

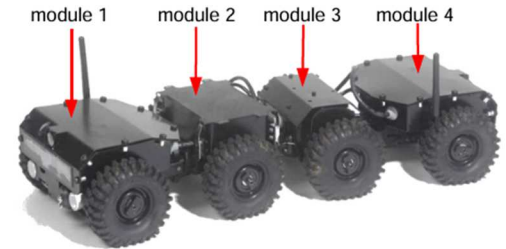


### Exercice 1 : — Robot de reconnaissance tout terrain (Bac SI 2016)

La maîtrise et la qualité de l'air dans un bâtiment nécessite d'avoir un réseau aéraulique (réseau de ventilation, traitement de l'air, climatisation, ...) en bon état de fonctionnement.

Le robot (ci-contre) est constitué de 4 modules :

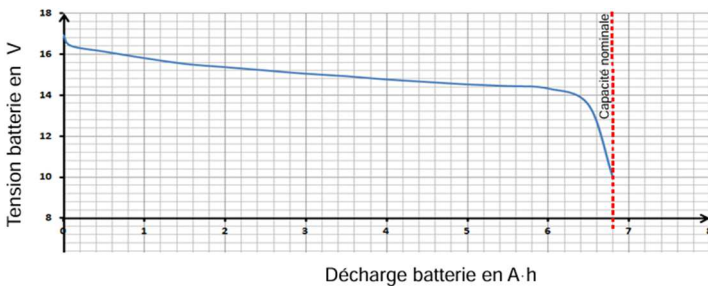
- le module 1, doté d'un motoréducteur, permet au robot de changer de direction ;
- le module 2, équipé d'une batterie d'accumulateurs, permet de subvenir aux besoins énergétiques du robot ;
- le module 3, équipé d'un motoréducteur, assure la propulsion du robot en délivrant, par le biais d'une transmission, une énergie mécanique de rotation aux quatre essieux ;
- le module 4, équipé d'un motoréducteur, permet au robot de s'arquer ou de se cabrer



La batterie est constituée de 4 cellules MP 176065, branchées en série. Les principales caractéristiques électriques d'une cellule MP 176065 sont :

- tension nominale 3,75 V
- capacité nominale 6,8 A·h
- tension de fin de charge 4,2V
- tension de coupure 2,5 V ± 0,05 V

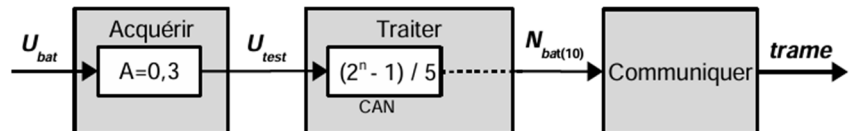
Q1 À partir de la caractéristique de la batterie, **déterminer** la valeur de la tension nominale batterie  $U_{bat\_nom}$ .



Pour anticiper le pilotage de l'engin, l'utilisateur est informé, du niveau de charge de la batterie sur l'écran de l'ordinateur de contrôle par une alarme visuelle et sonore. Le seuil d'alerte correspond à une décharge de la batterie de 80 % de sa capacité nominale :

Q2 À partir de la caractéristique de décharge (figure ci-dessus), **déterminer** la valeur de la tension batterie  $U_{bat\_alerte}$  correspondant au seuil d'alerte.

Dans la zone d'alerte, la tension aux bornes de la batterie évolue très lentement, il est donc nécessaire de traiter cette tension avec une certaine précision. La chaîne d'acquisition de la tension batterie  $U_{bat}$  est présentée ci-dessous. Le convertisseur analogique numérique (CAN) utilisé par la fonction « traiter » fonctionne avec une tension pleine échelle de 5 V.

