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

ETUDE DES MOTEURS
U52 : Etude et analyse des moteurs
Durée de l'épreuve : 3 heures – Coefficient : 3

CORRIGE ET BAREME

PARTIE A : Pré dimensionnement de certains éléments de la cellule d'essai
Corrigé

A1/ Calculs préliminaires

Le point de fonctionnement étudié dans ce qui suit est : 4000 tr/min – pleine charge

A1.1/ Caractéristiques de fonctionnement du moteur

A1.1.a/ $R=\frac{d}{d_0}=d\times PCO=\frac{m_{carb/cc}}{m_{air/cc}}\times PCO=\frac{47,39}{998,036}\times 14,66=0,696$

d'où: $\lambda=\frac{1}{R}=1,436$

A1.1.b/ $Q_{mair}=m_{air/cc}\times\frac{N}{2}\times n\times 60=998,036.10^{-6}\times\frac{4000}{2}\times 4\times 60=479,05$ kg/h

A1.1.c/ $Q_{mcarb}=m_{carb/cc}\times\frac{N}{2}\times n\times 60=47,39.10^{-6}\times\frac{4000}{2}\times 4\times 60=22,747$ kg/h

A1.1.d/ $CSE=\frac{Q_{mcarb}}{P_{eff}}=\frac{22,747.10^3}{228,8\times\frac{4000\times 2\pi}{60}.10^{-3}}=237,34$ g/kW.h

A1.2/ Bilan thermique moteur sur un point de fonctionnement

A1.2.a/ $P_{intro}(W)=Q_{mcarb}(kg/s)\times PCI_m(J/kg)$

soit $P_{intro}=\frac{22,747}{3600}\times 42300.10^3=267230,2$ W

A1.2.b/ $P_{RAS}(W)=Q_{mair}(kg/s)\times c_{pair}(J/kg.°K)\times\Delta T_{airRAS}(°K)$

soit $P_{RAS}=\frac{479,05}{3600}\times 1000\times(178-50)=17033,13$ W

A1.2.c/ $P_{eau}(W)=Q_{meau}(kg/s)\times c_{peau}(J/kg.°K)\times\Delta T_{eaumoteur}(°K)$

soit $P_{eau}=\frac{4,12\times 1000}{3600}\times 4180\times(90-81,8)=39226,9$ W

A1.2.d/ $P_{ech}(W)=Q_{mair}(kg/s)\times c_{pech}(J/kg.°K)\times\Delta T_{moteur}(°K)$ avec $\Delta T_{moteur}(°K)=T_{ech}-T_{adm}$

soit $P_{ech}=\frac{479,05}{3600}\times 1074\times(621,7-24,6)=85336,7$ W

A1.2.e/ $P_{HCech}(W)=E_{HC}(kg/kW.s)\times P_{eff}(kW)\times PCI_m(J/kg)$

soit $P_{HCech}=7,5\times10^{-3}.\frac{10^{-3}}{3600}\times95,8395\times42300.10^3=8,445$ W

A1.2.f/ $P_{intro}=P_{eau}+P_{eff}+P_{ech}+P_{HCech}+P_{ray}$

donc avec les résultats précédents : $P_{ray}=46818,6$ W

A2/ Adéquation frein électrique / moteur

A2.1/ Voir document réponse 1 corrigé

A2.2/ Dimensionnement correct de l'ensemble frein + unité de puissance : courbes de couple et de puissance moteur contenues dans les limites d'utilisation (voir document réponse 1 corrigé)
A voir : frein en lui même surdimensionné / besoin ⇒ choix du frein à revoir

A3/ Dimensionnement de l'échangeur eau / eau

Les caractéristiques des fluides circulant dans l'échangeur sont :

Eau moteur à 4000 tr/min – pleine charge :

- température eau sortie moteur: Ts moteur = 90°C
- température eau entrée moteur: Te moteur = 81,8°C
- débit d'eau moteur : $Q_{eau\ moteur}$ = 4,12 m^3/h

