

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable

INGÉNIERIE, INNOVATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE SYSTÈMES D'INFORMATION ET NUMÉRIQUE

Coefficient 16

Durée : 20 minutes -1 heure de préparation

Aucun document autorisé – Calculatrice autorisée

Constitution du sujet :

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

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 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-08-SIN	Page 1 / 8

DOSSIER DE PRÉSENTATION

Centrale thermique Albioma du Moule



Figure 1 : centrale thermique Albioma du Moule



Figure 2 : la bagasse

Mise en situation

L'étude porte sur la centrale thermique Albioma du Moule (Guadeloupe) qui est une unité de cogénération mise en service en 1998 pour générer de l'électricité et de la chaleur à partir du charbon et de la bagasse, un résidu fibreux issu de la canne à sucre. Elle produit 102 MW et permet de réduire la dépendance énergétique de l'île à hauteur de 35%.

Selon le principe de l'économie circulaire, une partie de l'énergie générée sert à alimenter la sucrerie voisine Gardel, qui exploite près de 1 000 hectares de canne à sucre en Guadeloupe et achemine ses déchets en bagasse vers la centrale pendant la campagne sucrière. Ce principe permet d'économiser l'énergie, limiter les dépenses liées au transport et valoriser un déchet.

Le charbon présente un PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) 4 fois supérieur à celui de la bagasse, ce qui lui permet de produire 4 fois plus d'énergie. Cependant, il est polluant, non renouvelable et rejette beaucoup de gaz à effet de serre.

Soucieuse de l'urgence environnementale, l'unité travaille actuellement à la conversion intégrale de la centrale en visant l'abandon total du charbon sur les tranches historiques de cogénération et envisage la transformation de l'usine « charbon/bagasse » en une usine « biomasse/bagasse ». Ce projet répond également aux objectifs fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte sur la Guadeloupe :

- une réduction de 87 % des émissions de gaz à effet de serre de la centrale par rapport au fonctionnement actuel ;
- une contribution significative à l'évolution de la part du renouvelable au sein du mix énergétique guadeloupéen (de 20,5 % à 35 %).

Problématique

L'objectif de cette étude est d'analyser les solutions permettant de répondre localement au défi énergétique et environnemental en Guadeloupe en optimisant la gestion de l'information et en limitant l'utilisation des matières premières dans la centrale thermique Albioma du Moule.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-08-SIN	Page 2 / 8

DOSSIER DE TRAVAIL DEMANDÉ

Partie relative aux enseignements communs

Question 1 **Expliquer** pourquoi l'utilisation de la bagasse en Guadeloupe constitue un intérêt de plus en plus grandissant. **Indiquer** les échanges qui existent entre la centrale thermique Albioma du Moule et la sucrerie Gardel et **donner** les avantages de leur localisation géographique sur le même site.
DTR1, DTR2

Question 2 **Justifier** que la centrale thermique Albioma du Moule fait de la cogénération. **Indiquer** les matières premières utilisées par la centrale Albioma du Moule avec leurs contributions en pourcentage dans la puissance produite à ses débuts et **préciser** leurs avantages et inconvénients.
DTR1, DTR3

Pour produire une puissance de 60 MW, la centrale utilise 150 000 t de charbon et 150 000 t de bagasse.

Question 3 Sachant que brûler une tonne de charbon produit une énergie de 8,141 MW·h, et que le PCI de la bagasse est 4 fois inférieur à celui du charbon, **calculer** les énergies primaires :
- E_{pc} produite par la combustion du charbon ;
- E_{pb} produite par la bagasse.
En **déduire** la valeur de l'énergie primaire totale produite, E_{ptot} .

Question 4 **Calculer** l'énergie finale produite par la centrale sur un an et en **déduire** son rendement.

Question 5 L'utilisation exclusive de la bagasse en Guadeloupe peut être un inconvénient dans une stratégie de transition énergétique. **Expliquer** pourquoi.
DTR1 **Conclure** en proposant des solutions pour y remédier.

