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 en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2023

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE L'INDUSTRIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Ingénierie, innovation et développement durable

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Durée de l'épreuve : **4 heures**

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

Dès que ce sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 32 pages numérotées de 1/32 à 32/32.

Constitution du sujet :

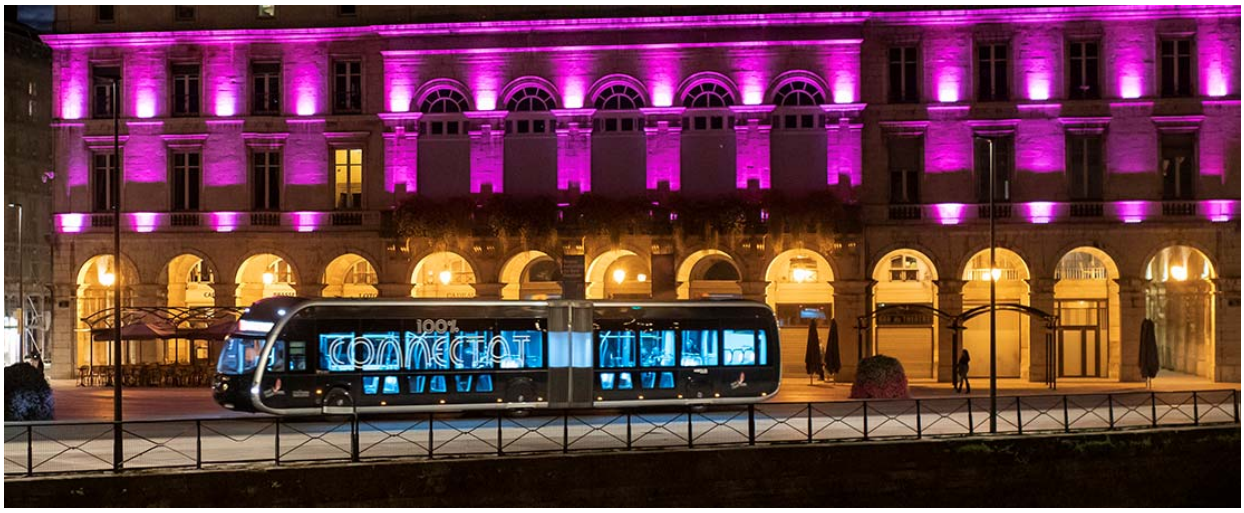
Partie commune (durée indicative 2h30)	12 points
Partie spécifique (durée indicative 1h30)	8 points

Le candidat traite les 2 parties en suivant les consignes contenues dans le sujet.
Ces 2 parties sont indépendantes et peuvent être traitées dans un ordre indifférent.

Chacune des parties est traitée sur des copies séparées.
Tous les documents réponses, mêmes vierges, sont à rendre obligatoirement avec la copie.

PARTIE commune (2,5h) ..... 12 points

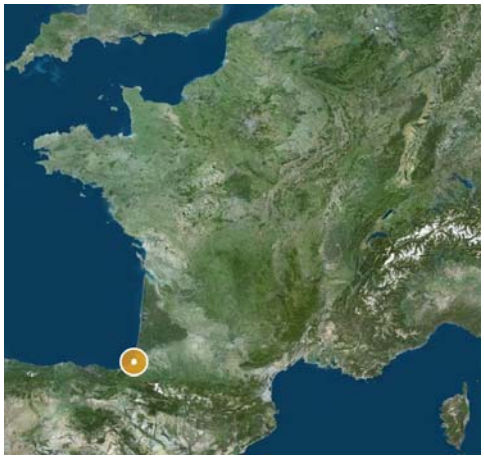
Le Trambus du Pays Basque



- **Présentation de l'étude et questionnement**..... pages 3 à 8
- **Documents techniques DT1 à DT7** ..... pages 9 à 15
- **Documents réponses DR1 à DR3** ..... pages 16 à 17

Mise en situation

Le Trambus du Pays Basque est un projet reposant sur deux lignes de 25,2 kilomètres au total, traversant les communes de Bayonne, Anglet et Biarritz.





Ces trois communes représentent ensemble une population d'environ 160 000 habitants.

Le problème de la circulation des véhicules dans l'agglomération est récurrent. C'est pourquoi cette dernière a décidé de mettre en place un nouveau service de transport en commun : le Trambus.

Les véhicules de ce projet, développé par la société IRIZAR, installée dans le Pays Basque espagnol, sont des Bus à Haut Niveau de Service (BHNS), 100% électrique, qui fonctionnent exclusivement sur batteries.

Ils sont régulièrement rechargés à chaque terminus par des infrastructures dédiées de charge rapide (3 à 5 minutes). Ce procédé est appelé « biberonnage ».



Le projet inclus la construction de trois parcs relais, situés aux terminus, permettant aux usagers de garer leurs voitures et d'utiliser ce moyen de transport « propre » et rapide.

Travail demandé

Problématique générale : comment le Trambus s'inscrit dans une démarche de développement durable ?

Partie 1 : le Trambus est-il pertinent d'un point de vue sociétal ?

Une étude de mobilité a été réalisée durant l'été 2015, une partie de ces résultats est présentée dans le DT1. Cette étude a été menée dans le but d'envisager une offre de transport en commun alternative. Elle a débouché sur la mise en place d'un Trambus composé de deux lignes nommées T1 et T2.

À partir du DT1 - 1/2 et DT1 - 2/2.

Question 1.1 DT1	**Relever** les arguments démontrant l'urgence d'augmenter l'offre de transport en commun. **Relever** les enjeux du programme du Trambus.
Question 1.2 DT1	**Calculer** l'augmentation de population due aux touristes lors de la première quinzaine du mois d'août. **Indiquer** le mode de transport privilégié par les touristes pour venir sur l'agglomération. **Donner** la part en pourcentage de ce dernier.
Question 1.3 DT1, DR1	Un projet de construction d'un quatrième parking est à l'étude. À partir du DT1, **proposer** sur le DR1 une implantation de ce dernier. **Justifier**, à l'aide du DT1, l'emplacement des parkings relais au vu des origines des véhicules transitant par l'agglomération.
Question 1.4	**Conclure** sur la pertinence du projet du Trambus d'un point de vue sociétal.

Partie 2 : le Trambus en agglomération est-il pertinent d'un point de vue écologique ?

Le choix des bus électriques permet de respecter au maximum l'environnement en réduisant les émissions polluantes dues au bus diesel.

En moyenne, un bus parcourt 200 km par jour. Les constructeurs ont défini l'analyse du cycle de vie des différents types d'autobus sur une durée de vie de 12 ans.

Question 2.1 | En 12 années de 365 jours chacune, **déterminer** la distance parcourue par un bus.

Rappel : $gCO_2e \cdot km^{-1}$ = gramme de CO_2 émis par km.

Question 2.2
DT2 | À partir du graphique du DT2, **relever** la quantité de CO_2 par kilomètre émise par un bus diesel.

Pour la distance définie à la question 2.1, **déterminer** la quantité de CO_2 (en tonnes) émise par un bus diesel.

Question 2.3
DT2 | À partir du graphique du DT2, **relever** la quantité de CO_2 par kilomètre émise par un bus électrique de type VEB.

Pour la distance définie à la question 2.1, **déterminer** la quantité de CO_2 (en tonnes) émise par un bus électrique de type VEB.

Question 2.4
DT2 | Durant un cycle de vie complet, **déterminer** le gain en non-émission de CO_2 d'un bus électrique de type VEB par rapport à un bus diesel.

Question 2.5
DT2 | **Citer** les avantages qui favorisent le choix d'un bus électrique de type VEB par rapport à un bus diesel.

Conclure sur la pertinence du choix du Trambus d'un point de vue écologique.

Partie 3 : le Trambus est-il la meilleure solution d'un point de vue économique ?

L'agglomération espère attirer huit millions de voyageurs par an sur le réseau du Trambus.

Question 3.1
DR 2 | **Calculer** le nombre moyen de voyageurs qui vont transiter chaque jour sur le réseau du Trambus.

Sur le document réponse, **reporter** cette valeur sur l'axe concerné du graphique.

Une étude économique a permis de comparer deux modes de transport électrique : le tramway et le Trambus. Celle-ci vous est présentée dans le DR2.

Question 3.2 |

DR 2	Pour le nombre de voyageurs calculé à la question précédente, **relever** le coût, pour l'agglomération, d'un voyageur et ceci pour chaque mode de transports.
Question 3.3	**Conclure** sur la pertinence du projet du Trambus d'un point de vue économique.

Partie 4 : les apports d'énergie électrique sont-ils suffisants pour que les véhicules puissent effectuer les trajets aller-retour quotidiens ?

L'énergie électrique nécessaire au déplacement des véhicules est stockée dans des batteries. La recharge complète des batteries est effectuée au dépôt durant la nuit. Des recharges partielles (biberonnage) sont opérées à chaque terminus durant 5 minutes par l'intermédiaire d'une borne de recharge rapide (voir DT3).

La distance entre les deux terminus Bayonne Marrac et Tarnos Garròs est de 13,3 km. La desserte est assurée par huit véhicules.

L'étude suivante définit l'énergie quotidienne nécessaire pour un bus, afin de rendre le service demandé dans les conditions les plus sévères pour la journée du vendredi.

Question 4.1 DT4	À partir des horaires définis pour la journée du vendredi, **démontrer** que l'ensemble de véhicules effectue une soixantaine de trajets aller-retour.

