

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Coefficient 16

Durée : 20 minutes -1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

- **Dossier de Présentation**..... Pages 2
- **Dossier de Travail Demandé**..... Pages 3 à 6
 - Partie relative aux enseignements communs Pages 3 à 4
 - Partie relative à l'enseignement spécifique..... Pages 5 à 6
- **Dossier Technique et Ressource** Pages 7 à 8

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 2022 |
| Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle | Code : 2022-15-SIN | Page 1 / 8 |

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Kit de motorisation de vélo

Mise en situation

Ces derniers mois, et notamment à la suite du premier déconfinement, les ventes de vélo ont connu une forte croissance. Ce mode de transport connaît un engouement pour son aspect à la fois économique, écologique et bon pour la santé. Des municipalités telles que Lyon ou Paris investissent pour développer la pratique du vélo.

Dans ce contexte, le vélo électrique est en plein essor mais son coût d'acquisition reste encore élevé.

Une alternative consiste alors à équiper un vélo traditionnel d'un kit de motorisation.

L'étude portera sur un moteur **pédalier** 250 W adaptable sur un vélo classique.



Figure 1 : présentation de l'ensemble

Caractéristiques techniques :

- Moteur **pédalier** de **3,85 kg**
- Assistance jusqu'à **25 km·h⁻¹**
- Batterie : **Tension : U = 36 V**
Capacité : Q = 10 A·h

Le constructeur annonce une autonomie variant de **30 à 60 km** selon les conditions d'utilisation.

Ce kit moteur 250 W doit être **conforme à la norme européenne** fixant les critères pour qu'un vélo à assistance électrique puisse circuler sur la voie publique :

- la puissance du moteur ne doit pas dépasser les 250 W ;
- un capteur de pédalage doit impérativement être installé sur le vélo afin que l'assistance ne s'enclenche qu'en cas de pédalage ;
- si la vitesse du vélo atteint 25 km·h⁻¹, l'assistance doit obligatoirement se couper.

Problématique :

L'objectif de l'étude est de **vérifier l'autonomie** annoncée par le constructeur dans des conditions classiques d'utilisation et de **valider la légalité** des performances de vitesse des kits moteur de vélo.

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Étude de l'évolution des ventes de vélos à assistance électrique (VAE)

Question 1 **Analyser** sur le graphique de la figure 1 l'évolution de la part du marché des vélos à assistance électriques en France par rapport aux vélos traditionnels.
DTR1

Étude de l'autonomie de la batterie

Pour faire un calcul théorique de l'autonomie nous retenons les hypothèses suivantes :

- l'alimentation du moteur est coupée par le contrôleur lorsque la batterie est déchargée à **80%** (on ne décharge pas complètement une batterie Lithium-Ion pour ne pas l'endommager) ;
- on considère que le moteur du VAE absorbe une énergie moyenne de **10 W·h·km⁻¹**.

Question 2 **Calculer** l'énergie utile théorique E de la batterie si l'on décide de couper l'alimentation lorsqu'elle est déchargée à 80%.

On donne : $E = Q \times U$ avec

E : énergie utile de la batterie en W·h

Q : capacité de la batterie en A·h

U : tension de la batterie en V

Pour la suite, on prendra : $E = 290 \text{ W·h}$

Question 3 **Calculer** l'autonomie (en km) de la batterie dans ces conditions. Conclure quant au respect des données constructeur.

Étude de la vitesse maximale du vélo

Pour faire un calcul théorique de cette vitesse, nous retenons les hypothèses suivantes :

- fréquence maximale que peut atteindre le moteur entraînant le plateau: $N_{\text{plateau}} = 110 \text{ tr·min}^{-1}$ soit une vitesse angulaire $\omega_{\text{plateau}} = 11,52 \text{ rad·s}^{-1}$;
- diamètre de la roue : 26 pouces soit 0,660 m ;
- nombre de dents du plateau (menant) : $Z_{\text{plateau}} = 32$;
- nombre de dents du pignon (mené) : $Z_{\text{pignon}} = 11$.