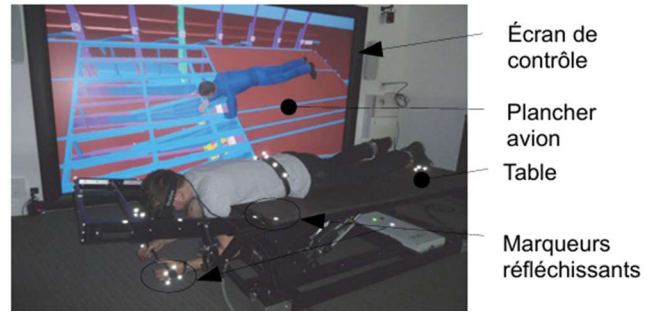
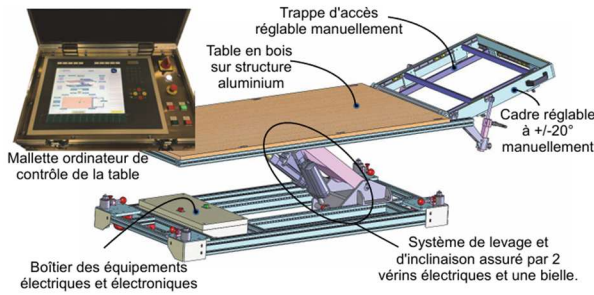


Q3 **Déterminer** la résolution du convertisseur (le nombre de bits) permettant d'atteindre une précision de 0,2 % de la tension nominale de la batterie.

Q3 **Déterminer** le nombre  $N_{bat\_alerte}$  donné par le CAN pour la tension  $U_{bat\_alerte}$  (question non posée dans le sujet de bac).

## Exercice 2 : Système tangible déployable (Bac SI 2017)

L'objectif d'Airbus est de placer virtuellement ses opérateurs dans un avion en situation de montage, réglage, démontage, dans des postures et des conditions d'immersion reproduisant des situations réelles.



Le système tangible (figures ci-dessus) est une table qui sert à mettre l'opérateur dans une position identique à celle qu'il aurait en situation de travail. L'opérateur est équipé d'un masque qui lui permet de visualiser la scène virtuelle dans laquelle il est immergé.

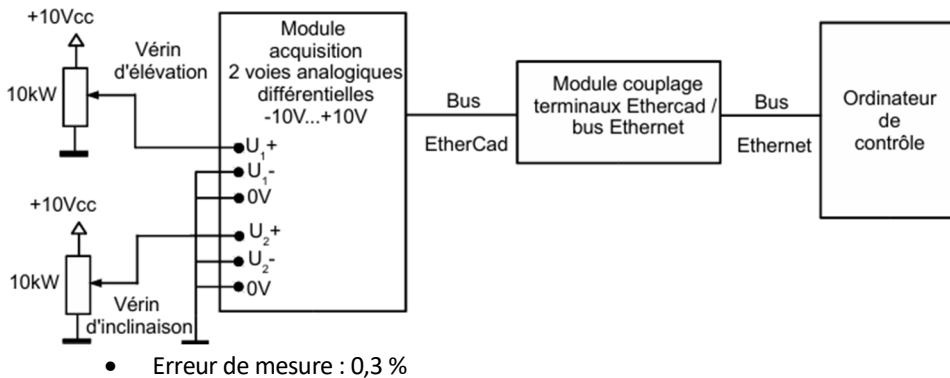
Une bielle et deux vérins électriques permettent de déplacer la table en hauteur et de l'incliner.

Le cahier de charges partiel est donné ci-dessous :

Désignation	Critère	Niveau	Précision
Commander la position de la table	hauteur	de 250 mm à 600 mm	$\pm 5$ mm
	Inclinaison	de $-20^\circ$ à $+20^\circ$	$\pm 0,5^\circ$
	Temps de déplacement	30s	maxi

La chaîne d'acquisition de la position des deux vérins est définie ci-dessous.

Les vérins sont équipés de potentiomètres de 10 k $\Omega$  alimentés en 10 V. La course totale des vérins de 150 mm correspond à la pleine échelle de cette tension. La tension analogique renvoyée par le potentiomètre est numérisée par le module d'acquisition puis transmise à l'ordinateur de contrôle via les différents bus de transmission de données.



Caractéristiques du module d'acquisition analogique :

- Entrées : 2 voies analogiques différentielles : -10 V ; +10 V
- Bus de communication : EtherCAT
- Filtrage limite d'entrée 5 kHz
- Résistance interne : 200 k $\Omega$
- Temps de conversion : 60  $\mu$ s
- Résolution : 15 bits de données et 1 bit de signe

Q1 **Déterminer** le plus petit déplacement des vérins mesurable par cette chaîne d'acquisition.