Eau banc :

- Teau banc entrée échangeur : te = 35°C (valeur maximale)
- Teau banc sortie échangeur : ts = 80°C (valeur maximale)
- débit d'eau banc : $Q_{eau\ banc}$ = 150 l/min maxi

Dans ce qui suit, la puissance calorifique à évacuer dans le circuit d'eau moteur à 4000 tr/min – pleine charge sera prise égale à 40 kW

A3.1/ $\frac{1}{k}=\frac{1}{h}+\frac{e}{\lambda}+\frac{1}{h_2}=\frac{1}{6500}+\frac{0,0005}{115}+\frac{1}{5800}$ soit : $k = 3024,7$ W/ $m^2.°K$

A3.2/ $\Delta T_{moy}=\frac{(T_{s\ moteur}-t_s)+(T_{e\ moteur}-t_e)}{2}=\frac{(90-80)+(81,8-35)}{2}=28,34$°C ou °K

A3.3/ $P_{échangeur}=k\times S\times\Delta T_{moy}$ d'où avec $P_{échangeur}$ = 40 kW : $S = 0,46\ m^2$

A3.4/ Synthèse des critères de choix :

- Echangeur à simple passage du fluide « côté calandre » (autour des tubes) et à simple passage du fluide « côté tubes » (dans les tubes)
- Tubes en cuivre (Cu)
- Surface d'échange minimale : 0,46 m^2
- Débit d'eau moteur (coté calandre) : $Q_{eau\ moteur}$ = 4,12 m^3/h soit 68,6 l/min
- Débit d'eau banc (coté tubes) : $Q_{eau\ banc}$ = 150 l/min maxi

⇒ famille d'échangeur F07 à 17

A4/ Ventilation de la cellule d'essai

A4.1/ Puissance thermique émise par rayonnement

A4.1.a/ $P_{rayonnement} = (14/30) \times 220 = 102,6$ kW

A4.2/ Débit d'air soufflé

On veut garantir que la température de la cellule n'excède pas la température ambiante maximale extérieure de plus de 8°C

A4.2.a/ $P = Q1 \times \rho \times Cp \times \Delta T$ soit $Q1 = \frac{P}{Cp \times \rho \times \Delta T}$

AN:

$P = 103$ kW

$Cp = 1$ kJ/kg/°K

$\Delta T = 8$°C

Masse volumique de l'air = 1.2 kg/m^3

$Q1 = 10,68$ m^3/s soit 38475 m^3/h

A4.3/ Débit d'air aspiré

A4.3.a/ Débit d'air entrant = débit d'air sortant soit $Q1+Q4=Q2+Q3$

A4.3.b/ $Q2=Q1+Q4-Q3$

AN:

$Q1 = 38475$ m^3/h

$Q3 = 4300$ m^3/h

$Q4 = 1200$ m^3/h

Donc $Q2 = 38475+1200-4300$ soit $Q2 = 35375$ m^3/h

A4.4/ Ventilateurs de soufflage et d'extraction

A4.4.a/ En cas de fuites de polluants à l'échappement, il faut absolument que les polluants ne passent pas à l'extérieur de la cellule par les fuites existantes entre la cellule et l'extérieur. On crée alors une dépression pour forcer le sens de l'écoulement de l'extérieur vers l'intérieur de la cellule.

