

SESSION DE 2005

CA /PLP

CONCOURS EXTERNE

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : MAINTENANCE DES VÉHICULES,
MACHINES AGRICOLES ET ENGINS DE CHANTIER

ÉTUDE D'UN SYSTÈME ET / OU D'UN PROCESSUS TECHNIQUE

Durée : 8 heures

Calculatrice électronique de poche, y compris programmable, alphanumérique ou à écran graphique, à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999)

L'usage de tout document et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Détection d'une erreur éventuelle par le candidat.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncer, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

Le sujet comporte trois dossiers

- Dossier technique;
- Dossier ressources;
- Dossier travail-réponses.

Le dossier travail-réponses est à compléter et à joindre à la feuille de copie.

THÈME : LA CLIMATISATION

N.B. : *Hormis l'en-tête détachable, la copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que le nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

Barème de correction sur 200

Le choix de l'ordre d'intervention	5
L'analyse du fonctionnement et le contrôle du groupe moto-ventilateurs	65
L'étude et le contrôle du système de climatisation	90
La synthèse du diagnostic	25
L'hygiène et la sécurité	15

Il est conseillé aux candidat de consacrer 30 minutes maximum à la lecture des dossiers techniques et ressources. Ensuite répondre aux questions du dossier travail-réponses.

DOSSIER DE TRAVAIL-RÉPONSES

LA CLIMATISATION

Problème posé.

L'utilisateur d'une Renault Laguna II 1.9 DCI, se présente chez son concessionnaire Renault et émet au réceptionnaire la plainte suivante :

" La climatisation manque d'efficacité et l'aiguille de l'indicateur de température du liquide de refroidissement se rapproche de la zone rouge."

Étude.

Pour résoudre ce problème on vous propose :

- Le choix de l'ordre d'intervention. page 2
- l'analyse du fonctionnement et le contrôle du Groupe Moto-Ventilateurs page 3
- L'étude et le contrôle du système de climatisation. page 9
- Une synthèse de diagnostic. page 21
- L'hygiène et la sécurité page 22

Répondre aux questions posées sur le dossier Travail - Réponses.
Celui-ci sera rendu en fin d'épreuve.

Ce dossier contient 22 pages (y compris celle-ci.)

1 . ORDRE D'INTERVENTION

↳ Suite aux plaintes du client, le technicien décide d'intervenir sur les 2 systèmes pouvant être mis en cause:

- Le système de refroidissement moteur
 - Le système de climatisation.
- Un 1^{er} contrôle montre que la température du liquide de refroidissement est de 110 °C.

Question 1

- Déterminer l'ordre d'intervention du technicien à l'aide des données du tableau ci-dessous

Stratégie de pilotage du compresseur en fonction de la température moteur	
Température du liquide de refroidissement	Pilotage du compresseur de climatisation
$\leq 106^{\circ}\text{C}$	OUI
$> 106^{\circ}\text{C}$	NON

- Le technicien intervient (*cocher la bonne réponse*) :

↳ Sur le système de climatisation puis sur le système de refroidissement

☐

↳ Sur le système de refroidissement puis sur le système de climatisation

☐

↳ Justifier votre choix :

.....

.....

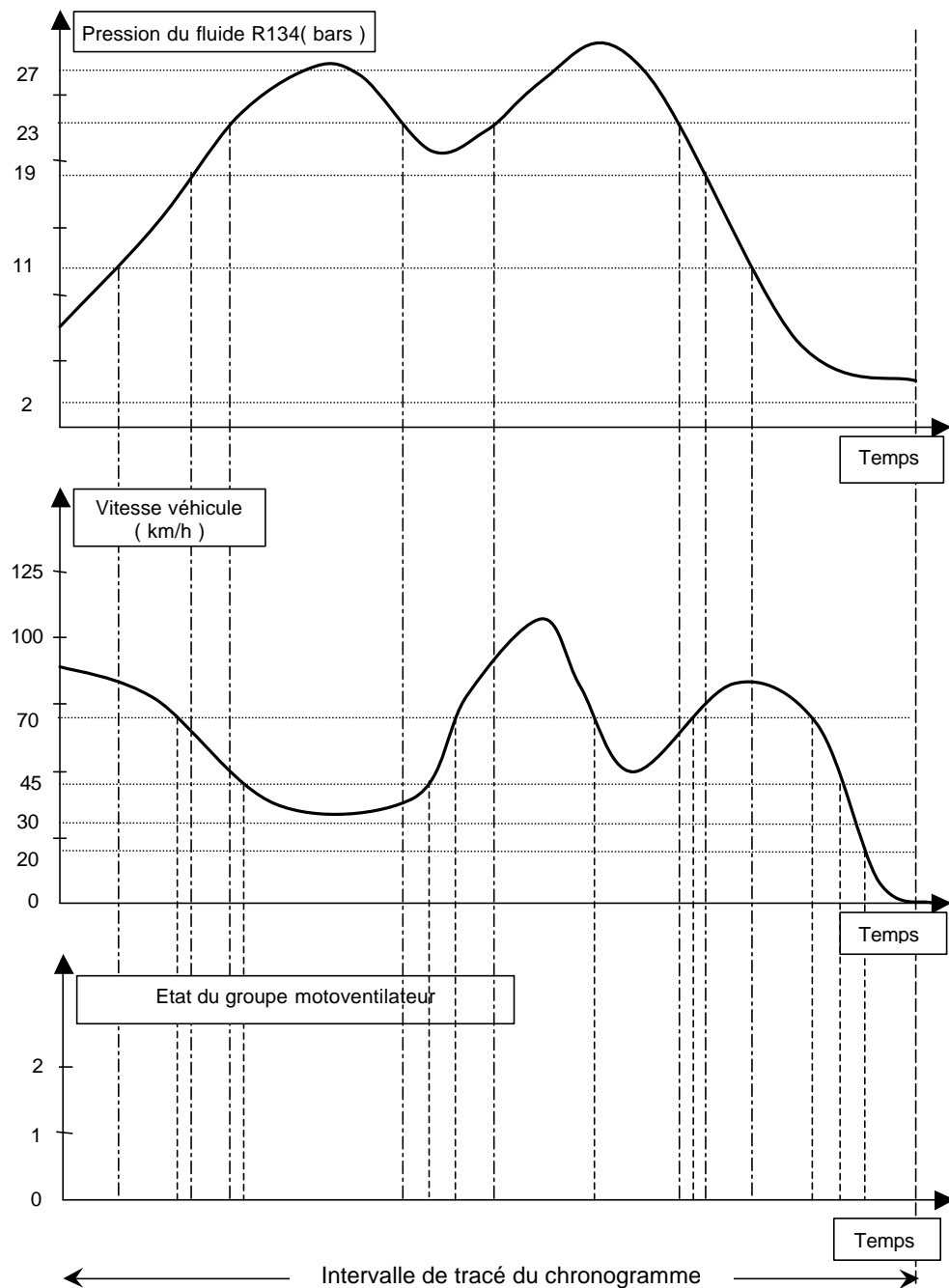
.....

