

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2013

Série STI2D

Série STL spécialité sciences physiques et chimiques en laboratoire

PHYSIQUE-CHIMIE

Durée : 3 heures

Coefficient : 4

pour les REDOUBLANTS

SUJET TRAITÉ EXCLUSIVEMENT PAR LES CANDIDATS AYANT DÉJÀ PRÉSENTÉ LES ÉPREUVES TERMINALES DU BACCALAURÉAT LORS D'UNE PRÉCÉDENTE SESSION.

CALCULATRICE AUTORISÉE

L'emploi de toutes les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique est autorisé à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'elles ne soient pas connectables à un réseau.

Ce sujet comporte 9 pages numérotées de 1/9 à 9/9.

Avant de composer, assurez-vous que l'exemplaire qui vous a été remis est bien complet.

La page 7/9 où figure le document réponse est à rendre avec la copie.

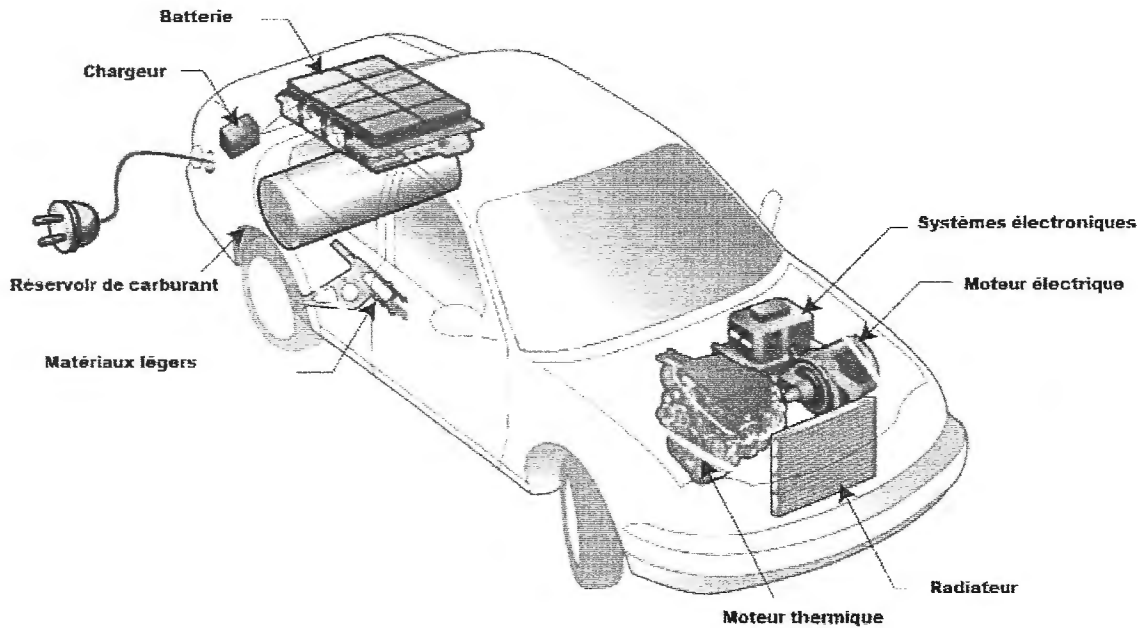
Lors des applications numériques, les résultats seront donnés avec un nombre de chiffres significatifs cohérent avec ceux de l'énoncé et une attention particulière sera portée aux unités utilisées.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront dans l'appréciation des copies.

Les parties du sujet sont indépendantes et peuvent être traitées séparément dans l'ordre choisi par le candidat.

LUTTE CONTRE L'EMISSION DES GAZ A EFFET DE SERRE : LA VOITURE HYBRIDE

La réflexion visant à réduire l'utilisation d'énergie fossile pour les véhicules légers tend à considérer la technologie Mild-Hybrid comme une bonne solution à court terme. Les autres solutions sont actuellement pénalisées par le coût de fabrication et de recyclage ainsi que par l'autonomie des accumulateurs.



