

SESSION 2023

CAPLP
CONCOURS EXTERNE ET CAFEP
3^{ème} CONCOURS

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

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

ÉPREUVE ÉCRITE DISCIPLINAIRE

Durée : 5 heures

Calculatrice autorisée selon les modalités de la circulaire du 17 juin 2021 publiée au BOEN du 29 juillet 2021.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il appartient au candidat de vérifier qu'il a reçu un sujet complet et correspondant à l'épreuve à laquelle il se présente.

Si vous repérez ce qui vous semble être une erreur d'énoncé, vous devez le signaler très lisiblement sur votre copie, en proposer la correction et poursuivre l'épreuve en conséquence. De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, vous devez la (ou les) mentionner explicitement.

NB : Conformément au principe d'anonymat, votre copie ne doit comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé consiste notamment en la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de la signer ou de l'identifier. Le fait de rendre une copie blanche est éliminatoire.

Ce sujet se décompose de la façon suivante :

- un « dossier travail », pages 2 à 10, organisé en quatre parties ;
- un « dossier technique » (DT1 à DT4), pages 11 à 38 ;
- des « documents réponses » (DR1 à DR10), pages 39 à 48, à rendre avec la copie.

Il est demandé aux candidats :

- de rédiger les réponses aux différentes parties sur des feuilles de copie séparées et clairement repérées ;
- de numéroter chaque feuille de copie et indiquer le numéro de la question traitée ;
- d'utiliser exclusivement les notations indiquées dans le sujet lors de la rédaction des réponses ;
- de justifier clairement les réponses ;
- d'encadrer ou souligner les résultats ;
- de présenter lisiblement les applications numériques, sans omettre les unités, après avoir explicité les expressions littérales des calculs ;
- de formuler les hypothèses nécessaires à la résolution des problèmes posés si celles-ci ne sont pas indiquées dans le sujet.

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie.

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► **Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	4500J	101	9311

► **Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	4500J	101	9311

► **3^{ème} Concours du CAPLP de l'enseignement public :**

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFV	4500J	101	9311

Dossier travail

Problématique : Le propriétaire d'une Peugeot 3008 hybride 2^{ème} génération ne peut pas démarrer son véhicule. Le combiné affiche le message « Défaut système de traction électrique : Arrêtez le véhicule, consultez la notice » comme l'indique la figure suivante.



Le véhicule rentre à l'atelier. Le technicien va réaliser un diagnostic et proposer une intervention afin de remettre le véhicule en conformité. Il suivra la démarche suivante :

- caractéristiques du véhicule ;
- préparation de l'intervention ;
- gestion des réseaux de servitude et multiplexés ;
- remise en conformité du véhicule.

Partie 1 – Caractéristiques du véhicule

L'objectif de cette partie est de s'approprier le principe de fonctionnement de la chaîne de traction de la 3008 hybride.

Le document technique relatif à cette partie est le DT1 (pages 11 à 16).

Question 1

Préciser l'intérêt d'un véhicule hybride en rappelant ses caractéristiques par rapport à un véhicule thermique.

Question 2

Expliquer à quoi correspond un véhicule hybride équipé de la fonction PLUG IN.

Question 3

Donner les deux types de chaîne de traction montées sur ce 3008 hybride.

Question 4

Identifier les dix éléments de la chaîne de traction de ce 3008 hybride du DR1.

Question 5

Préciser le type de batterie de traction utilisé pour ce 3008 hybride.

Question 6

Déterminer la tension nominale de la batterie de traction de ce 3008 hybride.

Préciser si une habilitation spécifique est nécessaire pour intervenir sur ce type de véhicule.

Partie 2 – Préparation de l'intervention

L'objectif de cette partie est d'identifier les conditions nécessaires et les risques inhérents à l'exécution d'opérations sur véhicules électriques et hybrides.

Le document technique relatif à cette partie est le DT2 (pages 17 et 18).

Question 7

Préciser qui délivre le titre d'habilitation électrique.

Question 8

Préciser pour les batteries présentes dans le véhicule (12 V et 400 V) leurs domaines de tension : TBT (très basse tension), BT (basse tension) ou HT (haute tension).

Question 9

Préciser la distance minimale d'approche (DMA) pour une pièce nue sous tension en BT.

Question 10

Compléter le tableau DR2, en utilisant les symboles d'habilitation suivants : B0L, B1L, B2L, B1VL, B2VL, BCL, B1TL, B2TL, B1XL et B2XL (en suivant l'exemple de la première ligne).

Question 11

Mettre dans l'ordre chronologique les opérations de consignation suivantes : condamnation, identification du véhicule, séparation, vérification d'absence de tension.

Question 12

Compléter le tableau DR3 concernant les équipements mis à disposition pour effectuer une consignation.

Partie 3 – Gestion des réseaux de servitude et multiplexés

L'objectif de cette partie est de s'approprier le fonctionnement du réseau de servitude et du réseau multiplexé afin d'appréhender les causes de dysfonctionnement du véhicule.

Le document technique relatif à cette partie est le DT3 (pages 19 à 26).

Question 13

Indiquer le rôle du contacteur de batterie de servitude.

Question 14

Compléter le document réponse DR4 en précisant la position des deux interrupteurs LVNSD 1 et 2 ainsi que le cheminement de passage du courant depuis sa source pour les modes suivants :

- mode veille ;
- mode réseau éveillé ;
- mode ready ;
- mode démarrage à l'aide de l'Istar.

Question 15

Rappeler l'intérêt du réseau multiplexé par rapport à une architecture électrique classique. Préciser le type de signal circulant sur un réseau multiplexé et le nom du support sur lequel circule ce signal.

Question 16

Donner les différents réseaux multiplexés présents sur ce 3008 hybride.

Question 17

Compléter le document réponse DR5 permettant de différencier les réseaux.

Question 18

Rappeler l'intérêt sur certains réseaux d'avoir des résistances de terminaisons.

La détermination de la résistance équivalente entre les deux fils du réseau CAN permet d'obtenir des informations sur d'éventuelles causes de problèmes de communication. Le schéma équivalent du réseau CAN H/S est rappelé figure 1.

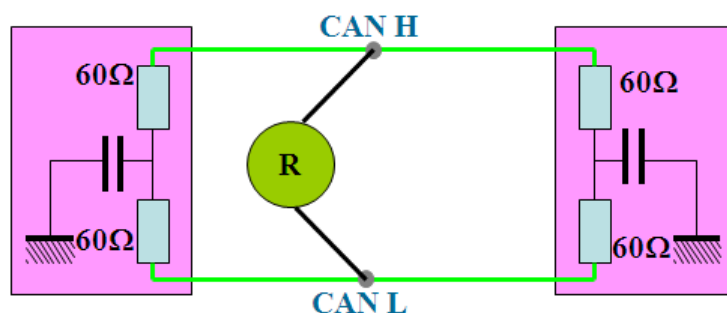


Figure 1 : Schéma équivalent d'un réseau CAN H/S

Question 19

Déterminer la résistance équivalente R entre CAN H et CAN L en justifiant la démarche utilisée.

Question 20

Indiquer la valeur de R relevée à l'ohmmètre pour les deux défauts suivants :

- un fil est coupé ;
- court-circuit.

Question 21

Déterminer la valeur de la résistance de terminaison équivalente sur le réseau FlexRay.

Question 22

À partir de la figure 2 correspondant à la mesure de tension sur le réseau LIN :

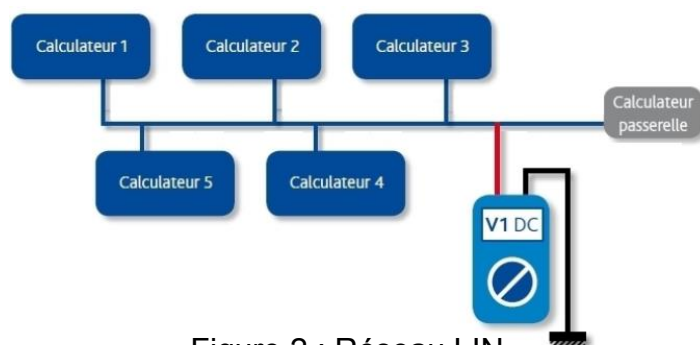


Figure 2 : Réseau LIN

Compléter le tableau DR5 :

- en précisant le diagnostic en fonction des mesures ;
- en cochant la case correspondant à l'état de fonctionnement du réseau.

Question 23

À partir de la figure 3 correspondant à la mesure des deux tensions (CAN H et CAN L) sur le réseau CAN H/S :

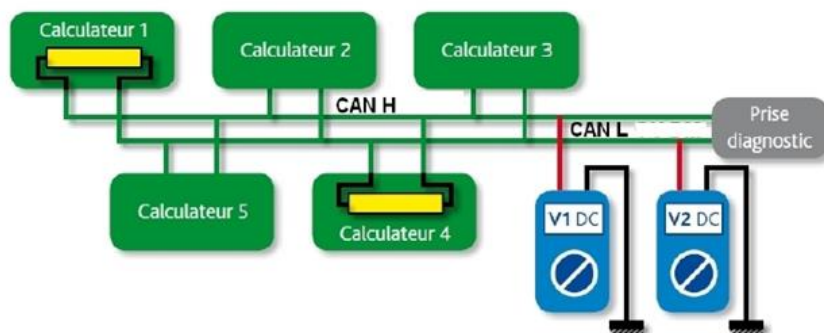


Figure 3 : Réseau CAN H/S

Compléter le tableau DR5 :

- en précisant le diagnostic en fonction des mesures ;
- en cochant la case correspondant à l'état de fonctionnement du réseau.

Question 24

À partir de la figure 4 correspondant à la mesure des deux tensions (BP et BM) sur le réseau Flexray :

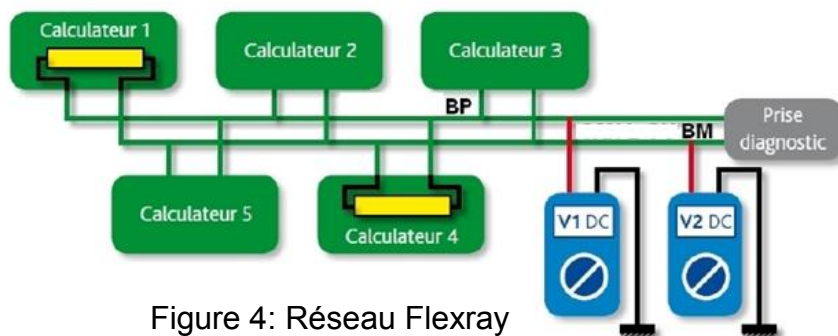


Figure 4: Réseau Flexray

Compléter le tableau DR6 :

- en précisant le diagnostic en fonction des mesures ;
- en cochant la case correspondant à l'état de fonctionnement du réseau.

Question 25

La figure 5 schématise la mesure des deux tensions (CAN H et CAN L) sur le réseau CAN L/S.

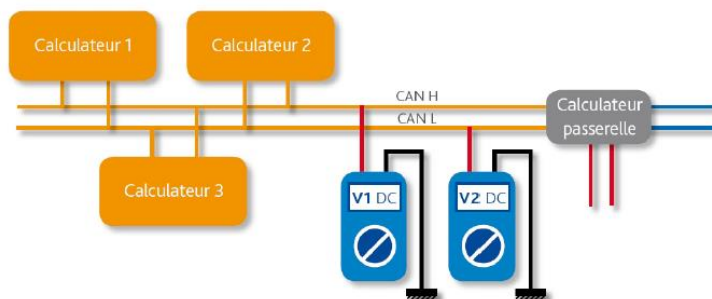


Figure 5 : Réseau CAN L/S

Compléter le tableau DR6 :

- en précisant le diagnostic en fonction des mesures ;
- en cochant la case correspondant à l'état de fonctionnement du réseau.

Partie 4 – Remise en conformité du véhicule

Cette partie a pour objectif d'identifier le problème de démarrage moteur par des mesures et des contrôles afin de proposer une intervention.

L'utilisation de l'outil de diagnostic fait apparaître un problème de communication avec le réseau Flexray sur différents calculateurs et une impossibilité de communiquer avec le calculateur moteur.

Il n'y a pas de communication avec le calculateur moteur bien que l'outil de diagnostic fonctionne correctement car le dialogue avec les autres calculateurs est possible.

Les documents techniques relatifs à cette partie sont les DT3 (pages 19 à 26) et DT4 (pages 27 à 38).

Question 26

Dessiner sur le DR7 les outils de mesure permettant de vérifier l'alimentation et la masse du calculateur moteur.

Les valeurs relevées étant conformes, la suite des contrôles se porte sur le réseau FlexRay.

Question 27

Compléter le tableau de mesures document DR8 permettant de contrôler le réseau FlexRay. Conclure et proposer des solutions par rapport aux valeurs relevées.

Question 28

Sur le schéma électrique DR8, placer les outils de mesures en précisant sur le document les conditions de mesure concernant les contrôles proposés question précédente.

Après avoir remis en conformité le système, le dialogue avec le calculateur moteur redevient possible et le véhicule démarre.

Circuits de refroidissement de la chaîne de traction hybride

Le véhicule a été réparé mais un nouveau problème survient : l'autonomie électrique du véhicule est réduite. Pour résoudre ce dysfonctionnement, une analyse du refroidissement du système de traction hybride est proposée.

Question 29

Rappeler la nécessité de refroidir une chaîne de traction.

Question 30

Citer les trois circuits de refroidissement de la chaîne de traction hybride.

Lister les éléments constitutifs du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Question 31

Donner la fonction des éléments suivants :

- radiateur ;
- pompe à eau électrique ;
- boîte de dégazage du circuit de refroidissement de la batterie de traction ;
- sonde de température de liquide de refroidissement.

Question 32

Donner les plages de température de fonctionnement pour les trois circuits de refroidissement.

La figure 6 représente le circuit de refroidissement simplifié de la batterie de traction de ce 3008 hybride.

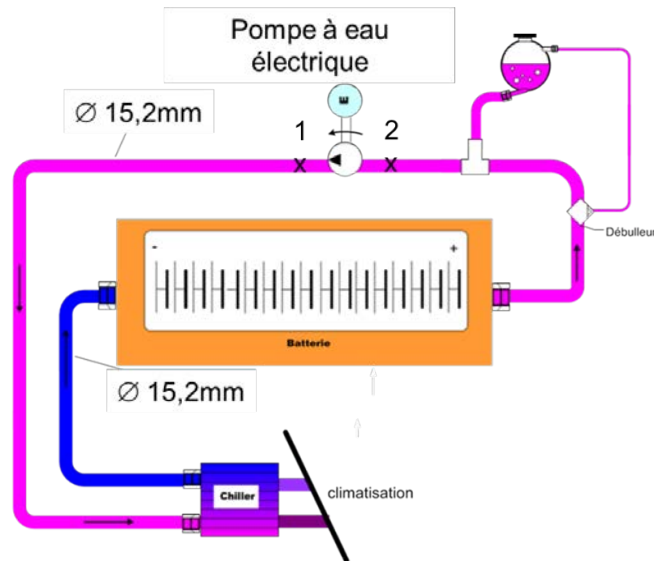


Figure 6 : Circuit de refroidissement simplifié de la batterie de traction

L'équation caractéristique du circuit hydraulique s'écrit :

$$\Delta p = k Q_v^2$$

Avec :

- Δp : différence de pression entre l'entrée (1) et la sortie (2) du circuit (Pa) ;
- Q_v : débit volumique du fluide dans le circuit ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) ;
- k : constante hydraulique du circuit ($k = 0,0006914$).

