

PARTIE D



ETUDE DE LA TRANSMISSION VOIE-MACHINE.

Problématique : Dans cette partie, on vous demande d'étudier la transmission d'informations à la motrice de l'AGV et de proposer une solution technologique pour le traitement et l'affichage des données.

Ce dossier est constitué de :

- 11 pages numérotées D1 à D11 [questionnement et espace réponse.]
- 4 pages numérotées DT D1 à DT D4 [Documents techniques]

Durée maximum conseillée : 1 heure

I. Mise en situation.

La circulation routière est régie par un certain nombre de règles, afin que chaque usager puisse circuler avec un maximum de sécurité, dans le respect des autres utilisateurs.

Ainsi, le passage à un carrefour est régi par une signalisation lumineuse (feux tricolores) ou fixe (panneaux).

Les lignes ferroviaires classiques sont également équipées d'une signalisation lumineuse.

D.1.1. En supposant qu'un signal fixe soit visible à 50 m et une vitesse de train de 360 km/h, **calculer** le temps dont dispose le conducteur pour voir un signal.

$$360 \text{ km/h} \Rightarrow 100 \text{ m/s} = 0,50 \text{ s}$$

D.1.2. **Conclure** sur la nécessité d'une signalisation embarquée dans la cabine des Trains à Grande Vitesse.

Le conducteur n'a pas le temps de lire une information au bord de la voie. L'affichage en cabine est indépendant des conditions météo.

Le système retenu pour effectuer la signalisation sur la Ligne Grande Vitesse est un affichage permanent des informations en cabine. Ce système, **T**ransmission **V**oie-**M**achine (TVM), transmet à la cabine, en temps réel et de manière continue, les informations provenant du circuit de voie.

Ces informations, relatives aux limitations de vitesse à respecter en fonction de l'état de la signalisation, sont transmises à des fréquences particulières, qui viennent s'ajouter au courant de circuit de voie. La vitesse limite qu'il ne doit pas dépasser ainsi qu'une annonce de la vitesse qu'il devra respecter à l'entrée du prochain canton sont directement reportées sur un afficheur lumineux au centre du tableau de bord.

II. Principaux risques liés à la circulation ferroviaire.

Les principaux risques liés à la circulation ferroviaire sont :

- Le déraillement
- Le nez à nez (quand 2 trains se retrouvent face à face sur une même voie)
- La prise en écharpe (quand un train arrive sur un aiguillage déjà occupé par un train venant d'une autre direction)
- Le rattrapage (quand le train suiveur rattrape celui qui le précède)
- La rencontre d'obstacle.

