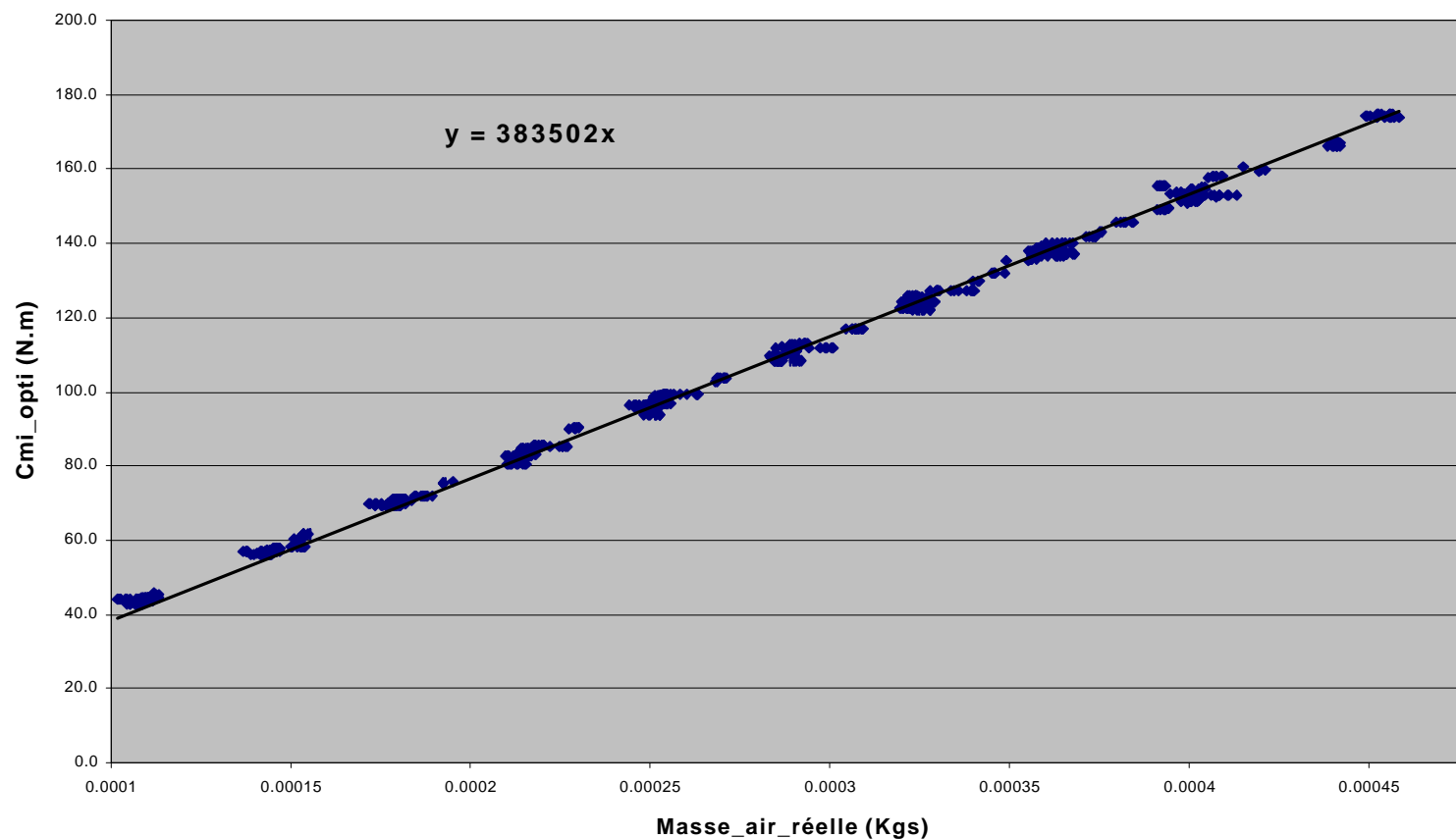
COUPLE (N.m)



# CMI+ massique à l'avance optimale (6)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

CMI+ massique avance opti (IO 95)



