

© Copyright 2010 tv <tvaira@free.fr>

Permission is granted to copy, distribute and/or modify this document under the terms of the GNU Free Documentation License,

Version 1.1 or any later version published by the Free Software Foundation; with no Invariant Sections, with no Front-Cover Texts, and with no Back-Cover.

☞ can obtain a copy of the GNU General Public License : write to the Free Software Foundation, Inc., 59 Temple Place, Suite 330, Boston, MA 02111-1307 USA

---

## SOMMAIRE

---

Surveillance du viaduc de Millau.....	3
Introduction.....	3
Chaîne d'acquisition.....	6
Ligne de tests d'injecteurs.....	10
Introduction.....	10
Principe de l'injection « COMMON RAIL ».....	10
Le lecteur IPT-FP.....	12

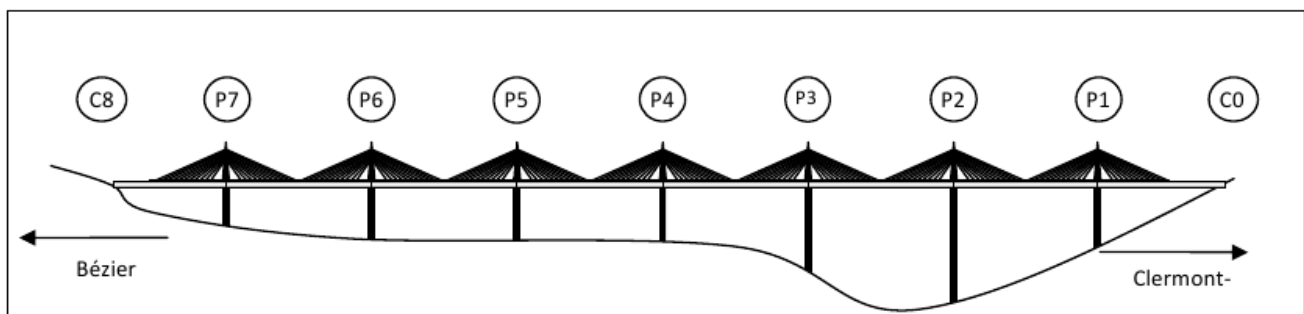
## SURVEILLANCE DU VIADUC DE MILLAU

### Introduction

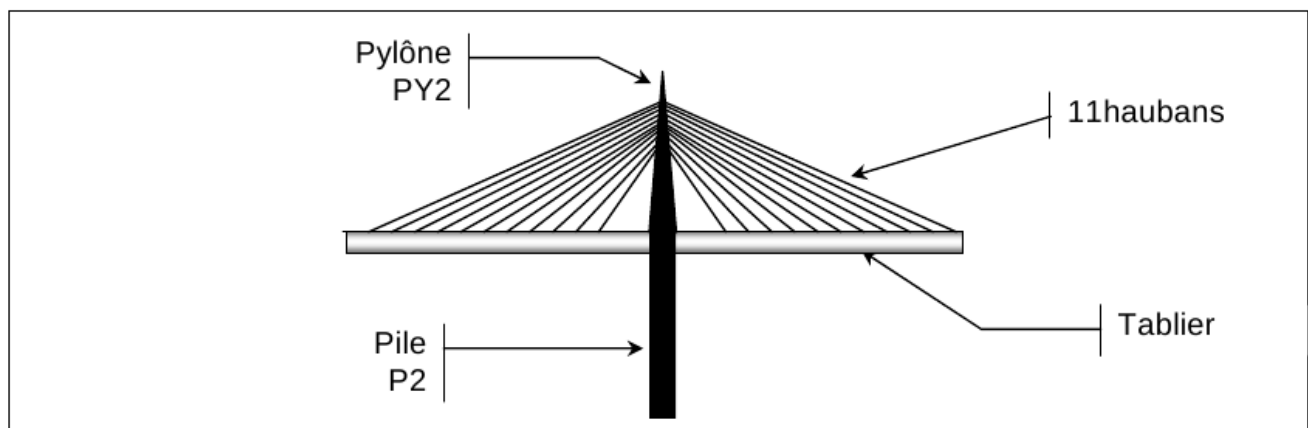
Le viaduc de Millau est un pont à haubans franchissant la vallée du Tarn (Aveyron) sur l'autoroute A71 entre Clermont-Ferrand et Béziers. Il permet de contourner la ville de Millau et d'éviter ainsi les embouteillages estivaux. Son tablier de 32 m de large accueille une autoroute de 2 fois 2 voies ainsi que 2 voies de secours.