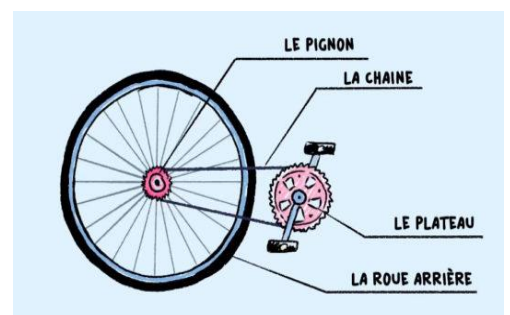


Figure 2 : les différents éléments

Question 4 | **Calculer** la vitesse de rotation de la roue (ω_{roue}) lorsque moteur tourne à sa vitesse maximale.

Pour la suite, on prendra : $\omega_{roue} = 34 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$

Question 5 | **Calculer** la vitesse maximale V du vélo en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Conclure en comparant cette valeur avec les exigences fixées par la norme européenne.

On donne : $V = R \times \omega_{roue}$

V : vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

R : rayon de la roue en m

ω_{roue} : vitesse angulaire de la roue en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$

Partie relative à l'enseignement spécifique

Le moteur est piloté par un contrôleur communiquant avec la console utilisée par le cycliste (voir DTR2)

On s'intéresse dans cette partie à la gestion de l'assistance par le contrôleur ainsi qu'à la communication entre la console et le contrôleur.

On veut vérifier la capacité du contrôleur à communiquer la vitesse du vélo au cycliste et à couper l'assistance si la vitesse dépasse $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ou si le cycliste cesse de pédaler.

La vitesse est déduite de la fréquence de rotation de la roue qui est mesurée par un capteur fixée sur la roue arrière du vélo.

Question 6 Parmi les flux repérés 1, 2, 3 et 4 sur le diagramme des blocs internes (DTR2-figure 2) **identifier** celui qui permet de transmettre l'information de vitesse du vélo calculée par le contrôleur à la console de gestion du système. **Préciser** la nature de cette information.

DTR2

La communication entre la console utilisée par le cycliste et le contrôleur de gestion de l'assistance suit le protocole décrit dans le document DTR3.

On relève lors d'une communication les trames suivantes :