Question 4.2	**Déterminer** le nombre de trajets aller-retour effectué par chaque véhicule (arrondir le résultat au nombre entier supérieur). **Déterminer** le nombre de km parcouru par chaque véhicule dans ce cas.

Pour la suite, la distance journalière parcourue par un véhicule sera arrondie à 200 km.

Question 4.3 DT5	À partir du document technique, **déterminer** l'énergie en kW·h que chaque véhicule doit stocker pour parcourir la distance journalière, dans les conditions climatiques les plus sévères.

Le constructeur indique qu'une batterie peut stocker une énergie de 50 kW·h.

Question 4.4	**Déterminer** le nombre de batteries nécessaires pour stocker l'énergie totale calculée à la question précédente.

La vue de dessus du véhicule est présentée sur le document technique DT6. Les batteries ne sont pas superposables mais posées côte à côte.

Question 4.5	

DT6

Déterminer le nombre maximal de batteries positionnables sur le toit à l'emplacement prévu.

Conclure sur la faisabilité de la solution technique et **justifier** la nécessité du biberonnage.

Le biberonnage permet de recharger partiellement les batteries à chaque terminus durant cinq minutes grâce à un système de pantographe implanté sur le toit. Chaque borne de recharge délivre une puissance égale à 500 kW (voir document DT3).

L'énergie nécessaire pour un trajet d'un terminus à l'autre est estimée à 47 kW·h.

Question 4.6 **Déterminer** l'énergie (en kW·h) apportée à l'ensemble des batteries durant l'arrêt au terminus. **Comparer** ce résultat avec la consommation sur un trajet.

En début de journée, la recharge étant complète, l'énergie stockée par l'ensemble des batteries est égale à 150 kW·h. Chaque véhicule effectue huit trajets aller-retour par jour.

Question 4.7 **Déterminer** la charge restant dans la batterie en fin de journée.

Question 4.8 **Conclure** sur la capacité des véhicules à parcourir les huit trajets aller-retour quotidiens.

Partie 5 : le design de la borne suffit-il à sa propre stabilité ?



Dans cette étude, il va être question de la borne de recharge rapide aux terminus en bout de ligne (Voir photo ci-contre).

Le centre de gravité a comme coordonnées dans le repère (O, x, y) : G (1830, 2090) - voir document DR3.

Le point A modélise, dans le plan de l'étude, le centre de la liaison mécanique de l'action du sol sur la borne : A (2500, 0).

Question 5.1

DR3

À l'aide du schéma de la borne de recharge sur le document réponse DR3, **identifier** le centre de gravité (G), parmi les trois points proposés G1, G2 et G3.

Le poids propre de la borne constitue la charge prépondérante à laquelle elle est soumise. Son enveloppe est composée d'une structure en tôle laquée.

Données

- Masse de l'enveloppe : 144 kg
- Masse des éléments internes à cette borne : 120 kg
- Accélération de la pesanteur : g = 9,81 $m \cdot s^{-2}$

Question 5.2 DR3	**Calculer** le poids (P) de la borne complète puis **représenter** cet effort sur le document réponse. Échelle de représentation : 1 cm → 500 N

Une distance existe entre le centre de gravité et la droite verticale passant par le point A (pied de la borne).

Question 5.3 DR3	À l'aide des coordonnées du centre de gravité G et du point A, **déterminer** la cote séparant G et A en projection sur l'axe x. **Représenter** cette cote sur le document réponse DR3.

Pour garantir l'équilibre de la borne, l'action mécanique du sol sur la borne doit s'opposer à l'action du poids de la borne sur le sol.

Question 5.4	**Déterminer** le type de liaison qui peut permettre de réaliser cette condition d'équilibre.

Partie 6 : le Trambus s'inscrit-il dans une démarche de développement durable ?

Question 6.1 DT7	En synthèse, **conclure** sur le bien-fondé du choix d'un bus électrique d'un point de vue développement durable puis sur la plus-value qu'apporte le système de biberonnage.

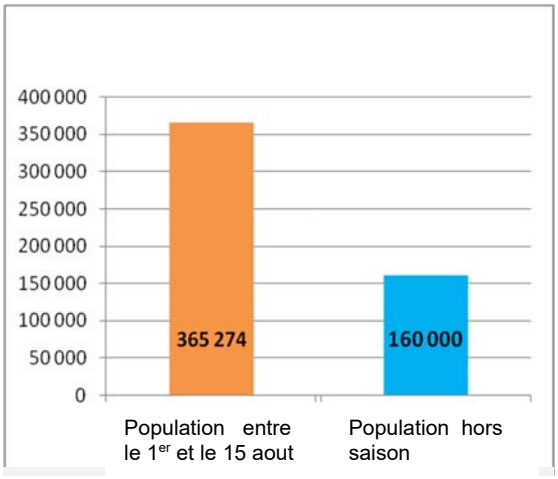
DT1 – 1/2 : étude sur la mobilité (année 2015)

Si rien n'est fait, le territoire de l'agglomération bayonnaise comptera 30% de voitures en plus dans 10 ans. Cette situation conduira inéluctablement, d'ici quelques années, à un engorgement des voies de circulation automobile. C'est pourquoi, dès 2009, les élus ont décidé d'engager une politique volontariste en matière de transports collectifs.

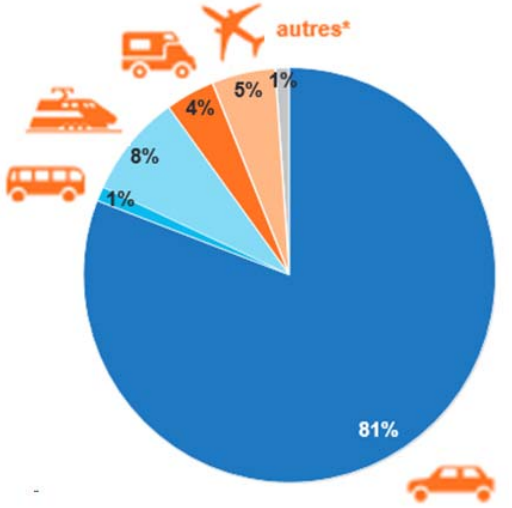
L'objectif est de proposer une offre alternative à la voiture, en mettant en œuvre un nouveau système de mobilité, dans lequel la voiture conserve sa place, mais ne se positionne plus en mode unique. Les élus souhaitent favoriser le report modal de la voiture vers des modes de transport plus responsables et lutter ainsi contre la congestion urbaine. Avec le programme Trambus, les élus espèrent enrayer la logique de « tout voiture » et instaurer une autre culture du déplacement sur le territoire.

Les enjeux du programme Trambus sont multiples :

- maintenir la qualité de vie, véritable atout du territoire, en luttant contre la dégradation engendrée par l'utilisation massive de la voiture (bruit, pollution, embouteillages…) ;
- proposer une solution alternative et fiable de déplacement, même aux heures de pointe ou en pleine saison estivale ;
- offrir une solution de déplacement à budget maitrisé et favoriser la complémentarité des différents modes alternatifs (bus, vélo, marche à pied…).

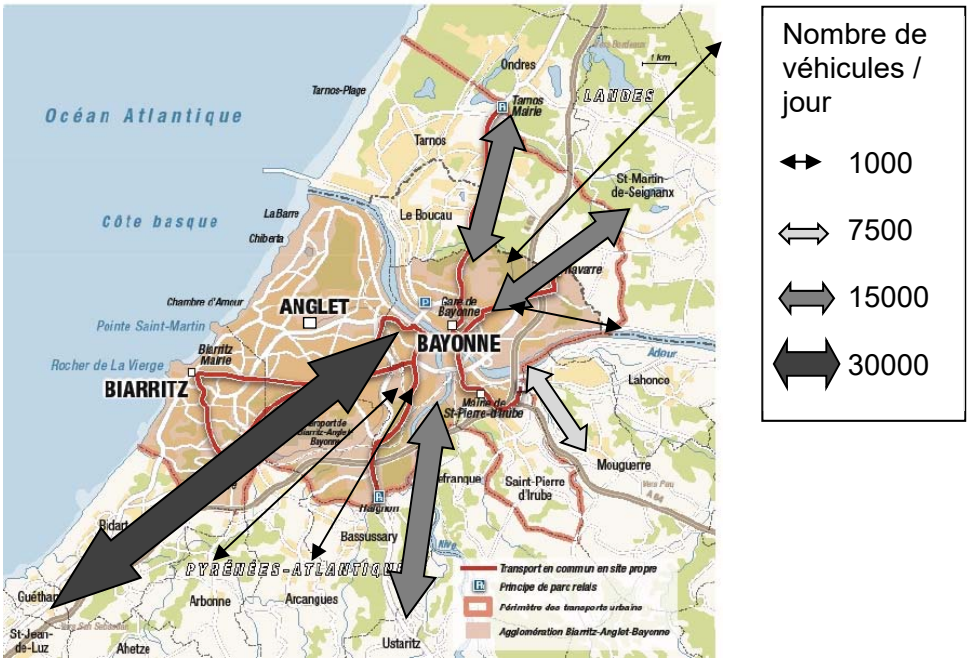


Nombre de personnes présentes sur l'agglomération bayonnaise



Modes de transports privilégiés par les touristes pour venir sur l'agglomération bayonnaise

