

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE  
ACADEMIE DU GRAND CASABLANCA  
DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
DELEGATION EL FIDA- MERS SULTAN  
DE LA FORMATION DES CADRES  
LYCEE AL KHAOUARIZMY  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
DEPARTEMENT DE L'EDUCATION NATIONALE

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR**

**PRODUCTIQUE PAR ALTERNANCE**

**EXAMEN DE SORTIE**

**SESSION MAI 2009**

**EPREUVE DE**

**QUALITE ET GESTION DE PRODUCTION**

Durée : 4 heures

Coefficient : 10

# PRESENTATION DE LA PIECE

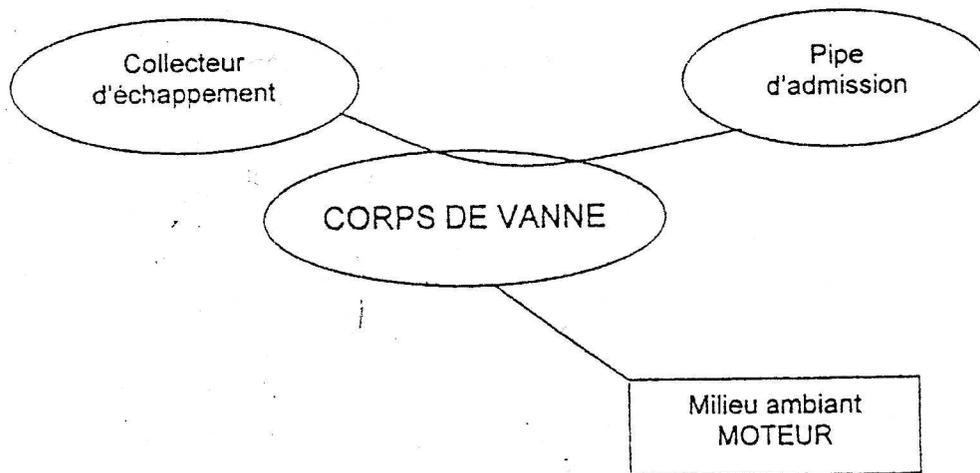
## 1/ Environnement et fonction

Le corps de vanne fait partie d'un sous ensemble appelé « vanne EGR ».

Ce sous ensemble équipe la famille des moteurs diesels communs aux véhicules de marque RENAULT - VOLVO.

Ce produit a été développé conjointement par les sociétés RENAULT et SAGEM et la réalisation a été confiée à la société VALFOND Mécanique.

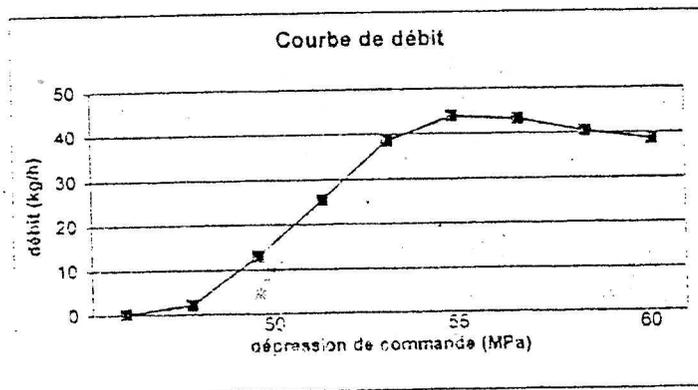
Le but de la fonction EGR (Exhaust Gaz Recycling) est de réduire la production de gaz Nox (Oxyde d'azote) afin que les moteurs modernes répondent aux normes européennes en matière de pollution. La réduction des émissions nocives se fait par réduction de la température de combustion du mélange en réintroduisant une partie des gaz d'échappement dans l'admission.