Q2 **Conclure** sur la capacité du système à positionner la hauteur de la table avec la précision indiquée dans le cahier des charges.

### Exercice 3 — Serre d'élevage de graines de cyclamen (Bac SI 2017)

L'étude est menée sur une serre dans laquelle sont élevées des graines en phase de germination. Après la germination les plans sont transférés dans une autre serre (voir figure ci-contre).

Afin de germer dans des conditions optimales, les graines de cyclamen doivent être plantées dans un substrat (mélange de terreau et de petits graviers) dont le taux d'humidité est contrôlé.

Une référence, composée d'une caissette remplie de substrat, est placée sur une balance afin de suivre l'évolution de sa masse tout au long de l'élevage. L'arrosage de l'ensemble de la serre est déclenché en fonction de la masse de cette référence.

Hypothèse : la masse de la graine (puis du plant) est négligeable par rapport aux masses mises en jeu.

Données :

- masse de la caissette vide  $m_c = 44 \text{ g}$  ;
- volume du substrat  $V_s = 1,1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$  ;
- masse volumique du substrat saturé en eau  $\rho_{\text{eau}} = 1\,110 \text{ kg.m}^{-3}$  ;
- masse volumique du substrat sec  $\rho_{\text{sec}} = 800 \text{ kg.m}^{-3}$ .

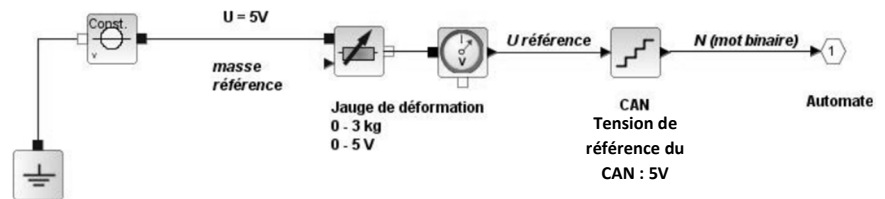
Le cahier des charges est rappelé ci-dessous :

- la masse du substrat doit être inférieure de 2 % à sa masse saturée en eau afin d'éviter le développement de champignons ;
- la masse du substrat doit être supérieure de 20 % à sa masse à sec afin d'assurer l'alimentation en eau de la graine.

**Q1** Calculer la masse de démarrage  $m_{\text{dem}}$ , et la masse d'arrêt  $m_{\text{arret}}$ , de la caissette de référence qui conditionnent la mise en route et l'arrêt du système de goutte à goutte.

On donne la chaîne d'acquisition de la masse de la caissette de référence :

La technologie de la balance met en œuvre un capteur à jauge de déformation. La tension fournie par la balance est proportionnelle à la déformation de la jauge.



Un convertisseur analogique-numérique (CAN) convertit l'information pour la transmettre à l'automate.

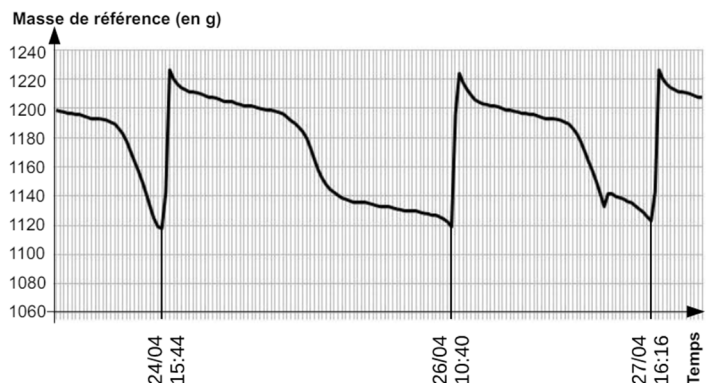
Afin de mesurer précisément la masse de la référence posée sur la balance, la valeur du mot binaire fournie par le convertisseur analogique-numérique (CAN) doit être précise à 15 grammes près.

**Q2** Déterminer le nombre de bits du convertisseur analogique-numérique permettant d'écrire le mot binaire N. En déduire les valeurs  $N_{\text{dem}}$  et  $N_{\text{arret}}$ , des mots binaires à envoyer à l'automate.