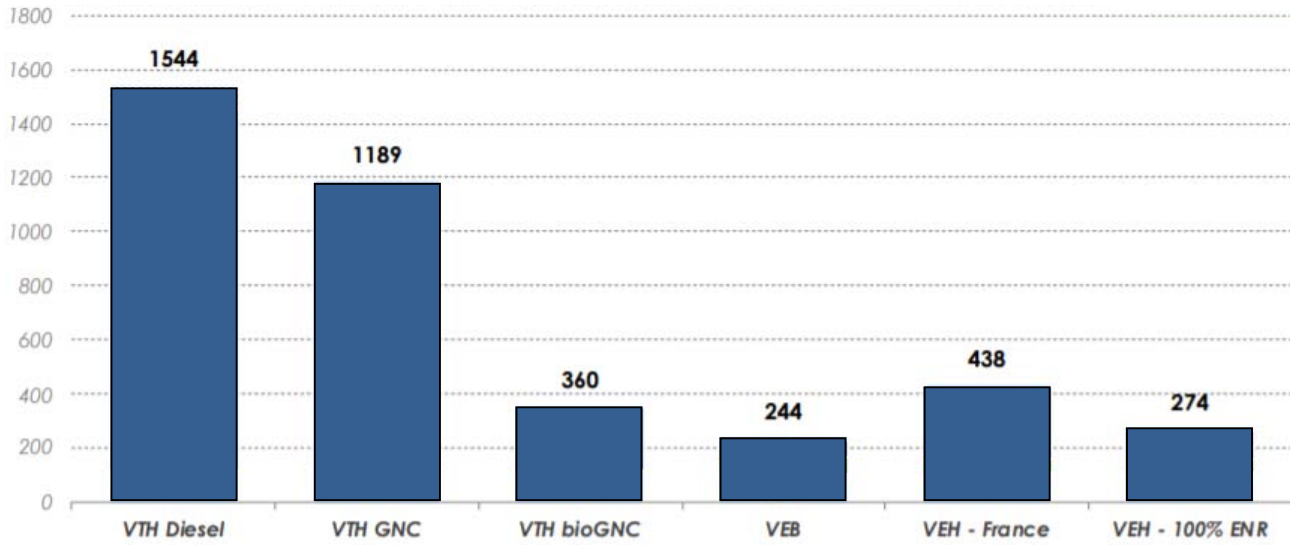
Nombre et origine des véhicules transitant par l'agglomération



DT2 : empreinte carbone suivant le type d'autobus

Glossaire :

- VTH : Véhicule Thermique
- VEB : Véhicule Électrique à Batteries
- VEH : Véhicule à Hydrogène (pile à combustible)
- GNV / GNC / GNL : Gaz Naturel Véhicule / Comprimé / Liquéfié



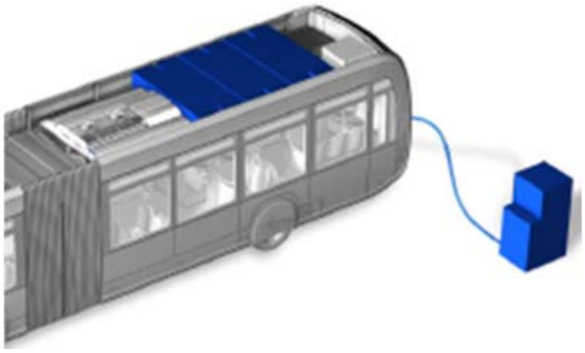
Empreinte carbone moyenne ($gCO_2e \cdot km^{-1}$) sur la durée de vie d'un autobus en France
Les valeurs indiquées correspondent à la totalité des émissions par type de véhicule
Source : Analyse carbone 4

Dans une actualité mise en ligne sur son site en date du 12 novembre 2018, la fédération européenne pour le transport et l'environnement se réjouit de la position de l'Europe en faveur des autobus électriques, et souligne que ces véhicules sont dès aujourd'hui financièrement plus avantageux pour la collectivité que les modèles diesel. À condition de prendre en compte les coûts sanitaires liés aux pollutions atmosphérique et sonore, mais aussi l'impact sur le climat de l'exploitation de ces engins.
Analyste chez Transport & Environnement, Lucien Mathieu indique dans une conclusion qui paraît sans appel : « Les bus électriques sont le meilleur choix à tous les égards. En phase de roulage, ils ne dégagent aucune émission de CO_2 et sont silencieux, confortables et économiques ».
Auteur : Philippe Schwoerer

DT3 : recharge des batteries

La recharge des batteries est effectuée en plusieurs temps :

- une charge lente complète au dépôt par prise Combo2 durant la nuit. La puissance fournie par le chargeur est égale à 50 kW. Le temps de charge est estimé à 3h ;



- des recharges rapides partielles par pantographe à chaque terminal de la ligne. La borne de recharge est implantée au terminal et fournit une puissance de 500 kW. Le temps de charge correspondant au temps d'arrêt du bus est de 5 min.



DT4 : horaires de la ligne T2

T2

Bayonne Marrac

↕

Tarnos Garròs

Du lundi au vendredi	Le samedi	Le dimanche
De 6h à 7h Toutes les 20 mn	De 6h à 7h Toutes les 30 mn	De 7h30 à 14h Toutes les 1h15
De 7h à 19h Toutes les 15 mn	De 7h à 14h Toutes les 20 mn	De 14h à 20h30 Toutes les 45 mn
De 19h à 00h Toutes les 30 mn	De 14h à 19h Toutes les 15 mn	
	De 19h à 00h Toutes les 30 mn	

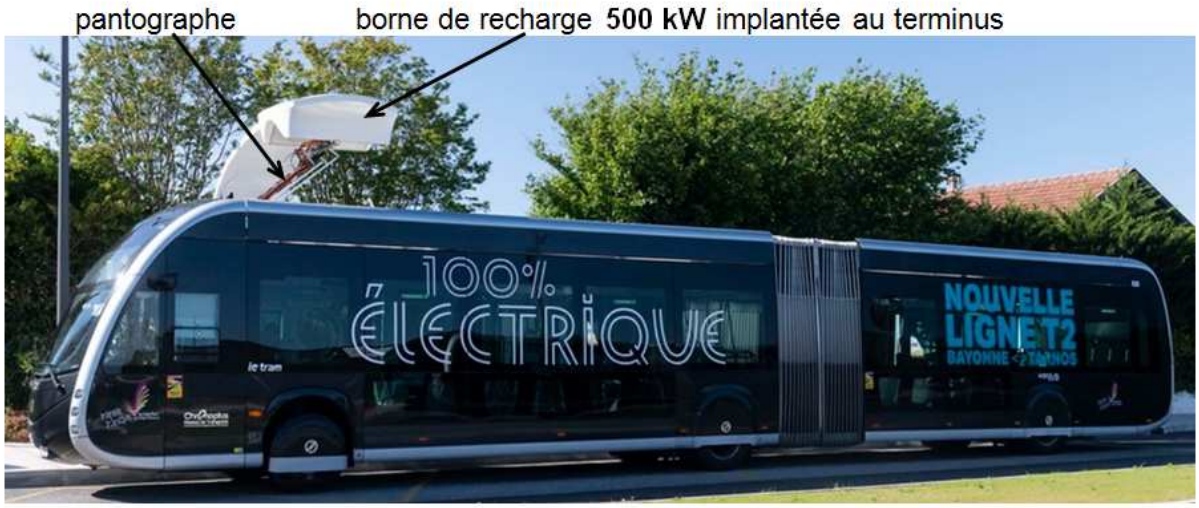


DT5 : taux de consommation

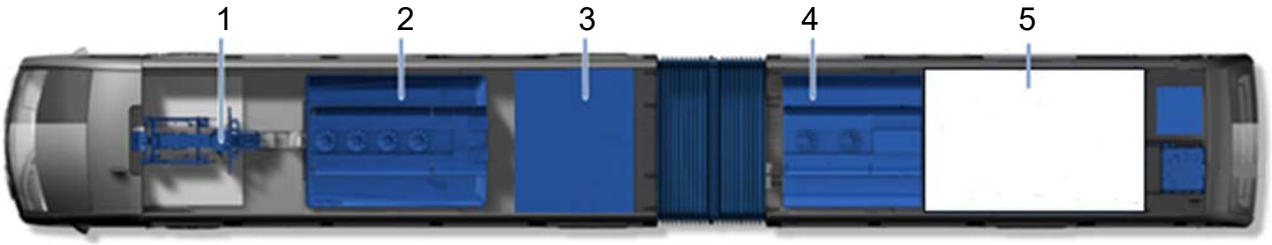
Le constructeur indique les taux de consommation d'un véhicule à km équivalent selon les sources de données.

	Consommation théorique (données constructeur/km)		
	Conditions climatiques moyennes (20- 25°C) à mi charge	**Conditions climatiques moyennes (20-25°C) à pleine charge**	**Conditions climatiques sévères (T°>35°C) et pleine charge**
Taux moyen ($kW \cdot h \cdot km^{-1}$)	2,55	3,2	3,7

DT6 : implantation du matériel sur le véhicule.



