

# **BTS**

## **CONCEPTION ET RÉALISATION DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES**

### **E4 CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE**

**2021**

### **SUJET**

**Durée : 4 h 30**

**Coefficient : 3**

**L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.  
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé**

**Ce document comporte 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.  
Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Page 20 à 25 à rendre avec la copie.**

|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 1 / 25 |

# PRÉSENTATION GÉNÉRALE

## Introduction

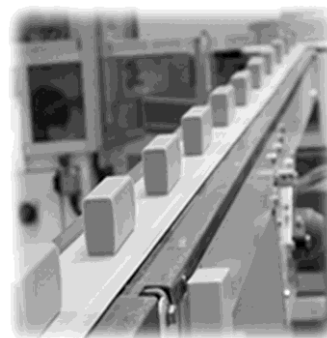
La savonnerie des Iscles est une entreprise qui réalise différents produits de cosmétique :

gels douche, bains moussants, bains crème, mousses de douche, exfoliants, 2 en 1, savons liquides, savons solides...

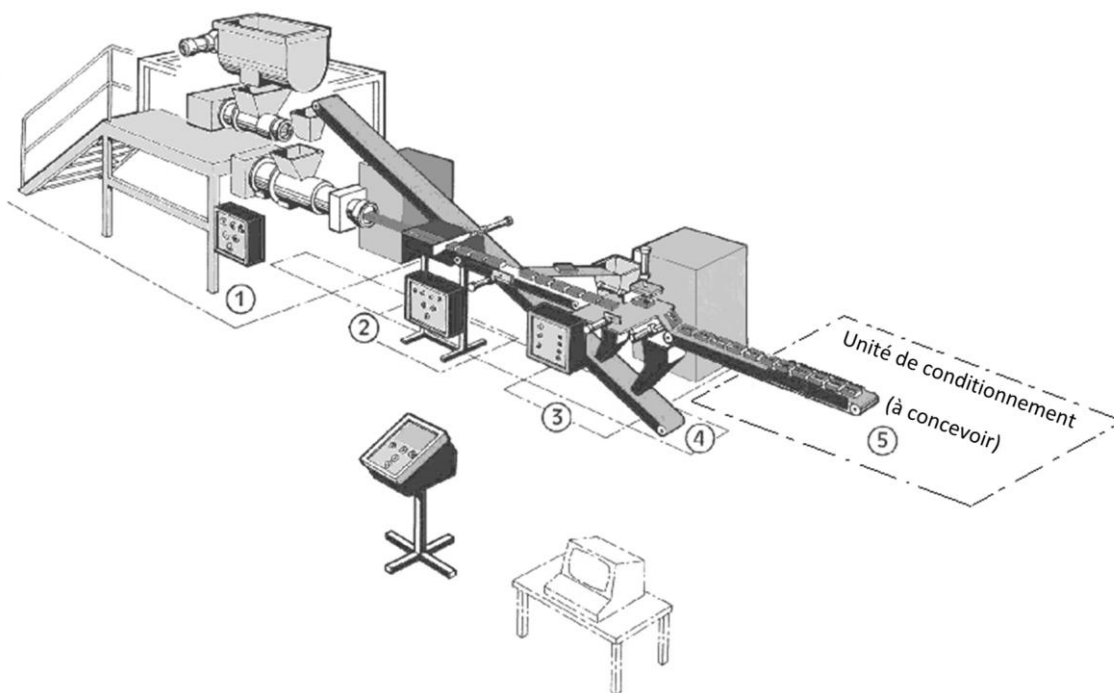
Le secteur savonnerie de l'entreprise propose un éventail de formules et de formes :



- savons de parfumerie, de toilette, surgras, savons aux plantes, savons exfoliants, savons barbe, savons détachants ;
- des formes de la plus simple (rectangulaire, carrée, ronde, ovale...) à la plus originale (fruit, fleur, animale, étoile, cœur...) ;
- des masses à la demande de 25 g à 300 g.



Ces savons de différentes tailles et formes sont en partie réalisés en utilisant une ligne complète de production et de conditionnement distribuée par la société « A2i ».



Cette ligne de production est constituée des unités suivantes :

① **L'unité de boudinage** reçoit les différents constituants permettant la réalisation des savons tels que des bondillons (copeaux de pâte à savon), des parfums, des colorants, de l'huile d'amande douce, des adjuvants et de l'eau. Leurs proportions dans le mélange final suivent une formule fixée par le cahier des charges du produit. Le respect de cette formule est sous la responsabilité du pilote de production qui alimente manuellement l'unité. Celle-ci réalise le mélange de ces constituants, l'affine et fabrique un boudin de savon qui sort en continu.



|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 2 / 25 |

② **L'unité de coupe à longueur** coupe le boudin de savon formé par la boudineuse en morceaux de savon appelés bondons.