.....

2. ANALYSE ET CONTROLE DU GROUPE MOTO-VENTILATEURS

Question 2

- A l'aide du dossier technique (page 8), compléter le chronogramme de fonctionnement du motoventilateur ci-dessous :
 (Etat 0 : signifie motoventilateur arrêté)
 (Etat 1 : signifie motoventilateur en petite vitesse)
 (Etat 2 : signifie motoventilateur en grande vitesse)



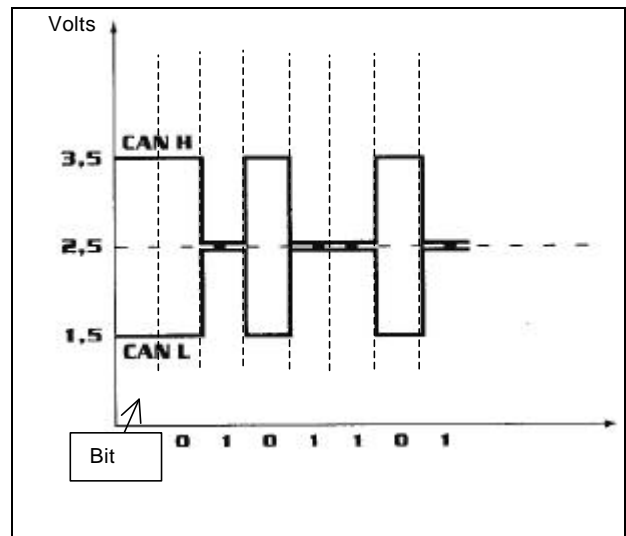
Question 3

- Sur le schéma électrique, page suivante, on constate que le pilotage de la lampe témoin de température de liquide de refroidissement se fait sur le réseau multiplexé.

- Le protocole utilisé est du type « CAN ».

Exemple de trame :

- Si $(U_{CAN\ H} - U_{CAN\ L}) \geq 2\ \text{Volts}$, le bit codé est à l'état « 0 ».
- Si $(U_{CAN\ H} - U_{CAN\ L}) < 0.5\ \text{Volts}$, le bit codé est à l'état « 1 ».
- La vitesse de transmission du réseau "CAN" est de 250kbits/s.



- Pourquoi les informations multiplexées sont-elles réalisées à l'aide de 2 fils ? Illustrer votre réponse sur le graphe ci-dessus.

.....

.....

.....

.....

Question 4

- Quelle est la valeur de la durée d'un bit ? (*faites apparaître vos calculs*).

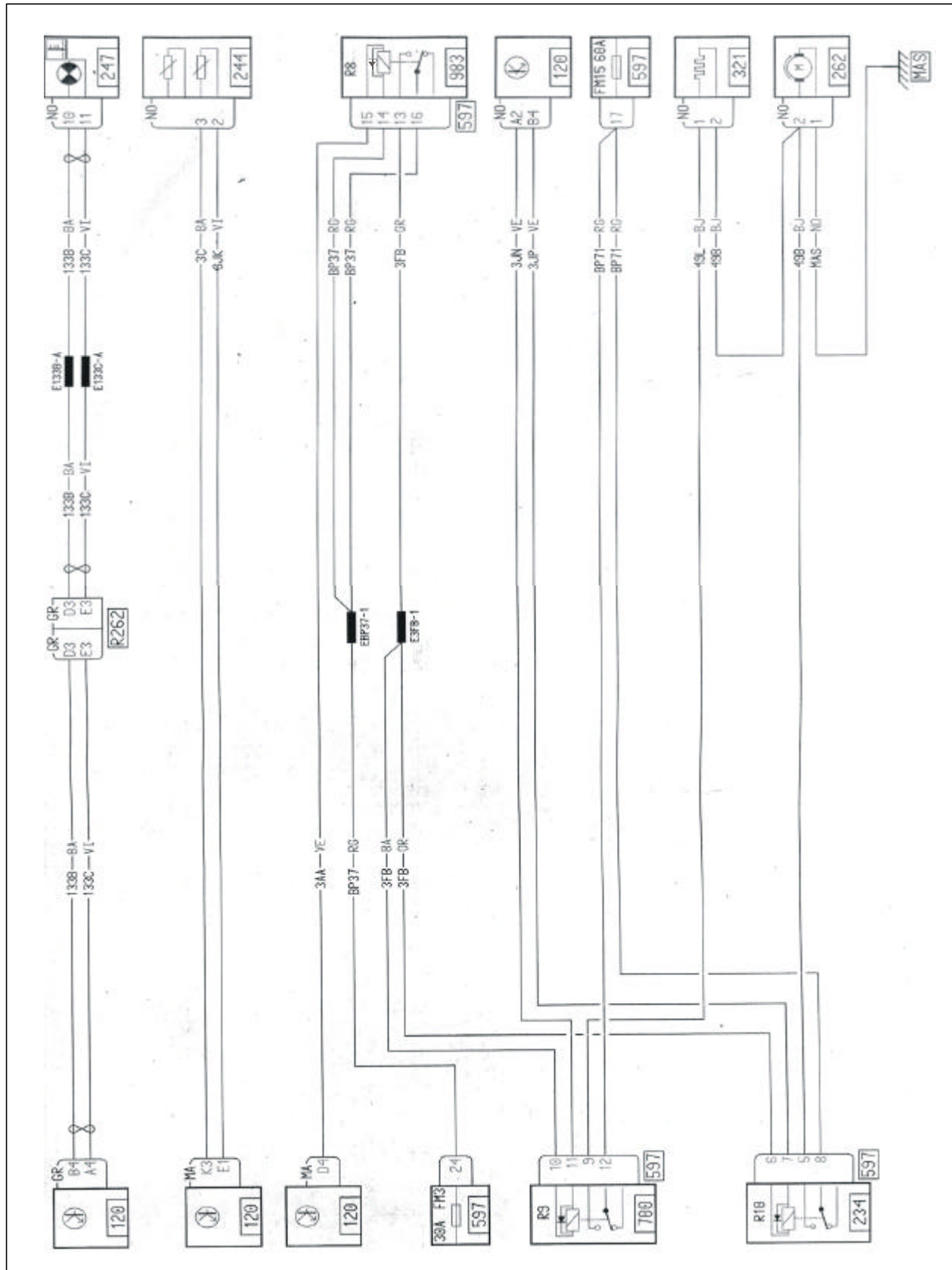
.....