Baccalauréat Sciences et Technologies de l'Industrie et du Développement Durable – STI2D		Session 2023
Ingénierie, innovation et développement durable - oral de contrôle	Code : 2023-08-SIN	Page 3 / 8

Partie relative à l'enseignement spécifique

Dans cette partie, l'étude porte sur la boucle 4-20 mA qui permet d'envoyer les mêmes informations sous forme d'intensité de courant comprise entre 4 et 20 mA sur plusieurs automates. Le signal étudié est envoyé par un débitmètre Vortex à insertion de marque VORTEK modèle M23-VTP doté de trois sorties analogiques.

Question 6 **Justifier** le choix de la boucle 4-20mA comparée au RS232 pour communiquer avec la salle de contrôle de la sucrerie située à plus de 400 mètres.
DTR4, DTR6

La sortie dédiée à la température est réglée sur une plage de 0-300°C pour un signal de 4 à 20 mA. **Déterminer** de manière analytique la température mesurée pour un courant de 12 mA à partir de la courbe caractéristique du DTR6. **Vérifier** graphiquement la valeur trouvée par calcul.

On récupère la sortie analogique du débit pour l'envoyer simultanément, à la salle de contrôle de la centrale thermique, l'enregistreur dans la chaufferie et la salle de contrôle de la sucrerie. Le débitmètre est doté de sorties analogiques actives.

Question 7 **Choisir et justifier** le raccordement adéquat entre les deux montages : série ou parallèle. **Déterminer** le nombre de fils et la longueur totale de câble électrique nécessaire pour raccorder 100 capteurs situés à 500 mètres. Sachant que le prix d'un mètre de câble électrique en fil de cuivre de section 0,5 mm² est 0,25€, en **déduire** le prix total pour le câblage électrique des 100 capteurs.
DTR5

Le système de communication est devenu vétuste. Sa modernisation est envisagée en remplaçant la boucle 4-20 mA par la transmission par un bus RS485.

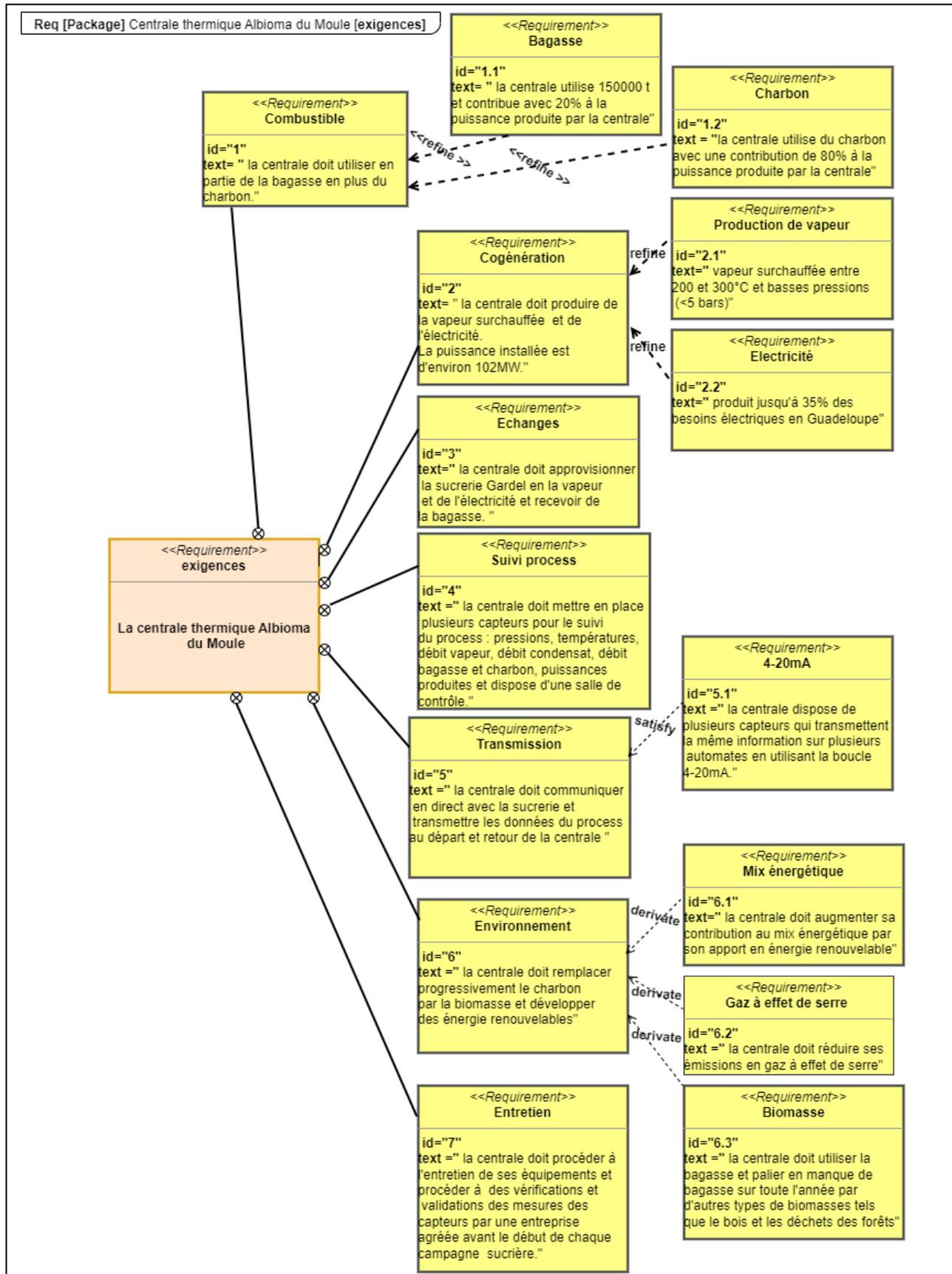
Question 8 **Expliquer** le fonctionnement du RS485 et **indiquer** le nombre de fils nécessaires pour réaliser la transmission par bus RS485 en mode Half duplex. **Déterminer** la somme économisée pour les 100 capteurs sur 500 mètres.
DTR7

