Concours Commun INP (CCINP), France

Session 2014, filière TSI

Sciences industrielles de l'ingénieur

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Parties 1 et 2 : présentation et analyse fonctionnelle
- Partie 3 : transmettre au système les caractéristiques de la vache
- Partie 4 : mettre en position le système nécessaire à la traite
- Partie 5 : fournir une quantité de nourriture adaptée

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Les documents techniques, ressources et réponses figurent deux fois (pages 29 à 37 en gris, pages 38 à 46 en couleur) ; ordre garde le sujet et la version en couleur.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi/2014/si

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

CONCOURS COMMUNS POLYTECHNIQUES

EPREUVE SPECIFIQUE - FILIERE TSI

PROJET de Sciences Industrielles pour l'ingénieur

Durée : 6 heures

N.B. : Le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

Les calculatrices sont autorisées

TRAITE AUTOMATIQUE DES VACHES

Sujet : page 1/28 à page 28/28

Partie 1 : présentation du système « Robot de traite automatique »
Partie 2 : analyse fonctionnelle du système « Robot de traite automatique »
Partie 3 : étude de la fonction FT12 : « Transmettre au système les caractéristiques de la vache »
Partie 4 : étude de la fonction FT14 : « Mettre en position le système nécessaire à la traite »
Partie 5 : étude de la fonction FS2 : « Fournir une quantité de nourriture adaptée à la vache pendant la traite »

Documents techniques : DT1 à DT4
Documents ressources : DRS1 à DRS3
Documents réponses à rendre avec votre copie, non pliés : DR1 à DR3

L'ordonnancement des différentes parties correspond à une hiérarchie chronologique des diverses opérations nécessaires à la traite de la vache, mais n'impose pas que le candidat traite ces parties dans l'ordre. Dans ce cas, le candidat indiquera clairement la partie et la question traitée.

On notera que tous les repères sont orthonormés.

Partie 1. Présentation du système « Robot de traite automatique »

1.1 Contexte

Les agriculteurs, producteurs laitiers, sont soumis à des réglementations strictes quant à la production du lait, en terme de respect de l'environnement, de mesures d'hygiène et de qualité de vie des animaux.
Traire les vaches est une opération pénible et répétitive. Cette opération doit se faire dans le respect des animaux et elle est soumise à des horaires contraignants. Les agriculteurs souhaitent maintenant disposer de plus de temps pour gérer leur exploitation agricole et pouvoir concilier vie professionnelle et personnelle. Dans cette optique, des sociétés ont développé des systèmes de traite automatique.
Le robot à étudier améliore de façon notable la santé et la qualité de vie des producteurs laitiers, tout en préservant le rythme des animaux et en garantissant la qualité du lait. Il assure à la fois la traite des vaches, leur alimentation et le contrôle de la qualité du lait (en identifiant les éventuels problèmes de santé, en mesurant les paramètres essentiels, en détectant le lait non conforme).

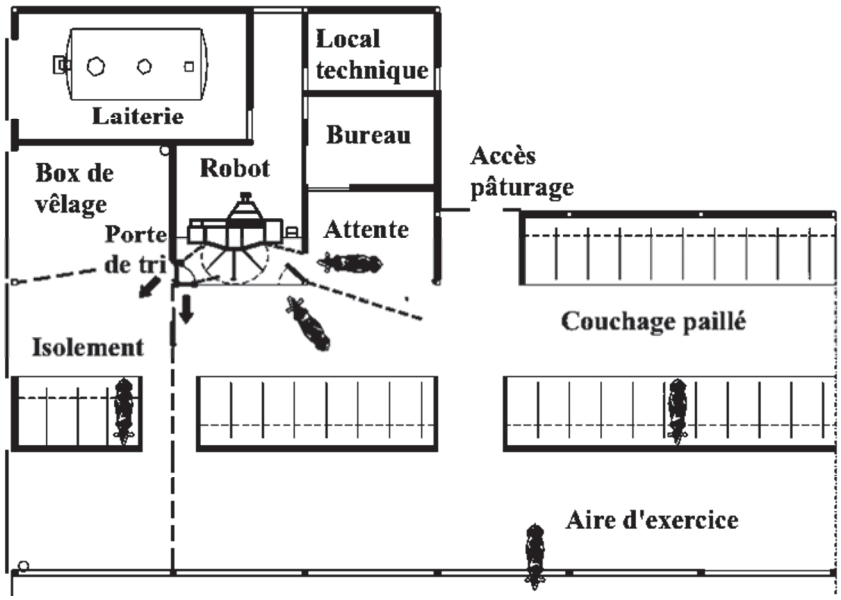


Figure 1 : exemple d'implantation du robot de traite dans une exploitation agricole

1.2 Description du robot de traite



Figure 2 : robot de traite

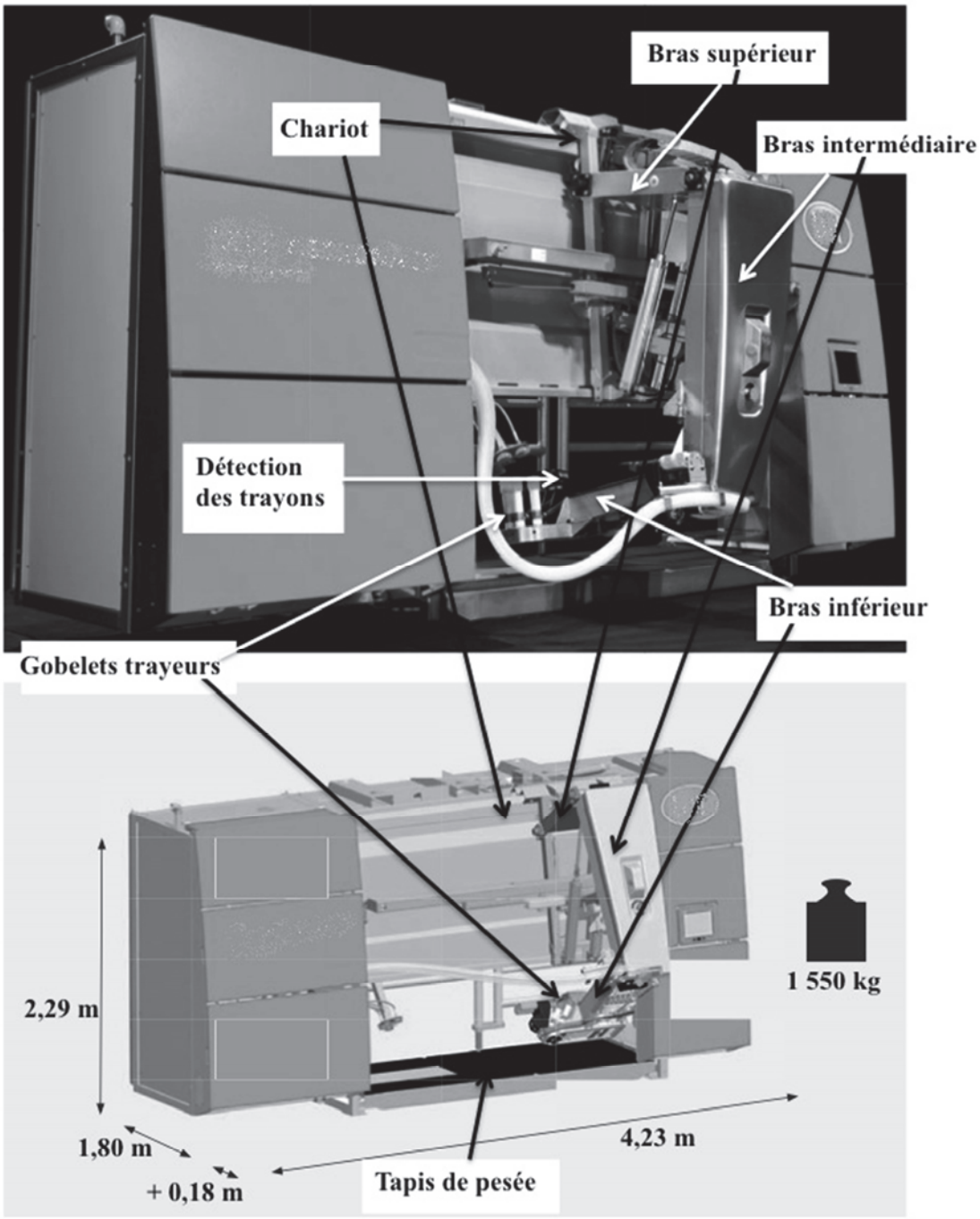


Figure 3 : description des composants principaux du robot de traite

Le robot est composé (**figure 3**) :

- d'une zone (box où la vache est installée lors de la traite) composée d'une structure tubulaire mécanosoudée, équipée de 2 portes (entrée et sortie), d'un tapis de pesée et d'une auge réservée à l'alimentation solide (granulés) ;
- d'un système de bras articulé, permettant au système de traite de se positionner au mieux pour traire la vache ;
- d'une interface homme/machine, écran de contrôle tactile, qui permet au personnel agricole d'obtenir des renseignements sur le processus en cours et de gérer d'éventuelles opérations de maintenance.

Le bras articulé se décompose en 2 parties :

- le chariot, permettant le déplacement horizontal du bras. Il est monté sur des galets qui réalisent la liaison glissière de direction horizontale et un vérin pneumatique commande le déplacement de ce chariot. Le système de contrôle du bras est installé sur le chariot ;
- le bras, composé :
  - d'un bras supérieur en liaison pivot d'axe horizontal par rapport au chariot. Deux vérins montés en parallèle entre le chariot et le bras supérieur assurent les déplacements de ce dernier ;
  - d'un bras intermédiaire, lié au bras supérieur par une liaison pivot. Un vérin monté entre le bras intermédiaire et le chariot assure les déplacements du bras intermédiaire ;
  - d'un bras inférieur, en liaison complète avec le bras intermédiaire, qui porte le système de branchement aux trayons (ou mamelles, ou pis), le système pulsateur, le système de nettoyage par brosses (en liaison pivot avec le bras inférieur) et la tête de traite ;
  - d'une tête de traite, constituée des gobelets et du système de détection des trayons de la vache (le système TDS utilise une technologie laser en trois dimensions pour un repérage rapide et précis des trayons, permettant le positionnement et le branchement rapide des gobelets).

1.3 Description d'une traite automatique

Le principe de la traite automatique est de laisser la vache libre de choisir le moment où elle souhaite être traite.

Toutes les vaches laitières du troupeau sont équipées d'un collier d'identification à infrarouge qu'elles portent autour du cou.

Lorsqu'elle le décide, la vache se présente devant la porte d'entrée du box de traite. Grâce à son collier, elle est identifiée (les informations sont gérées par un ordinateur superviseur).

La porte d'entrée s'ouvre, laissant passer la vache (et elle seule), puis se referme. La vache est alors isolée dans le box de traite. Elle se dirige naturellement vers l'auge pour manger sa ration de granulés. Grâce aux informations d'identification, la nourriture est dosée.

- Cas 1 : si la vache a déjà été traite récemment et ne respecte pas le temps minimum entre 2 traites, aucun aliment ne sera distribué. Elle ne sera pas traite, la porte de sortie sera alors ouverte, laissant sortir l'animal et libérant le box de traite.
- Cas 2 : si la vache a respecté le temps entre 2 traites et qu'elle n'a pas eu sa dose journalière de granulés, l'auge sera alors remplie avec la dose adéquate de granulés.

Lorsque la vache est dans le box, elle est installée sur un tapis de pesée équipé de capteurs de pesage. Les informations de masse et de position du centre de gravité de l'animal sont transmises à l'ordinateur superviseur. Le bras du robot peut alors être positionné et effectuer la traite de la vache.

Connaissant le centre de gravité de la vache, le bras vient positionner le bras inférieur (avec la tête de traite) au plus près des trayons de la vache. Le système de nettoyage par brosses vient alors se positionner au niveau des trayons de la vache, nettoyant trayon par trayon et stimulant la lactation (venue du lait). Une fois cette tâche effectuée, le système se retire (système escamotable, en liaison pivot avec le bras inférieur).

Ensuite, le système de triangulation laser permet de positionner les gobelets trayeurs un par un, toujours dans le même ordre : il détecte la position du premier trayon, puis positionne le premier gobelet trayeur, puis il détecte la position du second trayon et positionne le deuxième gobelet trayeur et idem pour les troisième et quatrième gobelets trayeur. Dès qu'un gobelet trayeur est « branché » sur le trayon, un système pulsateur s'enclenche et tire le lait qui est acheminé vers une

chambre de réception (qui stockera tout le lait de cette vache, permettant ainsi de connaître la quantité de lait extrait lors de la traite, informant alors l'ordinateur). Lorsque tous les trayons sont branchés, le système de nettoyage (brosses) est nettoyé.

Lorsque le système pulsateur détecte une absence de lait dans un trayon, le gobelet trayeur est alors déconnecté (chaque gobelet trayeur est déconnecté de façon indépendante). Lorsque les 4 gobelets sont déconnectés, les trayons de la vache sont nettoyés (par aspersion d'eau).

Le bras se retire, les gobelets trayeurs sont nettoyés à la vapeur puis rincés à l'eau claire. Le lait qui était dans la chambre de réception est pesé s'il est « sain » puis acheminé vers le tank à lait par un lactoduc (**figure 4**). S'il n'est pas « sain », il est acheminé directement vers les égouts. Dans tous les cas, la chambre est ensuite nettoyée de façon à ne pas contaminer le lait de la prochaine vache.

La traite est alors terminée. La porte de sortie s'ouvre, incitant la vache à quitter le box de traite.

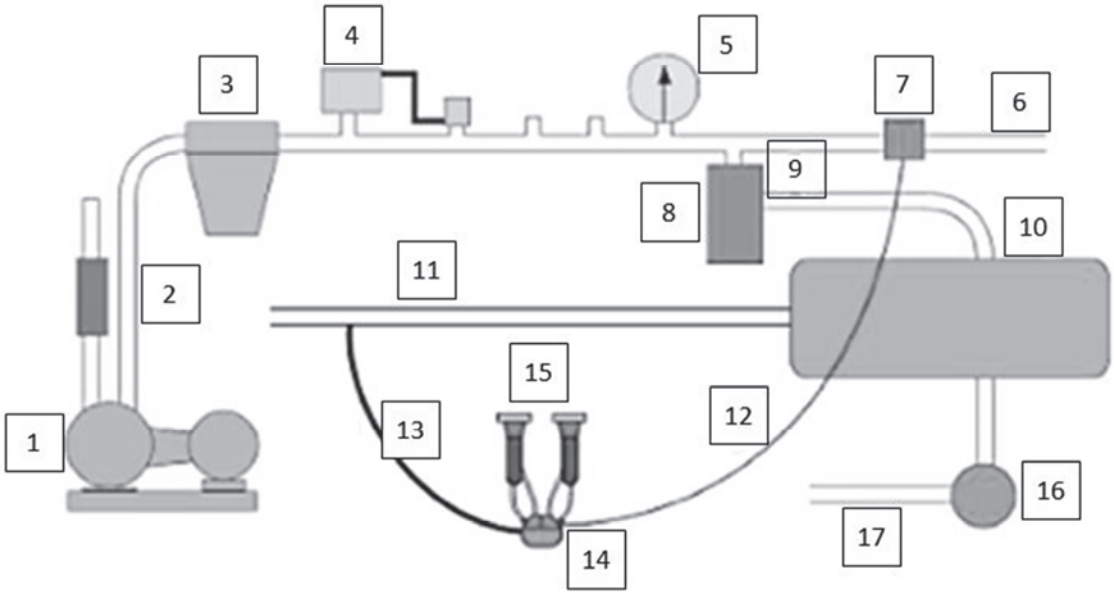


Figure 4 : principaux composants du système de traite avec lactoduc

1 Pompe à vide
2 Canalisation principale (air)
3 Intercepteur
4 Régulateur
5 Indicateur de vide
6 Canalisation à air des pulsateurs
7 Pulsateur
8 Piège sanitaire
9 Canalisation à air de la chambre de réception
10 Chambre de réception
11 Lactoduc
12 Tuyau long de pulsation
13 Tuyau long à lait
14 Griffe
15 Gobelets trayeurs
16 Pompe à lait
17 Lactoduc d'évacuation

Partie 2. Analyse fonctionnelle du système « Robot de traite automatique »

2.1 Point de vue externe

Grâce à la traite automatique, les vaches choisissent leurs heures de traite et se déplacent librement entre le robot de traite et les bâtiments d'élevage. Les éleveurs n'ont alors plus de contraintes horaires fixes de traite, ce qui leur permet de gérer au mieux leur exploitation agricole.