## CMI+ massique à l'avance optimale (7)

### ☞ REMARQUES :

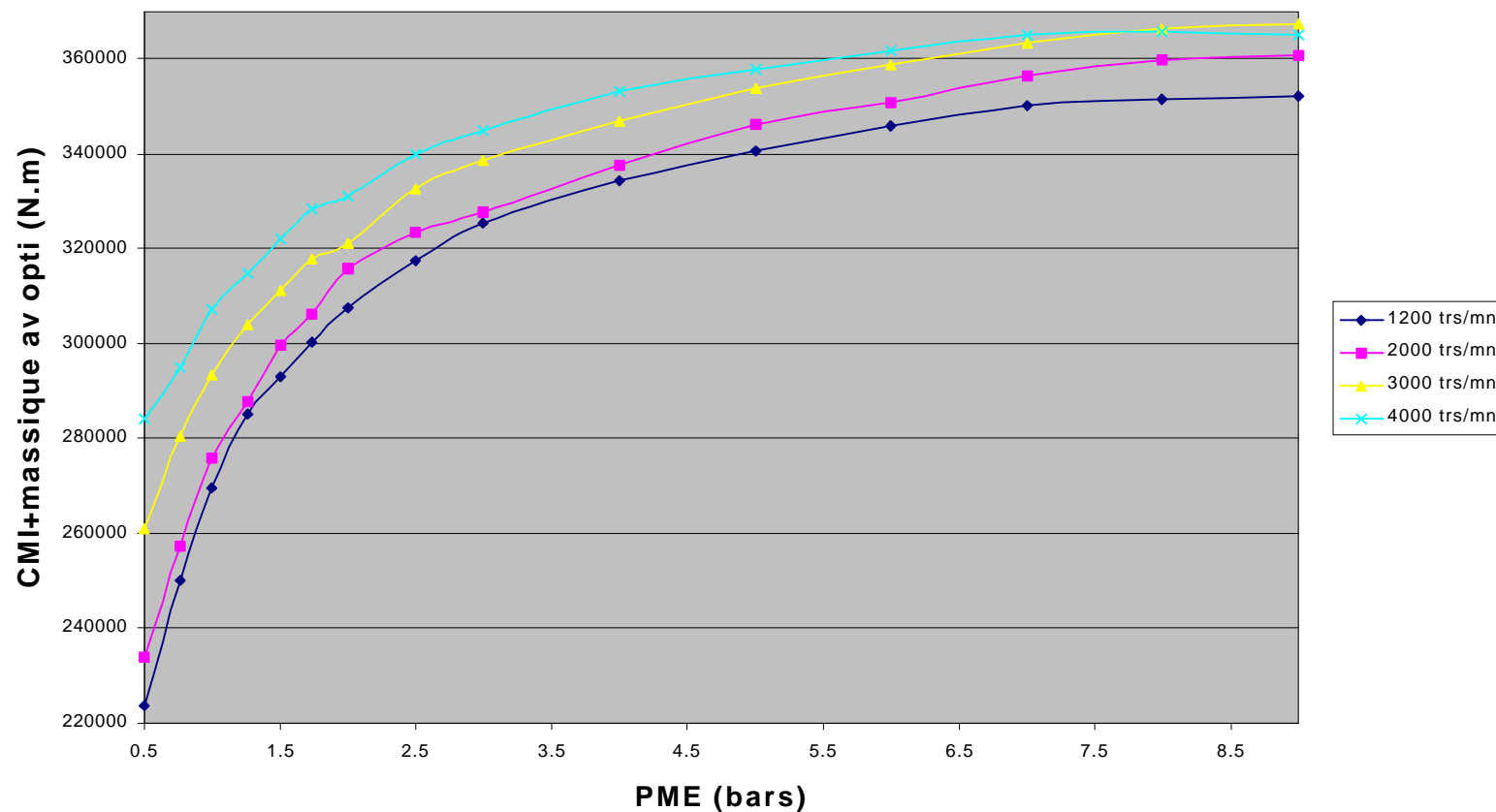
⇒ Le CMI+\_massique dépend principalement de la charge: il reste relativement constant puis chute sur les très faibles charges.

⇒ Le CMI+\_massique dépend aussi du régime mais la tendance est moins claire qu'avec la charge.

# Evolution du CMI+ massique: avec relevé capteur pression

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

CMI+massique av opti = F (Charge,Régime)



# Cartographie estimation couple conducteur et progressivité pédale

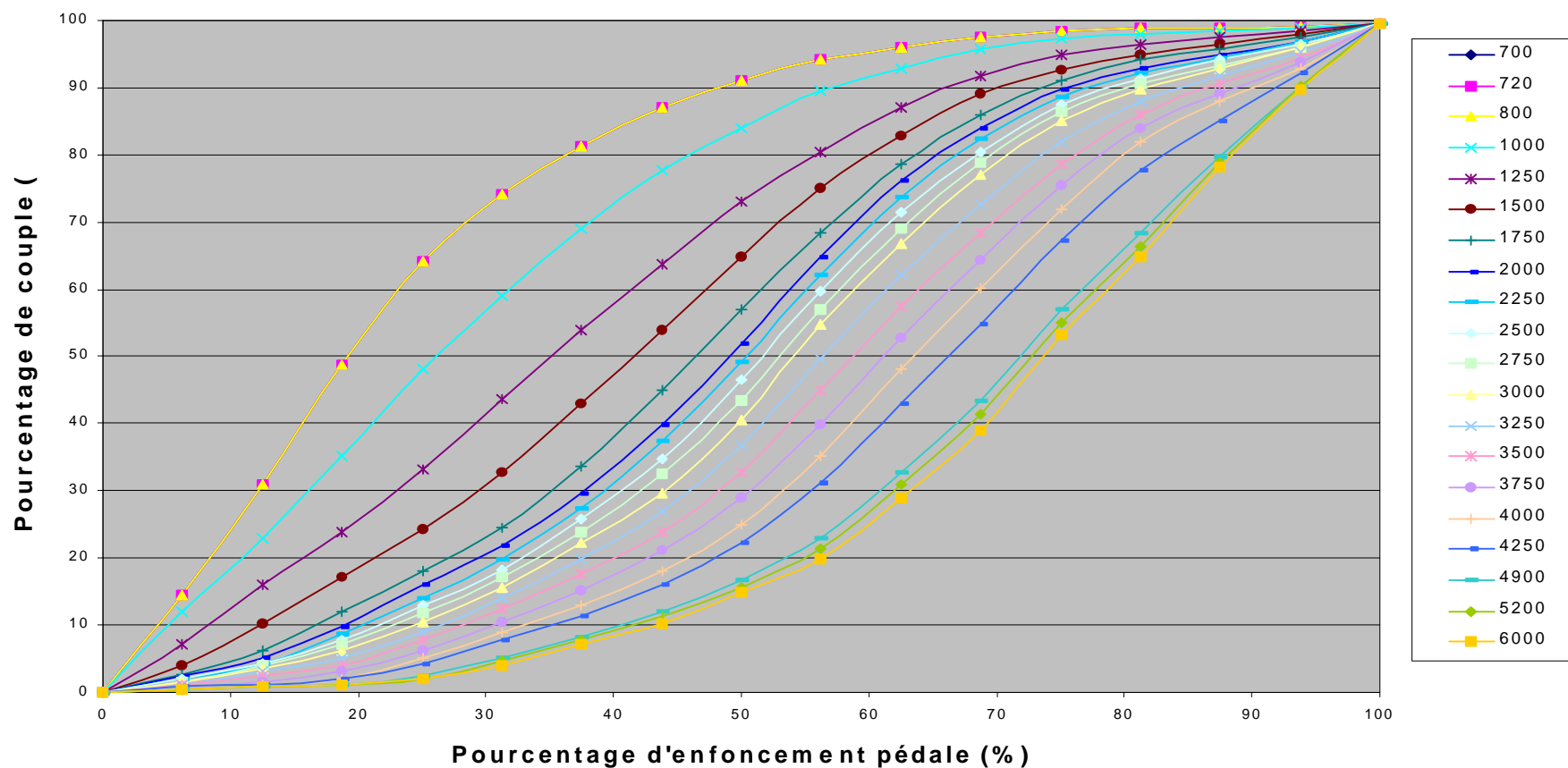
Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **REPRESENTATION** : fonction de transfert avec
  - ⇒ En entrée : un pourcentage d'enfoncement pédale,
  - ⇒ En sortie : une consigne de couple.
  - ⇒ A iso-enfoncement pédale, plus le régime augmente, plus la consigne de couple doit diminuer : courbes iso-puissance pour chacun des enfoncements pédale (voir page suivante).
  
