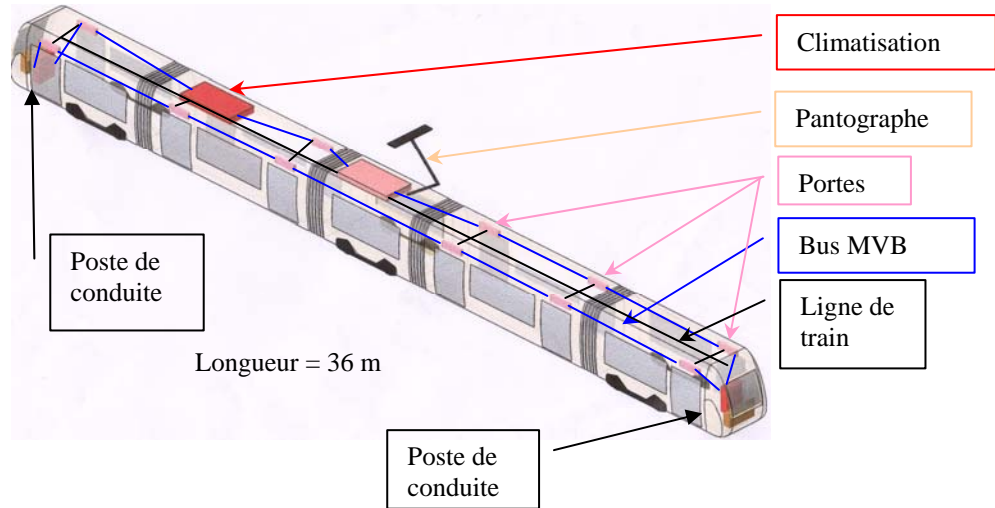


Chaque tramway est doté d'un système autonome de communication et de gestion de l'information, en relation avec toutes les unités indépendantes (la climatisation, le pantographe, les portes d'accès, ...). Ce système comprend deux unités informatiques de supervision, situées dans chacun des postes de conduite, aux extrémités de la rame :



Certaines informations doivent être centralisées et transmises depuis les deux postes de conduite vers l'ensemble des 12 portes, ou inversement.

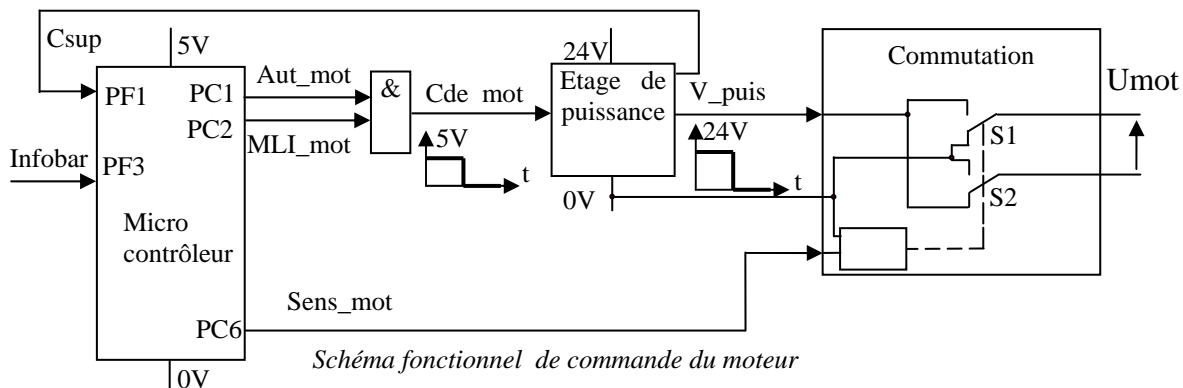
A cet effet, deux médias sont utilisés :

- **la ligne de train (LT)** est constituée d'un ensemble de fils électriques véhiculant des informations logiques en 0-24V,
- **le bus de véhicule multifonctionnel (MVB)** est un bus de terrain, de type liaison RS485, et transporte des messages à une vitesse de 1,5 Mbit/s.

