

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

INNOVATION TECHNOLOGIQUE ET ÉCO-CONCEPTION

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 5
 - Partie relative aux enseignements communs Page 3 à 4
 - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 4 à 5
- **Dossier Technique et Ressource** Pages 6 à 9

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 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC	Page 1 / 9

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Mi Electric Scooter 3



Figure 1 : visuel du Mi Electric Scooter 3

Mise en situation

En quelques années, la trottinette est devenue incontournable dans le paysage de la micro-mobilité électrique. Selon les données de la Fédération des professionnels de la micro-mobilité (FP2M), les trottinettes électriques s'apprêtent à passer le cap du million de ventes annuelles en France. En 2021, 908 000 unités ont été vendues dans l'Hexagone, contre 640 000 l'année précédente, soit un chiffre en hausse de 42 %. « Les utilisateurs sont de plus en plus nombreux à avoir recours à la trottinette électrique pour des déplacements domicile-travail réguliers ou quotidiens. Ces nouveaux usages, observés durant la crise sanitaire, se sont accélérés depuis la hausse des prix du carburant », explique le vice-président de la FP2M.

D'après ces chiffres, on se rend compte d'un réel engouement pour les trottinettes électriques notamment en milieu urbain. Cet engouement se concrétise par des ventes en augmentation ainsi que par la création de services de locations de trottinettes pour faire concurrence aux autres services de mobilité urbaine voire péri-urbaine.

Problématique

L'étude a pour but de valider les performances du Mi Electric Scooter 3 présenté en figure 1, en termes de motorisation, d'autonomie, de résistance mécanique et d'impact environnemental.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC	Page 2 / 9

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Question 1 **Relever** sur le graphique DTR1 la distance moyenne pour un trajet au travail par jour pour un citoyen. **Relever** sur la fiche technique DTR4 la distance maximale parcourue par la trottinette électrique. **Comparer** l'autonomie théorique et la distance moyenne pour un trajet au travail par jour pour un citoyen.

DTR1
DTR4

Pour la suite, les différents rendements de la chaîne de puissance sont supposés égaux à 100 %.

Question 2 À partir de la fiche technique DTR4 de la trottinette **calculer** le courant nominal I_{nom} . En **déduire** le temps de décharge de la batterie $t_{décharge}$, en supposant que la trottinette fonctionne en régime nominal.

DTR1
DTR4

*Rappel : $Q = I \times t$
Avec Q : Capacité de la batterie (A·h)
I : Intensité (A)
t : temps de décharge (s)*

Une étude en condition réelle montre que le temps de décharge effectif est de 50 min.

Question 3 En **déduire** la distance qu'il est possible de parcourir avec une charge pleine à une vitesse de $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. **Conclure** sur l'autonomie réelle pour une journée d'utilisation sans recharge.

DTR2
DTR5

L'autonomie embarquée n'est pas suffisante. La batterie d'accumulateurs doit avoir une capacité de 12 A·h minimum pour atteindre l'autonomie annoncée.

Question 4 À l'aide du tableau 1, **proposer** un modèle de batterie d'accumulateurs permettant de répondre aux exigences définies dans le DTR5 :

DTR2
DTR5

- autonomie kilométrique ;
- poids (la trottinette pèse 11,6 kg sans batterie d'accumulateurs) ;
- durée de vie ;
- tension.

L'étude porte maintenant sur les émissions de CO₂ directes produites par l'utilisation de la trottinette électrique en les comparant à celles produites par une voiture. Pour effectuer 30 km, une voiture thermique génère en moyenne 2 910 g de CO₂.

L'autonomie de 30 km avec la trottinette nécessite une charge complète. Cette charge s'effectue en 5,5 h.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC
	Page 3 / 9

Question 5 À l'aide du DTR3, **relever** le taux moyen de CO₂ par kW·h en France en 2020. À l'aide des caractéristiques du chargeur DTR4, **calculer** l'impact d'une charge complète de la trottinette en gCO₂.
DTR3
DTR4
Conclure sur l'intérêt de la trottinette électrique par rapport à une voiture thermique.