A4.4.b/ voir DR4, N=2200 tr/min

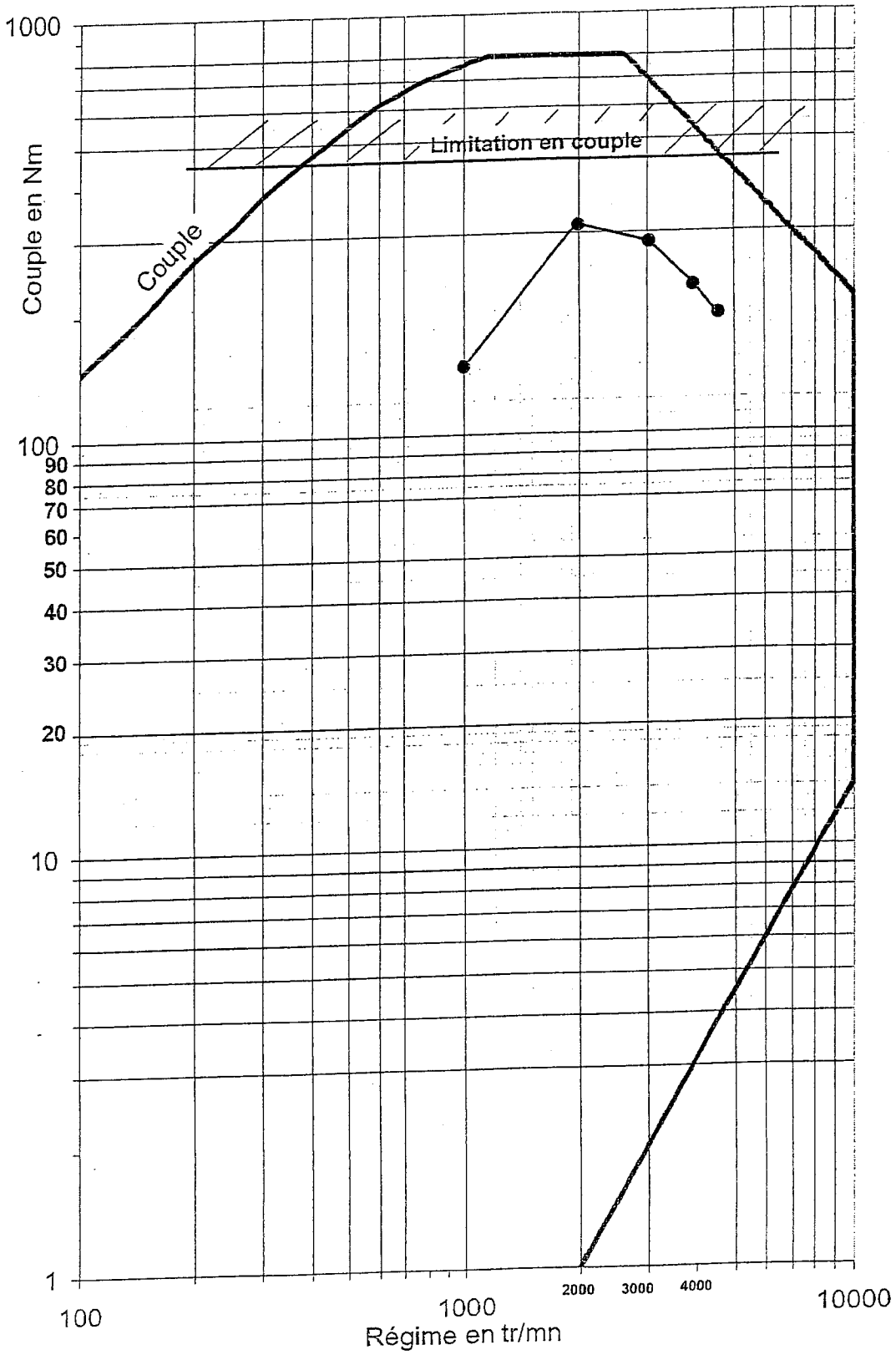
A4.4.c/ P1(600; 2730); le cdc n'est pas satisfait car la dépression cellule atteint 27mbar

