Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

MOTEURS À COMBUSTION INTERNE

SESSION 2007

ÉTUDE DES MOTEURS

U 52 ÉTUDE ET ANALYSE DES MOTEURS

Durée 3 h - Coefficient 3

CORRIGÉ

CODE ÉPREUVE : 0706MOE5EAM		**EXAMEN : BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**	**SPÉCIALITÉ : MOTEURS À COMBUSTION INTERNE**
SESSION 2007	**Corrigé**	***ÉPREUVE :* ÉTUDE DES MOTEURS ÉTUDE ET ANALYSE DES MOTEURS – U 52**	
Durée : 3h	**Coefficient : 3**	**Code sujet : 13EM06**	**Page : 1 / 10**

1ère Partie : Etude du Circuit RGE (EGR).*(18 points)*

Partie 1.1 : Rôle et fonctionnement du RGE.

Question 1.1.1 Rôle du RGE

a) Sur quel polluant le système RGE agit-il ?
Le RGE réduit les émissions d'oxydes d'azote (NOx) ***(0,5 point)***

b) Justifier par au moins un argument l'effet de la RGE sur la réduction de ce polluant ?
La présence de gaz d'échappement dans le cylindre diminue la concentration en oxygène. En conséquence il ya une dimunition de la fabrication d'oxydes d'azote. ***(2 points)***

Question 1.1.2 Principe de Fonctionnement du RGE

a) Identifier les éléments du système RGE sur le schéma pneumatique normalisé (document réponse 1), à l'aide du **document ressource 1**.
Voir document réponse 1 ***(2 points)***
b) Compléter les lignes 2, 3, 4 et 5 du tableau **document réponse 1**. Utiliser les termes indiqués sur ce document.
Voir document réponse 1 ***(3 points)***
c) Compléter les lignes 6 et 7 du tableau **document réponse 1** en supposant Qair + Q_{RGE} =cte.
Voir document réponse 1 ***(2 points)***
d) De quel capteur le calculateur a–t-il besoin pour gérer le taux de RGE ? (voir **document ressource 1).**
La régulation du taux de RGE s'effectue en régulant le débit d'air frais. Le débitmètre d'air 2 envoie au calculateur la mesure, il peut donc la comparer avec la consigne. ***(1 point)***

Partie 1.2 : Structure RGE voir Document ressource 2 page 8

Question 1.2.1 Boucle de régulation RGE

a) Citer les paramètres d'entrée qui permettent de déterminer le calcul de la consigne de débit d'air.
Régime,
Débit souhaité,
Température eau,
Pression atmosphérique,
Débit souhaité, débit de ralenti compris,
Température d'air corrigée.
(1,5 points)

b) Identifier la fonction des blocs de la boucle de régulation document réponse 2. Compléter le **document réponse 2.**
Voir document réponse 2 ***(1 point)***

Question 1.2.2 Fonction Correcteur PI

a) Etablir l'expression littérale de l'écart ε en fonction de Qair et Qairc (consigne) ?
ε = Qairc – Qair ***(1 point)***

b) Tracer qualitativement l'allure de Qair et ε à partir de l'action du correcteur PI
Voir document réponse 2 ***(2 points)***

c) Citer le nom et la fonction de **P** du correcteur PI ?
L'action proportionnelle augmente la rapidité et la précision. ***(1 point)***

d) Citer le nom et la fonction de **I** du correcteur PI ?
L'action intégrale supprime l'écart ε ***(1 point)***

2ème Partie : Etude du Circuit de suralimentation *(18 points)*

Partie 2.1 : Validation compresseur

Question 2.1.1 : Calcul du débit massique air.

a) Exprimer le débit massique de gazole Q_{GO} (g/s) en fonction de Pe, Cse.

$$Q_{(GO)} = \frac{Cse \cdot Pe}{3600}$$ ***(1 point)***

b) Exprimer le débit massique d'air Q_{air} (g/s) en fonction de Q_{GO}, R et PCO, puis en fonction de Pe, Cse, R et PCO.