Partie relative à l'enseignement spécifique

Depuis 2015, le poids moyen de la population française a connu une hausse de 13 %.

La mobilité personnelle est naturellement associée à ce phénomène. Les constructeurs de trottinettes électriques doivent donc dimensionner les éléments structurels permettant de supporter cette charge et choisir des matériaux au regard de cette contrainte sociétale.

Dans cette partie nous étudions un critère de déformation de la planche de la trottinette. Cela permet de choisir un matériau répondant à cette exigence.

Dans cette étude, la trottinette est isolée avec son utilisateur. Seul le poids de l'utilisateur, noté $P_{utilisateur}$, est pris en compte.

Question 6 **Relever** sur le DTR5 la masse maximale $m_{max\ utilisateur}$ que doit supporter la planche de la trottinette. En **déduire**, le poids de l'utilisateur $P_{utilisateur}$.
DTR5
Rappel : $g = 9,81\ m \cdot s^{-2}$

Le DTR6 simplifie l'étude de résistance de matériau de la planche en flexion, avec une charge $P_{totale} = 1\ 128\ N$ et deux points d'appuis sur les extrémités de la planche en A et B.

Le critère de dimensionnement est la flèche maximale, noté f_{max} dont la valeur doit rester inférieure à $1 \times 10^{-3}\ m$.

La flèche maximale doit donc vérifier la condition ci-dessous :

$$f_{max} < \frac{P_{totale} \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$$

La longueur L de la planche est $L = 1,08\ m$.

Le moment quadratique I , de la section de la planche est $I = 2 \times 10^{-6}\ m^4$.

E est le module d'Young du matériau, à déterminer.

Question 7 **Exprimer** E_{min} , module d'Young minimal, en fonction des quantités de l'expression précédente. **Calculer** sa valeur numérique (à convertir en GPa) minimale pour le matériau.
DTR6
Rappel : $1\ GPa = 1 \times 10^9\ Pa$

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC	Page 4 / 9

L'étude complète de résistance en flexion de la trottinette permet d'aboutir aux critères suivants pour le choix du matériau de la planche :

- module d'Young minimal à prendre en compte $E = 18 \text{ GPa}$;
- contrainte à la rupture $\sigma_r = 110 \text{ MPa}$;
- empreinte carbone minimale.

Question 8 **Énumérer** les matériaux compatibles au regard de ces critères, à l'aide du DTR7. Choisir le matériau respectant le mieux les critères précités en justifiant.

DTR7

Question 9 **Conclure** sur la pertinence d'utiliser une trottinette électrique pour se rendre au travail chaque jour, les limites de son utilisation et les enjeux environnementaux associés à sa conception.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC	Page 5 / 9

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : chiffre-clés des mobilités quotidiennes

Motif de déplacement	Temps de déplacement moyen par personne par jour (min.)*	Distance de déplacement moyenne par personne par jour (km)*	Nombre de déplacements moyen par personne par jour**
Travail	35	22	0,7
École / études	33	12	0,1
Domicile	31	14	1,7
Loisirs	27	9	0,6
Accompagnement	25	11	0,5
Démarches	22	9	0,2
Achats	18	8	0,6



POUR MIEUX COMPRENDRE

* Le temps et la distance moens des déplacements par jour, par personne et par motif sont calculés sur les déplacements effectivement réalisés.

** Le nombre de déplacements moyen par jour par personne et par motif est calculé en tenant compte des déplacements non effectués qui valent 0 et pèsent donc dans le calcul de l'indicateur. Ceci permet d'avoir une idée de la fréquence réelle de pratique des mobilités quotidiennes selon leur motif.

Le champ de l'enquête n'est représentatif que des territoires enquêtés, regroupant 58 % de la population française. L'analyse porte uniquement sur les déplacements de moins de 2h des personnes âgées de 16 ans et plus, réalisés un jour de semaine.