A4.4.d/ voir DR4, N'=1810 tr/min

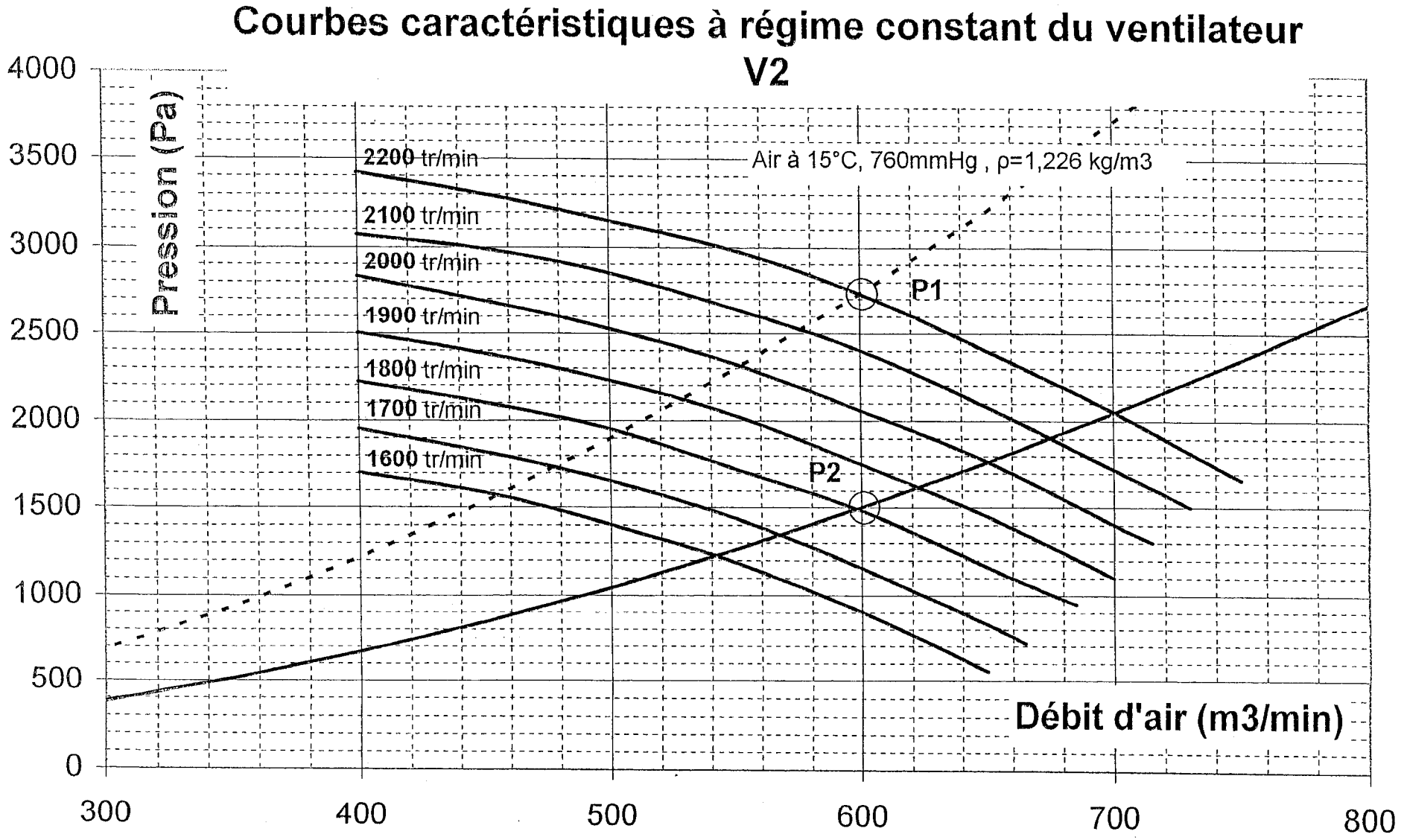
A4.4.e/ P2(600; 1500); le cdc est satisfait car la dépression cellule atteint 15mbar
Le ventilateur apporte une énergie potentielle de pression à l'air et compense les pertes au passage des aérations. Cela permet d'assurer le débit d'air tout en conservant une dépression cellule admissible.

