

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE ÉNERGIES ET ENVIRONNEMENT

Coefficient 16

Durée : 20 minutes – 1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation**..... Page 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 6
 - Partie relative aux enseignements communs Pages 3 à 4
 - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 5 à 6
- **Dossier Technique et Ressource** Pages 7 à 10

Rappel du règlement de l'épreuve

L'épreuve s'appuie sur une étude de cas issue d'un dossier fourni au candidat par l'examineur et présentant un produit pluritechnologique.

Un questionnaire est remis au candidat avec le dossier en début de la préparation de l'épreuve. Il permet de résoudre une problématique technologique (sans entraîner le développement de calculs mathématiques importants) afin d'évaluer des compétences et connaissances associées, de la partie relative aux enseignements communs et propres à l'enseignement spécifique choisi par le candidat lors de son inscription.

Pendant l'interrogation, le candidat dispose de 10 minutes pour exposer les conclusions de sa préparation avant de répondre aux questions de l'examineur, relatives à la résolution du problème posé.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-08-EE	Page 1 / 10

Véhicule hybride rechargeable essence électrique



Figure 1 : véhicule hybride rechargeable KIA Sportage 2022

Mise en situation

Le véhicule choisi (figure 1) s'inscrit dans la gamme des véhicules SUV (Sport Utility Vehicle) et il est très en vogue sur le marché automobile actuel.

Il est proposé en différentes motorisations essence et diesel hybride.

Une propulsion hybride électrique consiste à combiner un moteur thermique avec un ou plusieurs moteurs électriques, afin de profiter des avantages de chaque type de motorisation.

Ce véhicule est un PHEV (Plug-In Hybrid Electric Vehicle) avec une batterie rechargeable sur le réseau électrique ce qui permet de rouler en 100 % électrique.

Les besoins d'un utilisateur urbain moyen sont de pouvoir :

- parcourir 60 km (en mode 100 % électrique) ;
- recharger la batterie de son véhicule en moins de 8 h à son domicile.

Problématique

L'objectif de cette étude porte sur la validation des caractéristiques du véhicule hybride rechargeable permettant de satisfaire les besoins d'un utilisateur urbain.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-08-EE	Page 2 / 10

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Question 1 Sachant qu'il y a eu 1 633 200 immatriculations de voitures neuves en 2021, **calculer** le nombre de véhicules hybrides rechargeables immatriculés en 2021.

DTR1

En analysant les graphes, **commenter** l'évolution des ventes de ce type de véhicules entre 2020 et 2021.

Le taux d'hybridation (Th) du véhicule PHEV s'exprime par :

$$Th = \frac{\text{puissance moteur thermique}}{\text{puissance moteur thermique} + \text{puissance moteur électrique}}$$

Question 2 En considérant les puissances maximales des moteurs électrique et thermique données par la documentation technique, **calculer** le taux d'hybridation en % de ce véhicule.

DTR2

DTR3

Indiquer l'économie en carburant et la réduction des émissions de CO₂ espérées.

Dans le véhicule, le bus CAN permet de transmettre de nombreuses informations. Un extrait de trame relevée sur ce bus CAN est stocké dans le tableau 1 et permet de connaître le taux de charge en % de la batterie du véhicule.

ID (identifiant)	DLC (longueur des données en octet)	DATA (données codées en hexadécimal)
60E	8	22 01 30 1E 5A 12 00 00

Tableau 1 : relevé d'une trame bus CAN

La valeur du taux de charge en %, codée sur un octet, est représentée par un nombre entier. Sa valeur, donnée par le 4^{ème} octet codée en hexadécimal, est lue à partir de la gauche.

Question 3 **Relever** la valeur en hexadécimal représentative du taux de charge de la batterie.

En **déduire** le taux de charge de la batterie en %.

L'autonomie électrique du véhicule est étudiée lors d'un cycle mixte de fonctionnement (figure 2). Ce dernier est décomposé en quatre parties, d'une durée totale de 1800 s à la vitesse moyenne de 51,3 km·h⁻¹.

Pour vérifier l'autonomie électrique annoncée par le constructeur (DTR2), le cycle simplifié (figure 3) est utilisé. Durant ce cycle, le véhicule hybride fonctionne en 100 % électrique.