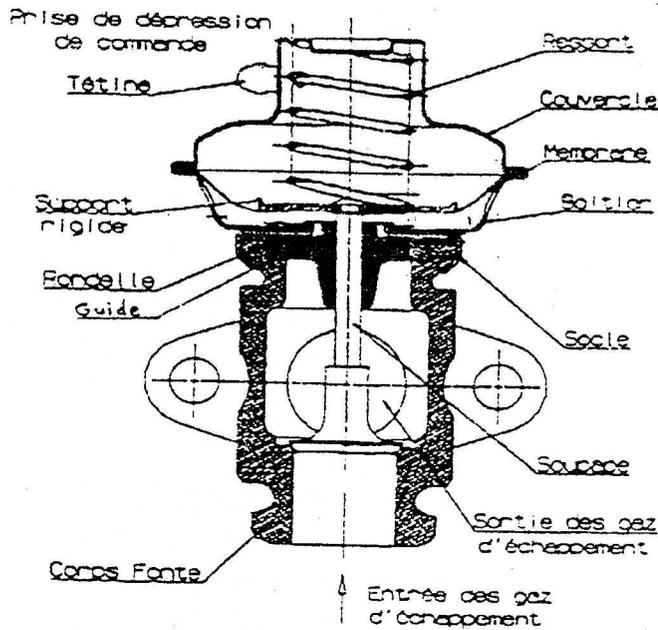
## 2/ Fonctionnement

- Le calculateur de contrôle moteur gère le volume de gaz recyclé en fonction des conditions de fonctionnement afin
  - d'optimiser la fonction dépollution (le moins de polluant Nox possible)
  - de ne pas dégrader le fonctionnement du moteur (puissance)
- La vanne EGR rentre donc en action pendant les périodes suivantes :
  - moteur chaud
  - en charges partielles (ni au ralenti, ni en pleine charge)

Une courbe de débit est adaptée aux besoins du moteur :



- Le schéma ci-après représente l'ensemble « vanne EGR » et donne un aperçu du fonctionnement de celle-ci.

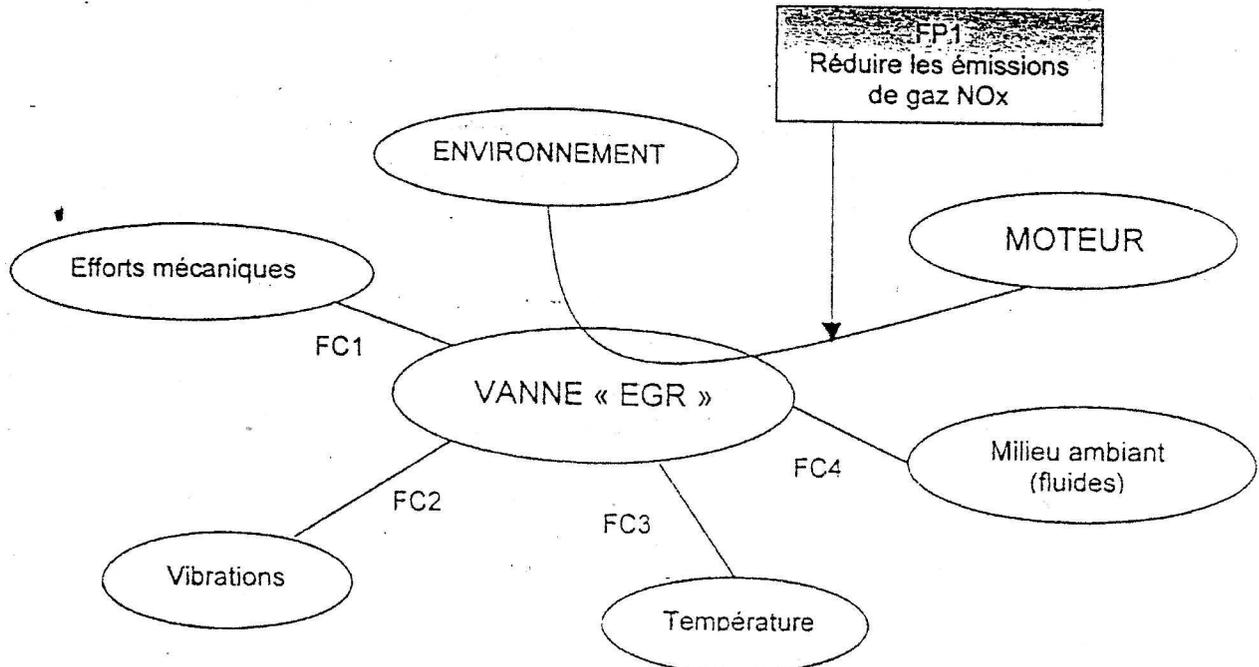


Lorsqu'une dépression est présente à l'intérieur du boîtier :

- ⇒ la membrane se déplace d'une valeur proportionnelle à la dépression
- ⇒ la soupape se déplace de la même valeur
- ⇒ un volume de gaz ainsi contrôlé peut passer de l'orifice d'entrée (collecteur d'échappement) vers la sortie (admission moteur)
- ⇒ le ressort, taré à une valeur inférieure à la plus petite dépression (selon Cahier des Charges) ramène ensuite la soupape pour fermer l'orifice d'entrée.