DOCUMENT REPONSE 1
Corrigé

Caractéristiques de la machine de charge :



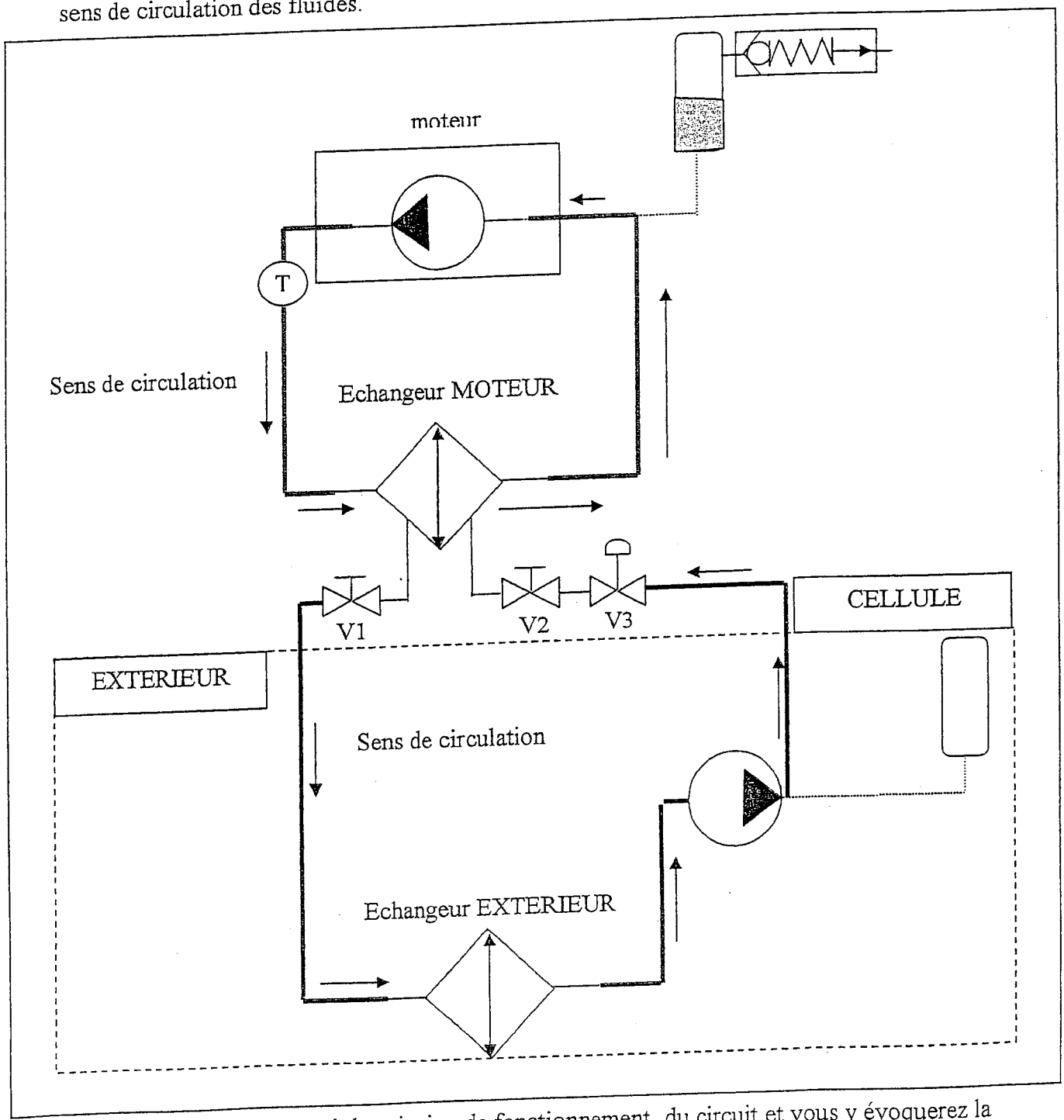
DOCUMENT REPONSE 2
Corrigé



PARTIE B : Etude de la régulation de la température eau moteur
Corrigé

B1/ Etude du circuit d'eau

B1.1/ A l'aide du **document technique** 7 compléter le schéma hydraulique sur le ***document réponse 3***et vous indiquerez en bleu le circuit extérieur , en rouge le circuit du moteur et le sens de circulation des fluides.



