

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR MAINTENANCE DES VÉHICULES

Option A : Voitures particulières
Option B : Véhicules de transport routier
Option C : Motocycles

E4 – ANALYSE DES SYSTÈMES ET CONTRÔLE DES PERFORMANCES

SESSION 2024

Durée : 6 heures

Coefficient : 5

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue », est autorisé.
Aucun document n'est autorisé.

Ce sujet se compose de 3 dossiers :

Dossier technique : DT 1 à DT 13
Dossier questions : DQ 1 à DQ 8
Dossier réponses : DR 1 à DR 3

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le dossier réponses est à compléter et à joindre impérativement à la copie.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	Page de garde

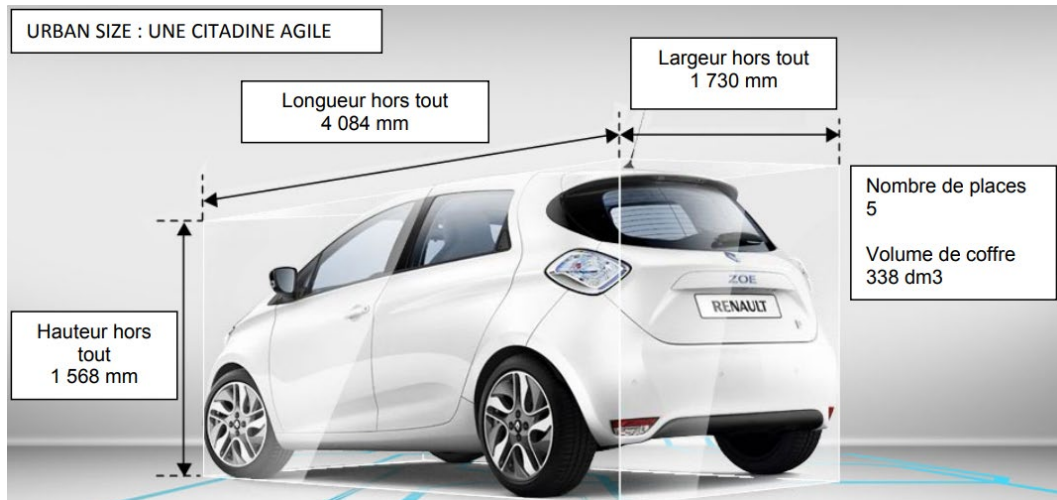
PRÉSENTATION

▪ Généralités :

Renault Zoé millésime 2017

Masse en service : 1480 kg

Pneumatiques : 195/55 R16 (Michelin Energy E-V)



▪ Pompe à Chaleur

Système de climatisation réversible, indépendant du moteur électrique, qui permet de capter les calories de l'air plutôt que de puiser dans la batterie, pour réchauffer ou climatiser l'habitacle du véhicule.

▪ Pneus Michelin Energy E-V

Ultra faible résistance au roulement.

Tenue de route et capacité de freinage inchangées : jusqu'à 5 Km supplémentaires en moyenne !

▪ La charge :

- Charge standard maison : 6 à 8 heures



- Charge accélérée : 1h

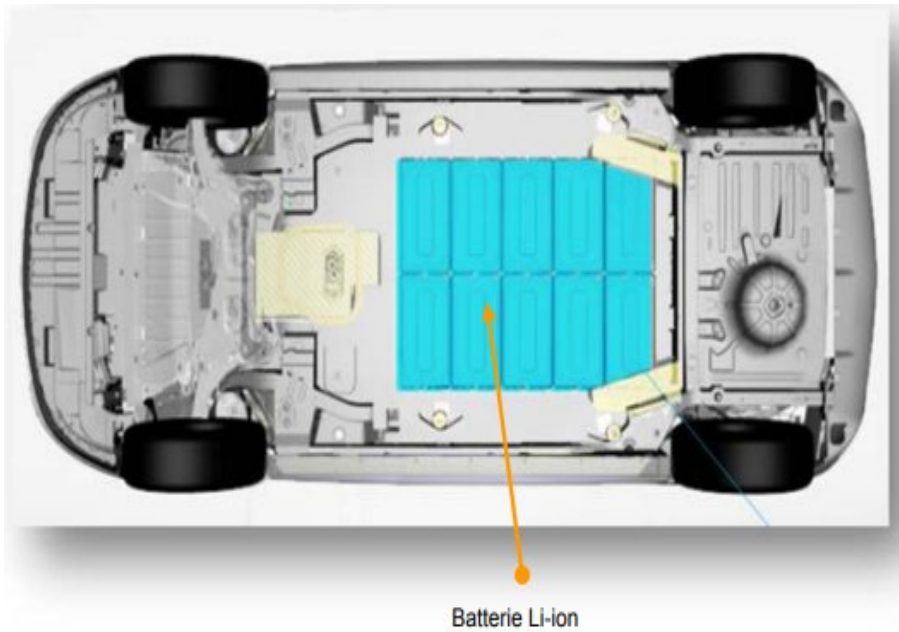


- Charge Rapide : 30 min pour 80% de charge



BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 1 sur 13

BATTERIE



La batterie de RENAULT Zoé est positionnée sous le plancher du véhicule.

Elle utilise une technologie « Lithium-ion ».

Sa tension de fonctionnement maximum est de 400 V.

Sa capacité est de 41 kWh.

▪ Caractéristiques

Le SoH (State of Health) désigne l'état de santé de la batterie d'une voiture électrique et permet de déterminer le niveau de dégradation d'une batterie. Il s'agit du rapport entre la capacité maximale de la batterie à un instant t et la capacité maximale de la batterie lorsqu'elle était neuve. Le SoH est exprimé en pourcentage. Lorsque la batterie est neuve, le SoH est de 100%. On estime que si le SoH baisse en dessous de 75%, les capacités de la batterie ne permettent plus au véhicule électrique de disposer d'une autonomie correcte, d'autant plus que le poids de la batterie, lui, reste inchangé.

SoH attendu à 25 °C :

94% de la capacité initiale de la batterie après 200 cycles (25 °C)
84% de la capacité initiale de la batterie après 1 000 cycles (25 °C)
80% de la capacité initiale de la batterie après 1 400 cycles (25 °C)

SoH attendu à 45 °C :

91% de la capacité initiale de la batterie après 200 cycles (45 °C)
78% de la capacité initiale de la batterie après 1 000 cycles (45 °C)
72% de la capacité initiale de la batterie après 1 400 cycles (45 °C)

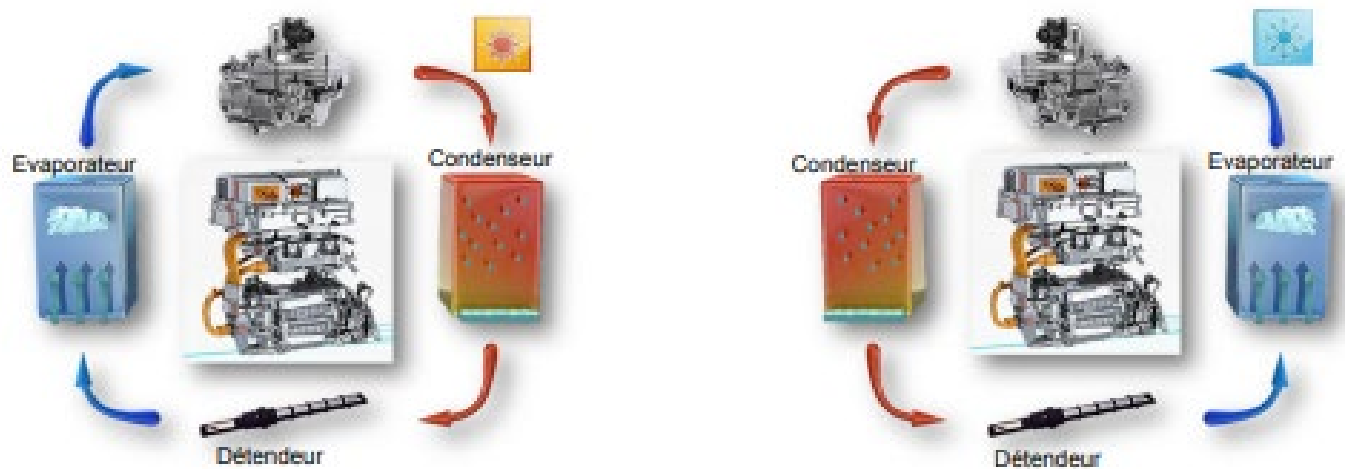
▪ Influence de la température sur la capacité de recharge batterie maximale :

Température	-20°C	-10°C	0°C	25°C	45°C
% de charge maximale	60,2 %	84,2%	90,4 %	100 %	102,1 %