### 3/ Caractéristiques

Le sous-ensemble « vanne EGR » doit répondre à l'ensemble des fonctions décrites ci – dessous :



FPi : fonction principale  
FCi : fonction de contrainte

Voici quelques éléments du cahier des charges permettant de comprendre les différentes fonctions de contraintes :

- ⇒ FC1 : vissage des écrous sur la bride  $F \leq 16\,000\text{ N}$   
maintenance nulle (produit non démontable)
- ⇒ FC2 : tenue vibrations du moteur en fonctionnement
- ⇒ FC3 : tenue aux chocs thermiques entre moteur à l'arrêt et moteur chaud  
aux gaz d'échappement qui transitent par la vanne (environ  $300^\circ\text{C}$ )
- ⇒ FC4 : tenue aux fluides environnants (huile, liquide de freinage, carburant, etc.)  
sous capot
- ⇒ **FP1** : précision de fonctionnement, étanchéité de la soupape sur son siège

Cette fonction principale est conditionnée par le respect des spécifications dimensionnelles et géométriques du plan client :

- siège de soupape non détériorée (fonction étanchéité)
- raccordement boîtier / guide non détérioré
- interfaces de raccordement non dégradées

#### 4/ Matériau

Afin de répondre notamment aux fonctions FC2 et FC3 et pour réduire les coûts d'obtention du brut et de l'usinage le choix du constructeur s'est porté sur la fonte FGL 250 :

Sa composition chimique est la suivante (éléments en % )

C	Si	Mn	S	P	Cr
3,8	1,8	0,5	< 0,15	< 0,10	< 0,35

Les éléments d'addition comme le silicium (Si) améliorent la résilience (FC1) et la résistance aux chocs thermiques (FC3).

Sa structure est perlitique (ferrite  $\leq 5\%$ )

Sa dureté est de l'ordre de 200 HB.

## Partie A : gestion de production

Le corps de vanne EGR (document 1) est fabriqué par lots de 600 pièces/mois, les étapes d'élaborations de la pièce depuis de la réception du brute moulé en sable jusqu'à son expédition sont données ci-dessous :

N° phase	désignation	moyen	Tp	Tu
10	Réception brute & contrôle	magasin	1 h	0.15 h
20	Fraisage de A, et perçage de (F) éb au $\Phi 18.5$ et les 2 trous de $\Phi 9.1$	Fraiseuse verticale	0.5 h	0.1 h
30	Tournage du 1 <sup>er</sup> orifice (détail A)	Tour CN	0.5h	0.05 h
40	Tournage du 2 <sup>ème</sup> orifice contenant D	Tour CN	0.5 h	0.06 h
50	Contrôle finale de fabrication	MMT	2 h	0.01 h
60	Emballage -expédition	Carton C16-30 pièces	1 h	0.5/cartons

- Tp : temps de préparation
- Tu : temps de production

**Question 1 :** ( /3pts)

**Le tournage du 1<sup>er</sup> orifice (détail A) est réalisé en Tour à CN**

- a- donner les différentes tâches à envisagées lors du lancement du lot de fabrication?
- b- donner à l'aide d'un tableau les antériorités entre ses tâches ( les contraintes de ses antériorités est à spécifier sur votre copie ) ?

**Question 2 :** ( /2pts)

**La production se fait pendant 8h / jour et 6 j / semaine pou 4 semaine/mois**

- donner le diagramme de GANTT pour le lot de fabrication de 600 p/mois?
  - en déduire le temps totale du production du lot, donner une conclusion?
- ( rq : les temps de préparation sont toujours pris en chevauchement )

**Question 3 :** ( /2pts)

**Si on admet des lots de transferts de 150pièces**

- donner le diagramme de GANTT correspondant à cette nouvelle situation et donner une conclusion ?

