Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV®.

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac Général Maths + SI, veuillez visiter :
bac-maths-si.fr/annales-sujets-et-corriges

BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2021

SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Lundi 7 juin 2021

Durée de l'épreuve : **4 heures**
Partie sciences de l'ingénieur : durée indicative de **3 h** - Coefficient : **12**
Partie sciences physiques : durée indicative de **1 h** - Coefficient : **4**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 24 pages numérotées de 1/24 à 24/24.

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.

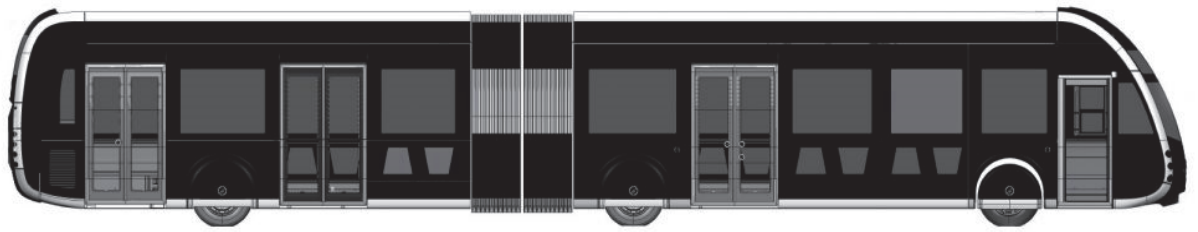
Partie 1 - Sciences de l'ingénieur	20 points
Partie 2 - Sciences Physiques	20 points

Partie 1 : les documents-réponses DR1 à DR4 (pages 15 à 16) sont à rendre avec la copie.

Partie 2 : ANNEXE à rendre avec la copie (pages 23 à 24).

Partie 1-Science de l'ingénieur

BUS NEMO



Constitution du sujet

- sujet ..... pages 3 à 14
- documents-réponses ..... pages 15 à 16

La sous-partie 1 est à traiter obligatoirement par tous les candidats.

Les candidats devront choisir de traiter seulement l'une des 2 sous-parties suivantes :

- la sous-partie 2 (choix 1), pages 9 à 11

- la sous-partie 3 (choix 2), pages 12 à 14

Les documents-réponses DR1 à DR4 (pages 15 à 16) sont à rendre avec la copie.

Partie 1- Sciences de l'ingénieur

Mise en situation

Baptisés NEMO en l'honneur de Jules Verne, illustre habitant d'Amiens, les nouveaux bus connecteront efficacement le centre-ville, les pôles d'emploi, les lieux de loisirs et les grands équipements métropolitains.

Ces bus circuleront de 5 h du matin à 1 h le soir avec une fréquence de 8 à 10 minutes.

Les 43 bus électriques représentent la plus importante acquisition de matériel de ce type en Europe. N'émettant aucun polluant atmosphérique et permettant de réduire le bruit et les vibrations, NEMO améliorera la qualité de vie des voyageurs et des riverains.

Les nouveaux véhicules, fournis par la société Irizar (de modèle ie-tram), confortables et esthétiques, offriront de nouvelles possibilités aux usagers.

Par ailleurs, les services innovants en station feront de ce « Bus à Haut Niveau de Service » (BHNS) une vitrine des ambitions d'Amiens, en matière de transports en commun, de développement durable et culturel.

L'objectif de l'étude est de valider la faisabilité de la création d'une ligne de bus électrique qui respecte les ouvrages existants et protège les usagers et habitants d'Amiens.