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 2 sur 13

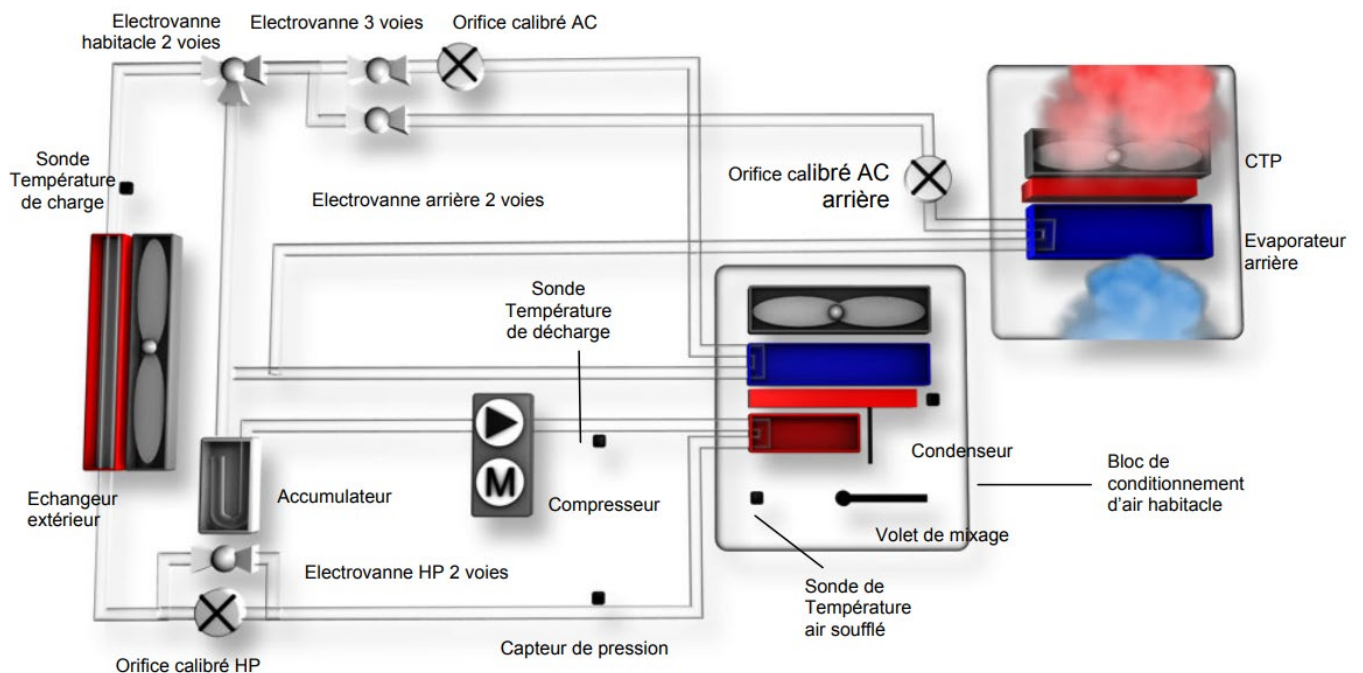
LA CLIMATISATION RÉVERSIBLE

▪ Principe de fonctionnement



Le terme « climatisation » désigne un équipement qui peut indifféremment rafraîchir ou chauffer.

▪ Identification et localisation

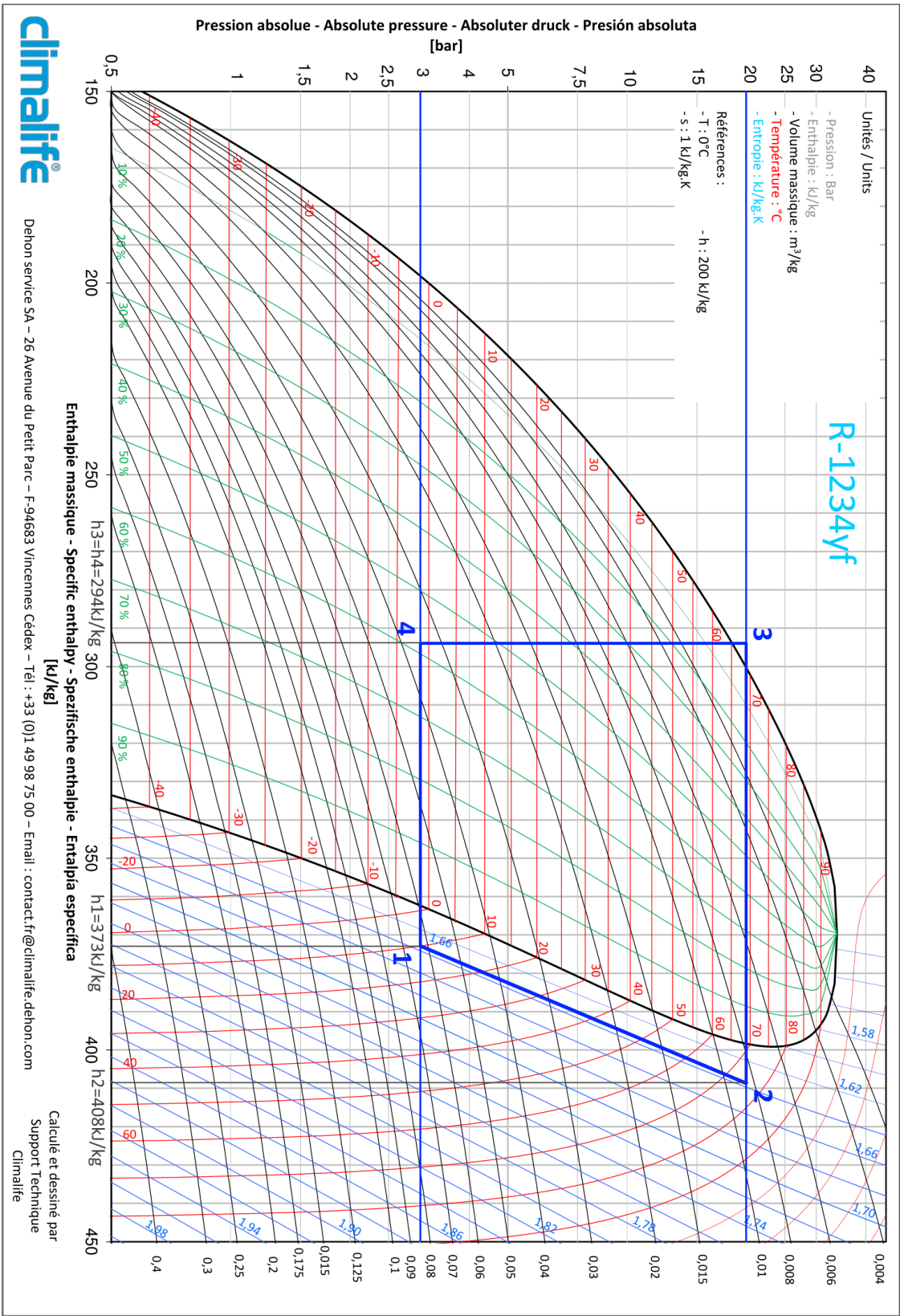


BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 3 sur 13

▪ **Diagramme de Mollier du 1234 YF – Mode chauffage habitacle**

Le diagramme de Mollier permet de suivre l'évolution de la pression p en bars (échelle logarithmique en pression absolue) en fonction de la valeur massique de l'enthalpie h en $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

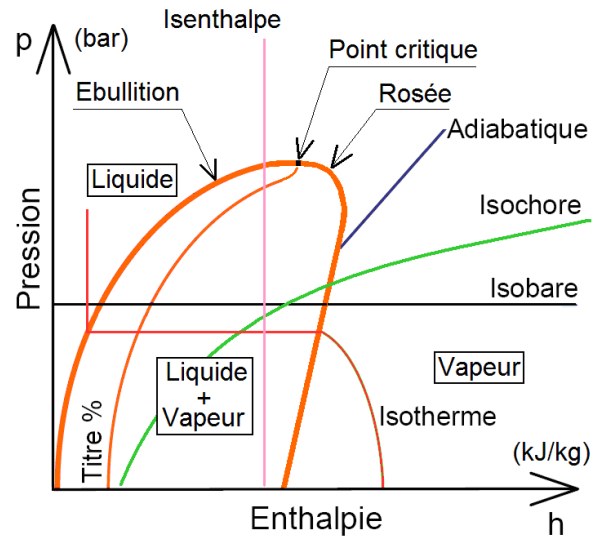
Il est relatif aux changements d'état du fluide frigorigène dans un plan (p, h) lorsque la pompe à chaleur est activée.