Une analyse fonctionnelle externe du robot de traite, en phase de vie « en fonctionnement », peut être traduite par le graphe des interacteurs suivant :

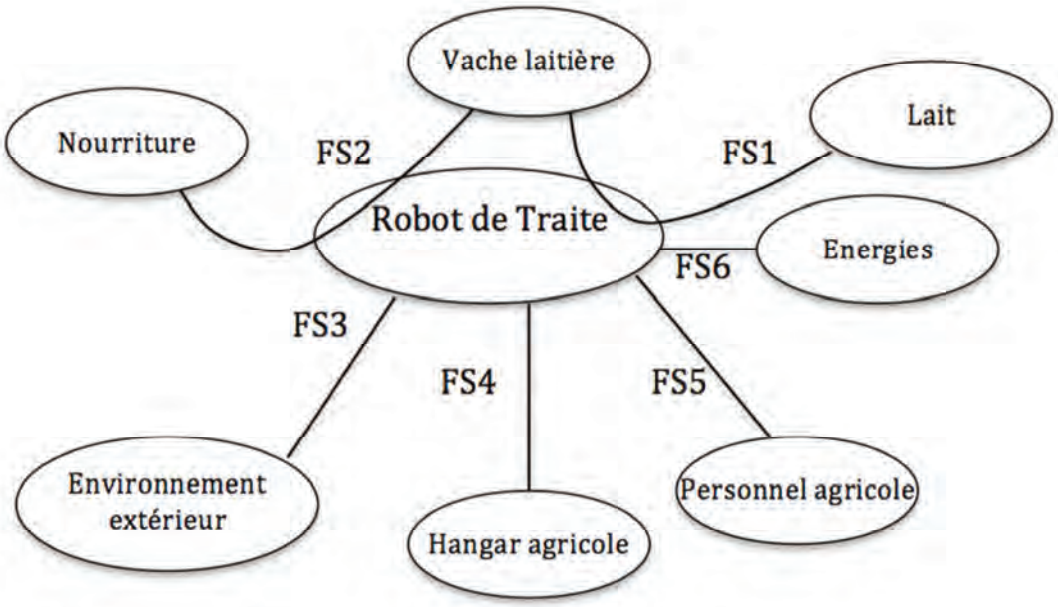


Figure 5 : graphe des interacteurs

Q1 - A l'aide de la description fournie dans la « Partie 1. Présentation du système « Robot de traite automatique » du sujet, décrivez (à l'aide d'une expression) chaque fonction FS1, FS2, FS3, FS4, FS5 et FS6 en précisant s'il s'agit de fonctions principales ou de fonctions contraintes.

2.2 Point de vue interne

Dans la suite du sujet, nous nous intéresserons plus particulièrement aux fonctions de service FS1 et FS2.

La description des solutions constructives des fonctions de service FS1 et FS2 est donnée **page 7/28** et **page 8/28**.

Diagramme FAST de la fonction FS1

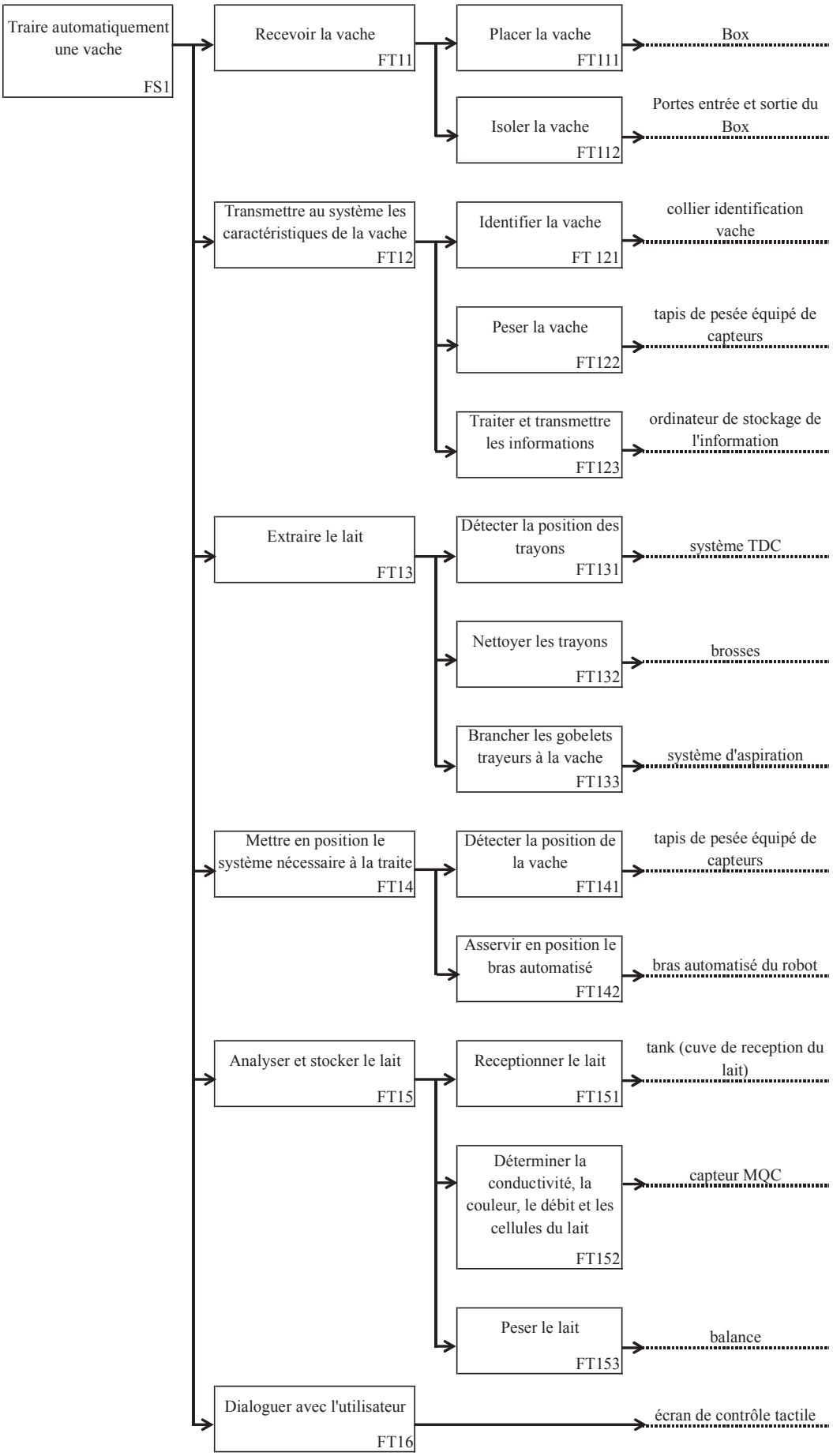
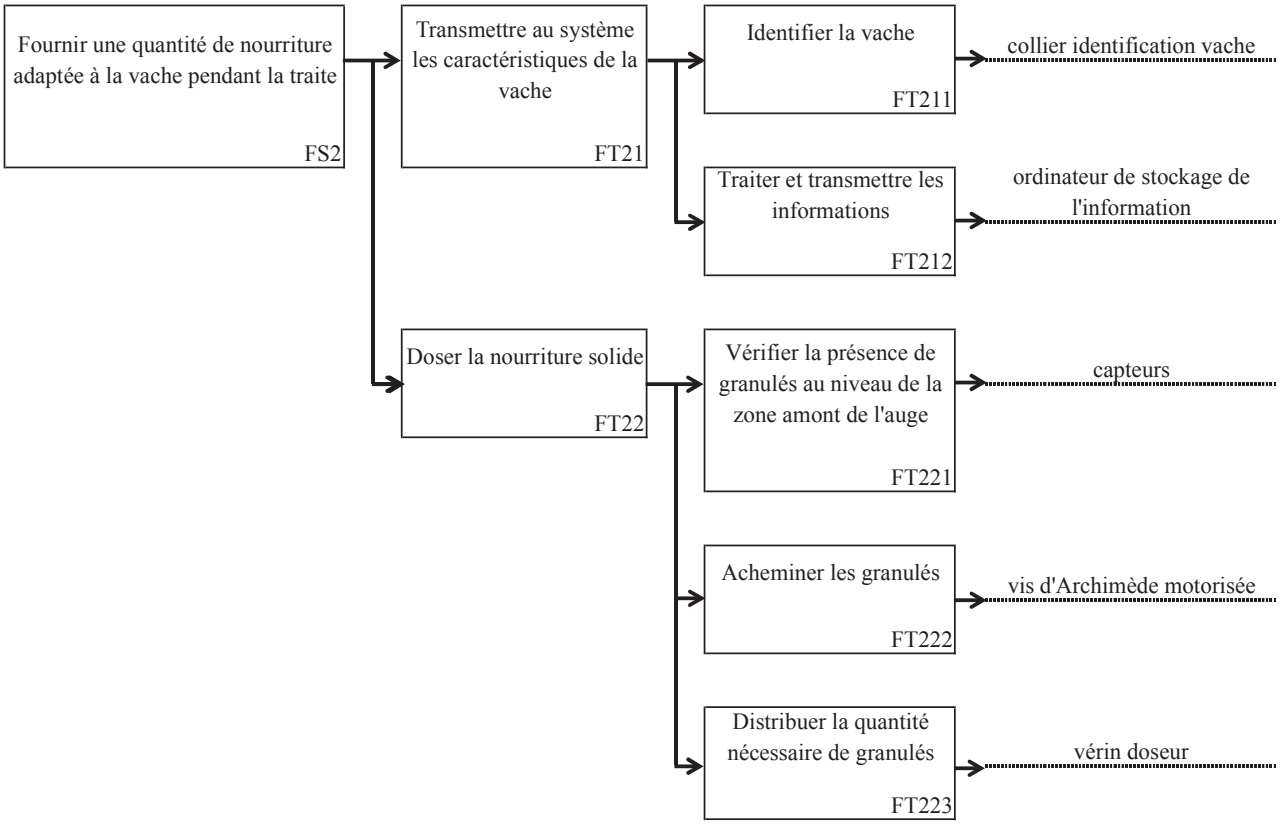


Diagramme FAST de la fonction FS2



Partie 3. Etude de la fonction FT12 : « Transmettre au système les caractéristiques de la vache »

La vache présente dans le box de traite est identifiée et, afin de mettre à jour la base de données du troupeau, une mesure de masse est réalisée par un système de pesage que nous allons étudier.

FT12 : « Transmettre au système les caractéristiques de la vache »	Critère(s)	Niveau(x)
FT121 : « Identifier la vache »	- distance entre émetteur et récepteur ; - résister à l'environnement ; - adaptable ; - durée de vie.	…
FT122 : « Peser la vache »	- être précis ; - plage de mesure ; - résister à une atmosphère agressive (eau, poussières…) ; - remplacement aisé des capteurs en cas de panne.	± 1 % de 50 à 750 kg
FT123 : « Traiter et transmettre les informations »	…	…

3.1 Fonction technique FT121 : « Identifier la vache »

L'identification de la vache est assurée par un système à détection type « RFID (Radio Frequency IDentification) ».

Objectif : vous allez déterminer les conditions permettant d'obtenir une puissance optimale émise par l'antenne.

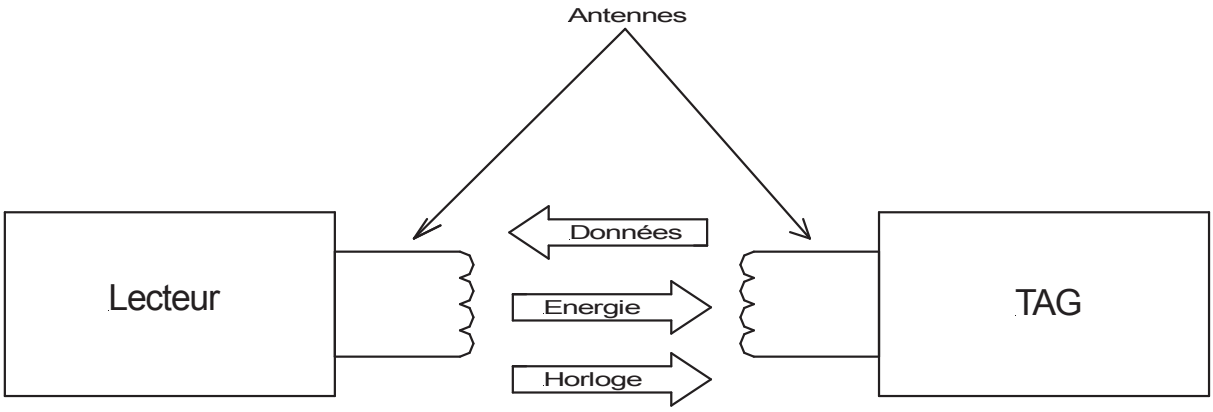


Figure 6 : présentation simplifiée d'un système « RFID »

Un système de détection « RFID » se compose d'un lecteur et d'un transpondeur (contenant les données à envoyer au lecteur) aussi appelé « TAG ». Dans notre cas, le TAG est passif, il ne comporte pas d'alimentation. Le lecteur a donc une triple fonction : fournir l'énergie au transpondeur (par couplage magnétique), fournir l'horloge au transpondeur et recevoir les données du transpondeur.

Q2 - En vous aidant du document ressource DRS1 et de la description de l'utilisation du robot, choisir la bande de fréquence adaptée à cette application.