L'équation de Bernoulli modifiée en cas de fluide réel, et exprimée en pression est rappelée ci-dessous :

$$p_1 + \left(\frac{1}{2} \rho v_1^2 \right) + (\rho g h_1) = p_2 + \left(\frac{1}{2} \rho v_2^2 \right) + (\rho g h_2) + \left(\frac{1}{2} \rho v_2^2 \right) p_c$$

Avec :

- p_1 : pression hydraulique au point 1 du circuit (Pa) ;
- v_1 : vitesse du fluide au point 1 du circuit ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ;
- h_1 : hauteur manométrique au point 1 du circuit (m) ;
- p_2 : pression hydraulique au point 2 du circuit (Pa) ;
- v_2 : vitesse du fluide au point 2 du circuit ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) ;
- h_2 : hauteur manométrique au point 2 du circuit (m) ;
- ρ : masse volumique du fluide ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) ;
- p_c : coefficient de perte de charge du circuit ramené au point 2 du circuit.

Question 33

En prenant comme hypothèse que h_1 et h_2 ont des valeurs très proches et que la vitesse reste constante, exprimer k en fonction de ρ , p_c et du diamètre ϕ .

Question 34

Sur le document DR9, compléter le tableau de valeurs puis tracer la courbe de $\Delta p = f(Q_v)$.

Question 35

En déduire les valeurs du débit, de la pression et de l'intensité de la pompe pour le point de fonctionnement repéré sur DR9.

Question 36

Calculer la vitesse du fluide v dans les tuyaux en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ en prenant $Q_v = 900 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$.

Question 37

Préciser le type de la pompe à eau retenue (à membrane, centrifuge, volumétrique ou à pistons).

Question 38

Vérifier par une analyse dimensionnelle (étude des unités des différentes grandeurs) l'homogénéité de la relation suivante : $P_{\text{hyd}} = \Delta p Q_v$.
Avec P_{hyd} , puissance hydraulique fournie à un fluide.

Question 39

Déterminer numériquement la puissance hydraulique P_{hyd} que fournit la pompe au fluide au point de fonctionnement étudié ($\Delta p = 560 \text{ mb}$ et $Q_v = 900 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$) en précisant l'unité.

Question 40

Déterminer la puissance électrique absorbée par la pompe P_{abs} pour ce point de fonctionnement.

En déduire le rendement global η_{pompe} de la pompe à eau.

Afin d'affiner le diagnostic sans déposer d'éléments, le technicien décide de vérifier la partie commande de la pompe et la cohérence avec le point de fonctionnement théorique déterminé précédemment.

Question 41

Sur le schéma électrique DR10, repérer en rouge le fil d'alimentation et en bleu la commande de la pompe à eau électrique.

Le relevé effectué par le technicien de la commande de la pompe est présenté sur le DT25.

Question 42

Déterminer la valeur numérique du RCO après avoir rappelé son expression.

La commande de la pompe étant cohérente à la valeur attendue. Le technicien décide, via la valise diagnostic en mode « test actionneur », de tester la pompe à eau en la faisant débiter. Il dispose pour cela d'un récipient de cinq litres et d'un chronomètre.

Le récipient est rempli en une minute et dix secondes.

Question 43

Déterminer le débit réel Q_{vr} de la pompe en litre par heure ($\text{l}\cdot\text{h}^{-1}$).

Question 44

Comparer avec le débit nominal $Q_v = 900 \text{ l}\cdot\text{h}^{-1}$ et conclure quant à l'état de la pompe 1727.

Question 45

Conclure sur les incidences liées à la batterie de traction et à l'autonomie en mode électrique.

Étude thermique du circuit de refroidissement de la batterie de traction

Le technicien souhaite approfondir son diagnostic et se propose de vérifier le fonctionnement du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Question 46

Montrer que la puissance thermique P_{th} évacuée par un fluide caloporteur s'écrit :

$$P_{thermique} = \rho Q_v C_{fluide} \Delta T$$

Avec

- Q_v : débit volumique du fluide caloporteur ($m^3 \cdot s^{-1}$) ;
- ρ : masse volumique du fluide caloporteur ($g \cdot m^{-3}$) ;
- C_{fluide} : capacité thermique massique du fluide ($J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$) ;
- ΔT : différence de température entre l'entrée et la sortie de la batterie (K).

Question 47

Définir ce qu'est la capacité thermique massique C_{fluide} .

Question 48

En fonction des données techniques, calculer la capacité thermique du liquide de refroidissement C_{fluide} en $J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1}$.

Question 49

Calculer la puissance thermique absorbée par le fluide caloporteur pour refroidir la batterie de traction dans les conditions suivantes :

- $Q_v = 900 \text{ l} \cdot h^{-1}$;
- température entrée batterie : $t_{batt} = 30^\circ C$;
- température sortie batterie : $t_{sbatt} = 35^\circ C$.

En déduire la puissance thermique à évacuer par le chiller.

Question 50

Justifier le choix du constructeur sur l'utilisation d'un fluide frigorigène pour refroidir le liquide de refroidissement via un chiller plutôt qu'un échangeur refroidi par l'air ambiant.

La mesure de la température étant fondamentale pour le fonctionnement, le technicien décide de contrôler le capteur de température du liquide de refroidissement.

Question 51

Indiquer le type de capteur de température retenu par le constructeur en justifiant la réponse. Préciser la valeur de la résistance $R_{capteur}$ à la température de $20^\circ C$.

Question 52

Calculer la valeur de la tension $V_{capteur}$ aux bornes du capteur de température (tension mesurée par le calculateur) en détaillant les calculs.

Le technicien décide de vérifier si la tension $V_{capteur}$ mesurée par le capteur de température est correcte.

Question 53

Proposer une procédure permettant de mesurer la tension aux bornes du capteur. Le matériel utilisé sera précisé ainsi que les conditions de mesure.

Le technicien lit une valeur de 1,9 V.

Question 54

Conclure quant à l'état du capteur de température d'eau de refroidissement de la batterie de traction.

Question 55

Proposer un récapitulatif de l'ensemble des interventions permettant de résoudre le dysfonctionnement étudié.

DT1 : PRÉSENTATION DE LA 3008 HYBRIDE (6 PAGES)



La PEUGEOT 3008 HYBRID 2 ou 4 est un nouveau concept de véhicule : Full Hybrid Plug-in. Cette technologie est similaire à la technologie Full Hybrid, la différence provient du fait que le véhicule embarque une plus grande capacité de batterie pour une autonomie en mode électrique plus importante (de l'ordre de 50 km) et que le véhicule est rechargeable via une borne spécifique ou une prise domestique.

La technologie hybride rechargeable Full Hybrid Plug-in comprend :

- un moteur thermique essence EP6 1,6L (163 ch / 147 kW), moteur homologué en norme de dépollution EURO 6.3 en Europe ;
- une machine électrique de traction intégrée à la boîte de vitesse automatique hybride (e-BVA) ;
- une machine électrique de traction arrière (eRAD) permettant la propulsion (version 4WD uniquement).

La boîte de vitesse automatique (e-BVA) et la machine électrique de traction arrière (eRad) en version 4 WD assurent seules la mobilité du véhicule en mode électrique et en mode automatique dans les phases de roulage à basse vitesse et en cas de sollicitation modérée. L'ensemble assiste le moteur thermique au démarrage, en accélération et compense les ruptures de couple lors des passages de vitesses.

Le passage du mode électrique au mode thermique se fait automatiquement lorsque les conditions le nécessitent (sollicitation du conducteur, batterie déchargée, ...).

L'alternateur réversible (Istar) redémarre le moteur thermique lorsque les conditions le permettent.

La machine électrique de traction avant intégrée à la boîte de vitesse automatique hybride (e-BVA) démarre le moteur à froid et à l'arrêt.

Les 3 sources de motricité (moteur thermique, machine électrique de traction avant et machine électrique de traction arrière) peuvent également s'additionner dans certaines conditions de roulage (Exemple : effet « boost » en cas de forte accélération lors d'un dépassement de véhicule).

La Peugeot 3008 hybride offre :

- jusqu'à 300 chevaux (221 kW) combinés ;
- 50 km d'autonomie en mode 100 % électrique (WLTP).

	Moteur thermique EP6	BV Auto	Moteur électrique avant	Moteur électrique arrière	Batterie de traction	Puissance combinée
2 WD	163 ch	8 rapports	80 kW		13.2 kWh	225 ch
4 WD	163 ch	8 rapports	80 kW	80 kW	13.2 kWh	300 ch

Consommation : CO₂ WLTP ~40g·km⁻¹.

Autonomie : MVEG ~50km, WLTP ~40km.

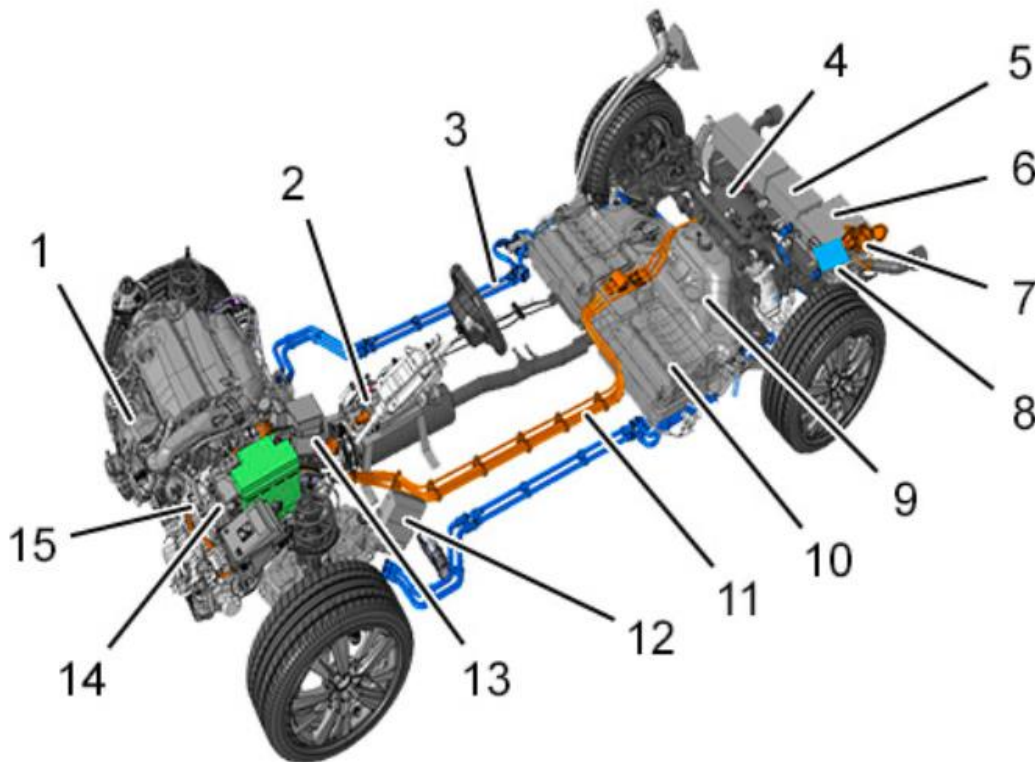
Cible autonomie autoroute ~500km (taille réservoir réduite).

Écarts de masse à vide :

EP6FADTX ATN8 : entre 1448 et 1553 kg en fonction des niveaux de finition.

PHEV 4x4 : entre 1810 et 1885 kg, soit un surpoids moyen de 350 kg.

PHEV 4x2 : entre 1740 et 1814 kg, soit un surpoids moyen de 280 kg.



1 : Compresseur de réfrigération électrique

2 : Résistance de chauffage d'air habitacle

3 : Circuit de refroidissement de la batterie de traction

4 : Ensemble de machine électrique de traction arrière et réducteur

5 : Ensemble de chargeur embarqué / convertisseur de tension continue

6 : Canister

7 : Boîtier de prise de charge

8 : Boîte de dégazage du circuit de refroidissement de la batterie de traction

9 : Réservoir à carburant pressurisé

10 : Batterie de traction

11 : Faisceau électrique

12 : Calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride

13 : Maître-cylindre à amplification de freinage électrique

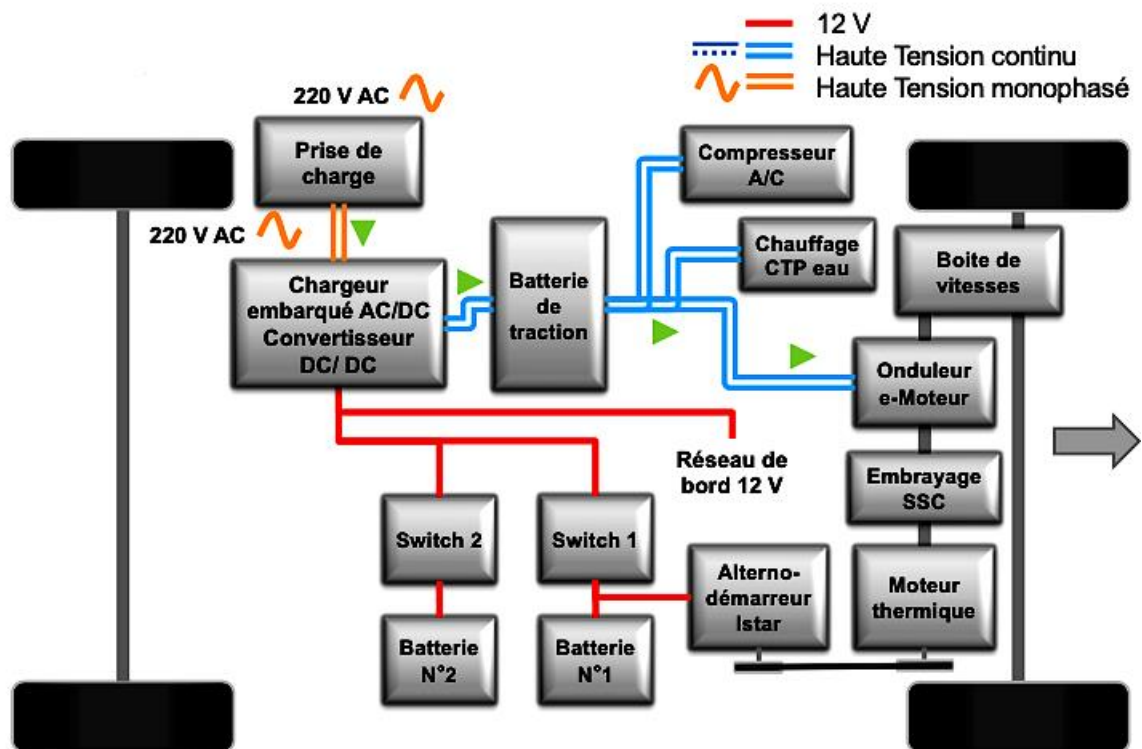
14 : Calculateur de boîte de vitesse automatique hybride

15 : Boîte de vitesse automatique hybride (e-BVA)

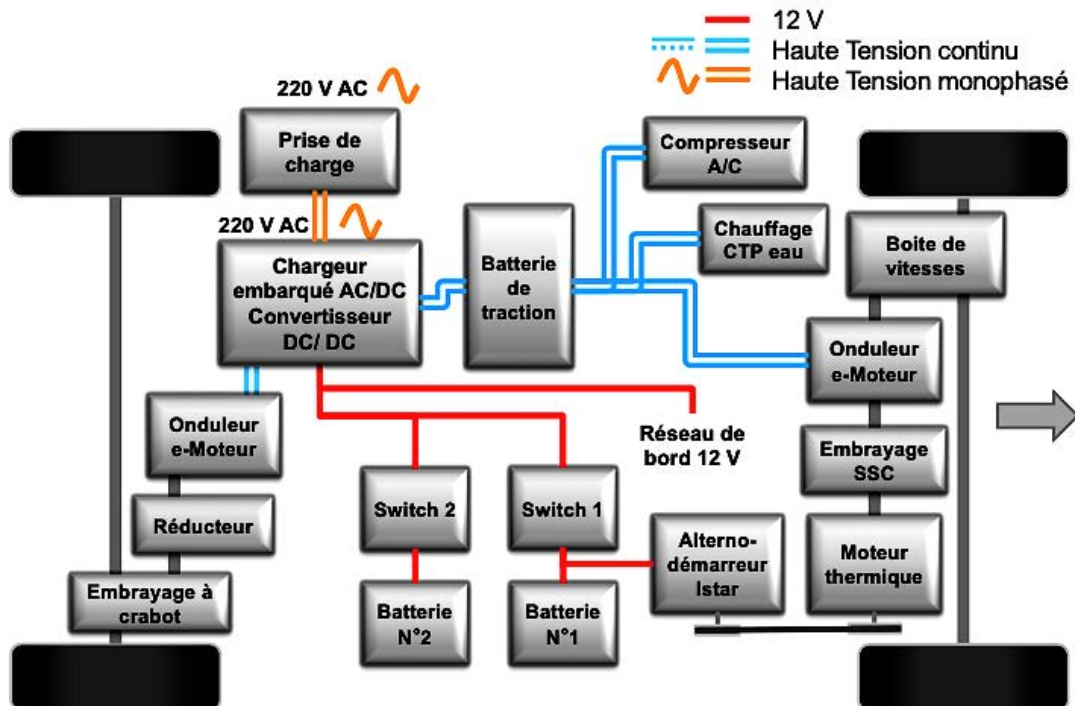
Le moteur thermique et la boîte de vitesse automatique hybride (e-BVA) situés sous le capot moteur, entraînent les roues avant tandis que la machine électrique de traction arrière (version 4 WD et placée au niveau du train arrière) entraîne les roues arrière.