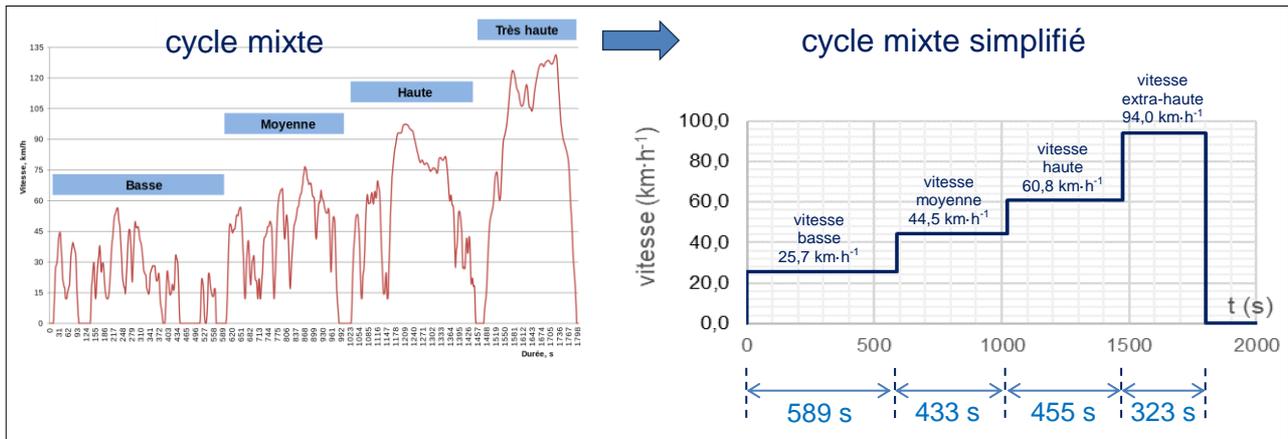


Figure 2 : cycle mixte

Figure 3 : cycle mixte simplifié

Pour un essai sur terrain plat, l'effort mécanique que doit fournir le véhicule pour avancer à une vitesse donnée est noté F_{utile} :

$$F_{utile} = F_{aéro} + F_{roul} = F_{aéro} + m \times g \times C_{rr}$$

Avec :

- la force de résistance à l'avancement, F_{utile} (N) ;
- la force de résistance aérodynamique, $F_{aéro}$ (N) ;
- la force de résistance au roulement, F_{roul} (N) ;
- la masse totale du véhicule, $m = 2415$ kg ;
- la constante de gravité, $g = 9,81$ m·s⁻² ;
- le coefficient de résistance au roulement, $C_{rr} = 0,006$.

À la vitesse de 44,5 km·h⁻¹ du cycle mixte simplifié, la valeur de la force de résistance aérodynamique $F_{aéro}$ est de 95,4 N.

Question 4 À la vitesse de 44,5 km·h⁻¹, **calculer** la force de résistance au roulement F_{roul} . **Calculer** la force de résistance à l'avancement F_{utile} .

Partie relative à l'enseignement spécifique

La modélisation numérique (figure 4) avec le cycle mixte simplifié permet d'estimer la puissance utile P_{utile} au niveau des roues.

La force de résistance à l'avancement F_{utile} est de 237,5 N.