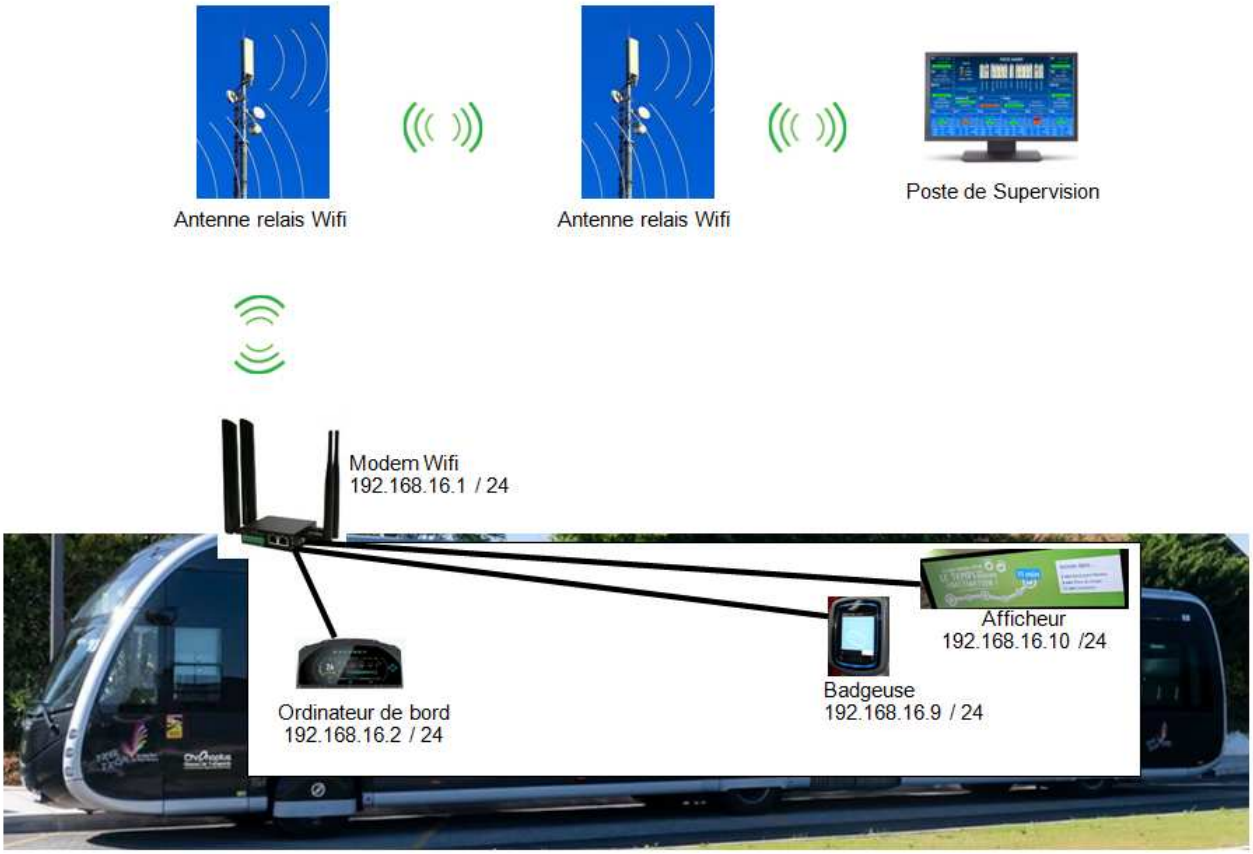
Véhicule en vue de dessus :



Taille d'une batterie représentée à l'échelle : batterie

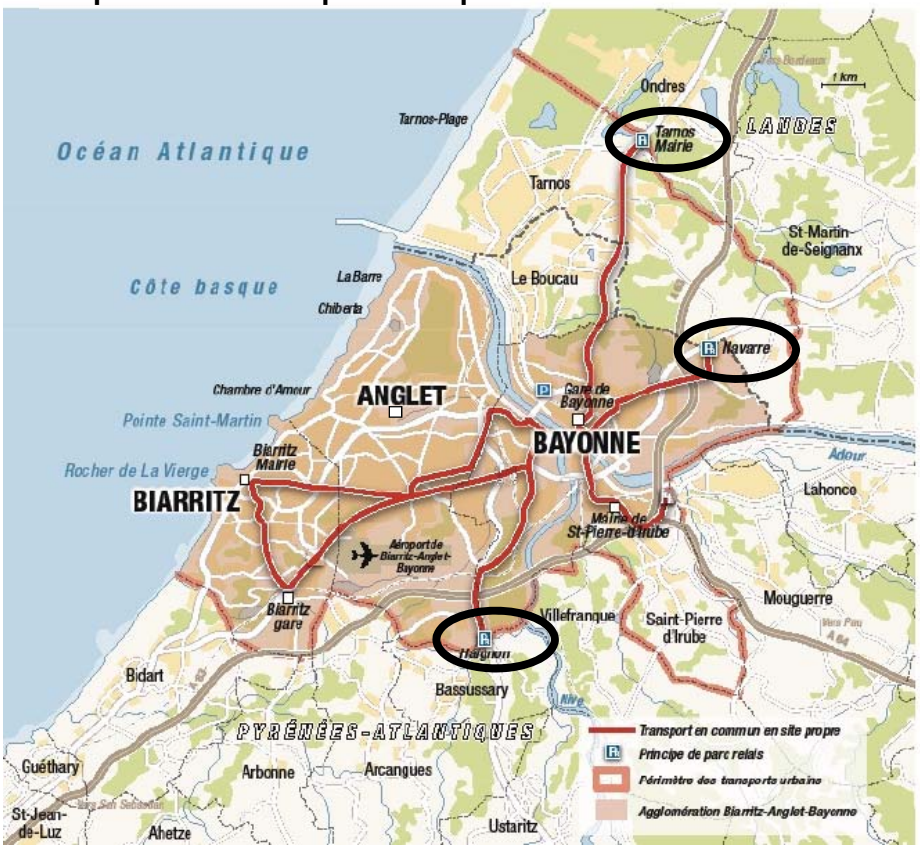
- repère 1 : pantographe pour recharge au terminus
- repères 2 et 4 : systèmes de refroidissement
- repère 3 : matériel auxiliaire
- repère 5 : zone réservée pour l'implantation des batteries alimentant le moteur de traction

DT7 : plan du réseau informatique du Trambus



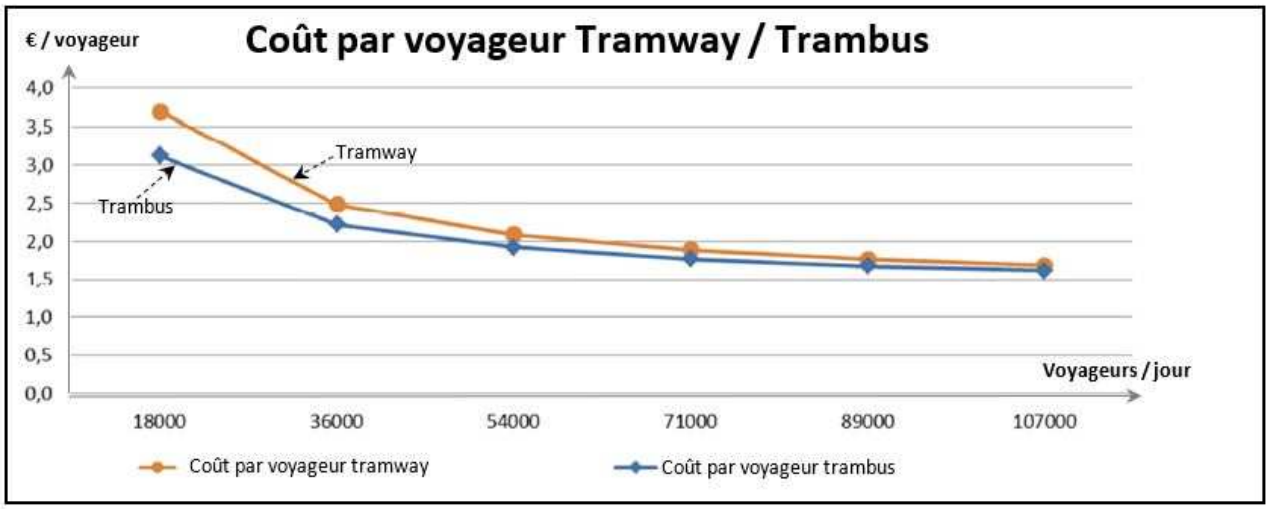
DOCUMENT RÉPONSES DR1

Implantation d'un quatrième parc relais



DOCUMENT RÉPONSES DR2

Coût par voyageur tramway / TramBus



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.)