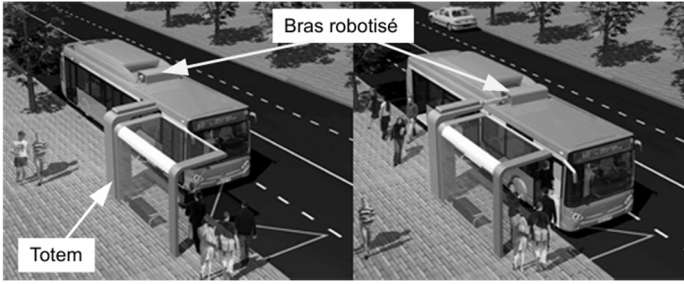
**Q3** Donner la plage de valeurs numérique que peut prendre N sachant que N est un nombre positif (question non posée dans le sujet de bac).

**Q4** Convertir  $N_{\text{dem}}$  en binaire puis en hexadécimal (question non posée dans le sujet de bac). La figure ci-dessous représente l'évolution de la masse de la caissette de référence à partir de mesures effectuées en continu sur la balance pendant 4 jours.

**Q5** Conclure quant au respect du cahier des charges et quant à l'optimisation des arrosages.



**Exercice 4 — Bus Watt System (Bac SI 2017)**



L'aéroport Nice Côte d'Azur expérimente un service de bus électrique : l'innovation majeure est le « biberonnage » du véhicule qui consiste à effectuer un transfert d'énergie à chaque station d'arrêt (Totem) pendant le transfert des passagers : voir illustration ci-contre.

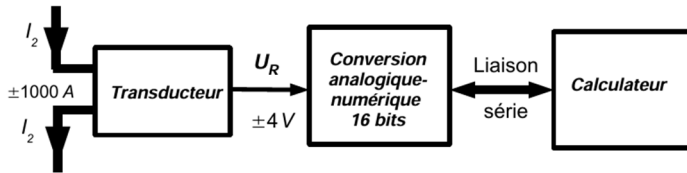
Le raccordement électrique du bus au Totem est réalisé grâce à un bras télescopique. Le temps d'arrêt, déplacement du bras télescopique compris (aller et retour), ne doit pas excéder 20 s pour une recharge de 1,038 kW.h.

La représentation simplifiée du circuit électrique de recharge du bus est donnée ci-après :

Le transfert de charges entre les 2 groupements de supercondensateurs  $C_{AXX}$  et  $C_{BXX}$  (du côté Totem vers le côté bus) est réalisé en maintenant le courant  $I_2(t)$  constant.

Le courant  $I_2$  est mesuré par un transducteur dont la caractéristique est parfaitement linéaire. Il délivre une différence de potentiel de  $\pm 4$  volts lorsque le courant évolue de  $\pm 1000$  ampères.

La chaîne de mesure est donnée ci-dessous :



Le signal  $U_R$  obtenu en sortie du transducteur est numérisé par un convertisseur analogique numérique 16 bits.

La caractéristique  $N = f(U_R)$  du convertisseur analogique numérique est considérée comme parfaitement linéaire. Quelques valeurs particulières de cette caractéristique sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

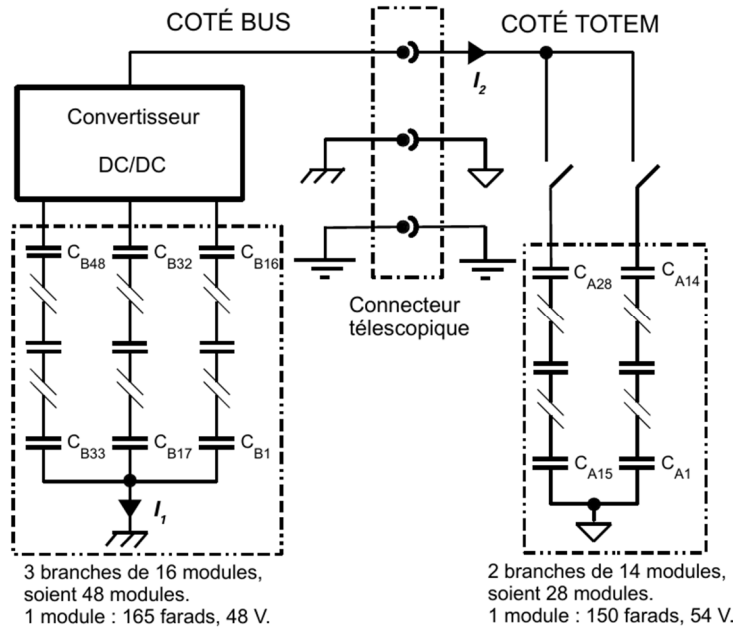
Tension d'entrée (V)	$\geq + 4,096$	...	$+ 2,048$	...	$0$	...	$- 2,048$	...	$\leq - 4,096$
N	65 535	...	49 152	...	32 768	...	16 384	...	0