CHAÎNE DE TRACTION

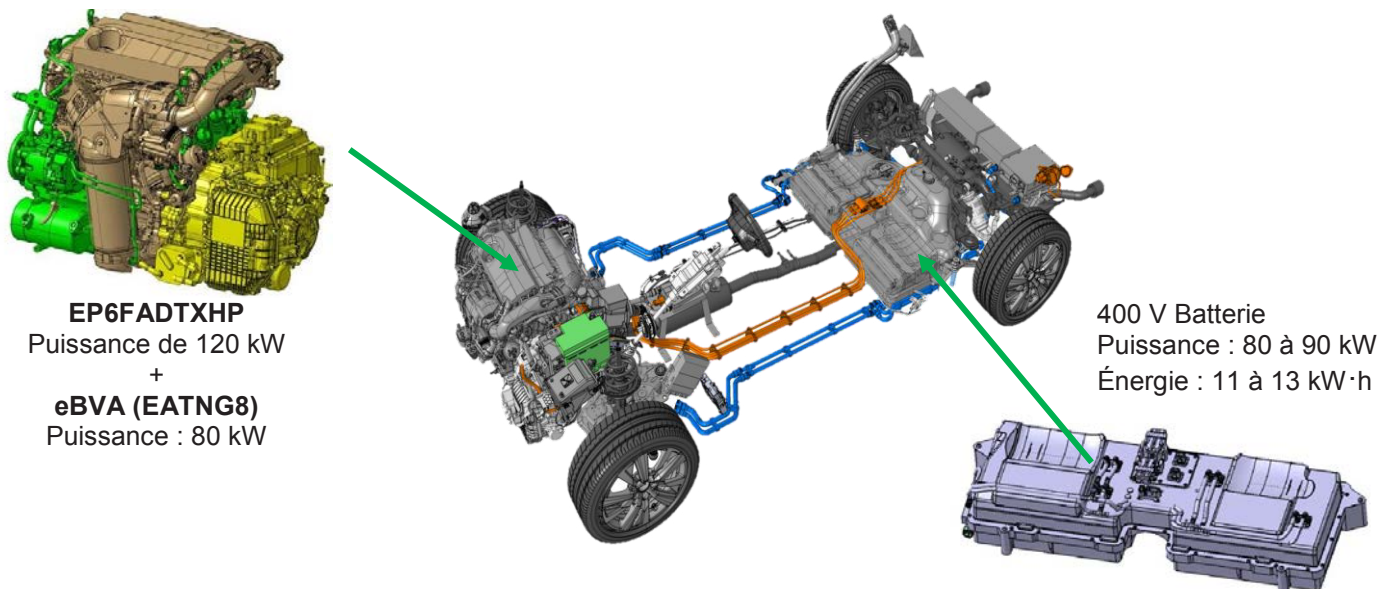
Architecture 2 WD



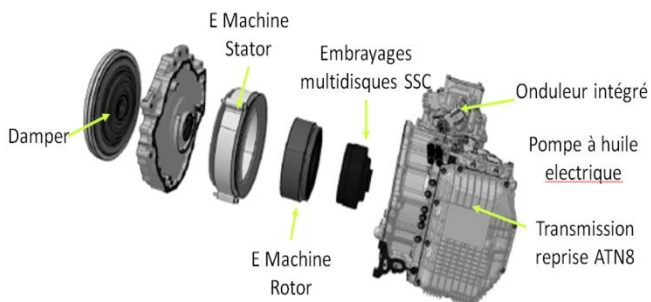
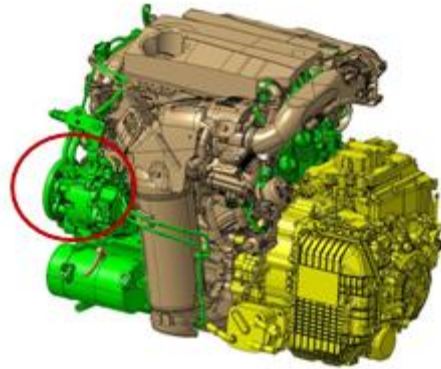
Architecture 4 WD



Architecture organique : visualisation des organes fournissant l'énergie



Istar :
 Alternateur démarreur 12V fourni par Valeo.
 Démarre le moteur thermique en cours de roulage



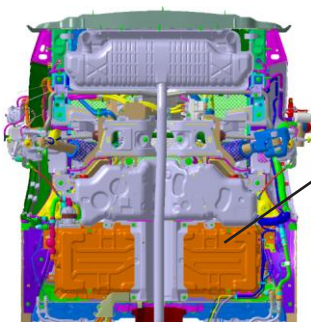
Organiques :

- suppression du convertisseur et ajout d'un embrayage multi disques (« SSC ») ;
- présence embrayage C1 entre la machine et la boîte ;
- moteur électrique synchrone à aimant permanent ;
- damper monté sur le volant moteur (filtrage) ;
- pompe à huile électrique additionnelle (EOP) ;
- onduleur monté sur le carter boîte ;
- transmission reprise de l'ATN8 avec renforcement de couple ;
- masse = 111 kg (+40 kg par rapport à ATN8) ;

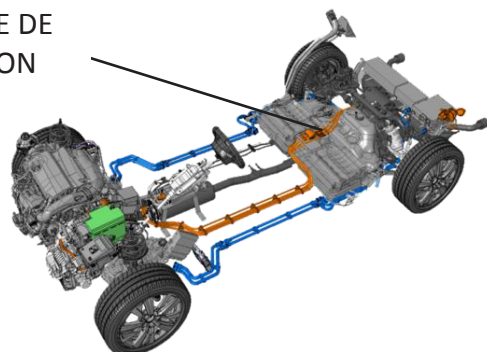
LA BATTERIE DE TRACTION

La batterie de traction :

- est située sous la banquette arrière ;
- ne se compose que d'une pièce ;
- n'impacte pas le volume de l'habitacle par rapport aux versions thermiques ;
- inclut un tunnel pour le passage de la ligne d'échappement.

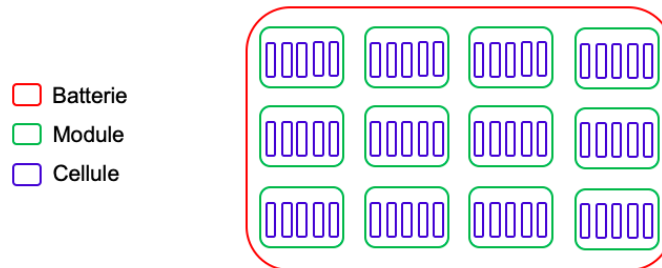


BATTERIE DE TRACTION



Propriétés générales d'une batterie lithium-ion :

- la batterie utilisée est de type lithium-ion ;
- la batterie lithium-ion est constituée de cellules connectées en série entre elles ;
- ces cellules sont regroupées dans des modules ;
- ces modules sont reliés entre eux en série et constituent la batterie.



Mise en sécurité

Le connecteur de mise en sécurité de la batterie haute tension se trouve dans le compartiment moteur à l'avant de la batterie 12 V.



E-Service Plug



Avant toute intervention sur le circuit haute tension, la mise en sécurité du véhicule est obligatoire.

DT2 : L'HABILITATION SUR VÉHICULE HYBRIDE (2 PAGES)

Toute personne intervenant sur un véhicule électrique ou hybride rechargeable doit avoir reçu une formation spécifique et être habilitée à intervenir sur ces véhicules.

L'habilitation est la reconnaissance par l'employeur de la capacité d'une personne placée sous son autorité, à accomplir en sécurité vis-à-vis du risque électrique, les tâches qui lui sont confiées.

Nomenclature des différentes catégories d'habilitation :

La première lettre identifie le domaine de tension	
B	Autorisé à travailler dans le domaine BT et TBT du circuit électrique des véhicules et sur les circuits des batteries embarquées en général
Le chiffre précise le niveau d'autonomie et de responsabilité	
0	Non-électricien exécutant ou chargé d'opérations d'ordre non électrique
1	Opérateur exécutant des opérations d'ordre électrique
2	Chargé de travaux organisant et surveillant les opérations d'ordre électrique
La deuxième lettre identifie la nature des opérations à effectuer	
C	Chargé de consignation
R	Chargé d'intervention générale
E	Chargé d'opérations spécifiques d'essais
V	Autorisé à effectuer des travaux en zone de voisinage renforcé BT (zone 4)
T	Autorisé à effectuer des travaux sous tension
X	Opération spéciale
La dernière lettre spécifie le domaine d'application des véhicules ou engins VE/VH	
L	Caractérise l'ensemble des opérations sur véhicule ou engin à énergie électrique

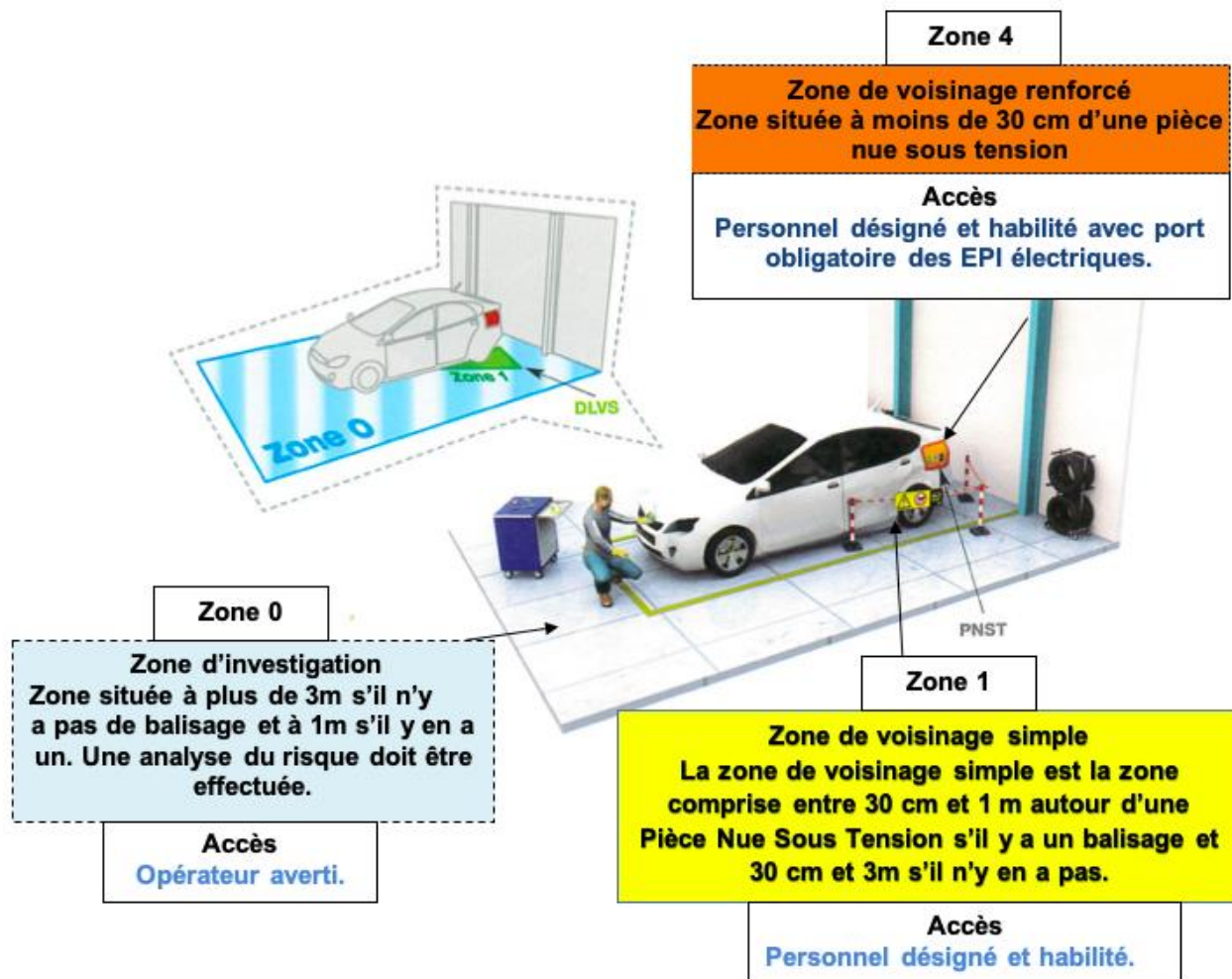
Les distances de sécurité sont définies entre un opérateur et une Pièce Nue Sous Tension (PNST) ou une partie conductrice active.

La distance minimale d'approche (DMA) est fixée à 30 cm en BT. Cette distance délimite la zone de voisinage renforcé en basse tension, elle est référencée zone 4.

Plus on s'approche plus le risque électrique augmente.

Pour déterminer les prescriptions à respecter, l'environnement est découpé en différentes zones à partir de la pièce nue sous tension.

Un véhicule électrique ou hybride en état de marche qui ne présente pas de PNST (pièce nue sous tension), n'est pas concerné par cette notion de zone.



DT3 : ARCHITECTURE ÉLECTRONIQUE (8 PAGES)

Présentation

L'architecture électrique du véhicule permet les prestations suivantes :

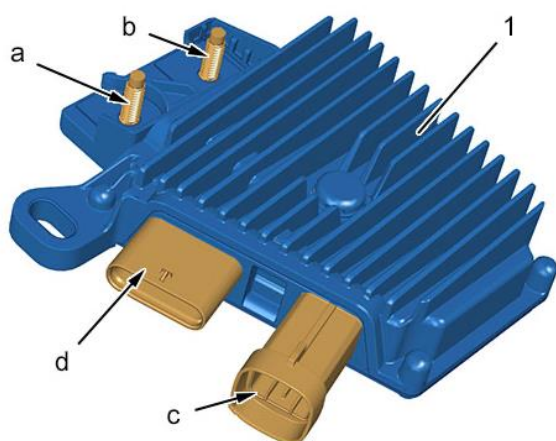
- la communication et le fonctionnement des différents éléments du système ;
- le diagnostic, le télécodage ou le téléchargement des calculateurs.