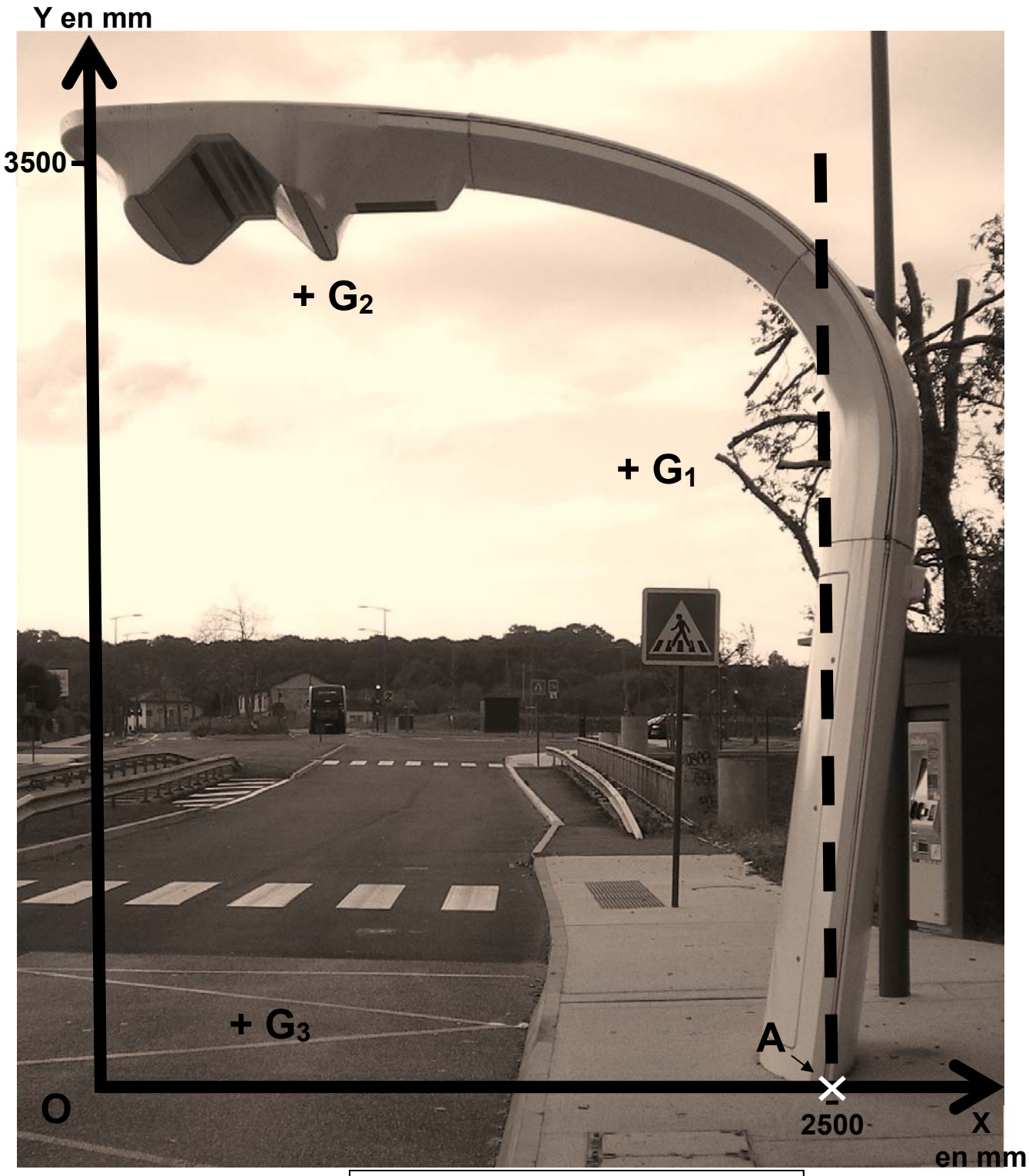
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

DOCUMENT RÉPONSES DR3

Schéma simplifié de la borne de recharge



Échelle : 1/20ème

Projection du point de fixation

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 enseignement spécifique (1,5h) ..... 8 points

SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

ie_Tram

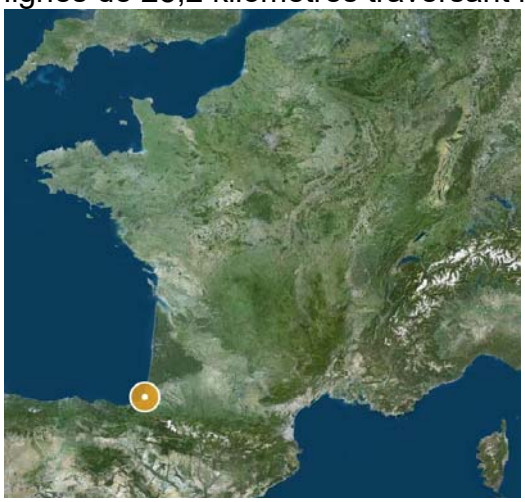
Un tramway sur le bitume



- **Présentation de l'étude et questionnement.....** pages 21 à 23
- **Documents techniques DTS1 à DTS5** ..... pages 24 à 29
- **Documents réponses DRS1 à DRS3** ..... pages 30 à 32

Mise en situation

Le Trambus du Pays Basque est un projet de transport en commun reposant sur deux lignes de 25,2 kilomètres traversant les communes de Bayonne, Anglet et Biarritz.





Les véhicules de ce projet, développé par la société IRIZAR installée dans le Pays basque espagnol, sont des bus à haut niveau de service (BHNS) 100% électrique qui fonctionnent avec une source interne d'électricité (batteries) et sont appelé ie_tram.

Les ie_tram sont régulièrement rechargés à chaque terminus par des infrastructures dédiées de charge rapide (3 à 5 minutes). Ce procédé est appelé « biberonnage ».



Avec des attributs esthétiques propres du tramway, l'ie_tram combine la grande capacité, la facilité d'accès et la circulation intérieur d'un tramway avec la flexibilité d'un autobus urbain.

Ce modèle est développé en différentes versions, depuis 12m jusqu'à 18m, articulé et avec une capacité maximale de 155 personnes (modèle choisi par l'agglomération Bayonne, Anglet, Biarritz).

Quant au service, IRIZAR propose une large gamme de solutions : chargeurs USB, Wifi, boutons en braille, porte-bagages, informations pour les passagers, etc.

Surveillance de défaillances

Le cahier des charges impose que l'état des batteries (charge et vieillissement) soit transmis régulièrement au serveur central (système de supervision). En effet il peut arriver que les véhicules ne soient pas rechargés au terminus pour différentes raisons :

- retard trop important du véhicule,
- défaillance du système de biberonnage,
- défaillance du TramBus,
- …

Le système central doit être informé pour que des décisions soient prises comme :

- stopper le TramBus,
- remplacer le véhicule par un autre,
- envoyer une équipe de maintenance,
- …

Travail demandé

Partie A : comment détecter une défaillance des batteries ?

L'ie_tram est alimenté par trois blocs batteries.

Afin de mesurer l'état de ces blocs, le concepteur a choisi d'utiliser des capteurs intelligents de batterie (IBS) dont les caractéristiques sont données dans le DTS1.

Chaque bloc est muni d'un capteur que l'ordinateur de bord interroge séparément.

La structure de la chaîne d'information de l'IBS est donnée sur le DRS1

Question A.1 DTS1 DRS1	**Indiquer** le nom des fonctions en complétant le DRS1. • Liste des mots utilisables : Traiter, Acquérir, Communiquer et adapter **Indiquer** la nature de l'information en complétant le DR S1 (parties grisées) • Liste des mots utilisables : Numérique et Analogique

La suite de l'étude ne porte que sur la mesure de l'intensité du courant batterie.

La résistance shunt permet de convertir le courant en tension pour la mesure :

$U_{Ibat} = R_{Shunt} \times I_{bat}$

Le convertisseur analogique numérique du capteur IBS a une plage de mesure de 0 à 5V.

Question A.2 DTS1	**Relever** la valeur de la résistance de shunt choisie par le concepteur. Sachant que l'intensité maximale du courant en sortie d'un bloc batterie est de 400 A, **indiquer** si dans notre cas, la plage de mesure du convertisseur sera utilisée dans toute son amplitude. **Justifier** la réponse.

Le cahier des charges impose une mesure du courant d'une précision d'au moins 500 mA.

Le convertisseur analogique numérique du capteur IBS est un convertisseur 12 bits.

Question A.3	**Calculer** le quantum du capteur IBS en millivolt, **en déduire** le quantum en milliampère. **Conclure** sur la capacité du capteur IBS à respecter le cahier des charges.

Partie B : comment communiquer les informations à l'ordinateur de bord ?

Les capteurs IBS communiquent avec l'ordinateur de bord par un bus LIN.

Le document technique DTS2 rappelle les caractéristiques du bus LIN.

Le document technique DTS3 présente le plan du réseau informatique du TramBus.

Lorsqu'il est interrogé, un capteur IBS transmet deux octets de data : le SoH puis le SoC (voir DTS1).

Question B.1 DTS1, DTS2	Dans le cas où l'ordinateur de bord interroge un seul capteur IBS, **déterminer** le nombre de bits composant la trame LIN.

Le cahier des charges impose un temps d'accès aux informations d'état des trois blocs batteries inférieur à 500 ms.

Question B.2 DTS2	On considère une vitesse de transmission de 1 kbits/s. **Calculer** le temps de transmission d'une trame LIN. **Conclure** sur la capacité du capteur IBS à respecter le cahier des charges.

Le document réponse DRS2 est une capture d'une trame LIN dans le cas d'un échange entre l'ordinateur de bord et un capteur IBS.

Question B.3 DTS2 DRS2	**Indiquer** sur le document réponse DRS2, les différentes parties composant cette trame.

Question B.4 DTS2 DRS2	**Compléter** le document réponse DRS2, en indiquant : • la valeur de l'identifiant (6 bits) en binaire ; • la valeur de l'octet 'SoH' en binaire puis en décimal ; • la valeur de l'octet SoC en binaire puis en décimal.

Question B.5	**Conclure** sur l'état du bloc batterie interrogé par l'ordinateur de bord.

L'identifiant de 6 bits est transmis avec deux bits de parité (P0 et P1).