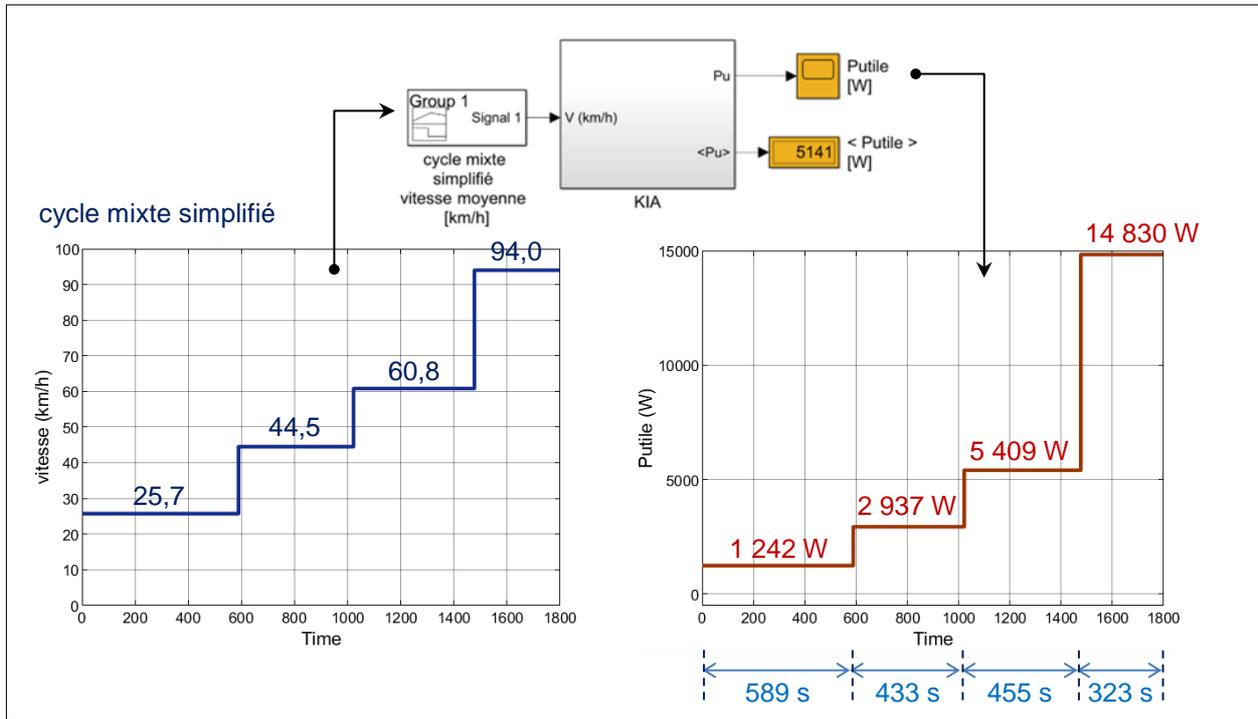


Figure 4 : modélisation numérique avec le cycle mixte simplifié

La puissance que doit fournir le véhicule pour avancer est notée puissance utile P_{utile} :

$$P_{utile} = F_{utile} \times v$$

Avec :

- la puissance utile, P_{utile} (W) ;
- la force de résistance à l'avancement, F_{utile} (N) ;
- la vitesse du véhicule, v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Question 5 Pour une vitesse de $44,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, **calculer** la puissance utile P_{utile} .

Vérifier la valeur donnée par le modèle numérique de la figure 4.

Question 6 **Relever** la valeur de la puissance moyenne $\langle P_{utile} \rangle$ à développer au niveau des roues lors d'un cycle mixte.

DTR4

En prenant en compte les rendements moyens de la chaîne de puissance du véhicule donné sur le diagramme partiel de bloc interne ibd, **calculer** la puissance moyenne électrique $\langle P_{bat} \rangle$ que doit fournir la batterie.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2024	
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-08-EE	Page 5 / 10

La vitesse moyenne du véhicule lors du cycle mixte simplifié est de $51,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. La puissance moyenne fournie par la batterie est de 8000 W .

Question 7 **Relever** l'énergie stockée en $\text{kW}\cdot\text{h}$ par la batterie Li-Ion polymère du véhicule.

DTR2

Avec un taux de décharge maximal de 90% de la batterie, **calculer** l'autonomie de la batterie et la distance parcourue.

Comparer avec la valeur donnée par le constructeur.

L'utilisation quotidienne du véhicule entraîne une consommation moyenne d'énergie de la batterie de $12 \text{ kW}\cdot\text{h}$.

L'utilisateur souhaite recharger le véhicule hybride sur une prise de courant Green-up Access durant la nuit en moins de 8 heures. La puissance électrique fournie par cette prise est estimée à $2,3 \text{ kW}$.

Question 8 Dans ces conditions, **calculer** le temps de charge de la batterie. **Vérifier** que celle-ci peut être totalement rechargée en moins de 8 heures.