**Question 4 :** ( /3pts)

On donne : \* le coût unitaire de chaque pièce  $a = 120$  dh,  
 \* le coût de lancement d'un lot  $Cl = 100$  dh,  
 \* le taux de possession annuel  $\tau = 30\%$

- a- donner la quantité économique de transfert ? à quoi correspond Cl et  $\tau$  dans notre cas ?
- b- déterminer l'air de stockage à prévoir en amant et en aval pour les postes correspondants aux phases 30 ,40 et 50 ?

**Question 5 :** ( /2pts)

- donner la méthode du calcul de la quantité économique dans le cas de remise?

## Partie 2 : qualité

On se propose de faire le suivi du procédé Tour CN par outil MSP ; le diamètre ( F ) de  $\Phi 19^{+0.06}$  étant la caractéristique à surveillée par carte de contrôle aux mesures Schewart ( X / S avec X : la moyenne , S : l'écart type réduit ), les mesures de 10 échantillons de 5 pièces sont données ci-dessous :

Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Ech 6	Ech 7	Ech 8	Ech 9	Ech 10
19.01	18.99	19.01	19.00	19.01	19.00	19.00	18.98	18.99	18.98
19.01	19.00	19.00	19.00	19.01	19.02	19.01	19.01	19.01	18.99
18.98	18.98	18.99	18.97	19.00	19.03	19.02	18.99	19.01	18.99
19.01	19.00	18.99	18.99	19.01	19.02	19.01	18.99	18.99	19.00
19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.03	19.01	19.02	19.00	19.00

Question 1 : ( /1.5pts)

*Donner la méthode de vérification de la normalité de la distribution des diamètres  $\Phi 19^{+0.06}$  par ' droite d'Henry ' ?*

Question 2 : ( /2pts)

*Déterminer les limites de contrôles pour la carte X/ S puis tracer les sur Le document correspondant ?*

Question 3 : ( /2pts)

*Déterminer Cp , Cpk, Cm et Cmk ?*

Question 4 : ( /1.5pts)

*Interpréter les résultats trouvés ainsi que la décision à prendre ?*

Question 4 : ( /1pt)

*Quel est l'intérêt du journal de bord indiqué en bas de la carte de contrôle ?*

Annexe 1

## Récapitulatif des différents calculs de la carte de Shewhart

Situation Données nécessaires	Calcul des limites de la carte des moyennes	Calcul des limites de la carte de dispersion
Calculs à partir de l'écart type de la population totale $\sigma$	$LIC_{\bar{X}} = \text{Cible} - A \cdot \sigma$ $LSC_{\bar{X}} = \text{Cible} + A \cdot \sigma$	<i>Carte des étendues</i> $LIC_R = D_5 \cdot \sigma$ $LSC_R = D_6 \cdot \sigma$ <i>Carte des écarts types</i> $LIC_S = B_5 \cdot \sigma$ $LSC_S = B_6 \cdot \sigma$
Calculs à partir de l'étendue moyenne $\bar{R}$	$LIC_{\bar{X}} = \text{Cible} - A_2 \cdot \bar{R}$ $LSC_{\bar{X}} = \text{Cible} + A_2 \cdot \bar{R}$	<i>Carte des étendues</i> $LIC_R = D_3 \cdot \bar{R}$ $LSC_R = D_4 \cdot \bar{R}$
Calculs à partir de l'écart type moyen $\bar{S}$	$LIC_{\bar{X}} = \text{Cible} - A_3 \cdot \bar{S}$ $LSC_{\bar{X}} = \text{Cible} + A_3 \cdot \bar{S}$	<i>Carte des écarts types</i> $LIC_S = B_3 \cdot \bar{S}$ $LSC_S = B_4 \cdot \bar{S}$

Les coefficients sont donnés dans le tableau ci-dessous :

n	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	B <sub>5</sub>	B <sub>6</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	D <sub>6</sub>
2	1,128	0,853	2,121	1,880	2,659	-	3,267	-	2,606	-	3,267	-	3,686
3	1,693	0,888	1,732	1,023	1,954	-	2,568	-	2,276	-	2,574	-	4,358
4	2,059	0,880	1,500	0,729	1,628	-	2,266	-	2,088	-	2,282	-	4,698
5	2,326	0,864	1,342	0,577	1,427	-	2,089	-	1,964	-	2,114	-	4,918
6	2,534	0,848	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	-	2,004	-	5,078
7	2,704	0,833	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,076	1,924	0,205	5,203
8	2,847	0,820	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,178	1,752	0,136	1,864	0,387	5,307
9	2,970	0,808	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,184	1,816	0,546	5,394
10	3,078	0,797	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,277	1,669	0,223	1,777	0,687	5,469
11	3,173	0,787	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,314	1,637	0,256	1,744	0,812	5,534
12	3,258	0,778	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,609	0,283	1,717	0,924	5,592
13	3,336	0,770	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	0,307	1,693	1,026	5,646
14	3,407	0,762	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	0,328	1,672	1,121	5,693
15	3,472	0,755	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,420	1,544	0,347	1,653	1,207	5,737
20	3,735	0,729	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,503	1,471	0,415	1,585	1,548	5,922