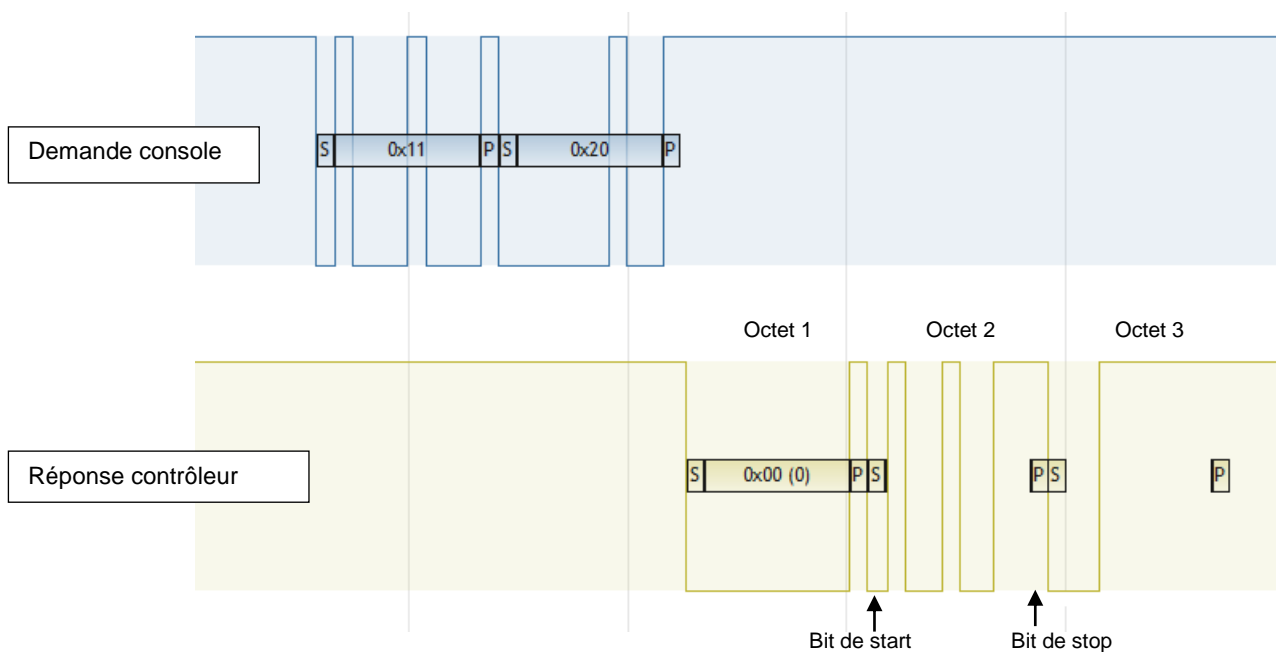


Figure 3 : chronogrammes des trames console / contrôleur

Question 7 **Identifier** le type de demande envoyée par la console au contrôleur.