Les bits de parité sont calculés de la manière suivante :

Sachant que l'identifiant Id est codé sur 6 bits : id5 id4 id3 id2 id1 id0

$\oplus$ est le symbole du Ou exclusif

$$P0 = id0 \oplus id1 \oplus id2 \oplus id4$$

$$P1 = \overline{id1 \oplus id3 \oplus id4 \oplus id5}$$

E1	E2	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Table de vérité
Ou Exclusif

Pour la suite de l'étude on considèrera que la valeur de l'identifiant est **$(101011)_2$**

Question B.6 DTS2	**Identifier** les valeurs id0 à id5 de l'octet 'Id' et **calculer** les valeurs de P0 et P1. Lors de la réception, l'ordinateur de bord a obtenu après calcul P0 = 0 et P1 = 0. **Conclure** sur l'exactitude des informations transmises.

Partie C : comment gérer le biberonnage ?

Lors de l'arrivée au terminus, l'ie_tram doit se recharger à l'aide du système de biberonnage. Mais s'il est trop en retard et que sa charge est suffisante, il peut ne pas effectuer cette opération.

La charge s'effectue uniquement :

- si l'ie_tram n'est pas en retard et que les batteries ne sont pas chargées en moyenne à plus de 90% de leur capacité ;
- si quel que soit l'horaire, la charge des batteries est insuffisant pour faire un trajet.

La variable **Retard** de type booléen est vrai si l'e_tram est en retard.
Les variables **SOC1**, **SOC2**, **SOC3** de type octet contiennent un nombre entre 0 et 100 représentant l'état de charge en % de chacun des blocs de batteries.
La variable **Emin** de type entier contient la valeur de l'énergie minimum pour faire un trajet.
La variable **EBatt** de type entier contient la valeur de l'énergie stockée dans les batteries.

Question C.1 | En utilisant les variables SOC1, SOC2, SOC3 et EBatt, **compléter** sur la copie l'équation logique ci-dessous qui permet de valider la charge des batteries par biberonnage.

$$\overline{\text{retard}} \;\&\; (\ldots\ldots\ldots\ldots) + (\ldots\ldots\ldots\ldots) < \text{Emin}$$

L'algorigramme de la fonction gererBiberonnage() est présenté dans le DTS4.

Les fonctions pour coder cet algorigramme sont présentées dans le DTS5.

Question C.2 | **Compléter** sur le DRS3 les lignes 3, 6, 11, 13, 15 en utilisant les fonctions non utilisées du DTS5.

DTS4
DTS5
DRS3

Compléter la ligne 7 avec l'équation logique trouvée précédemment.

Question C.3 | Si pendant la charge, la variable Retard devient « vrai », que Ebatt est supérieur à Emin et que les batteries sont chargées en moyenne à 50%, **préciser** si le chauffeur reçoit l'information de charger le véhicule ou de stopper la charge.

DTS4
DTS5
DRS3

Document technique DTS1 : capteur intelligent de batterie (IBS)

Le capteur de batterie intelligent (IBS) fournit des informations sur l'état actuel de la consommation d'énergie et permet de cette façon de planifier la réserve d'énergie.
Afin de pouvoir gérer au mieux l'énergie de la batterie de bord, il est nécessaire de connaitre l'état de charge, le vieillissement et les modifications de la batterie.
L'IBS mesure de manière fiable et précise les valeurs de tension, courant et température de la batterie. À l'aide des valeurs mesurées, les informations sur l'état de charge (SOC) et le vieillissement de la batterie (SOH) sont calculées par un algorithme. L'IBS peut être intégré directement dans le réseau du véhicule grâce au protocole LIN standardisé.

Le **SOC** (*State Of Charge*) représente l'état de charge d'une batterie et varie de 0 % (batterie "vide") à 100 % (batterie entièrement chargée)

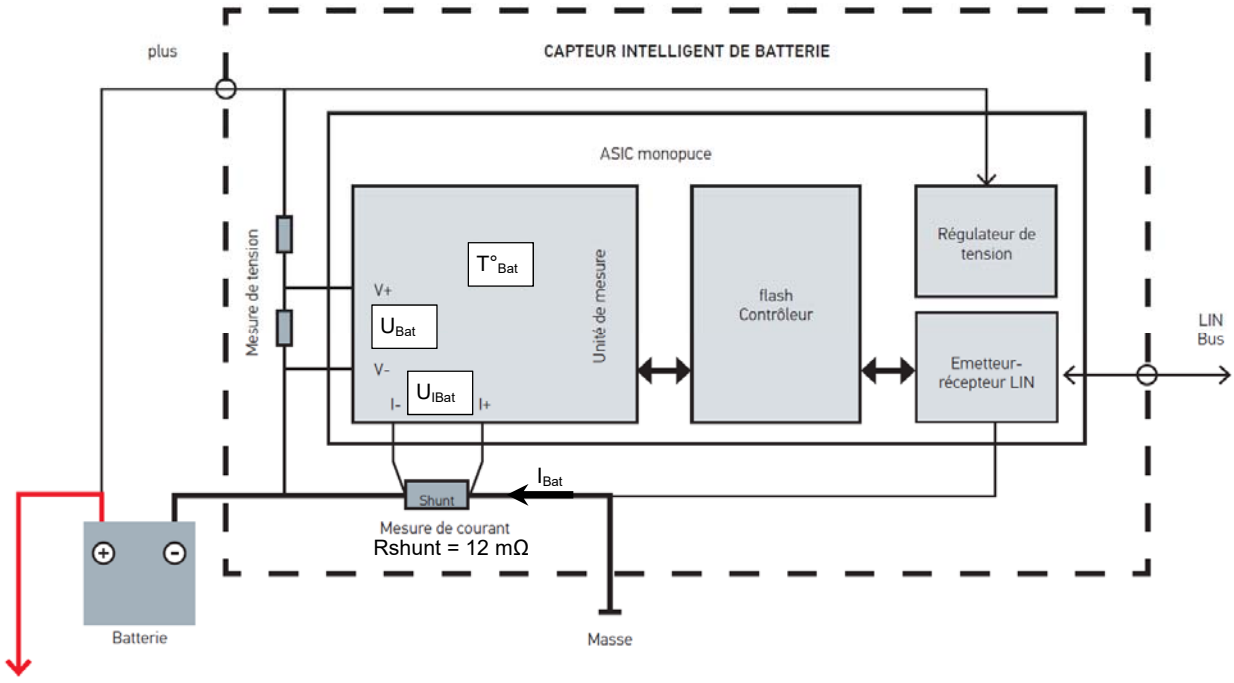
$$SoC[\%] = \left(\frac{\text{Capacité à l'instant t (A.h)}}{\text{Capacité dans l'état de vieillissement actuel(A.h)}}\right) \times 100$$

Le **SOH** (state of heath) représente un état général de la batterie (état de santé ou vieillissement)

100% : batterie neuve (capacité maximale) à 0% : capacité = 0

$$SoH[\%] = \left(\frac{\text{Capacité dans l'état de vieillissement actuel(A.h)}}{\text{Capacité nominale(A.h)}}\right) \times 100$$

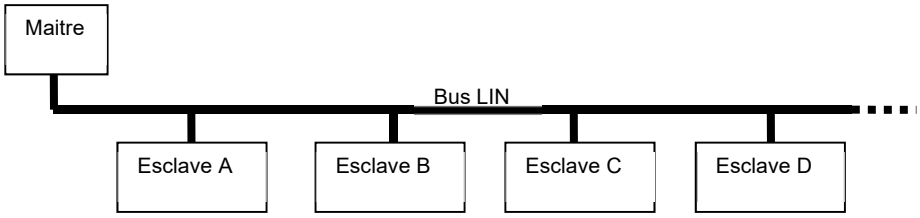
Schéma fonctionnel



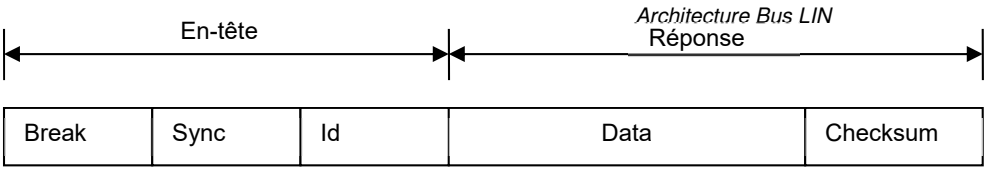
Document technique DTS2 : présentation du Bus LIN

Le bus **LIN** (**L**ocal **I**nterconnect **N**etwork) a été développé dans le but de créer une norme de communication multiplexée faible coût, d'entrée de gamme sur les réseaux automobiles.

Le bus **LIN** utilise une approche maître/esclave qui comprend un maître LIN et un ou plusieurs esclaves LIN.