$$Q_{air} = Q_{(GO)} \cdot \frac{PCO}{R}$$ ***(1 point)***

$$Q_{air} = \frac{Cse \cdot Pe}{3600} \cdot \frac{PCO}{R}$$ ***(1 point)***

c) Calculer le Qair exprimé en g/s.

$$Q_{air} = \frac{250 \cdot 80}{3600} \cdot \frac{14,5}{0,8}$$

$$Q_{air} = 100,7 g/s$$ ***(1 point)***

Question 2.1.2 : Point de fonctionnement dans le champ compresseur.

a) Calculer les coordonnées du point de fonctionnement. Placer ce point sur le **document réponse 3.**

Calculons les coordonnées du point de fonctionnement (Qairc ; P2/P1)

$Qairc = 100,7 \cdot \frac{\sqrt{298,15/298,15}}{1000/1000}$ *donc* $Qairc = 100,7 g/s$ ***(0,5 point)***

$P2/P1 = 2,1/1$ *donc* $P2/P1 = 2,1$ ***(0,5 point)***

Plaçons ce point dans le champ compresseur, voir document réponse 3 ***(1 point)***

b) En déduire le rendement isentropique ηis ? Conclure.

Le rendement isentropique est supérieur à 76%, il respecte le cahier des charges. ***(1 point)***

Partie 2.2 : Validation Echangeur

Question 2.2.1 : Calcul de la température T2.

a) Exprimer la température isentropique sortie compresseur T2is en fonction de T1, P1, P2 et γ.

Si on suppose la compression adiabatique et réversible donc isentropique, la relation liant T2is, T1, P1, P2 et γ est :

$$T2is = T1 \cdot \left(\frac{P2}{P1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$ ***(2,5 points)***

b) Calculer T2is

$$T2is = 298{,}15 \cdot \left(\frac{2{,}1}{1}\right)^{\frac{1{,}4-1}{1{,}4}}$$

$$T2is = 368{,}6K = 95{,}4°C$$ ***(1 point)***

c) Exprimer le rendement isentropique ηis en fonction de T2is, T2 et T1

$$\eta is = \frac{T2is - T1}{T2 - T1} \Rightarrow$$

$$T2 = \frac{T2is - T1}{\eta is} + T1$$ ***(2,5 points)***

d) Calculer T2

$$T2 = \frac{368{,}6 - 298{,}15}{0{,}76} + 298{,}15$$

$$T2 = 390{,}8K = 117{,}6°C$$ ***(1 point)***

<u>Question 2.2.2 :</u> Vérification efficacité échangeur.

a) Exprimer l'efficacité e en fonction de T2, T3 et T0.

$$e = \frac{T2 - T3}{T2 - T0}$$ ***(2 points)***

b) Calculer l'efficacité, conclure.

$$e = \frac{390{,}8 - 343{,}15}{390{,}8 - 298{,}15} \cdot 100$$

$$e = 51{,}4\%$$ ***(1 point)***

L'efficacité est supérieure à 50%, le cahier des charges est donc respecté. ***(1 point)***

3ème Partie : Chaîne de mesure de température air admis (14 points)

Partie 3.1 Incertitude sur Um due au pont diviseur

Question 3.1.1 Calcul de Um à 25°C

a) Déterminer l'expression de U_m en fonction de R1, R2 et Ualim.

i' est nul, donc $Ua\lim = (R1 + R2)\cdot i, Um = R2\cdot i$ *et* $i = i$ *d'où*

$$\boxed{Um = \frac{R2}{R2 + R1}\cdot Ua\lim}$$ ***(2,5 points)***

b) Calculer Um à 25°C

$Um = \frac{2}{2+3}\cdot 5$ *soit*

$$\boxed{Um = 2V}$$ ***(1 point)***

Question 3.1.2 Calcul de l'incertitude sur Um due au pont diviseur à 25°C

Calculer l'incertitude absolue ΔUm

Appliquons la relation donnée $\Delta Um = \frac{1}{(3+2)^2}\sqrt{\left(3\times 5\times 20\cdot 10^{-3}\right)^2 + \left(2^2\times 50\cdot 10^{-3}\right)^2}$ soit

$$\boxed{\Delta Um = 14{,}4mV}$$ ***(1,5 points)***

Partie 3.2 Incertitude sur Num

Question 3.2.1 Calcul de Num à 25°C

a) Exprimer Num en fonction de n, Um et Ualim d'après la figure ci-dessus.