L'architecture électrique est composée des réseaux suivants :

- CAN HS 1, reliant l'ensemble des calculateurs du groupe motopropulseur ;
- CAN HS 2, reliant les systèmes gérant la liaison au sol ;
- CAN HYBRIDE, reliant les calculateurs du système hybride du véhicule ;
- Réseau Flexray : l'ensemble calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride, machine électrique de traction arrière, calculateur contrôle moteur, calculateur de boîte de vitesses automatique hybride ;
- CAN HS dédié ATN8 : l'ensemble calculateur de boîte de vitesses automatique hybride et la machine électrique de traction avant ;
- CAN ADAS, reliant les systèmes d'aide à la conduite ;
- CAN HABITACLE, reliant les systèmes de sécurité, de confort et réalisant l'interface homme / machine du véhicule ;
- CAN INFO DIV, reliant les éléments d'information et de divertissement ;
- Réseau LIN ;
- CAN DIAG, permettant le téléchargement de certains calculateurs du réseau CAN ;
- DIAG ON CAN, permettant d'effectuer le téléchargement, le télécodage et le diagnostic du véhicule.

Contacteur de batterie de servitude (1) ou LVNSD (Low Voltage Network Separate Device, Dispositif séparé du réseau basse tension)

Les contacteurs de batterie de servitude LVNSD 1 et 2 réalisent des tests de batterie, ainsi que la régulation de la charge.



a : Alimentation du boîtier de protection et de gestion alimentations électriques

b : Borne « Plus batterie de servitude »

c : Connecteur 1 voie noir
(Masse électrique)

d : Connecteur 6 voie noir

Le contacteur de la batterie de servitude 1 permet de :

- assurer la continuité électrique des circuits alimentés par la batterie de servitude ;
- protéger le réseau des chutes de tension pendant le démarrage / redémarrage du véhicule ;
- effectuer un diagnostic de la batterie de servitude.

Le contacteur de la batterie de servitude 2 permet de :

- assurer la charge de la batterie de servitude en cas de besoin ;
- mesurer la température de la batterie de servitude pour la protéger en cas de surchauffe ;
- effectuer un diagnostic de la batterie de servitude.

Le contacteur de la batterie de servitude 1 ou 2 fonctionne selon 2 états :

- état fermé ;
- état ouvert.

État fermé

Le contacteur de la batterie de servitude 1 :

- assure une continuité électrique bidirectionnelle entre la batterie de servitude et la batterie de traction ;
- permet d'alimenter le circuit électrique de servitude par une tension générée par la batterie de servitude ou par une tension délivrée par l'alternateur réversible ;
- assure la charge et la recharge de la batterie de servitude à partir de la tension générée par la batterie de traction.

La batterie de traction permet de charger la batterie de servitude 1 par l'intermédiaire du convertisseur de tension continue.

Le contacteur de la batterie de servitude 2 :

- assure une continuité électrique bidirectionnelle entre la batterie de servitude et la batterie de traction ;
- assure la charge et la recharge de la batterie de servitude à partir de la tension générée par la batterie de traction.

État ouvert

Le contacteur de la batterie de servitude 1 :

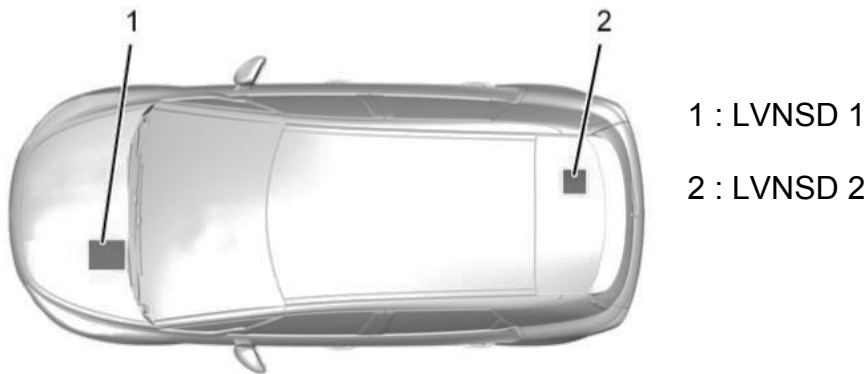
- assure une continuité électrique monodirectionnelle entre la batterie de servitude et la batterie de traction ;
- permet le démarrage du moteur thermique à partir de l'alternateur réversible par une tension générée par la batterie de servitude.

Le contacteur de la batterie de servitude 1 permet de faire un diagnostic de la batterie de servitude 1.

Le contacteur de la batterie de servitude 2 assure une continuité électrique monodirectionnelle entre la batterie de servitude et la batterie de traction.

Le contacteur de la batterie de servitude 2 permet de faire un diagnostic de la batterie de servitude.

Implantation



LE MULTIPLEXAGE

Le principe de base du multiplexage est le partage des informations.

Pour arriver à ce résultat, les calculateurs sont reliés entre eux par un fil sur lequel transitent plusieurs informations.

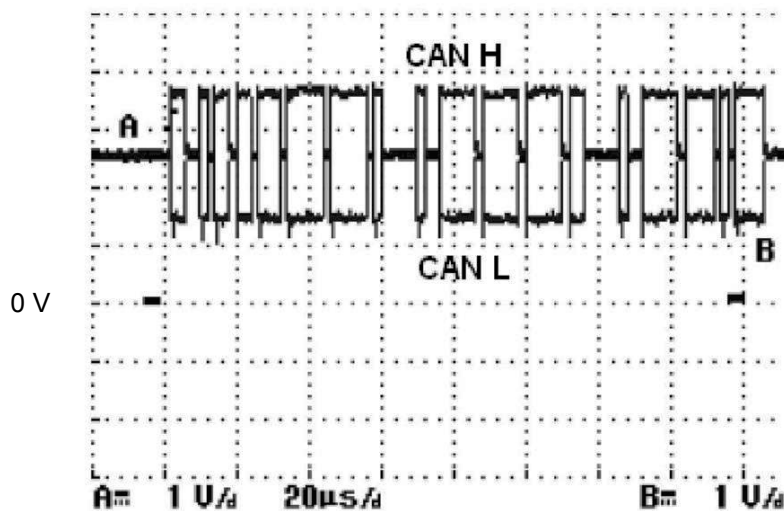
Sur un véhicule non multiplexé, un fil = une information.

Sur un véhicule multiplexé, un fil = plusieurs informations.

LE RESEAU CAN HIGH SPEED (H/S)

Il est composé de deux fils de cuivre torsadés de petite section : CAN High (CAN H) et CAN Low (CAN L), identifiables par des numéros.

Le même message circule simultanément sur CAN H et sur CAN L, les deux trames sont symétriques par rapport à une tension de 2,5 V.

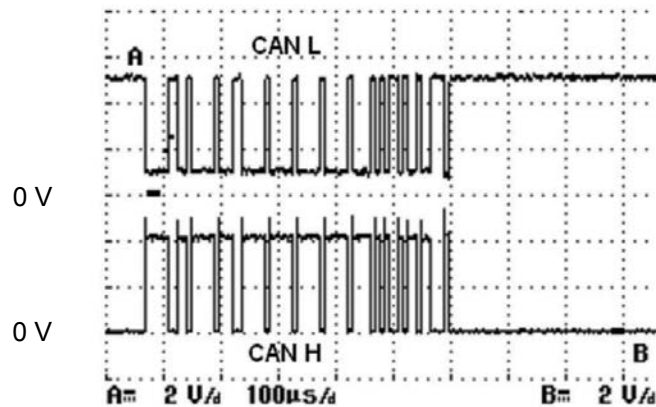


Ce protocole ne propose pas de mode dégradé en cas de défaut de ligne. Tout incident physique sur le bus (coupure, court-circuit) affecte le fonctionnement du réseau.

LE RESEAU CAN LOW SPEED (L/S)

Il est composé de deux fils de cuivre torsadés de petite section : CAN High (CAN H) et CAN Low (CAN L), identifiables par des numéros.

Le même message circule simultanément sur CAN H et CAN L, mais les deux trames sont complémentaires.



Ce protocole propose des modes dégradés en cas de défaut de ligne.

Tout incident survenant sur un seul fil du bus (coupure, court-circuit au plus, court-circuit à la masse) n'affecte pas le fonctionnement du réseau.

De plus, si les deux fils du bus se touchent, le réseau fonctionne normalement sur un fil car les calculateurs déconnectent CAN L.

Dans ces deux cas, il fonctionne donc sur un seul fil = mode unifilaire.

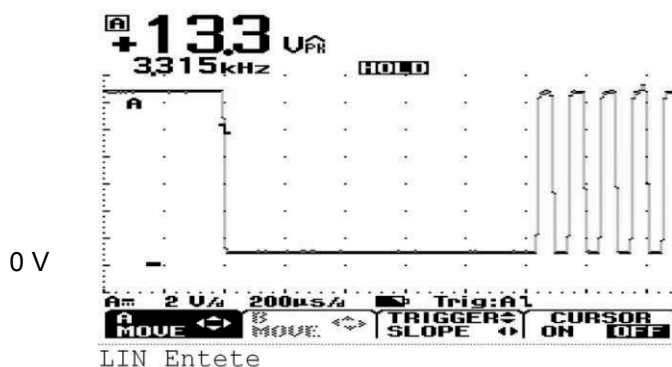
LE RÉSEAU LIN

Le LIN est un protocole de communication série qui a été conçu pour gérer les systèmes mécatroniques de type carrosserie.

Ses principales caractéristiques sont :

- 1 maître pour plusieurs esclaves (16 max) ;
- des conceptions d'interfaces peu coûteuses ;
- utilisation d'un bus unifilaire de faible coût ;
- un débit de $20 \text{ kbits} \cdot \text{s}^{-1}$ maximum.

Il est composé d'un seul fil de cuivre de petite section, identifiable par des numéros.



Tout incident physique sur le fil de bus (coupure, court-circuit) affecte le fonctionnement du réseau.

LE RÉSEAU FLEX RAY

Le protocole FlexRay est né au sein d'un consortium des constructeurs automobiles, des équipements et des fabricants de composants électroniques.

Il a été développé pour les besoins spécifiques de l'automobile et de l'aéronautique.

Il répond aux besoins de systèmes nécessitant une multitude de données pour fonctionner et interagir.

La vitesse de transfert des données est $10 \text{ Mbits} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ce débit est disponible sur un bus bifilaire et peut être doublé en connectant un deuxième bus bifilaire.

Cette solution permet également de connecter les calculateurs selon différentes topologies.

Topologie

En série :

Cette solution est retenue sur PHEV PSA.

En parallèle :

Le montage permet d'augmenter le débit et de sécuriser le réseau par redondance.

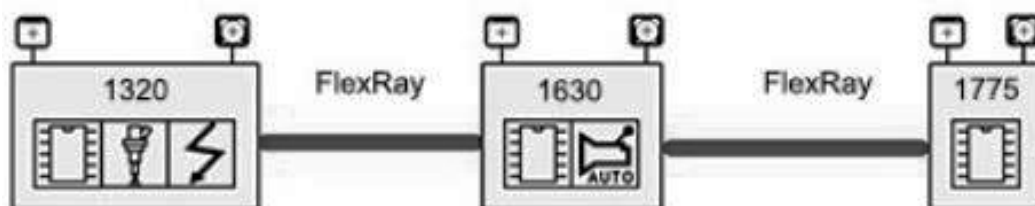
En étoile :

L'étoile active permet d'isoler une ou plusieurs branches en cas de dysfonctionnement.

Mixte :

Le FlexRay prend en charge les connexions passives simples multipoints (Bus de données) ainsi que les connexions actives en étoile pour les réseaux plus complexes.

En fonction de la configuration du véhicule et du niveau d'utilisation du FlexRay, le choix de la topologie adéquate aide les concepteurs à optimiser le coût, les performances et la fiabilité pour une conception donnée.



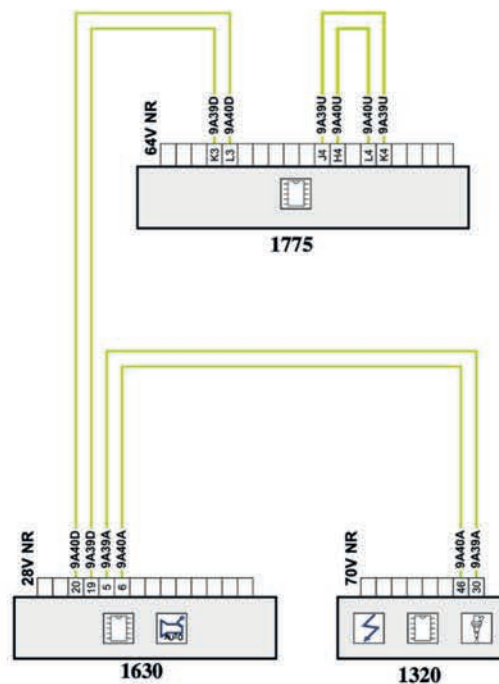
La topologie du réseau FlexRay sur ce 3008 hybride est de type série.

Cette configuration assure la communication entre :

- le calculateur contrôle moteur (1320) ;
- le calculateur de boîte de vitesse automatique hybride (1630) ;
- le calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride (1775) ;
- l'ensemble de machine électrique de traction arrière (1918 en version 4 roues motrices).

Les calculateurs connectés au réseau FlexRay sont également connectés sur d'autres réseaux (CAN HS1, CAN HS2, CAN Hybride).

Détail du BUS :

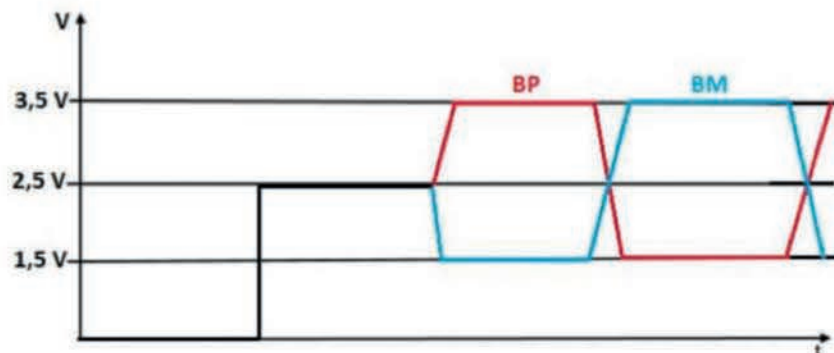


Le Bus est constitué de deux fils torsadés, nommés Bus Plus (BP) et Bus Moins (BM). Ils sont identifiés sur la schématique électrique par le code :

- 9A40 pour BP ;
- 9A39 pour BM.

Afin d'assurer une transmission des données sans perturbation, le réseau intègre des résistances de terminaisons (RT).

Les résistances de terminaisons sont dans le calculateur de contrôle moteur ($RT = 100 \Omega$) et le calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride ($RT = 100 \Omega$).



BP 9A40 Réseau FlexRay

Les niveaux de tension sur BP par rapport à la masse sont de :

- 0 V véhicule endormi,
- 3 à 3,2 V pour un bit à 1,
- 1,8 à 2 V pour un bit à 0,
- 2,5 V inactif.

BM 9A39 Réseau FlexRay

Les niveaux de tension sur BM par rapport à la masse sont de :

- 0 V véhicule endormi,
- 1,8 à 2 V pour un bit à 1,
- 3 à 3,2 V pour un bit à 0,
- 2,5 V inactif.

La mesure au voltmètre entre BP et la masse ou BM et la masse permet de relever la tension moyenne sur chaque ligne de bus.