La puissance électrique en courant alternatif monophasé s'exprime :

$$P = V \times I \times \cos \varphi$$

Avec :

- la puissance électrique, $P \text{ (W)}$;
- la tension simple entre phase et neutre, $V \text{ (V)}$;
- l'intensité du courant en ligne, $I \text{ (A)}$;
- le facteur de puissance, $\cos \varphi$.

Question 9 Lors de la charge du véhicule sur la prise, en considérant un facteur de puissance de $0,9$ sous une tension de 230 V , **calculer** l'intensité du courant.

DTR5

Vérifier que le calibre du disjoncteur différentiel de protection ne provoque pas la coupure du circuit électrique de charge.

Question 10 À partir de cette étude, **conclure** sur la capacité de ce véhicule à satisfaire les besoins d'un utilisateur urbain moyen.

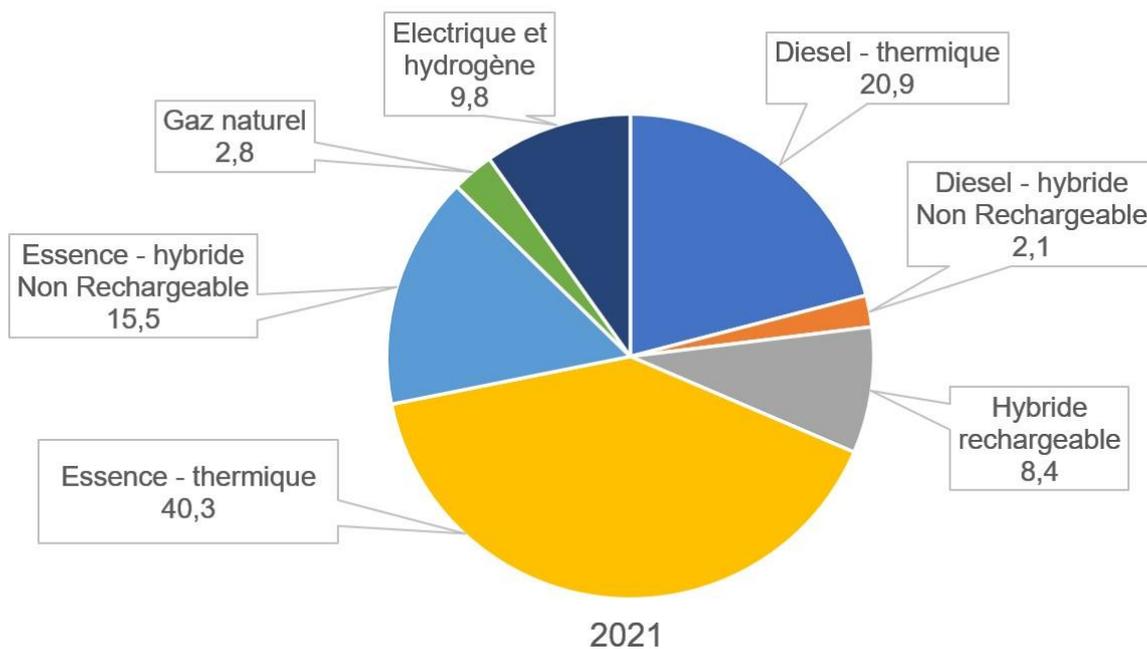
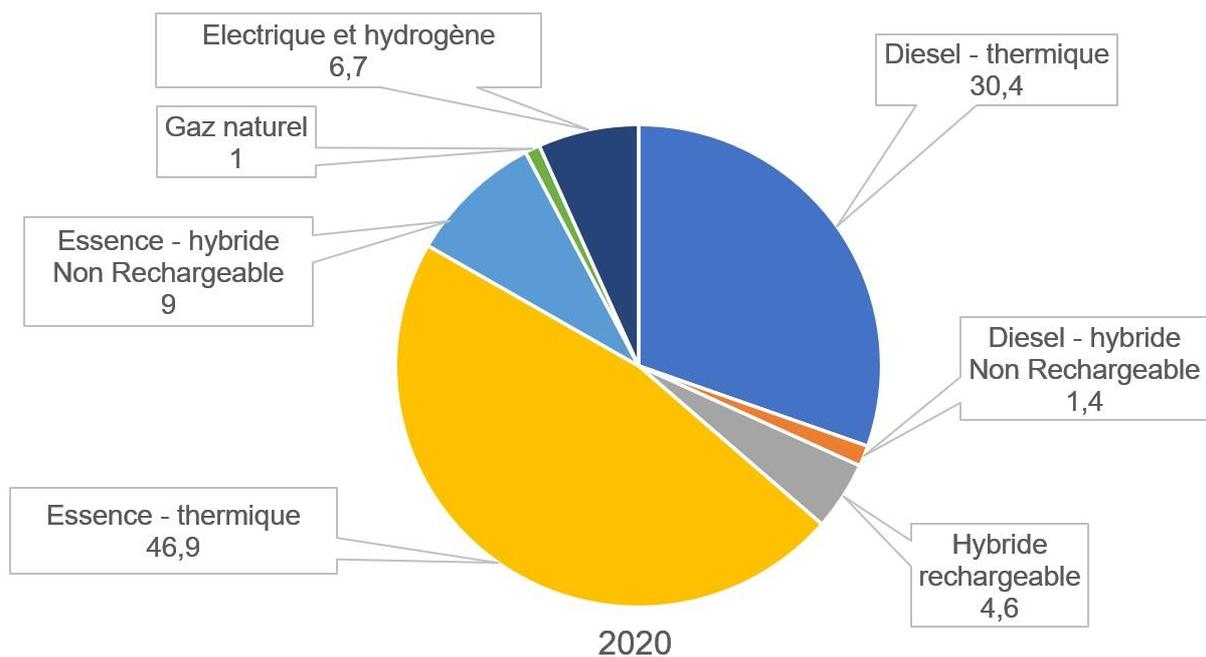
Argumenter sur la pertinence du choix de rouler en véhicule hybride rechargeable par rapport à l'utilisation d'un véhicule électrique.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2024
Ingénierie, innovation et développement durable – oral de contrôle	Code : 2024-08-EE	Page 6 / 10