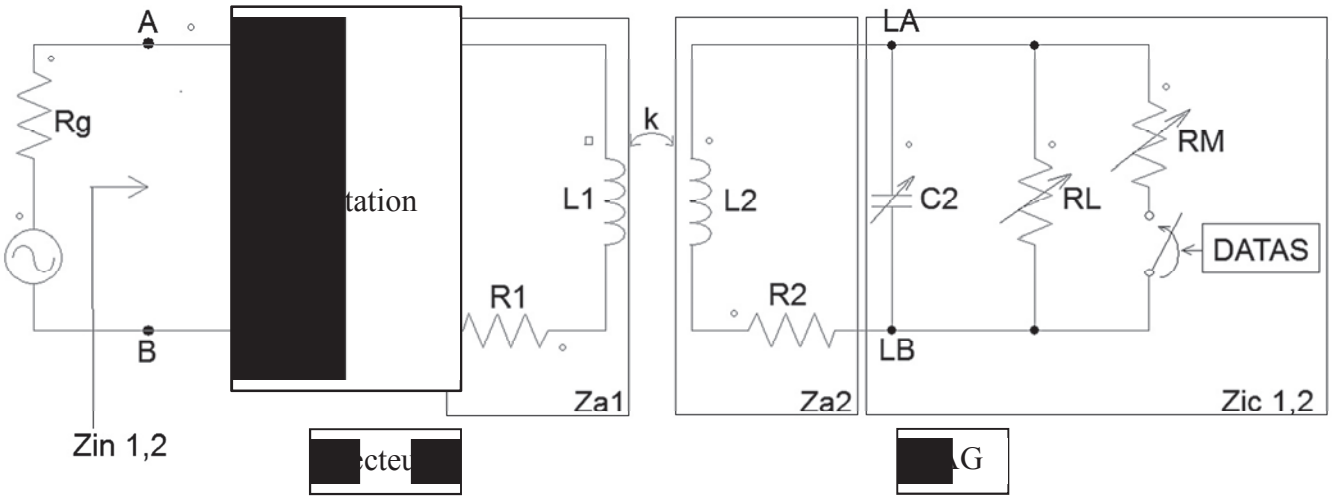


Figure 7 : modèle simplifié d'un système « RFID »

La **figure 7** représente un modèle très simplifié (limité à la transmission de données du TAG vers le lecteur) permettant néanmoins d'étudier cette technologie :

- les deux antennes sont modélisées par une inductance et une résistance (L1 et R1 pour le lecteur, L2 et R2 pour le TAG) ;
- les impédances de l'antenne du lecteur et du TAG sont notées, respectivement, Za1 et Za2 ;
- les éléments C2, RL, RM ainsi que l'interrupteur modélisent des phénomènes complexes liés au fonctionnement du circuit intégré gérant l'envoi des données par le TAG. L'envoi des données influe donc sur la valeur de l'impédance Zic, on parle de modulation d'impédance ;
- l'ensemble L1-L2 peut être vu comme un transformateur à noyau d'air, k représentant le coefficient de couplage entre ces deux inductances. Pour notre étude, k prendra deux valeurs idéales : k = 0 (TAG non présent) et k = 1 (TAG présent et couplage parfait) ;
- enfin, une adaptation est nécessaire afin d'optimiser la puissance émise.

Etude de l'étage d'adaptation :

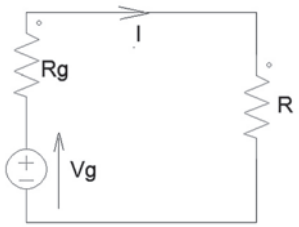


Figure 8 : alimentation par un générateur de tension continue

La **figure 8** représente un montage alimenté par un générateur de tension continue V_g de résistance interne R_g alimentant une charge R.

Q3 - Exprimer la puissance P fournie à cette charge en fonction de V_g, R_g et R.

Q4 - Exprimer la dérivée de P par rapport à R, dP/dR et en déduire la condition qui permet d'obtenir la puissance maximale fournie à la charge.

Q5 - Donner l'allure de la caractéristique P = f (R) en précisant les points remarquables.

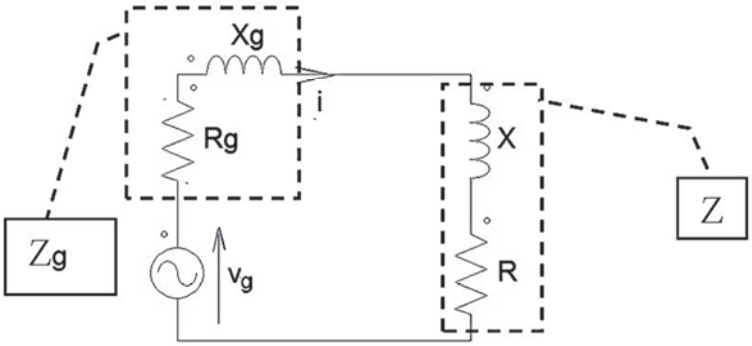


Figure 9 : alimentation par un générateur de tension sinusoïdale

La **figure 9** représente un montage alimenté par un générateur de tension sinusoïdale v_g dont l'impédance interne est Zg. On définit Z, l'impédance de la charge constituée d'une résistance R et d'une réactance X.

$$v_g = V_g.\sqrt{2}.\cos(\omega t)$$
$$i = I.\sqrt{2}.\cos(\omega t - \varphi)$$
$$\underline{Z_g} = R_g + j.X_g \quad \text{et} \quad \underline{Z} = R + j.X$$

Q6 - Exprimer la puissance instantanée p_g fournie par la source de tension alternative parfaite v_g en fonction de V_g, I, φ et ωt.

Q7 - Exprimer la valeur moyenne P_g de la puissance instantanée p_g, exprimée à la question Q6, en fonction de V_g, I et φ .

Q8 - La puissance moyenne fournie à la charge peut s'écrire : $P = R.I^2$.

- **Exprimer l'impédance complexe totale du circuit $\underline{Z_t}$ en fonction de R_g, X_g, R et X ;**
- **en déduire l'expression de l'intensité complexe $\underline{I}$ en fonction de $\underline{V_g}$ et $\underline{Z_t}$;**
- **exprimer la puissance moyenne P en fonction de V_g, R_g, X_g, R et X. En déduire les deux conditions (une sur les éléments résistifs et l'autre sur les éléments réactifs) permettant d'obtenir la puissance maximale fournie à la charge.**

Q9 - Conclure sur la nécessité d'adapter les impédances dans le cas de telles applications.

3.2 Fonction technique FT122 : « Peser la vache »

Objectif : vous allez vérifier que les capteurs permettant d'acquérir la masse de la vache sont conformes aux critères exigés par le cahier des charges. Ensuite, vous vérifierez que l'information délivrée par ces capteurs est indépendante de la position de la vache sur le tapis de pesée. Enfin, vous étudierez l'implantation de ces capteurs sur le système « robot de traite » (liaison complète démontable).

Lorsqu'elle est dans le box, la vache est sur un tapis de pesée, schématisé **figure 10, page 12**. Ce tapis de pesée est constitué d'une structure rigide (caillebotis métallique) liée au support des capteurs (bâti tubulaire mécanosoudé) et d'un revêtement antidérapant en caoutchouc.

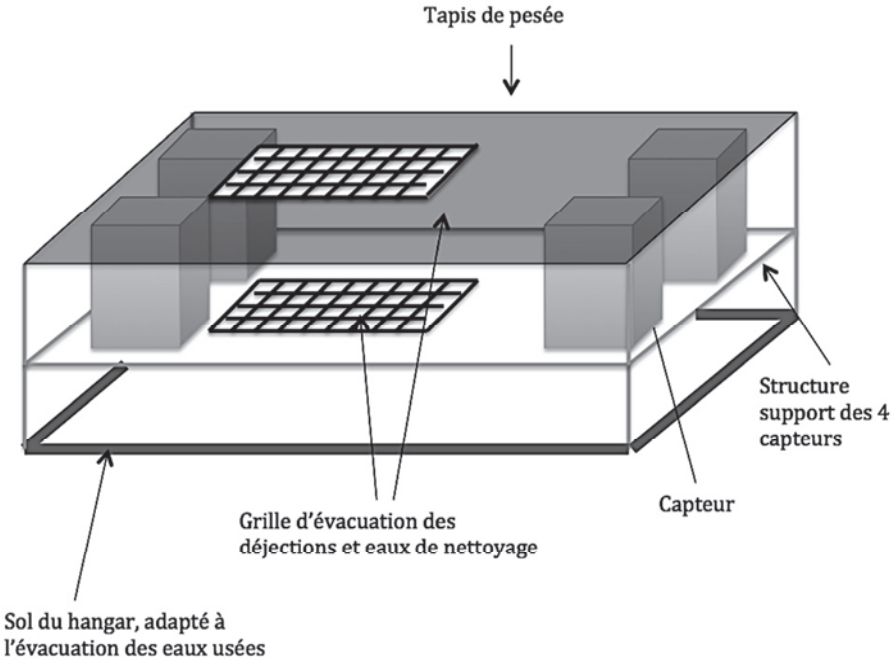


Figure 10 : schéma du tapis de pesée et de son implantation

Revêtement antidérapant : dimensions : 2 500 mm × 1 000 mm × 10 mm ;

matériau constitutif : caoutchouc recyclé (masse volumique de 900 kg/m^3).

Structure rigide : dimensions : 2 500 mm × 1 000 mm × 20 mm ;

matériau constitutif : acier galvanisé (pour l'épaisseur donnée, cette structure a une masse surfacique de 15 kg/m^2) ;

Grille d'évacuation : dimensions : 700 mm × 500 mm × 20 mm ;

matériau constitutif : acier galvanisé (pour l'épaisseur donnée, cette grille a une masse surfacique de 15 kg/m^2).

4 capteurs identiques de pesée à appui central se trouvent sous ce tapis de pesée. Les caractéristiques de ces capteurs sont données dans le tableau 1 suivant :

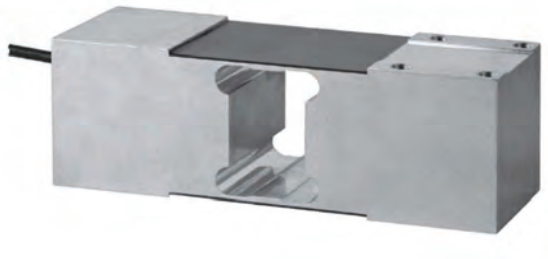
	**Poids, y compris emballage** - 2 kg
	Applications - Balances sur table, plateforme au sol, convoyage et applications médicales
	Particularités - Gamme étendue de capacités nominales de 30 kg jusqu'à 750 kg

Tableau 1 : caractéristiques des capteurs

Q10 - Sachant qu'une vache a une masse de 700 kg en moyenne et connaissant les caractéristiques des 4 capteurs utilisés, peut-on négliger la masse du tapis de pesée (structure rigide et revêtement antidérapant) et respecter le cahier des charges ? Vous justifierez vos réponses par le calcul si nécessaire. Quelle(s) opération(s) devra réaliser l'installateur lors de la mise en service du tapis de pesée ?

Hypothèse : nous n'étudierons le **comportement** que **d'un seul capteur C**. Comme hypothèse de travail, nous considèrerons que le poids total P de la vache est la somme des 4 poids relevés par

chacun des 4 capteurs. Pour la suite des calculs, la masse du tapis de pesée ne sera pas prise en compte.

ATTENTION : vous devez travailler dans le repère indiqué sur la **figure 12**

Notations torseur de l'action mécanique de i sur j :

En ligne : *En colonne :*

$$\left\{\tau_{i\to j}\right\} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{R_{i\to j}} = X_{ij}\,\vec{x} + Y_{ij}\,\vec{y} + Z_{ij}\,\vec{z} \\ \overrightarrow{M_{N,i\to j}} = L_{ij}\,\vec{x} + M_{ij}\,\vec{y} + N_{ij}\,\vec{z} \end{Bmatrix}_N \qquad \left\{\tau_{i\to j}\right\} = \begin{Bmatrix} X_{ij} & L_{ij} \\ Y_{ij} & M_{ij} \\ Z_{ij} & N_{ij} \end{Bmatrix}_{N,(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Lorsque la vache arrive sur le tapis de pesée, nous ne connaissons pas la position de son centre de gravité G.

3.2.1 Première modélisation du capteur C

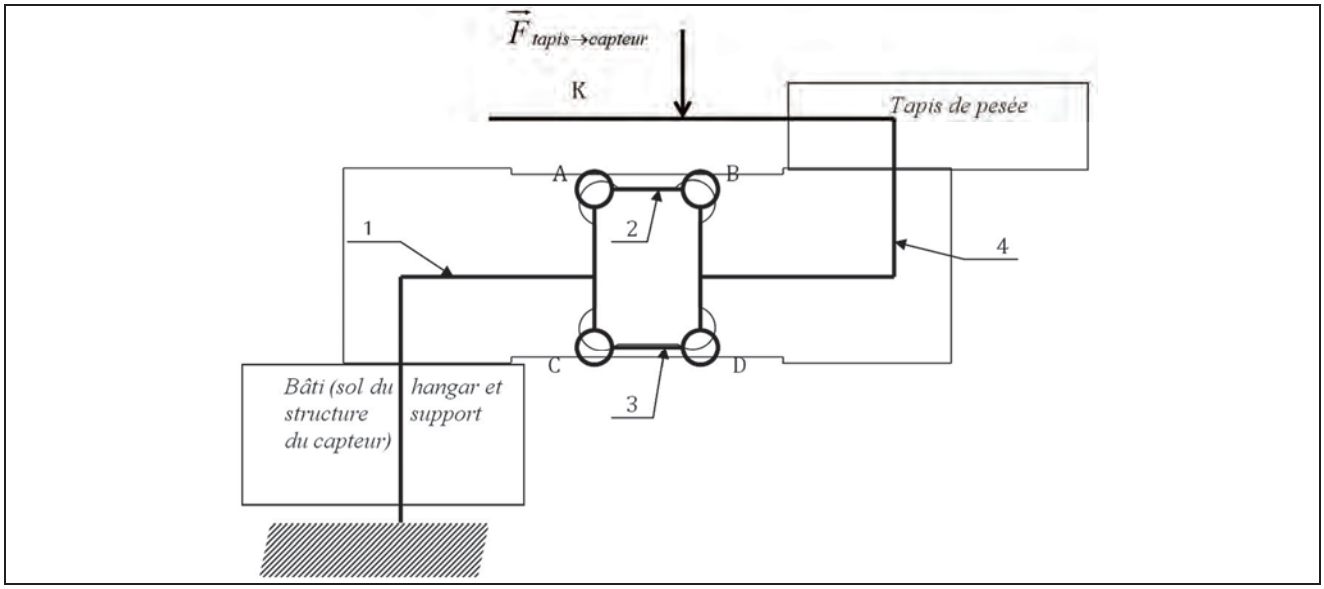


Figure 11 : modélisation d'un capteur de pesée

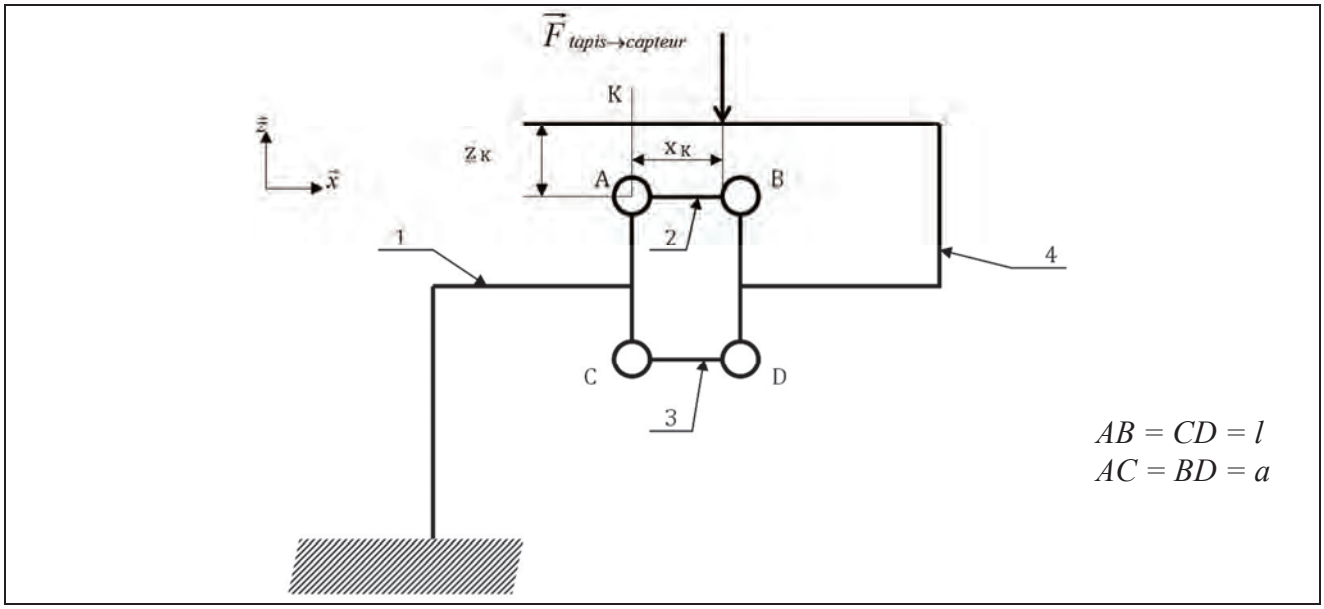
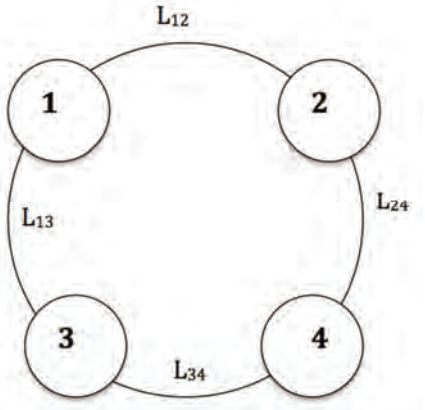