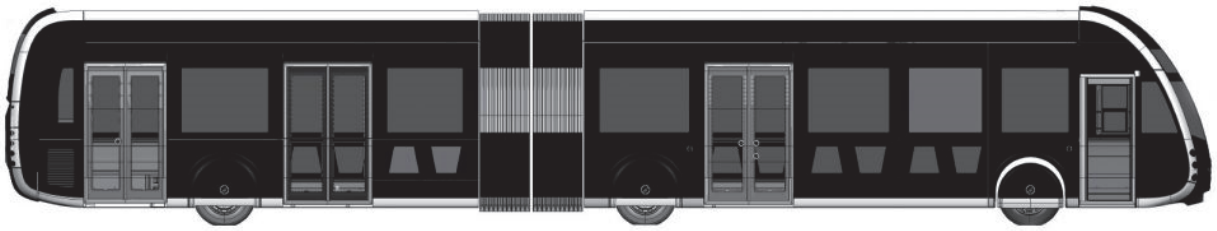


Figure 1 : bus NEMO du fabricant Irizar de 18 mètres de long



Figure 2 : bus NEMO avec le pantographe déployé

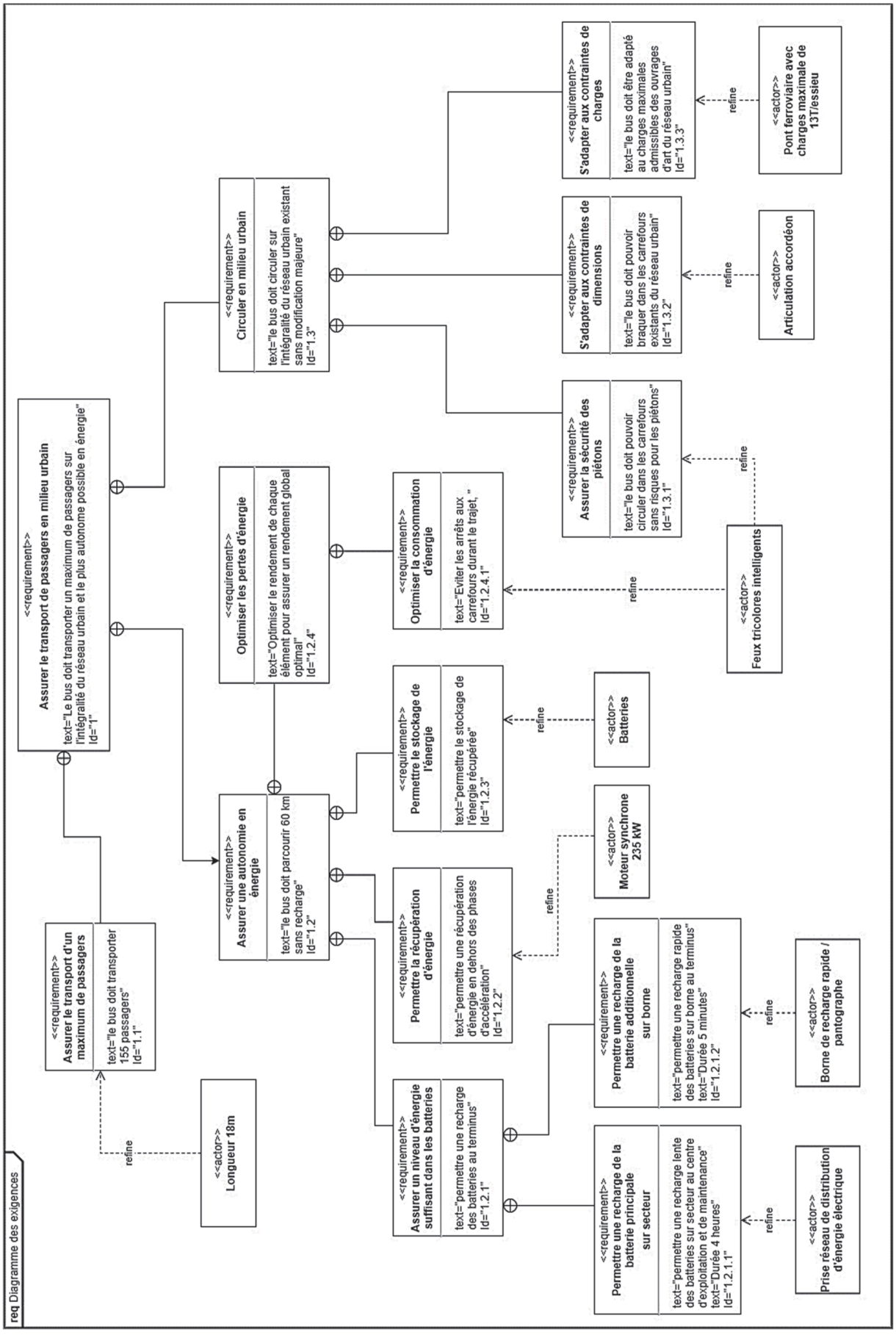


Figure 3 : diagramme des exigences du bus NEMO

Distribution et données techniques Irizar ie tram 18m

Dimensions	
Longueur (essieux)	18.730 mm (3 essieux)
Hauteur maximale	3.400 mm
Largeur	2.550 mm
Empattement 1	5.980 mm
Empattement 2	6.540 mm
Porte-à-faux (avant arrière)	2.805 mm / 3.405 mm
Hauteur intérieur	2.400 mm
Hauteur du sol	350 mm
Angle attaque	7,5°
Angle de sortie	7,5°
Hauteur marche :	
• Porte 1, 2 et 3	250 mm (320 mm sans agenouillement)
• Portes 4, 5	270 mm (340 mm sans agenouillement)
Largeur portes ie tram :	
• Porte 1	800 mm
• Portes 2, 3 et 5	1.200 mm
• Porte 4	1.000 mm
Propulsion	
Fabricant	Irizar Group
Type	Synchrone
Puissance nominale	235 kW
Couple nominal	2.300 Nm
Capacité de traction y compris avec des pentes maximales de 18%	
Système de stockage d'énergie*	
Technologie des batteries :	Lithium ion
Charge lente :	
• Énergie installée	525 kWh
• Puissance de charge	150 kW
• Temps de charge	4 h
Charge rapide :	
• Énergie installée	150 kWh
• Puissance de charge	650 kW
• Temps de charge	5 minutes (pantographe)
Système de climatisation	
Conducteur - Système de climatisation Hispacold zéro émission	(froid : 3,5 kW, chaleur : 13 kW)
Passagers - Système de climatisation Hispacold zéro émission	(froid : 49 kW, chaleur : 55 kW)
Zone passagers et accessibilité	
Nombre maximal de passagers**	155
Low - floor	
Une ou deux zones fauteuils roulants/poussettes	
Quatre sièges PMR	
Jusqu'à huit portes disponibles (simples ou doubles)	
Rampe électrique pour personnes à mobilité réduite	
Possibilité de monter des sièges cantilever dans la zone avant et après l'articulation	
Sécurité et Règlement	
Zone conducteur selon ISO16121, VDV234 et EBSF	
Creepage function : aide à la sortie	
Hillholder function : maintient le bus arrêté lorsqu'il est en pente pendant quelques secondes pour éviter qu'il ne se déplace en arrière	
Compatibilité électromagnétique norme 10R	
EcoAssist : aide à la conduite efficace	
Eco-mode : gestion intelligente du climat une fois le véhicule éteint	
Poids	
Poids maximum en charge	30.500 Kg
Poids maximum avant	16.000 Kg
Poids maximum arrière	14.000 Kg
Autres	
Structure latérale et toit en aluminium	
Grillage / sol : Acier inoxydable	
Partie frontale divisée en cinq parties pour un échange simple et économique des peaux extérieures	
Isolation acoustique du toit et des côtés	
Diamètre de rotation	23.700 mm
Éclairage LED intérieur et extérieur	
Vitres simples	
Matériaux anti-graffiti	







	A	B
Nbre de portes	4	4
Zone fauteuil roulant	3	2
Nbre de sièges	32	39
Nbre de personnes debout*	119	116

Figure 4 : spécifications techniques du BUS NEMO 18 m

Sous-partie 1

À traiter obligatoirement

L'objectif de cette sous-partie est de valider le critère de l'exigence 1.2.1 « Assurer un niveau d'énergie suffisant dans les batteries ».

Une charge lente de la batterie principale de 4 heures est organisée en dépôt durant la nuit et repose sur des chargeurs externes. Des charges rapides de la batterie additionnelle sont assurées en 5 minutes à chaque terminus grâce à un système de pantographe.

L'autonomie du bus NEMO annoncée par le constructeur est de 60 km. Cette autonomie est évaluée sur un cycle normalisé *NORME EURO 4 Cycle ECE 47 ; Réglementation 168/2013/UE*.

Question 1.1 À l'aide de la présentation du bus NEMO et des figures 3 et 4, **citer** les caractéristiques des différents types de charges : lieu, moment, durée et moyen utilisé.

Question 1.2 À partir de la figure 4, **calculer** en Wh l'énergie électrique maximale que le bus peut stocker dans ses batteries.

Dans la suite de l'étude, toutes les pertes dues au milieu extérieur sont négligées.

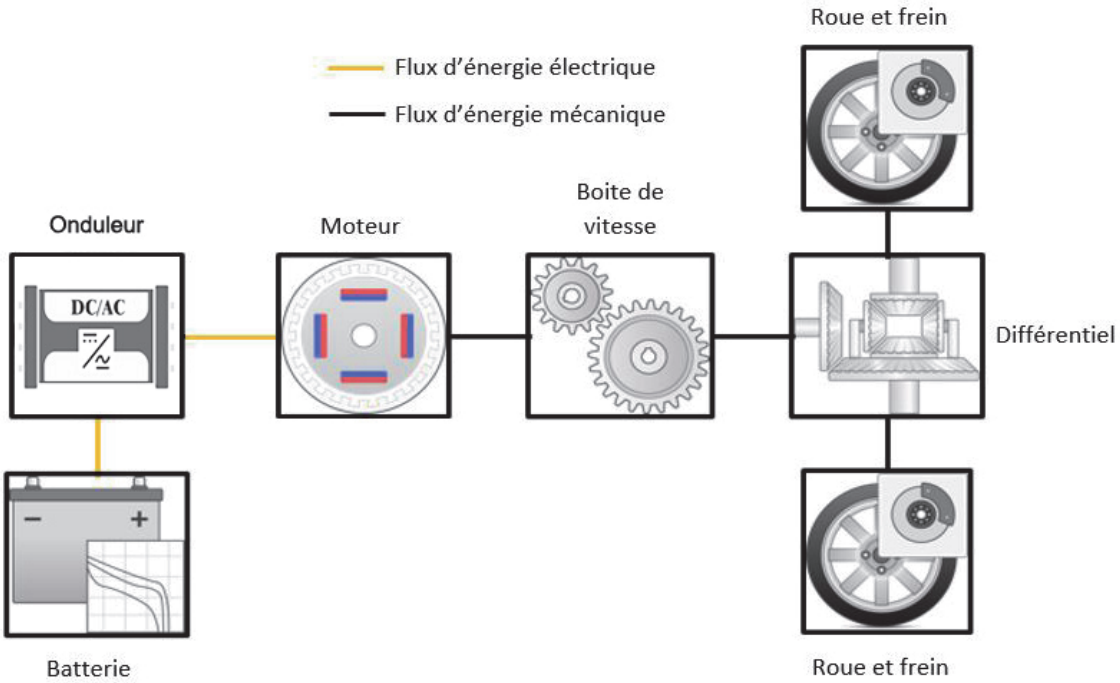


Figure 5 : schéma fonctionnel du bus (issu du modèle autoblkEvStart de Matlab)

Énergie entrante	Convertisseur	Énergie sortante	Rendement
Mécanique	Boîte de vitesse	Mécanique	95 %
	Différentiel		98 %
	Alternateur	Électrique	95%
	Dynamo		90%
Chimique	Batterie nickel-hydrure de métal (NiMH)	Électrique	85 %
	Batterie lithium ion		90 %
	Batterie plomb		70 %
Thermique	Moteur à explosion (essence)	Mécanique	35 %
	Moteur à explosion (Diesel)		40 %
Électrique	Machine asynchrone	Mécanique	85 %
	Machine synchrone		90 %
	Machine à courant continu		85 %
	Onduleur DC/AC	Électrique	98 %

Figure 6 : rendements de constituants de chaîne de puissance

Question 1.3 DR1 : À l'aide des figures 4, 5 et 6, sur le document réponse DR1, **compléter** la chaine de puissance du bus, en indiquant les éléments qui remplissent chaque fonction, les grandeurs d'efforts, de flux et les différents rendements correspondants.

Question 1.4 : À partir de la puissance nominale du moteur donnée en figure 4, **calculer** la puissance électrique fournie par la batterie en régime nominal.

Le tracé sur le document réponse DR2 représente la vitesse du bus NEMO en fonction du temps sur un trajet type de 850 m.

Question 1.5 DR2 : Dans le tableau du document réponse DR2, **identifier** les différentes phases du mouvement du trajet type.

Question 1.6 DR2 : Dans le tableau du document réponse DR2, pour chaque phase, **compléter** la colonne « Puissance » en calculant la puissance consommée par le moteur de propulsion pour chaque phase et **en déduire** l'énergie consommée par le moteur pour ce trajet de 850 m.