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : immatriculations annuelles des voitures particulières neuves

Répartition des motorisations des voitures particulières neuves en 2020 et 2021
(en %)



DTR2 : spécifications techniques KIA Sportage Hybride / Hybride Rechargeable

MOTORISATIONS			
Type	Hybride essence-électrique		Hybride Rechargeable essence-électrique
Moteur thermique	Thermique 1.6 T-GDi 180 ch ISG BVA6 4x2	Thermique 1.6 T-GDi 180 ch ISG BVA6 4x4	Thermique 1.6 T-GDi 180 ch ISG BVA6 4x4
Cylindrée (cm3)	1 598		
Puissance maximale (ch / kW / tr.min)	180 / 132 / 5 500		
Couple maximal (Nm / tr.min)	265 / 1 500 à 4 500		
Moteur électrique	Electrique - synchrone à aimant permanent		
Puissance maximale (ch / kW / tr.min)	60 / 44,2 / 1 600 à 2 000		91 / 66,9 / 2 100 à 3 300
Couple maximal (Nm / tr.min)	264 / 1 600		304 / 2 100
Puissance maximale combinée (ch)	230		265
Couple maximal combiné (Nm)	350		
Puissance administrative	10		
Transmission	2 roues motrices	4 roues motrices	4 roues motrices
Boîte de vitesses	Boîte automatique		
Nombre de rapports	6 rapports		
Norme de dépollution	EURO 6D		
Distribution	Chaîne		
Niveau sonore en mouvement (dB) ⁽⁷⁾	67		67
Niveau sonore à l'arrêt (dB) ⁽⁷⁾	76		75
BATTERIE ET RECHARGE			
Type	Lithium-ion polymère		
Tension (V)	270		360
Capacité (Ah)	5,5		38,3
Capacité (kWh)	1,49		13,8
Poids de la batterie (kg)	/		140
Type de prise	/		T2
Puissance maximum disponible du chargeur embarqué (kW)	/		7,2
Temps de recharge estimé (10 à 100%) sur une prise domestique (2.3kW)	/		5h27
Temps de recharge estimé (10 à 100%) sur un boîtier mural (4.6kW)	/		2h44
Temps de recharge estimé (10 à 100%) sur un boîtier mural (7.2kW)	/		1h45
PERFORMANCES			
Vitesse maximale (km/h)	193		191
Accélération 0 - 100 km/h (s)	8		8,2
Reprise 80-120 km/h (s)	5,4		5,5
AUTONOMIE ELECTRIQUE			
Autonomie - Cycle urbain WLTP (km)	/		78
Autonomie - Cycle mixte WLTP (km)	/		70