Les deux premières parties du sujet se proposent de mettre en évidence l'intérêt de la technologie hybride par rapport à celle du véhicule purement thermique. La dernière partie traite plus particulièrement de l'utilisation du véhicule hybride en mode tout électrique.

Le sujet comporte trois parties :

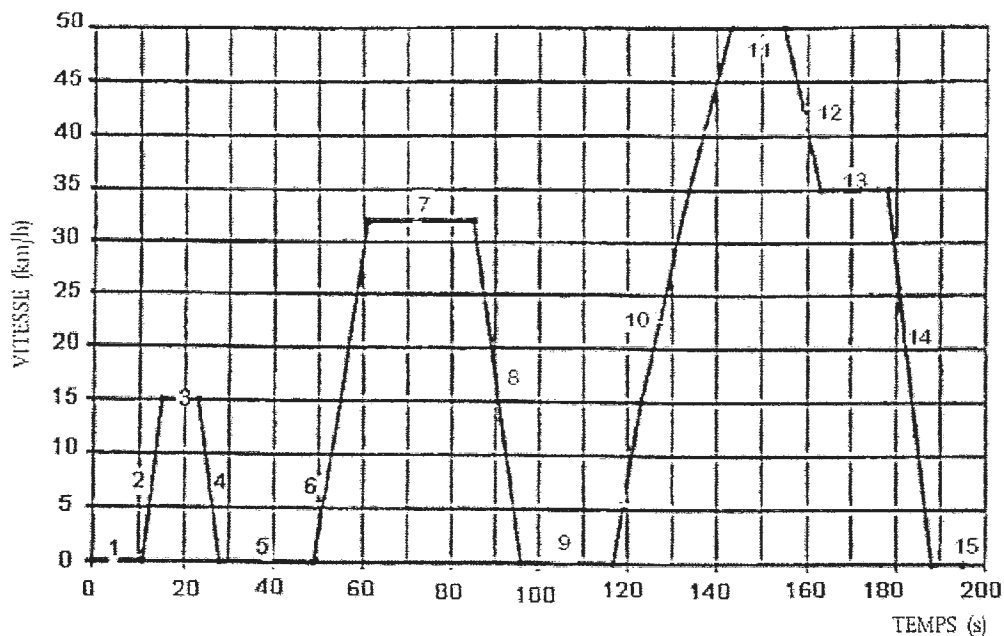
Partie A : Etude du comportement d'un véhicule hybride.

Partie B : Etude du moteur thermique.

Partie C : Etude de l'alimentation du moteur électrique d'un véhicule hybride.

PARTIE A : ETUDE DU COMPORTEMENT D'UN VEHICULE HYBRIDE.

Le New European Driving Cycle (ou cycle NEDC) est un cycle de conduite automobile conçu pour imiter de façon reproductible les conditions rencontrées sur les routes européennes. Il est principalement utilisé pour la mesure de la consommation et des émissions polluantes des véhicules.



Cycle urbain élémentaire (195 s)

Source : règlement n° 101 de la Commission économique des Nations unies pour l'Europe, CEE-ONU.

Dans cette partie on néglige les forces de résistance au roulement et les forces de résistance aérodynamique.

A.1 - Etude mécanique :

Pour les questions A.1.1 et A.1.2, on se limite à l'étude d'une portion du cycle de la phase 5 incluse à la phase 9 incluse.