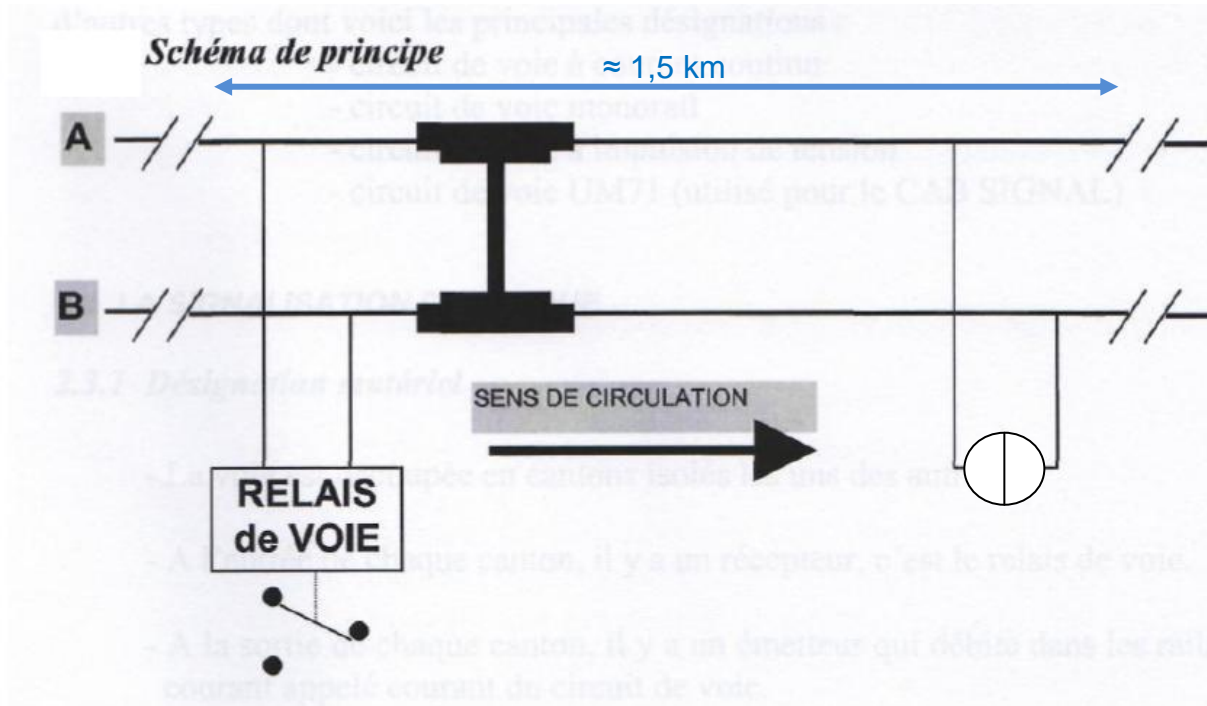
Le risque de **déraillement** est géré par la limitation de vitesse de la rame.

Le risque de **nez à nez** est limité par une bonne gestion des voies.

Les risques de rencontre d'obstacle, de rattrapage et de prise en écharpe seront l'objet de notre étude.

III. Le circuit de voie.

Chaque canton (voir page DT D1) est surveillé par un circuit de voie dont le principe est donné ci-dessous :



Les voies A et B, sont 2 rails isolés entre eux et par rapport à la terre. Sur la partie droite du schéma, on trouve un générateur de courant. Sur la partie gauche, un relais alimenté par ce générateur.

D.3.1. Etude de la surveillance d'un canton.

D.3.1.1. **Indiquer** quels sont les états (excité ou désexcité) du relais dans le cas où il n'y a pas de train sur le canton et dans le cas où il y a un train sur le canton (les essieux des trains étant conducteurs). Justifiez votre réponse.

Lorsqu'il n'y a **pas de train**, le relais est **excité**.
Lorsqu'il **y a un train**, le relais est **désexcité** car le générateur est **court-circuité**.

D.3.1.2. **Expliquer** pourquoi le générateur alimentant le relais doit être un générateur de courant et non un générateur de tension.

Un générateur de tension ne supporte pas d'être mis en court-circuit (présence d'un train)

D.3.1.3. **Indiquer** quel est l'état du relais dans le cas où il y a une rupture de rail. **Justifier** votre réponse.

En cas de rupture de rail, le relais n'est plus alimenté, il est désexcité

D.3.1.4. En cas de panne du générateur, l'état du relais correspondrait-il à une présence ou à une absence de train ? **Justifier** votre réponse.

En cas de panne d'un élément, le signal donné correspond à une présence de danger (relais désexcité).

D.3.2. Etude de la séparation électrique entre 2 cantons.