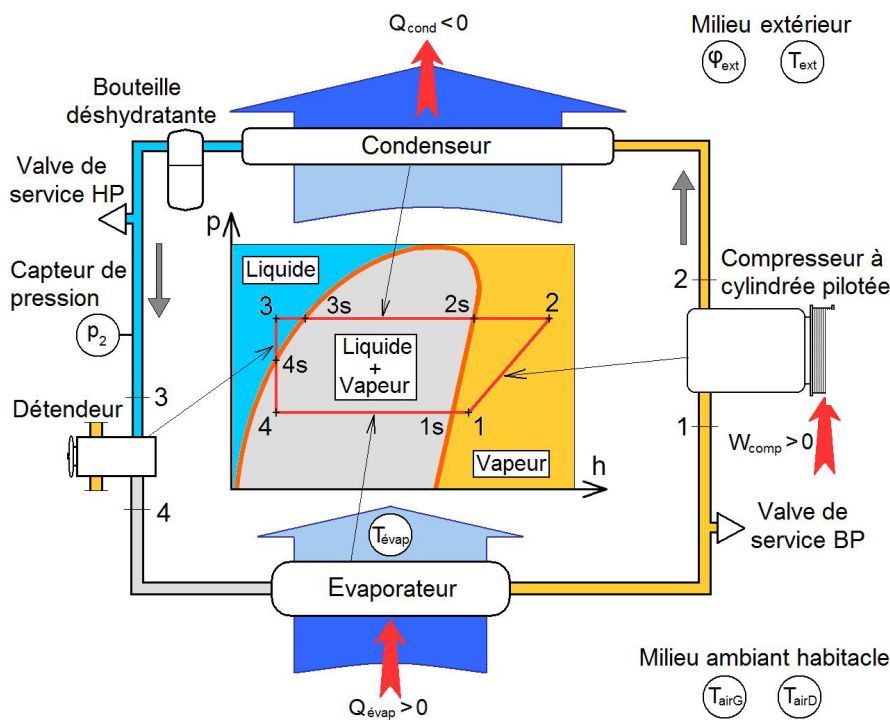
BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 4 sur 13

Sur ce diagramme on distingue :

- les zones situant les trois états du fluide :
 - liquide
 - liquide + vapeur
 - vapeur
- la courbe de saturation et le point critique :
 - courbe de liquide saturé (ébullition)
 - courbe de vapeur saturée (rosée)
- les réseaux de courbes des transformations :
 - isothermes en degrés Celsius
 - isobares en bar
 - isochores en $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$
 - isenthalpes en $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$
 - adiabatiques (isentropiques) en $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- le réseau de courbes du pourcentage de vapeur (titre %) dans la zone liquide+vapeur.



■ Schéma synoptique de la production de froid



Sigles	Désignations
ϕ_{ext}	Densité de flux thermique solaire
T_{ext}	Température extérieure
T_{airG}	Température de l'air soufflé coté gauche
T_{airD}	Température de l'air soufflé coté droit
$T_{évap}$	Température de l'air froid produit
$Q_{évap}$	Chaleur apportée au fluide (source froide)
p_2	Haute pression (HP)
W_{comp}	Travail fourni par le compresseur au fluide
Q_{cond}	Chaleur enlevée au fluide (source chaude)

■ Calcul d'efficacité

Efficacité de la boucle chaude : $e_{chaud} = \frac{Q_{cond}}{W_{comp}}$

Efficacité de la boucle froide : $e_{froid} = \frac{Q_{évap}}{W_{comp}}$

Puissance transmise au fluide : $P_{fluide} = W_{comp} \times q_m$

RAPPEL :

W : travail en J

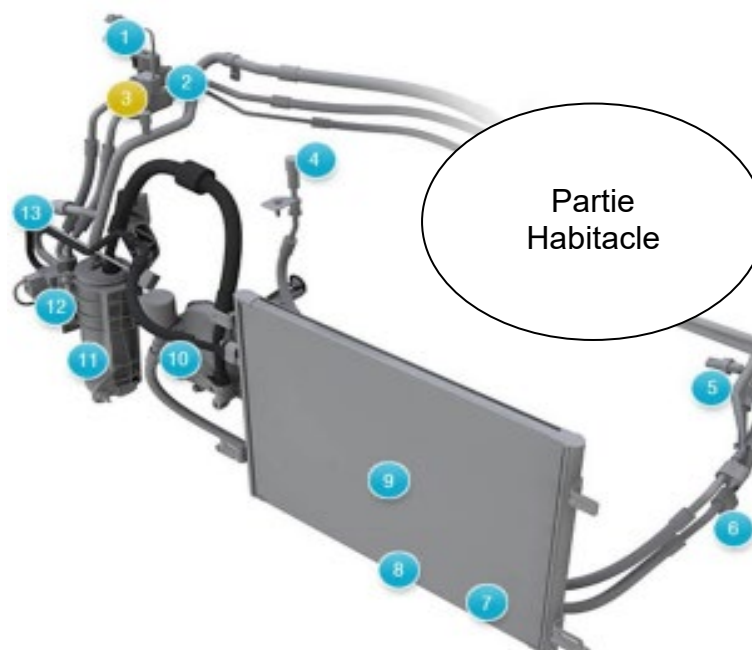
w : travail massique en $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$










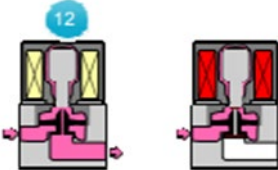


Q : chaleur en J

q : chaleur massique en $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1}$

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 5 sur 13

▪ **Éléments dans le compartiment moteur**




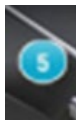




	Électrovanne 2 voies AC (EV3) Elle est sur le circuit « rafraîchissement ». Sa position est ouverte lorsqu'elle est non alimentée.		Électrovanne 2 voies HP (EV1) Elle est ouverte lorsqu'elle est non alimentée.
	Orifice calibré AC (OC1)		Orifice calibré HP (OC2)
	Électrovanne 2 voies arrière (EV4) Elle est sur le circuit « rafraîchissement batterie arrière ». Sa position est ouverte lorsqu'elle est non alimentée.		Échangeur externe (ECH) Il assure la condensation ou l'évaporation du fluide.
	Valve de remplissage pour le fluide de type 1234 YF		10 - Compresseur électrique (COMP) 11- Accumulateur (ACC)
	Capteur de pression		Électrovanne 3 voies (EV2) Sa position est ouverte vers le circuit « rafraîchissement » lorsqu'elle est non alimentée.
	La sonde de décharge Elle mesure la température du fluide qui sert à réguler le mode pompe à chaleur et empêcher les gaz trop chauds de passer dans le bloc de conditionnement.		Sonde de charge Elle mesure la température du fluide. Elle contrôle l'état du givrage de l'échangeur externe pendant le mode chauffage.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 6 sur 13