Figure 12 : modélisation et paramétrage d'un capteur de pesée dans le plan $(\vec{x},\vec{z})$

Le capteur réel peut être modélisé par une structure parallélogramme 4 barres qui sont liées par 4 liaisons pivots élastiques en A, B, C et D.
Pour que la mesure donnée par le capteur soit indépendante de la position de G (centre de gravité de la vache), le comportement du capteur ne doit pas dépendre de la position de la droite d'action de $\vec{F}_{tapis\to capteur}$, donc de la position du point K.

Le graphe des liaisons correspondant à cette modélisation est le suivant :



L_{12} : liaison pivot d'axe $(A,\vec{y})$.

L_{13} : liaison pivot d'axe $(C,\vec{y})$.

L_{24} : liaison pivot d'axe $(B,\vec{y})$.

L_{34} : liaison pivot d'axe $(D,\vec{y})$.

Coordonnées de K dans le plan $(A,\vec{x},\vec{z})$: (x_K, z_K).

Dans cette première modélisation, seule la liaison pivot en A est considérée comme une liaison pivot élastique (on a alors une composante C_{eA} portée par l'axe $(A,\vec{y})$), les autres liaisons pivots en B, C et D sont parfaites. Nous retenons un modèle d'étude plan et le torseur de l'action mécanique de 1 sur 2 s'écrit :

$$\{\tau_{1\to 2}\} = \left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{R_{1\to 2}} = X_{12}.\,\vec{x} + Z_{12}.\,\vec{z} \\ \overrightarrow{M_{A,1\to 2}} = C_{eA}.\,\vec{y}\end{array}\right\}_A.$$

Q11 - Montrer que le torseur de l'action mécanique du tapis de pesée sur le capteur au point K est de la forme :

$$\{\tau_{tapis\to capteur}\} = \left\{\begin{array}{l}\vec{R}_{t\to c} = Z_{tc}.\,\vec{z} \\ \overrightarrow{M_{K,t\to c}} = M_K.\,\vec{y}\end{array}\right\}_K.$$

La technologie du capteur permet de mesurer C_{eA}. Nous souhaitons vérifier qu'il existe une relation $\left\|\vec{F}_{tapis\to capteur}\right\| = f(C_{eA})$ indépendante de M_K.

Q12 - En isolant {3} puis {4} puis {2}, trouver la relation $\left\|\vec{F}_{tapis\to capteur}\right\| = f(C_{eA})$. Conclure.

3.2.2 Deuxième modélisation

Le capteur d'effort utilisé est en réalité constitué de 4 zones rigides 1, 2, 3 et 4, reliées par 4 zones déformables en A, B, C et D que l'on peut modéliser par quatre liaisons pivots élastiques. Nous retenons un modèle d'étude plan et les 4 torseurs d'actions mécaniques, dans chacune des liaisons pivots élastiques, peuvent s'écrire :

Pour la liaison entre 1 et 2 : $\{\tau_{1\to 2}\} = \left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{R_{1\to 2}} = X_{12}.\,\vec{x} + Z_{12}.\,\vec{z} \\ \overrightarrow{M_{A,1\to 2}} = C_{eA}.\,\vec{y}\end{array}\right\}_A.$

Pour la liaison entre 2 et 4: $\{\tau_{2\to4}\} = \left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{R_{2\to4}} = X_{24}.\ \vec{x} + Z_{24}.\ \vec{z} \\ \overrightarrow{M_{B,2\to4}} = C_{eB}.\ \vec{y}\end{array}\right\}_B$.

Pour la liaison entre 1 et 3 : $\{\tau_{1\to3}\} = \left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{R_{1\to3}} = X_{13}.\ \vec{x} + Z_{13}.\ \vec{z} \\ \overrightarrow{M_{C,1\to3}} = C_{eC}.\ \vec{y}\end{array}\right\}_C$.

Pour la liaison entre 3 et 4: $\{\tau_{3\to4}\} = \left\{\begin{array}{l}\overrightarrow{R_{3\to4}} = X_{34}.\ \vec{x} + Z_{34}.\ \vec{z} \\ \overrightarrow{M_{D,3\to4}} = C_{eD}.\ \vec{y}\end{array}\right\}_D$.

L'action mécanique du tapis de pesée sur le capteur est modélisée par le torseur suivant :

$$\{\tau_{tapis\to capteur}\} = \left\{\begin{array}{l}\vec{R}_{t\to c} = Z_{tc}.\ \vec{z} \\ \overrightarrow{M_{K,t\to c}} = M_K.\ \vec{y}\end{array}\right\}_K.$$

Des jauges de déformation (qui sont constituées de fins fils résistants collés dans la zone déformable en A) permettent de mesurer la valeur de C_{eA}, ce qui permet de déterminer $\left\|\vec{F}_{tapis\to capteur}\right\|$.

Pour dimensionner le capteur, il est donc nécessaire de déterminer la relation entre $\left\|\vec{F}_{tapis\to capteur}\right\|$ et C_{eA}, cette modélisation étant beaucoup plus proche du capteur réel.

Q13 - Montrer, à l'aide d'une étude statique, que le modèle associé au capteur est hyperstatique. Quel est le degré d'hyperstaticité ?

Q14 - Si on fait l'hypothèse que les couples élastiques sont proportionnels aux déformations élastiques en A, B, C et D, quelle est la nouvelle valeur du degré d'hyperstaticité ? Quelle relation peut-on alors écrire concernant C_{eA}, C_{eB}, C_{eC} et C_{eD} ?

Q15 - En prenant cette modélisation (figure 12 page 13/28), on obtient la relation $\left\|\vec{F}_{tapis\to capteur}\right\| = 4.C_{eA}/l$. L'information délivrée par les capteurs est-elle dépendante de l'implantation de ces capteurs sous le tapis de pesée ?

3.2.3 Implantation des capteurs sur la structure liée au sol du hangar

Sur le document réponse **DR2**, vous allez concevoir les liaisons entre :

- d'une part, le capteur de pesée et l'ensemble {structure rigide + tapis de pesée} ;
- d'autre part, le capteur de pesée et la structure métallique en contact avec le sol du hangar.

Vous vous aiderez du schéma de principe **figure 13** :

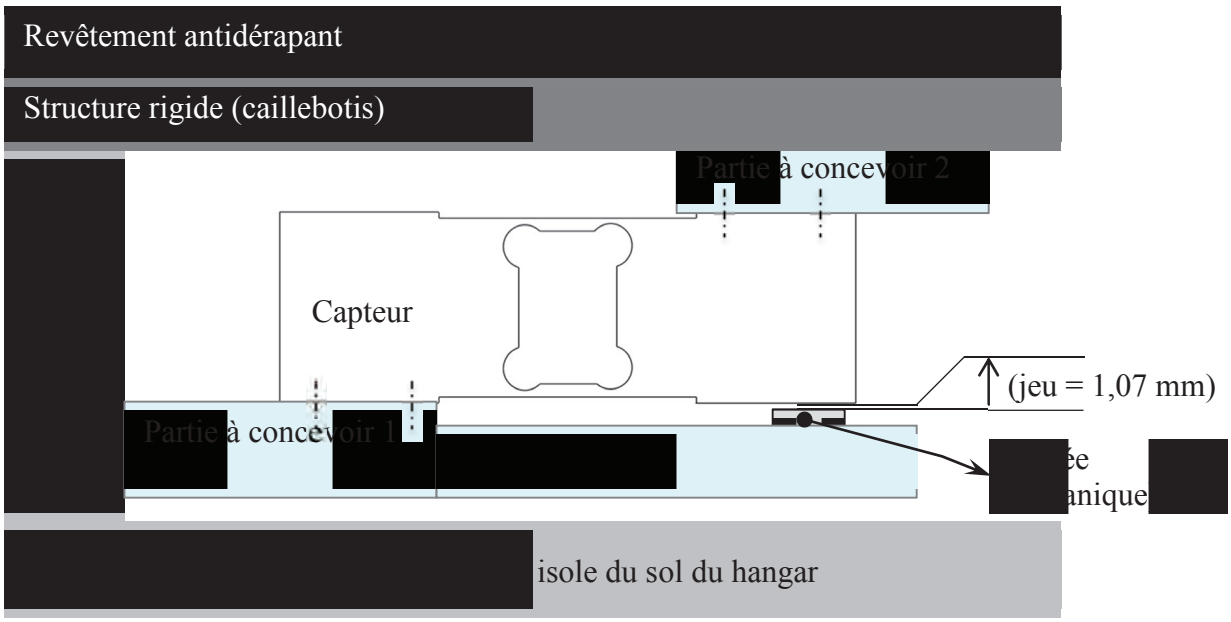


Figure 13 : schéma de principe de la conception à réaliser

Contraintes :

- les parties à concevoir 1 et 2 doivent pouvoir résister à l'environnement du robot (humidité, poussières…) ;
- les déjections des vaches et les eaux de nettoyage peuvent endommager le capteur s'il n'est pas surélevé par rapport au sol du hangar ;
- le capteur doit être en liaison complète démontable avec les 2 parties à concevoir ;
- la partie à concevoir 1 doit être **mécanosoudée** par rapport à la structure métallique ;
- la partie à concevoir 2 est en liaison appui plan avec le caillebotis (qui supporte le tapis) ;
- le capteur ne doit pas pouvoir être déformé au-delà de 1,07 mm, il faut donc un système de butée mécanique qui permette de le protéger d'une utilisation non conforme. Cette butée mécanique doit être réglable.

Q16 - Quelle mise en position faites-vous entre les parties à concevoir et le capteur ?

Q17 - Quel maintien en position choisissez-vous, compte-tenu de la géométrie et des caractéristiques du capteur page 12/28 ?

Q18 - Quel va être votre choix de matériau pour ces parties à concevoir 1 et 2 ? Vous vous aiderez du tableau 2 suivant et vous justifierez votre choix :

Type de matériau	Usinabilité	Soudabilité	Re (MPa)	Résistance à la corrosion	Masse volumique (kg/m^3)
X2 Cr Ni Mo Cu N 25-6-3 Acier Inoxydable	++	++	760	+++	7 900
CW617N [Cu Zn 40 Pb2] Laiton	+++	+	330	++	8 400
EN AW 7075 [Al Zn 5,5 Mg Cu] Alliage d'aluminium	++	non	495	Anodisé ++	2 800
EN AW 7020 [Al Zn 5,5 Mg Cu] Alliage d'aluminium	++	++	280	Anodisé ++	2 780

Tableau 2 : caractéristiques des matériaux

Q19 - Sur le document réponse DR2, dessinez à règle levée,

- **la partie 1 en liaison complète indémontable avec le bâti et en liaison complète démontable avec le capteur ;**
- **la butée mécanique réglable, positionnée sur la partie 1 ;**
- **la partie 2 en appui plan avec le caillebotis (non représenté sur le document réponse DR2, pour des raisons de lisibilité, seule la position du plan apparaît) et en liaison complète démontable avec le capteur.**

Partie 4. Etude de la fonction FT14 : « Mettre en position le système nécessaire à la traite »

La vache étant identifiée, le robot doit se mettre en position afin de démarrer le cycle de traite.

Objectif : après avoir identifié les paramètres nécessaires au positionnement du robot, vous étudierez l'asservissement en position du chariot pendant la traite de la vache. Il faudra valider que le système est capable de suivre les mouvements de la vache, en respectant les critères du cahier des charges.

FT14 : « Mettre en position le système nécessaire à la traite »	Critère(s)	Niveau(x)
- FT141 : « Détecter la position de la vache »	Précision	± 10 mm
- FT142 : « Asservir en position le bras automatisé » (translation du chariot 1 par rapport au bâti)	Course du système pignon-crémaillère Stabilité Amortissement Précision de positionnement Rapidité	2 m $M\varphi > 60°$ Aucun dépassement autorisé Erreur statique inférieure à 1 % $tr_{5\,\%} < 0{,}5$ s

4.1 FT141 : « Détecter la position de la vache »

Lorsque la vache arrive sur le tapis de pesée, les informations délivrées par les capteurs permettent non seulement d'avoir l'information de la masse de la vache, mais ils permettent également d'obtenir la position du centre de gravité de la vache.

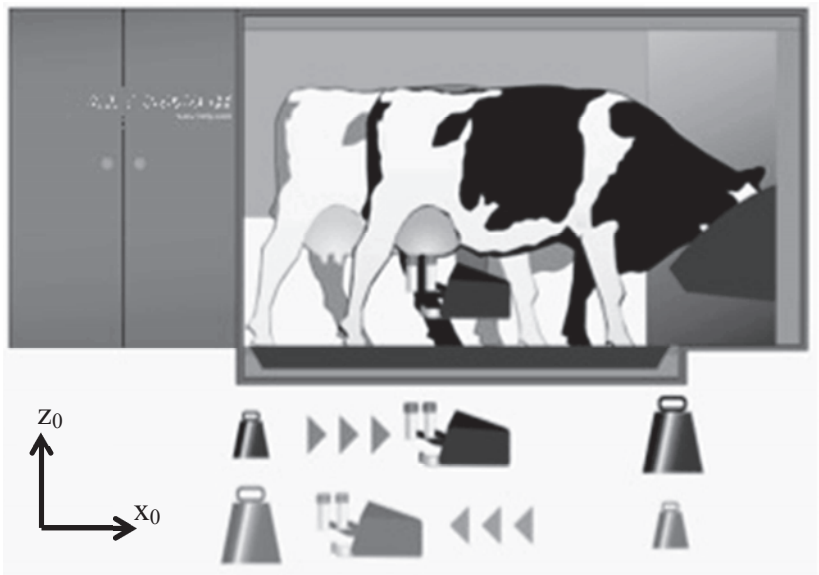


Figure 14 : détection de la position de la vache

4.2 Fonction FT142 : « Asservir en position le bras automatisé »

Lorsque la vache est identifiée, la tête de traite (comprenant les gobelets trayeurs, le système de détection des trayons et le système de nettoyage escamotable) est positionnée sous la vache, dans une position telle que les gobelets trayeurs soient au plus proche des trayons. La position de la tête de traite est définie par G_4, son centre de gravité (la tête de traite **4** est en liaison encastrement avec le bras intermédiaire **3** et elle n'est pas représentée sur la **figure 15**).