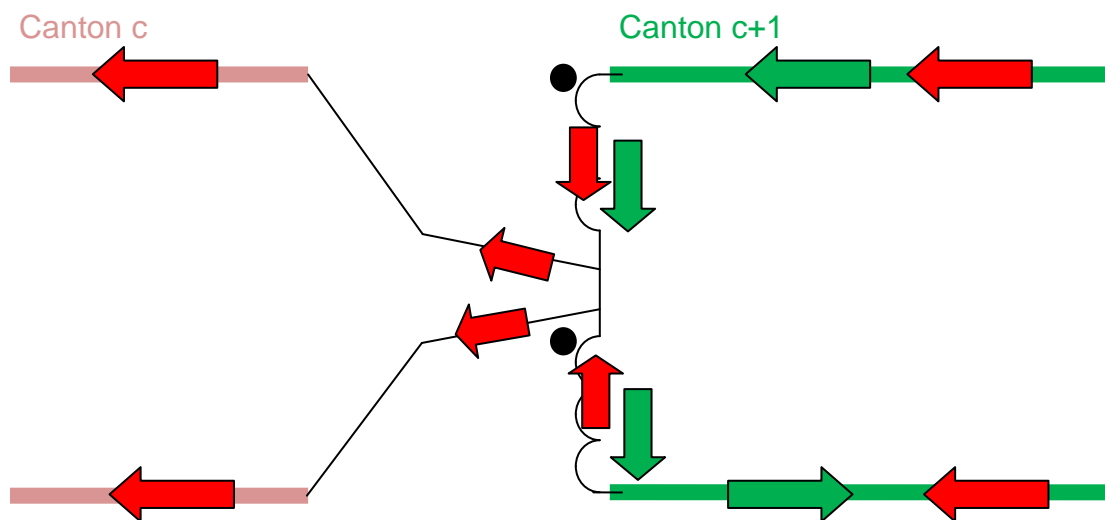
L'alimentation électrique d'une AGV se fait par 2 bornes :

- L'une des bornes est la caténaire
- L'autre borne est constituée par les rails.

Le courant de retour doit rejoindre le poste d'alimentation en traversant tous les cantons qui le séparent de celui-ci.

Par contre, le signal de surveillance du canton ne doit pas quitter celui-ci.

La solution retenue est l'utilisation d'une connexion inductive dont on vous demande d'étudier le fonctionnement.



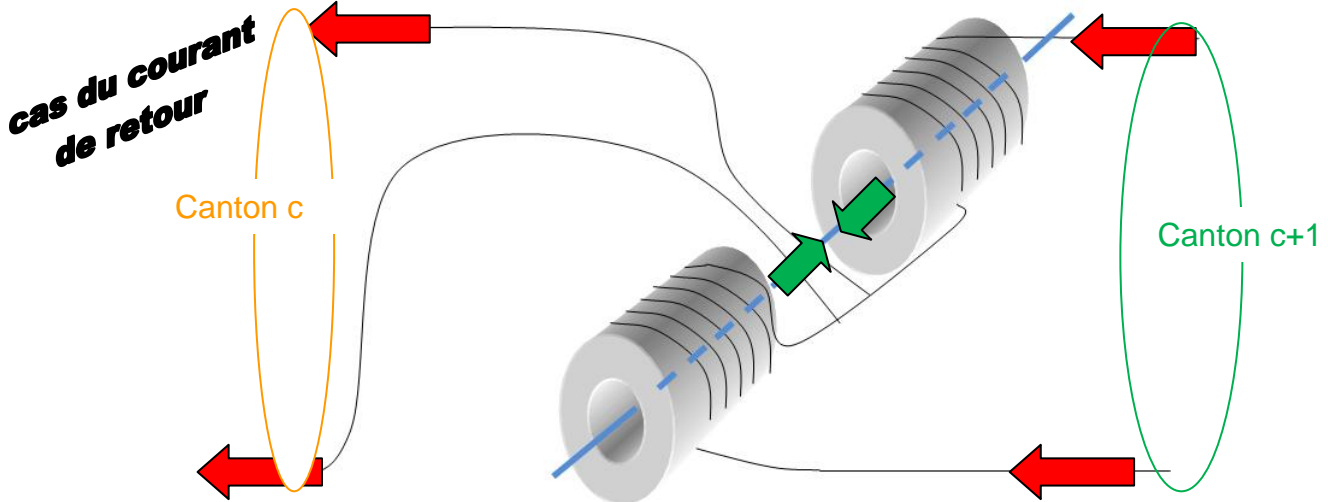
Une connexion inductive est constituée d'un bobinage de grosse section dont le point milieu est sorti et relié au canton précédent afin de permettre le passage du courant de retour.