**Q1 Exprimer  $U_R$  en fonction de  $I_2$ , N en fonction de  $U_R$ , N en fonction du courant  $I_2$ .**

Le calculateur utilise un programme pour exploiter les valeurs de courant mesuré. Une variable du programme appelée « mesure » donne l'image du courant  $I_2$ .

**Q2 Exprimer l'équation de la variable « mesure » en fonction du nombre N qui sera programmée dans l'automate (telle que : mesure = a • N + b).**

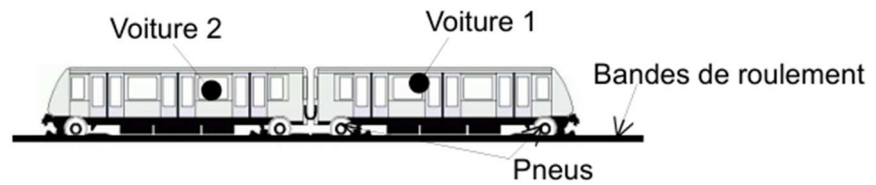
**Q3 Déterminer la valeur de N pour un courant  $I_2$  de -450A (question non posée dans le sujet de bac) puis le convertir en binaire et en hexadécimal.**



### Exercice 5 — Métro rennais (Bac SI 2018)

Le métro de Rennes (de type VAL : Véhicule Automatique Léger) est un système de transport en commun entièrement automatique. Ce métro, alimenté en énergie électrique, est équipé de pneus.

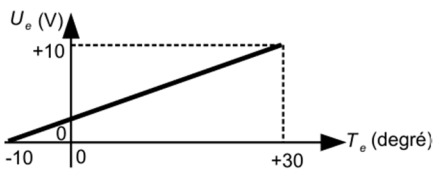
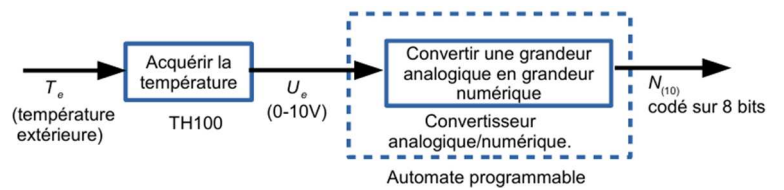
Les deux postes importants de consommation d'énergie sont l'alimentation des rames (une rame est constituée de deux voitures) et le chauffage des voies (bandes de roulement des pneus)



Le chauffage des voies est mis en action lorsque la température extérieure  $T_e$  devient inférieure ou égale à  $4\text{ °C}$  et que le taux d'hygrométrie  $H_r$  est supérieur ou égal à  $80\%$ .

Le capteur de température fournit une tension variable entre  $0\text{ V}$  et  $10\text{ V}$  pour une température évoluant entre  $-10\text{ °C}$  et  $30\text{ °C}$  (soit une pleine échelle de  $40\text{ °C}$ ) (voir figure ci-dessous).

Cette information est numérisée par un convertisseur analogique-numérique 8 bits (CAN) (voir figure ci-contre).



La loi entrée-sortie du capteur de température est de la forme  $U_e = a \cdot T_e + b$ .