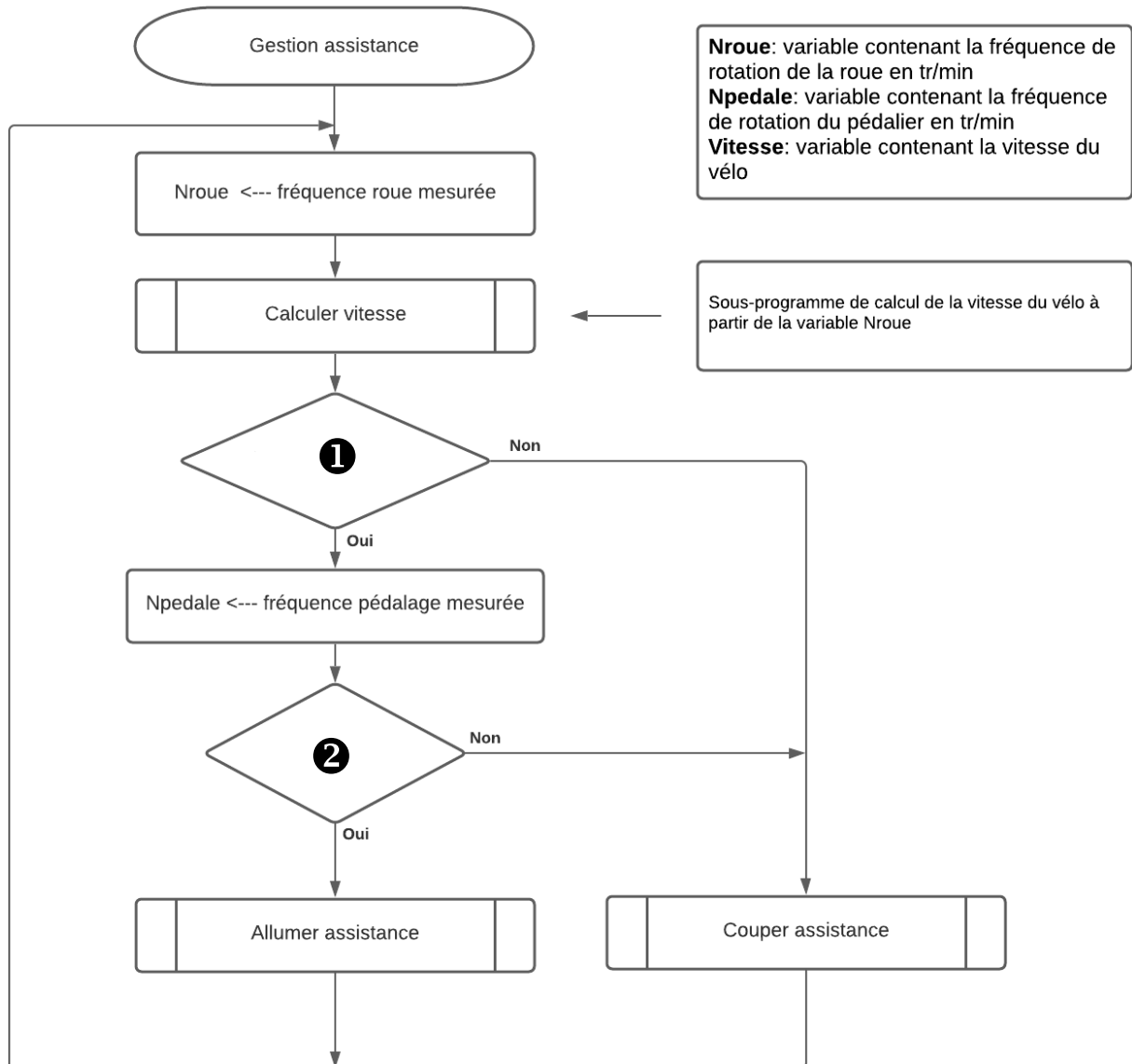
DTR3

Question 8 **Déchiffrer** l'octet 2 de la réponse du contrôleur : donner le résultat en binaire puis en hexadécimal.

DTR3

En **déduire** la vitesse du vélo mesurée lors de cet échange.

On donne ci-dessous l'algorithme incomplet de gestion de l'assistance par le contrôleur.



Question 9 **Compléter** les tests manquants (repérés ❶ et ❷) en choisissant parmi les conditions suivantes : $Vitesse = 0$; $Npedale > 0$; $Vitesse < 25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$; $Npedale = 0$; $Vitesse > 25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

Question 10 **Conclure** sur les performances de ce kit de motorisation en ce qui concerne :

- l'autonomie ;
- le respect de la législation.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