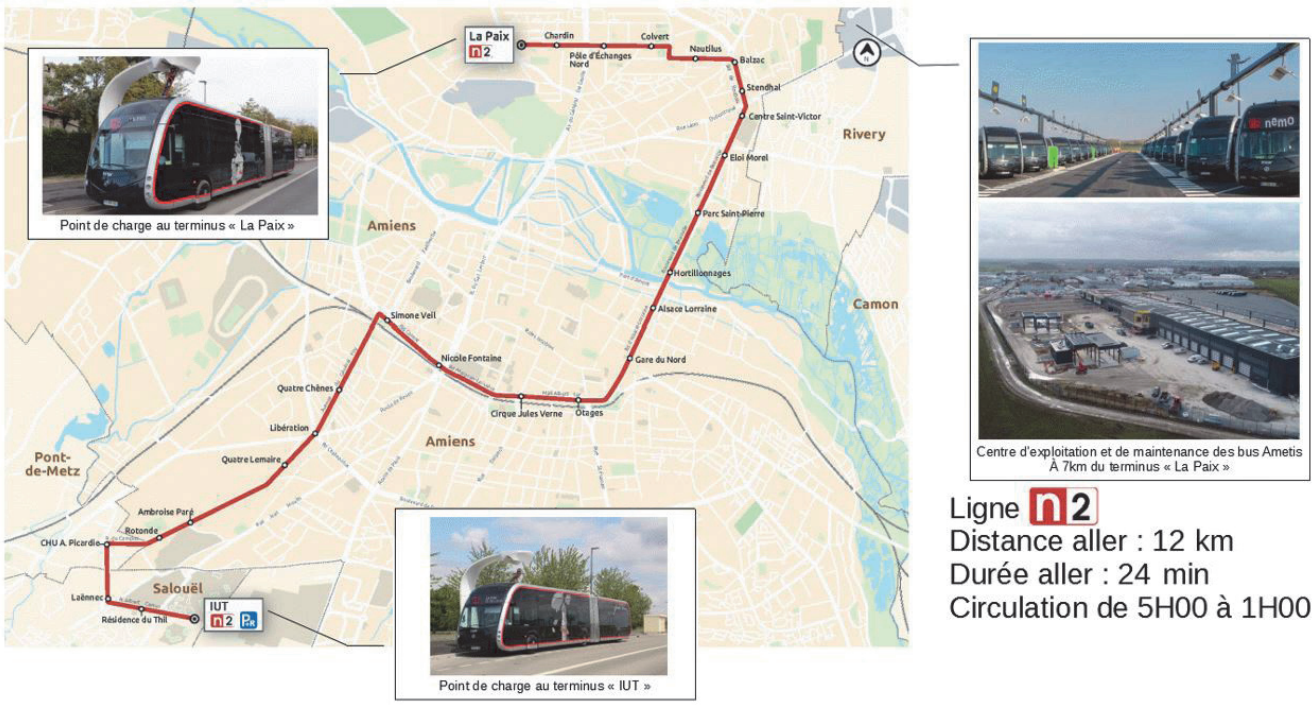


Figure 7 : trajet de la ligne N2

Les hypothèses de l'étude sont :

- les équipements internes du bus consomment une puissance constante $P_{équipements}$ = 65 kW sur l'ensemble du trajet ;
- le trajet complet est composé de tronçons successifs de 850 m et d'une durée de 100s identiques au trajet type ;
- sur la ligne N2, un aller de « la Paix » au terminus « IUT » dure 24 min.

Question 1.7 **Calculer** l'énergie consommée pour le trajet complet de la ligne N2.

Chaque matin, le bus part avec les batteries chargées à 100 %.

Durant la journée, le bus NEMO effectue 20 trajets aller/retour soit 39 charges rapides aux terminus et une charge lente en fin de journée.

Comme précisé figure 4, chaque charge rapide dure 5 minutes avec une puissance de 650 kW.

Question 1.8 **Déterminer** l'énergie restante dans les batteries en fin de journée avant la charge lente.

Valider les solutions choisies pour le critère 1.2 du diagramme des exigences figure 3 « Assurer une autonomie en énergie ».

.

Sous-Partie 2

Choix 1

L'objectif de cette sous-partie est de valider la possibilité de franchir un pont ferroviaire sans risque conformément au critère de l'exigence 1.3.3.

Les bus NEMO doivent traverser le pont ferroviaire de la commune de Longueau, celui-ci ayant une limite de charge de 13 tonnes par essieu.

Nous allons vérifier s'il est possible de le franchir sans danger pour la structure et ainsi d'assurer la sécurité des passagers.



Figure 8 : pont ferroviaire de Longueau

Le schéma figure 9 représente le bus NEMO avec les positions des différents essieux A, B et C, des centres de gravité P1 pour la partie avant et P2 pour la partie arrière et de la rotule d'articulation R.

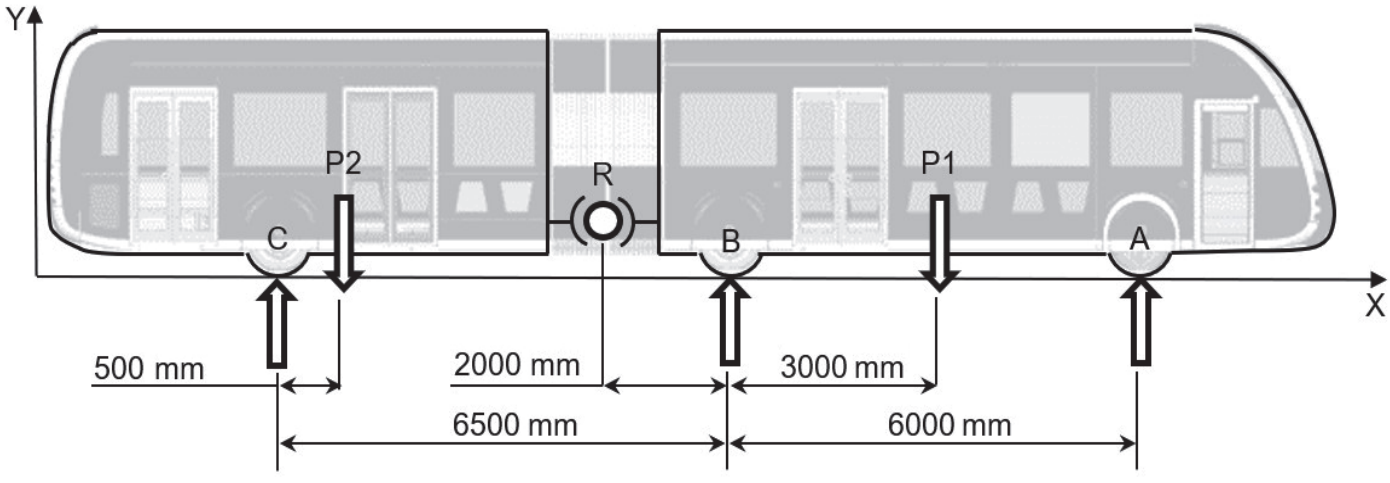


Figure 9 : Schéma statique de répartition des charges

Hypothèses :

- les solides sont supposés indéformables et géométriquement parfaits ;
- la liaison rotule R est supposée bloquée, les deux parties articulées du bus sont donc supposées former une seule classe d'équivalence rigide ;
- le sol est supposé parfaitement plat et suivant l'axe X.

Données :

- le poids total en charge est réparti entre l'avant et l'arrière, on note M1 = 16 000 kg pour l'avant et M2 = 14 000 kg pour l'arrière ;
- $\vec{A}_{(sol/bus)}$, $\vec{B}_{(sol/bus)}$, $\vec{C}_{(sol/bus)}$, $\overrightarrow{P1}$, $\overrightarrow{P2}$ et $\vec{R}_{(av/ar)}$ sont respectivement les forces appliquées aux points A, B, C, P1, P2 et R ;
- l'accélération de la pesanteur : g = 10 m·s^{-2}.

Question 1.9 **Énoncer** le principe fondamental de la statique (PFS), et **en déduire** les deux équations vectorielles issues de l'isolement du bus.

Question 1.10 **Justifier** s'il est possible ou non de résoudre le problème.