Si Um = Ualim alors Num = 2^n*-1 donc*

$$\boxed{Num = \frac{Um}{Ua\lim}\cdot\left(2^n - 1\right)}$$ ***(2 points)***

b) Calculer la valeur de Num à 25°C.

$Num = \frac{2}{5}\cdot\left(2^8 - 1\right)$ soit

$$\boxed{Num = 102}$$ ***(1 point)***

Question 3.2.2 Calcul de l'incertitude sur Num à 25°C due au CAN

a) Calculer la résolution du CAN en $mV.bit^{-1}$

$résolution = \frac{Ua\lim}{2^n - 1}$, $A.N. : résolution = \frac{5}{2^8 - 1}$ *soit*

résolution = $19,6 mV.bit^{-1}$ ***(2 points)***

b) Calculer l'incertitude absolue totale ΔUmt

$\Delta Umt = 14,4 + 19,6$

Soit ΔUmt =34 mV ***(1 point)***

c) En déduire l'incertitude absolue majorante ΔNum sur Num en bit.

255 ↔ 5V

ΔNum ↔ 34mV

Soit ΔNum = 1,734

En majorant ΔNum = 2 bits ***(1 point)***

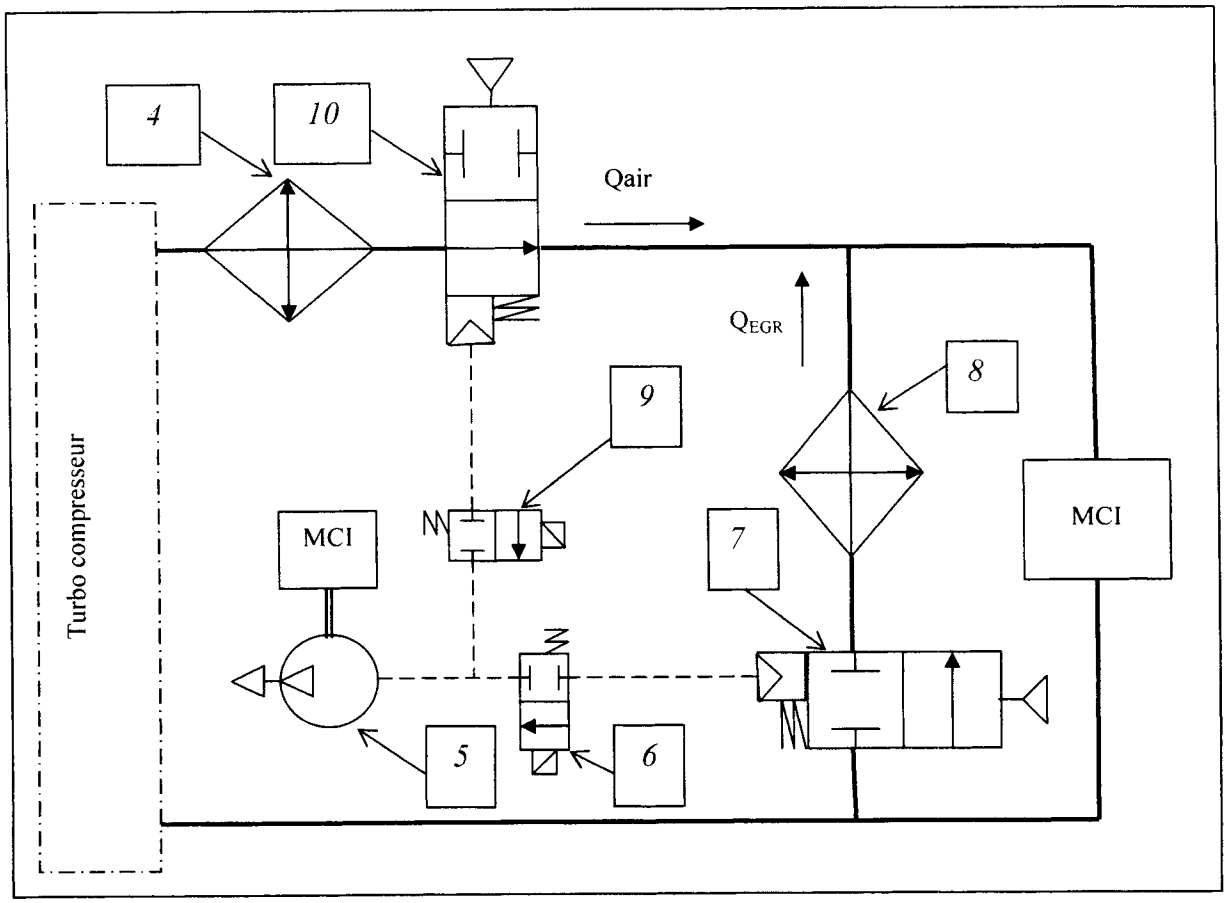
Question 3.2.3

Sachant que la relation liant la valeur de R2 à la température n'est pas linéaire, proposer une solution pour l'exploitation de Num dans un calculateur (en quelques lignes et / ou un schéma).

Il suffit de créer une cartographie de linéarisation dans le calculateur R2 = f(T) ***(2 points)***

Document réponse 1 :

• Schéma du circuit RGE



• Définition du taux d'RGE :

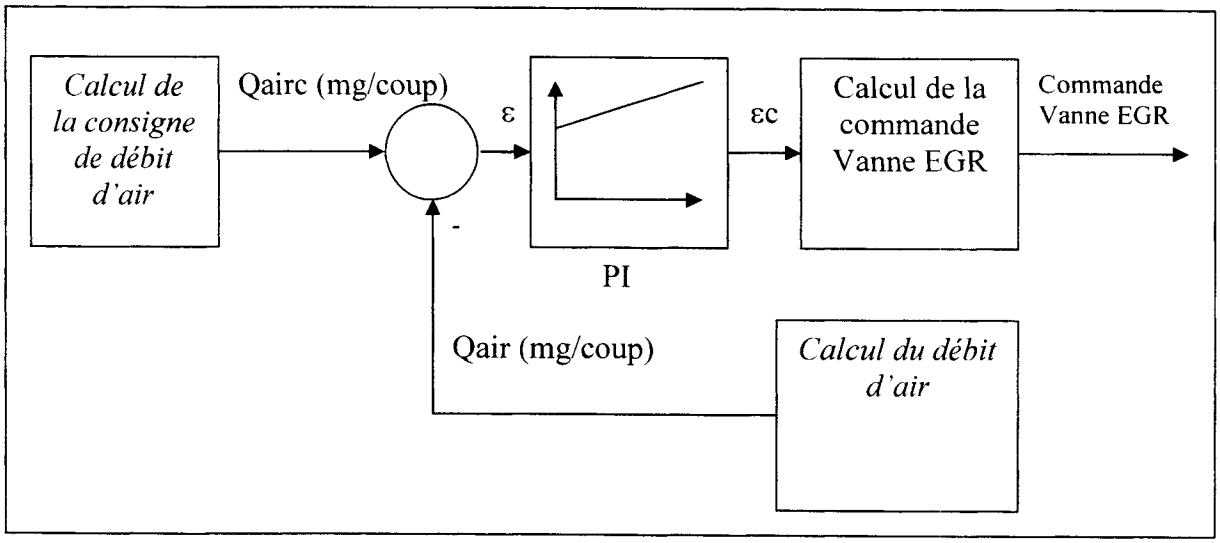
$$\Gamma EGR(\%) = \frac{Q_{EGR}}{Q_{EGR} + Q_{air}} \times 100$$