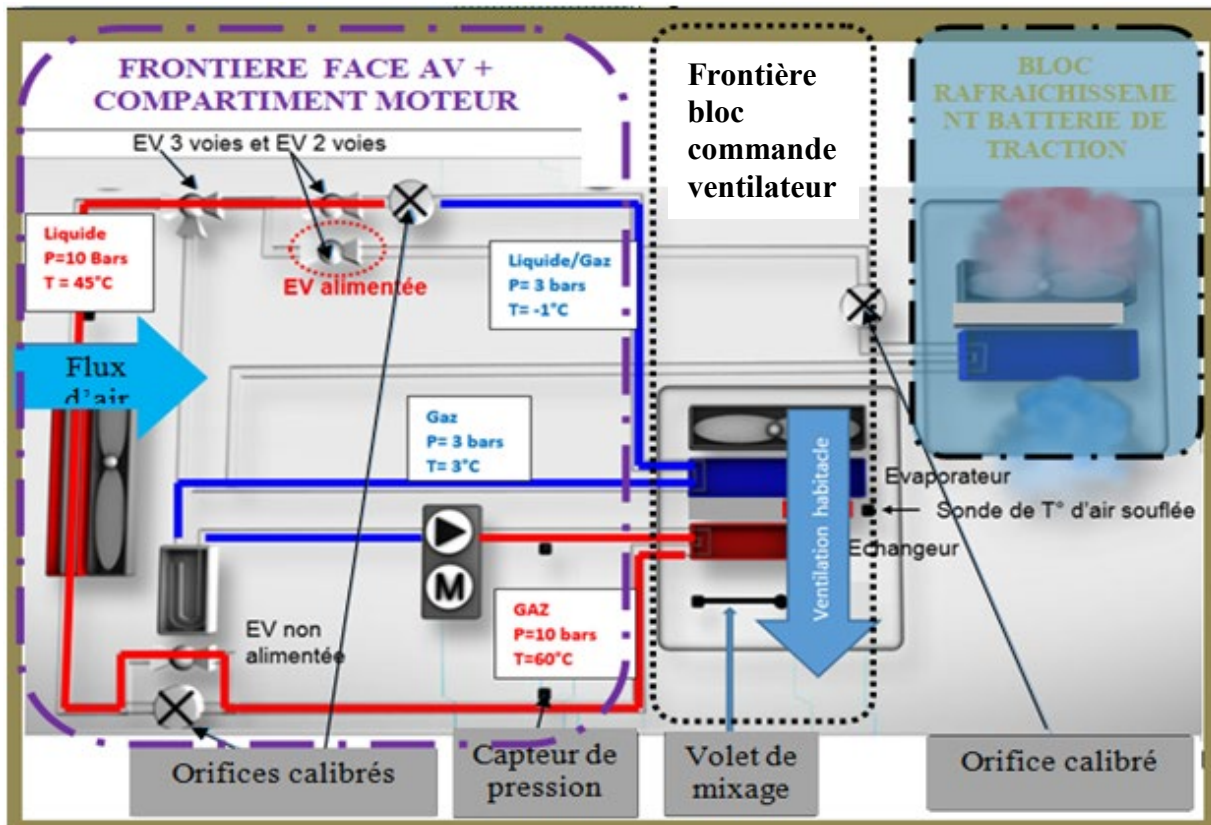
▪ **Éléments partie habitacle**



	Le calculateur de climatisation (419) déporté sur la traverse de planche de bord		L'échangeur interne (COND) a pour rôle de chauffer l'air entrant dans l'habitacle.
	Le calculateur de pompe à chaleur (2295) est accolé au bloc de conditionnement d'air.		Évaporateur (EVAP)
	La sonde de température d'air soufflé est située sur le bloc de conditionnement d'air à la sortie du condenseur et des résistances chauffantes habitacle.		Sonde évaporateur

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 7 sur 13

MODE RA Fraichissement HABITACLE

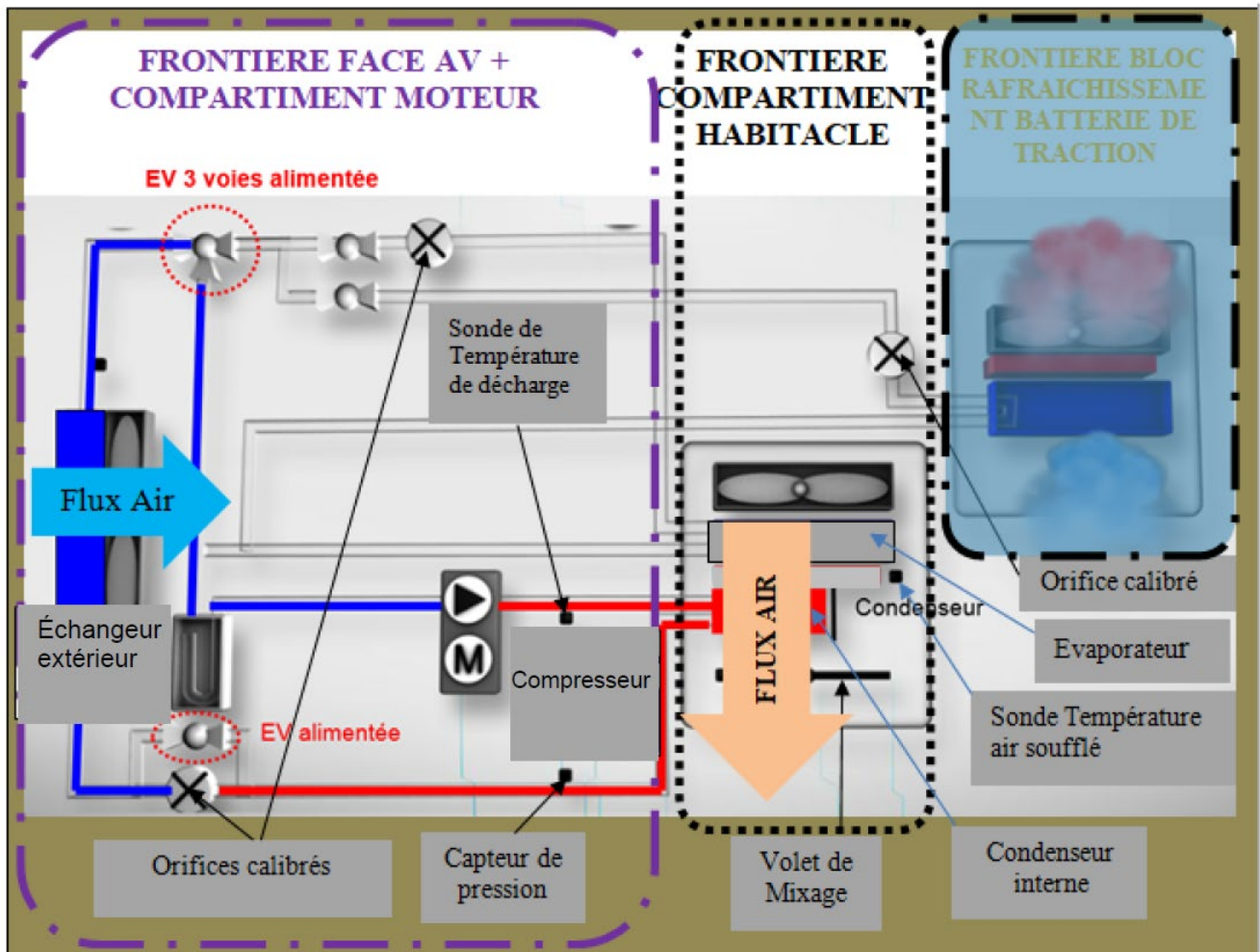


En mode rafraichissement (climatisation classique), le fluide frigorigène suit un processus dont les étapes sont les suivantes :

- ➔ Il est d'abord porté à l'état gazeux à haute température (**environ 60° C**) et à haute pression (**environ 10 Bars**) par le compresseur électrique alimenté en 400 V.
- ➔ Via l'électrovanne EV1, il traverse ensuite un condenseur situé à l'avant du véhicule, dans cette phase le fluide est refroidi par le flux d'air qui passe au travers des alvéoles du condenseur, sa température chute (**environ à 45°C**) ce qui provoque son passage de l'état gazeux à l'état liquide. Sa pression quant à elle reste constante (**environ 10 Bars**). Cette opération dégage de la chaleur dans son environnement qui n'est pas exploitée.
- ➔ Le fluide poursuit son chemin jusqu'à un détendeur (orifice calibré) où il passe brusquement de l'état liquide à l'état gazeux. Sa température et sa pression chutent pour atteindre respectivement (**environ - 1°C et 3 bars**). Il est ensuite dirigé vers un évaporateur situé dans le bloc de ventilation habitacle.
- ➔ C'est dans cet organe (évaporateur) que le fluide frigorigène s'évapore et passe totalement à l'état gazeux, ce phénomène lui faisant absorber comme une véritable « éponge à énergie » toutes les calories qu'il croise sur son chemin. C'est en faisant traverser cet évaporateur par l'air pulsé par le moto-ventilateur habitacle que l'on rafraîchit l'habitacle.
- ➔ À la sortie de l'évaporateur, le fluide est passé totalement à l'état gazeux, sa température est remontée de façon insignifiante pour atteindre (**environ 3°C**) et sa pression est constante (**environ 3 bars**).
- ➔ Il est ensuite dirigé vers un accumulateur qui permet de filtrer les impuretés dans le circuit, de déshydrater le fluide et de servir de réservoir tampon.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 8 sur 13

MODE CHAUFFAGE HABITACLE



En mode chauffage, le fluide frigorigène suit un processus dont les étapes sont les suivantes :

- ➔ Le compresseur pulse sous pression le fluide frigorigène 1234yf à l'état gazeux au travers du condenseur intérieur habitacle.
- ➔ Condensation dans le condenseur intérieur habitacle
- ➔ Détente (passage à l'état liquide/Gaz) dans l'orifice calibré HP de diamètre $d = 1,02 \text{ mm}$
- ➔ Évaporation dans l'échangeur extérieur situé à l'avant du compartiment moteur.

En sortie de l'échangeur extérieur le fluide reprend sa forme gazeuse.

- ➔ L'électrovanne 3 voies EV2 dirige le fluide vers l'accumulateur.
- ➔ À la sortie de l'accumulateur le fluide retourne au compresseur électrique AC.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 9 sur 13

LE PRÉ - CONDITIONNEMENT

- **Commande spécifique de l'utilisateur**



L'utilisateur commande le pré-conditionnement immédiat en effectuant un appui long sur le bouton spécifique du badge.