Source : Base unifiée des enquêtes déplacements, Cerema 2018 • Traitement : Observatoire des territoires • Réalisation : CGET 2019

Figure 2 : chiffre-clés des mobilités quotidiennes

DTR2 : tableau comparatif des batteries d'accumulateurs

Modèle	Tension	Capacité	Masse	Dimensions (mm)	Durée de vie
AML9162	36 Vcc	7,8 A·h	1,55 kg	320 x 74 x 45	800 cycles
AML9182	36 Vcc	12,8 A·h	2,5 kg	390 x 87 x 50	600 cycles
AMP9038	12 Vcc	12 A·h	3,24 kg	151 x 98 x 95	1 000 cycles
AMP9192	36 Vcc	12 A·h	5 kg	450 x 87 x 50	1 000 cycles
AMP9202	36 Vcc	12 A·h	2 kg	390 x 87 x 50	400 cycles

Tableau 1 : tableau comparatif des batteries d'accumulateurs

DTR3 : données éCO2mix nationales

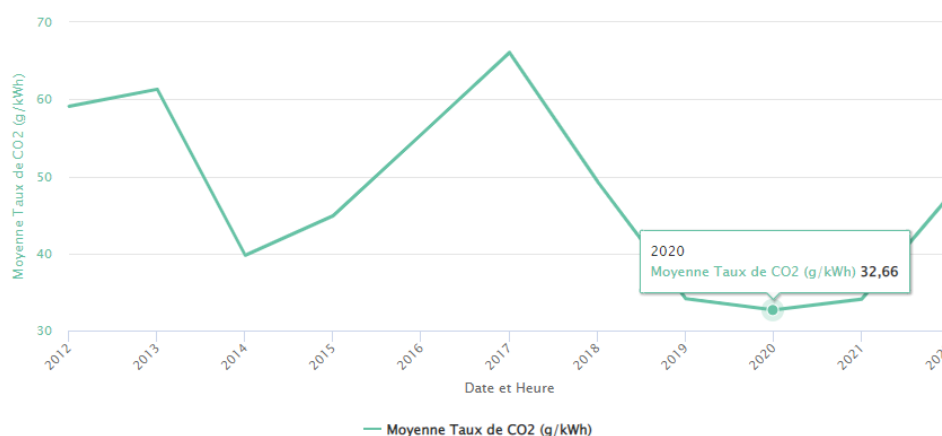


Figure 3 : moyenne taux de CO2 en g·kW⁻¹·h⁻¹

DTR4 : fiche technique du Mi Electric Scooter 3

Caractéristiques de base

Numéro de modèle du produit	DDHBC16NEB
Vitesse max.	25 km·h ⁻¹ (vitesse maximale pour chaque mode : Mode piéton : 5 km·h ⁻¹ ; D : 20 km·h ⁻¹ ; S : 25 km·h ⁻¹)
Portée (distance maximale parcourue)	30 km
Poids (avec batterie d'accumulateurs /sans batterie d'accumulateurs)	13,2 kg/11,6 kg
Niveau de pente	16 %
Freinage	ABS + disque de frein arrière à double plaquette
Puissance nominale	300 W
Puissance max.	600 W
Pneus :	Pneus avant et arrière de 8,5 pouces
Protection contre les sous-tensions	29 V ± 0,5 V
Limite de courant du contrôleur	17 A ± 0,5 A
Type de moteur :	Moteur CC sans balais
Charge max.	100 kg
Taille de l'utilisateur	120 cm à 200 cm
Âge de l'utilisateur	18 à 50 ans
Température de fonctionnement	-10 °C à 40 °C
Température de stockage	-20 °C à 45 °C
Indice de protection	IP54
Temps de charge	5,5 heures