DTR1 : étude comparative de l'évolution des ventes de vélos en France

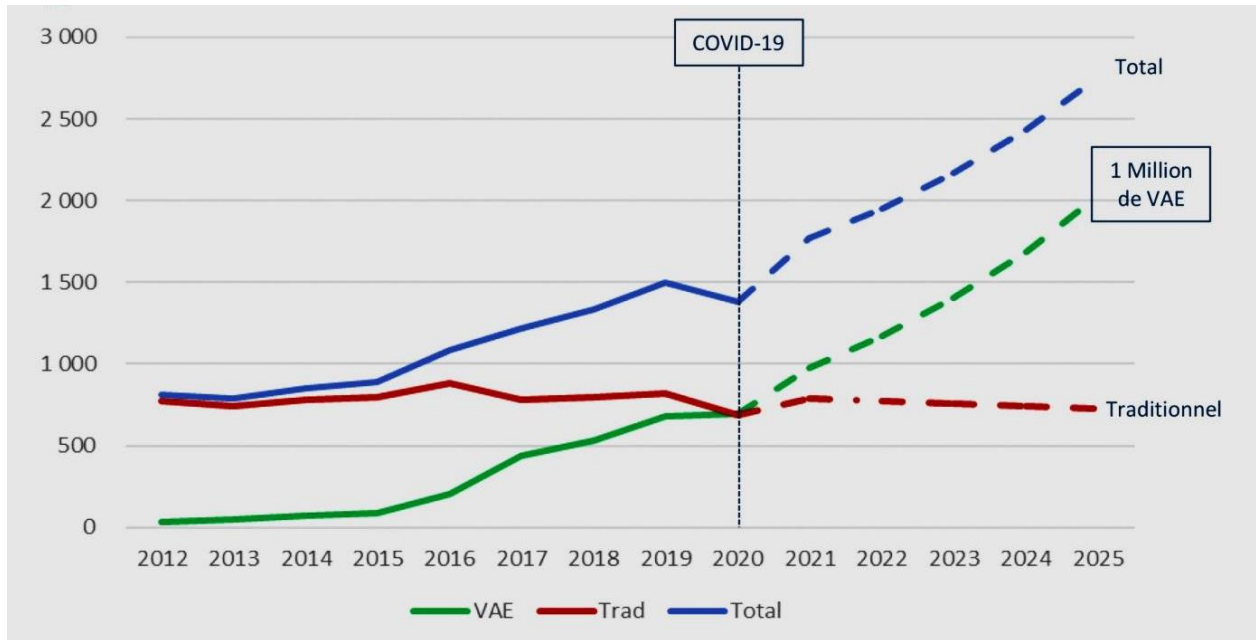


Figure 1 : évolution du marché total des vélos en France (en k€)

DTR2 : diagramme de blocs internes du vélo à assistance électrique

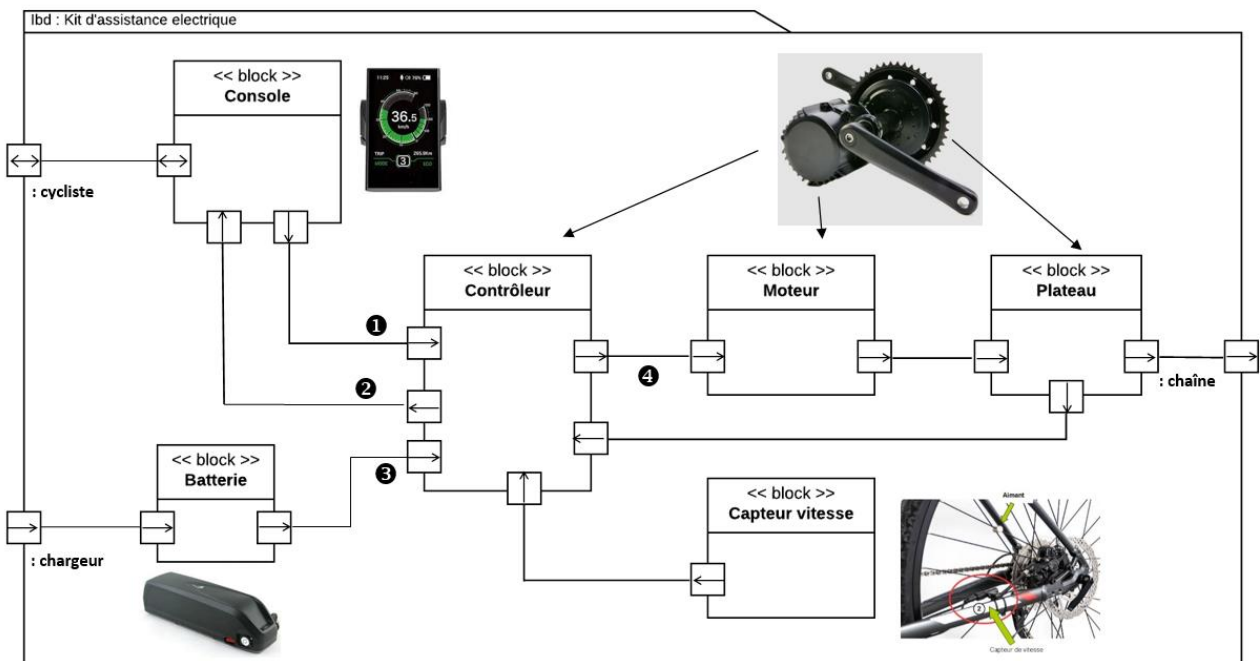


Figure 2 : diagramme des blocs internes du vélo à assistance électrique

DTR3 : protocole de communication entre la console et le contrôleur.