Question 9 **Déterminer** la valeur de la température transmise par la liaison RS485 dont la trame figure sur le document DTR8. **Indiquer** le nombre total de bits contenus dans la trame réponse du capteur et en **déduire** la durée totale nécessaire pour envoyer cette mesure lorsque la vitesse de transmission utilisée est 1 Mbit·s⁻¹.
DTR8

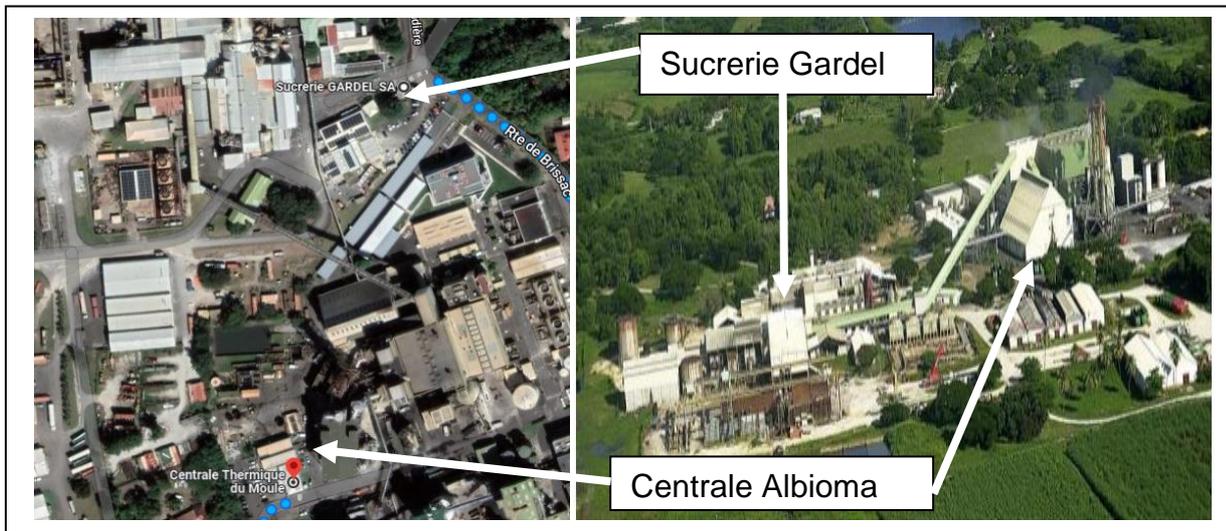
Question 10 **Conclure** quant au choix d'utiliser le RS485 à la place du 4-20 mA vis-à-vis de l'optimisation de la transmission de l'information et du développement durable.