- ➡ **CALIBRATION** :
  - ⇒ Si données disponibles, reproduire la même fonction de transfert qu'un BP mécanique.
  - ⇒ Critère : agrément de conduite.

# Cartographie volonté conducteur

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**

**Demande de couple conducteur (F4R turbo)**



## ***VALIDATION STATIQUE :***

***⇒ L 'OBJECTIF EST DE VERIFIER QUE LES ERREURS  
RESIDUELLES SONT COHERENTES AVEC LE CDC DES INTER-  
SYSTEMES.***



# Validation statique (1)

## ☞ MOYENS UTILISES :

⇒ Banc moteur stationnaire.

## ☞ DEROULEMENT DES ESSAIS :

⇒ Requêtes de couple lent uniquement.

⇒ A différents régimes, balayage de toute la plage de couple moteur.

➔ Consigne de couple mini = couple minimum - 10 N.m

➔ Consigne de couple maxi = couple maximum + 10 N.m

➔ Aller au delà des couples mini et maxi pour les consignes pour voir les saturations.

## ☞ REMARQUE :

⇒ Avec une structure couple permanente : pré-validation statique effectuée à l'occasion d'un balayage Régime/Charge.

➔ Le banc moteur effectue des consignes pour aller sur chacune des charges demandées.

## Validation statique (2)

### ➡ VALIDATION DES RESULTATS :

⇒ 4 Critères à respecter :

1.  $|\text{Couple\_consigne} - \text{Couple\_obtenu}| \leq \text{Valeur\_limite}$ .

➔ Valider la qualité de la réponse à une consigne.

2.  $|\text{Couple\_formaté} - \text{Couple\_obtenu}| \leq \text{Valeur\_limite}$ .

➔ Valider la qualité de l'estimation du couple envoyé aux inter-systèmes (important pour les BVA par exemple).

3.  $|\text{Couple\_consigne} - \text{Couple\_formaté}| \leq \text{Valeur limite}$ .

➔ Important car les inter-systèmes considère que le couple obtenu est le couple formaté.

4. Avoir une bonne répétabilité.

⇒ Détermination des valeurs limites : voir avec les interlocuteurs inter-systèmes.

⇒ Ordres de grandeur: 10 N.m d'écart maximum entre la valeur de référence et la valeur à valider pour TOUT le champ moteur.

⇒ Moyen de dépouillement : 1 macro EXCEL appelée BOUSCO.