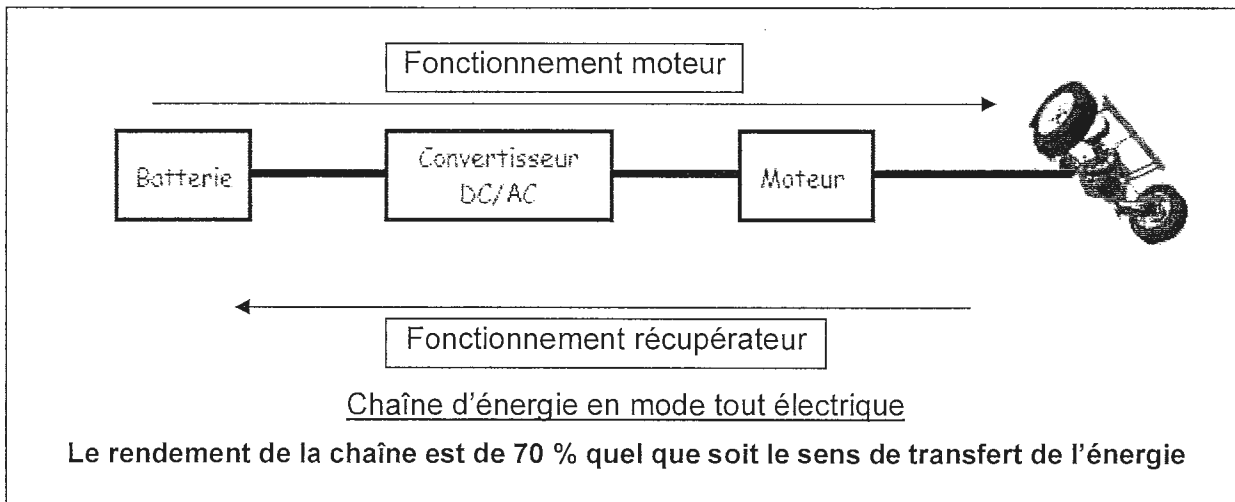
- A.1.1** Compléter la colonne 2 (type de phase) du tableau récapitulatif du **document réponse page 7/9** en précisant s'il s'agit d'une accélération, d'une vitesse stabilisée ou d'une décélération.
- A.1.2** On note a l'accélération d'un véhicule dont la variation de vitesse est Δv sur la durée Δt .
- Donner la relation qui relie a à Δv et Δt .
 - Préciser les unités de la relation précédente.
 - Compléter la troisième colonne du tableau récapitulatif du **document réponse page 7/9** en donnant le détail des calculs.
- A.1.3** Expliquer à partir du graphique du cycle urbain élémentaire donné ci-dessus, comment repérer la phase pour laquelle l'accélération du véhicule est la plus importante.

A.1.4 Pendant la phase 6, on relève la puissance motrice P en fonction de la vitesse v . Déterminer à l'aide du graphe de $P=f(v)$ en **annexe 1 page 8/9**, la puissance motrice délivrée par le moteur en fin de la phase 6.

A.1.5 Vérifier, en vous servant du tableau des caractéristiques du véhicule donné en **annexe 1 page 8/9**, que le moteur électrique est capable à lui seul de garantir cette force motrice jusqu'à la fin de la phase 6.

A.2 - Etude de la récupération de l'énergie :

Lors d'une phase de ralentissement, le moteur électrique fonctionne en génératrice afin de recharger les batteries. La chaîne d'énergie en mode tout électrique est représentée ci-dessous :



A.2.1 La relation qui permet de calculer l'énergie cinétique est : $E_C = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$.

Calculer la valeur de l'énergie cinétique du véhicule étudié (**voir annexe 1 page 8/9**) dans la **phase 7**.

A.2.2 En utilisant la chaîne d'énergie en mode tout électrique, calculer l'énergie électrique E_E qui sera récupérée durant la **phase 8**.

A.2.3 Quelle relation peut-on utiliser pour calculer l'énergie perdue E_P durant la **phase 8** ?

$$E_P = E_C - E_E \qquad E_P = E_C / E_E \qquad E_P = E_E / E_C \qquad E_P = 0,3 \cdot E_C$$

A.2.4 Calculer les valeurs de E_P pour le véhicule étudié (**voir annexe 1 page 8/9**) puis pour un véhicule de masse 2000 kg.