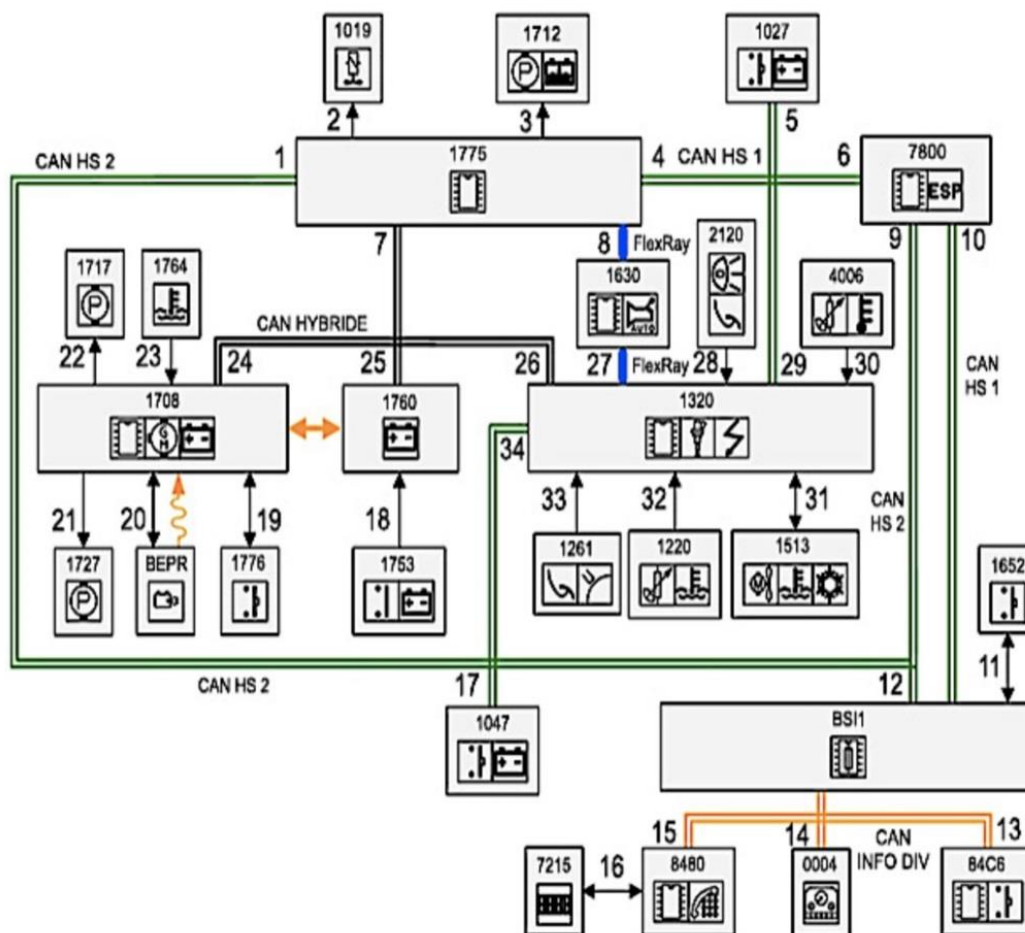
État réseau	U entre BP et masse	U entre BP et masse
Réveillé	$U = 2,5 \text{ V}$	$U = 2,5 \text{ V}$
Endormi	$U = 0 \text{ V}$	$U = 0 \text{ V}$

Le bus est non tolérant aux pannes (court-circuit mutuel, court-circuit à la masse, court-circuit au plus, circuit ouvert).

CONTRÔLE DES RÉSISTANCES

Des résistances de terminaison sont présentes dans tous les calculateurs réalisant une extrémité du réseau. Ceci doit éviter les phénomènes de résonance entre les deux fils de bus. Donc selon les réseaux et leur complexité, on peut avoir 2, 4, 8 etc....résistances. Mais il n'y en aura à chaque fois que 2 par sections. On se retrouve avec le même principe que le réseau CAN haute vitesse.

RÉSEAU MULTIPLEXE 3008 HY



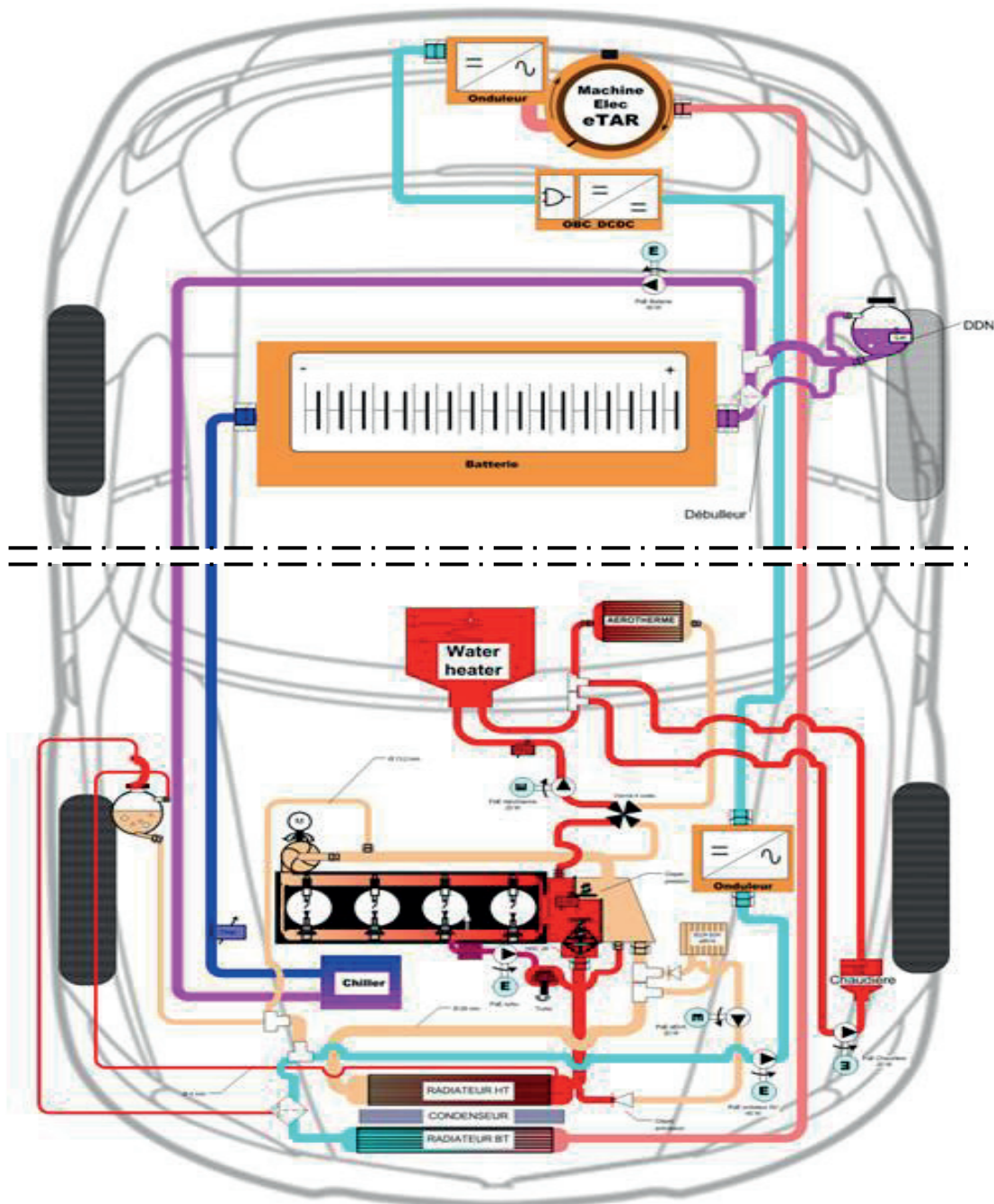
Désignation des éléments :

BEPR	Boitier de prise de charge	1717	Pompe à eau du circuit de refroidissement de la chaine de traction
BSI1	Boitier de servitude intelligent	1727	Pompe à eau du circuit de refroidissement de la batterie de traction
0004	Combiné	1753	Connecteur coupe-circuit
1019	Électrovanne de l'échangeur thermique eau / réfrigération	1760	Ensemble calculateur et batterie de traction
1027	Contacteur de batterie de servitude 1	1764	Capteur de température d'eau du circuit de refroidissement de la chaine de traction
1047	Contacteur de batterie de servitude 2	1775	Calculateur superviseur de la chaine de traction hybride
1220	Capteur de température d'eau moteur	1776	Commutateur de la charge programmé de la batterie de traction a batterie
1261	Boitier papillon motorisé	1918	Machine électrique de traction arrière
1320	Calculateur contrôle moteur	2120	Contacteur bi fonction de frein
1513	Groupe moto ventilateur à vitesse variable	4006	Capteur température air sous capot
1630	Calculateur de boite de vitesse auto hybride	7275	Ecran multifonction
1652	Sélecteur du mode conduite	7800	Calculateur ESP
1708	Ensemble chargeur / convertisseur de tension continue	84C6	Façade multifonction
1712	Pompe à eau aérotherme	8480	Calculateur télématique

DT4 : CIRCUITS DE REFROIDISSEMENT DE LA CHAÎNE DE TRACTION HYBRIDE (12 PAGES)

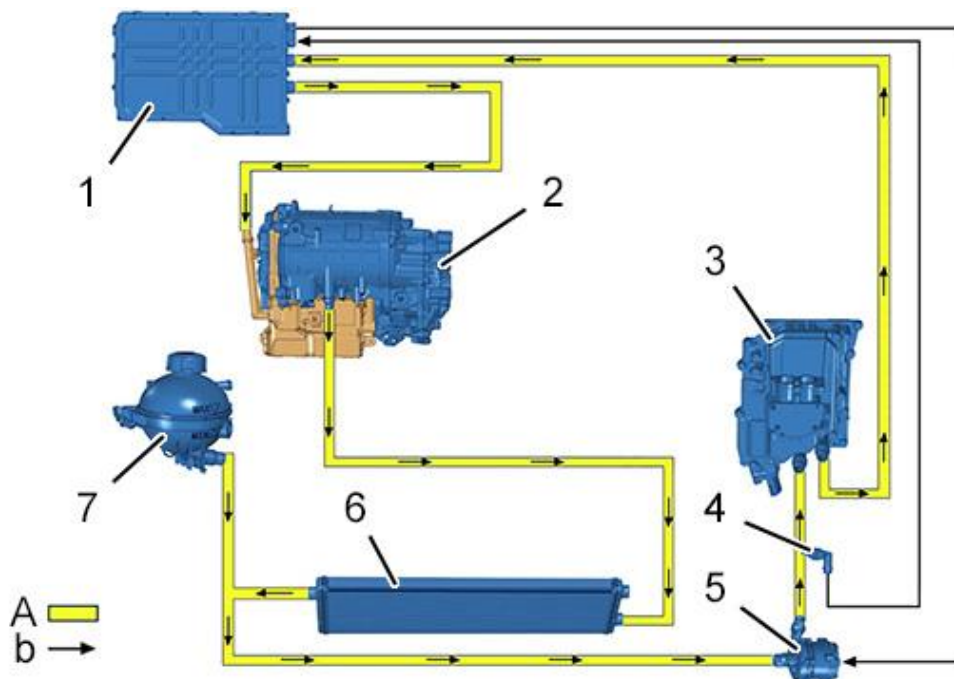
Afin qu'un véhicule électrique puisse fonctionner avec un rendement particulièrement élevé, la température du moteur électrique, de l'électronique de puissance et de la batterie doit être maintenue dans une plage de température favorable à un rendement optimal. À cet effet, un système de gestion thermique sophistiqué est nécessaire.

Organisation du refroidissement de la chaîne de traction hybride



Circuit de Refroidissement des onduleurs et du moteur arrière

Schéma de principe



A : Liquide de refroidissement.

b : Sens de circulation du fluide.

Repère	Désignation
1	Ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue
2	Machine électrique de traction arrière
3	Onduleur de la machine électrique de traction avant
4	Capteur de température d'eau du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride
5	Pompe à eau du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride
6	Radiateur du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride
7	Boîte de dégazage du circuit de refroidissement de la batterie de traction

Rôle

Le circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride permet de maintenir une température de fonctionnement pour les éléments suivants :

- ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue ;
- machine électrique de traction arrière ;
- onduleur de la machine électrique de traction arrière ;
- onduleur de la machine électrique de traction avant .

Fonctionnement

L'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue permet de :

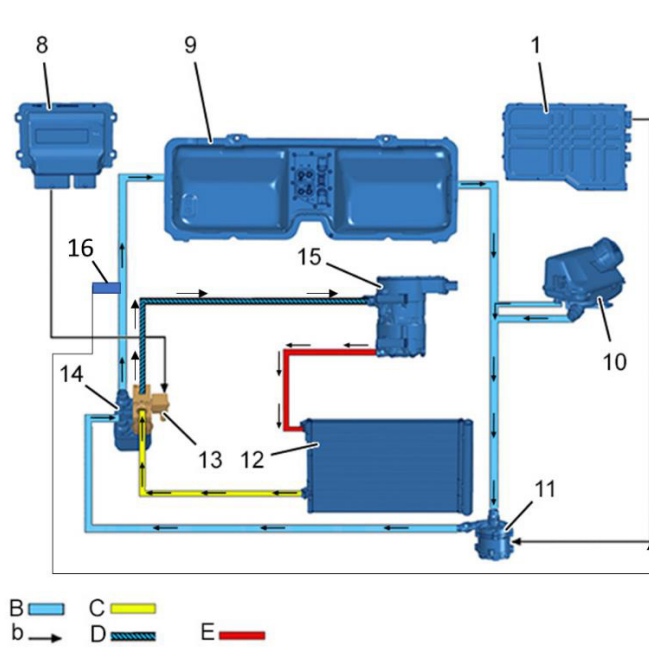
- acquérir la température du circuit de refroidissement par le capteur de température d'eau du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride ;
- commander la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride ;
- demander au calculateur contrôle moteur l'activation du groupe moto- ventilateur.

L'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue pilote la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride lorsque la chaîne de traction hybride est activée.

Lorsque la température du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride est supérieure à 60°C, l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue demande au calculateur contrôle moteur l'activation du groupe moto ventilateur.

Circuit de refroidissement de la batterie de traction

Schéma de principe



B : Liquide de refroidissement de la batterie de traction

C : Fluide réfrigérant haute pression et température moyenne

D : Fluide réfrigérant basse pression

E : Fluide réfrigérant haute pression

b : Sens de circulation du fluide

Caractéristiques hydrauliques du circuit de refroidissement de la batterie de traction :

Diamètre intérieur de la canalisation : 15,2 mm.

Coefficient k du circuit : $6,914 \times 10^{-4}$.

Repère	Désignation
1	Ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue
8	Calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride
9	Ensemble calculateur et batterie de traction
10	Boîte de dégazage du circuit de refroidissement de la batterie de traction
11	Pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la batterie de traction
12	Condenseur de climatisation
13	Électrovanne de l'échangeur thermique eau - réfrigération
14	Échangeur thermique eau – réfrigération (Chiller)
15	Compresseur de réfrigération électrique
16	Capteur de température

Rôle

Le circuit de refroidissement de la batterie de traction permet de refroidir la batterie de traction.

L'échangeur thermique eau/réfrigération permet de refroidir le liquide de refroidissement de la batterie de traction à l'aide du fluide réfrigérant.

L'électrovanne de l'échangeur thermique eau/réfrigération contrôle l'échange de température entre le fluide réfrigérant et le liquide de refroidissement du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Le compresseur de réfrigération électrique comprime le fluide réfrigérant pour l'envoyer à l'échangeur thermique eau/réfrigération.

Fonctionnement

Le circuit de refroidissement de la batterie de traction est soumis à 2 phases de fonctionnement :

- activation de la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la batterie de traction ;
- activation de l'électrovanne de l'échangeur thermique eau/réfrigération.

Le circuit de refroidissement de la batterie de traction permet de refroidir la batterie de traction en 2 situations :

- Véhicule en roulage (Mode charge et / ou décharge de la batterie de traction) ;
- Véhicule à l'arrêt en stationnement (Mode de charge de la batterie de traction par le réseau domestique).

Véhicule en roulage (Mode charge et / ou décharge de la batterie de traction)

La gestion du circuit de refroidissement de la batterie de traction en roulage est définie selon 3 besoins :

- besoin de montée en température du circuit de refroidissement de la batterie de traction ;

- besoin de stabilisation de la température du circuit de refroidissement de la batterie de traction ;
- besoin de refroidissement du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Besoin de montée en température du circuit de refroidissement de la batterie de traction

Le circuit de refroidissement de la batterie de traction garde la montée en température du liquide de refroidissement jusqu'à un seuil de température basse.