Question 5

Afin d'identifier l'origine du dysfonctionnement du circuit de refroidissement du moteur :

- identifier les circuits GMV moteur en coloriant sur le schéma de la page suivante :
 - ⇒ en **bleu** et à l'aide de flèches, la circulation du courant dans le circuit de commande du relais 983.
 - ⇒ en **vert** et à l'aide de flèches, la circulation du courant dans les circuits de commande des relais 700 et 234.
 - ⇒ en **rouge** et à l'aide de flèches, la circulation du courant dans les circuits de puissance des relais 700 et 234.

- La nomenclature des schémas électriques est donnée page 10 du dossier technique.



Question 6

- décrire le circuit du courant lors du fonctionnement du GMV en petite vitesse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question 7

- décrire le circuit du courant lors du fonctionnement du GMV en grande vitesse.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Question 8

- Indiquer ce qu'il se produit lors d'une coupure de la diode incorporée dans les relais.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- Le technicien intervenant sur le système a effectué un certain nombre de relevés consignés dans le tableau ci-dessous (*voir schéma électrique DT page 9*).
- Chaque point de mesure est identifié par la référence de l'organe et le numéro (ou index) des fils du connecteur :

Ex: 120.GR.B4 (voie B4 du connecteur GRis 120)

Contrôles	Points de relevé	Conditions du relevé	Valeur relevée de tension
A	983. ₁₅	Connecteur de 983 débranché	0V
	983. ₁₄		12,6V
	983. ₁₃		0V
	983. ₁₆		12,6V
B	700. ₁₀	- connecteur 983 rebranché - connecteur de 700 débranché, - connecteur de 120 MA débranché, fil D ₄ mis à la masse	12,4V
	700. ₁₁		0V
	700. ₉		0V
	700. ₁₂		12,7V
C	234. ₆	- connecteur de 234 débranché, - connecteur de 120 MA débranché, fil D ₄ mis à la masse	10,3V
	234. ₇		0V
	234. ₅		0V
	234. ₈		12,6V
D	120.A ₂	- connecteur de 120 NO débranché - connecteur de 120 MA débranché, fil D ₄ mis à la masse	12,5V
	120.B ₄		12,5V

Question 9

- A l'issue des différents relevés de A, B, C et D, y a-t-il des valeurs qui vous paraissent anormales ? Si oui lesquelles et pourquoi ?

.....

.....

.....

.....

- Le technicien intervenant sur le système décide de procéder à des tests de fonctionnement en dynamique consignés dans le tableau ci-dessous.

Tests	Conditions du test	Action	Constatations
E	<ul style="list-style-type: none"> - connecteur de 120 MA débranché, fil D₄ mis à la masse - connecteur de 120 NO débranché 	<ul style="list-style-type: none"> • fil A₂ mis à la masse • fil B₄ mis à la masse 	<ul style="list-style-type: none"> • le motoventilateur tourne • le motoventilateur ne tourne pas

Question 10

- A quels tests comptez-vous procéder pour identifier l'origine du dysfonctionnement ?

.....

.....

.....

Question11

- Le technicien procède à l'échange du relais 234, effectue à nouveau le test E et constate que le motoventilateur ne tourne pas quand le fil B4 est raccordé à la masse ; indiquer les origines possibles de la panne
(en vous servant de la nomenclature et (ou) des repères des fils).

.....

.....

.....

Question 12

- Comment comptez-vous procéder pour supprimer l'origine du dysfonctionnement ?

.....

.....

.....

3. ETUDE ET CONTROLE DU SYSTEME DE CLIMATISATION

Vérification des dires du client.

- Le technicien réalise les contrôles et les tests de fonctionnement préconisés par le constructeur (*DT page 15*).

Résultat du contrôle.

- Le technicien a relevé une température de 18°C à la sortie de la bouche d'aération centrale.

Fonctionnement du pulseur d'habitacle.

- Le schéma de la page suivante représente le principe de commande du pulseur.

Question 13

- Sur le schéma :
 - Tracer en vert, le circuit de commande.
 - Tracer en rouge le circuit de puissance.

Question 14

- Préciser ci-dessous dans quelle position est situé le rhéostat de commande (*sur schéma de la page suivante*) :

(Vitesse 1 = vitesse mini)

➤ Vitesse 1 ☐ Vitesse 2 ☐ Vitesse 3 ☐ Vitesse 4 ☐

➤ Vitesse 5 ☐ Vitesse 6 ☐ Vitesse 7 ☐ Vitesse 8 ☐

- Commenter votre réponse :