A.2.5 Comment évolue la valeur de l'énergie perdue lorsque la masse du véhicule augmente ? Justifier pourquoi on cherche à avoir un véhicule hybride le plus léger possible.

A.2.6 Expliquer pourquoi les véhicules hybrides n'ont que peu d'intérêt dans le cas d'une utilisation autoroutière.

PARTIE B : ETUDE DU MOTEUR THERMIQUE.

B.1 - Le carburant :

Le moteur dit « fuel-flex » permet de fonctionner avec un carburant contenant un mélange d'essence et d'éthanol en diverses proportions.

L'E85 (15 % d'essence + 85 % d'éthanol) a un pouvoir calorifique de $24,6 \text{ MJ.L}^{-1}$ contre $35,5 \text{ MJ.L}^{-1}$ pour l'essence SP95.

Données :

Masse volumique de l'éthanol à 15°C : $0,793 \text{ kg.L}^{-1}$

Masse molaire de l'éthanol : 46 g.mol^{-1}

Masse molaire du dioxyde de carbone : 44 g.mol^{-1}

PCI volumique de l'éthanol : $22,6 \text{ MJ.L}^{-1}$

PCI molaire de l'éthanol : $1,31 \text{ MJ.mol}^{-1}$

PCI : pouvoir calorifique inférieur

Dans les véhicules thermiques, lors de la transformation, les produits de la combustion sont expulsés principalement sous forme gazeuse. Si à froid un moteur peut condenser les gaz d'échappement, ce changement d'état n'apporte pas d'énergie utile.

- B.1.1** En vous aidant de l'extrait du bulletin officiel de la république française fourni en **annexe 1 page 8/9**, expliquer que l'on ne prenne en compte que le PCI dans l'apport énergétique du véhicule.
- B.1.2** Compléter dans le **document réponse page 7/9** l'équation de la combustion complète de l'éthanol dans le dioxygène produisant du dioxyde de carbone et de l'eau.
- B.1.3** Donner les détails du calcul qui permet de retrouver la valeur du pouvoir calorifique inférieur volumique (PCI) de l'éthanol exprimé en kJ.L^{-1} à l'aide de son pouvoir calorifique inférieur molaire.
- B.1.4** Calculer la masse de CO_2 libérée pour la combustion d'un litre d'éthanol.
- B.1.5** La combustion d'un litre d'E85 rejette $1,65 \text{ kg}$ de CO_2 . En vous servant de l'étiquetage énergétique de l'**annexe 2 page 9/9**, déterminer la classe énergétique du véhicule dont la consommation moyenne en E85 est de $5,5 \text{ L} / 100 \text{ km}$.
- B.1.6** Donner une estimation de la consommation moyenne en SP95 du même véhicule.

B.2 - La chaîne énergétique :

- B.2.1** Compléter, en justifiant chaque valeur, la chaîne énergétique du moteur thermique dans le **document réponse page 7/9**.
- B.2.2** Quelle différence de principe existe-t-il entre une chaîne énergétique d'un véhicule thermique et celle d'un véhicule hybride ?

PARTIE C : ETUDE DE L'ALIMENTATION DU MOTEUR ELECTRIQUE D'UN VEHICULE HYBRIDE.

C.1 - Etude de la batterie :

Un cycle NEDC urbain complet représente un déplacement de 11 km et dure 1200 secondes.

L'énergie utile nécessaire au véhicule pour le parcourir est de 3,7 MJ.

Le véhicule doit pouvoir fonctionner en tout électrique pendant ce cycle.

On fait l'hypothèse que la tension aux bornes de la batterie reste constante égale à 42 V.

- C.1.1** Calculer la puissance utile moyenne P_U sur le cycle NEDC urbain complet.
- C.1.2** La lecture de la chaîne d'énergie en mode tout électrique donnée dans la partie A nous apprend que le rendement de celle-ci est de 70 %, démontrer que la puissance électrique moyenne $P_{\text{élec}}$ de la batterie est de 4,4 kW.
- C.1.3** Montrer que l'intensité moyenne I du courant débité par la batterie est de 105 A.
- C.1.4** Calculer alors la valeur de la capacité minimale Q_{min} (exprimé en A.h) que doit avoir la batterie.