On isole la partie arrière du bus NEMO

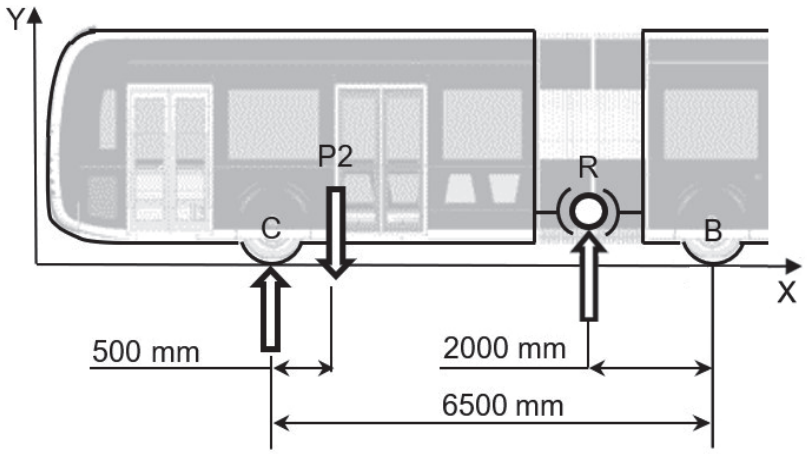


Figure 10 : schéma statique de répartition des charges sur l'arrière

Question 1.11 **Déterminer** par l'application du PFS les deux équations vectorielles exprimées au point R.

En déduire la norme de l'action en C puis la norme de l'action en R.

On isole la partie avant du bus NEMO :

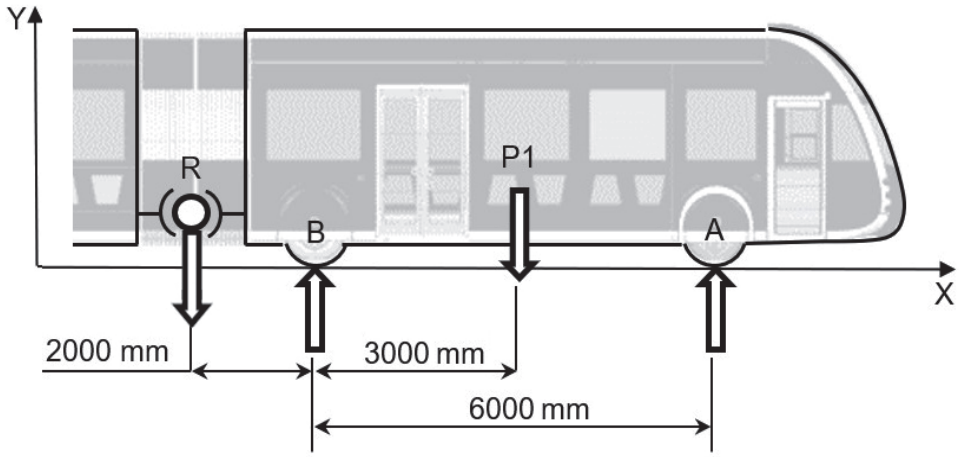


Figure 11 : schéma statique de répartition des charges sur l'avant

Question 1.12 **Déterminer** par l'application du PFS les deux équations vectorielles exprimées au point B.

En déduire la norme de l'action en A puis la norme de l'action en B.

Question 1.13 **En déduire** si le critère 1.3.3 du diagramme des exigences figure 3 est respecté, en fonction du poids supporté par l'essieu le plus chargé.

Conclure sur la possibilité du bus NEMO à traverser le pont.

Sous-partie 3

Choix 2

L'objectif de cette sous-partie est de valider le critère 1.3.1 afin d'assurer la sécurité des piétons traversant les voies de bus.

Par défaut, il est possible d'emprunter à loisir les passages piétons d'une voie réservée au bus, sauf bien sûr, en cas d'approche d'un bus. Cela implique la présence de feux rouges spécifiques « piéton interdit » qui ne s'allument que si un bus va passer et de feux tricolores communicants.

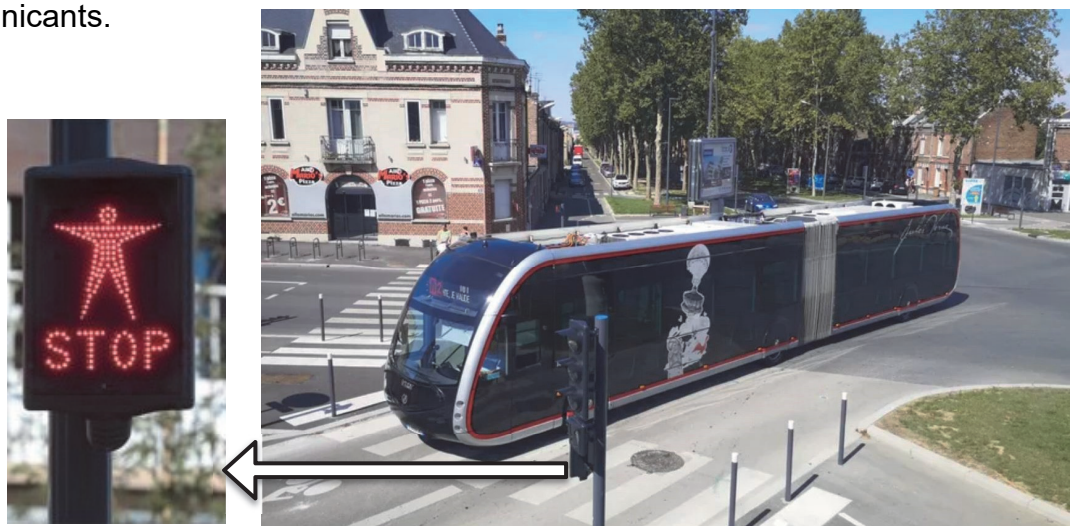


Figure 12 : bus NEMO traversant un carrefour

Question 1.14 DR3 — Le bus étant asservi en vitesse, sur le document réponse DR3, **relier** entres elles les fonctions composants la boucle de régulation de vitesse lorsque le chauffeur assigne une vitesse au bus.

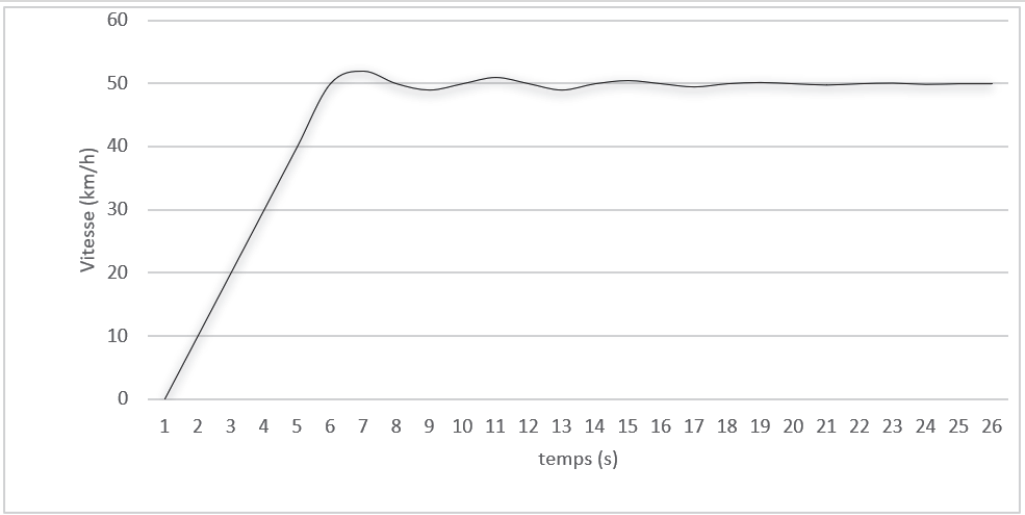


Figure 13 : courbe de régulation de vitesse pour une consigne de 50 km·h^{-1}

Question 1.15	À l'aide des résultats issus la simulation figure 13, **estimer** l'erreur statique.

Fonctionnement lors du franchissement d'un carrefour :

Le feu du bus est rouge tant qu'il ne reçoit pas d'information de présence d'un bus à proximité, les feux « piéton interdit » sont éteints et les feux des voitures fonctionnent normalement.

À l'approche d'un carrefour, le bus signale son arrivée au boitier de contrôle des feux tricolores afin que ceux du bus passent au vert.

Il faut d'abord allumer les feux « piéton interdit » et passer les feux des voitures à l'orange puis au rouge. Les feux du bus peuvent alors passer au vert.

Une fois que le bus a traversé le carrefour, il faut repasser les feux du bus au rouge, éteindre les feux « piéton interdit » et les feux des voitures reprennent automatiquement leur fonctionnement normal.

Le temps de passage du bus dans le carrefour est de 20 secondes.

Il faut 2 secondes entre le passage de l'orange au rouge pour les voitures.

Il faut également 2 secondes entre le passage du rouge pour les voitures au vert pour le bus.