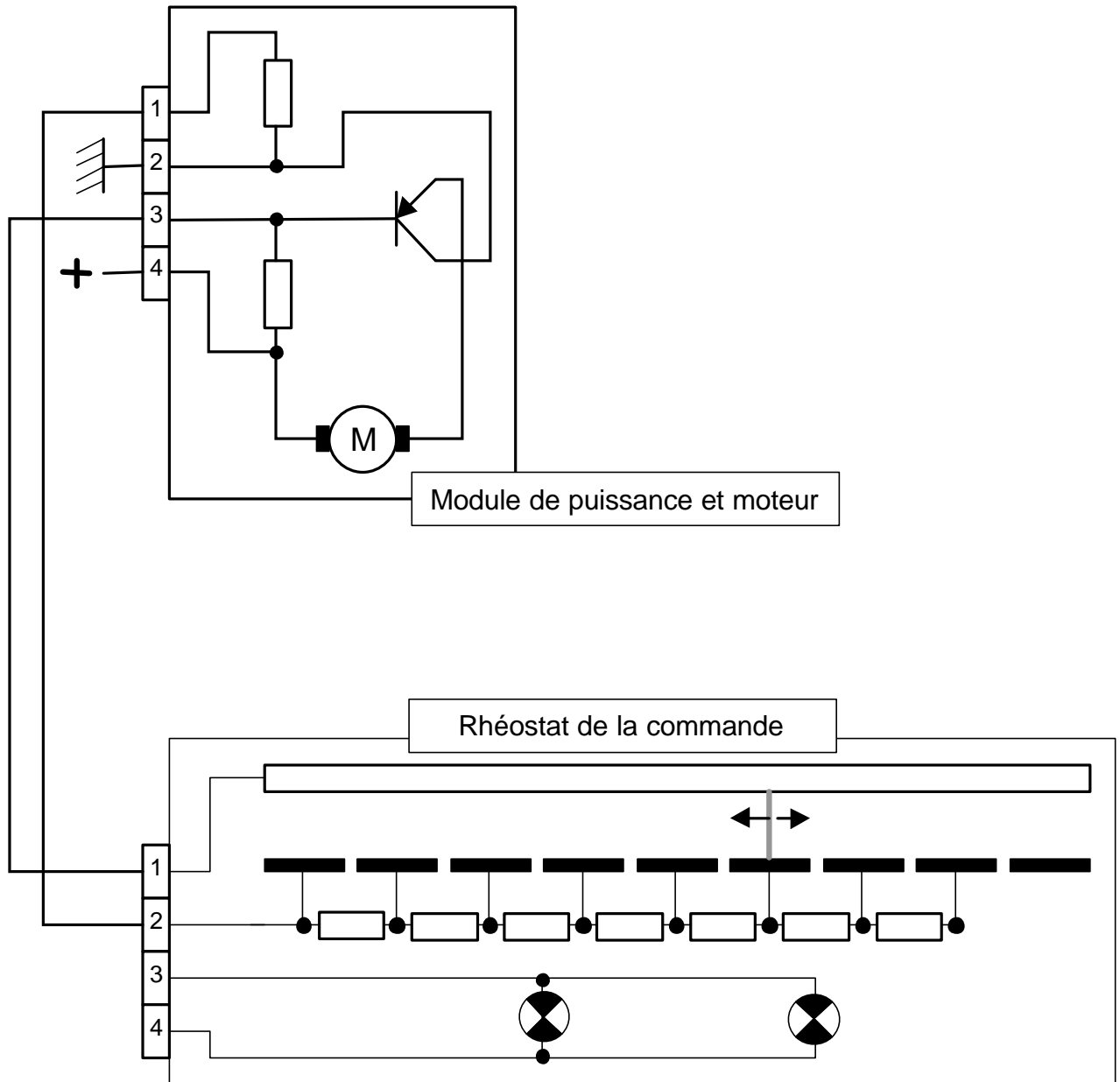
.....

.....

.....

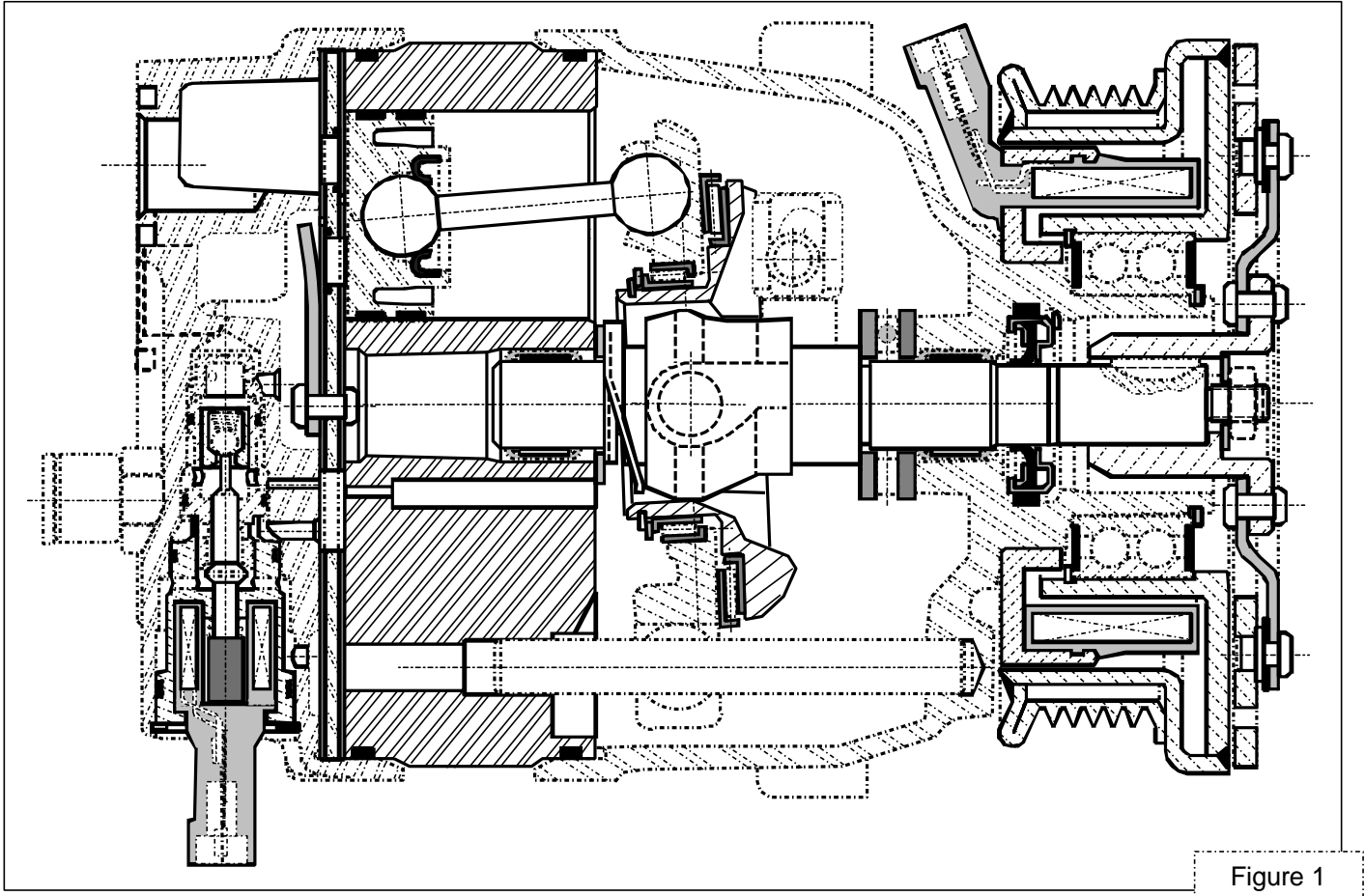
.....

.....