DOSSIER TECHNIQUE ET RESSOURCE

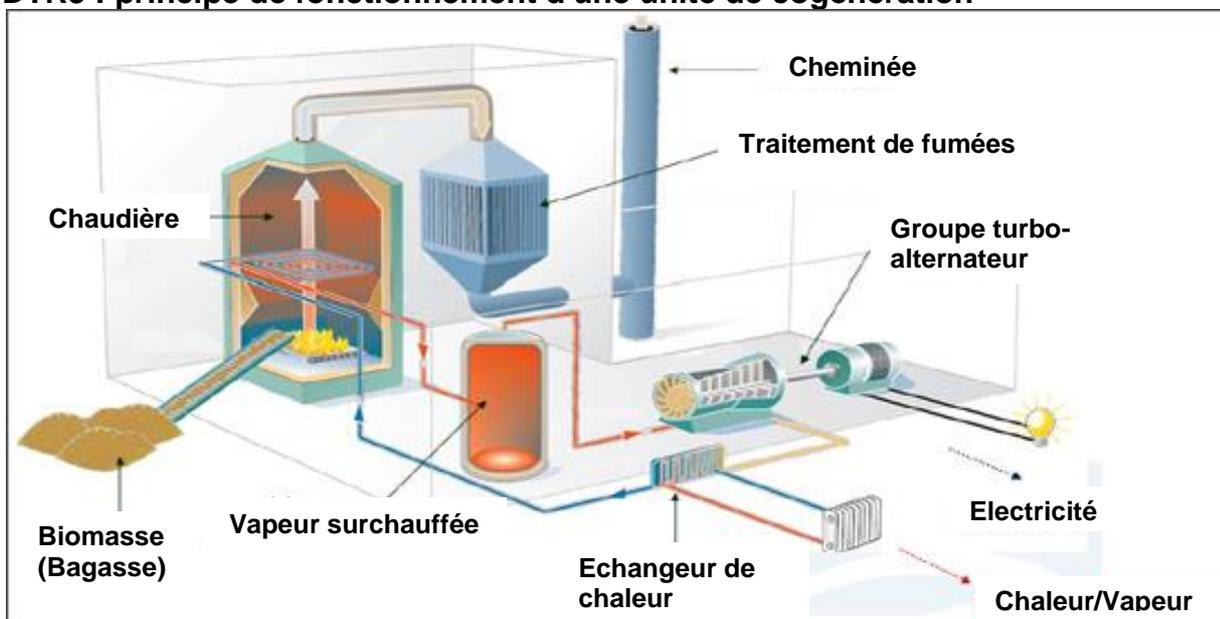
DTR1 : diagramme des exigences de la centrale thermique



DTR2 : localisation de l'unité de cogénération



DTR3 : principe de fonctionnement d'une unité de cogénération



DTR4 : protocoles de communication

EIA	RS232C V24/V28	RS422 V11/X27	RS485 V11/X27	Boucle de courant
Type d'interface	Unipolaire	Différentiel	Différentiel	4-20mA ou 0-20mA
Distance	15 m	1200 m	1200 m	1 à 2 km
Débit max	19 200 Bauds	10 MBauds	10 MBauds	19 200 Bauds
Multipoint	non	oui	oui	oui
Nombre d'émetteurs	1	1	32	
Nombre de récepteurs	1	10	32	

DTR5 : boucle 4-20 mA

Plusieurs capteurs sont installés dans la centrale thermique pour le suivi des paramètres de fonctionnement et la facturation (pression, température, débit, quantité d'eau et de bagasse...etc).