Question 1.16 DR4	Sur le document réponse DR4, **compléter** l'algorigramme du boitier de contrôle d'informations des feux tricolores pour permettre le passage du bus en sécurité. **En déduire** la durée entre le passage des feux piétons et voitures du vert à l'orange et le passage du feu du bus du rouge au vert

Les informations fournies par le bus sont transmises aux feux par une liaison sans fil d'une portée de 100 m.

L'oscillogramme suivant est une représentation des données utiles envoyées à l'antenne avant transmission.

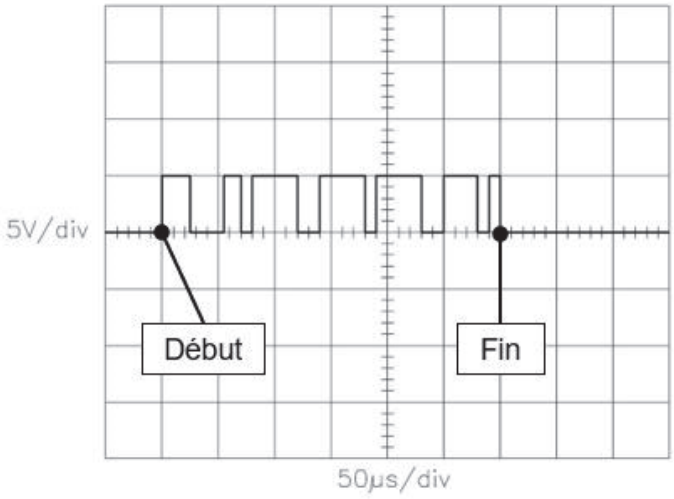


Figure 14 : trame émise par un bus à l'approche d'un carrefour

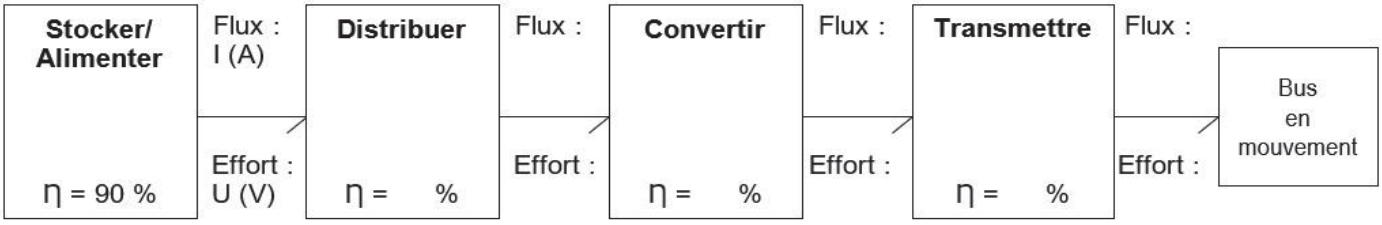
Question 1.17 À partir de la figure 14, **déterminer** le temps nécessaire pour transmettre une trame.

Question 1.18 **Déterminer** le temps total du processus de transmission d'informations et d'application des actions avant le passage du bus au carrefour.

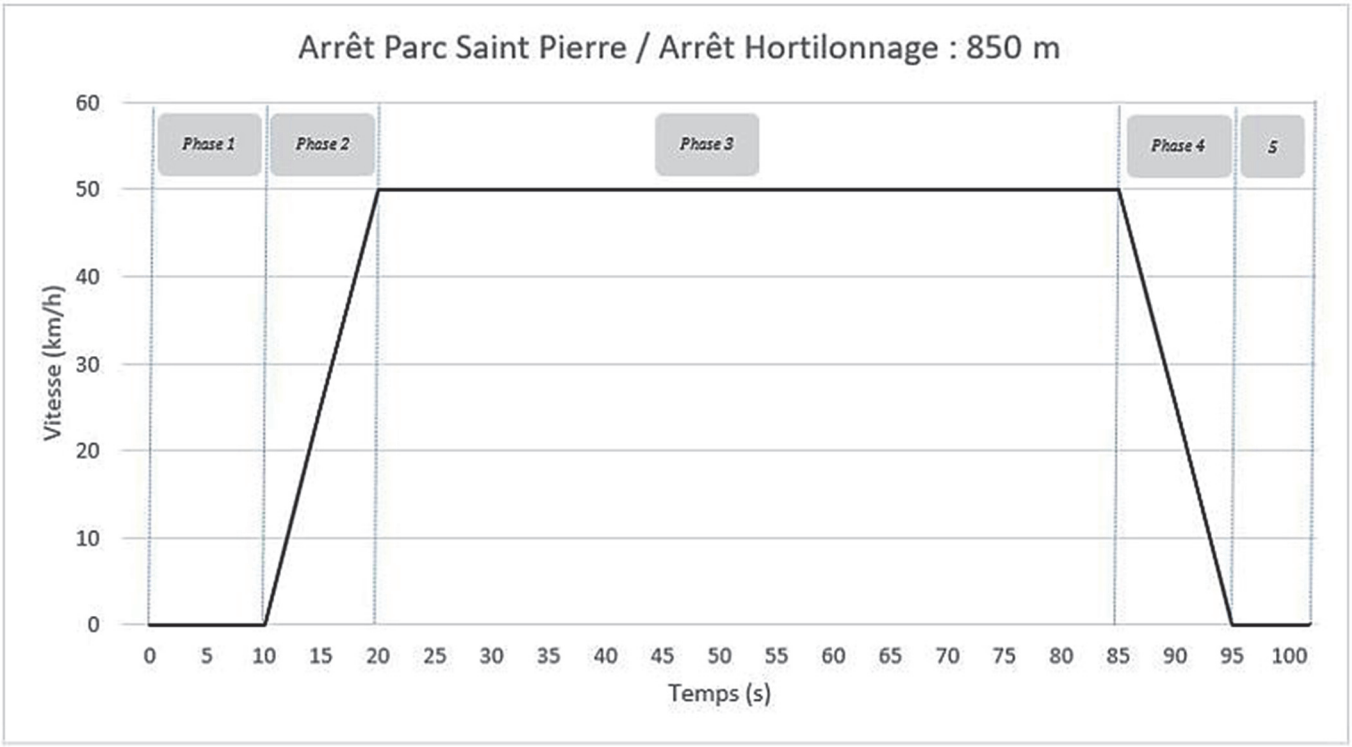
Le bus étant à 100 m du feu piéton à une vitesse de 50 $km \cdot h^{-1}$ lors de la transmission de la trame,

Conclure quant au respect de l'exigence 1.3.1. du diagramme des exigences figure 3.

Document-réponse DR1



Document-réponse DR2



Numéro de phase	Identification de la phase	% de la puissance nominale installée	Puissance (W)
1		0	
2		80	
3		40	
4		- 30	
5		0	

Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

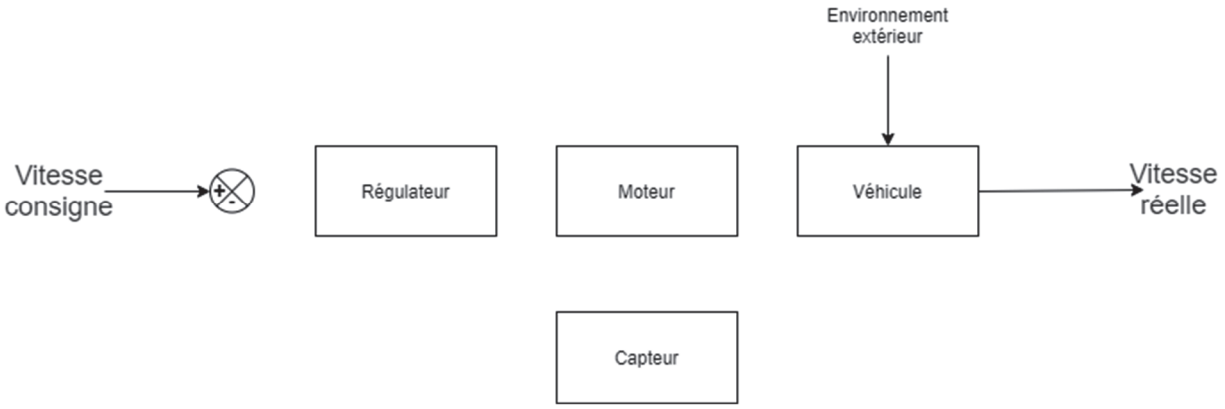
(Les numéros figurent sur la convocation, si besoin demander à un surveillant.)