Caractéristiques de la batterie d'accumulateurs

Batterie d'accumulateurs lithium-ion

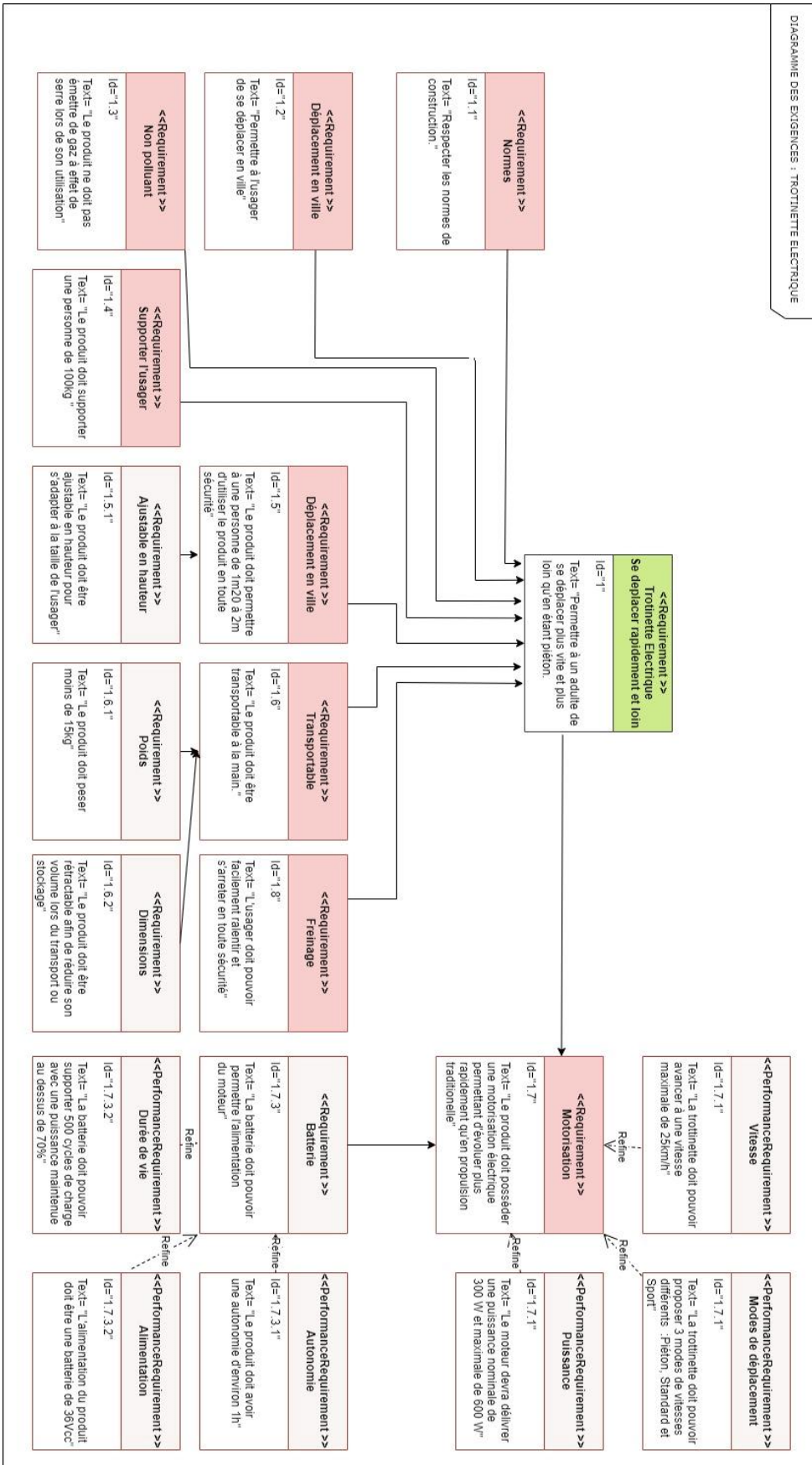
Modèle de batterie d'accumulateurs	NE1003-H
Capacité nominale	7 650 mA·h
Tension nominale	36 V CC
Tension de charge maximale	42 V CC
Plage de températures de charge	0 °C à 40 °C
Plage de températures de décharge	-20 °C à 50 °C
Poids de la batterie d'accumulateurs	1,6 kg
Durée de vie cyclique	500 cycles de charge avec une puissance maintenue au-dessus de 70 %