Chaque porte est gérée individuellement par **un module électronique de commande (EDCU : Electronic Door Control Unit)** afin d'assurer la sécurité des passagers et le confort optimal d'utilisation. Différents éléments sont raccordés localement à ce module (motoréducteur, cellule photoélectrique, bouton poussoir d'ouverture, ...).

Lors d'une détection d'une présence par une cellule photoélectrique, la porte interrompt immédiatement son mouvement de fermeture et repart en cycle d'ouverture. Cela implique :

- la prise en compte de l'information logique (Infobar) délivrée par la cellule dans l'algorithme de fermeture de la porte (voir ci-dessus),
- l'influence sur le sens de rotation du moteur dont le schéma fonctionnel est donné ci-dessous.



On donne les informations suivantes :

Informations	Mnémotechniques	Caractéristiques
Détection passager	Infobar	1 = passager détecté (sinon 0)
Image couple moteur	Csup	1 = force supérieure à 150 N (ou porte en butée).
Autorisation marche moteur	Aut_mot	1 = autorisation
Sens de rotation du moteur	Sens_mot	1 = contacts S1 et S2 au repos U _{mot} > 0
Temps de maintien ouverture porte	Temp_ouv	3 secondes (variable interne au micro-contrôleur)

1. Afin de vérifier l'influence de la détection d'une présence (par la cellule photoélectrique) sur le sens de rotation du moteur :

- A partir de l'analyse du schéma fonctionnel de commande du moteur ci-dessus, compléter les chronogrammes du document réponse.
- A partir de l'analyse de l'algorithme de fermeture de la porte (ci-contre), compléter les chronogrammes du document réponse.

```

Début
  Répéter
    Sens_mot = 1
    Aut_mot = 1
    Si Infobar
      Répéter
        Sens_mot = 0
        Jusqu'à ( Csup = 1 )
        Aut_mot = 0
        Attendre 3s
      Fin si
    Jusqu'à ( Csup = 1 )
  Sens_mot = 0
  Aut_mot = 0
Fin
  
```

Pour des raisons de sécurité, le conducteur est informé du verrouillage des 12 portes (numérotées de 1 à 6 et de 11 à 16) par la ligne de train LT et par le bus de terrain MVB.

Le tramway ne peut pas démarrer tant que toutes les portes ne sont pas correctement fermées et verrouillées. L'étude porte sur la prise en compte des contraintes C3 et C5 dans la transmission de l'information « porte verrouillée » par la ligne de train LT et par le bus de terrain MVB.

Algorithme de fermeture de la porte

Le schéma électrique ci-dessous montre le raccordement des contacts de verrouillages des 12 portes sur la ligne de train.