Paramétrage géométrique lié au schéma cinématique **figure 15** :

- $R_0 = (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ repère lié au bâti du robot de traite, supposé galiléen ;
- $R_1 = (A, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ repère lié au chariot **1** tel que $\overrightarrow{OA} = x(t).\vec{x}_0$;
- $R_2 = (A, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ repère lié au bras supérieur **2** tel que $\theta_{21} = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = (\vec{z}_1, \vec{z}_2)$;
- $R_3 = (B, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ repère lié au bras intermédiaire **3** tel que $\theta_{32} = (\vec{y}_2, \vec{y}_3) = (\vec{z}_2, \vec{z}_3)$;
- $R_5 = (F, \vec{x}_5, \vec{y}_5, \vec{z}_5)$ repère lié au vérin de tige **5** et de corps **5'** tel que $\theta_{51} = (\vec{y}_1, \vec{y}_5) = (\vec{z}_1, \vec{z}_5)$;
- $R_6 = (H, \vec{x}_6, \vec{y}_6, \vec{z}_6)$ repère lié au vérin de tige **6** et de corps **6'** tel que $\theta_{61} = (\vec{y}_1, \vec{y}_6) = (\vec{z}_1, \vec{z}_6)$.

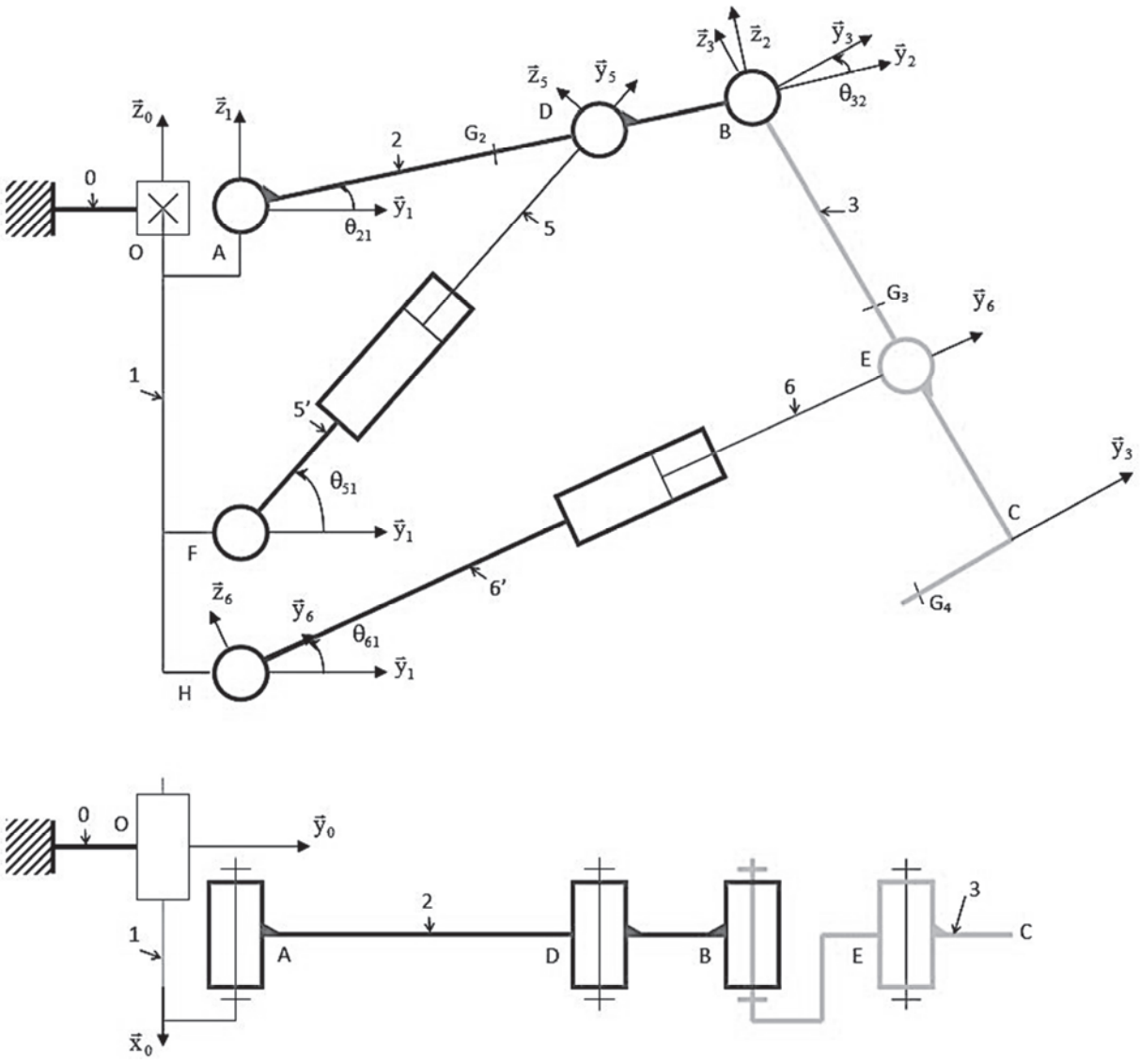
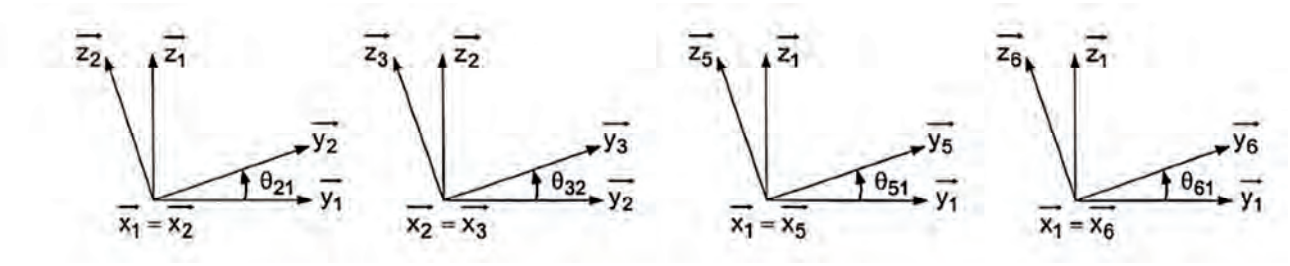


Figure 15 : schéma cinématique du bras automatisé et du chariot



$\overrightarrow{AB} = L_2 \,.\, \overrightarrow{y_2}$	$\overrightarrow{AD} = l_2 \,.\, \overrightarrow{y_2}$	$\overrightarrow{BC} = -\, L_3 \,.\, \overrightarrow{z_3}$
$\overrightarrow{AG_2} = \frac{L_2}{2} \,.\, \overrightarrow{y_2}$	$\overrightarrow{BG_3} = -\, \frac{L_3}{2} \,.\, \overrightarrow{z_3}$	$\overrightarrow{CG_4} = -\, L_4 \,.\, \overrightarrow{y_3}$
$\overrightarrow{BE} = -\, l_3 \,.\, \overrightarrow{z_3}$	$\overrightarrow{AF} = -\, h_5 \,.\, \overrightarrow{z_0}$	$\overrightarrow{AH} = -\, h_6 \,.\, \overrightarrow{z_0}$
$\overrightarrow{OA} = x \,.\, \overrightarrow{x_0}$	$\overrightarrow{FD} = L_5(t) \,.\, \overrightarrow{y_5}$	$\overrightarrow{HE} = L_6(t) \,.\, \overrightarrow{y_6}$
	course vérin 5 : $y_5(t) = L_5(t) - L_{50}$	course vérin 6 : $y_6(t) = L_6(t) - L_{60}$

Figure 16 : paramétrage géométrique

Q20 - Quels sont les paramètres géométriques permettant de piloter les mouvements du bras robotisé ?

Q21 - A partir du schéma cinématique, écrire le graphe des liaisons. Vous noterez Lij la liaison entre un solide i et un solide j. Vous définirez leurs caractéristiques.

Q22 - Etablir les relations géométriques liant le centre de gravité G_4 de la tête de traite 4 défini par les coordonnées $(x_{G_4}, y_{G_4}, z_{G_4})$ dans le repère R_0, les paramètres géométriques x, θ_{21} et θ_{32} et les longueurs L_2, L_3 et L_4.

Q23 - Donner l'expression de $\overrightarrow{V_{G_4 \in 4/0}}$.

Le système de traite étant positionné suivant $\vec{y}_0$ et suivant $\vec{z}_0$, nous allons nous intéresser plus particulièrement au mouvement du chariot **1**, suivant la direction $\vec{x}_0$, lorsque le robot est en phase de traite de la vache (gobelets trayeurs positionnés sur la vache et en mode extraction du lait).

Structure de l'axe motorisé du chariot :

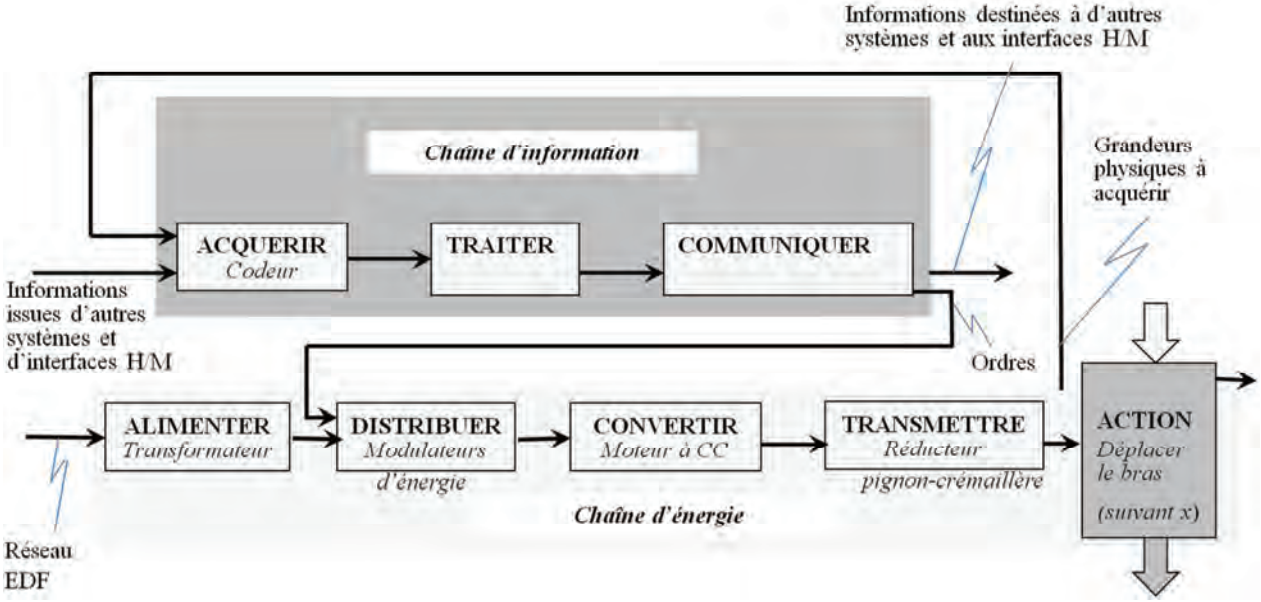


Schéma 1 : structure de l'axe motorisé du chariot

Chaîne d'énergie :

- <u>modulateur d'énergie</u> :
  gain $K_a = 6$.
- <u>moteur CC</u> :
  résistance de l'induit : $R = 0{,}56\ \Omega$;
  inductance : $L = 0{,}0053$ H ;
  constante de fem : $K_e = 0{,}8$ V.s.rad^{-1} ;
  constante de couple $K_i = 0{,}8$ N.m.A^{-1}.
- <u>réducteur</u> :
  réduction $r = \Omega_m / \Omega_r = 19$.
- <u>pignon-crémaillère</u> :
  diamètre du pignon : $\varnothing_p = 50$ mm.
- <u>dynamique du chariot **1** dans son mouvement par rapport au bâti</u> :

  $F(t) - F_p(t) = M_{éq}.\Gamma_{(\text{chariot 1/bâti})}$
  $F(t)$ est l'effort transmis pour le déplacement du chariot (en N) ;
  $F_p(t)$ est un effort qui représente la perturbation que peut subir le système (en N) ;
  masse équivalente (en déplacement) : $M_{éq} = 50$ kg ;
  $\Gamma_{(\text{chariot 1/bâti})}$ est l'accélération du chariot par rapport au bâti (en m.s^{-2}).

Chaîne d'information :

- codeur absolu et CNA : $K_c = 0{,}055$ V/mm.

La modélisation (schéma-bloc du déplacement du chariot en translation par rapport au bâti) est donnée sur le **schéma 2** page suivante.

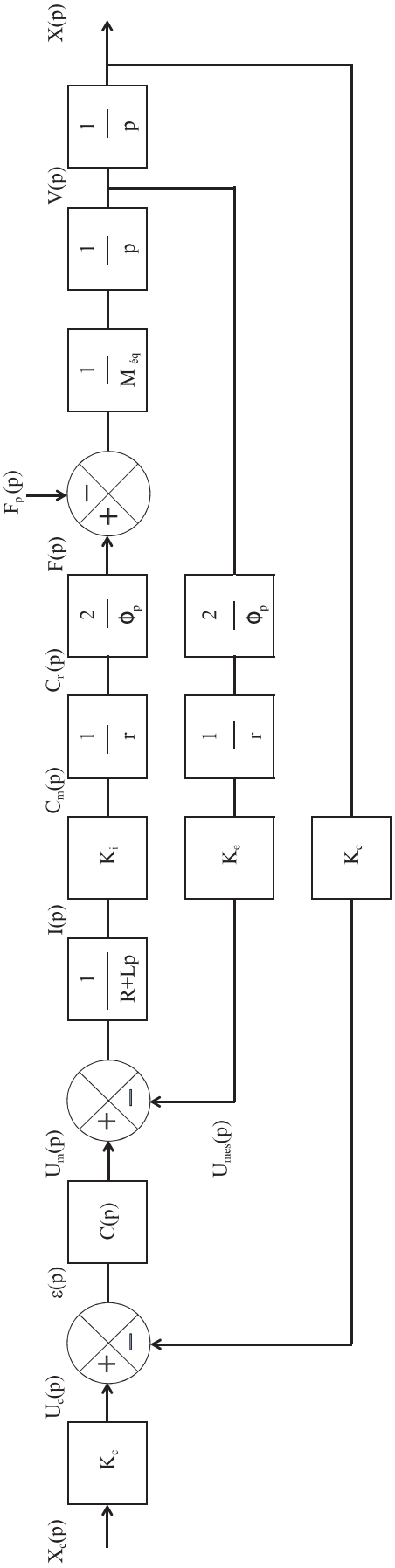


Schéma 2 : schéma-bloc du déplacement du chariot en translation par rapport au bâti.