On suppose que le courant de retour est uniformément réparti entre les 2 rails.

Sur le dessin ci-dessus figurent le courant de retour (en rouge) et le courant de surveillance (en vert), pour une alternance de ces courants.

Sur les dessins ci-dessous, la connexion inductive est représentée dans l'espace. Le trait bleu représente le passage des lignes de champ.

D.3.2.1. **Représenter en rouge**, sur le dessin ci-dessous, le passage du courant de retour, du canton {c+1} au canton {c}.

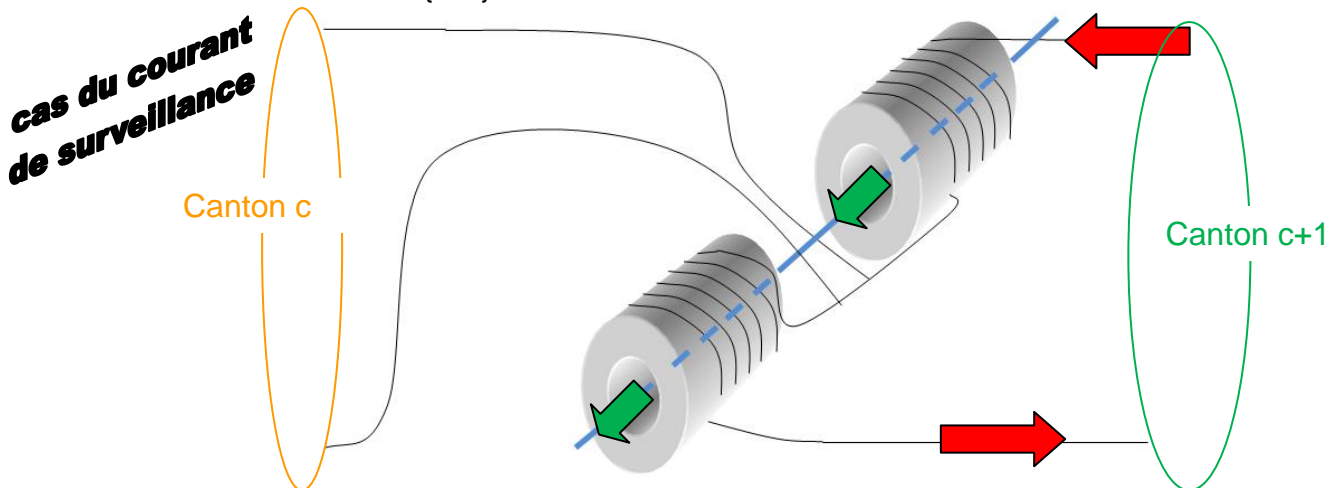


D.3.2.2. **Représenter en vert**, sur le dessin ci-dessous, le sens des champs magnétiques créés par le courant de retour dans les 2 bobines.

D.3.2.3. La présence de la bobine a-t-elle une influence sur le courant de retour ? **Justifier** votre réponse.

Pas d'effet car les champs s'annulent. Le courant ne « voit » pas la bobine.

D.3.2.4. **Représenter en rouge**, sur le dessin ci-dessous, le passage du courant de surveillance de canton {c+1}.



D.3.2.5. **Représenter en vert**, sur le dessin ci-dessous, le sens des champs magnétiques créés par le courant de surveillance dans les 2 bobines.

D.3.2.6. La présence de la bobine a-t-elle une influence sur le courant de surveillance ? Justifier votre réponse.

Les champs se cumulent, le courant « voit » une forte impédance.