• Tableau de principe de fonctionnement de l'RGE

1	Γ_{RGE} (%)	0	25	55
2	Electrovanne 6	Repos	Alimentée	*Alimentée*
3	Vanne RGE 7	Fermée	*Ouverte*	*Ouverte*
4	Electrovanne 9	Repos	*Repos*	*Alimentée*
5	Boîtier papillon 10	Ouvert	*Ouvert*	*Fermée*
6	Qair (kg/h)	130	*97,5*	*58,5*
7	Q_{RGE} (kg/h)	*0*	*32,5*	*71,5*

Document réponse 2 :

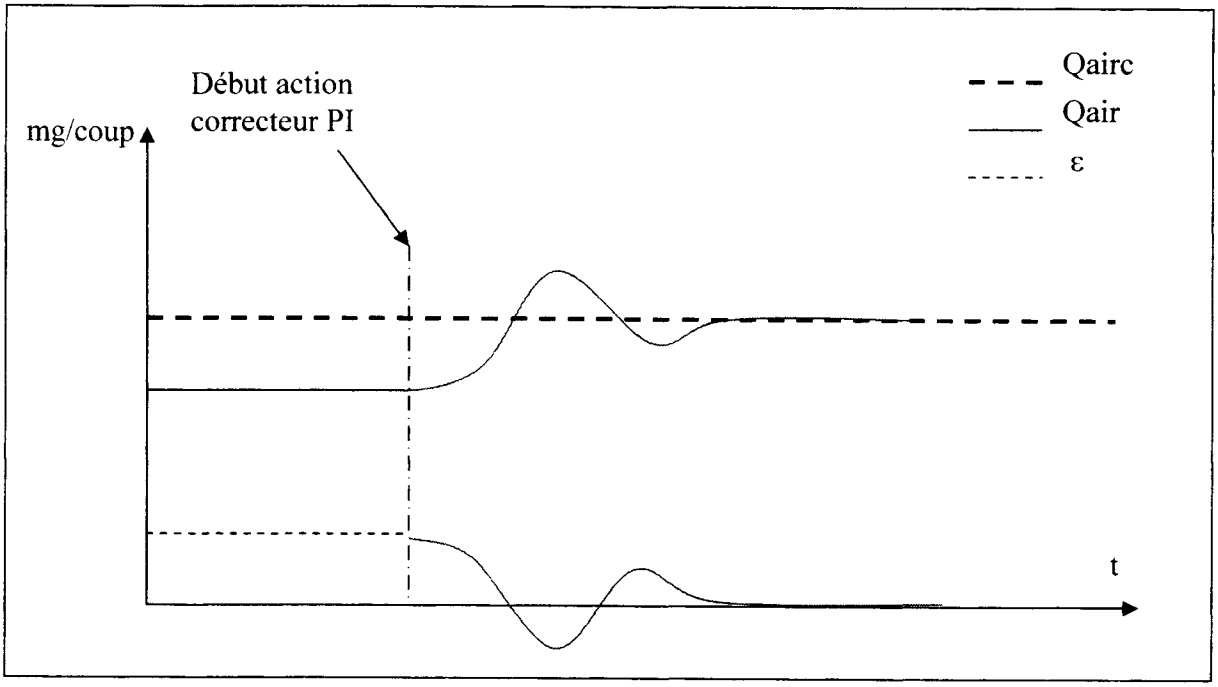
• Boucle principale de régulation RGE