Certaines des informations issues de ces capteurs sont transmises simultanément à la salle de supervision dans la centrale thermique et à la sucrerie du Gardel pour, d'une part, prévenir les dysfonctionnements et d'autre part, garantir une meilleure transparence.



Débitmètre Vortex à insertion de marque VORTEK modèle M23-VTP avec 3 sorties analogiques 4-20 mA.

Sortie Débit :

0-1 000 m³·h⁻¹ pour un signal de 4-20mA.

Sortie Température :

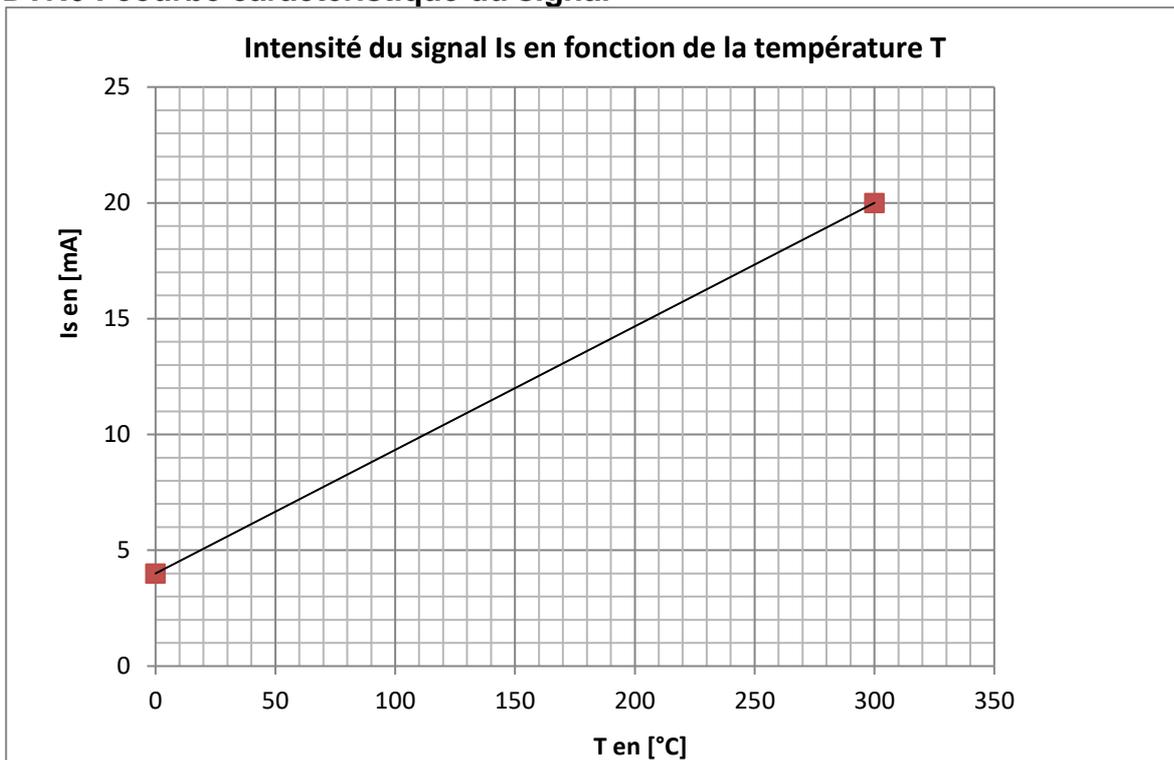
0-300 °C pour un signal de 4-20mA.

Sortie Pression :

0-6 bar pour un signal de 4-20mA.

Pour envoyer le même signal 4-20mA sur plusieurs automates, il faut les raccorder en série avec 2 fils au minimum par capteur.