Ce pont, achevé en 2004, détient quatre records du monde :

- Les piles les plus hautes : les piles P2 et P3 mesurent respectivement 244,96 et 221,05 m.
- La flèche la plus haute : le haut du pylône de la pile P2 culmine à 343 m.
- Le tablier routier le plus haut : 270 mètres par rapport au sol.
- Le tablier suspendu par haubans le plus long (2 460 m).



Les culées C0 et C8 sont les points d'ancrage à chaque extrémité du viaduc. Les véhicules circulent sur le tablier reposant sur les deux culées et les piles. Les haubans, dont les extrémités sont constituées par les pylônes et le tablier, ils stabilisent l'ensemble.



Le cahier des charges prévoit une durée d'utilisation du pont de 120 ans. La surveillance de l'ouvrage sur le long terme doit donc pouvoir respecter cette contrainte. Cette surveillance comporte trois aspects : contrôle des conditions d'exploitation, contrôle du comportement du viaduc et contrôle du vieillissement de la structure.

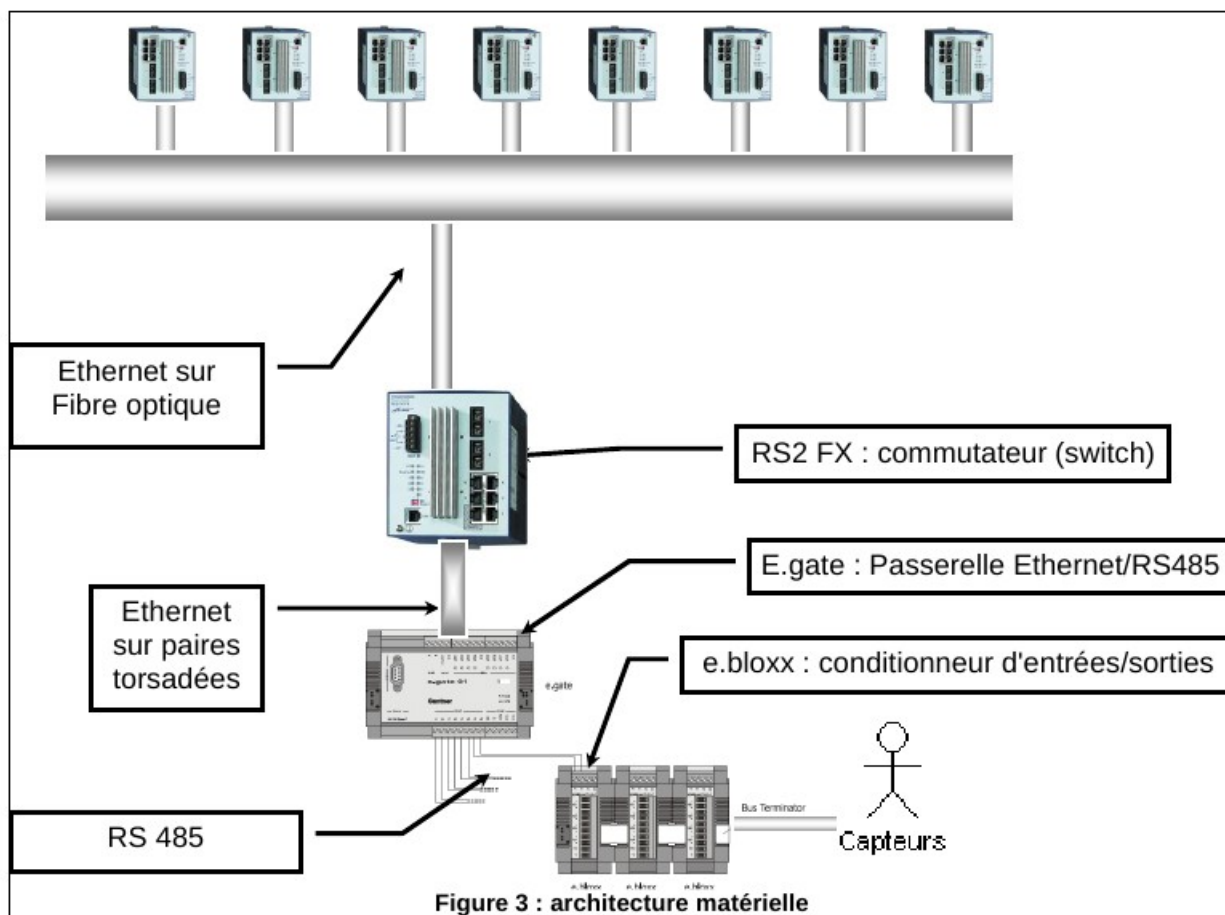
- contrôler les conditions d'exploitation : le but est d'assurer la sécurité des véhicules et de leurs passagers. Trois fonctionnalités sont assurées :
  - surveiller le trafic
  - mesurer la vitesse du vent
  - détecter le verglas.
- contrôler le comportement du pont et vérifier la conformité par rapport aux prévisions définies dans le cahier des charges.
- surveiller le vieillissement : l'ouvrage est équipé de dispositifs permettant de suivre sur le long terme les fondations du pont, les haubans, les piles, les pylônes et le tablier.