- Tableau récapitulatif des coefficients de calcul

$C_4 = 0,94$

# Règles de pilotage d'une production par "carte de pilotage SPC"

METHODE DE PILOTAGE	
Prélever un échantillon de pièces consécutives et sans intervention	
Mesurer les pièces et reporter les points sur la carte de pilotage	
Interpréter avec les règles d'interprétation des cartes de pilotage (Page suivante)	
Appliquer le tableau de décision, En cas de réglage, appliquer la règle de vérification des réglages	

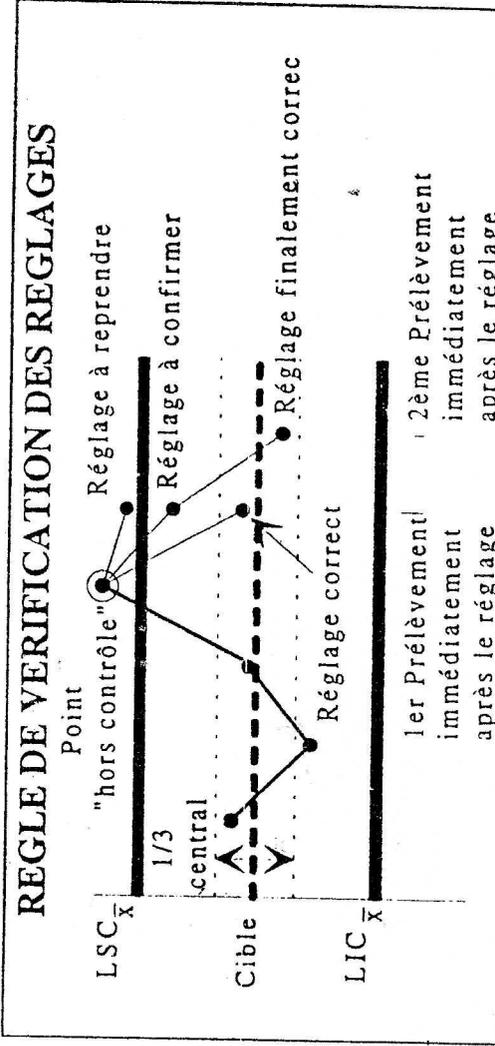


Fig 1

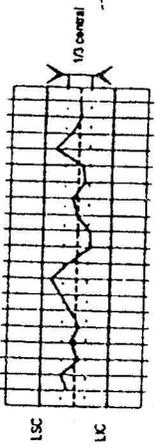
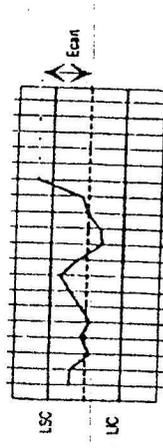
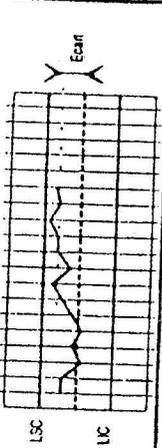
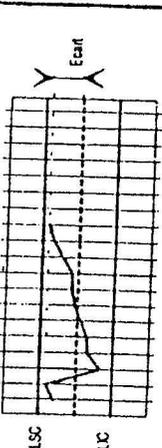
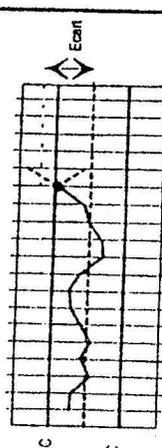
Fig 2