**Q1- Déterminer la tension  $U_e$  pour une température  $T_e = 4\text{ °C}$ .**

**Q2 Calculer la résolution analogique  $q$  (ou quantum) du convertisseur analogique-numérique, sachant que sa plage d'entrée est  $0-10\text{ V}$ , et spécifier son unité. Déterminer la valeur décimale  $N_{4\text{°C}}$  en décimal représentant la valeur en sortie du CAN lorsque la température extérieure est de  $4\text{ °C}$ .**

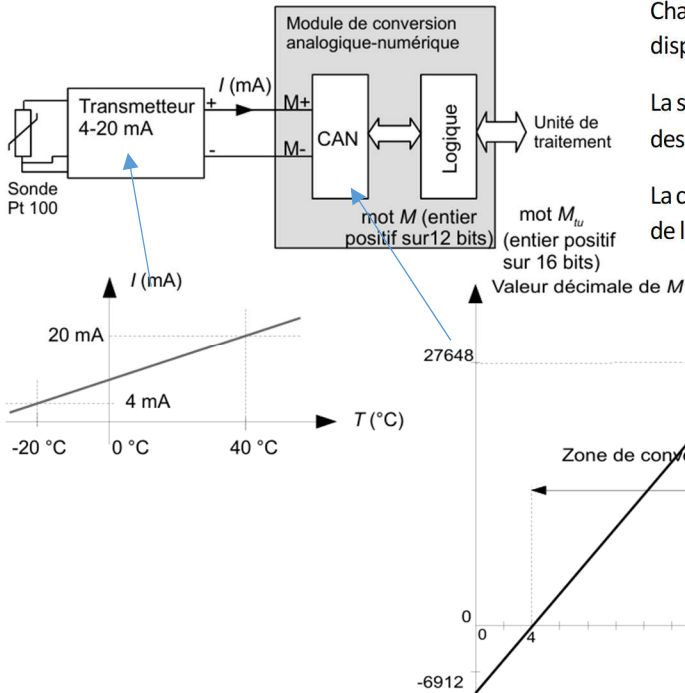
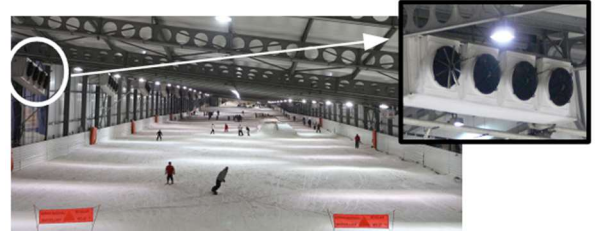
**Q3 Donner la valeur de  $N_{4\text{°C}}$  au format binaire puis au format hexadécimal (question non posée dans le sujet de bac).**

**Exercice 6 - Agrandissement d'une piste de ski en intérieur (Bac SI 2018)**



Le snowhall est une installation qui permet la pratique des sports de glisse sur neige artificielle, en intérieur et toute l'année. La longueur de la piste était d'environ 400 m. Le bâtiment, de 35 m de large, est réfrigéré à une température inférieure à 0 °C afin de maintenir une neige de qualité.

La température dans le bâtiment est contrôlée par des frigorifères qui sont des dispositifs de ventilation et de refroidissement de l'air (figure ci-dessus).



Chaque frigorifère est muni d'une sonde de température ambiante Pt100 et d'un dispositif de régulation (voir ci-contre).

La sonde Pt100 utilise comme principe physique la variation de résistance électrique des matériaux en fonction de la température. La résistance est de 100Ω à 0°C.

La caractéristique proposée ci-dessous donne la valeur du courant I (mA) en fonction de la température ambiante T du type  $I = S \times T + I_0$ .

**Q1 Calculer la sensibilité S et l'offset I<sub>0</sub> de l'ensemble sonde et transmetteur. Préciser les unités.**

La résolution (en bits) du module qui assure la conversion analogique numérique est de 12 bits. Le résultat de la conversion analogique-numérique est disponible dans le mot M :

**Q2 Donner la relation qui permet de calculer la valeur du mot M à partir de la valeur du courant I (en mA).**

**Q3 Compléter le tableau en précisant la valeur I du courant en mA ainsi que la valeur du mot M exprimée en décimal. Convertir ce mot en binaire et en hexadécimal (question non posée dans le sujet de bac).**

Température (en °C)	I (en mA)	Mot M (en décimal)	Mot M (en binaire)	Mot M en hexadécimal
0				
-3				
-8				