La surveillance a été mise en place à l'aide de capteurs, ce qui permet le contrôle et l'analyse de phénomènes dont la durée va d'une seconde à plusieurs années. Chaque capteur a été minutieusement choisi pour répondre parfaitement au cahier des charges :

- Des anémomètres sont utilisés pour la surveillance du vent à tout moment, ils se trouvent sur les pylônes (PY2, PY4, PY6) et sur le tablier.
- Pour la surveillance des mouvements d'oscillation, une instrumentation d'accéléromètres est installée sur les piles, pylônes et tablier.
- Les déplacements des joints de chaussée du tablier, sont mesurés par des capteurs de déplacement.
- Pour la surveillance des contraintes subies par les piles et l'évolution de la structure du béton, des extensomètres à fibres optiques, ont été scellés dans le béton des piles P2 et P7
- Pour suivre tous les paramètres naturels, il y a des hygromètres mesurant l'Humidité Relative (ou %HR) et des capteurs de température dont les données seront corrélées avec celles fournies par les autres capteurs.

Le réseau informatique constitue la colonne vertébrale du système ; toutes les données provenant des capteurs sont récupérées grâce à une association fibre optique, commutateurs (switch) et passerelles (RS485/Ethernet) :

- Les e.bloxx sont des conditionneurs d'entrées/sorties logiques et analogiques et délivrent les résultats de leurs acquisitions (provenant des capteurs) aux e.gate
- Les e.gate sont des concentrateurs de données ; ils constituent également des passerelles de communication entre les e.bloxx (RS485) et les RS2 FX-FX.
- Ces derniers sont des commutateurs industriels (switch) offrant deux ports fibre optique et 5 ports Ethernet. Il en existe neuf dans le système.