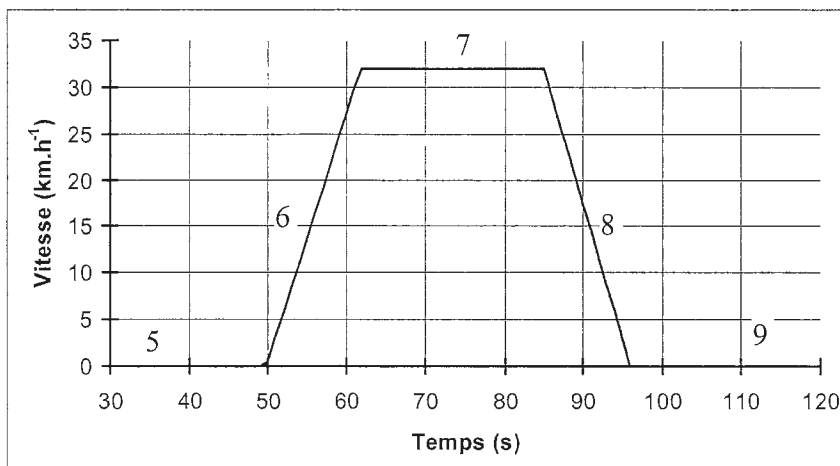
C.2 - Discussion sur l'intérêt d'intégrer un panneau photovoltaïque :

Afin d'augmenter l'autonomie du véhicule, le constructeur projette de placer sur le toit un panneau photovoltaïque dont les caractéristiques sont données dans **l'annexe 2 page 9/9**.

- C.2.1** Placer sur le schéma du **document réponse page 7/9**, les appareils de mesure qui permettent de déterminer la puissance fournie par le panneau.
- C.2.2** Donner la valeur de la puissance nominale du panneau P_{photo} .
- C.2.3** Comparer P_{photo} à $P_{\text{élec}}$ donnée à la question C.1.2. Le panneau solaire peut-il être la source d'alimentation principale pour le moteur ?
- C.2.4** Montrer que l'énergie récupérée par le panneau photovoltaïque par an est de 150 kW.h lorsque l'énergie de rayonnement solaire annuelle reçue par unité de surface est de 1250 kW.h.m⁻².
- C.2.5** Sachant que pour parcourir un cycle urbain de 11 km, la batterie doit fournir une énergie de 6 MJ, calculer la distance annuelle que l'on peut parcourir grâce à l'énergie récupérée par le panneau photovoltaïque. On rappelle que 1 kW.h est égal à 3,6 MJ.
- C.2.6** Rédiger pour le constructeur une conclusion argumentée développant au moins deux avantages et deux inconvénients de l'implantation de ce panneau sur le toit du véhicule.

A.1.1
A.1.2.c

DOCUMENT REPONSE (à rendre avec la copie)

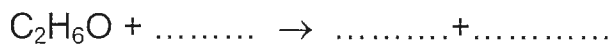


Cycle urbain élémentaire

Phase N°	Type de Phase	Accélération (m.s ⁻²)	Vitesse (km.h ⁻¹)	Durée de la phase (s)	Temps total (s)
5	Arrêt		0	21	49
6			0-32	12	61
7			32	24	85
8			32-0	11	96
9	Arrêt		0	21	117