L'activation du pré-conditionnement est réalisée via R-link ou le panneau de commande.

Le pré-conditionnement, qu'est-ce que c'est ?

Le pré-conditionnement de la température est une technologie dont est dotée la Renault Zoé.

Cette fonctionnalité pratique permet de programmer le chauffage ou la climatisation de votre véhicule avant le départ.

Principal avantage du pré-conditionnement, notamment en période de froid : il permet d'optimiser l'énergie stockée par votre voiture électrique tout en vous garantissant un habitacle chaud et confortable au moment où vous devez allumer le contact.

Le pré-conditionnement : pour quoi faire ?

L'intérêt du pré-conditionnement est de prendre le volant d'une voiture chauffée ou climatisée.

En effet, 30 minutes avant l'heure de départ, le système de pré-conditionnement se déclenche afin que l'habitacle atteigne une température de confort située aux alentours de 20-21 °C au moment où vous devez prendre la route.

Si la voiture est branchée lors de la programmation, l'intérêt est encore plus grand : l'énergie nécessaire au confort thermique est alors fournie par le secteur et celle stockée dans la batterie n'est pas utilisée.

Vous commencez la journée avec une batterie chargée à 100 %, sans avoir besoin de faire tourner le chauffage ou la climatisation à plein régime, deux fonctionnalités très énergivores. Au confort thermique s'ajoute ainsi le gain en autonomie.

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 10 sur 13

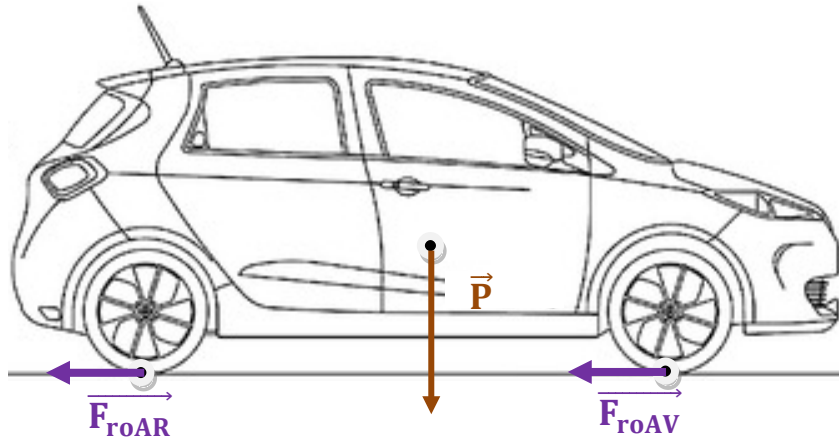
FORMULAIRE

La force résistante F_r

- Elle exprime la résistance à l'avancement.
- Elle est composée de :
 - o la résistance au roulement F_{ro}
 - o la résistance aérodynamique F_a
 - o la résistance à la pente F_p

$$F_r = F_{ro} + F_a + F_p$$

La résistance au roulement F_{ro}



F_{ro} : Force résistante au roulement en N

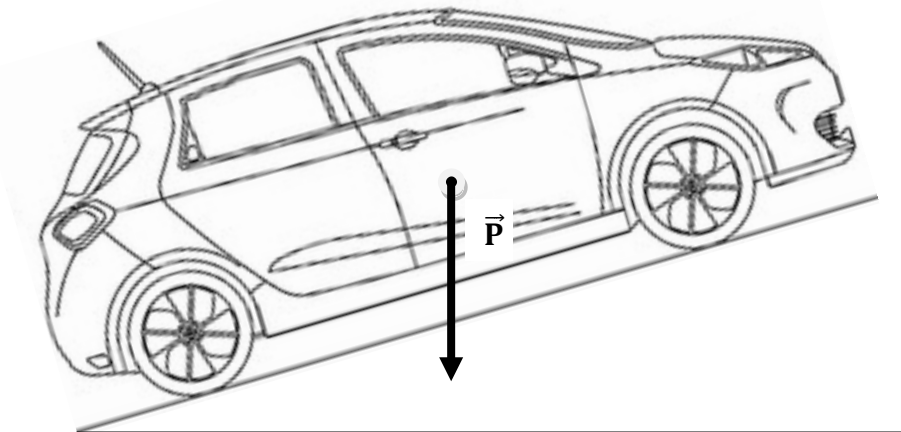
m : masse en service du véhicule en kg

$g = 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$: accélération de la pesanteur

Le coefficient de résistance au roulement C_{rr} dépend des caractéristiques des pneumatiques, il est donné par les manufacturiers.

$$F_{ro} = F_{roAV} + F_{roAR}$$
$$F_{ro} = C_{rr} \cdot P \text{ avec } P = m \times g$$

La force résistante à la pente F_p



F_p : Force résistante à la pente en N

I : pente moyenne en %

h : hauteur totale franchie par le véhicule en m

d : distance totale parcourue par le véhicule en m

En côte, F_p est de même sens que F_{ro} et F_a et s'ajoute à la force résistante F_r . En descente, elle devient moteur et s'ajoute à la force motrice F_m .

$$F_p = \frac{m \cdot g \cdot I}{100} \quad \text{avec} \quad I = \frac{100 \times h}{d}$$

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 11 sur 13

Principaux symboles hydrauliques et pneumatiques NF ISO 1219-1, NF E 04-057					
Conduites - Raccordements - Réservoirs - Accumulateurs - Sources d'énergie - Clapets					
Conduite de travail alimentation retour		Raccord rapide sans clapet		Source de pression hydraulique	
Conduite de pilotage		Raccord rapide avec clapet		Source de pression pneumatique	
Conduite d'évacuation des fuites		Raccords rapides accouplés		Réservoir à l'air : – conduite débouchant au-dessus du fluide – conduite débouchant au-dessous du fluide – à conduite en charge	
Conduite flexible		Raccord rotatif à une voie			
Ligne électrique		Raccord rotatif à trois passages			
Raccordement de conduites		Purge d'air continue		Réservoir sous pression	
Croisement de conduites		Purge d'air temporaire		Accumulateur (position verticale seulement)	
Orifice ou voie fermée		Évacuation d'air non connectable		Accumulateur hydro-pneumatique	
Silencieux (air)		Évacuation d'air connectable		Clapet de non retour piloté à l'ouverture	
Clapet de non retour sans ressort		Clapet de non retour avec ressort		Clapet de non retour à étrang- lement réglable	

Appareils de conditionnement - Limiteurs de pression - Échangeurs de chaleur - Réducteurs de débits - Sélecteurs					
Filtre, crépine		Purgeur à commande manuelle		Purgeur à commande automatique	
Déshydrateur		Lubrificateur		Limiteur de pression (soupape de sûreté)	
Filtre avec séparateur		Robinet vanne		Réducteur de pression détendeur	
Régulateur de température		Refroidisseur ou réfrigérant		Groupe de conditionnement d'air	
Réchauffeur		Sélecteur de circuit		Soupape d'échappement rapide	
Réducteur de débit non réglable		Réducteur de débit réglable		Diviseur de débit	

Distributeurs					
2/2 normalement fermé		3/2 normalement fermé		Distributeur 4/2	
2/2 normalement ouvert		3/2 normalement ouvert		Distributeur 5/2	

Modes de commandes							
Commande musculaire		Commande mécanique		Commande électrique		Commande directe par pression	
- Manuelle générale		- Poussoir ou palpeur		- Électro-aimant à un enrouleur		- Augmentation de pression d'huile	
Bouton - poussoir		- Ressort		- Électro-aimant à deux enrouleurs		- Augmentation de pression d'air	
- Levier		- Galet		- Moteur électrique		- Diminution de pression d'huile	
- Pédale		- Galet escamotable		- Combinaison électro-aimant et pression d'air		- Diminution de pression d'air	
Dispositif de verrouillage (* symbole à insérer)		Basculeur (détente brusque)		Encliquetage (maintien en position)			

Pompes - Moteurs - Compresseurs					
Pompe hydraulique à cylindrée fixe	Moteur hydraulique à cylindrée fixe	Moteur hydraulique à cylindrée réglable à un seul sens de flux			
– à un seul sens de flux 	– à un seul sens de flux et un sens de rotation 				
– à deux sens de flux 	– à deux sens de flux et deux sens de rotation 	Pompe moteur à cylindrée variable et deux sens de flux 			
Compresseur à cylindrée fixe, un seul sens de flux 	Moteur pneumatique à cylindrée variable et deux sens de flux 	Moteur hydraulique oscillant 			

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DT 13 sur 13

DOSSIER QUESTIONS

Le sujet aborde, à travers l'étude d'un système de motorisation électrique et d'un système de climatisation réversible, les différentes technologies qui ont été retenues pour équiper le véhicule Renault Zoé.