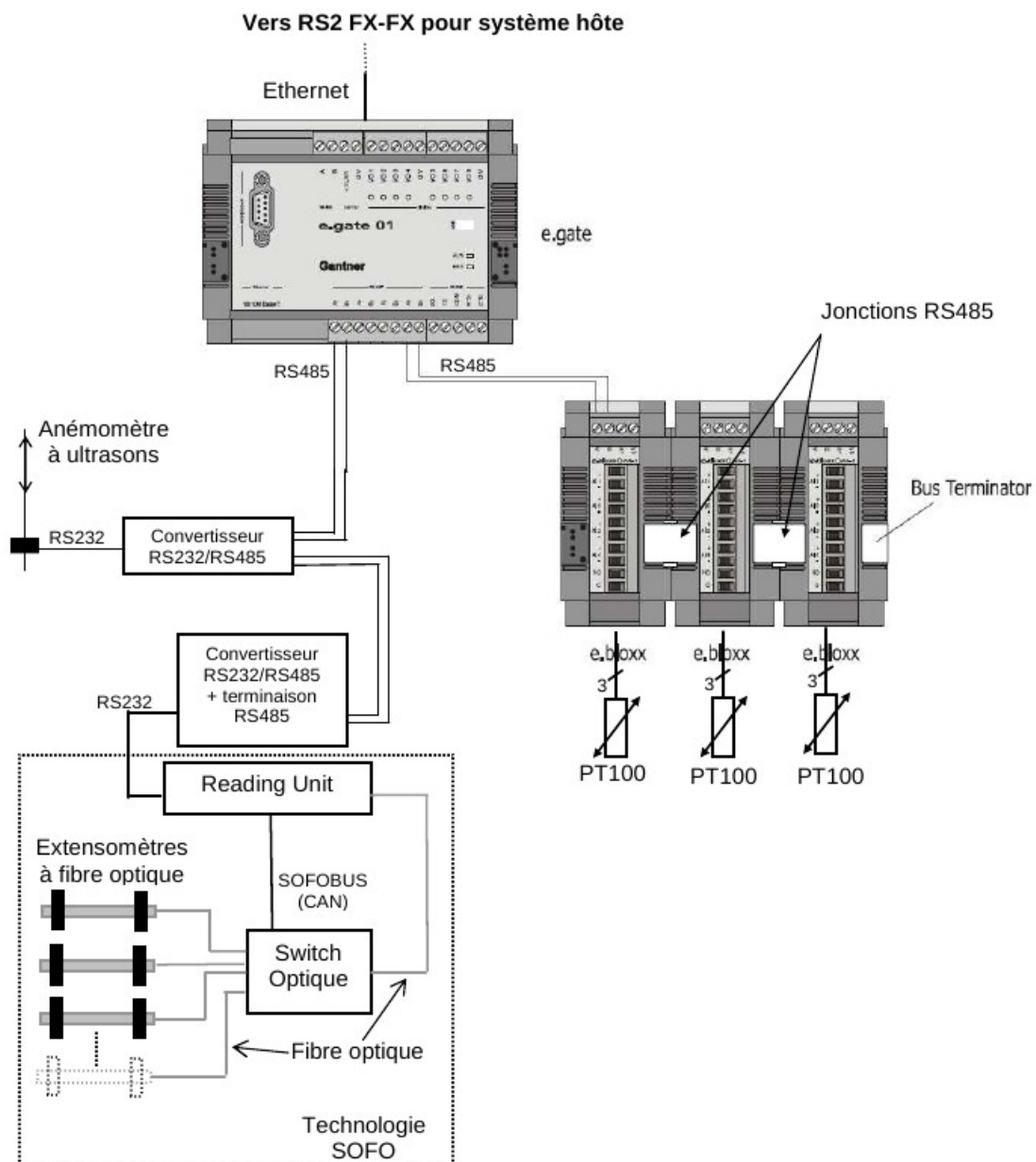


## Chaîne d'acquisition

Comme mentionné précédemment, divers capteurs disposés tout au long de l'ouvrage sont à l'origine de la chaîne d'acquisition.