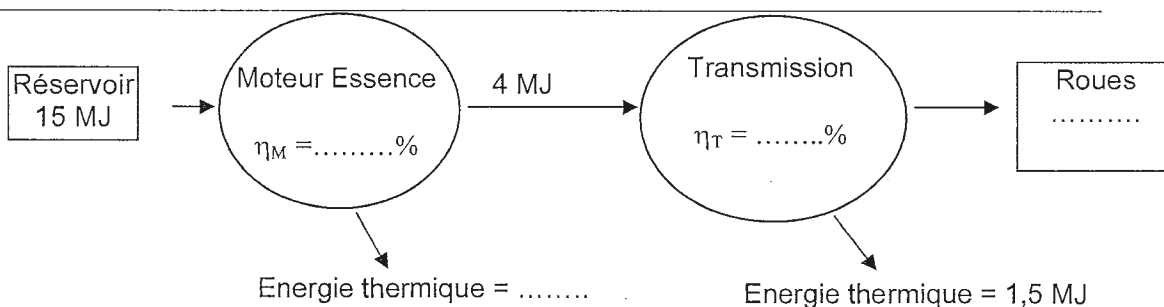
Tableau récapitulatif

B.1.2



Equation de la combustion complète de l'éthanol dans le dioxygène

B.2.1



Chaîne énergétique du moteur thermique

C.2.1

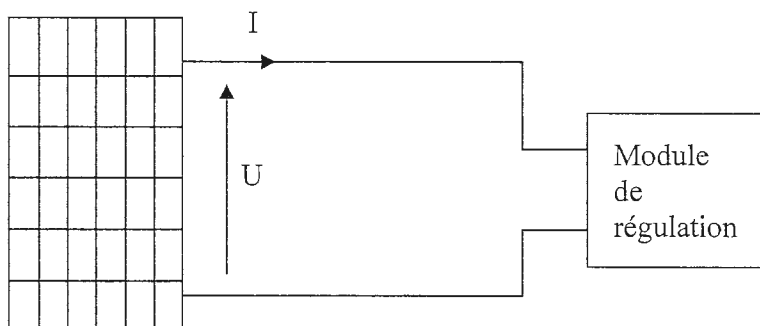






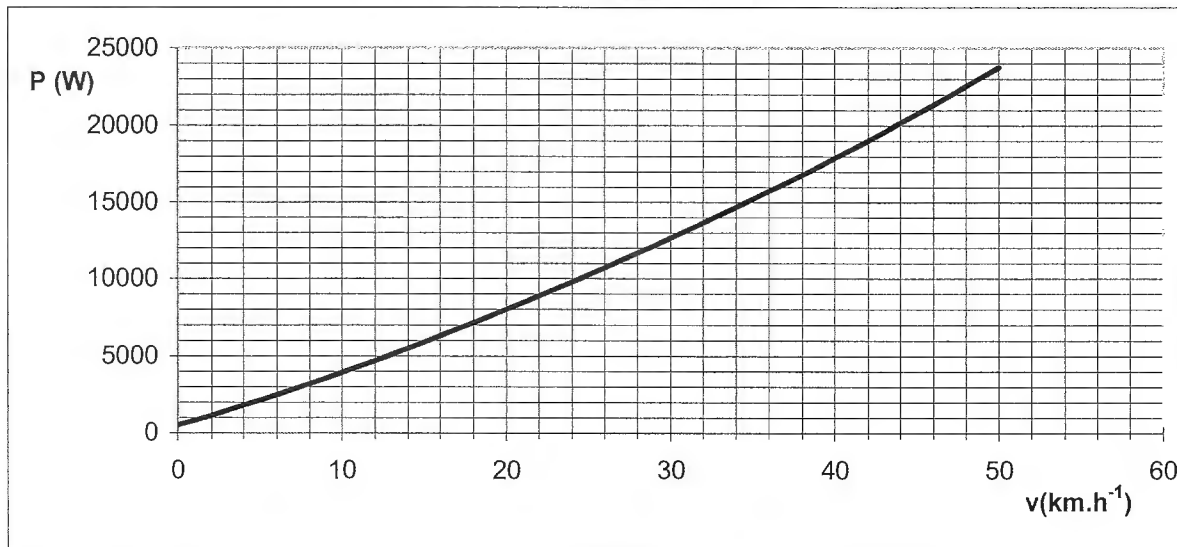
Schéma de câblage pour la mesure de puissance fournie par le panneau