Caractéristiques de l'adaptateur de charge

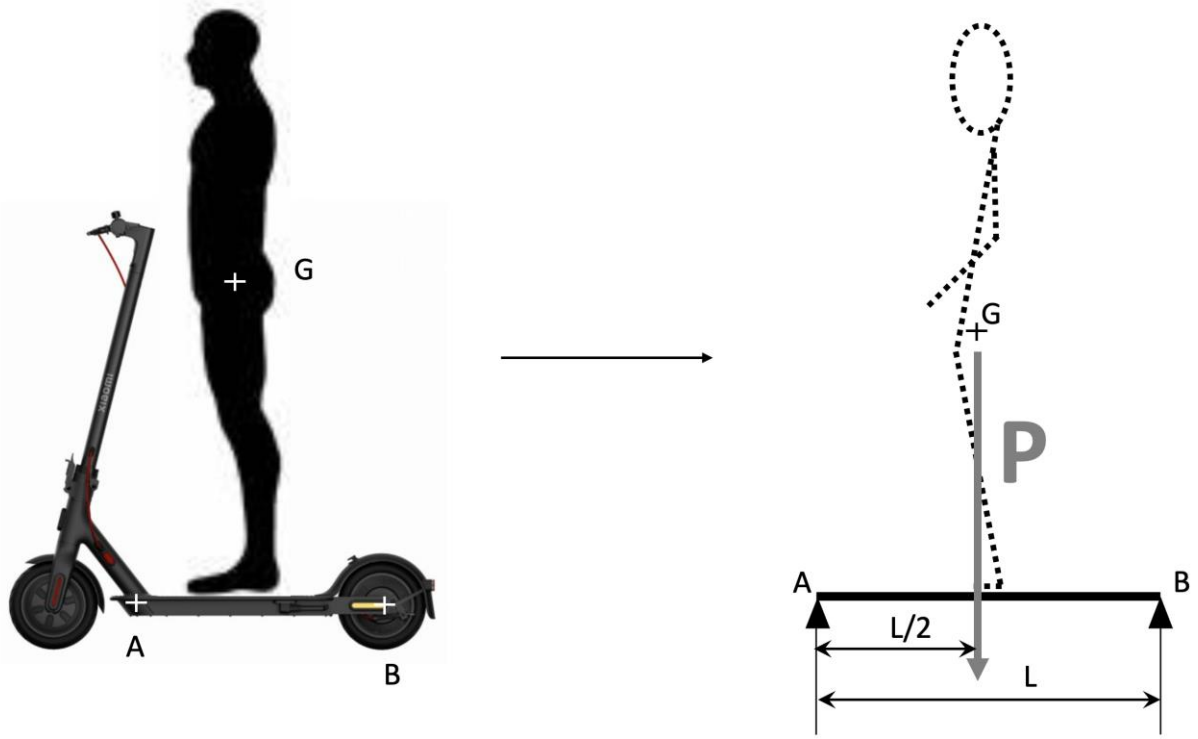
Puissance	71 W
Courant d'entrée	2 A max.
Courant de sortie	1,7 A
Tension d'entrée	100-240 V CA
Tension de sortie	max. 42 V CC
Longueur du câble	CC 2 m
Type de port de câble	CC Ø8,0 x 1,6 mm

Tableau 2 : caractéristiques techniques du Mi Electric Scooter 3

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D	Session 2023	
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-24-ITEC	Page 7 / 9



DTR6 : schéma des sollicitations sur la planche d'une trottinette électrique



Cas d'utilisation étudié

Modèle poutre associé au cas étudié

Figure 4 : modélisation résistance des matériaux

DTR7 : tableau pour le choix du matériau de la planche

Matériau	E (GPa)	Masse volumique (kg·m ⁻³)	Empreinte carbone pour une tonne produite (kg eq. CO ₂)	Contrainte à la rupture σ_r (MPa)
Composite fibre de carbone haute résistance	640	300	41 000	5407
Chêne	12	610	1 850	97
Acier inoxydable	203	7 500	2 211	360
Aluminium	70	2 700	7 803	240
Bambou	20	600	1 850	400

Tableau 3 : propriétés des matériaux