On s'intéresse aux équipements SOFO, à l'interfaçage de l'anémomètre à ultrasons et aux composants d'interconnexions amenant les grandeurs physiques mesurées aux réseaux Ethernet FX via les switches RS2 FX-FX.

Une partie de la chaîne d'acquisition peut-être représentée ainsi :



Le SOFO bus est en fait un bus CAN. La face arrière d'un switch optique se présente de la façon suivante :



**1) Préciser le composant électronique contenu par le « Terminator ».**

---

Les e.gate sont des concentrateurs de données. Ils jouent également le rôle de passerelle de communication entre des e.bloxx et un réseau hôte. Ce dernier peut-être soit Ethernet, comme c'est le cas sur le Viaduc de Millau, soit un réseau PROFIBUS.

Les e.bloxx sont des conditionneurs d'entrées/sorties logiques et analogiques. Ils délivrent les résultats de leurs acquisitions aux e.gate. On dénombre 80 e.bloxx sur l'ensemble de l'ouvrage qui reçoivent directement les capteurs PT100.

2) A partir de l'illustration d'un réseau PROFIBUS fournie, citer ce qu'apporte PROFIBUS par rapport à Ethernet concernant la politique d'accès au support par les maîtres.



3) Désigner, au sein des spécifications d'un e.gate fournies en annexe 7, ce qui permet d'affirmer que ce système intègre au moins une partie du protocole ICMP.

La communication entre un e.gate et un e.bloxx se fait selon le protocole MODBUS sur un support RS485. Le format de transmission est 8, E, 1, soit 8 bits de données, un bit de parité paire et un bit de STOP. Un document fourni en annexe 8 donne quelques détails de ce protocole.

CT correspond au temps de transmission d'un caractère. Le champ d'adresse est codé sur un octet, le CRC est codé sur deux octets. La table 5.1 de la documentation évoque un temps T2min.

4) Entourer la proposition correspondante à la bonne signification de ce paramètre.

- temps de propagation minimum du signal pour parvenir au récepteur ;
- temps minimum de transmission du CRC ;
- durée minimale pour un bit de STOP ;
- temps minimum imposé au système sollicité avant qu'il ne puisse répondre ;
- Durée minimale du temps d'aller-retour (Round Trip Delay) du signal;
- Temps minimum que mettra la requête pour parvenir au récepteur.
- Temps minimum en respect des spécifications RS485.



On fixe une vitesse de transmission de 57600 bps. Cela donne un CT de 191  $\mu$ s. On considère  $T1=1.5CT$ ,  $T2=2CT$ ,  $T3=3CT$ .

Soit un télégramme de requête de 8 octets, suivi d'un télégramme de réponse de 9 octets.

**5) Calculer le temps  $T_{it}$  entre le début d'une requête et le début d'une éventuelle requête suivante.**

Soit la lecture par un e.gate de deux variables réelles de type float d'un e.bloxx à partir de la variable 2 du paragraphe 5.4 « Register Contents » de l'annexe 8. On considère que les variables ont chacune une valeur réelle courante dont le codage (du MSB au LSB) résultant est :

- 42 49 3C D3 pour la première variable ;
- C6 22 02 68 pour la deuxième variable ;

L'adresse de l'esclave interrogé est 0xA4.

**6) Donner la valeur des champs demandés et compléter le contenu des télégrammes occasionnés par cette lecture.**

**Télégramme de requête**

ADR=0x      REGSTA=0x      REGNUM=0x  
soit la trame :

	04					X	X
--	----	--	--	--	--	---	---

**Télégramme de réponse**

ADR=0x      BYTNUM=0x  
soit la trame :