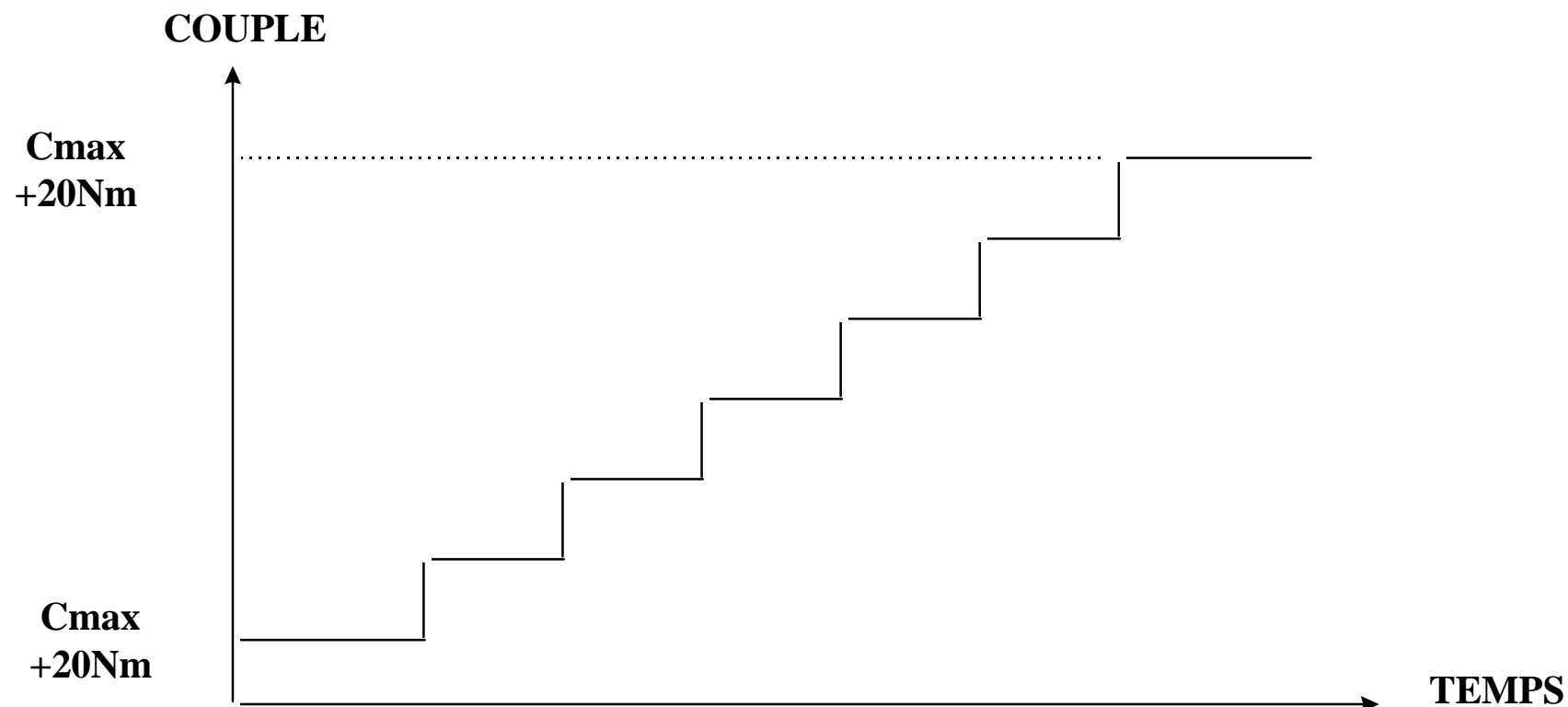
## Validation statique (3)

☞ **REMARQUE** : on prendra soin de

- ⇒ Comparer le débit d 'air de consigne avec le débit d 'air banc.
  - ➔ Valide la calibration de la section efficace utilisée.
- ⇒ Faire coller le débit d 'air réel avec le débit d 'air de consigne et observer l 'écart  $\text{Couple\_consigne} - \text{Couple\_obtenu}$ .
  - ➔ Valide la PMF et le CMI +massique à l 'avance optimale.
- ⇒ Comparer la pression collecteur objectif avec la pression collecteur banc.
  - ➔ La pression collecteur objectif est utilisée dans le calcul de la section efficace de consigne (formule de Barré Saint Venant).
- ⇒ Comparer l 'Engine\_air\_load avec le RAS du banc.
  - ➔ L 'EAL est utilisé dans le calcul du couple formaté.