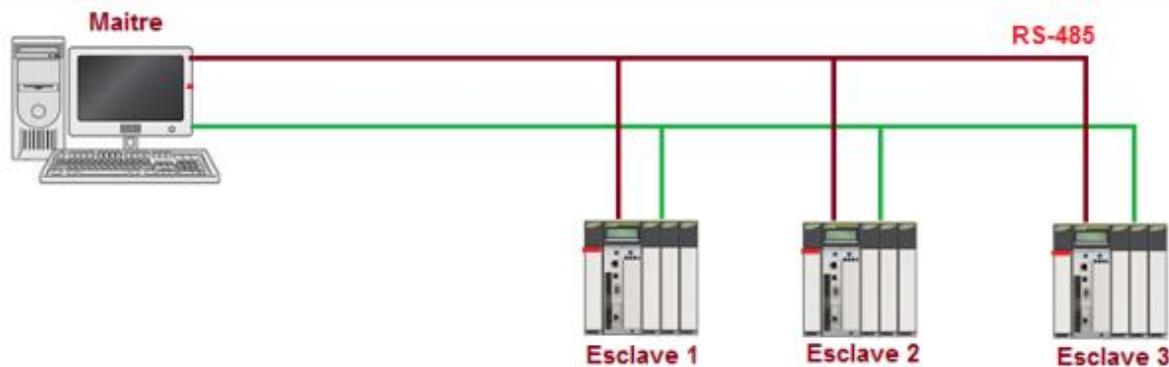
DTR6 : courbe caractéristique du signal



DTR7 : mode Bus RS485

Ce type de connexion permet de connecter plusieurs appareils sur le même bus et de transmettre des signaux sur de plus grandes distances. La longueur de câble maximale dépend aussi de la vitesse de transmission. Typiquement, moyennant l'usage de résistances d'adaptation de ligne, on permet une longueur de 1200m jusqu'à une vitesse de transmission de 10 MBauds.

RS-485 fonctionne en mode maître/esclave. Cela signifie qu'un dispositif fonctionnant comme maître va interroger un ou plusieurs dispositifs fonctionnant comme esclave. Un dispositif esclave ne peut donc pas fournir volontairement des informations au maître, il doit attendre une sollicitation.

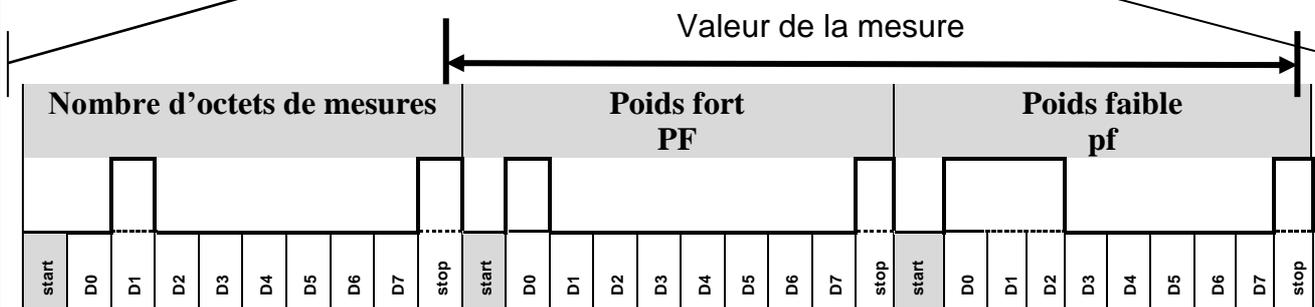


Le protocole RS485 est souvent en **Half duplex** c'est-à-dire la transmission s'effectue via deux fils.

Le protocole de communication est basé sur l'envoi d'une requête à chacun des capteurs considérés comme des esclaves numérotés. Chaque capteur répondra par une trame réponse contenant la valeur numérique de la mesure considérée. La valeur formatée sur 16 bits, est transmise en 2 octets (PF et pf) de 8 bits consécutifs. Chaque octet de la trame transmise nécessite un bit de START et un bit de STOP (soit 10 bits au total).

DTR8 : trame réponse d'un capteur en mode Bus RS485

Numéro du capteur	Code fonction lecture	Nombre d'octets de mesures envoyées	Poids fort de la mesure PF	Poids faible de la mesure pf	Contrôle CRC	Contrôle CRC
1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet	1 octet



Transmission d'une mesure de température en °C

$$1 \text{ Mbaud} = 1 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1} = 10^6 \text{ bits} \cdot \text{s}^{-1}$$