B1.2/ Expliquer en 8 lignes maxi, le principe de fonctionnement du circuit et vous y évoquerez la régulation.

La circulation de l'eau moteur est induite par la pompe à eau du moteur. L'évacuation des calories de celui-ci se fait par l'échangeur MOTEUR dans lequel circule également l'eau glycolé afin de transporter ces calories vers l'extérieur à travers l'échangeur EXTERIEUR. La température du moteur est régulé en faisant varier le débit de l'eau extérieur.

B1.3/ Quel est le rôle des vannes (V1 - V2) et V3 ?

La vanne V etV2 permette de couper le circuit d'eau extérieur afin de pouvoir sortir le moteur de la cellulle.

La vanne V3 permet de réguler de façon automatique (asservissement) le débit d'eau en fonction de la consigne imposée.

B1.4/ Afin d'utiliser un régulateur, il faut implanter une sonde de température sur le circuit. Indiquer l'emplacement de cette sonde par le symbole (T) sur le circuit hydraulique du ***document réponse 3***.

Voir ci dessus

B2/ Choix de la Sonde de température

B2.1/ Expliquer succinctement le principe de fonctionnement d'une sonde PT100 et d'un thermocouple.

PT100 : c'est une sonde dont la résistance varie avec la température. A 0°C on a 100 Ω (réglementaire)

Thermocouple : C'est une sonde qui délivre une tension (f.e.m) en fonction de la température

B2.2/ A l'aide du **document technique 8**, choisissez la sonde que vous y implanterez.

Choix : PT100 car la précision est de de 1% de 95°C = +/- 0.95°C et le C.d.C indique +/-2°C

B3/ Etude du régulateur

B3.1/ Que signifie « P.I.D » et quelles sont les 3 avantages d'un tel régulateur ?

P.I.D : Proportionnel-intégrateur-dérivateur
Avantages : Précision, rapidité et stabilité

B3.2/ A l'aide du **document technique 8** et d'après les résultats, **document technique 9,** obtenus, avec les différentes configurations du P.I.D. Quelle est celle que vous retiendrez ? Justifiez avec précision votre choix.

Config1 : overshootmax : 9°C et durée d'overshoot : 130s ne respecte pas le cahier des charges
Congig2 : durée overshoot : 95s ne respecte pas le C.dC
Config3 : respecte le CdC