IV. Transmission d'informations vitesses et nature de voie.

La prévention des déraillements passe par l'adaptation de la vitesse aux conditions de voie (nature, pente...) Le système TVM 430 (Transmission Voie-machine) est une transmission continue permettant d'informer le conducteur de ces informations.

Le support de transmission au sol est constitué par les rails. Le signal est détecté par des antennes montées sous la rame du TGV, à environ 2 m en avant du premier essieu.

Constitution du signal : voir à partir de la page DT D3.

D.4.1. Interprétation du signal.

D.4.1.1. La transmission dont il est question ici est-elle de type série ou de type parallèle ? **Justifier** votre réponse.

Il s'agit d'une transmission **parallèle**, car tous les bits sont transmis simultanément.

Chaque fréquence de signal est définie par le rang n du bit qu'il représente, suivant la formule :

$$f_n = 0,88 + (n - 1) \times 0,64 \quad f_n \text{ en Hertz.}$$

D.4.1.2. **Calculer** la fréquence des signaux des bits de rang 1 , 16 et 27.

$$f_1 = 0,8 \text{ Hz}$$

$$f_{16} = 10,48 \text{ Hz}$$

$$f_{27} = 17,52 \text{ Hz}$$

D.4.1.3. Quel serait le rang d'un bit dont la fréquence de signal serait de 50 Hz ?

$$n = (50-0,88)/0,64 = 77,75 \quad 77 \text{ ou } 78 \text{ sont considérés comme justes.}$$

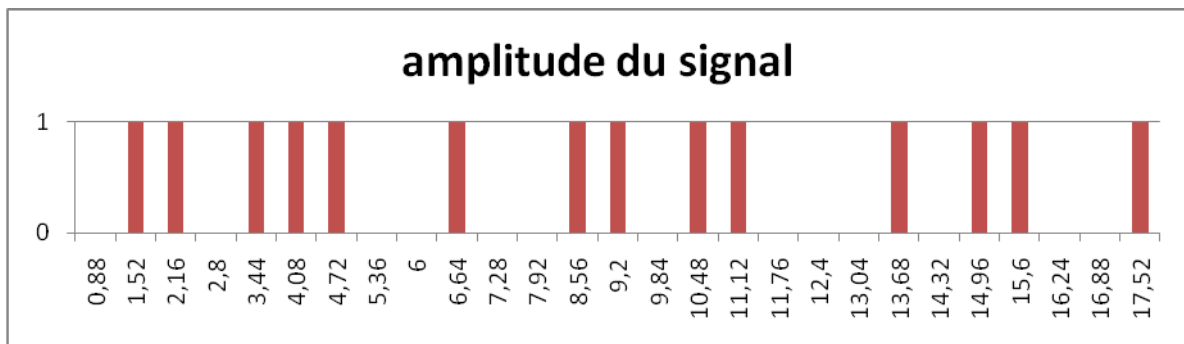
D.4.1.4. Pourquoi cette fréquence n'est-elle pas utilisée dans les codages ?

car le courant de traction, qui circule aussi dans les rails, a une fréquence de 50 Hz

D.4.1.5. Une sinusoïde supplémentaire de 25,68Hz est émise en permanence sur la voie. Quel est son rôle ?

Une absence du signal 25,68 Hz indiquerait une défaillance de l'émetteur.

On donne ci-dessous l'analyse spectrale ¹ d'un signal reçu par une AGV.



Répondre aux questions suivantes à l'aide des documents ressources

D.4.1.6. Sur quel type de réseau se trouve cette AGV ?

TGV Est

D.4.1.7. Quelle est la vitesse maximale autorisée sur cette portion de voie ?

300 km/h

D.4.1.8. Quelle sera la vitesse autorisée en sortie ?

270 km/h

D.4.1.9. Quelle est la longueur de ce tronçon ?

1 600 m

D.4.1.10. Quelle est la valeur de la déclivité de la voie (précisez s'il s'agit d'une montée ou d'une descente) ?