## Validation statique (4)

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

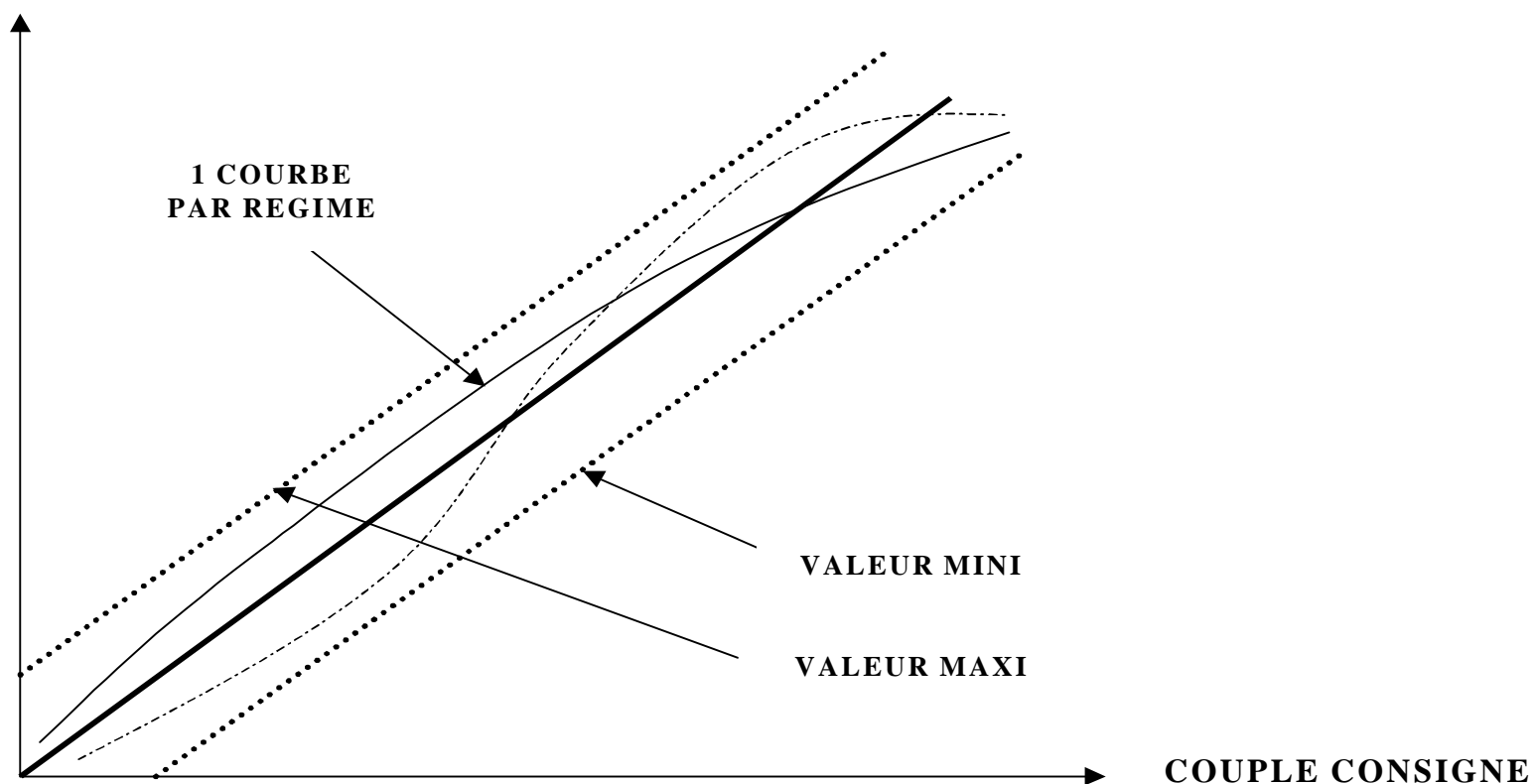


**BALAYAGE DE LA PLAGE DE COUPLE  
A DIFFERENTS REGIMES**

## Validation statique (5)

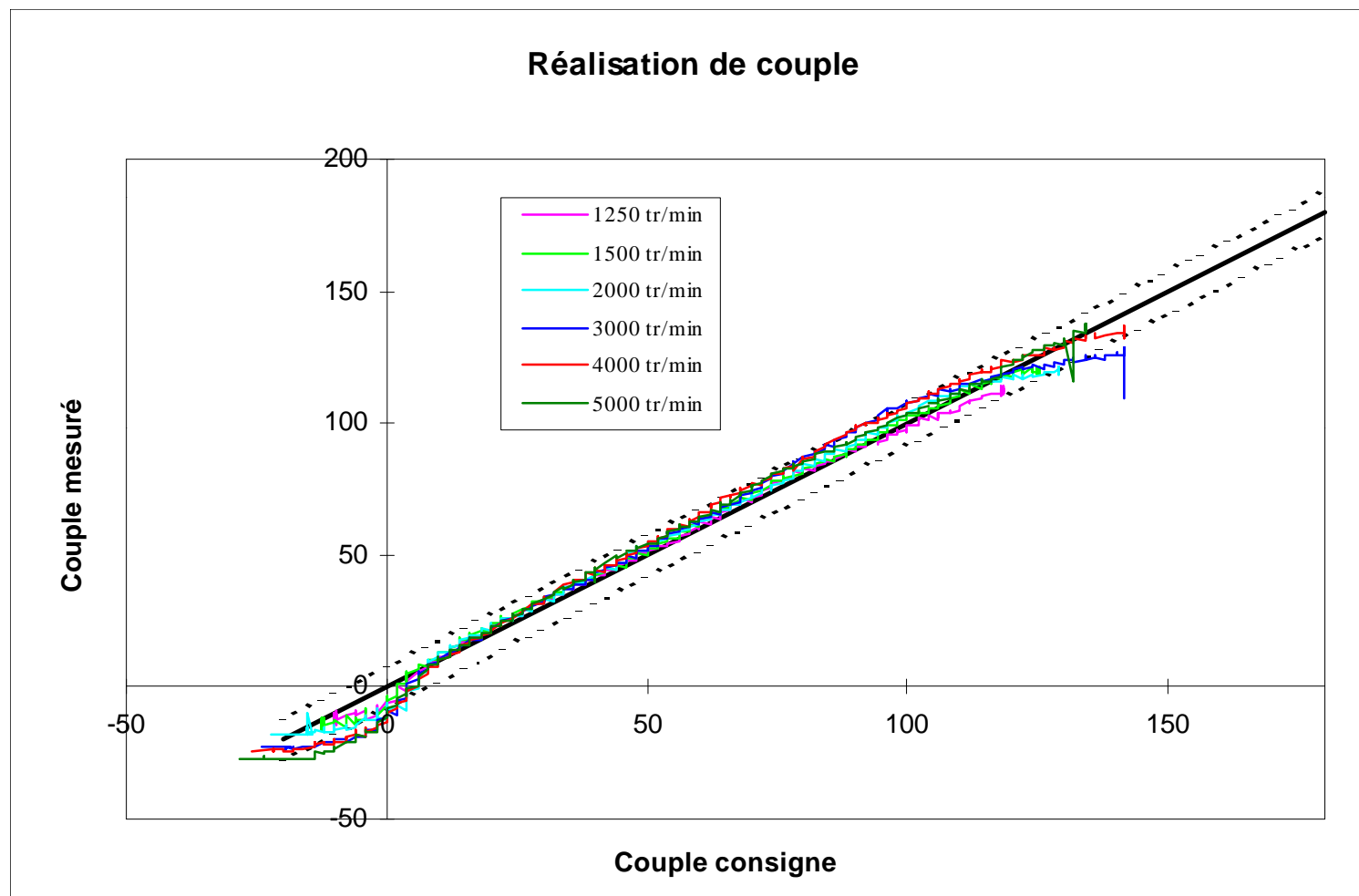
Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