											X	X
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---

## LIGNE DE TESTS D'INJECTEURS

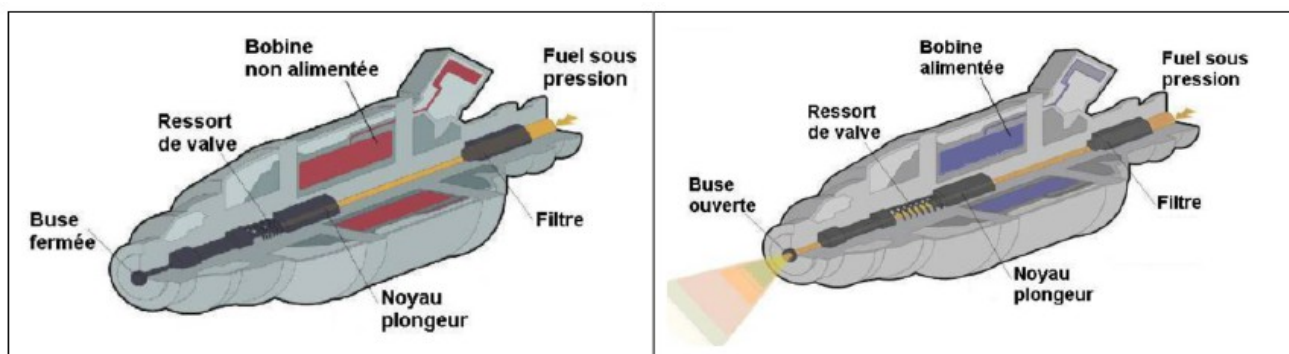
### Introduction

Une entreprise spécialisée dans la fabrication d'injecteurs pour le procédé « Common Rail » dispose d'une ligne de fabrication et d'une ligne de tests d'injecteurs. Différents types d'injecteurs sont produits puis testés. Les clients sont différents constructeurs d'automobiles.

### Principe de l'injection « COMMON RAIL »

Le « common-rail », ou alimentation par rampe commune, est une technique d'injection directe du gazole sous haute pression (1400 à 1600 bars selon les constructeurs). Ces pressions sont produites par des pompes spécifiques. Le gazole à très haute pression est stocké dans une « rampe commune » avant d'être injecté dans les cylindres.

Les injecteurs se présentent comme une électrovalve de précision commandée en courant.



Lorsque la bobine est alimentée le noyau s'enfonce dans la bobine et la valve s'ouvre. En agissant sur la durée d'alimentation de la bobine, il est possible de régler la quantité de carburant injecté. Un calculateur embarqué est chargé de contrôler cette injection afin d'optimiser la pollution et le rendement du moteur. Il fournit en temps réel, à partir d'informations reçues de différents capteurs placés sur le moteur, les ordres de commande aux générateurs qui alimentent les bobines des injecteurs.

La qualité de la combustion (rendement, pollution) dépend de la précision de l'injection, donc de la commande des injecteurs. Lors de la fabrication, et malgré le soin apporté, les injecteurs produits ne sont pas identiques. Pour pallier ces écarts, chaque injecteur est testé individuellement. Les tests permettent de calculer un facteur de correction de la commande pour chaque injecteur appelé code de calibration Individuelle (C2I) sur 16 caractères hexadécimaux.

Les tests pratiqués sur chaque injecteur consistent à effectuer des mesures de débit pour différentes pressions de 230 à 1600 bars.

En fin de fabrication, un numéro TypeSerie identifiant le type de série de l'injecteur et un numéro d'identification unique Ni sont gravés par un procédé laser sur l'injecteur sous la forme d'un code à barres à deux dimensions appelé « DATAMATRIX ® » (voir annexe 2) très résistant aux environnements agressifs. Ceci permet d'assurer la traçabilité de l'injecteur.

En fin de tests, l'ensemble des informations précédentes et le facteur de correction calculé lors des tests sont codés dans un second « DATAMATRIX ® » et gravés par le même procédé laser. Lorsque le client monte un injecteur sur un moteur, le facteur de correction est lu par un lecteur spécialisé puis est entré dans l'unité de calcul du moteur. Ainsi, le calculateur dispose des informations lui permettant d'optimiser l'injection.