Fig 3

TABLEAU DE DECISION		Valeur du Cpk observé sur les cartes précédentes	
Le dernier point sur la carte indique : Le procédé est "sous contrôle"	Cpk inférieur à 1,33 Contrôle unitaire (Tri à 100%)	Cpk compris entre 1,33 et 1,67	Cpk supérieur à 1,67
Le procédé devient "hors contrôle" MAIS toutes les valeurs individuelles du prélèvement sont dans les tolérances	Contrôle unitaire (Tri à 100%)	ACCEPTER les pièces	ACCEPTER les pièces
Le procédé devient "hors contrôle" ET une ou plusieurs valeurs individuelles du prélèvement sont hors tolérances	Contrôle unitaire (Tri à 100%)	IDENTIFIER et CORRIGER la cause spéciale	
		IDENTIFIER et CORRIGER la cause spéciale	
		TRIER les composants depuis le dernier point "sous contrôle" de la carte de pilotage	
		TRIER les composants depuis le dernier point "sous contrôle" de la carte de pilotage	



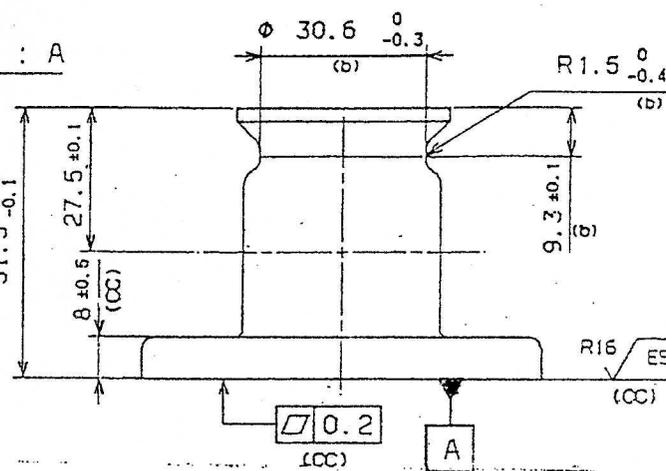
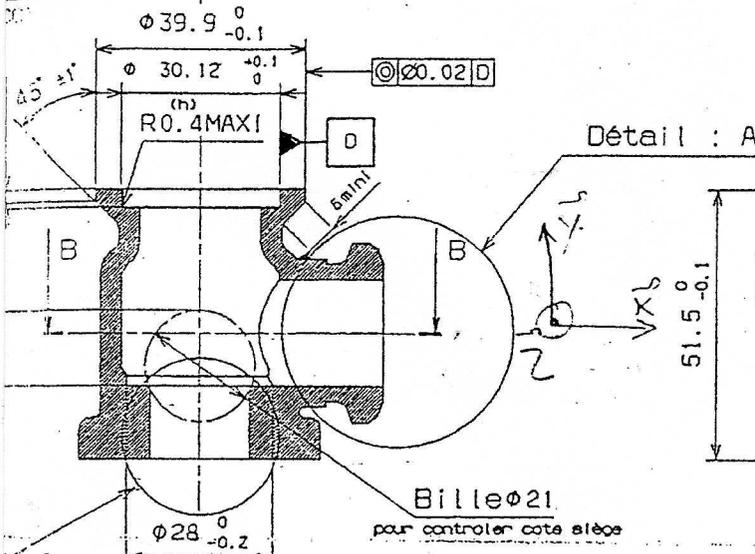
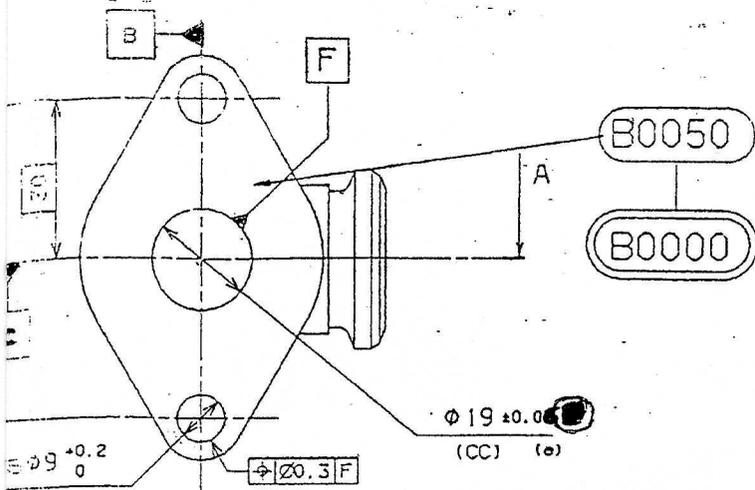
## Règles principales d'interprétation des cartes de pilotage