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

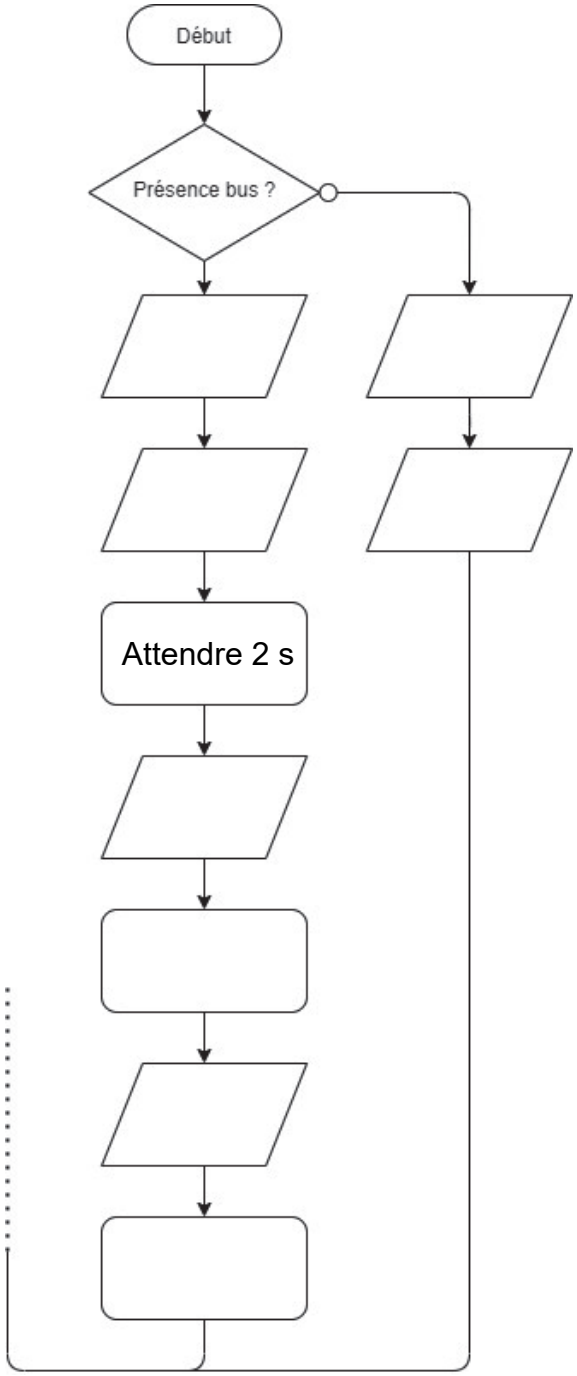
Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document-réponse DR3



Document-réponse DR4



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Partie 2 : Sciences physiques

Vous traiterez 2 exercices au choix parmi les 3 proposés.

Vous indiquerez sur votre copie **les 2 exercices choisis** : exercice A ou exercice B ou exercice C.

Exercices	Mots-clés
A. Performance d'une voiture électrique au démarrage	Vecteur accélération ; deuxième loi de Newton ; énergie.
B. Préparer un thé	Bilan d'énergie ; loi de Newton ; évolution de la température d'un système au cours du temps.
C. De la musique dans le calme	Niveau d'intensité sonore ; atténuation géométrique ; interférences.

EXERCICE A – Performance d'une voiture électrique au démarrage

Mots-clés : vecteur accélération ; deuxième loi de Newton ; énergie.

Les voitures électriques sont réputées pour être les plus rapides au démarrage. L'étude de l'évolution de la vitesse au cours du temps est menée sur la base d'une vidéo du tableau de bord d'une voiture électrique, départ arrêté, en ligne droite.

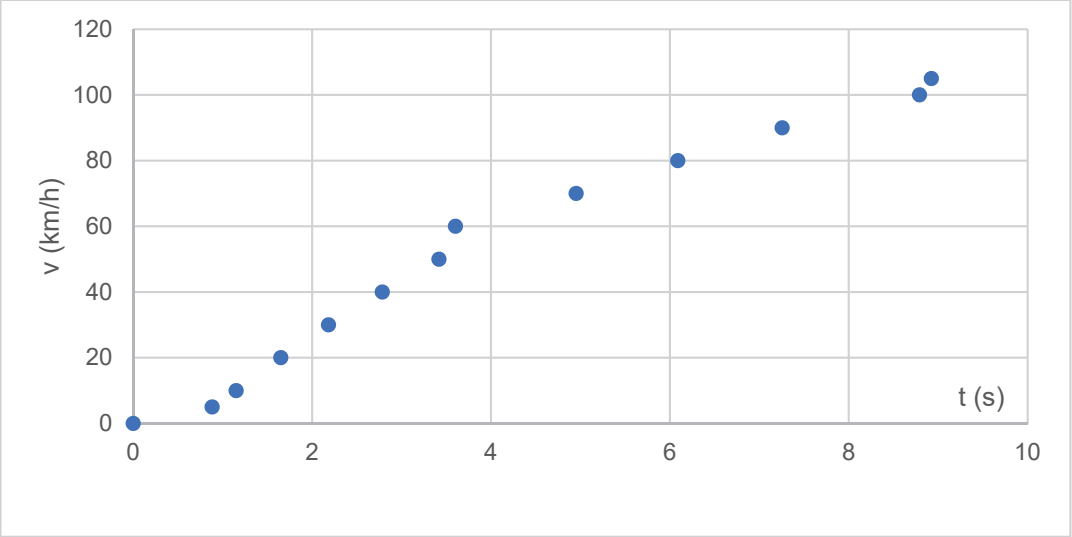
Photographie extraite de la vidéo du tableau de bord de la voiture étudiée



Site internet Car Question : https://www.youtube.com/watch?v=UqDwYCxoyYI

Évolution de la vitesse de la voiture électrique au cours du temps

À partir de la vidéo présentée ci-dessus, on relève la vitesse de la voiture électrique au cours du temps. Les mesures obtenues sont reportées dans le graphique ci-dessous.



Donnée :

- masse de la voiture : $m = 1{,}6 \times 10^3$ kg.

1. Identifier le référentiel adopté pour les valeurs de la vitesse indiquée par le compteur de la voiture.

Les constructeurs caractérisent l'accélération d'une voiture en donnant la durée nécessaire pour que la voiture atteigne 100 km/h. Dans le cas de la voiture étudiée, on mesure, par suivi de la vitesse donnée sur le tableau de bord, une durée de 8,3 s.

2. Déterminer la valeur de l'accélération moyenne de la voiture.

On étudie le graphique donnant la vitesse de la voiture en fonction du temps.

3. On choisit de modéliser la dépendance entre la vitesse et le temps par une relation de proportionnalité. Déterminer graphiquement la valeur de l'accélération de la voiture en faisant apparaitre la démarche sur le document-réponse 1 de l'**ANNEXE à rendre avec la copie**. Comparer avec la valeur obtenue à la question 2.

4. Déterminer la valeur de la distance nécessaire pour réaliser ce test. Commenter en la comparant au contexte quotidien de l'usage d'une voiture.

5. Déterminer, à accélération constante, par quels facteurs la distance parcourue et la vitesse atteinte sont divisées lorsque la durée d'observation est divisée par deux.

6. Déterminer la valeur de la résultante des forces extérieures exercées sur la voiture.

7. Déterminer la valeur de la variation d'énergie cinétique de la voiture lorsqu'elle a parcouru une distance de 100 m. À l'aide d'un diagramme énergétique, représenter les conversions d'énergie mises en jeu lors de cette phase du mouvement de la voiture.

EXERCICE B – Préparer un thé

Mots-clés : bilan d'énergie ; loi de Newton ; évolution de la température d'un système au cours du temps.

La résistance d'une bouilloire convertit l'énergie électrique en énergie thermique et transfère cette énergie à l'eau qu'elle contient. Toutes les bouilloires sont munies d'un dispositif permettant de couper l'alimentation une fois que l'eau est à ébullition. Certains modèles sont dits à température réglable, ils disposent d'un capteur de température et permettent de chauffer l'eau jusqu'à une température de consigne.