Choix : config3

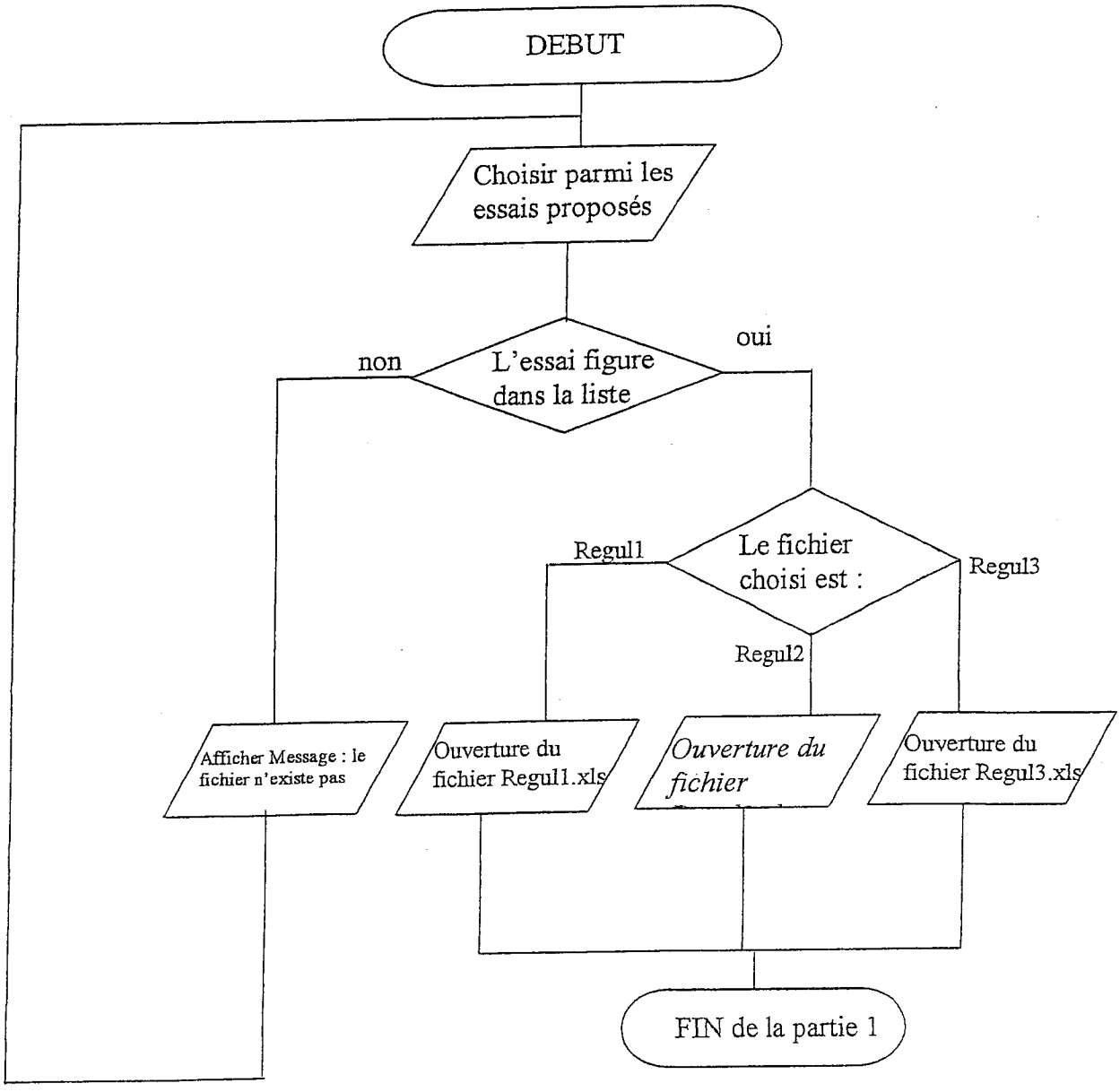
B4/ Interprétation d'une « macro » sur visual basic

Une Macro c'est un petit programme réalisé sur Visual Basic (VB) afin d'effectuer des taches sous Excel de façon automatique et surtout permettre au technicien de gagner du temps sur le dépouillement des résultats.
Pour notre étude, nous voulons effectuer une macro de façon à effectuer les courbes de régulations afin de vérifier le respect du cahier des charges. Cette macro comporte 3 parties :

Partie 1 : Ouverture des fichiers d'essais à exploiter
Partie 2 : Copier les valeurs nous intéressant et les coller dans un fichier « exploitation.xls »
Partie 3 : Réalisation des courbes de régulation dans le fichier «exploitation.xls » à partir des valeurs copiées.