Architecture Bus LIN



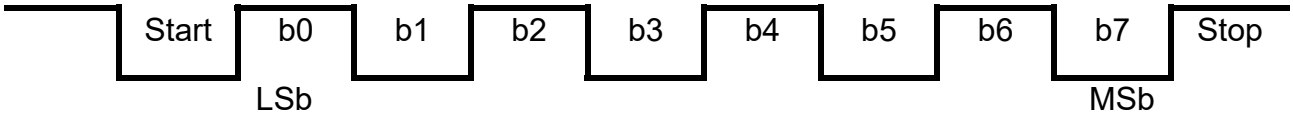
Trame de message LIN

L'en-tête est transmis par le maître et la réponse par l'esclave

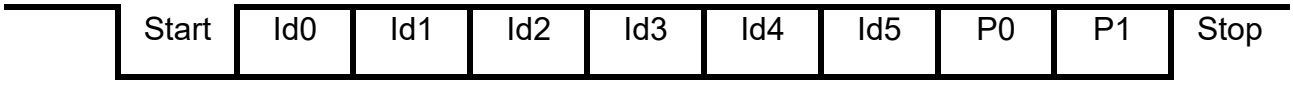
Nom	Rôle	Format
Break	Champ identifiant le début de la trame	13 bits à '0' + 1 bit à '1'
Sync	Champ utilisé par l'esclave pour la synchronisation de l'horloge	1 bit de start + 1 octet $(55)_{16}$ + 1 bit de stop.
Id	Adresse du message, détermine quel esclave doit répondre.	1 bit de start + 1 octet (6 bits identifiant + 2 bits de parité) + 1 bit de stop.
Data	Réponse de l'esclave	1 à 8 octets avec 1 bit de start et 1 bit de stop pour chacun.
Checksum	Octet de contrôle	1 bit de start + 1 octet + 1 bit de stop.

À part le champ Break tous les autres champs sont transmis en respectant le protocole RS232 classique (1bit de start, bit de poids faible en premier, 1 bit de stop),

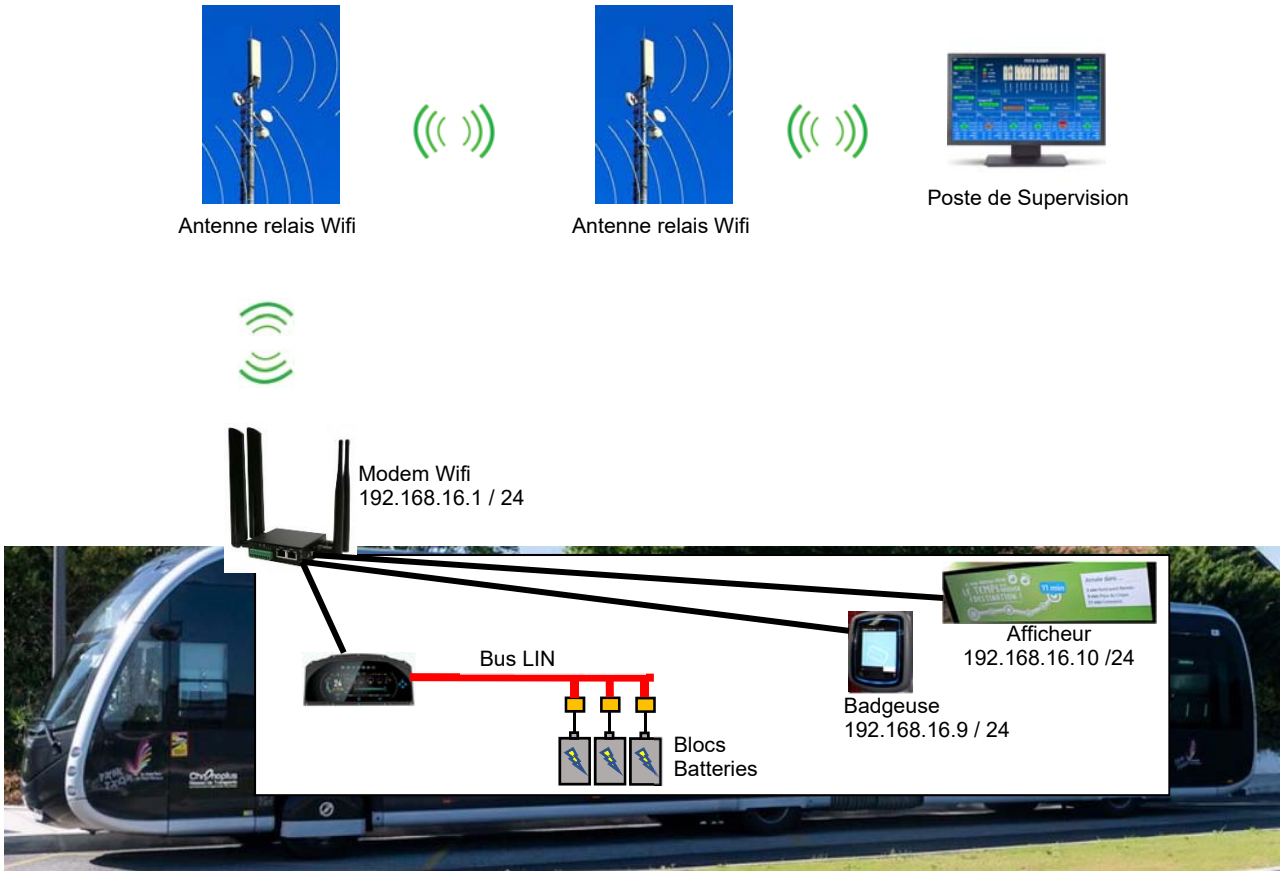
Exemple pour le champ **Sync** :



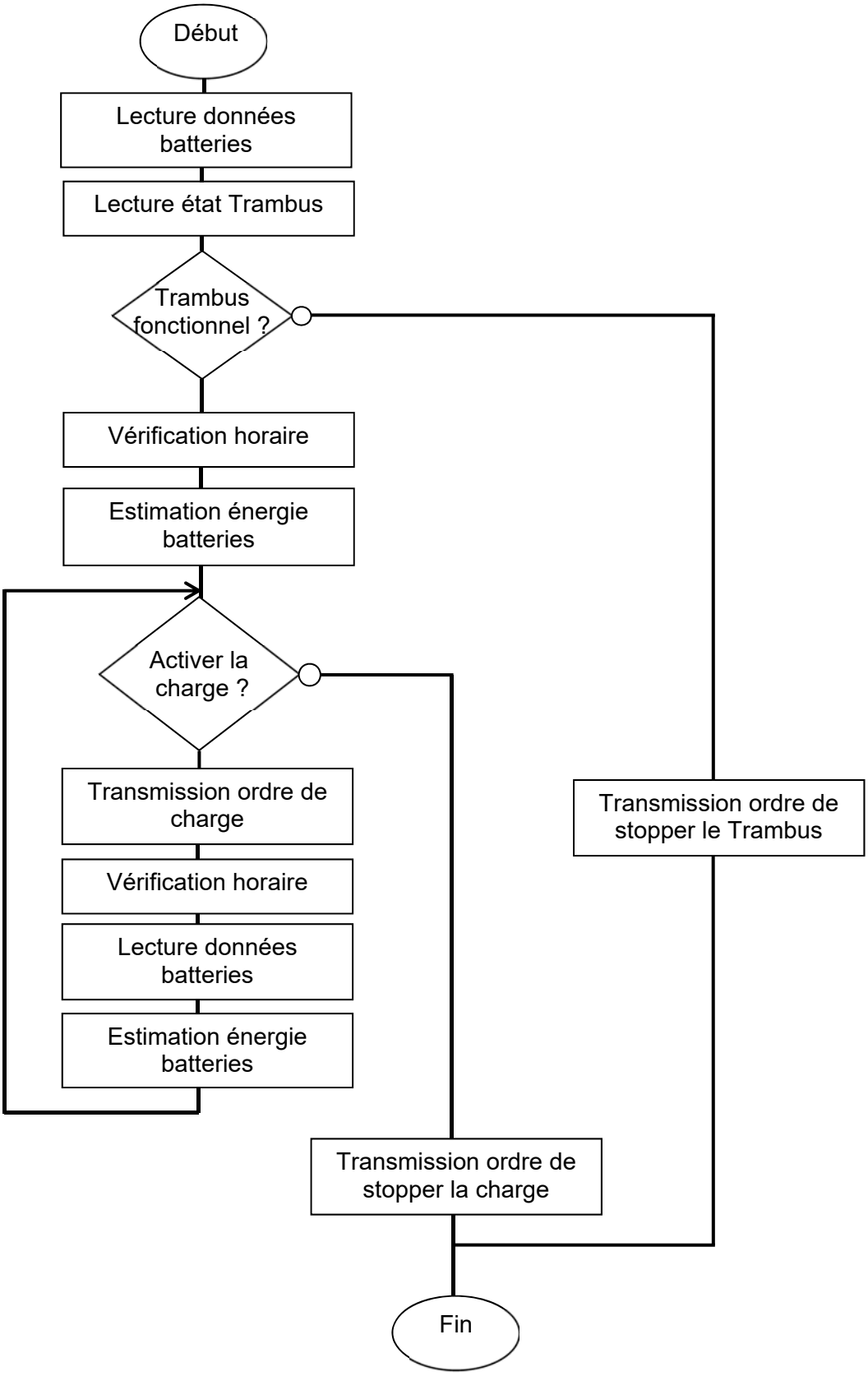
Cas particulier le champ **Id** :



Document technique DTS3 : plan du réseau informatique du Trambus



Document technique DTS4 : algorigramme de la fonction gererBiberonnage



Fonction gererBiberonnage(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Constante :

Emin : type entier, énergie minimale pour effectuer un trajet entre deux terminus.

Cette fonction informe le conducteur du trambus ayant l'identifiant idTram des actions à effectuer au terminus.

- Dans le cas où les batteries présentent un dysfonctionnement, elle envoie l'ordre de stopper le véhicule définitivement.
- Dans le cas où les batteries sont fonctionnelles, deux cas se présentent :

Cas 1 : le véhicule n'est pas en retard.