Hypothèses de travail : **- il n'y a pas de perturbation extérieure, donc $F_p(p) = 0$;**
- la valeur du correcteur est $C(p) = 1$.

Vous allez tout d'abord modéliser le comportement du moteur à courant continu.

Q24 - Déterminer la fonction de transfert $H(p) = \frac{V(p)}{U_m(p)}$ en fonction des paramètres de l'énoncé.

Q25 - Ecrire la fonction de transfert H(p) sous la forme $H(p) = \frac{G}{1+\frac{2.z}{\omega_n}.p+\frac{1}{\omega_n^2}.p^2}$ et :

- **donner les expressions du facteur d'amortissement z, de la pulsation propre ω_n et le gain G en fonction des paramètres de l'énoncé ;**
- **faire les applications numériques ;**
- **justifier qu'on peut alors écrire H(p) sous la forme $H(p) = \frac{G}{(1+\tau_1.p)(1+\tau_2.p)}$ et donner les valeurs numériques de τ_1 et τ_2 ;**
- **quelle(s) hypothèse(s) pouvez-vous faire afin d'assimiler H(p) à un premier ordre ? Donner alors l'expression de H(p) sous forme littérale et numérique.**

Après avoir modélisé le comportement du moteur, nous allons étudier la stabilité du système d'asservissement de position du chariot et son respect vis-à-vis du cahier des charges.

Q26 - Déterminer maintenant la fonction de transfert en boucle ouverte (FTBO) du système d'asservissement de position du chariot $FTBO(p) = \frac{X_m(p)}{\varepsilon(p)}$.

Q27 - A l'aide du document technique DT4 (diagrammes de Bode de la FTBO du système), donner la valeur de la marge de phase et de la marge de gain du système en boucle ouverte. Que pouvez-vous conclure ?

Q28 - Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée du système $FTBF(p) = \frac{X(p)}{X_c(p)}$, la mettre sous forme canonique, donner les principales caractéristiques à l'aide de la figure 17 et conclure quant à la précision et à la rapidité du système vis-à-vis du cahier des charges.

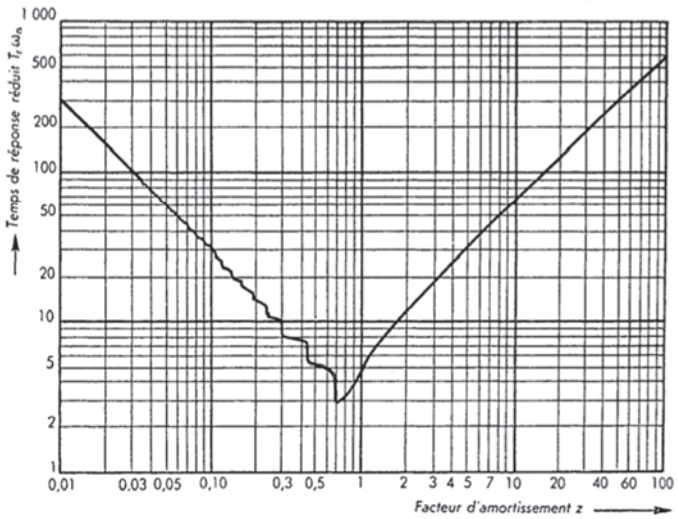


Figure 17 : temps de réponse réduit $T_r\omega_n$ en fonction du facteur d'amortissement z

Partie 5. Etude de la fonction FS2 : « Fournir une quantité de nourriture adaptée à la vache pendant la traite »

5.1 Etude de la fonction FT212 : « Traiter et transmettre les informations »

Objectif : vous allez vérifier que les critères détaillés ci-dessous sont validés.

Expression des besoins :

- le robot doit communiquer avec l'ordinateur de stockage de données afin de transmettre et recevoir les diverses informations (identification de la vache, masse de la vache, doses de nourriture, …) ;
- l'exploitant doit pouvoir se connecter au système à partir d'un (ou plusieurs) autre(s) poste(s) informatique(s) ;
- le fabricant du robot doit pouvoir se connecter au système afin de mettre à jour les logiciels (ordinateur de stockage de données ou robot), diagnostiquer un dysfonctionnement, …

Le synoptique de l'installation permettant de répondre à ces besoins est présenté sur le document technique **DT3**.

Q29 - En vous aidant du document ressource DRS2, compléter le document réponse DR1 en indiquant les plages d'adresses IP relatives aux classes A, B et C, le nombre de réseaux et d'hôtes possibles ainsi que les masques de sous-réseaux associés.

Q30 - Les adresses IP des routeurs coté W.A.N. sont-elles publiques ou privées ? Justifier la réponse.

Q31 - Compléter le document réponse DR1 en proposant un plan d'adressage des divers matériels compatible avec l'adresse attribuée au routeur coté L.A.N.

Q32 - La distance séparant le corps de ferme de l'étable est de 500 m, en vous aidant du document ressource DRS2 choisir, en la justifiant, une technologie permettant cette liaison.

5.2 Etude de la fonction FT22 : « Doser la nourriture solide »

	Critères	Niveaux
FT221 : « Vérifier la présence de granulés au niveau de la zone amont de l'auge »	- Epaisseur du tube ; - pas de perturbation due au flux de granulés qui tombent dans le tube de stockage ; - résister à la poussière ;	Distance de la mesure de la présence de granulés < 12 mm
FT222 : « Acheminer les granulés »	- Rapidité	Temps de remplissage < 4 min
FT223 : « Distribuer la quantité nécessaire de granulés »	- Quantité	Quantité par dose = 2 kg ; 2 doses maximum par traite ; masse volumique des granulés = 1 000 kg/m^3.

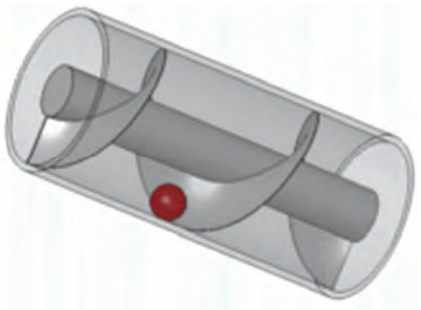
Objectif : vous allez vérifier que le système de dosage utilisé permet d'assurer une alimentation adaptée à la vache en cours de traite.

Le diagramme FAST de la fonction de service FS2 est détaillé **page 8/28**.

Le dosage des aliments solides pour la vache s'effectue en fonction des données collectées au cours de la journée. L'expérience montre qu'une vache ne se dirigera vers le robot de traite que si elle a au moins une dose de 2 kg d'aliments dans l'auge.
Le système que nous allons étudier permet le dosage de ces aliments.
Lorsque la vache est identifiée à l'entrée du robot de traite, les informations collectées permettent de définir le nombre de doses d'aliments solides à fournir : une ou deux doses de 2 kg.

5.2.1 Fonction FT222 : « Acheminer les granulés »

Les granulés sont stockés (conservés) dans un silo à l'extérieur du hangar agricole.
Le transport des granulés du silo vers la trémie de stockage s'effectue grâce à une vis d'Archimède souple, motorisée, insérée dans un tube souple.
Pour approximation, le comportement de la vis souple est assimilé au comportement d'une vis d'Archimède ayant la géométrie suivante :

	Diamètre du tube : 90 mm (correspondant au diamètre extérieur de la vis)
	Diamètre intérieur de la vis : 10 mm
	Pas de la vis : 50 mm

5.2.1.1 Fonctionnement :

Pour doser la quantité adéquate dans la trémie de stockage, il faut contrôler le temps de rotation de la vis d'Archimède (qui permet l'acheminement des granulés). La motorisation de la vis est assurée par un ensemble motoréducteur (références constructeur **figure 19 page 26/28**).

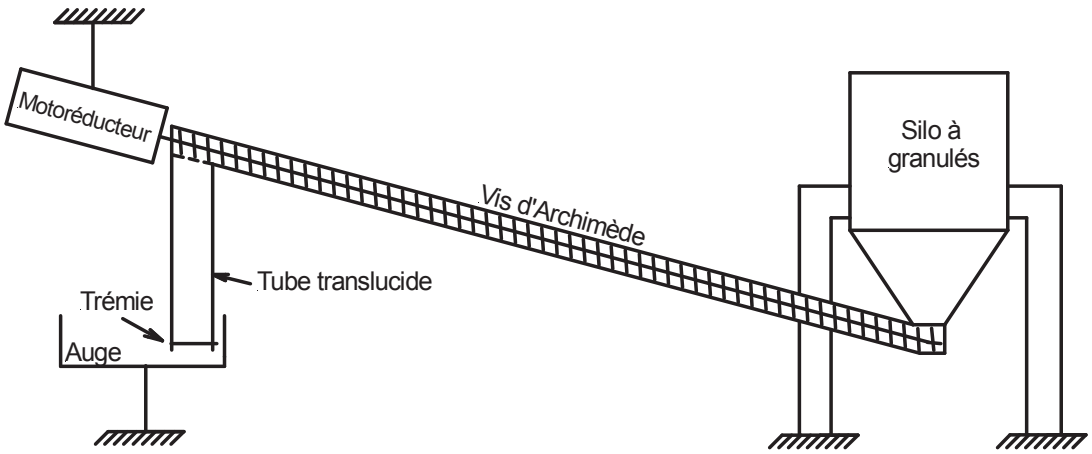


Figure 18 : schéma de l'installation d'acheminement des granulés

Q33 - Connaissant les caractéristiques de la vis d'Archimède et la masse volumique des granulés, combien de tours de vis faut-il effectuer pour doser 2 kg de granulés ?

Le couple résistant exercé par les granulés est difficile à modéliser. Les valeurs retenues sont issues de la capitalisation de connaissances du constructeur. Il sera admis que ce couple résistant C_r est constant et que 70 % de la puissance moteur est nécessaire pour entraîner en rotation la vis en régime établi.
Les liaisons sont supposées parfaites et R_0 (repère lié au bâti) est supposé galiléen.
Les extraits des catalogues constructeurs donnent les informations suivantes :

Moteur utilisé : M1SD4

Pn kW		n min^{-1}	Mn Nm	η %	cosφ	In A (400V)	Is/In	Ms/Mn	Ma/Mn	Jm $x10^{-4}$ kgm^2	IMB5 Kg
0.12	**M05A 4**	1310	0.88	51	0.68	0.5	2.6	1.9	1.8	2	3.2
0.18	**M05B 4**	1320	1.3	53	0.68	0.72	2.6	2.2	2	2.3	3.6
0.25	**M05C 4**	1320	1.81	60	0.69	0.87	2.7	2.1	1.9	3.3	4.8
0.37	**M1SD 4**	1370	2.6	65	0.77	1.07	3.7	2	1.9	6.9	5.5
0.55	**M1LA 4**	1380	3.8	69	0.74	1.55	4.1	2.3	2.3	9.1	6.9
0.75	**M2SA 4**	1400	5.1	75	0.78	1.85	4.9	2.7	2.5	20	9.2
1.1	**M2SB 4**	1400	7.5	75	0.79	2.68	5.1	2.8	2.5	25	10.6
1.5	**M3SA 4**	1410	10.2	78	0.77	3.6	4.6	2.1	2.1	34	15.5
2.2	**M3LA 4**	1410	14.9	78	0.76	5.4	4.5	2.2	2	40	17
3	**M3LB 4**	1410	20	80	0.78	6.9	5	2.3	2.2	54	21

Réducteur utilisé : C112_12.1 S1 M1SD4

0.37 kW						
n_2 min^{-1}	M_2 Nm	S	i	Rn_2 N		IEC
34	100	2.2	40.7	5500	**C312_40.7 S1 M1SD4**	**C312_40.7 P71 BN71B4**
35	95	1.2	39.0	4410	**C212_39.0 S1 M1SD4**	**C212_39.0 P71 BN71B4**
36	91	3.3	38.1	6500	**C353_38.1 S1 M1SD4**	**C353_38.1 P71 BN71B4**
37	90	1.5	36.8	4360	**C212_36.8 S1 M1SD4**	**C212_36.8 P71 BN71B4**
38	88	2.2	36.1	5500	**C312_36.1 S1 M1SD4**	**C312_36.1 P71 BN71B4**
39	83	3.4	34.7	6500	**C353_34.7 S1 M1SD4**	**C353_34.7 P71 BN71B4**
41	81	1.6	33.1	4240	**C212_33.1 S1 M1SD4**	**C212_33.1 P71 BN71B4**
42	80	2.6	32.5	5500	**C312_32.5 S1 M1SD4**	**C312_32.5 P71 BN71B4**
46	73	2.7	29.8	5500	**C312_29.8 S1 M1SD4**	**C312_29.8 P71 BN71B4**
46	73	1.7	29.6	4130	**C212_29.6 S1 M1SD4**	**C212_29.6 P71 BN71B4**
51	66	2.9	26.8	5500	**C312_26.8 S1 M1SD4**	**C312_26.8 P71 BN71B4**
51	65	1.8	26.7	4010	**C212_26.7 S1 M1SD4**	**C212_26.7 P71 BN71B4**
55	62	3.0	25.1	5500	**C312_25.1 S1 M1SD4**	**C312_25.1 P71 BN71B4**
56	59	1.9	24.3	3910	**C212_24.3 S1 M1SD4**	**C212_24.3 P71 BN71B4**
61	55	3.2	22.6	5500	**C312_22.6 S1 M1SD4**	**C312_22.6 P71 BN71B4**
63	54	2.1	21.9	3830	**C212_21.9 S1 M1SD4**	**C212_21.9 P71 BN71B4**
68	49	3.5	20.1	5440	**C312_20.1 S1 M1SD4**	**C312_20.1 P71 BN71B4**
68	49	2.2	20.0	3740	**C212_20.0 S1 M1SD4**	**C212_20.0 P71 BN71B4**
74	46	1.0	18.6	1950	**C112_18.6 S1 M1SD4**	**C112_18.6 P71 BN71B4**
76	44	2.4	18.0	3630	**C212_18.0 S1 M1SD4**	**C212_18.0 P71 BN71B4**
80	42	1.0	17.2	2000	**C112_17.2 S1 M1SD4**	**C112_17.2 P71 BN71B4**
86	39	2.6	15.8	3500	**C212_15.8 S1 M1SD4**	**C212_15.8 P71 BN71B4**
89	38	1.1	15.5	2000	**C112_15.5 S1 M1SD4**	**C112_15.5 P71 BN71B4**
96	35	2.7	14.3	3390	**C212_14.3 S1 M1SD4**	**C212_14.3 P71 BN71B4**
102	33	1.2	13.4	2000	**C112_13.4 S1 M1SD4**	**C112_13.4 P71 BN71B4**
110	30	3.0	12.4	3260	**C212_12.4 S1 M1SD4**	**C212_12.4 P71 BN71B4**
113	30	1.3	12.1	2000	**C112_12.1 S1 M1SD4**	**C112_12.1 P71 BN71B4**
123	27	3.3	11.2	3160	**C212_11.2 S1 M1SD4**	**C212_11.2 P71 BN71B4**
136	25	1.5	10.1	1930	**C112_10.1 S1 M1SD4**	**C112_10.1 P71 BN71B4**
151	22	1.6	9.1	1870	**C112_9.1 S1 M1SD4**	**C112_9.1 P71 BN71B4**
180	18.7	1.7	7.6	1780	**C112_7.6 S1 M1SD4**	**C112_7.6 P71 BN71B4**
199	16.8	1.8	6.9	1730	**C112_6.9 S1 M1SD4**	**C112_6.9 P71 BN71B4**

Figure 19 : extraits catalogues moteurs asynchrones et réducteurs

Q34 - Sachant que la référence du moteur est M1SD4, donner la puissance du moteur P_m, sa fréquence de rotation n, le moment d'inertie du moteur J_m, en indiquant à chaque fois les unités.