COUPLE MESURE



# Validation statique (6)

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



## ***VALIDATION DYNAMIQUE :***

***⇒ L 'OBJECTIF EST DE VERIFIER QUE LES ERREURS EN  
TRANSITOIRES SONT COHERENTES AVEC LE CAHIER DES  
CHARGES DES INTER-SYSTEMES.***

# Validation dynamique (1)

## ☞ MOYENS UTILISES :

- ⇒ Essais sur banc moteur stationnaire.
- ⇒ Canalyseur : logiciel permettant de programmer les requêtes de couple envoyées sur le réseau CAN.
- ⇒ Requêtes envoyées sur le CAN via la prise de Diagnostic du calculateur (possible aussi avec un boîtier d'éclatement).
- ⇒ Outil de dialogue avec calculateur (INCA,..) pour obtenir des enregistrements qui seront consommés par l'outil MATLAB de dépouillement VASCO.

## ☞ DEROULEMENT DES ESSAIS :

- ⇒ Requêtes spécifiques représentatives des inters-systèmes.
- ⇒ CME\_lent & CME\_rapide avec CME\_lent = ou différent du CME\_rapide afin de solliciter la chaîne d'avance.



## Validation dynamique (2)

### ➡ VALIDATION DES RESULTATS :

- ⇒ Critère indicatif : Couple\_obtenu & Couple\_formaté inclus dans un gabarit.
- ⇒ Moyens de dépouillement : 2 outils MATLAB
  - ➔ VASCO (VALidation Structure COuple),
  - ➔ TRACOURBE est un outil de dépouillement graphique : il permet de tracer des courbes complémentaires à celles de VASCO.

### ➡ REMARQUES :

- ⇒ VASCO permet uniquement de progresser dans l'amélioration de la réponse en couple.
- ⇒ Ce sont les interlocuteurs inter-systèmes qui valident.

## Validation dynamique (3)

⇒ Pour pouvoir dépouiller dans VASCO, il faut **IMPERATIVEMENT** enregistrer les variables suivantes:

- Consigne de couple lente,
- Consigne de couple rapide,
- Couple formaté,
- Couple brut électrique de la génératrice,
- Bouléen d 'activation de la structure couple,
- Régime moteur.

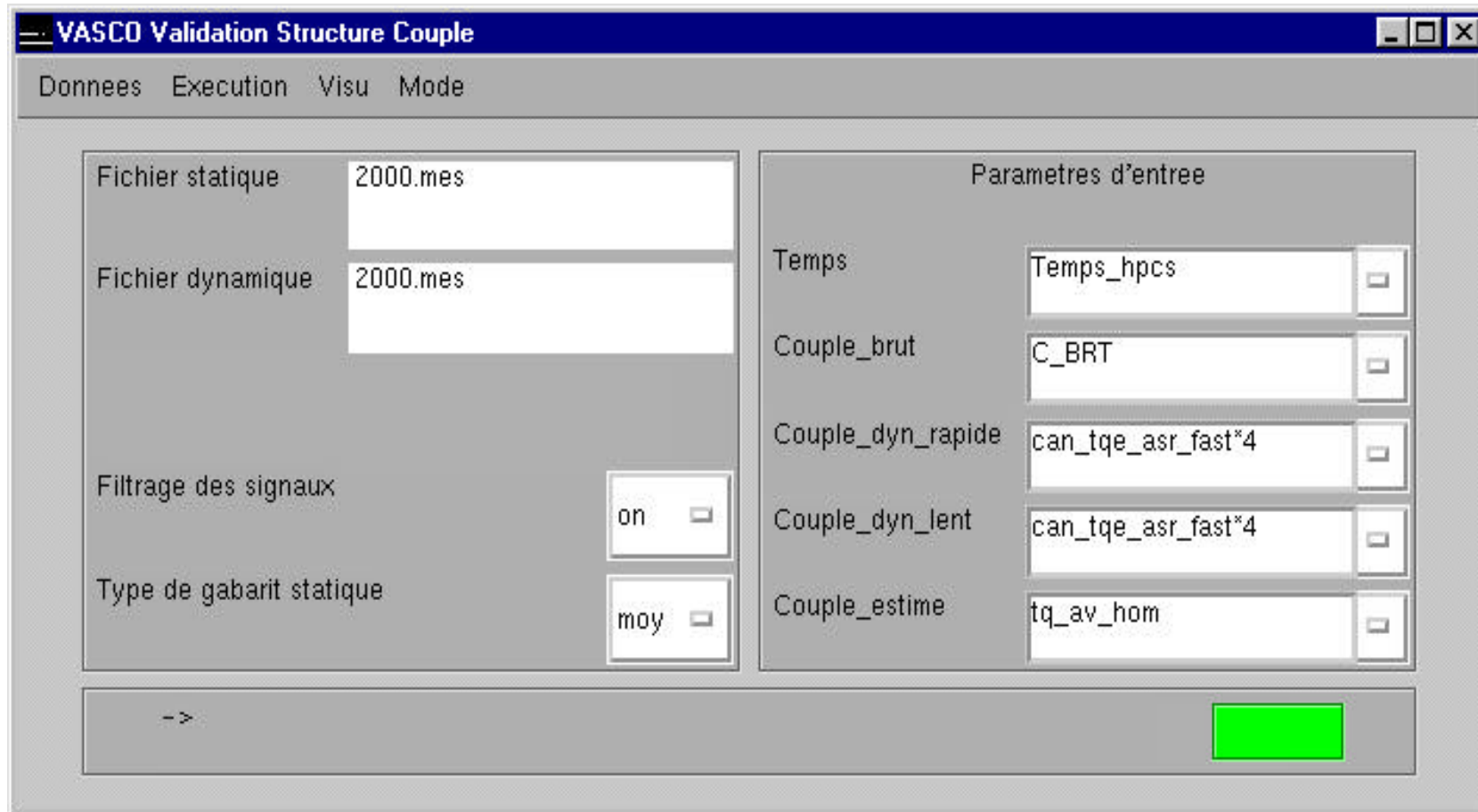
⇒ Il est fortement conseillé d 'enregistrer aussi d 'autres variables d 'aide à la compréhension:

- Avance allumage (ex: vérifier qu'on n'est pas en butée d'avance),
- Angle papillon de consigne et angle réel (ex: asservissement du BP),
- Section de consigne,
- Temps d 'injection.

# Validation dynamique (4)

## Outil MATLAB « VASCO »

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**

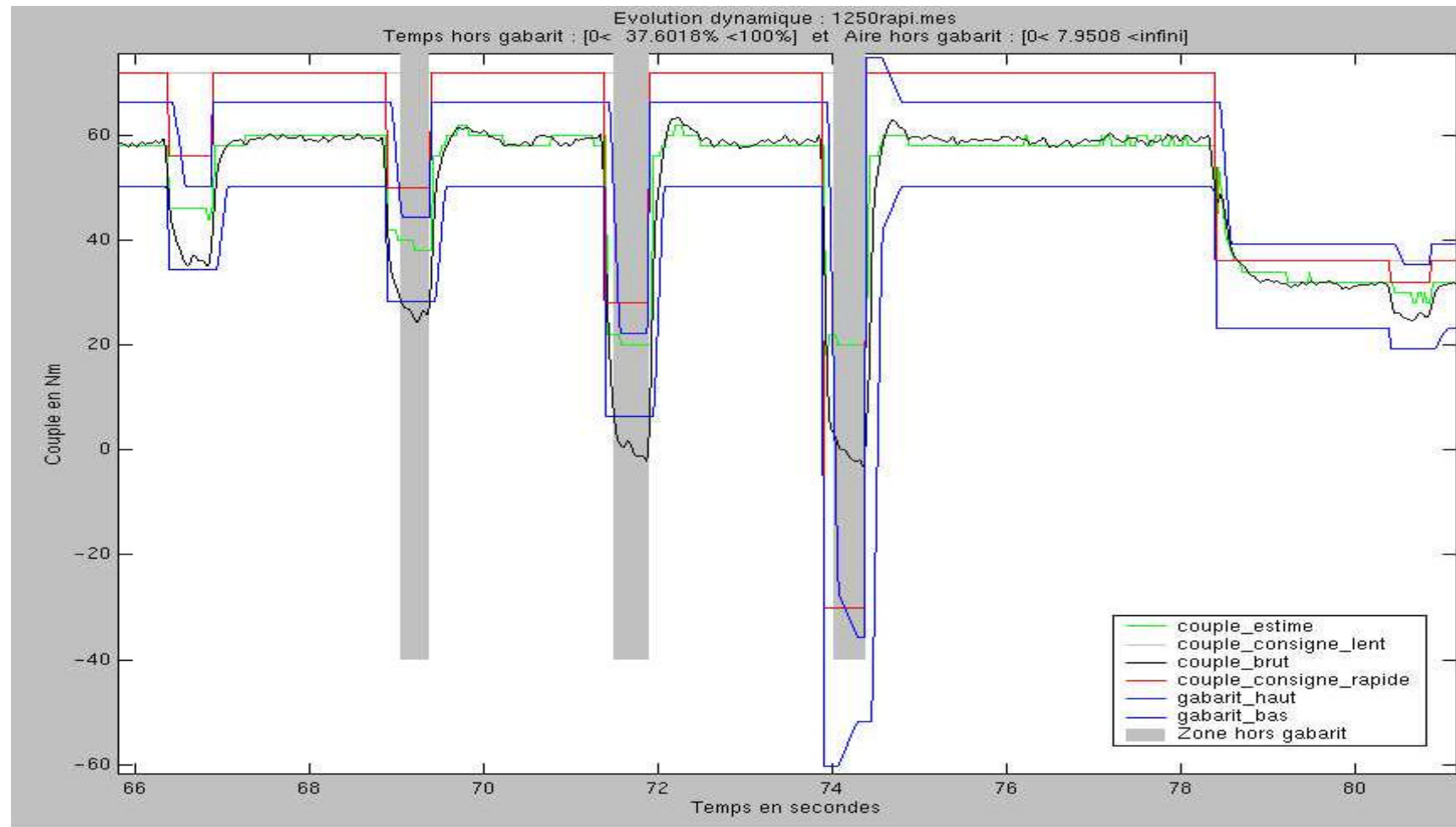


The screenshot shows the 'VASCO Validation Structure Couple' window. It has a menu bar with 'Donnees', 'Execution', 'Visu', and 'Mode'. The main area is divided into two columns. The left column contains 'Fichier statique' and 'Fichier dynamique', both set to '2000.mes'. Below these are 'Filtrage des signaux' (set to 'on') and 'Type de gabarit statique' (set to 'moy'). The right column is titled 'Parametres d'entree' and contains five entries: 'Temps' (set to 'Temps\_hpcs'), 'Couple\_brut' (set to 'C\_BRT'), 'Couple\_dyn\_rapide' (set to 'can\_tqe\_asr\_fast\*4'), 'Couple\_dyn\_lent' (set to 'can\_tqe\_asr\_fast\*4'), and 'Couple\_estime' (set to 'tq\_av\_hom'). At the bottom, there is a green button and a '->' label.