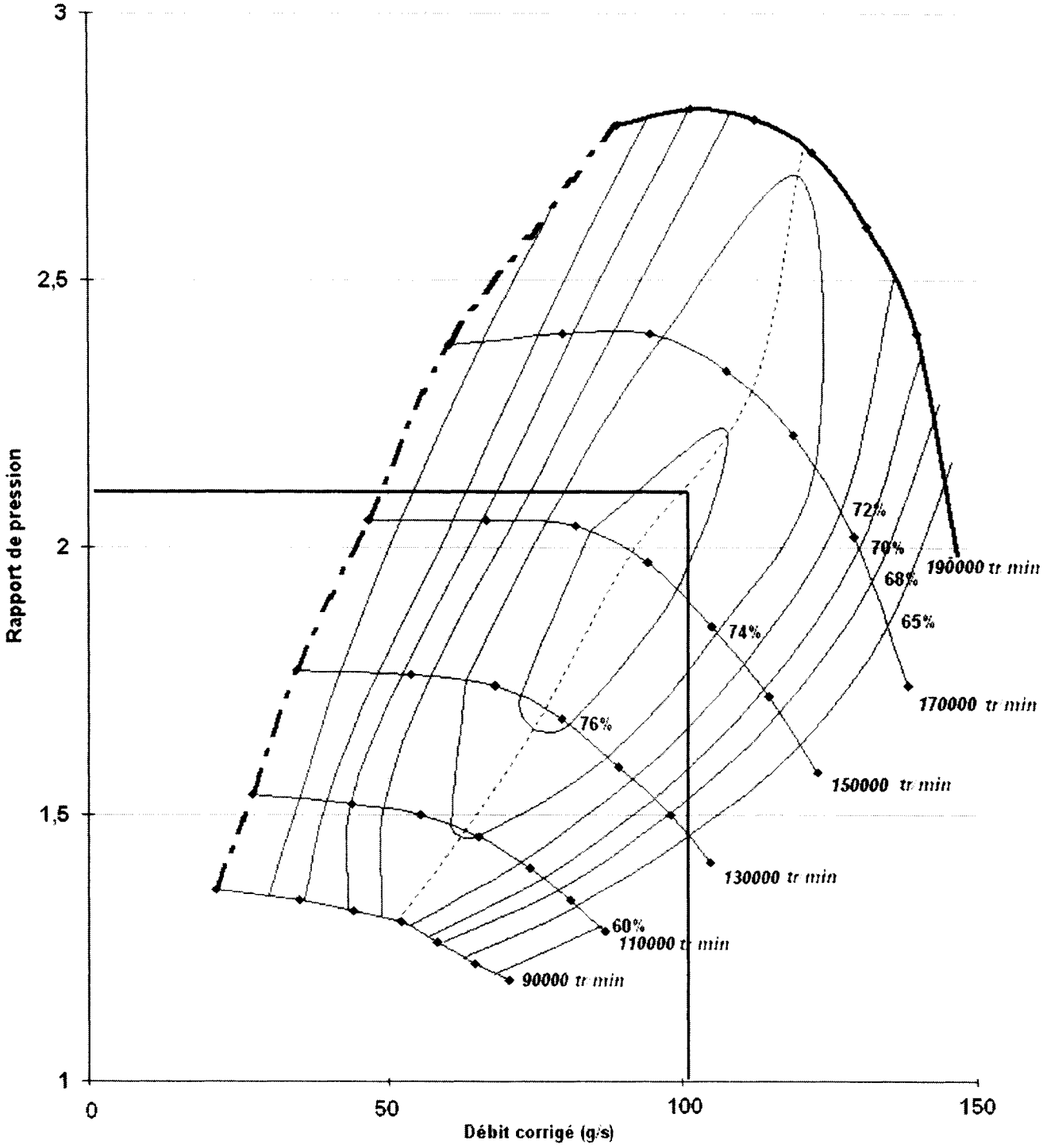
$$\varepsilon_c = K \cdot \varepsilon + \frac{1}{T_i} \cdot \int \varepsilon dt$$

K : Gain proportionnel
T_i : Constante de temps intégrale

• Qairc, Qair et ε en fonction du temps



Document réponse 3 : Champ compresseur



Valeurs corrigées :

Débit massique : $$Qairc = Qair.\frac{\sqrt{T_1/298,15}}{P_1/1000}$$

Unités : T_1 en Kelvin et P_1 en mbar

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.