C'est la console qui mène la communication : elle envoie à intervalles réguliers une demande à laquelle répond le contrôleur BBS selon le protocole ci-dessous

| | | |
|--|-----------|--|
| Demande de l'état de la batterie (11 11) | | Demande réitérée 2 fois par seconde |
| Console : | 0x11 0x11 | (pourcentage de charge de la batterie) |
| BBS : | 0x64 0x64 | (0x64 = 100 en décimal ; octet dédoublé) |
| Demande de courant consommé(11 0A) | | Demande réitérée 2 fois par seconde |
| Console : | 0x11 | Requête |
| Console : | 0x0A | |
| BBS : | 0x01 0x01 | (0x01 : 1 A ; octet dédoublé) |
| Demande de la vitesse (11 20) | | Demande réitérée 2 fois par seconde |
| Console : | 0x11 | Requête |
| Console : | 0x20 | |
| BBS : | 0x00 0xC9 | (0xC9 --> 25 km.h"avec une roue de 26") |
| BBS : | 0xFC | CRC |

Tableau 1 : extrait du protocole de communication

La communication entre la console et le contrôleur se fait par liaison série de type UART (1bit de start repéré S, 8 bits de données, pas de bit de parité, 1 bit de stop repéré P). Le format d'échange d'un octet sur cette liaison est le suivant :

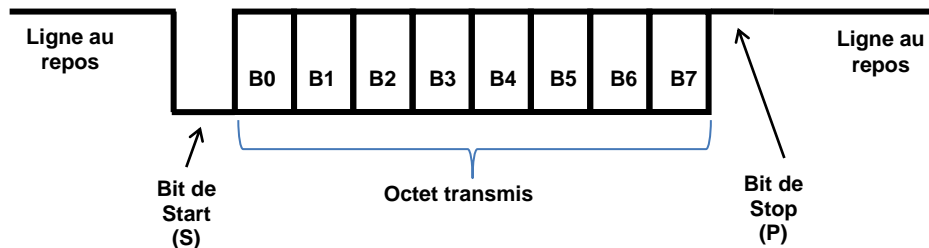


Figure 3 : format d'une trame échangée entre la console et le contrôleur

NB : le bit de poids faible B0 d'un octet est transmis en premier.

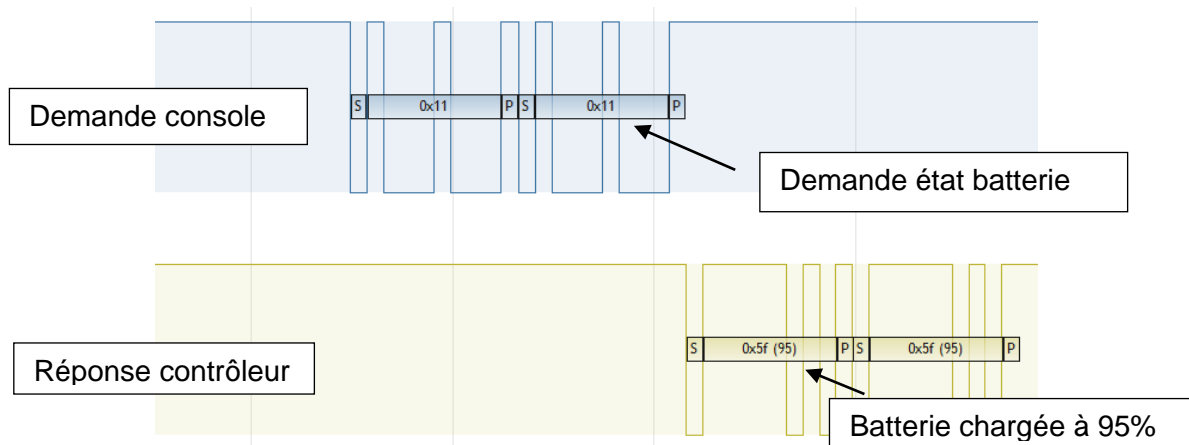


Figure 4 : exemple de trame capturée