Q35 - Quel est le rapport de transmission du réducteur $i = \frac{n}{n_2}$? En déduire le rapport de réduction $r = \frac{\Omega_{sortie}}{\Omega_{entrée}}$.

Une modélisation effectuée sur un logiciel (modeleur volumique) a permis de calculer le moment d'inertie de la vis d'Archimède : $J_v = 6.10^{-6}$ kg.m^2.

On donne le moment d'inertie du réducteur ramené sur l'arbre moteur : $J_{red} = 1{,}9\ 10^{-4}$ kg.m^2.

5.2.1.2 Etude de la précision de la quantité de granulés acheminée dans la trémie de stockage :

Entre l'instant de la coupure de l'alimentation du moteur et celui de l'arrêt complet de la vis, cette dernière a tourné d'un angle $\Delta\theta_r$ et l'arbre moteur d'un angle $\Delta\theta_m$.

Q36 - Donner la relation entre $\Delta\theta_r$ et $\Delta\theta_m$.

Q37 - En régime établi, donner une relation entre C_r, P_m et ω_m .

Q38 - En isolant le système Σ = {moteur ; réducteur ; vis}, donner l'expression de l'énergie cinétique $T(\Sigma / R_0)$ du système dans son mouvement par rapport au bâti.

- **Mettre cette expression sous la forme $T(\Sigma / R_0) = \frac{1}{2} J_{eq} \cdot \Omega_m^2$. Donner la valeur numérique de J_{eq}.**
- **En utilisant le théorème d'énergie-puissance sous forme intégrée entre la coupure de l'alimentation et l'arrêt de la vis, donner l'expression littérale de $\Delta\theta_m$.**

Q39 - En considérant qu'on achemine 2 kg de granulés de la vis d'Archimède à la trémie de stockage, quelle précision (en %) a-t-on sur ce dosage ? Quel paramètre devrait-on modifier pour diminuer ce pourcentage ?

Le système à vis d'Archimède ne permet pas d'obtenir une précision suffisante. On décide d'implanter, à la place d'une simple trémie, un vérin doseur. Cela nécessite aussi l'implantation d'un détecteur placé à un certain niveau sur le tube translucide afin d'assurer un tampon de granulés d'au moins 4 kg. Un schéma de l'installation est donné **figure 20 page 28/28**.

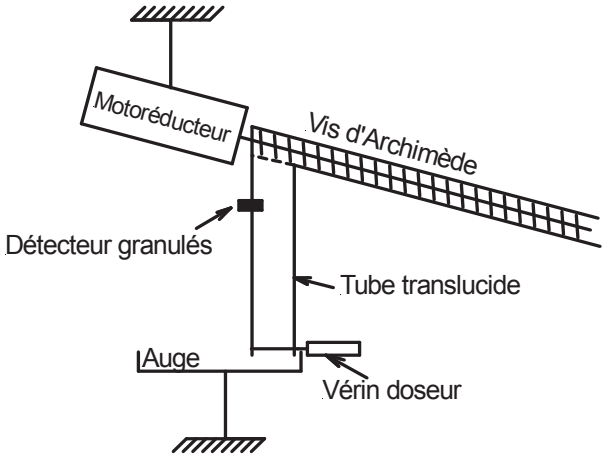


Figure 20 : schéma de l'installation avec vérin doseur

Chaque action du vérin doseur délivre une dose de 100 g de nourriture.

Q40 - En vous aidant du document ressource DRS3, déterminer, en justifiant votre réponse, quel type de détecteur doit être utilisé.

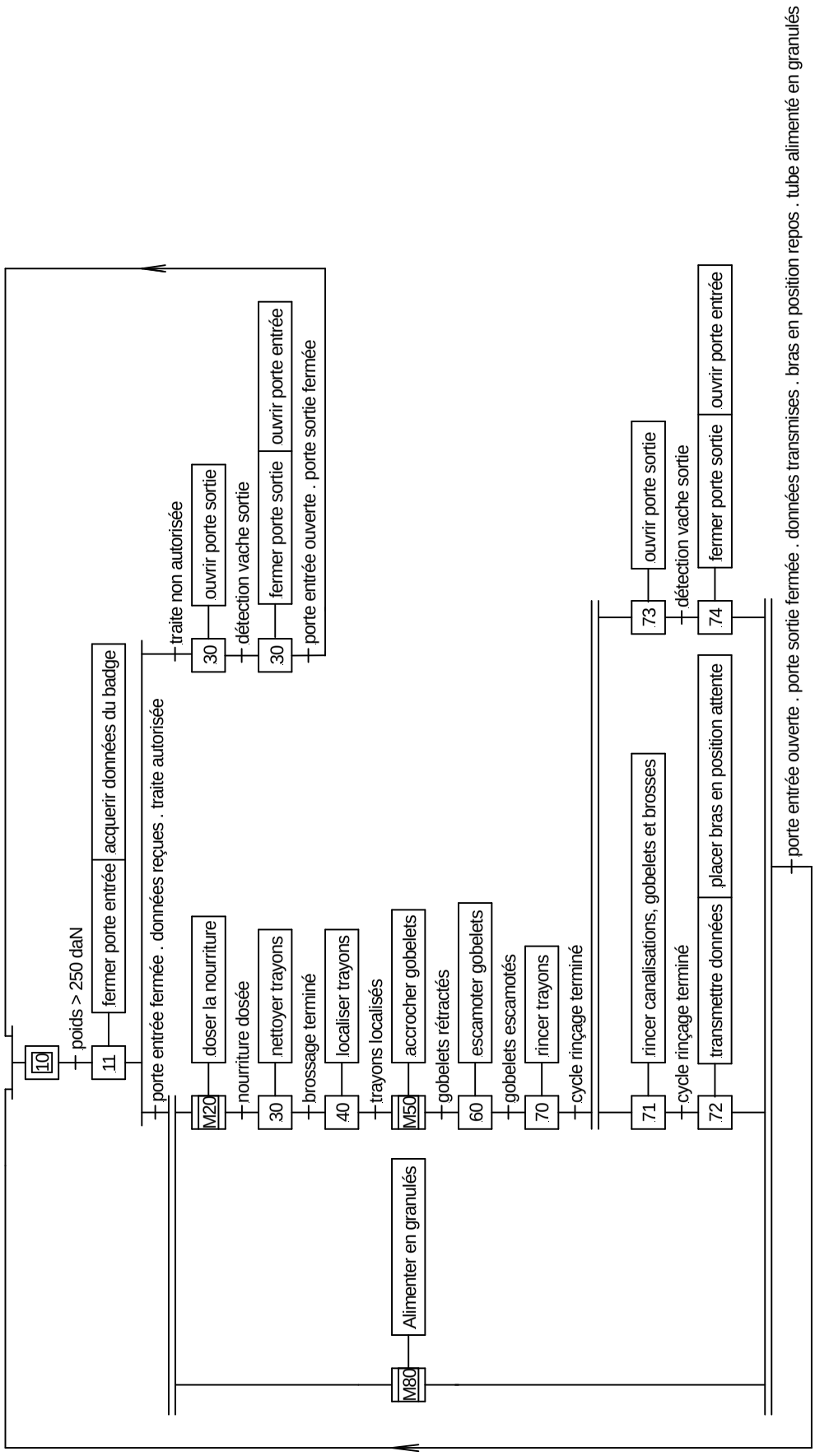
Le grafcet d'un point de vue « processus », gérant la traite à partir du moment où la vache est entrée, est donné sur le document technique **DT1**. Les macro-étapes M20 et M80 concernent respectivement le dosage de la nourriture et le remplissage du tube translucide avec une dose tampon de 4 kg.

Q41 - L'expansion de la macro-étape M20 est fournie au document technique DT2. Celle-ci ne distribue qu'une dose de nourriture à la vache. Compléter le document réponse DR3 en proposant une solution permettant de distribuer le nombre de doses adéquat (on utilisera une variable nb_doses pour le nombre de doses courant et une variable nb_doses_requis correspondant au nombre de doses requises pour la vache traitée).

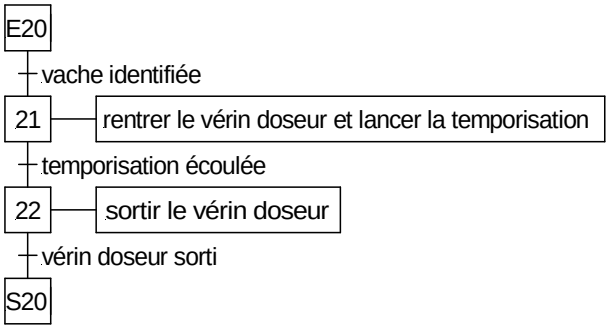
Q42 - Sur le document réponse DR3, proposer une expansion de la macro-étape M80 de manière à ce que le remplissage du tube translucide se fasse pendant l'opération de traite.

Fin de l'énoncé

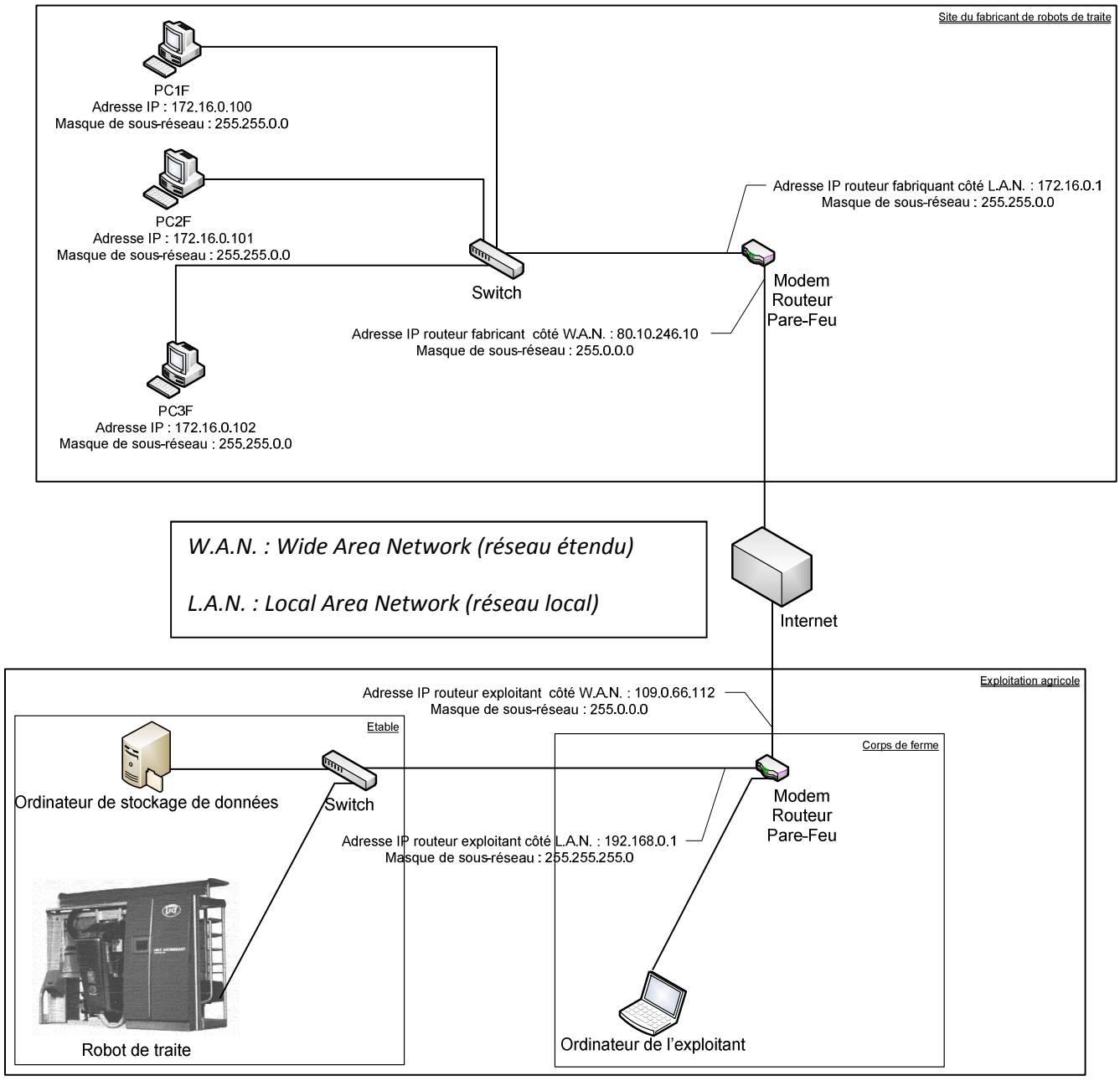
IMPRIMERIE NATIONALE – 14 1327 – D'après documents fournis