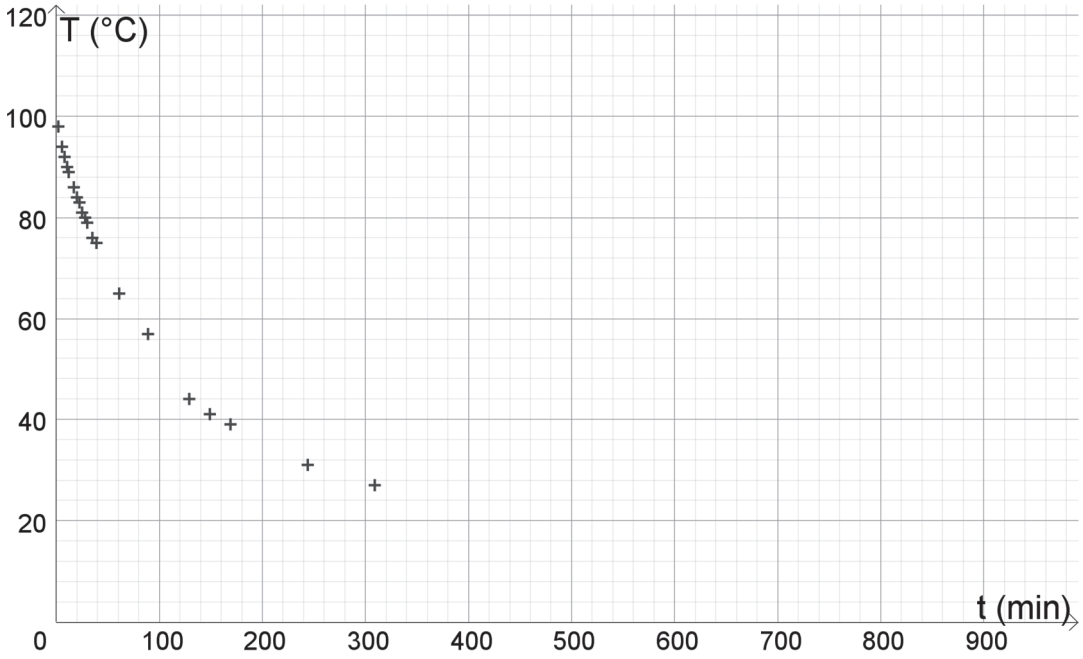
Le but de l'exercice est d'étudier l'évolution de la température de l'eau après que le dispositif a coupé l'alimentation de la résistance de la bouilloire.

Caractéristiques de la bouilloire :



- puissance électrique : $2{,}0\ \text{kW}$ sous $230\ \text{V}$;
- contenance : $1{,}7\ \text{L}$;
- masse totale : $1{,}0\ \text{kg}$;
- surface latérale : $S = 0{,}080\ m^2$;
- diamètre de la base : $15\ \text{cm}$;
- diamètre du couvercle : $12{,}5\ \text{cm}$.

Évolution de la température de l'eau dans la bouilloire au cours du temps



Le système étudié est constitué de la bouilloire et d'un litre d'eau porté, à l'instant choisi comme origine des temps, à la température $T_i = 100\ ^{\circ}\text{C}$. Le système est ensuite laissé en contact avec le milieu extérieur considéré comme un thermostat à la température $T_0 = 20\ ^{\circ}\text{C}$. La température externe de la bouilloire est supposée égale à chaque instant à la température de l'eau. On note $T(t)$ la température du système à l'instant t. On note C la capacité thermique du système {bouilloire + eau}.

On modélise les transferts thermiques du système vers le milieu extérieur par la loi de Newton :

$$\phi = h\,S\left(T_0 - T(t)\right)$$

avec :

- ϕ le flux thermique convectif exprimé en W ;
- h le coefficient d'échange convectif exprimé en $\mathrm{W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}}$;
- S est la surface latérale de la bouilloire (la base et le couvercle sont isolés et ont une contribution négligeable dans les pertes thermiques).

1. On souhaite effectuer le bilan d'énergie pour le système {eau + bouilloire} échangeant de l'énergie par un transfert thermique avec l'air extérieur entre les instants t et $t + \Delta t$. On suppose pour cela que Δt est petit devant la durée typique d'évolution de la température. Établir la relation suivante :

$$C \cdot \left(T(t + \Delta t) - T(t)\right) = h\,S\left(T_0 - T(t)\right) \cdot \Delta t$$

2. Établir, par passage à la limite $\Delta t \to 0$, l'équation différentielle vérifiée par la température T du système. Montrer qu'elle peut se mettre sous la forme :

$$\frac{dT}{dt} = a\left(T_0 - T(t)\right)$$

Exprimer a en fonction de h, S et C.

3. À partir de l'équation différentielle établie à la question précédente, expliquer qualitativement comment évolue la valeur absolue de la pente de la courbe représentant la température du système en fonction du temps lorsque l'eau de la bouilloire se refroidit.

4. Déterminer graphiquement la durée typique $\tau = \frac{1}{a}$ en faisant apparaître la démarche sur le document-réponse 2 de l'**ANNEXE à rendre avec la copie**.

5. Indiquer, en justifiant les réponses, si les affirmations suivantes sont vraies ou fausses :

   a. La durée τ sera d'autant plus grande que la quantité d'eau dans la bouilloire est faible.
   b. La durée τ diminue si on place la bouilloire sur le rebord d'une fenêtre en hiver $(5\ ^{\circ}\mathrm{C})$.
   c. Si le système se trouve dans une pièce fortement ventilée, alors la durée typique τ sera plus faible.

6. Pour consommer un thé Oolong, il est recommandé de débuter l'infusion avec une eau à 90 °C. Ne disposant pas d'une bouilloire à température réglable, on fait bouillir 1 litre d'eau dans la bouilloire.
   Évaluer la durée du refroidissement du système {bouilloire + eau} de 100 °C à 90 °C pour que la préparation soit réussie.

EXERCICE C – De la musique dans le calme

Mots-clés : niveau d'intensité sonore ; atténuation géométrique ; interférences.

Données :

- intensité sonore de référence : $I_0 = 1{,}0 \times 10^{-12}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$;
- modèle de l'atténuation géométrique pour une source ponctuelle : l'intensité sonore I ($\mathrm{W \cdot m^{-2}}$) en à une distance x de la source est reliée à la puissance sonore P de cette source par la relation :

$$I = \frac{P}{4\pi x^2}\ ;$$

- si l'écart de niveau d'intensité sonore entre deux sons est supérieur à 6 dB, le son le plus faible n'est pas entendu par l'oreille humaine ;
- la célérité c des ondes sonores dans l'air est prise égale à 340 m/s.

Première partie

Un musicien s'entraîne sur sa guitare électrique. Il se trouve à une distance $d_1 = 1{,}0\ \mathrm{m}$ du haut-parleur, considéré comme une source de puissance constante émettant de façon équivalente dans toutes les directions. Soucieux de protéger son audition, il utilise un sonomètre et mesure un niveau d'intensité sonore $L_1 = 85\ \mathrm{dB}$. Il aimerait réduire son exposition au bruit.

1. Citer les deux options qui s'offrent à lui. Justifier en utilisant le vocabulaire associé à l'atténuation d'une onde.

Il décide de se reculer du haut-parleur.

2. Calculer l'intensité sonore I_1 associée au niveau d'intensité sonore L_1.

3. Déterminer à quelle distance du haut-parleur il doit se placer afin d'être exposé à un niveau d'intensité sonore $L_2 = 75\ \mathrm{dB}$.

Deuxième partie

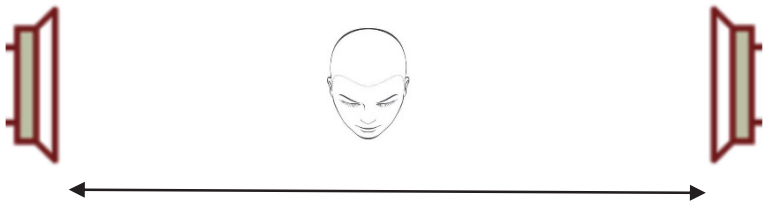
Le musicien fait l'acquisition d'un casque antibruit actif. Le casque détecte les ondes sonores entrant dans le casque et émet une autre onde sonore en même temps. Dans certaines conditions, le porteur entend un son atténué.

Une simulation de l'enregistrement du son au niveau de l'oreille du musicien est proposée en **ANNEXE à rendre avec la copie**.

4. Justifier que le son est audible par l'homme.

5. Sur le document-réponse 3 en **ANNEXE à rendre avec la copie**, tracer la représentation du signal que devrait émettre le casque pour que le porteur n'entende pas de son. Nommer précisément le phénomène mis en jeu entre les deux ondes sonores.

Cette « annulation » du son rappelle une expérience à notre guitariste : en se plaçant entre deux haut-parleurs, le son entendu peut-être très fortement atténué pour certaines positions de l'auditeur. Les haut-parleurs étant branchés à la même source, ils émettent en phase. La situation est modélisée par le schéma ci-dessous :



$D = 2{,}04\ \text{m}$

Le musicien se place initialement à égale distance des haut-parleurs. La taille de sa tête n'est pas prise en compte et la fréquence des deux signaux émis est de 1 000 Hz.