Un synoptique simplifié est donné dans l'annexe 1 « Synoptique simplifié de la ligne de tests ». Il ne comporte pas l'ensemble des capteurs et actionneurs de la ligne de tests.

La terminologie suivante est employée dans la suite :

- MACHINE : calculateur industriel pouvant gérer plusieurs POSTES.
- POSTE : sous-ensemble de la partie opérative piloté par une machine en vue d'effectuer une opération sur la ligne de tests. Ce terme fait référence à la fonction assurée.
- STATION : unité opérationnelle constituant un poste. Certains postes sont constitués d'une station unique, d'autres de plusieurs stations identiques pouvant fonctionner simultanément.

Le poste d'Initialisation du test ne comporte qu'une seule station.

Le Poste de préparation haute pression comporte 2 stations.

Le poste de tests fonctionnels comporte 4 stations.

Le poste marquage laser ne comporte qu'une seule station.

Le poste validation-déchargement ne comporte qu'une seule station.

La ligne de tests se compose :

- d'une machine serveur où sont centralisées les données du test
- d'une succession de postes où l'injecteur subit les différentes opérations de la ligne de tests.

Chaque station dispose d'entrées – sorties tout-ou-rien (TOR) et/ou analogiques déportées sur bus « PROFIBUS-DP® » pour la gestion des palettes de transport et la réalisation des opérations spécifiques.

L'étude porte sur les badges magnétiques des palettes et les lecteurs associés présents sur la ligne de tests. Chaque unité opérationnelle ou station doit acquérir le numéro Np du badge magnétique de la palette qui se présente. Les machines qui gèrent les stations sont équipées d'un ou plusieurs lecteurs de badges magnétique de type IPT-FP. Chaque palette est équipée d'un badge magnétique de type IPC contenant un numéro unique. Ce numéro est lu par le lecteur de badges.

## Le lecteur IPT-FP

La distance maximale entre le lecteur et le badge fixé sur les palettes est de 55 mm.

- 7) Établir la liste des références des badges magnétiques pouvant être utilisés. (voir annexe 6 - parties 1 et 2). Répondre en complétant le tableau.**

Référence des badges (IPCXX)

Les lecteurs IPT-FP disposent d'une interface RS232 et/ou RS485.

Trois lecteurs ont été retenus pour être éventuellement installés sur la ligne de tests (voir annexe 6 – partie 3). Chaque machine de la ligne de tests dispose de deux ports série RS232 libres.

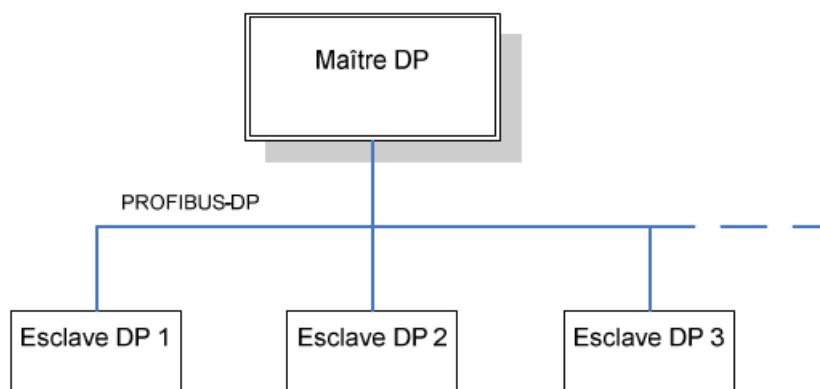
Les lecteurs LBM du poste initialisation du test et du poste validation-déchargement sont connectés sur la machine M\_OP.

8) Choisir le type de liaison (RS232 ou RS485) à utiliser pour le(s) lecteur(s) de chaque machine en précisant s'il faut prévoir un adaptateur RS232/RS485 ou non. Vous veillerez à minimiser le nombre d'adaptateurs. Répondre en complétant le tableau.