ANNEXE 1

Caractéristiques du véhicule

Véhicule 	Type	<i>Mild-hybrid</i>
	Masse totale	1073 kg
Moteur thermique 	Type	1.3 Essence
	Puissance max	54 kW
	Couple max (régime)	120 Nm (à 3300 tr/min)
Machine électrique 	Puissance max	15 kW
	Couple max (min)	84 N.m (-70 N.m)
Batterie 	Type	NiMH
	Tension /Capacité nominale	42 V / 36 A.h
	Courant max (min)	500 A (-350 A)
	masse	33 kg

Puissance motrice en fonction de la vitesse pour la phase 6



Extrait du bulletin officiel de la république française

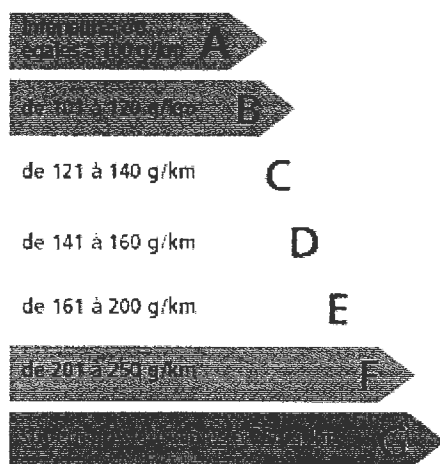
Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) donne le dégagement maximal théorique de la chaleur lors de la combustion, y compris la chaleur de condensation de la vapeur d'eau produite lors de la combustion.

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) des combustibles exclut de la chaleur dégagée la chaleur de condensation de l'eau supposée restée à l'état de vapeur à l'issue de la combustion.

Source : bulletin officiel de la république française du 28 septembre 2006

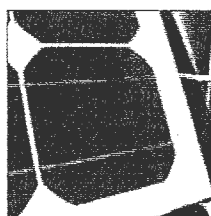
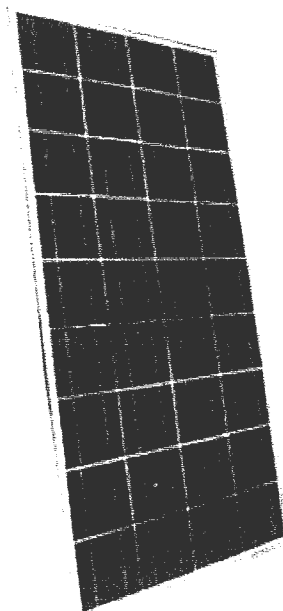
ANNEXE 2

Émissions de CO₂ faibles



Etiquetage énergétique des véhicules

Panneau Solaire
Photovoltaïque



Certifications

Certifié conforme aux normes
ISO 9001, IEC 61215 et CE



Garanties

2 ans : pièces et main d'oeuvre
10 ans : 90% de la puissance
20 ans : 80% de la puissance

Qualité de fabrication

Cadre aluminium anodisé, feuille de
EVA, verre trempé 3.2mm parfaite-
ment transparent, film TPT (tedlar,
polyester, tedlar).

Caractéristiques techniques :

Puissance nominale	120 W	Tension max	1000 V-DC
Tolérance	±3 %	Longueur :	1110 mm
Rendement du panneau	13,4 %	Largeur :	808 mm
Type de cellule :	Silicium monocristallin	Épaisseur :	35 mm
Voltage Mpp :	17,5 V	Poids :	10,6 kg
Intensité Mpp :	7,12 A	Diodes anti-retour :	3
Intensité de court-circuit :	7,32 A	Boîtier de jonction :	Étanche IP65
Voltage circuit ouvert :	22 V	Température	-40°C +85°C

Valeurs standard : Température : 25°C ; irradiation : 1000 W.m²