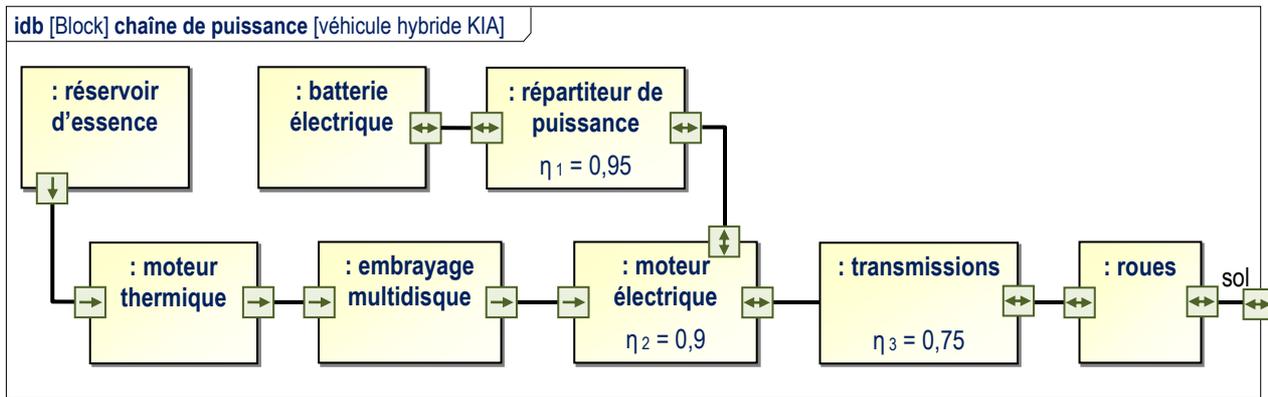
DTR3 : types d'hybridation (hybrides parallèles)

Les véhicules hybrides peuvent être classés en fonction des niveaux d'hybridation, c'est-à-dire de l'importance de la partie électrique par rapport au moteur thermique.

Type d'hybridation	Micro hybrid <i>Stop/Start hybrid</i>	Mild hybrid (MHEV)	Full hybrid (HEV)	Plug-in hybrid (PHEV)
Fonctions	Arrêt du Moteur thermique (Mth) chaque fois que le véhicule est à l'arrêt, <i>Aider le Mth au démarrage et pendant de courtes accélérations.</i>	Stop and start Assistance du moteur thermique Récupération au freinage	Stop and start Assistance du moteur thermique Récupération au freinage Possibilité de parcourir quelques kilomètres (< 10 km) en mode zéro émission.	Identique au Full hybrid avec possibilité de recharger les batteries à partir du secteur.
Puissance électrique installée	2 à 4 kW 4 à 6 kW	10 à 20 kW	20 à 70 kW	
Réduction de consommation sur cycle mixte	3 à 7 % 6 à 10 %	15 à 25 %	30 à 40 %	Aucun carburant consommé en mode tout électrique. Comparable au Full hybrid lorsque le moteur thermique est utilisé
Réduction des émissions de CO ₂ *	de 4 % à 5 %	de 10 à 20 %	de 20 à 40 %	de 50 à 60 %

* selon l'Association des Constructeurs Européens d'Automobile (ACEA)

DTR4 : diagramme partiel de bloc interne SysML de la chaîne de puissance



DTR5 : prise de courant Green-up Access de LEGRAND

Une borne de recharge doit être installée sur une ligne dédiée avec son propre disjoncteur associé à sa protection différentielle.

Les prises et bornes Green'up™ permettent la recharge de tous les véhicules électriques et hybrides rechargeables.



⁽¹⁾Ligne dédiée avec disjoncteur différentiel 30 mA de type F (HPI) 20 A monophasé