Machine	Type de liaison (RS232 ou RS485)	Référence du lecteur (IPT-FP X-XX-XX)	Adaptateur RS232/RS485 (Oui ou Non)
M_OP			
M_PHP			
M_TF			
M_ML			

Le lecteur de badges magnétique IPT-FP U-P6-B6 a été retenu pour équiper la ligne de tests.

Dans la documentation du lecteur il est indiqué que le support physique est RS485 et que le protocole utilisé est « PROFIBUS-DP® ». (voir annexe 6 – partie 3).



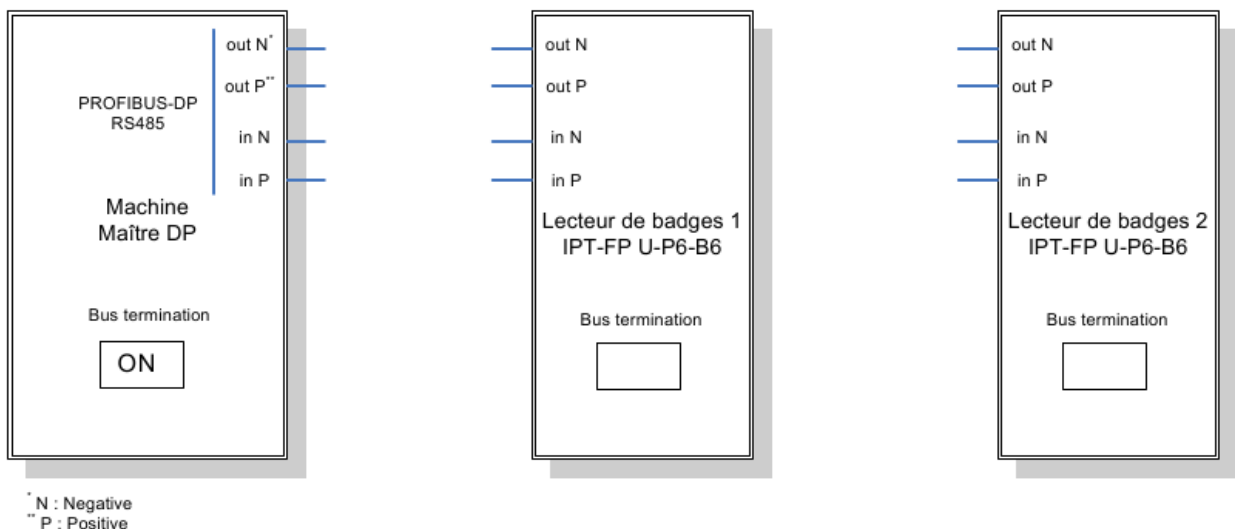
9) Qu'est-ce que « PROFIBUS-DP® » ? Citer au moins deux standards industriels équivalents.

Le protocole d'accès au bus « PROFIBUS-DP® » est basé sur le principe "maître-esclave" avec la possibilité d'avoir plusieurs maîtres sur le même bus.

**10) Expliquer en quoi consiste le principe « maître - esclaves ».**

**11) Quelle technique permet de gérer plusieurs maîtres sur le même bus ?**

**12) Compléter le schéma ci-dessous pour réaliser la connexion de deux lecteurs IPT-FP U-P6-B6 avec un maître DP.**



**13) Indiquer sur le schéma la position du terminateur de bus des deux lecteurs en remplissant l'encadré "Bus termination" par ON (terminateur de bus connecté) ou OFF (terminateur de bus non-connecté). (voir annexe 6 – partie 3).**

14) Configurer les "DIP-switches" des lecteurs de badges 1 et 2 pour qu'ils aient respectivement les adresses 15 et 16 sur le bus « PROFIBUS-DP® ». Répondre en indiquant l'état, ON ou OFF, des "switches". (voir annexe 6 – partie 3). Répondre en complétant le tableau.

	DIP-switch						
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Lecteur de badges 1							
Lecteur de badges 2							