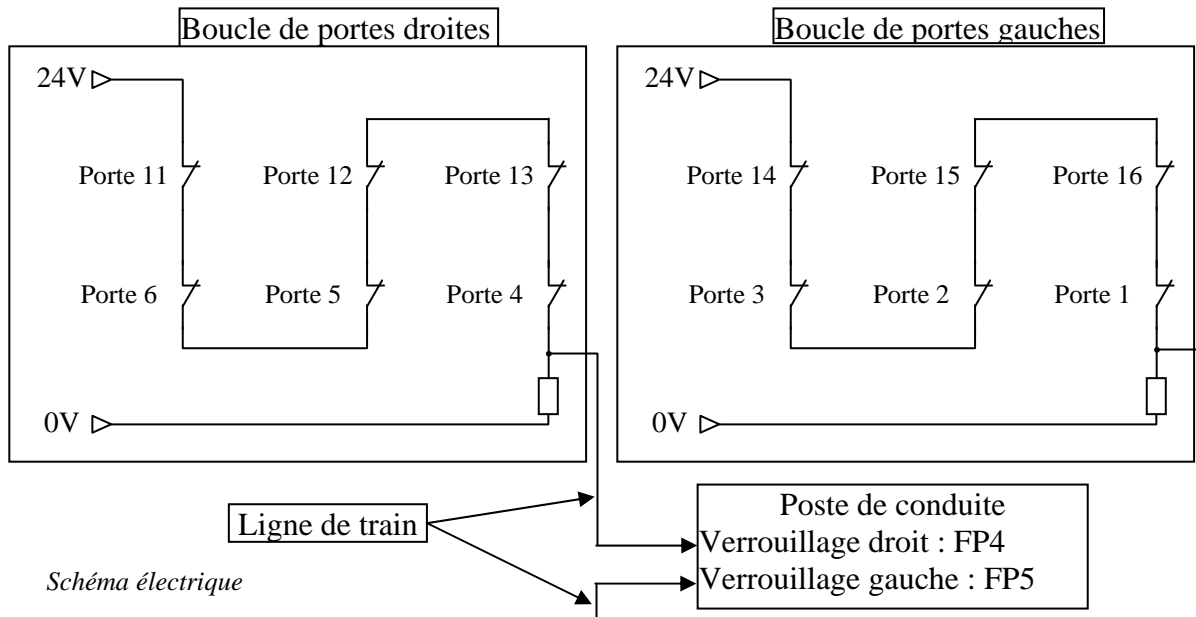
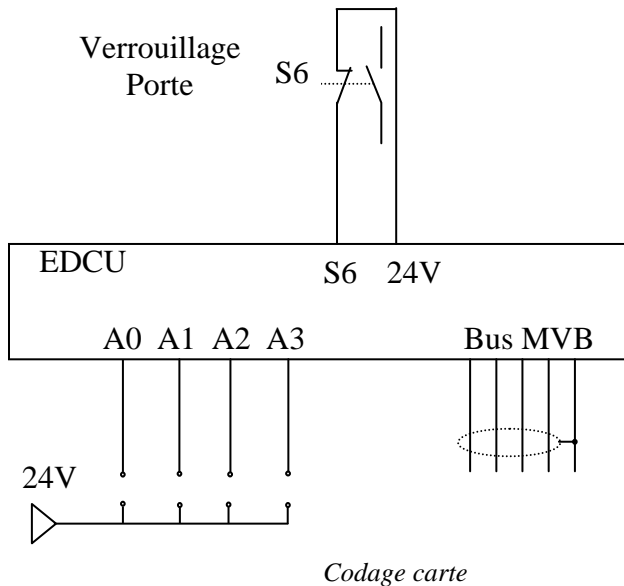


Schéma électrique

2. Montrer comment est transmise l'information par la ligne de train. Pour cela, compléter le tableau 1 du document réponse.

L'information « porte verrouillée » est également transmise vers le poste de conduite via le bus de terrain MVB. Chaque contact de porte transmet l'information de verrouillage porte (S6) sur la carte électronique embarquée (EDCU). L'information est ensuite codifiée puis envoyée par la carte électronique au poste de conduite via le bus de terrain MVB.

Chacune des 12 portes possède une adresse codée sur 12 bits. Seul le paramétrage sur la carte électronique des 4bits de poids faible permet l'identification de la porte. Le tableau ci-dessous montre le paramétrage des portes (un x dans le tableau représente la mise en place d'un cavalier sur la carte électronique).