Première mise en circulation des trois véhicules : début 2017

Dans la concession, le chef d'atelier reçoit trois plaintes clients qui lui signalent que leur véhicule Renault Zoé (les 3 véhicules ont une configuration identique) ne respecte pas l'autonomie indiquée par le vendeur au moment de l'achat de leur véhicule.

Partie A - Étude de la plainte du premier client → Modification de l'indice de résistance au roulement des pneumatiques due à l'application de la loi Montagne.

Partie B - Étude de la plainte du deuxième client → Trajet régulier les weekends avec montée.

Partie C - Étude du système de climatisation réversible

Partie D - Étude de la plainte du troisième client → Petit trajet régulier l'hiver pour se rendre au travail.

Partie E - Conclusion et conseils d'utilisation



(Arrondir tous les résultats à quatre chiffres significatifs)

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DQ 1 sur 8

PARTIE A

Étude de la plainte du premier client

Le client se plaint d'une hausse significative de la consommation d'énergie de sa Renault Zoé. En effectuant les contrôles de base sur le véhicule, vous constatez que les pneus ont été remplacés.

Le client vous confirme que cela a été réalisé suite à la loi Montagne, pour circuler librement en saison froide. Il a fait remplacer les pneus EV d'origine, de classe de consommation A et spécialement étudiés pour les véhicules électriques, par des pneus 3PMSF bas de gamme de classe de consommation E.

Les fabricants donnent les coefficients de résistance au roulement (C_{rr}) des deux pneus :

	Pneumatique EV	Pneu M+S bas de gamme
Classe de consommation	A	E
C_{rr}^*	0,005	0,012

*Source : Société Michelin

Vous décidez d'étudier l'impact de ce remplacement sur l'autonomie du véhicule pour un trajet à $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

1) Cas de la monte de remplacement

QA1.1

DT 1	Relever la masse en service m du véhicule.
Sur copie	

QA1.2

DT 11	Déterminer la force de résistance au roulement F_{ro} qui s'applique au véhicule (en Newtons) avec les pneus M+S.
Sur copie	

QA1.3

	Convertir la vitesse V_{ro} en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ du véhicule en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
Sur copie	

QA1.4

	Calculer la puissance P_{ro} utilisée pour compenser la résistance au roulement en kW.
Sur copie	

QA1.5 Considérant qu'à $80 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, il faut 1h15min pour faire 100 km.

	Calculer la consommation électrique relative CE_{ro} utilisée pour compenser la résistance au roulement en kWh pour 100km.
Sur copie	

2) Conclusion

QA2.1

Avec la monte des pneus, la consommation pour faire ce trajet aurait été de 2,119kWh pour 100km.

	Calculer la surconsommation S_{ro} induite par l'utilisation des pneus M+S en kWh pour 100km.
Sur copie	

QA2.2

	Calculer le pourcentage de surconsommation $S_{ro}\%$ par rapport à la monte d'origine et conclure.
Sur copie	

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DQ 2 sur 8

PARTIE B

Étude de la plainte du deuxième client

Le client se plaint d'un manque d'autonomie de sa Renault Zoé par rapport à ce qui est annoncé. Dernièrement lors d'un weekend, il a voulu partir de chez lui à Valence pour rejoindre le col de l'Iseran. Pour l'itinéraire emprunté, il pensait avoir une autonomie suffisante pour s'y rendre avant de la recharger sur place mais elle est tombée à 0km d'autonomie bien avant l'arrivée :

- Valence 115 mètres d'altitude
- l'Iseran 2770 m d'altitude
- Durée du trajet 3h20min
- Longueur du trajet 265,5 Kilomètres

Vous décidez de relever le SoH de la batterie et relevez une valeur de 92%.

1) Étude du SoH

QB1.1

	Par rapport à une capacité nominale de 41 kWh, évaluer la
Sur copie	capacité C_p actuelle de la batterie du client.

QB1.2

	La consommation théorique annoncée étant de 13,3kWh/100km,
Sur copie	calculer l'autonomie théorique A_p actuelle du véhicule en km.

2) Étude de l'impact de la pente

QB2.1

DT 11	Calculer la pente moyenne I du trajet en %.
Sur copie	

QB2.2

DT 11	Avec la masse relevée en QA1.1, calculer la force de résistance à
Sur copie	la pente F_p en Newtons.

QB2.3

	Déterminer la vitesse moyenne attendue V_p du trajet en km.h^{-1} puis
Sur copie	en m.s^{-1} .

QB2.4

	Calculer la puissance P_p utilisée pour compenser la pente en kW.
Sur copie	

QB2.5

	Calculer la consommation électrique attendue CE_p utilisée pour
Sur copie	compenser la pente en kWh sur ce trajet.

QB2.6 La consommation théorique sur plat annoncée étant de 13,3kWh/100km et sachant que la consommation pour un trajet plat serait de 35,31kWh :

	Calculer la capacité de batterie qui est nécessaire pour ce trajet due à la surconsommation de la pente C_t .
Sur copie	

3) Conclusion

Rappel : capacité nominale de la batterie 41 kWh

QB3.1

	La perte de SoH peut-elle expliquer à elle seule l'insuffisance d'autonomie ?
Sur copie	

QB3.2

	La pente du trajet peut-elle expliquer à elle seule l'insuffisance d'autonomie ?
Sur copie	

QB3.3

	Indiquer quelle stratégie le conducteur aurait dû mettre en œuvre pour faire ce trajet.
Sur copie	

PARTIE C

Étude du système de climatisation réversible

QC.1

DT 5 à 9	Reporter les éléments suivants de la pompe à chaleur réversible sur la silhouette de la voiture. COMP - COND - ECH - OC1 - EV3 - Batterie
DR1	

QC.2

DT 3 à 9	Replacer les éléments suivants sur le schéma de la pompe à chaleur. ACC - COMP - COND - ECH - EV1 - EV3 - EVAP - OC1
DR1	

QC.3

DT 5 à 9	Énoncer la fonction des différents composants dans le tableau.
DR2	

QC.4

DT 6 à 9, 12,13	Identifier les éléments composant le système de la pompe à chaleur dans les rectangles.
DR2	

QC.5 Sur le schéma, toutes les électrovannes sont au repos, **sauf EV4 qui est alimentée.**

DT 8 et 9	Identifier par coloriage les canalisations en mode rafraîchissement de la batterie de traction et de l'habitacle : - en rouge les canalisations haute pression, - en bleu les canalisations basse pression.
DR2	

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DQ 4 sur 8

QC.6

DT 12 à 13	Compléter dans le tableau l'état des électrovannes lors des différentes phases de fonctionnement.
DR3	

Dans le cas d'un fonctionnement de la pompe à chaleur en chauffage habitacle :

QC.7

DT 4 à 8	Nommer chaque composant assurant les transformations pour chaque phase de 1 à 2, de 2 à 3, de 3 à 4, de 4 à 1 du diagramme enthalpique.
Sur copie	

QC.8

DT 4 à 8	Relever pour chaque point (1, 2, 3, 4) les valeurs des températures et des pressions sur le diagramme enthalpique.
Sur copie	

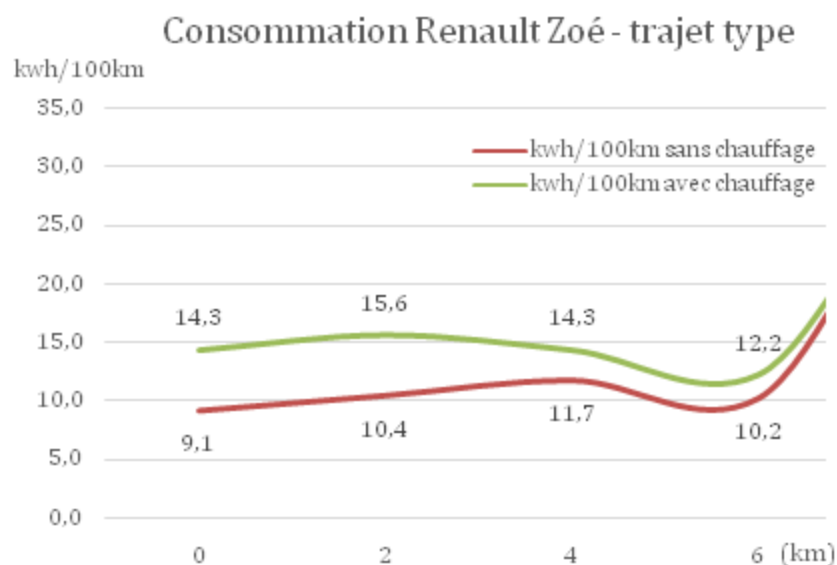
PARTIE D

Étude de la plainte du troisième client

Le client se plaint d'une faible autonomie de son véhicule depuis l'arrivée de l'hiver alors que sa batterie vient d'être changée en garantie (SoH de 100%). Il utilise son véhicule essentiellement pour aller travailler. Le client effectue un trajet court le matin et un le soir.