Question 15

- Sur la « figure 1 » ci-dessous, colorier les pièces en rotation lorsque le moteur fonctionne et que l'embrayage est commandé.



Question 16

- Sur la « figure 2 » ci-dessous, coter les grandeurs permettant de calculer la cylindrée unitaire maximum du compresseur (faites apparaître tous vos tracés).

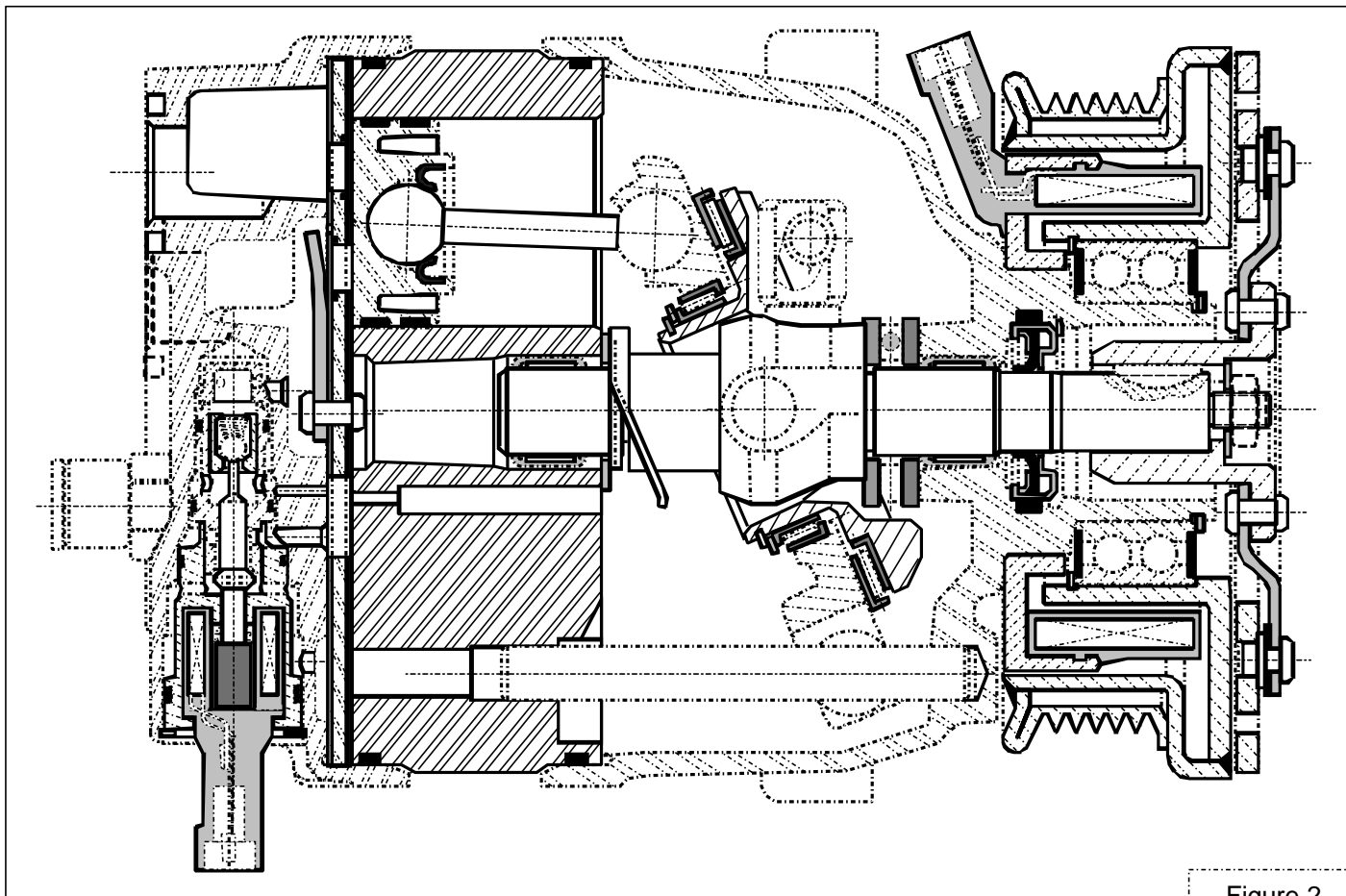


Figure 2

- A l'aide de la figure1 (ou 2), citer les pièces qui supportent la tension de la courroie d'entraînement. Utiliser la numérotation de la nomenclature (DT 12).

.....

.....

.....

.....

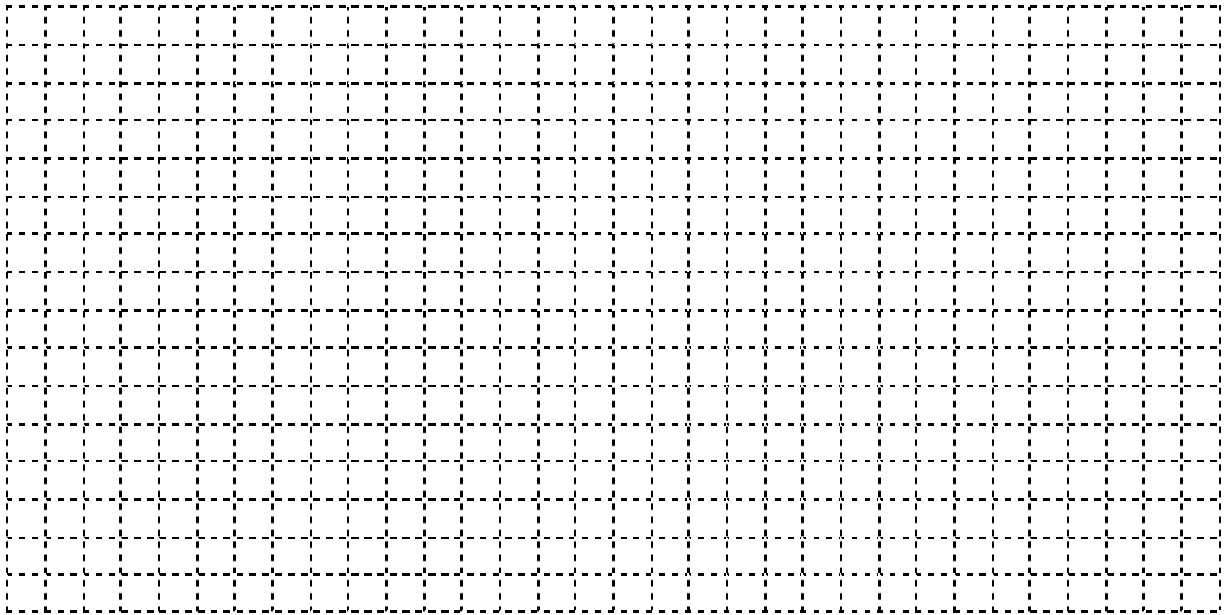
.....