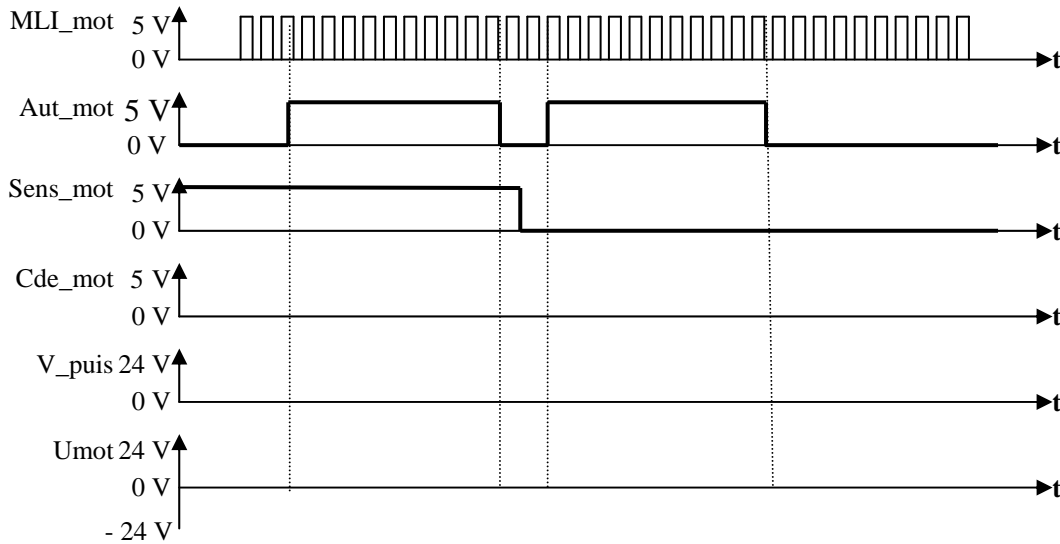
Numéro de porte	Bits de poids faibles			
	A3	A2	A1	A0
1				
2				x
3			x	
4			x	x
5		x		
6		x		x
11		x	x	
12		x	x	x
13	x			
14	x			x
15	x		x	
16	x		x	x

3. Montrer comment est transmise l'information par le bus de terrain MVB. Pour cela :

- Compléter le tableau 2 sur le document réponse (l'indice H signifie que le nombre est écrit en base hexadécimale).
- A partir de l'analyse du document technique, déterminer les deux trames transmises sur le bus de terrain MVB lorsque :
 - le maître interroge la porte 15 sur l'état de son contact de verrouillage,
 - la porte 15 répond qu'elle n'est pas verrouillée à cause d'un obstacle.
 (Utiliser la lettre x pour les bits dont l'état ne nous intéresse pas ainsi que pour les bits de contrôle.)

Document réponse

Chronogrammes relatifs à l'analyse du schéma fonctionnel de commande du moteur :



Chronogrammes relatifs à l'analyse de l'algorithme de fonctionnement de la porte :

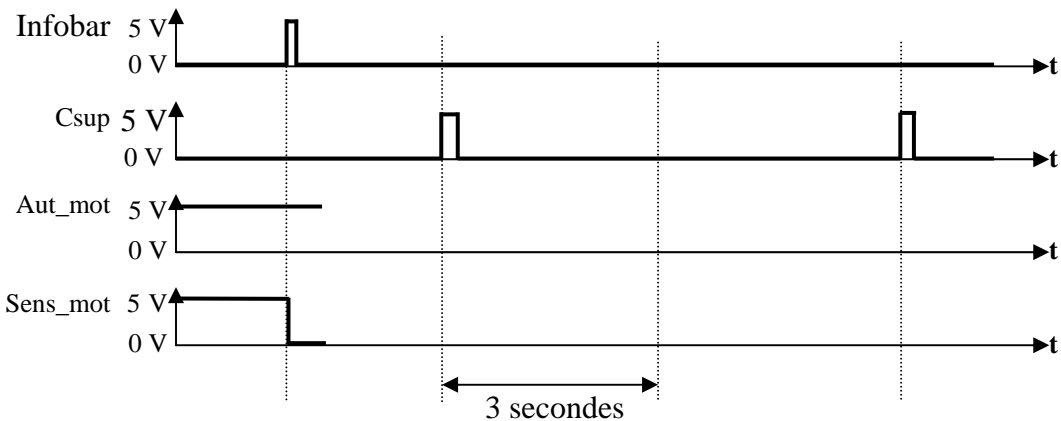


Tableau 1 :