1) Influence du chauffage habitacle

Pour connaître l'influence du chauffage habitacle sur l'autonomie, un test est effectué. Un trajet type correspondant au trajet travail du client est effectué deux fois, l'une avec chauffage et l'autre sans. Au départ du trajet avec chauffage, l'habitacle est à la température extérieure (4°C) et on demande une consigne chauffage de 24°C, comme le fait habituellement le client.



BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DQ 5 sur 8

QD1.1

	Calculer la surconsommation à 0, 2, 4 et 6 km induite par le chauffage habitacle à partir des deux courbes relevées pendant l'essai.
Sur copie	Décrire l'évolution de la surconsommation.

QD1.2

	La surconsommation de chauffage impacte-t-elle plus :
Sur copie	<ul style="list-style-type: none"> - 1 trajet de 30 km ? - 5 trajets de 6 km ?
	Justifier.

QD1.3

DT 10	Quelle solution le constructeur propose-t-il pour diminuer l'impact du chauffage sur l'autonomie ?
Sur copie	

2) Conditions de charge

En questionnant le client sur ses habitudes, il nous informe qu'il recharge son véhicule la nuit à l'extérieur de son garage. Dernièrement, la température extérieure la nuit était en moyenne de 0°C. Rappel : capacité nominale de la batterie 41 kWh

QD2.1

DT 2	À l'aide de la documentation fournie, exprimer la capacité batterie maximale C_{\max} que le client peut espérer dans ses conditions de recharge batterie.
Sur copie	

QD2.2

	Quelle solution donneriez-vous au client pour optimiser ses recharges de batterie ?
Sur copie	

3) Influence de la vitesse moyenne

Nous allons nous intéresser à la consommation du circuit de chauffage.
Rappel : capacité nominale de la batterie 41 kWh

QD3.1

DT 7 à 8	À l'aide du diagramme de Mollier en mode chauffage habitacle, calculer l'énergie mécanique massique $w_{\text{comp}} = (h_2 - h_1)$ fournie au fluide par le compresseur.
Sur copie	

QD3.2

DT 7 à 8	Calculer l'énergie thermique (chaleur) massique q_{chaud} fournie à l'air de l'habitacle.
Sur copie	

QD3.3

DT 7 à 8	En déduire l'efficacité e_{chaud} de la pompe à chaleur.
Sur copie	

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DQ 6 sur 8

QD3.4

DT 7	D'après le diagramme de Mollier du système en mode chauffage habitacle, la pompe à chaleur permet-elle de réchauffer l'habitable pour des températures extérieures de +5°C, 0°C et -5°C ? Justifier.
Sur copie	

Le débit massique de fluide réfrigérant dans le compresseur est $q_m = 0,045 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$.

QD3.5

DT 7 à 8	Calculer la puissance P_{fluide} fournie au fluide par le compresseur.
Sur copie	

On estime le rendement global (électrique, mécanique et volumétrique) du compresseur à $\eta_g = 0,65$.

QD3.6

	Calculer la puissance électrique $P_{E_{\text{comp}}}$ consommée par le compresseur.
Sur copie	

On prendra pour la suite $P_{E_{\text{comp}}} = 2,4 \text{ kW}$.

Dans le véhicule nous avons deux tensions disponibles : 12 V et 400 V.

QD3.7

	Calculer I_{12V} et I_{400V} , l'intensité nécessaire si le compresseur est alimenté sous chacune des deux tensions. Quelle est donc la tension d'alimentation du compresseur utilisée par le constructeur ? Justifier.
Sur copie	

Les essais routiers réalisés par la presse spécialisée indiquent une consommation électrique de $146 \text{ Wh} \cdot \text{km}^{-1}$ à une vitesse stabilisée de $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Rappel : capacité nominale de la batterie 41 kWh

QD3.8

	Calculer la consommation C_{80} en kWh pour parcourir 80 km.
Sur copie	

QD3.9

	Cette distance ayant été parcourue en 1h, calculer la puissance P_{80} consommée par le véhicule.
Sur copie	

QD3.10

	Calculer le temps t_{80} durant lequel on peut rouler à $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
Sur copie	

QD3.11

	Calculer alors la distance parcourue d_{80} .
Sur copie	

Autonomie avec le chauffage au maximum

QD3.12

	Calculer la puissance électrique totale P_{totale} consommée par le moteur + la pompe à chaleur.
Sur copie	

QD3.13

	Calculer le temps t_{total} durant lequel on peut rouler à $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.
Sur copie	

QD3.14

	Calculer alors la distance parcourue d_{totale} .
Sur copie	

QD3.15

	Exprimer en pourcentage la perte d'autonomie A_{perte80} avec chauffage par rapport à l'autonomie sans chauffage.
Sur copie	

À 50 km/h , on relève une autonomie de 410 km sans chauffage et 276 km avec chauffage. La puissance consommée par la pompe à chaleur ne varie pas.

QD3.16

	Exprimer en pourcentage la perte d'autonomie A_{perte50} avec chauffage par rapport à l'autonomie sans chauffage. Conclure.
Sur copie	

PARTIE E

Conclusion et conseils d'utilisation

Votre concession souhaite anticiper les futures demandes sur le manque d'autonomie de la part des clients. Pour cela, on vous demande de rédiger les conseils d'utilisation à apporter aux clients eux-mêmes et à l'équipe commerciale pour qu'elle en informe les futurs acquéreurs.

QE.1

	En fonction des réponses aux parties précédentes, des caractéristiques de leur véhicule, de leurs trajets et de leurs habitudes d'utilisation, cocher pour chaque client les paramètres qui influent significativement sur l'autonomie de leur véhicule en particulier.
DR 3	

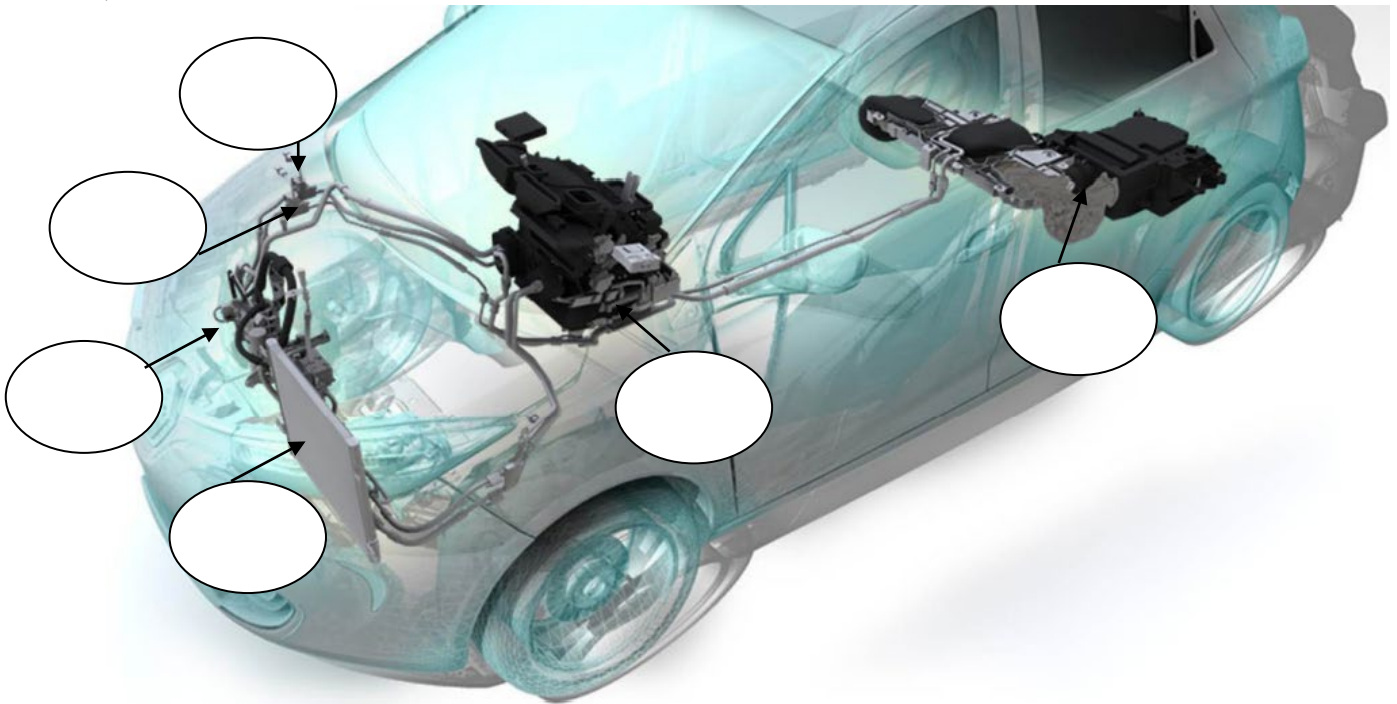
QE.2

	Conclure en rédigeant une liste des bonnes pratiques à destination des propriétaires et de l'équipe commerciale pour maximiser l'autonomie des véhicules électriques.
Sur copie	