La fonction envoie l'ordre de charge jusqu'à la pleine charge

Cas 2 : le véhicule est en retard.

La fonction envoie l'ordre de charge jusqu'à ce que l'énergie présente dans les batteries soit suffisante pour atteindre le prochain terminus.

Fonction demanderCharge(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Cette fonction envoie au conducteur du trambus ayant l'identifiant idTram, l'ordre de charger le véhicule.

Fonction stopperCharge(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Cette fonction envoie, au conducteur du trambus ayant l'identifiant idTram, l'ordre de stopper la charge du véhicule et de se mettre en route.

Fonction stopperTram(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Cette fonction envoie, au conducteur du trambus ayant l'identifiant idTram, l'ordre de stopper définitivement le véhicule.

Fonction estimerEnergie(SOH1, SOC1, SOH2, SOC2, SOH3, SOC3) :

Paramètre :

SOH1, **SOH2**, **SOH3** : type octet, état général des blocs 1 à 3

SOC1, **SOC2**, **SOC3** : type octet, état de charge des blocs 1 à 3

Retour :

Type entier, quantité d'énergie totale présente dans les batteries.

Cette fonction renvoie un entier représentant l'énergie totale présente dans les batteries.

Fonction lectureDonnees(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Retour :

SOH1, **SOC1**, **SOH2**, **SOC2**, **SOH3**, **SOC3** : Type octet

Cette fonction renvoie les caractéristiques des trois blocs batteries du trambus d'identifiant idTram.

Fonction horaireDepasse(idTram) :

Paramètre :

idTram : type entier, identifiant du Trambus

Retour :

Type booléen

Cette fonction interroge sa base de données pour déterminer si le trambus d'identifiant idTram est en retard ou non. Elle renvoie un booléen (Vrai si en retard).

Fonction donnerEtatTram(SOH1, SOH2, SOH3) :

Paramètre :

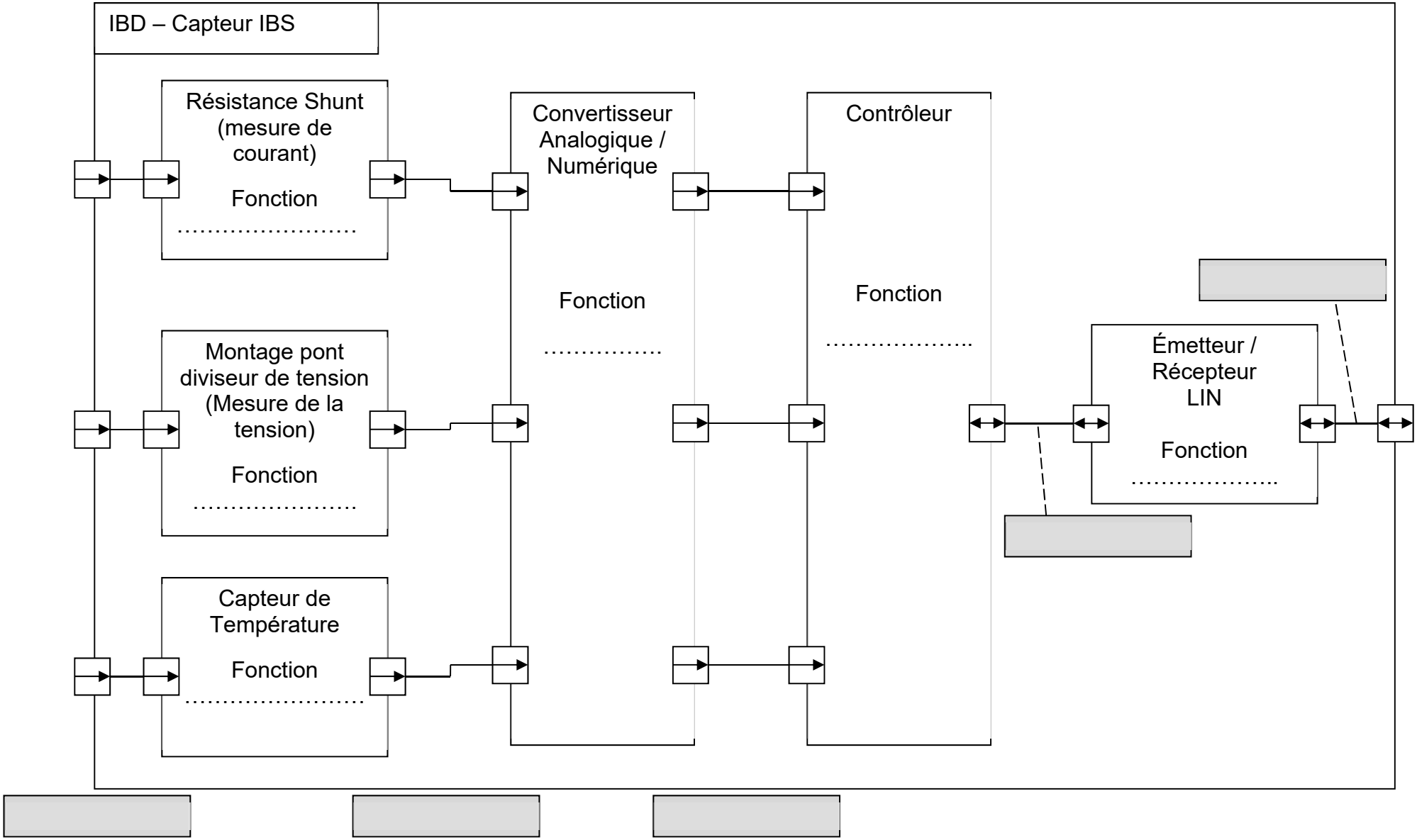
SOH1, **SOH2**, **SOH3** : Type octet, état général des trois blocs batteries

Retour :

Type booléen

Cette fonction détermine si l'état général des batteries est satisfaisant. Elle renvoie un booléen (Vrai si satisfaisant, Faux si l'état général impose un arrêt définitif du véhicule).

Document réponses DRS1



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.)

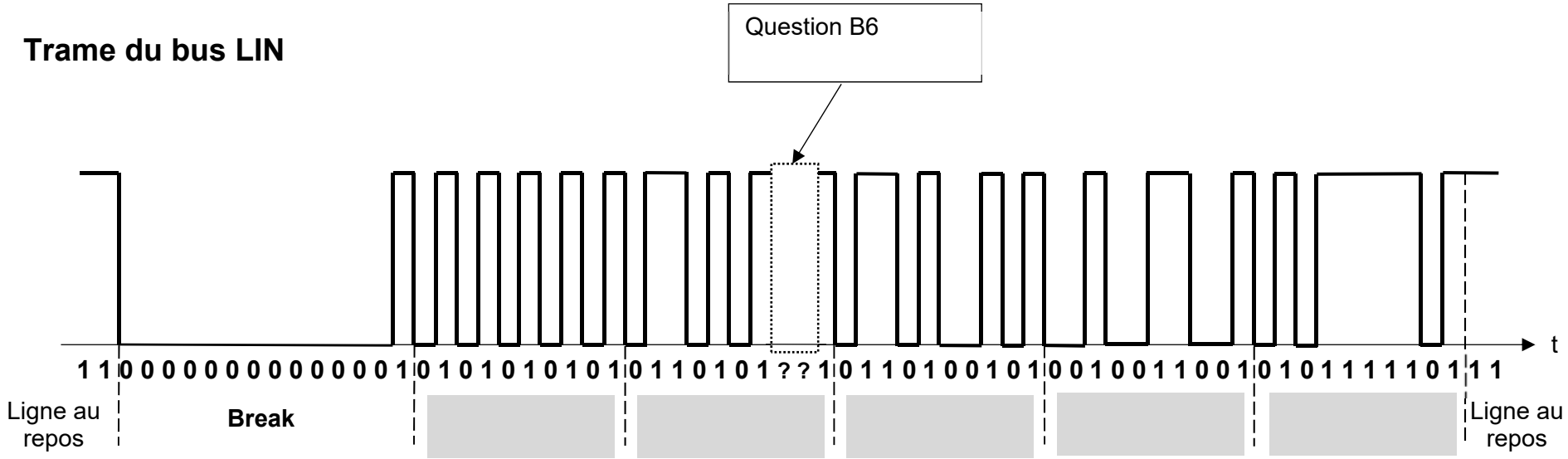
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Né(e) le : ☐☐ / ☐☐ / ☐☐☐☐

1.2

Document réponses DRS2

Trame du bus LIN



Valeur de **l'identifiant** (ID) en **binaire** :

Valeur du **SoH** en **binaire** :

Valeur du **SoH** en **décimal** :

Valeur du **SoC** en **binaire** :

Valeur du **SoC** en **décimal** :

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 réponses DRS3

```
1 Fonction gererBiberonnage( idTram ) :
2     SOH1, SOC1, SOH2, SOC2, SOH3, SOC3 = LectureDonnees( idTram )
3     tramFonctionnel = ……
4     Si    tramFonctionnel  alors :
5         Retard = horaireDepasse(idTram)
6         EBatt = ……..
7         Tant que : ……. Faire :
8             demanderCharge(idTram)
9             Retard = horaireDepasse(idTram)
10            SOH1, SOC1, SOH2, SOC2, SOH3, SOC3 = LectureDonnees( idTram )
11            EBatt = ……..
12        Fin Tant que
13        ……
14    Sinon :
15        ……..
16    Fin Si
```

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 © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

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.