Pente descendante à 0,2 %

D.4.1.11. La vitesse autorisée en sortie étant inférieure à celle du tronçon présent, quelle est la décélération à appliquer afin d'avoir une réduction de vitesse la plus « douce » possible ? (on considèrera une décélération uniforme).

Vitesse moyenne sur le canton : 285 km/h, soit 79,2 m/s
Pour parcourir 1600 m, il faut 20,2 s
La différence de vitesse est de 30 km/h soit 8,3 m/s
Soit une décélération de 0,41 m/s².

¹ Une analyse spectrale donne la valeur des composantes d'un signal en fonction de leur fréquence.

D.4.2. Gestion de l'affichage.

On demande, dans cette partie, d'établir partiellement les éléments de logique permettant de commander l'éclairage du fond de l'afficheur.

Cet éclairage peut prendre 4 couleurs : rouge, noir, blanc et vert.

D.4.2.1. A partir des données des documents ressources, **compléter** le tableau de Karnaugh page **10** correspondant à **l'éclairage blanc**.
(ne compléter que les « 1 » et laisser les autres cases vides)

D.4.2.2. A partir du tableau de Karnaugh donné page D9, **établir** l'équation logique simplifiée de **l'éclairage Noir**.

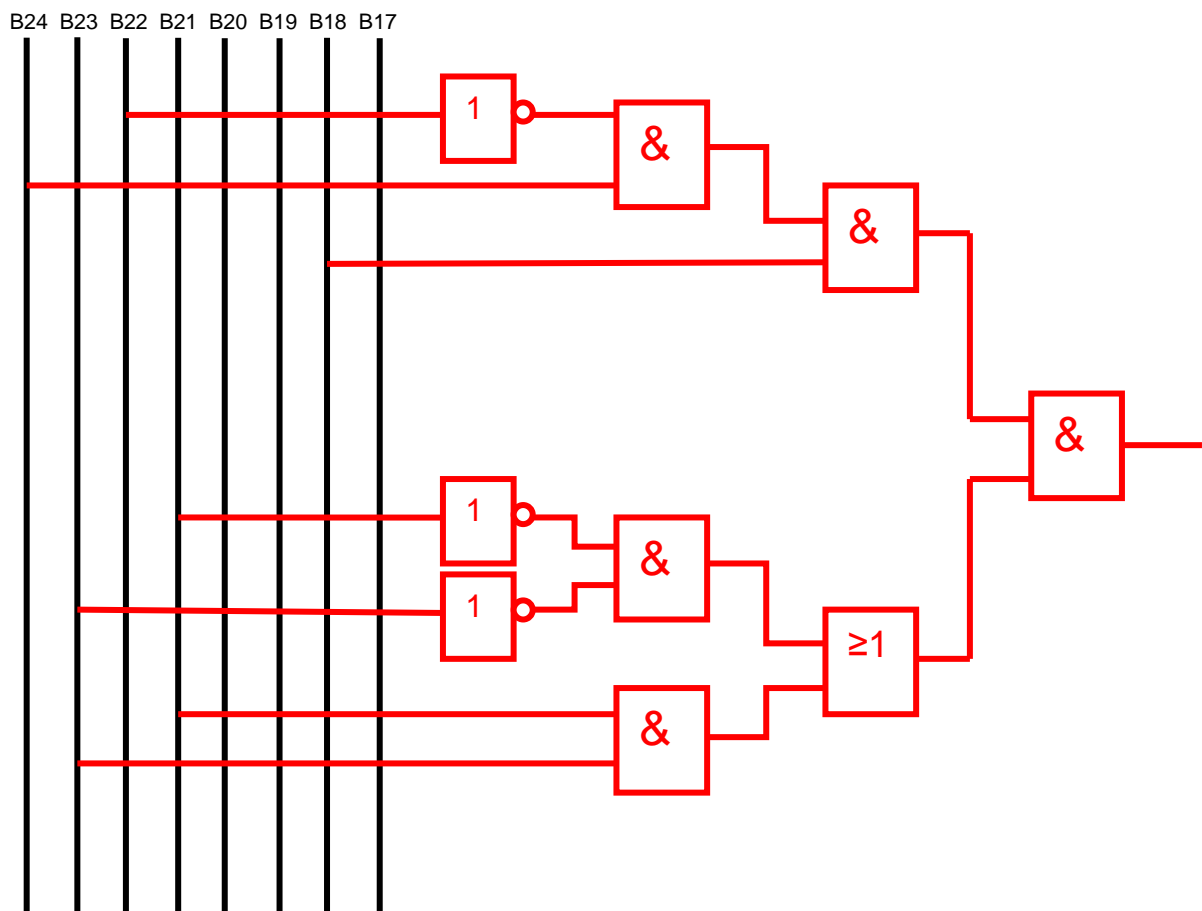
$$N = \overline{b24}.b22.\overline{b21}.b19 + \overline{b24}.b23.\overline{b22}.\overline{b21}.b20$$