Pour cette étude nous nous intéressons seulement **à la 1ère partie.** Vous utiliserez **le document technique** 7

B4.1/ Compléter l'organigramme correspondant à la macro sur le ***document réponse 4***



PARTIE A : 50 pts
Barême

A1/ Calculs préliminaires (26 pts)

A1.1/ Caractéristiques de fonctionnement du moteur (8 pts)

A1.1.a/ R: relation 1 pt + résultats 0,5 pt
λ : 0,5 pt

A1.1.b/ Q_{mair} : relation 1,5 pt
unité et résultat : 0,5 pt

A1.1.c/ Q_{mcarb} : relation 1,5 pt
unité et résultat : 0,5 pt

A1.1.d/ CSE : relation 1,5 pt
unité et résultat : 0,5 pt

A1.2/ Bilan thermique moteur sur un point de fonctionnement (18 pts)

A1.2.a/ Puissance introduite (3 pts)
relation 1 pt + signification et unité 1 pt
résultat : 1 pt

A1.2.b/ Puissance dissipée dans le radiateur d'air de suralimentation (3 pts)
relation 1 pt + signification et unité 1 pt
résultat : 1 pt

A1.2.c/ Puissance dissipée dans le radiateur d'eau de refroidissement (3 pts)
relation 1 pt + signification et unité 1 pt
résultat : 1 pt

A1.2.d/ Puissance effective (1,5 pt)
relation 0,5 pt + signification et unité 0,5 pt
résultat : 0,5 pt

A1.2.e/ Puissance calorifique à l'échappement (3 pts)
relation 1 pt + signification et unité 1 pt
résultat : 1 pt

A1.2f/ Puissance chimique à l'échappement (3 pts)
relation 1 pt + signification et unité 1 pt
résultat : 1 pt

A1.2g/ Puissance dissipée par rayonnement (1,5 pt)
relation 1 pt
résultat : 0,5 pt

A2/ Adéquation frein électrique / moteur (3 pts)

A2.1/ Limites d'utilisation du frein (2 pts)
tracée à main levée des courbes limite en C et en P 2 pt

A2.2/ Adaptation frein / moteur (1 pt)
tracée à main levée des courbes C et P moteur + conclusion 1 pt

A3/ Dimensionnement de l'échangeur eau/eau (5 pts)

A3.1/ calcul du coefficient d'échange (0,5 pt)

A3.2/ Delta T moyen (1. pt)
démarche de calcul 0.5 pt
résultat 0,5 pt

A3.3/ Calcul de la surface d'échange (1 pt)
justification 0.5 pt
résultat 0,5 pt

A3.4/ Choix de la famille d'échangeur (2,5 pts)
justification 2 pt
résultat 0,5 pt

A4/ Ventilation de la cellule (16 pts)

A4.1.a/ Puissance thermique émise par rayonnement (2,5 pts)
démarche 2 pt
résultat 0,5 pt

A4.2.a/ Débit Q1 (1 pts)
démarche et relation 0,5 pt
résultat 0,51 pt

A4.3.a/ Relation débits (1 pt)
relation 1 pt

A4.3.b/ Calcul Q2 (0,5 pt)
résultat 0,5 pt

A4.4.a/ justification de la dépression (1 pt)

A4.4.b/ tracé correct (3 pts)
Justesse du tracé 1 pt
Justesse de P1 sur le graphique 1 pt
résultat N 1 pt

A4.4.c/ point P1 (1 pt)
coordonnées de P1 0,5 pt
justification 0,5 pt

A4.4.d/ tracé correct (3 pts)

Justesse du tracé 1 pt

Justesse de P2 sur le graphique1 pt

résultat N' 1 pt

A4.4.e/ coordonnées de P2,(3 pt)

Coordonnées 0,5 pt

Justification 0,5 pt

Conclusion 2 pt

PARTIE B : 20 pts

Barème

B1) Etude du circuit d'eau (6 points)

B1.1) 1.5 pts
B1.2) 1.5 pts
B1.3) 2 pts
B1.4) 1 pt

B2) Choix de la sonde température (5 points)

B2.1) 3 pts
B2.2) 2pt

B3) Etude du régulateur (5 points)

B3.1) 1pt
B3.2) 4 pt (1pt pour la justification de chaque courbe et 1pt le choix finale)

B4)Correction d'une « macro (4 points)

B4.1) 2 pt
B4.2) 2pt

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.