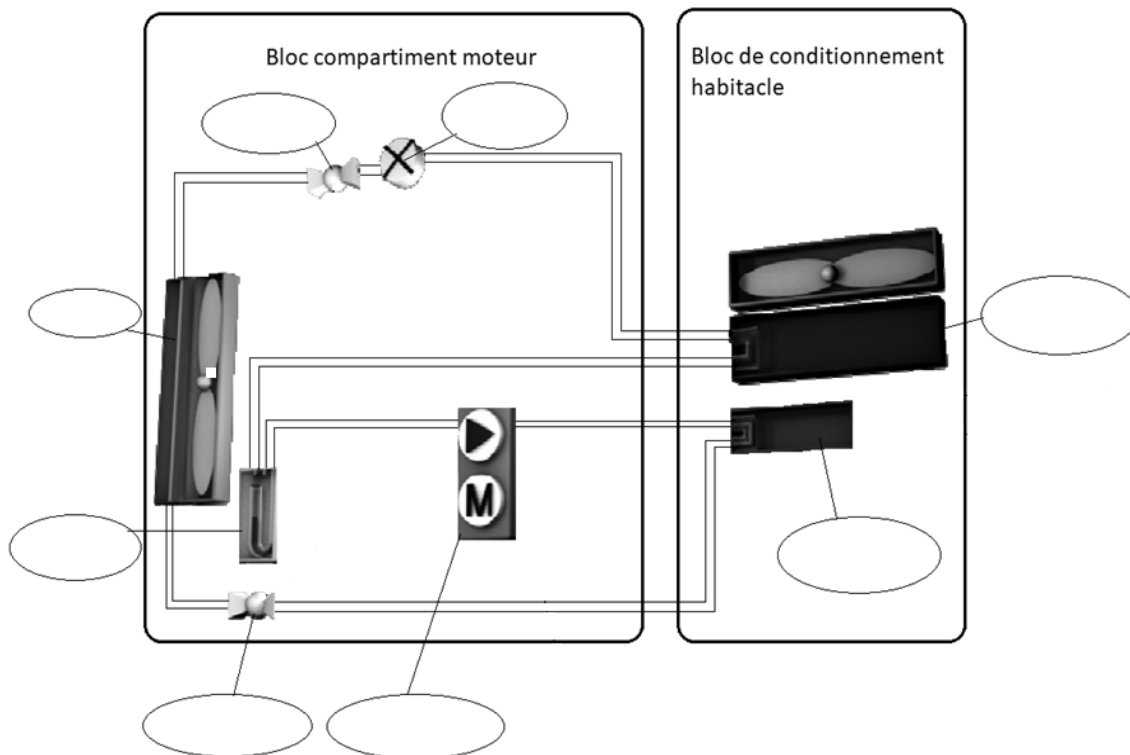
DOSSIER RÉPONSES

PARTIE A

Question C.1



Question C.2 (Rafraîchissement habitacle)



NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--

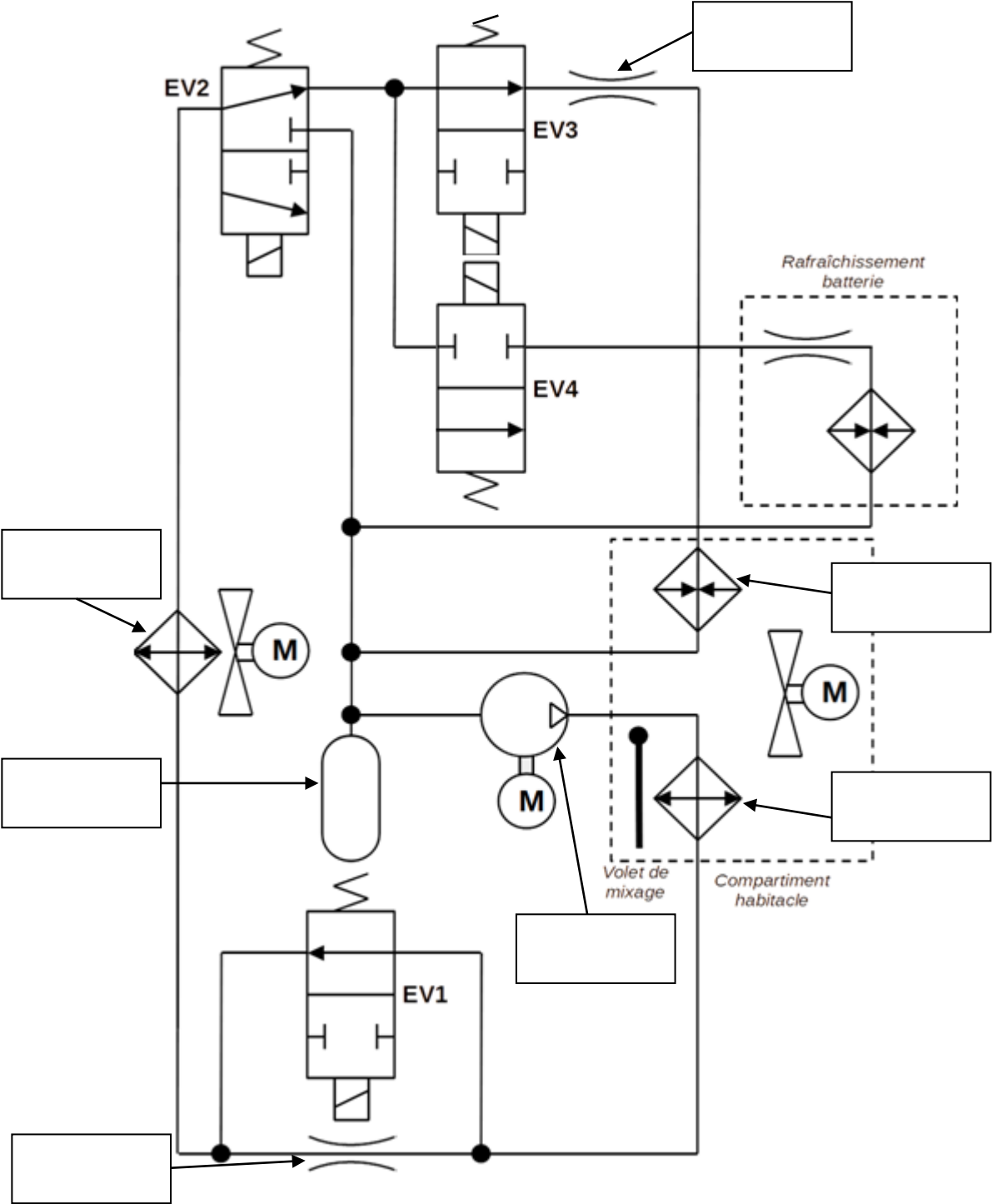


(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Question C.3

Composant	Fonction
Compresseur	
Accumulateur	
Condenseur	
Évaporateur	
Détendeur	
Électrovanne EV1	
Électrovanne EV2	

Questions C.4 et C.5



Question C.6

État électrovanne : 0 = repos 1 = alimentée

Électrovanne	Rafrâichissement habitacle	Rafrâichissement batterie	Rafrâichissement habitacle + batterie	Chauffage habitacle
EV 1				
EV 2				
EV 3				
EV 4				

PARTIE E

Question E.1

	Client 1	Client 2	Client 3	Solution envisagée
State of Health (SoH) de la batterie				
Température ambiante de recharge				
Classe de consommation des pneumatiques				
Trajets en pente				
Chauffage habitacle				

BTS MAINTENANCE DES VÉHICULES	SESSION 2024
E4 – Analyse des Systèmes et Contrôle des Performances	Durée : 6 heures
Code sujet : 24ML4ASCPPO	DR 3 sur 3

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

[illegible]

(en majuscules)

[illegible][illegible]

--	--	--



(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)