D.4.2.3. On donne l'équation de l'affichage de l'éclairage **vert**.

$$V = b24.\overline{b22}.b18.(b23.b21 + \overline{b23}.\overline{b21})$$

Etablir, ci-dessous, le logigramme de cet affichage.

Utiliser des fonctions NON, ET et OU à 2 entrées.



B20 B19 B18 B17

B24 B23 B22 B21

	0000	0001	0011	0010	0110	0111	0101	0100	0101	0111	0110	0010	0011	0001	0000	1000	1001	1011	1010	1110	1111	1101	1100	1101	1110	1010	1001	1000		
0000					1																									
0001																														
0011																														
0010																														
0110					1								1																	
0111																														
0101																														
0100									1																					
1100																														
1101													1																	
1111																														
1110																														
1010																														
1011																														
1001																														
1000					1									1														1		

Coulu B20 B19 B18 B17

	0000	0001	0011	0010	0110	0111	0101	0100	1100	1101	1111	1110	1010	1011	1001	1000
0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0010	0	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	X	0	0	0	0
0110	0	0	0	0	X	1	1	1	1	1	1	X	0	0	0	0
0111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	X	X	1	1	1
1100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1101	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

B24 B23 B22 B21

D.4.3. Surveillance de la vitesse.

Nous traiterons, dans cette partie, l'exemple de la consigne de vitesse « 270 km/h ».

Tant que la consigne « 270 km/h » n'est pas parvenue au train, le système est en veille.

La transmission par la TVM de l'ordre « 270 km/h » met le système en surveillance, jusqu'à ce que la consigne de vitesse soit différente de 270 km/h.

Si la vitesse est dépassée, un voyant orange s'allume.

- Si la vitesse repasse sous 270 km/h, le système se remet en surveillance.
- Si la vitesse est encore supérieure à 270 km/h au bout de 2 s, une alarme retentit dans la cabine.

Dans ce cas :

- Si la vitesse repasse sous 270 km/h, le système se remet en surveillance.
- Si la vitesse reste au dessus de 270 km/h pendant 3 s, le TGV est arrêté en urgence (« mise en sécurité »).

Dans ce cas, une validation « contrôle sécurité » est nécessaire pour pouvoir redémarrer le train. Le système se remet alors en veille (étape initiale).

D.4.3.1. **Proposer**, page suivante, un grafcet point de vue commande permettant de répondre à la description ci-dessus.

On donne la syntaxe des différentes variables :

Consigne vitesse = 270 : la consigne de 270 km/h est donnée

Consigne vitesse ≠ 270 : la consigne de vitesse est différente de 270 km/h

Validation sécurité : l'alarme a été validée.

Orange : allumage du voyant orange

Alarme : l'alarme retentit

Mise en sécurité : la rame est arrêtée en urgence

Vitesse : valeur décimale de la vitesse mesurée

Espace Grafcet :