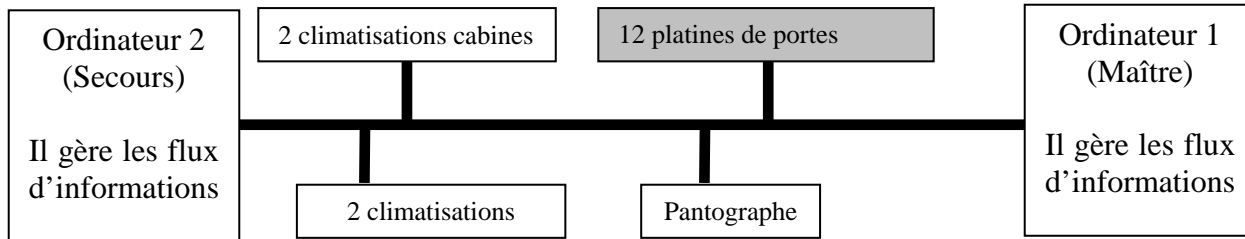
Contact de verrouillage ouvert	Etat de FP4 (0 ou 24V)	Etat de FP5 (0 ou 24V)	Manœuvre Tramway (<i>Autorisée ou Interdite</i>)
Porte 1			
Porte 1 et porte 12			
Porte 6			
Porte 1 et porte 14			
Aucun			

Tableau 2 :

Porte	Niveau de S6	Adresse basse	Infos transmises sur le bus MVB
Porte 5 non verrouillée	0V	4 _H	4 _H , S6=0
Porte 12 verrouillée			
Porte 16 non verrouillée			

Bus de terrain MVB du tramway : protocole

Avant d'être transmises par l'intermédiaire du bus MVB, toutes les informations sont codifiées par les unités électroniques locales (EDCU, climatisation, pantographe, ...).



Le protocole utilisé définit la procédure d'établissement de connexion, le transfert du message, la fin de la connexion entre le maître (ordinateur) et les esclaves (unités électroniques indépendantes). Le maître interroge un des esclaves et il attend sa réponse.

Chaque élément raccordé sur le bus possède une adresse de 12 bits. Pour les platines de portes, les 8 bits de poids fort sont figés (48_H) et les 4 bits de poids faible sont paramétrables par la mise en place de cavaliers sur les cartes électroniques ECDU (de 0_H à B_H).

Le maître envoie sur le bus le message de 33 bits suivant :

<i>Master_Start_Delimiter</i> Début trame maître	<i>Function code</i> Code fonction	<i>Adress</i> Adresse	<i>Check Sequence</i> Octet de contrôle
9 bits	4 bits	12 bits	8 bits

L'esclave concerné répond alors sur le bus le message de 33 bits suivant :

<i>Slave_Start_Delimiter</i> Début trame esclave	<i>Data</i> Données	<i>Check Sequence</i> Octet de contrôle
9 bits	16 bits	8 bits

Les messages se terminent par un signal électrique spécifique (*ED : End delimiter*).

L'émetteur du message génère l'octet de contrôle avec un algorithme spécifique. Celui qui reçoit le message effectue la même opération et peut ainsi vérifier si il n'y a pas eu d'erreur de transmission.

La lecture des informations logiques présentes sur les cartes ECDU se fait avec le code fonction 2_H.

Exemple d'informations logiques présentes sur les cartes ECDU (codés sur 33 bits) :

Rang Bit (de 0 à 15)	Commentaire
4	Porte verrouillée = 1
10	Porte bloquée à cause d'un obstacle = 1
11	Porte entièrement ouverte = 1

Exemple d'échange :

- le maître désire connaître l'état de la porte 5 :

1 1101 0000	0010	0100 1000 0100	xxxx xxxx
<i>Début trame maître</i>	<i>Demande d'état d'une porte</i>	<i>Adresse porte 5</i>	<i>Octet de contrôle</i>

- l'esclave répond :

1 1001 1000	xxxx xxxx xxx1 xxxx	xxxx xxxx
<i>Début trame esclave</i>	<i>Donnée : porte verrouillée (rang4=1)</i>	<i>Octet de contrôle</i>