# Validation dynamique (5)

## Outil MATLAB « VASCO »

**Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161**



## ***EXEMPLE DE STRATEGIES :***

⇒ ***UN CERTAIN NOMBRE DE STRATEGIES SONT INTERESSEES  
PAR LE PILOTAGE EN COUPLE.***

## Correction de consigne couple lent pour le cliquetis (moteur turbo)

- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : le banc moteur.
- ➡ **PHILOSOPHIE DE CALIBRATION** : 2 cas à distinguer.
  - ⇒ Retrait d 'avance boucle lente pas trop important.
    - ➔ La prestation agrément de conduite est prioritaire : la structure couple doit compenser le retrait d 'avance.
    - ➔ Pas de correction sur demande de couple lente.
    - ➔ Ordre de grandeur : laisser compenser la SC jusqu'à  $KSC=3^\circ$  vil.
  - ⇒ Retrait d 'avance boucle lente trop important.
    - ➔ La protection du moteur est prioritaire.
    - ➔ Atteindre très rapidement un coefficient de correction du couple lent suffisamment important pour que la chute de couple soit vraiment sensible (pour le conducteur notamment).
    - ➔ Ordre de grandeur : jusqu'à 10% de chute de couple environ.

# Correction consigne de couple en surrégime

- ➡ **MOYEN D 'ESSAI** : le véhicule.
- ➡ **PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**: à l 'approche du régime de coupure, filtrer la demande de couple afin de limiter l 'à-coups en cas de coupure.
- ➡ **CALIBRATION** : compromis à trouver
  - ⇒ Filtrage suffisamment faible afin d 'atteindre la coupure et forcer ainsi le client à ne pas rester trop longtemps sur un point à haut régime,
  - ⇒ Filtrage suffisamment fort afin d 'avoir une coupure avec à coup acceptable.

# ***DOCUMENTS DE REFERENCE***



## Méthodologies existantes : soft SAGEM A3

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **Méthodologie de calibration SAGEM (C.BENJOUA).**
  - ⇒ Deux parties : formation & méthodologie.
  
- ➡ **Caractérisation de la SC :**
  - ⇒ NT N° 031/99/TA62231 (T.Andre) : Validation statique.
  - ⇒ NT N° 032/99/TA62231 (T.Andre) : Caractérisation dynamique.
  
- ➡ **Progressivité pédale :**
  - ⇒ CR N° 001/00/AJ66710 (A.Jean) : comparatif de progressivité.

## Méthodologies existantes : soft SIEMENS E5

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ **Méthodologie de calibration partielle pour toute la SC.**  
⇒ NT N° 002/99/TA62231 (T.ANDRE),
- ➡ **Section efficace papillon :**  
⇒ NT N° 022/99/TA62231 (T.ANDRE).
- ➡ **Sûreté de fonctionnement :**
  - ⇒ CR N° R378/00/66101 (A.Martinez) : récapitulatif des calibrations retenues lors de la journée du 30/03/00 sur motorisations K4, F4 et F5.
  - ⇒ CR N° R247/99/66163 (A.Martinez) : compte rendu d 'essais de précalibration.
  - ⇒ CR N° R261/99/66163 (A.Martinez) : compte rendu d 'essais de précalibration.
  - ⇒ NT N° 583/99/66710 (L.Mispreuve) : pré-calibration avant mission Ventoux.

## Méthodologies existantes : soft SAGEM A5

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

- ➡ Méthodologie générale de calibration d 'E.VALENCIENNES.
- ➡ Commande du BOITIER PAPILLON :
  - ⇒ NT N° 278/99/62231 (B Bernard de Jandin).
- ➡ Estimation pression échappement par le soft:
  - ⇒ NT N° 026/00/66463 (E.Pain).
- ➡ Stratégie d 'enrichissement :
  - ⇒ NT N° 070/99/66463 (E.Pain).
- ➡ Essais banc moteur :
  - ⇒ NF N° 217/98/62413 (M.Dedieu).
- ➡ Outils structure couple :
  - ⇒ NT N° 022/00/66161 (B.Rollet & C.Tunetier) : outil VASCO.

## Méthodologies existantes : soft SAGEM A5

Structure couple  
moteurs essence  
Métier MAP & GMP  
Service 66161

☞ **Caractérisation SC :**

- ⇒ NT N° 005/00/66463 (E.Pain) : profils de couple à appliquer pour la caractérisation dynamique.
- ⇒ NT N° 094/99/66463 (E.Pain) : intérêt de l'outil CANALYSER.
- ⇒ NT N° 081/99/66463 (E.Pain) : méthodologie de caractérisation statique et dynamique.

☞ **Document de formation :**

- ⇒ Structure Couple F4R\_turbo (E.Valenciennes & T.Prunier).

☞ **Influence de la richesse :**

- ⇒ NT N° 012/00/66463 (E.Pain) : méthodologie de calibration du CMI + massique à l'avance optimale.