Le seuil de température basse du liquide de refroidissement est 25°C.

Besoin de stabilisation de la température du circuit de refroidissement de la batterie de traction

Le seuil de température de stabilisation du liquide de refroidissement est compris entre le seuil bas et le seuil haut :

- le seuil bas de température du liquide de refroidissement est de 25°C ;
- le seuil haut de température du liquide de refroidissement est défini par la température extérieure et la capacité de la batterie de traction (Selon le tableau suivant).

		Température extérieure					
		≤ 10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	≥ 35°C
Niveau de charge de batterie de traction	0 %	43°C	43°C	43°C	43°C	43°C	43°C
	10 %	42°C	42°C	42°C	42°C	42°C	42°C
	20 %	41°C	41°C	41°C	41°C	41°C	41°C
	30 %	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C	40°C
	40 %	40°C	39°C	39°C	39°C	39°C	39°C
	50 %	40°C	39°C	38°C	38°C	38°C	38°C
	60 %	40°C	39°C	38°C	37°C	37°C	37°C
	70 %	40°C	39°C	38°C	37°C	36°C	36°C
	80 %	40°C	39°C	38°C	37°C	36°C	35°C
	90 %	40°C	39°C	38°C	37°C	36°C	35°C
	100 %	40°C	39°C	38°C	37°C	36°C	35°C

Si la différence entre la température de la batterie de traction et la température extérieure est supérieure à 15°C au seuil de température de stabilisation, l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue commande l'activation de la pompe à eau du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Besoin de refroidissement du circuit de refroidissement de la batterie de traction

Le seuil de température de refroidissement de la batterie de traction est atteint lorsque la température de la batterie de traction est supérieure au seuil haut.

Pour refroidir la batterie de traction :

- le calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride commande l'ouverture de l'électrovanne de l'échangeur thermique eau – réfrigération ;
- l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension commande la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la batterie de traction ;
- la puissance d'activation de la pompe à eau électrique est définie par la puissance et la température de la batterie de traction.

Consigne d'activation de la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la batterie de traction en %.

		Puissance électrique moyenne de la batterie de traction						
		0 kW	10 kW	20 kW	30 kW	40 kW	45 kW	90 kW
Température de la batterie de traction	35°C	25 %	25 %	25 %	40 %	100 %	100 %	100 %
	40°C	25 %	25 %	40 %	40 %	100 %	100 %	100 %
	45°C	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	50°C	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
	70°C	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Véhicule à l'arrêt (Mode de charge de la batterie de traction par le réseau domestique en stationnement).

Lorsque le véhicule est en charge par le réseau domestique et que la température de la batterie de traction dépasse 35°C :

- le calculateur superviseur de la chaîne de traction hybride commande l'électrovanne de l'échangeur thermique eau/réfrigération ;
- l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue commande, par une puissance maximale, l'activation de la pompe à eau électrique du circuit de refroidissement de la batterie de traction.

Chiller (refroidisseur)

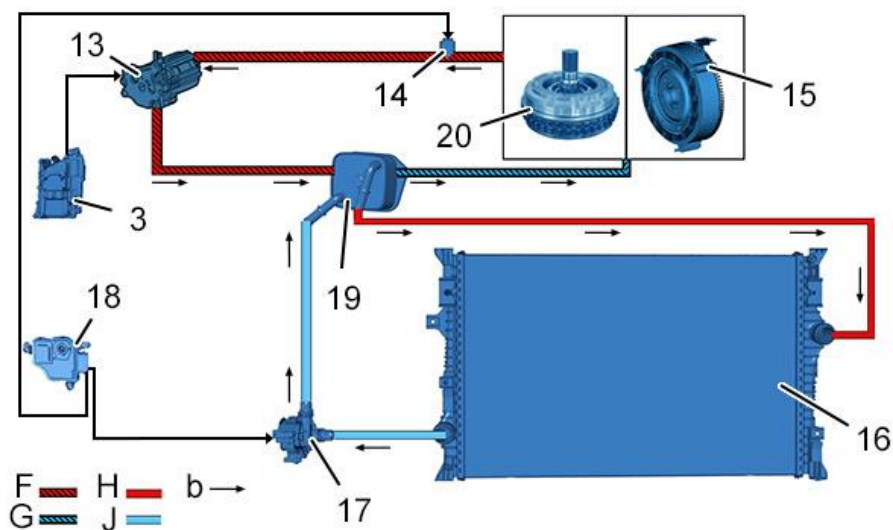
Le chiller est un échangeur de chaleur spécial, raccordé au circuit de liquide de refroidissement et au circuit de réfrigérant, qui permet d'abaisser davantage la température du liquide de refroidissement à l'aide du réfrigérant de la climatisation.

Ceci permet de réaliser un refroidissement indirect supplémentaire du moteur électrique et de l'électronique de puissance par la climatisation si nécessaire.

À cet effet, le liquide de refroidissement d'un circuit secondaire circule à travers les plaques de refroidissement de la batterie. Après absorption de la chaleur, le liquide de refroidissement est refroidi à la température de sortie dans un chiller. L'abaissement de la température s'effectue par l'évaporation d'un autre réfrigérant qui circule dans un circuit primaire.

Circuit de refroidissement de l'ensemble machine électrique de traction avant – embrayage interne à la boîte de vitesses automatique hybride

Schéma de principe



F : Huile chaude de la boîte de vitesses automatique hybride

G : Huile froide de la boîte de vitesses automatique hybride

H : Liquide chaud du circuit de refroidissement du moteur thermique

J : Liquide froid du circuit de refroidissement du moteur thermique

b : Sens de circulation du fluide

Repère	Désignation
3	Onduleur de la machine électrique de traction avant
13	Pompe à huile électrique
14	Capteur de température d'huile de la boîte de vitesses automatique hybride
15	Machine électrique de traction avant
16	Radiateur du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride
17	Pompe à eau du circuit de refroidissement moteur équipé d'une boîte de vitesses automatique hybride
18	Calculateur de boîte de vitesses automatique hybride
19	Échangeur thermique eau / huile
20	Embrayage interne à la boîte de vitesses automatique hybride

L'ensemble machine électrique de traction avant - embrayage interne à la boîte de vitesses automatique hybride est refroidi par l'huile de la boîte de vitesses automatique hybride via l'échangeur thermique eau - huile.

Le circuit de refroidissement moteur est soumis à deux phases de fonctionnement :

- phase de montée en température (circuit froid) ;
- phase de régulation de température (circuit chaud).

Lors de la phase de montée en température (moteur froid), le thermostat est fermé et empêche la circulation d'eau moteur vers le radiateur de refroidissement moteur (16) pour permettre une montée en température plus rapide du moteur.

Au-delà de 105°C (faible charge) ou de 85°C (forte charge), le thermostat commence à s'ouvrir, le circuit de refroidissement s'agrandit, le liquide de refroidissement est refroidi au travers du radiateur de refroidissement moteur pour réguler la température de liquide de refroidissement moteur.

En cas de présence d'une boîte de vitesses automatique hybride, le calculateur contrôle moteur commande le début d'ouverture du thermostat piloté à 80°C.

Le thermostat est en pleine ouverture à 105°C.

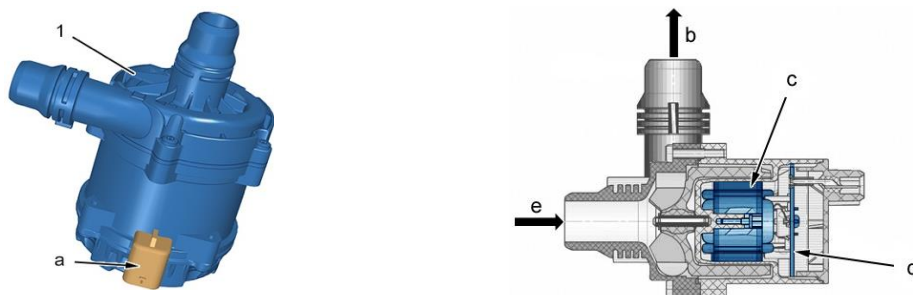
Vitesse moto-ventilateur	Température de déclenchement (en °C)	Température de désactivation (en °C)
Petite vitesse	108	97
Grande vitesse	113	108

La température d'huile de boîte de vitesses automatique hybride doit être inférieure à 150°C.

Le calculateur (18) de la boîte de vitesses automatique hybride commande la pompe à eau électrique (17) du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride à partir des informations suivantes :

- information de température d'huile de la boîte de vitesses automatique hybride ;
- information de la température de la machine électrique de traction avant ;
- information de la température de l'embrayage interne à la boîte de vitesses automatique hybride.

Pompe à eau des circuits de refroidissement de la chaîne de traction hybride

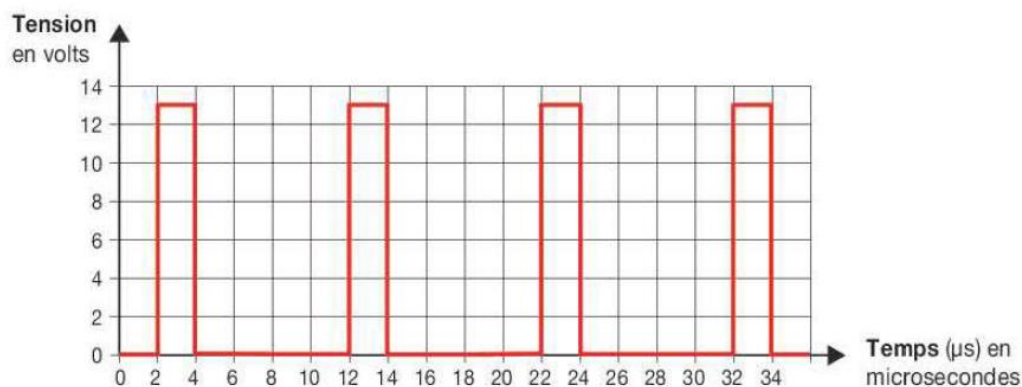


1 : Pompe à eau	a : Raccord électrique
b : Sortie d'eau	d : Circuit électrique
c : Moteur électrique	e : Entrée d'eau

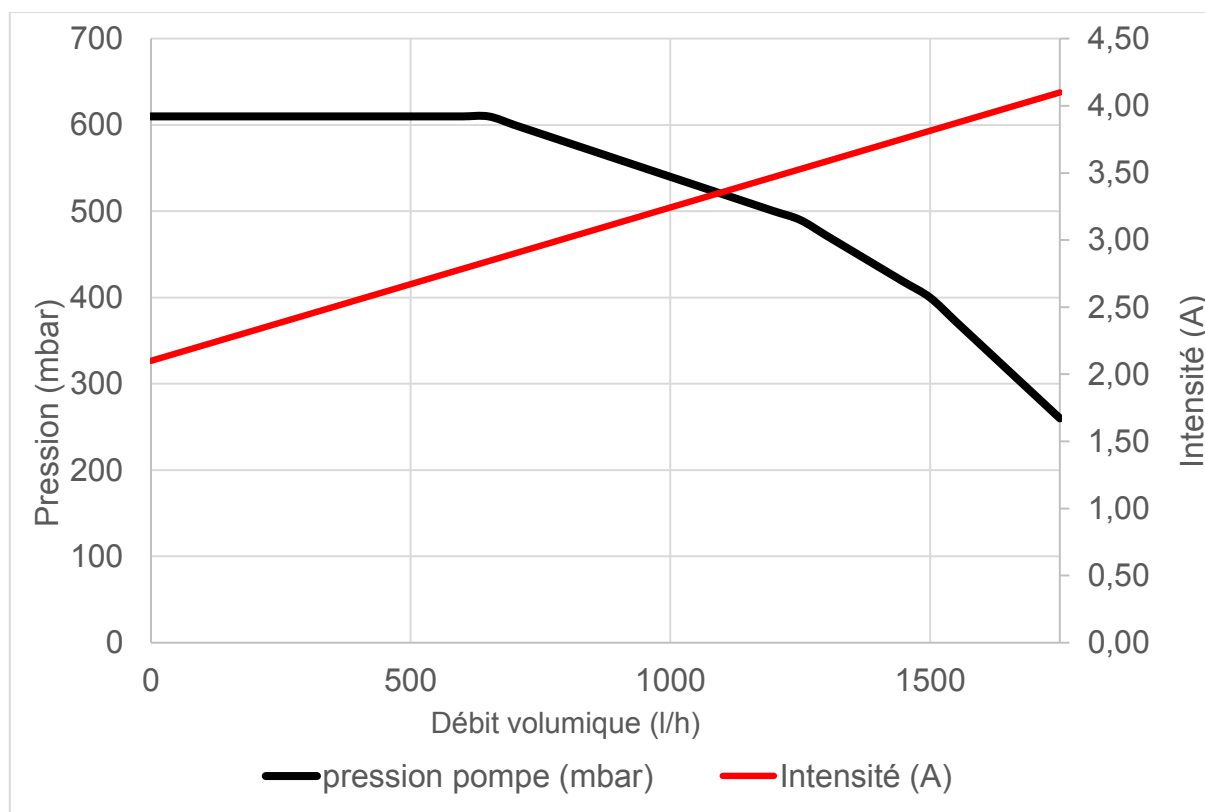
La pompe à eau du circuit de refroidissement de la chaîne de traction hybride aspire le liquide de refroidissement par l'entrée "e" et le refoule par la sortie "b".

La pompe à eau (1) est commandée par l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue.

La commande est de type RCO (Rapport cyclique d'ouverture).



Courbe caractéristique des pompes à eau électriques



p (mbar) : Valeur de la pression de l'eau à la sortie de la pompe à eau.

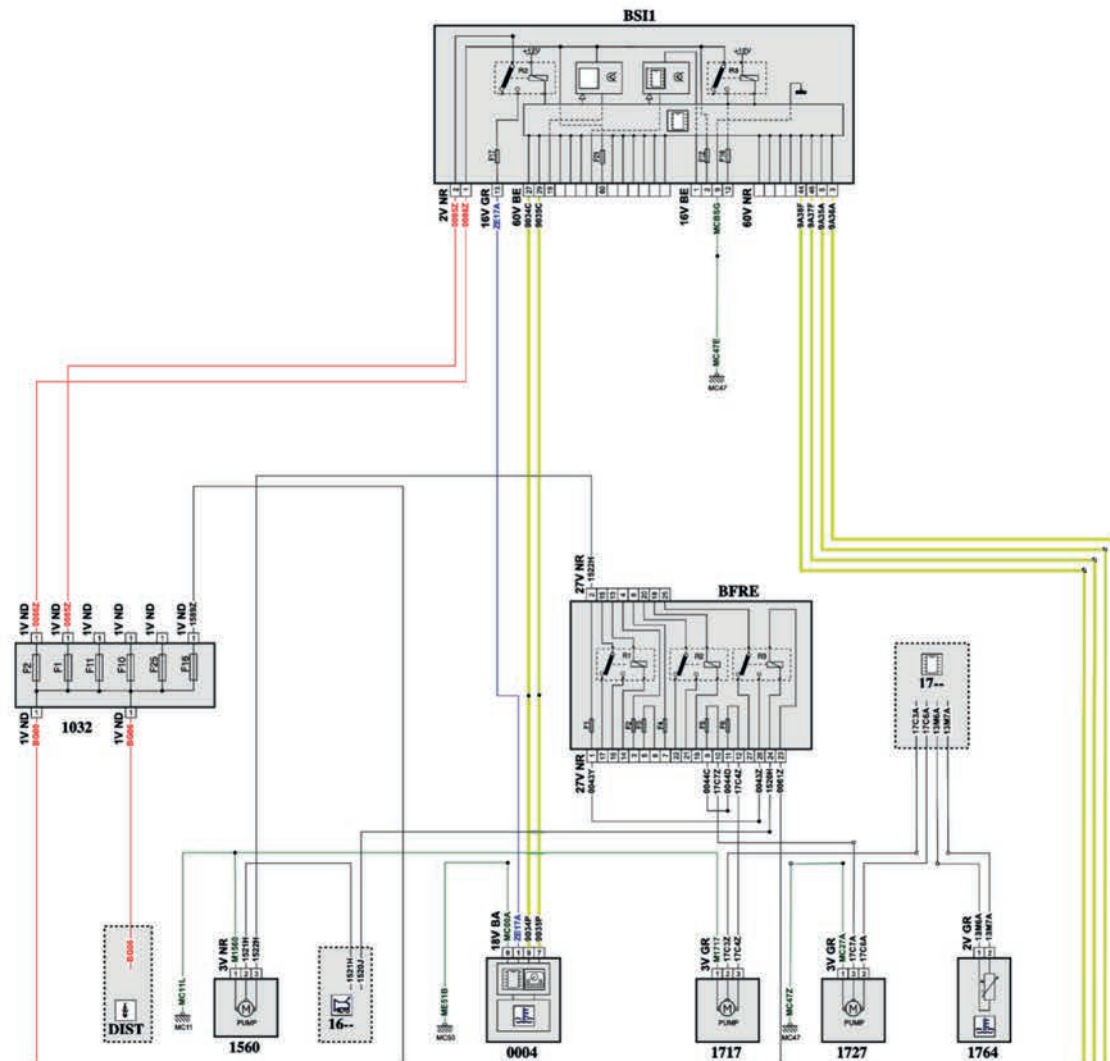
I (A) : Valeur de l'intensité du courant d'alimentation de la pompe à eau.