Question 17

- A l'aide du dossier ressources (*DR pages 10 et 11*) et du dossier technique (*DT pages 11 et 12*) ainsi que de la figure de la page précédente, effectuer le schéma cinématique minimal du système d'inclinaison du plateau. On limitera la représentation aux pièces suivantes :

↳ L'arbre **1** et les paliers **3**, Bielle **15**, Piston **13**, Cylindre **12** (*un seul à représenter*),

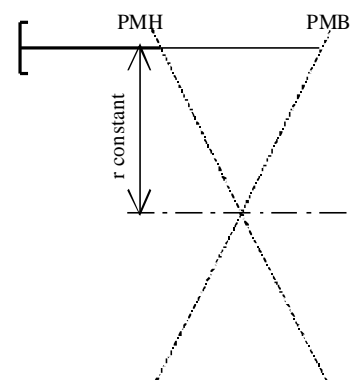
↳ Fourrure **24**, Came variable (*Porte-plateau*) **22**, L'axe de guidage **17**, Plateau **20**.



Question 18

- A l'aide du dossier technique (*DT page 11*), calculer l'angle d'inclinaison minimal du plateau du compresseur sachant que pour des raisons de lubrification, la cylindrée minimale est de 10 cm³.

On prendra comme hypothèse que le rayon d'action des biellettes sur le plateau reste constant quelque soit l'inclinaison de ce dernier.



.....

.....

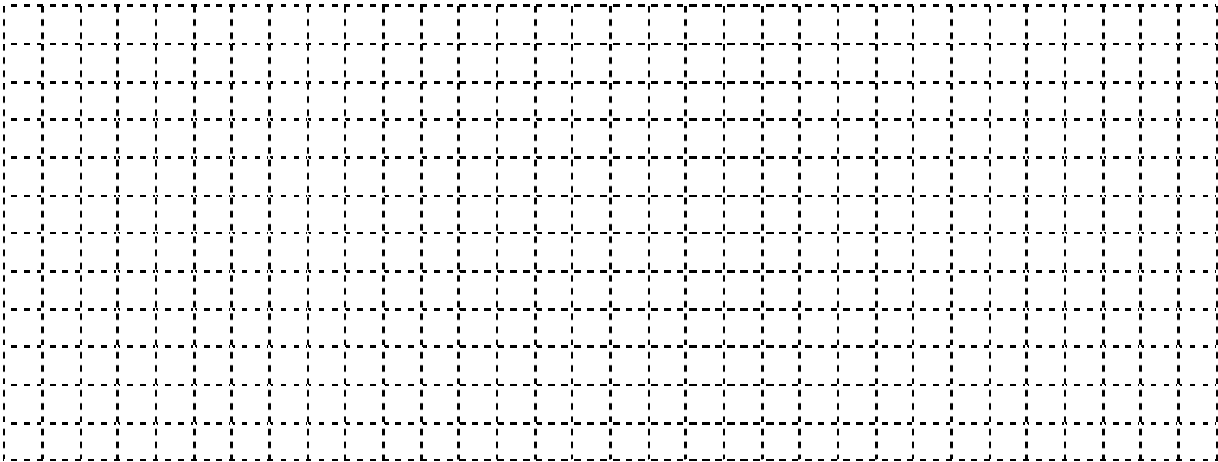
.....

.....

.....

Question 19

- Effectuer le schéma électrique du circuit d'alimentation de l'embrayage du compresseur (du + jusqu'à la masse), sachant que le calculateur commande la masse.



Question 20

- Quelle est la mesure la plus pertinente pour évaluer l'état du circuit électrique ?

.....

Question 21

- Quel est l'ordre de grandeur de la valeur attendue (*voir DT page 11*) ?

.....

Question 22

- Lorsque le calculateur détecte une intensité anormale, il commande l'arrêt du compresseur :

❶ Cas d'une intensité trop faible :

↪ A l'aide de la relation $N = B \cdot I \cdot L \cdot \cos \alpha$, montrer les conséquences d'un courant trop faible dans la bobine.

avec N = effort normal de la bobine sur le plateau en Newton
 B = champs magnétique en tesla
 L = inductance de la bobine en Henry
 I = intensité dans la bobine en ampère
 $\alpha = 0^\circ$ dans notre cas.

.....

.....

.....

- ② Cas d'une intensité trop importante (donner 2 anomalies possibles pouvant occasionner cette surintensité) :

.....

.....

.....

.....

Question 23

- A l'aide du dossier technique (*DT page 16*), déterminer la puissance « Pr » que fournit le compresseur au fluide.

.....

Question 24

- Déterminer la puissance « Pab » absorbée par le compresseur.

.....

Question 25

- Déterminer la valeur du couple nécessaire à l'entraînement du compresseur quand celui-ci tourne à 3000 tr/min.

.....

Question 26

- Déterminer l'effort presseur de l'embrayage nécessaire pour transmettre le couple maximum pouvant être demandé par le compresseur.
On prendra un couple de 30 Nm.

➤ Rappel : Couple transmissible = $N \cdot n \cdot \mu \cdot R_m$.

avec : « N » effort normal
 « n » nombre de faces en contact
 « μ » coefficient d'adhérence (0.8)
 « Rm » rayon moyen