Graphique		Description	Décision carte des moyennes	Décision carte des étendues
	<p><b>Procédé sous contrôle</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les courbes <math>\bar{X}</math> et R oscillent de chaque côté de la moyenne.</li> <li>2/3 des points sont dans le tiers central de la carte.</li> </ul>			
	<p><b>Point hors limites</b></p> <p>Le dernier point tracé a franchi une limite de contrôle.</p>	Régler le procédé de la valeur de l'écart qui sépare le point de la valeur cible.		<p><b>Cas limite supérieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>Il y a une erreur de mesure.</li> </ul> <p><b>Cas limite inférieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine s'améliore.</li> <li>Le système de mesure est bloqué.</li> </ul>
	<p><b>Tendance supérieure ou inférieure</b></p> <p>7 points consécutifs sont supérieurs ou inférieurs à la moyenne.</p>	Régler le procédé de l'écart moyen qui sépare la tendance à la valeur cible.		<p><b>Cas tendance supérieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>Cas tendance inférieure</li> </ul> <p><b>Cas tendance inférieure</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine s'améliore. Il faut trouver l'origine de cette amélioration pour la maintenir.</li> </ul>
	<p><b>Tendance croissante ou décroissante</b></p> <p>7 points consécutifs sont en augmentation régulière, ou en diminution régulière.</p>	Régler le procédé si le dernier point approche les limites de contrôle de l'écart qui sépare le dernier point à la valeur cible.		<p><b>Cas série croissante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</li> <li>Cas série décroissante</li> </ul> <p><b>Cas série décroissante</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La capacité machine s'améliore. Il faut trouver l'origine de cette amélioration pour la maintenir.</li> </ul>
	<p><b>1 point proche des limites</b></p> <p>Le dernier point tracé se situe dans le 1/6 au bord de la carte de contrôle.</p>	Confirmer en prélevant immédiatement un autre échantillon. Si le point revient dans le tiers central - production Si le point est également proche des limites ou hors limites, régler de la valeur moyenne des deux points.		<p><b>Cas limite supérieure</b></p> <p>Surveiller la capacité</p> <p>Si plusieurs points de la carte sont également proches de la limite supérieure, la capacité se détériore. Il faut trouver l'origine de cette détérioration et intervenir.</p>

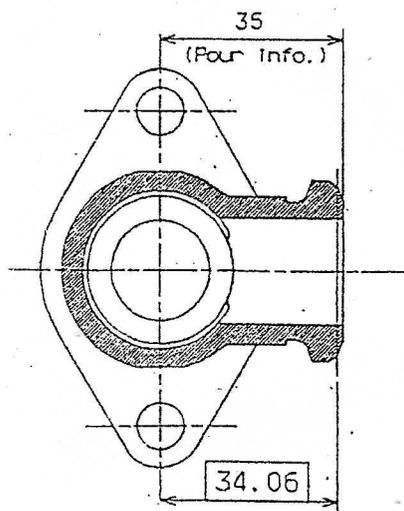
En cas de réglage : Un nouvel échantillon est mesuré et marqué sur la carte. Pour être acceptable, le point doit se situer dans le tiers central de la carte des moyennes.

Fig. 4

# Document 1

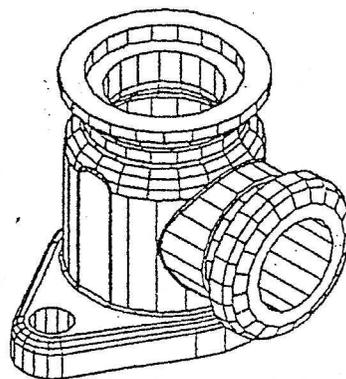


COUPE A/A



COUPE B/B

Echelle : 1/2



Mat. FGI 250		Titre / Title <b>CORPS FONTE USINE</b>	
Code 01516-0002	Date:		
Ech. / Scale: 1/2	Vérifié par / Checked by		
		Format / Size <b>A3</b>	
		Fauille / Sheet 1 / 1	
Mass / Weight 310g ± 10%		Reference / Number <b>2581148</b>	Series <b>B0000</b>
N° Point			