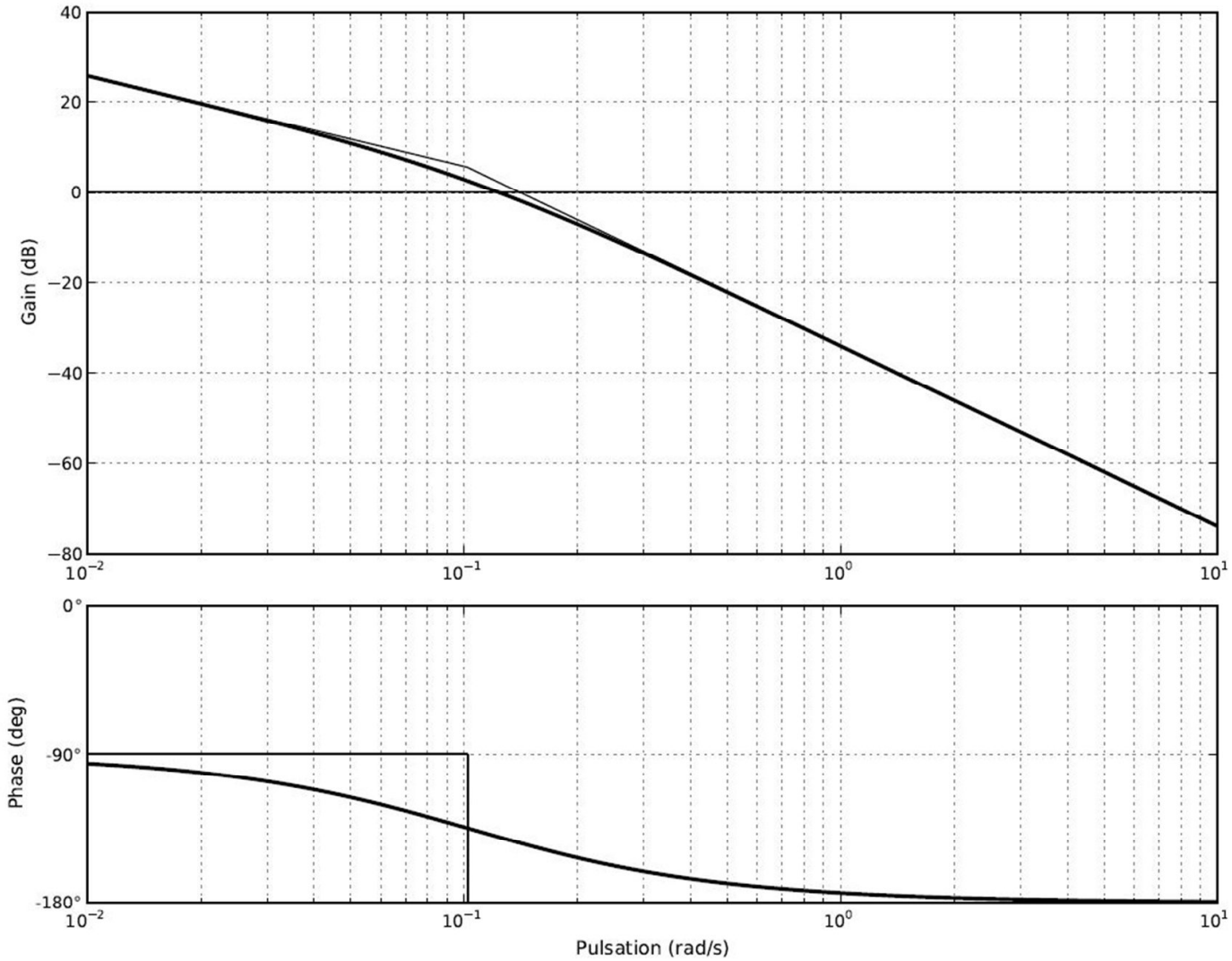

10
poids > 250 daN
11
fermer porte entrée
acquerir données du badge
porte entrée fermée . données reçues . traite autorisée
traite non autorisée
30
ouvrir porte sortie
détection vache sortie
30
fermer porte sortie
ouvrir porte entrée
porte entrée ouverte . porte sortie fermée
M20
doser la nourriture
nourriture dosée
30
nettoyer trayons
brossage terminé
40
localiser trayons
trayons localisés
M50
accrocher gobelets
gobelets rétractés
60
escamoter gobelets
gobelets escamotés
70
rincer trayons
cycle rinçage terminé
M80
Alimenter en granulés
71
rincer canalisations, gobelets et brosses
cycle rinçage terminé
72
transmettre données
placer bras en position attente
73
ouvrir porte sortie
détection vache sortie
74
fermer porte sortie
ouvrir porte entrée
porte entrée ouverte . porte sortie fermée . données transmises . bras en position repos . tube alimenté en granulés

Document Technique DT2



Document Technique DT3





Diagrammes de Bode de la fonction de transfert en boucle ouverte du système

Q 2 - Choix de la bande de fréquence pour l'application

Fréquence	Avantages	Inconvénients	Application typique
125-134 khz (BF)	■ Immunité à l'environnement (métal, eau…)	■ Faible capacité mémoire ■ Temps d'accès long	■ Identification des animaux domestiques
13.56 Mhz (HF)	■ Protocoles de dialogue antenne/ étiquette normalisés (ISO 15693 – ISO 14443 A/B)	■ Sensibilité aux environnements métalliques	■ Suivi des livres dans les bibliothèques ■ Contrôle d'accès ■ Paiements
850 - 950 Mhz (UHF)	■ Coût très faible des étiquettes ■ Distance de dialogue importante (plusieurs mètres)	■ Plages de fréquences non homogènes d'un pays à l'autre ■ Perturbation des zones de dialogue par les obstacles (métal, eau,…)	■ Gestion des produits dans la Distribution
2.45 Ghz (micro-ondes)	■ Très grande vitesse de transfert entre antenne et étiquette ■ Distance de dialogue importante (plusieurs mètres)	■ « Trous » dans la zone de dialogue difficiles à maîtriser ■ Coût des systèmes de lecture	■ Suivi des véhicules (péages d'autoroutes)

Bandes de fréquences utilisées pour les applications RFID (Cahier technique 209 – Schneider)

Q 29 - Classe d'adresse IP :

Classe A :

Dans une adresse de classe A, le premier bit de l'adresse a toujours la valeur 0. Par défaut, les 8 premiers bits définissent l'adresse réseau et les 24 bits restant, l'adresse de l'hôte sur le réseau.

Classe B :

Dans une adresse de classe B, les deux premiers bits de l'adresse ont pour valeurs respectives 1 et 0. Par défaut, les 16 premiers bits définissent l'adresse réseau et les 16 bits restant, l'adresse de l'hôte sur le réseau.

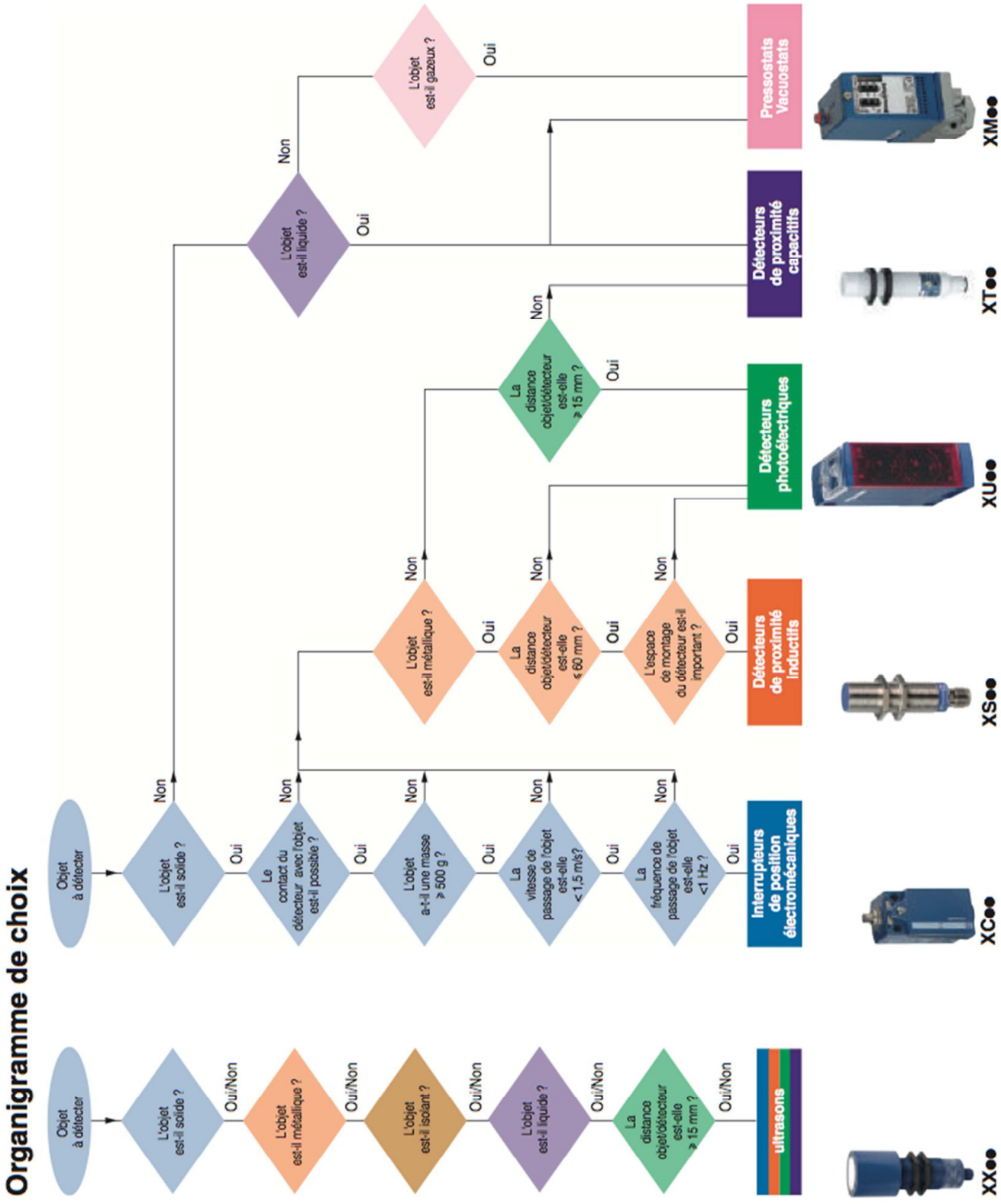
Classe C :

Dans une adresse de classe C, les trois premiers bits de l'adresse ont pour valeurs respectives 1, 1 et 0. Par défaut, les 24 premiers bits définissent l'adresse réseau et les 8 bits restant, l'adresse de l'hôte sur le réseau.

Q 32 - Caractéristiques des différentes technologies de Media

Type	Vitesse	Distance	Media
10BASE-T	10 Mb / s	100 m	Cuivre
100BASE-TX	100 Mb /s	100 m	Cuivre
100BASE-FX	100 Mb / s	412 m 2 km	half Duplex Multi-mode Fibre optique Full Duplex multi-mode Fibre optique
1000 Base LX	1000 Mb / s 1000 Mb / s	3 km 550 m	Single-mode Fibre optique (SMF) Multi-mode Fibre optique (MMF)
1000 Base SX	1000 Mb / s 1000 Mb / s	550 m 275 m	Multi-mode Fibre optique (50 u) Multi-mode Fibre optique (62.5 u)
1000 Base T - 1000 Base TX IEEE 802.3 ab ratifié le 26 juin 1999	1000 Mb / s	100 m	Cuivre, câble catégorie 5e, transmission sur 4 paires (250 Mbits/paire)
WI-FI -IEEE 802.11b	11 Mb/s	500 m en extérieur	2,4 GHz
WI-FI - IEEE 802.11g	54 Mb/s	400 m en extérieur	2,4 GHz

Choix détecteurs



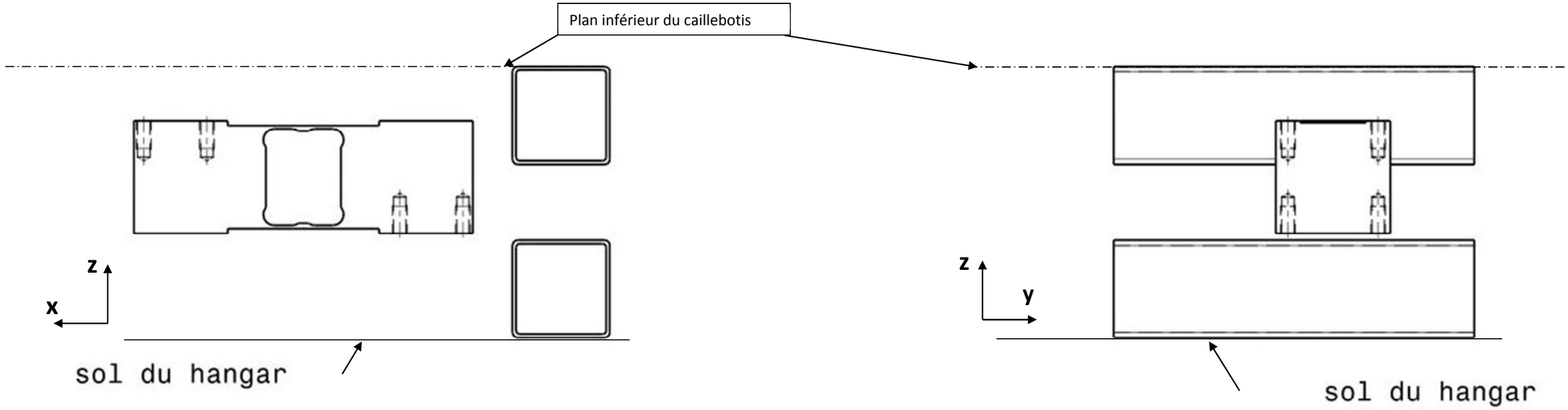
Document Réponse DR1

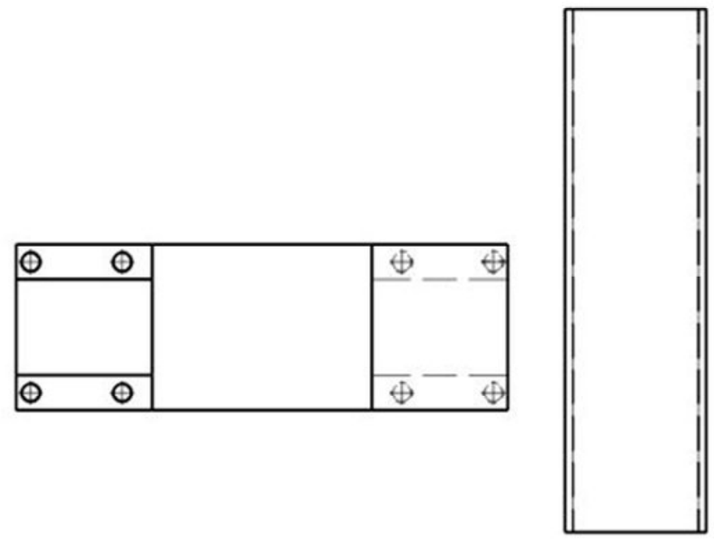
Q29 -

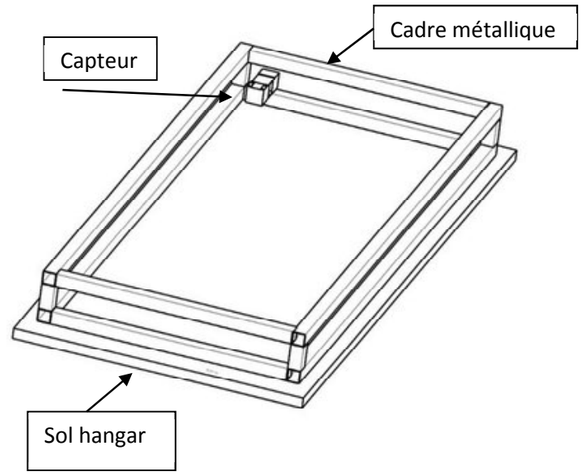
Classe d'adresse IP	Adresse de début	Adresse de fin	Masque de sous-réseau	Nombre de réseaux	Nombre d'hôtes
A					
B					
C					

Q31 -

Classe d'adresse IP	Adresse IP	Masque de sous-réseau
Robot de traite		
Ordinateur de stockage des données		
Ordinateur de l'exploitant		







Document Réponse DR2

Echelle 1/2

Document Réponse DR3

Q41 -

E20

S20

Q42 -

E80

S80

Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de TSI chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Notation complexe, régime sinusoïdal forcé et fonctions de transfert
- Chaînes de solides : liaisons équivalentes, mobilité et hyperstatisme
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique
- Modélisation des systèmes asservis : structure, SLCI, transformée de Laplace, schéma-blocs
- Performances des systèmes asservis : stabilité, précision, rapidité

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière :
écrire sur WhatsApp

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/ccinp/tsi