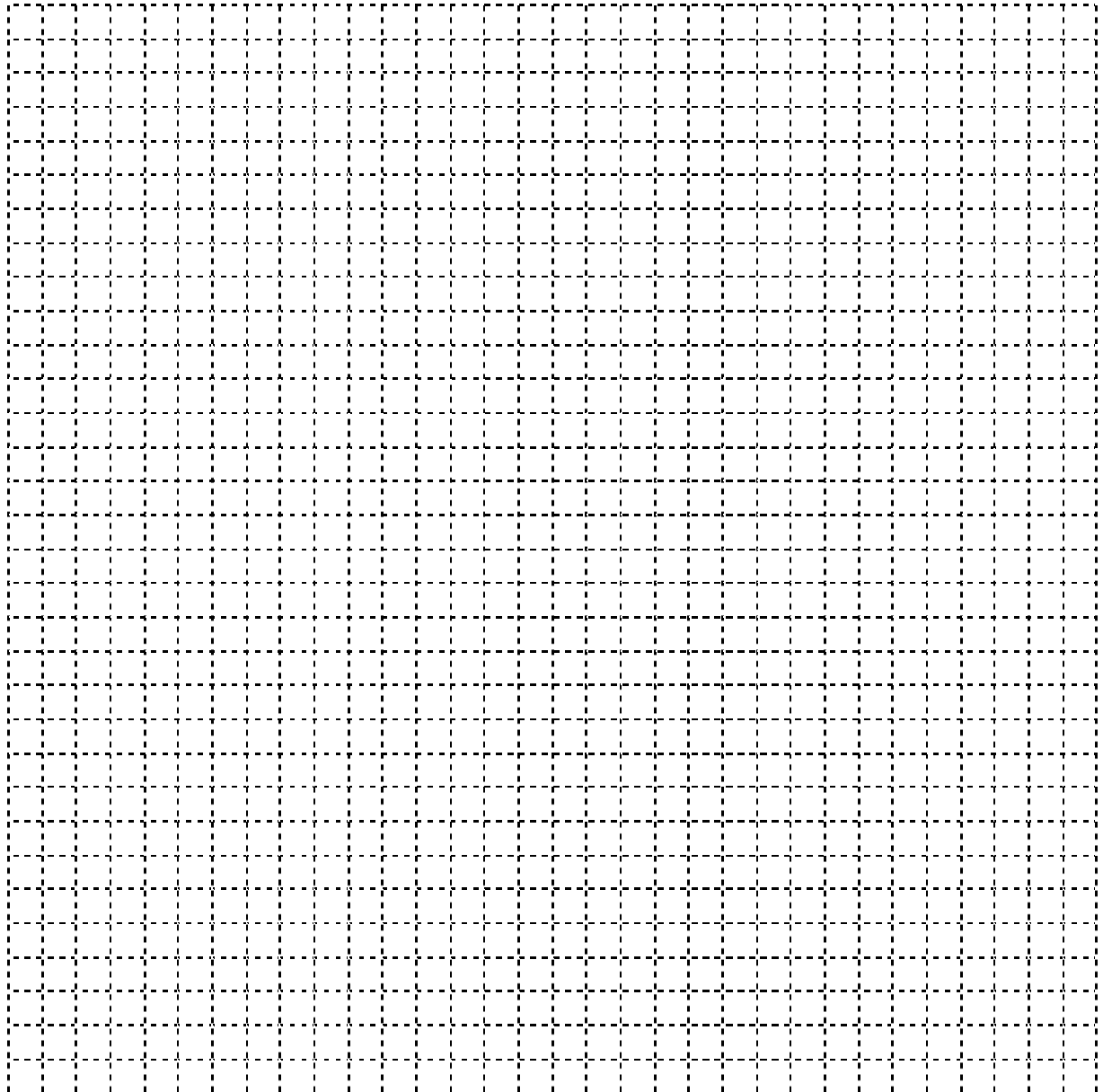
.....

.....

.....

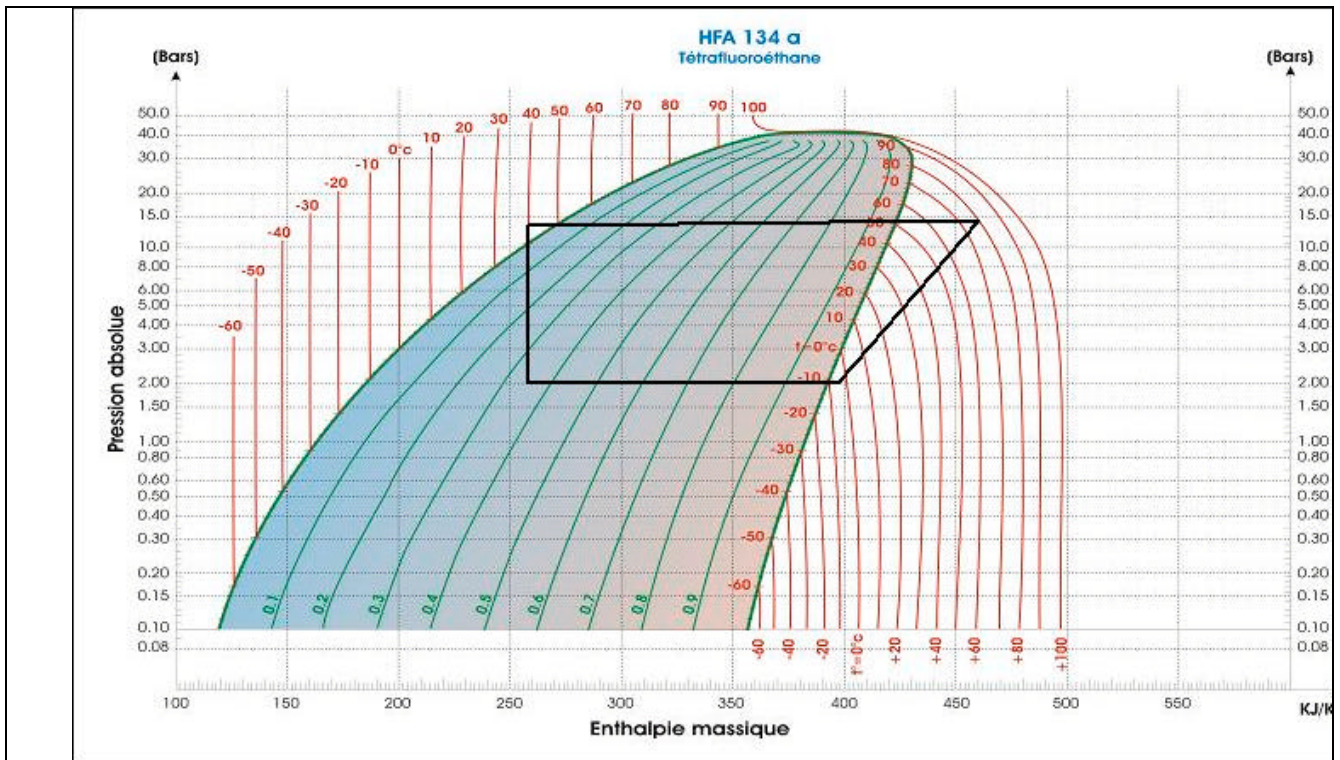
Question 27

- A l'aide du dossier ressources (*DR pages 8, 9*), réaliser le schéma hydraulique normalisé du circuit suivi par le fluide R 134a. Préciser le nom des composants.