Q_v ($l \cdot h^{-1}$) : Valeur du débit de l'eau à la sortie de la pompe à eau.

En rouge : Courbe de variation de l'intensité en fonction du débit.

En noir : Courbe de variation de la pression en fonction du débit à pleine vitesse de la pompe.

Circuit de commande de la pompe à eau



Désignation des éléments :

0004	Combiné
1032	Boîtier de protection et de gestion des alimentations électriques
1560	Pompe à eau du circuit de refroidissement moteur équipé d'une boîte de vitesses automatique hybride
1630	Calculateur de boîte de vitesses automatique
1708	Ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue
1717	Pompe à eau du circuit de refroidissement de l'ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue
1727	Pompe à eau du circuit de refroidissement de la ou des batteries de traction
1764	Capteur de température d'eau de la batterie de traction
BFRE	Boîtier fusibles relais étanche
BSI1	Boîtier de servitude intelligent

Liquide de refroidissement

% Antigél	47,9 %
Couleur	Rose clair
Masse volumique à 20°C	1073 g·L ⁻¹
Dureté à l'eau estimé	11 ° Français
% d'eau	52,1 %
Point de congélation estimé	-34 °C
Point d'ébullition estimé	111 °C
pH	8,00
Réserve d'alcalinité pH 3,5	31,0 mL
Réserve d'alcalinité pH 5,5	7,8 mL

Capacité thermique massique de l'eau : $C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Capacité thermique massique de l'antigel : $C_{\text{antigel}} = 2,4 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Capteur de Température

La courbe représente la résistance du capteur de température d'eau du circuit de refroidissement de la chaîne de traction en fonction de la température.

Courbe caractéristique du capteur

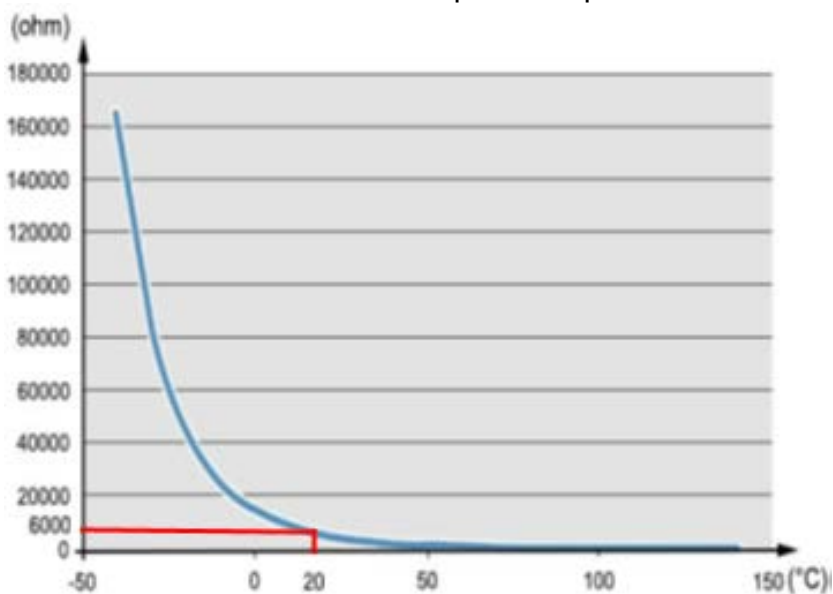
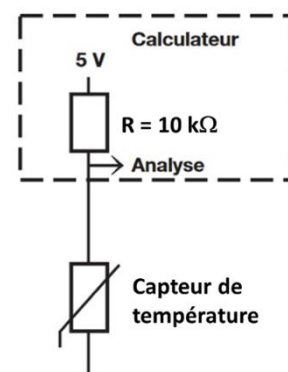
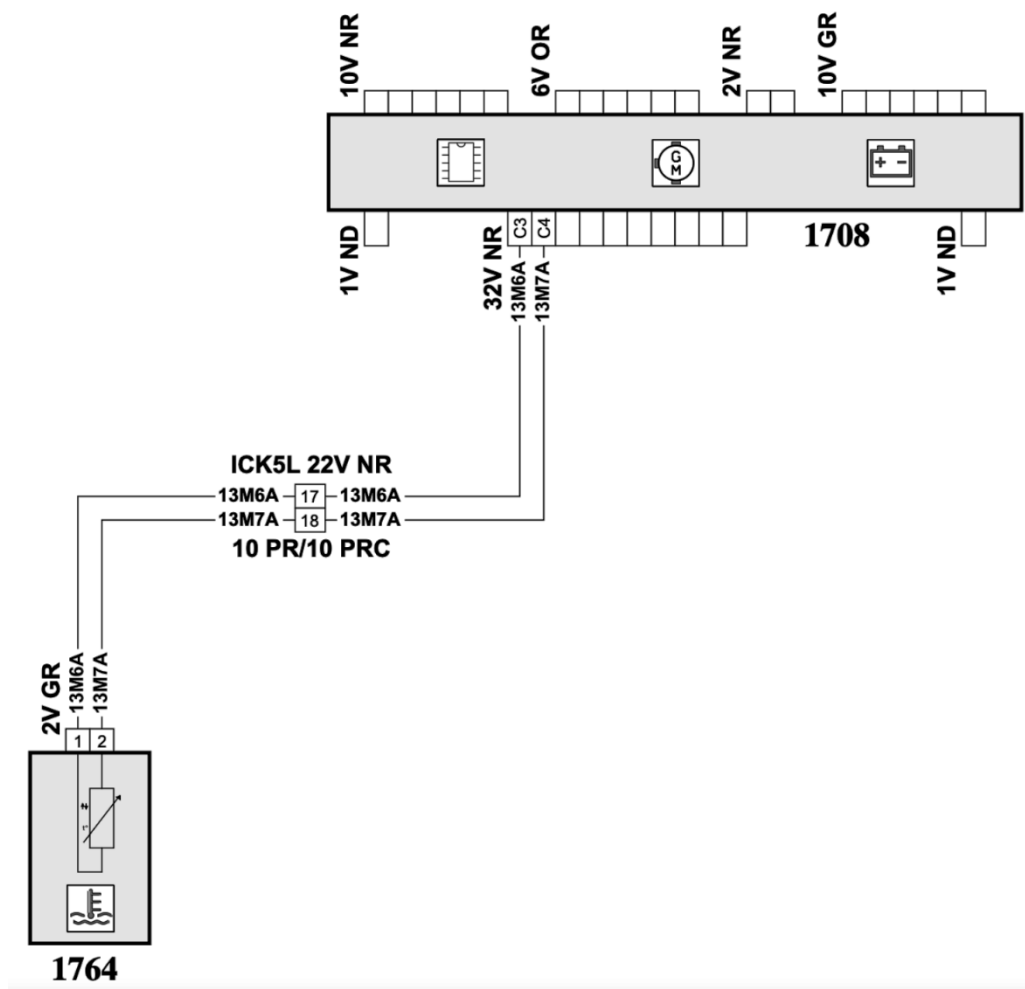


Schéma de branchement



Circuit du capteur de température d'eau de la batterie de traction



Désignation des éléments :

1708	Ensemble chargeur embarqué / convertisseur de tension continue
1764	Capteur de température d'eau de la batterie de traction

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro
Candidat :Né(e)
le :

Cadre réservé aux candidats de concours de recrutement et examens professionnels

Concours : Option / Section :

N° d'inscription :

Cocher une seule case parmi les six types de concours suivants :

☐ externe
 ☐ 3^e externe
 ☐ externe spécial
 ☐ interne ou 1^{er} interne
 ☐ 2nd interne
 ☐ 2nd interne spécial
Cocher public OU privé
UNIQUEMENT pour les
concours enseignants :
☐ public
 ☐ privé

Examen professionnel pour l'avancement au grade de :

Cadre réservé aux candidats d'examens et du concours général

Examen : Série / Spécialité :

Epreuve - Matière : Session :

EFE GMV 1

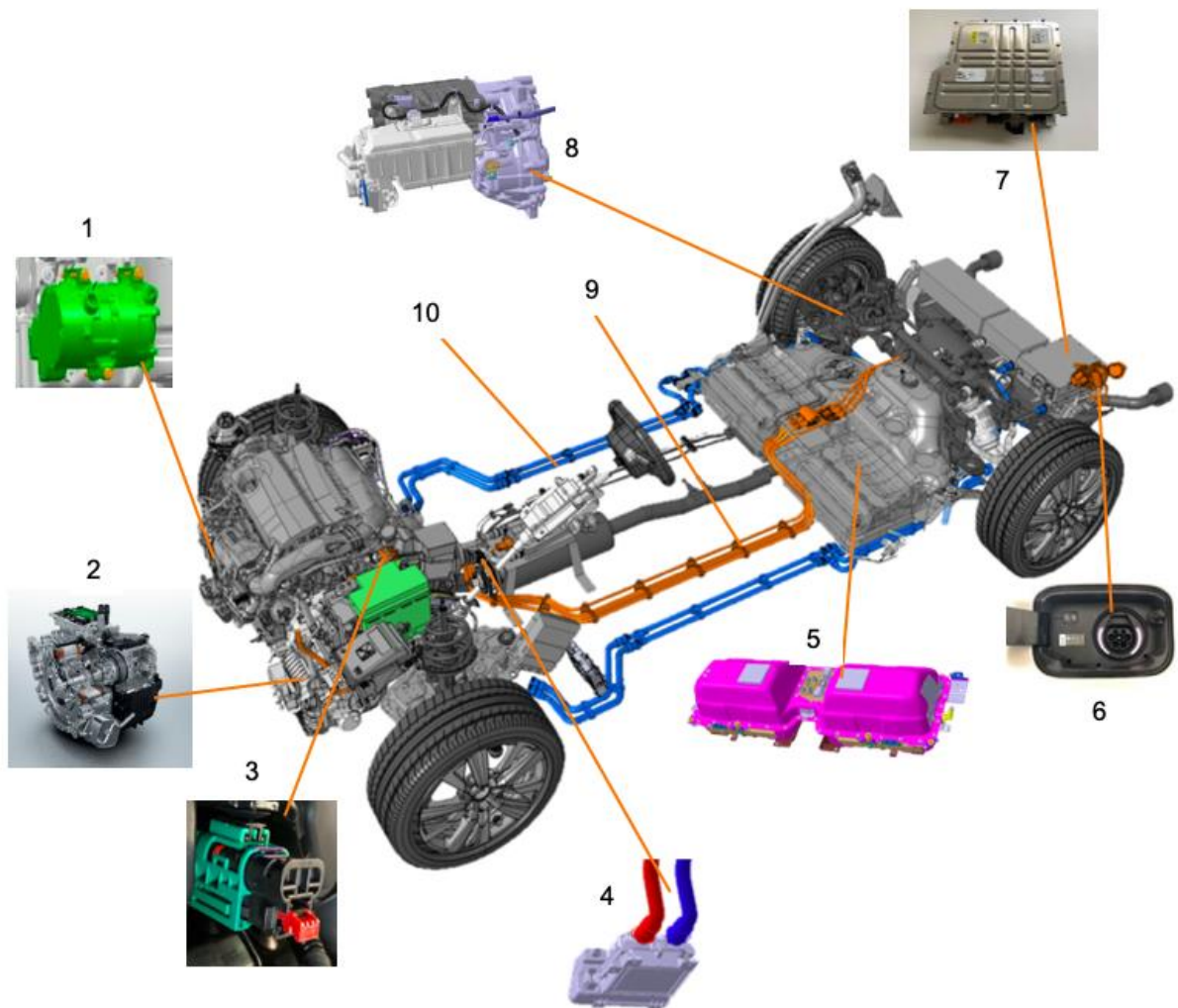
DR1 - DR2 - DR3

**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR1

Question 4



Question 10

Habilitation	OPÉRATIONS					Travaux sous tension
	Travaux hors tension et dans la zone 1	Travaux dans la zone 4	Opérations spéciales	Consignation	Nettoyage sous tension	
OPÉRATIONS D'ORDRE NON ÉLECTRIQUE						
Exécutant	BOL					
Chargé de réparation						
OPÉRATIONS D'ORDRE ÉLECTRIQUE						
Exécutant électricien						
Chargé de travaux						
Chargé de consignation						
Chargé d'expertise						
Chargé d'opération						

Question 12

ÉQUIPEMENTS ET MATÉRIELS	NOM	FONCTION	CONTRÔLE
			
			
			
			
			
			

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro
Candidat :Né(e)
le :

Cadre réservé aux candidats de concours de recrutement et examens professionnels

Concours : Option / Section :

N° d'inscription :

Cocher une seule case parmi les six types de concours suivants :

☐ externe ☐ 3^e externe ☐ externe spécial ☐ interne ou 1^{er} interne ☐ 2nd interne ☐ 2nd interne spécial
Cocher public OU privé
UNIQUEMENT pour les
concours enseignants :
☐ public ☐ privé

Examen professionnel pour l'avancement au grade de :

Cadre réservé aux candidats d'examens et du concours général

Examen : Série / Spécialité :

Epreuve - Matière : Session :

EFE GMV 1

DR4 - DR5

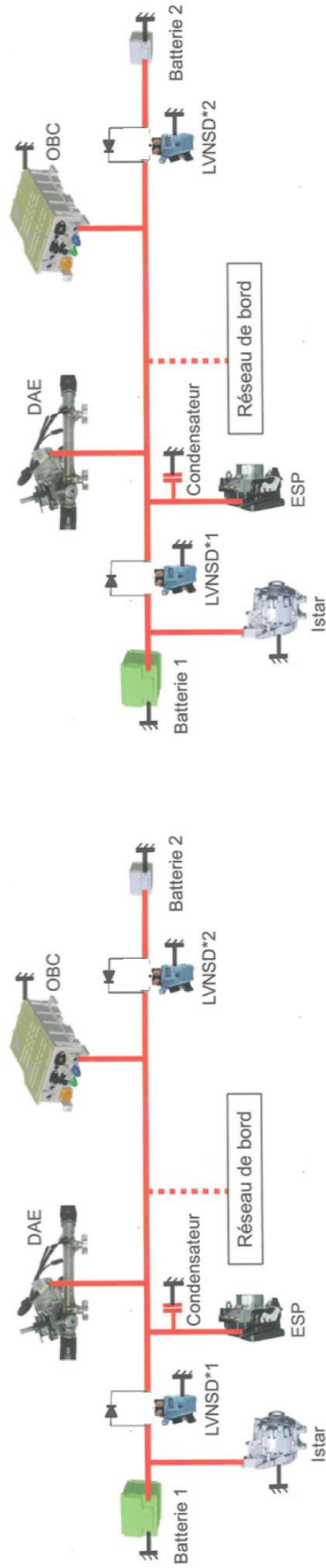
**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 14