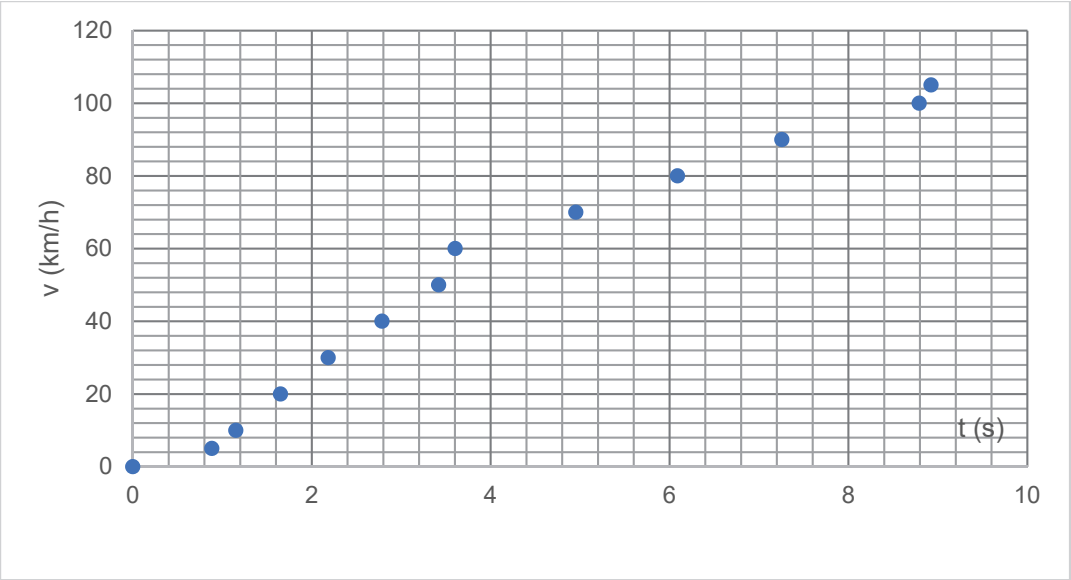
6. Justifier que le son qu'il entend à cet endroit a une intensité maximale.

7. Déterminer de quelle distance minimale doit se déplacer le musicien pour que le son entendu ait une intensité minimale.
   Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

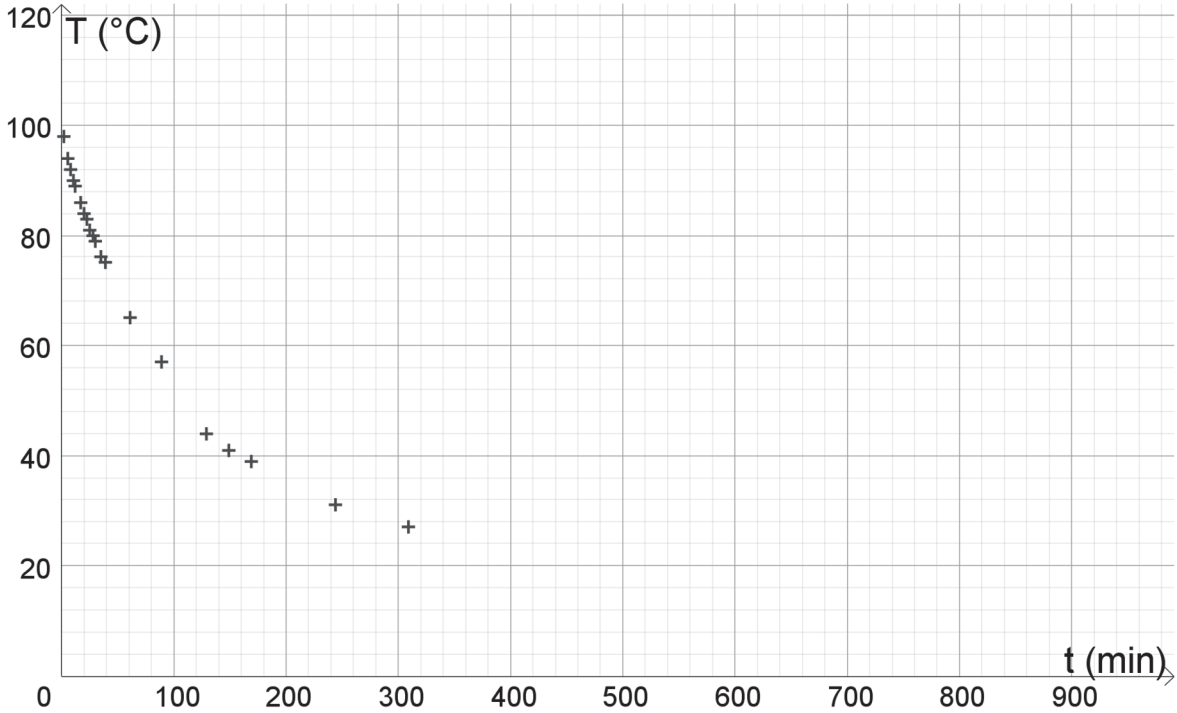
Document-réponse 1 : EXERCICE A, question 3

Évolution de la vitesse de la voiture électrique au cours du temps



Document-réponse 2 : EXERCICE B, question 4.

Évolution de la température de l'eau dans la bouilloire au cours du temps



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

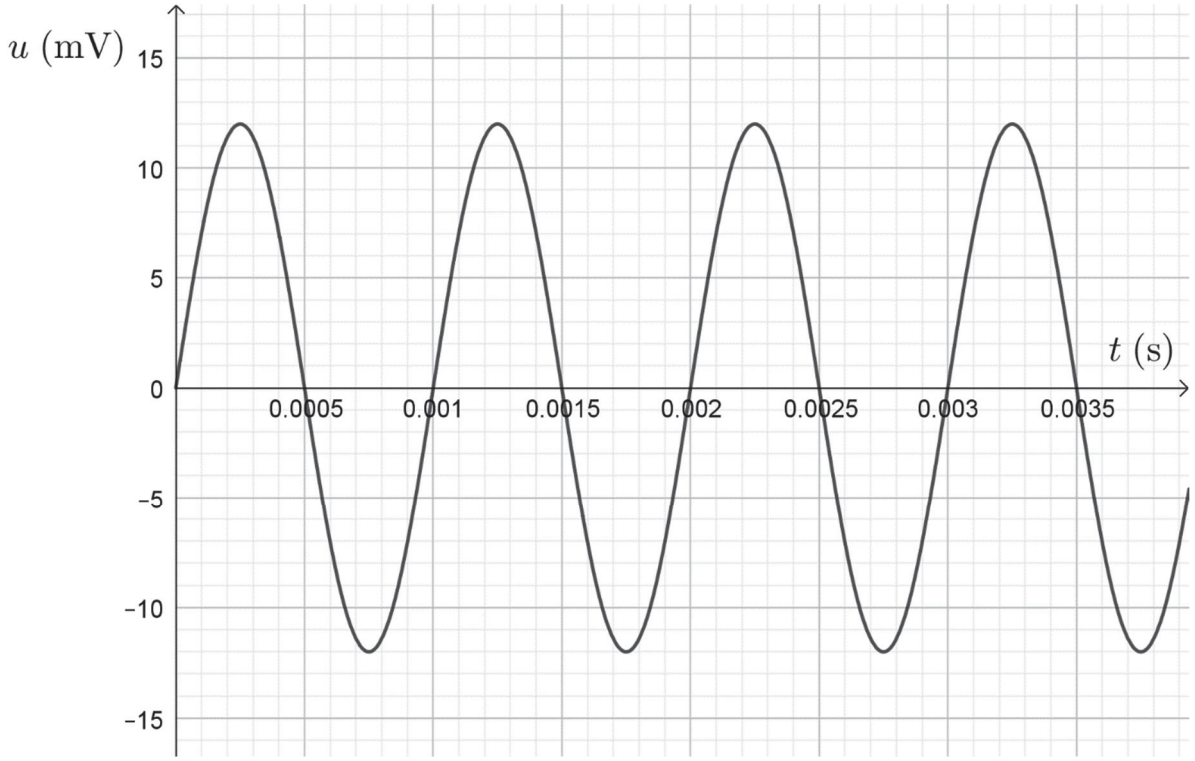
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document-réponse 3 : EXERCICE C, question 5.

Simulation de l'enregistrement d'un son (tension électrique aux bornes du microphone)



Modèle CCYC : ©DNE

NOM DE FAMILLE (naissance) :
(en majuscules)

PRENOM :
(en majuscules)

N° candidat :

N° d'inscription :

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

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

Ce document a été élaboré par FormaV® avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV®, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV® se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.