Phases de fonctionnement du système.

- Celles-ci sont représentées à l'aide du cycle tracé sur le graphe ci-dessous.



Question 28

- On vous demande, à l'aide du dossier ressources (*DR pages 2, 3, 4 et 5*), d'indiquer sur le cycle ci-dessus, les phases suivantes :

- Condensation
- Vaporisation
- Surchauffe
- Détente
- Désurchauffe
- Sous refroidissement
- Compression

Question 29

- Noter sur le cycle, par un point nommé « A », l'endroit où se situe le capteur de pression (*à l'aide du dossier technique DT pages 6 et 14*).

Question 30

- Indiquer ci-dessous le % de gaz contenu dans le fluide en fin de détente.

.....

Question 31

- Donner la température du fluide pendant la phase évaporation, précisez son évolution.

.....

Question 32

- Si la température du fluide est trop faible lors de l'évaporation, à l'aide du graphe de la page précédente, citer l'autre grandeur physique qui varie, et dans quel sens ?

.....

Question 33

- Pour quelles raisons le calculateur prend en compte la température de l'évaporateur sur le véhicule concerné.

.....

.....

Question 34

- Donner les conséquences d'une sonde de température évaporateur défectueuse sur le fonctionnement de la climatisation au niveau de l'évaporateur :

↳ Dans le cas d'une température trop faible, donner l'incidence sur le débit d'air entrant dans l'habitacle. Préciser le phénomène rencontré.

.....

.....

.....

.....

↳ Dans le cas d'une température trop élevée, donner l'incidence sur la production de froid. Préciser le phénomène rencontré.

.....

.....

.....

.....

Pilotage du compresseur à cylindrée variable.

- Un débit-masse de gaz insuffisant produit par le compresseur peut être causé par un mauvais pilotage de l'inclinaison du plateau.

Etude du déplacement du plateau du compresseur en fonction des pressions.
Il est conseillé de se reporter au dossier ressources pages DR 6 et 7.

Question 35

- Donner, pour chaque cas présenté dans le tableau ci-dessous :

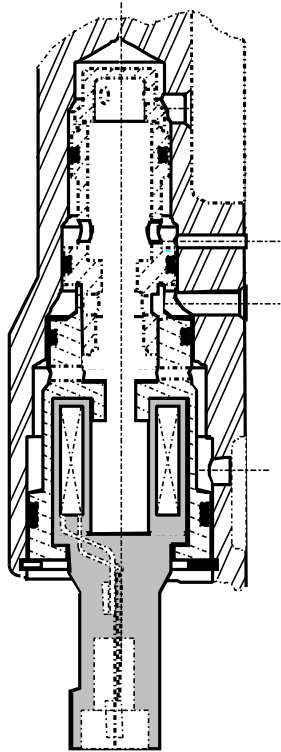
- ↳ la variation de la pression de carter du compresseur P_c (en colonne 3)
- ↳ la variation de l'angle d'inclinaison du plateau α (en colonne 4).
- ↳ les variations du Rapport Cyclique d'Ouverture (en colonne 5)

Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4	Colonne 5
Repère du cas	Phases de fonctionnement	Variation de la pression de carter du compresseur P_{PC}	Variation de l'angle d'inclinaison du plateau.	Variation du RCO de pilotage de l'électrovanne.
cas n°1	Compresseur non embrayé	Aucune	Aucune	Pas de variation du RCO pas de pilotage de l'électrovanne
cas n°2	Augmentation régime moteur à charge frigorifique constante (définition donnée page DR 7)			
cas n°3	Augmentation de la charge frigorifique à régime moteur constant			
cas n°4	Augmentation de la vitesse de l'air soufflé dans l'habitacle à régime compresseur constant			
cas n°5	Augmentation de la température de l'air ext arrivant sur l'évaporateur, à régime moteur constant et pour une température d'air soufflé constante			

Question 36

- Compléter chaque dessin de l'électrovanne en plaçant les éléments mobiles mettant en évidence la communication autorisée et la circulation du flux à l'aide de flèches (voir DT 13).
- Pour chaque cas présentés ci-dessus, donner succinctement le fonctionnement de la valve en précisant :
 - ce que gèrent les clapets,
 - si le signal RCO est la commande essentielle.

Cas : diminution de P_{PC}



Fonctionnement

.....

.....

.....

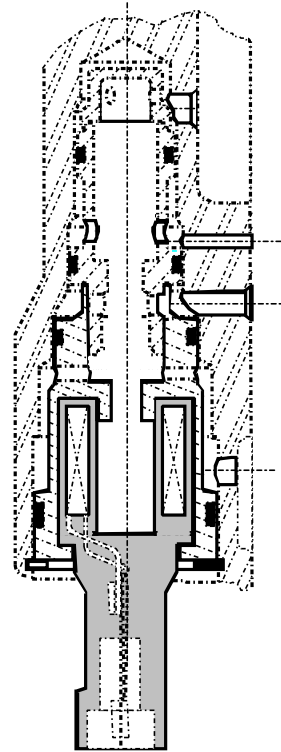
.....

.....

.....

.....

Cas : augmentation de P_{PC}



Fonctionnement

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. SYNTHÈSE DE DIAGNOSTIC

- Les informations données ci-dessous sont à prendre en compte.
 - ↳ Lors de la commande de la climatisation, le compresseur embraye correctement.
 - ↳ Le RCO de commande de l'électrovanne du compresseur, relevé sur l'outil de diagnostic, est de 0%.
 - ↳ Le système de climatisation a été chargé avec 650g de fluide R134a et le circuit est étanche.
 - ↳ Le filtre d'habitacle est en bon état.
 - ↳ Les volets de recyclage et de répartitions sont en bon état de fonctionnement.
 - ↳ Les éléments vérifiés lors des contrôles préalables (DT page 15), sont en parfait état de fonctionnement.

Question 37

- Citer les causes qui peuvent provoquer le manque d'efficacité du système de climatisation en hiérarchisant vos propositions.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. HYGIENE ET SECURITE.

Question 38

- Sur la page précédente, il est précisé que le circuit a été rechargé en fluide R 134a. Lors de la charge du système, préciser les précautions à prendre :

➤ pour l'environnement :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

➤ pour les intervenants :

.....

.....

.....

.....

.....

.....