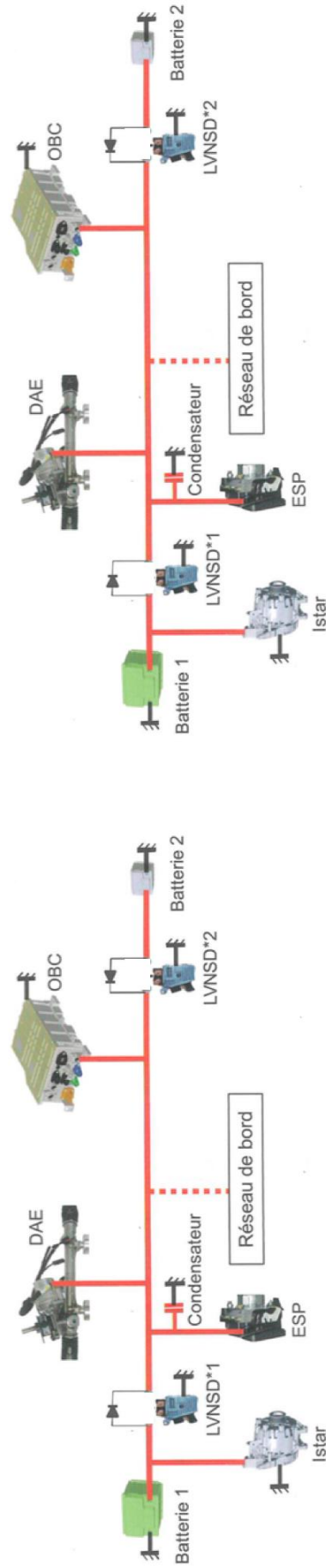
VEILLE :

RÉSEAU ÉVEILLÉ :



READY :

DÉMARRAGE A L'AIDE DE L'ISTAR :



Question 17

RÉSEAUX	CAN H/S	CAN L/S	LIN	FLEXRAY
Tension mini	Can H : Can L :	Can H : Can L :		BP : BM :
Tension maxi	Can H : Can L :	Can H : Can L :		BP : BM :
Nombre de fils				
Présence de résistance	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non
Mode dégradé	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non	☐ oui ☐ non

Question 22

V1	Diagnostic	Fonctionnement du réseau
0 V		☐ oui ☐ non
≈ 10 V		☐ oui ☐ non
12 V		☐ oui ☐ non

Question 23

V1	V2	Diagnostic	Fonctionnement du réseau
0 V	≈ 0 V		☐ oui ☐ non
12 V	≈ 12 V		☐ oui ☐ non
0.5 V	0 V		☐ oui ☐ non
≈ 12 V	12 V		☐ oui ☐ non
2.6 V	2.4 V		☐ oui ☐ non

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom(s) :

Numéro
Candidat :Né(e)
le :

Cadre réservé aux candidats de concours de recrutement et examens professionnels

Concours : Option / Section :

N° d'inscription :

Cocher une seule case parmi les six types de concours suivants :

☐ externe
 ☐ 3^e externe
 ☐ externe spécial
 ☐ interne ou 1^{er} interne
 ☐ 2nd interne
 ☐ 2nd interne spécial
Cocher public OU privé
UNIQUEMENT pour les
concours enseignants :
☐ public
 ☐ privé

Examen professionnel pour l'avancement au grade de :

Cadre réservé aux candidats d'examens et du concours général

Examen : Série / Spécialité :

Epreuve - Matière : Session :

EFE GMV 1

DR6 - DR7 - DR8

**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR6

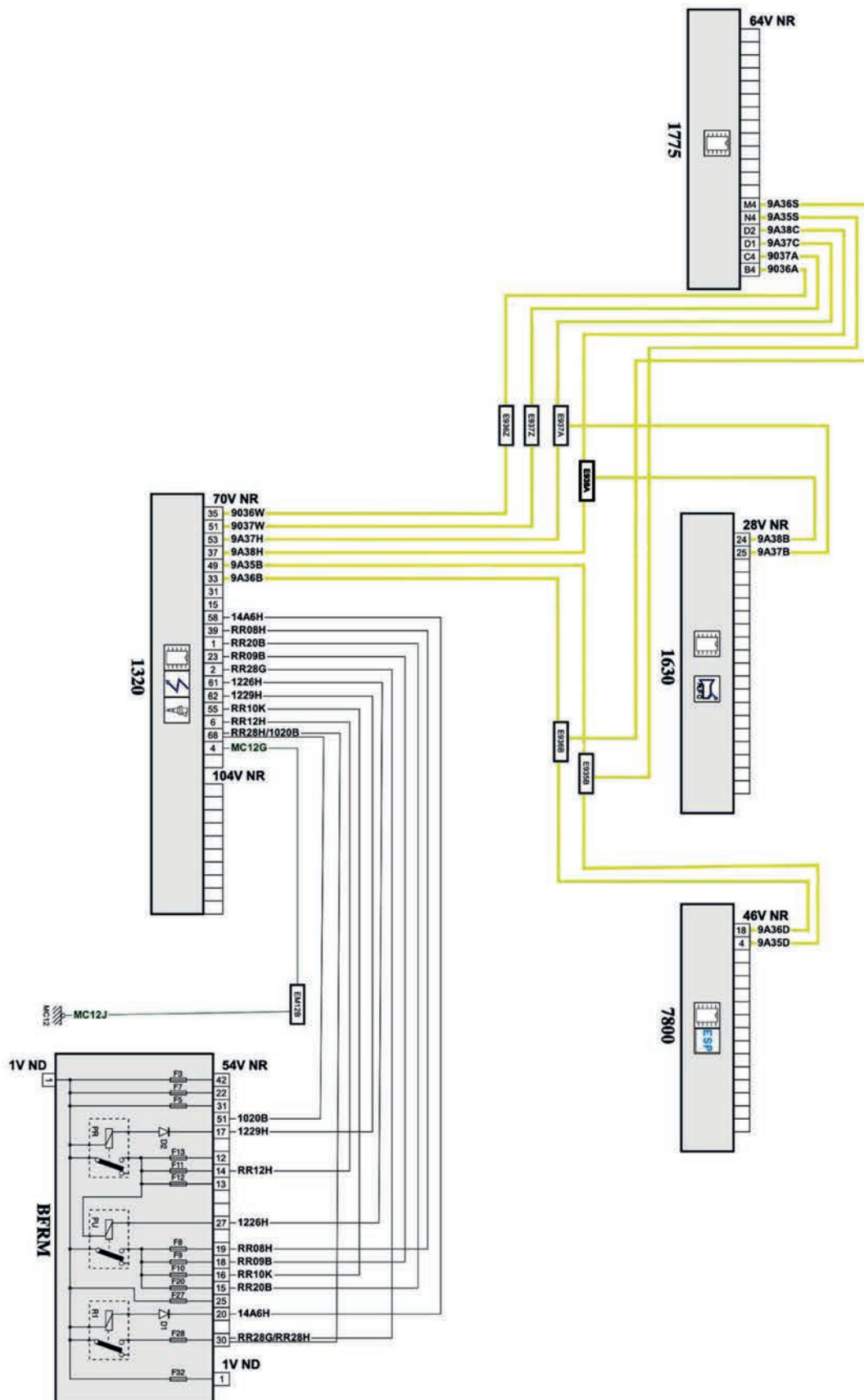
Question 24

V1	V2	Diagnostic	Fonctionnement du réseau
0 V	≈ 0 V		☐ oui ☐ non
12 V	≈ 12 V		☐ oui ☐ non
0.5 V	0 V		☐ oui ☐ non
≈ 12 V	12 V		☐ oui ☐ non
2.5 V	2.5 V		☐ oui ☐ non

Question 25

V1	V2	Diagnostic	Fonctionnement du réseau
0,5 V	4,5 V		☐ oui ☐ non
0 V	≈ 4 V		☐ oui ☐ non
12 V	≈ 4 V		☐ oui ☐ non
≈ 1 V	0 V		☐ oui ☐ non
≈ 1 V	12 V		☐ oui ☐ non
1 V	1 V		☐ oui ☐ non

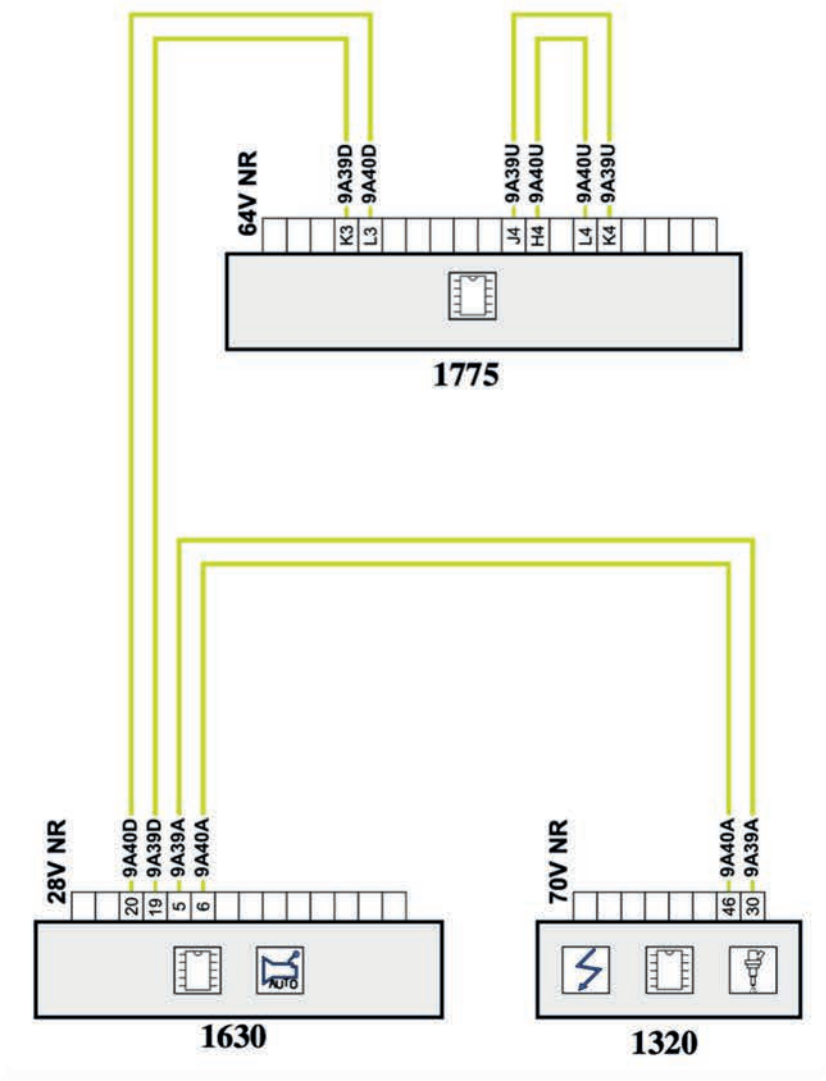
Question 26



Question 27

Type de mesure	Outil utilisé	Conditions de mesure	Bornes du calculateur 1320	Valeurs mesurées	Valeurs constructeur	Résultat
Résistance de terminaison				50 Ω		
Tension BP				12 V		
Tension BM				≈ 12 V		

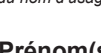
Question 28



Modèle CMEN v3

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

 **Prénom(s) :**

Numéro Candidat :

Né(e) le : / /

Cadre réservé aux candidats de concours de recrutement et examens professionnels

Concours : **Option / Section :** **N° d'inscription :**

Cocher une seule case parmi les six types de concours suivants :

☐ externe ☐ 3^e externe ☐ externe spécial ☐ interne ou 1^{er} interne ☐ 2nd interne ☐ 2nd interne spécial

Examen professionnel pour l'avancement au grade de :

Cadre réservé aux candidats d'examens et du concours général

Examen : **Série / Spécialité :**

Epreuve - Matière : **Session :**

EFE GMV 1

DR9 - DR10

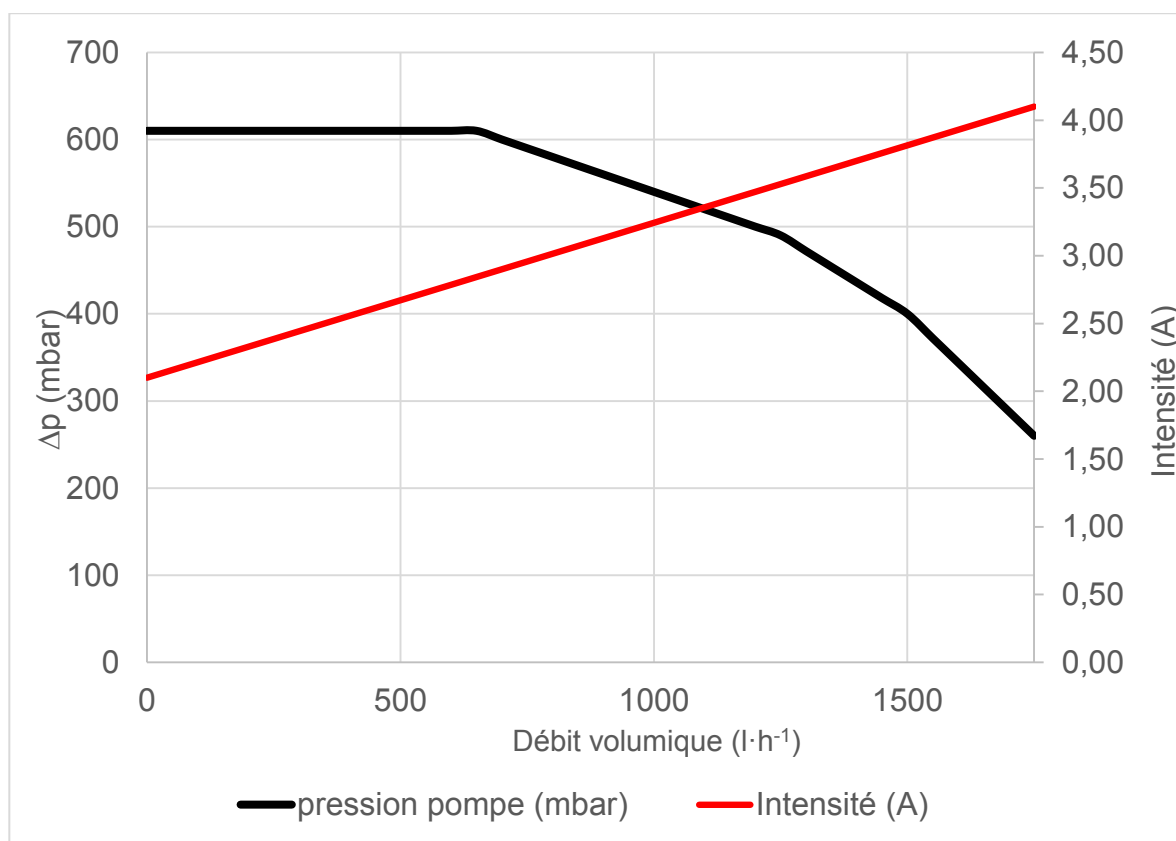
**Tous les documents réponses sont à rendre,
même non complétés.**

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR9

Question 34

Q_v (l·h ⁻¹)	0	250	500	750	1000
Δp (mbar)					



Question 41