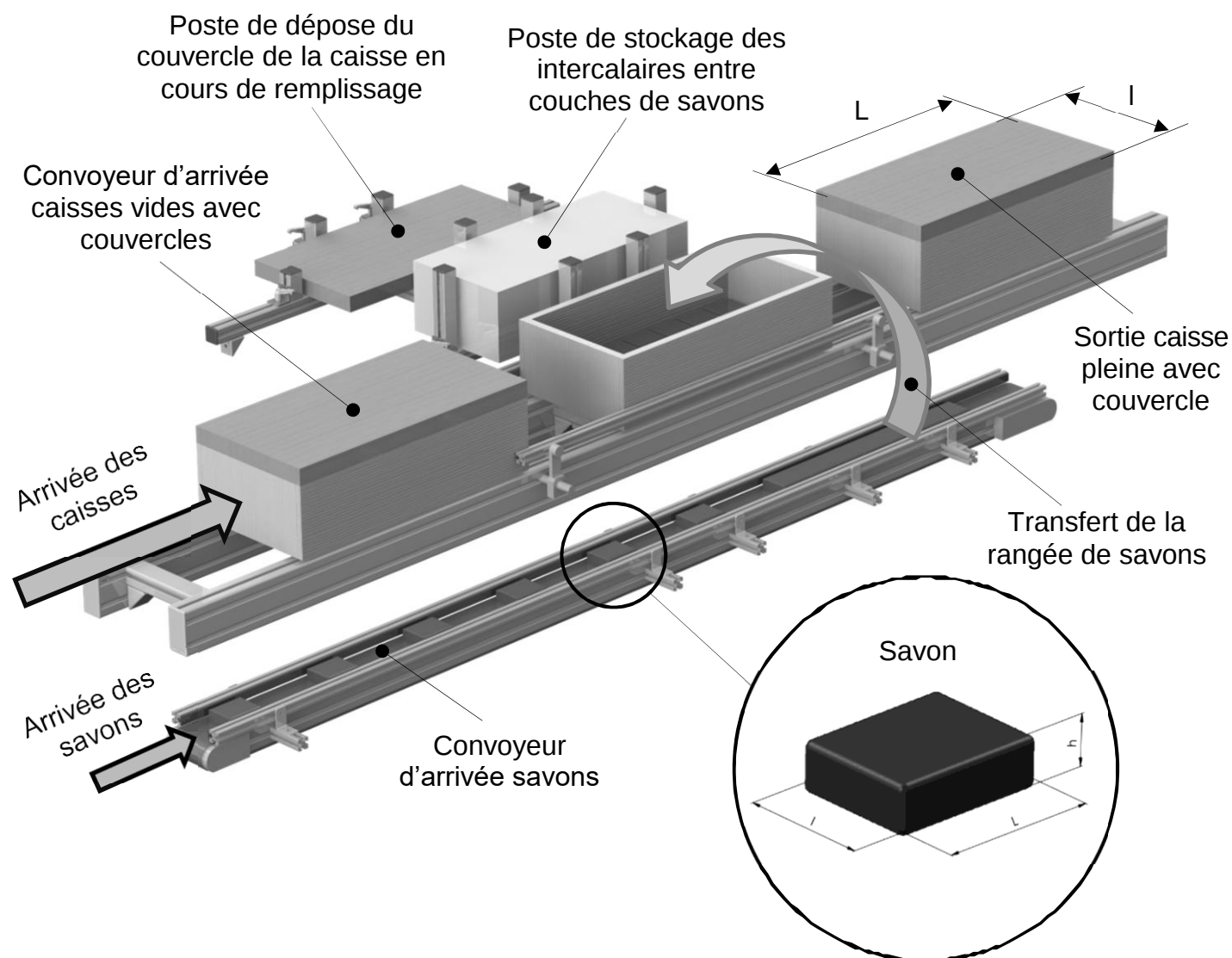
③ **L'unité de formage** reçoit les bondons et les met en forme avec un marquage. Le produit prend ici sa forme et son aspect final. Les outillages de formage sont interchangeables et permettent de réaliser des formes et marquages différents.

④ **L'unité de convoyage pour recyclage** permet de reconduire à l'unité de boudinage les bondons défectueux en sortie de coupe ou les savons défectueux en sortie de formage.

⑤ **L'unité de conditionnement** permet de conditionner les savons dans des caisses en bois par couches successives, séparées par des intercalaires.

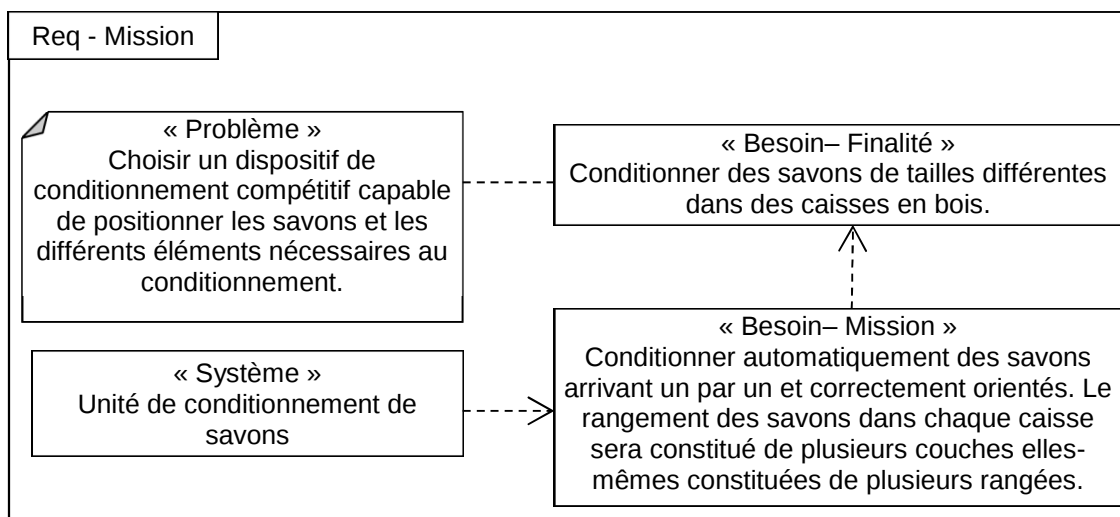
L'étude concerne l'unité de conditionnement des savons (module ⑤).

### ***Schéma de principe de l'installation***

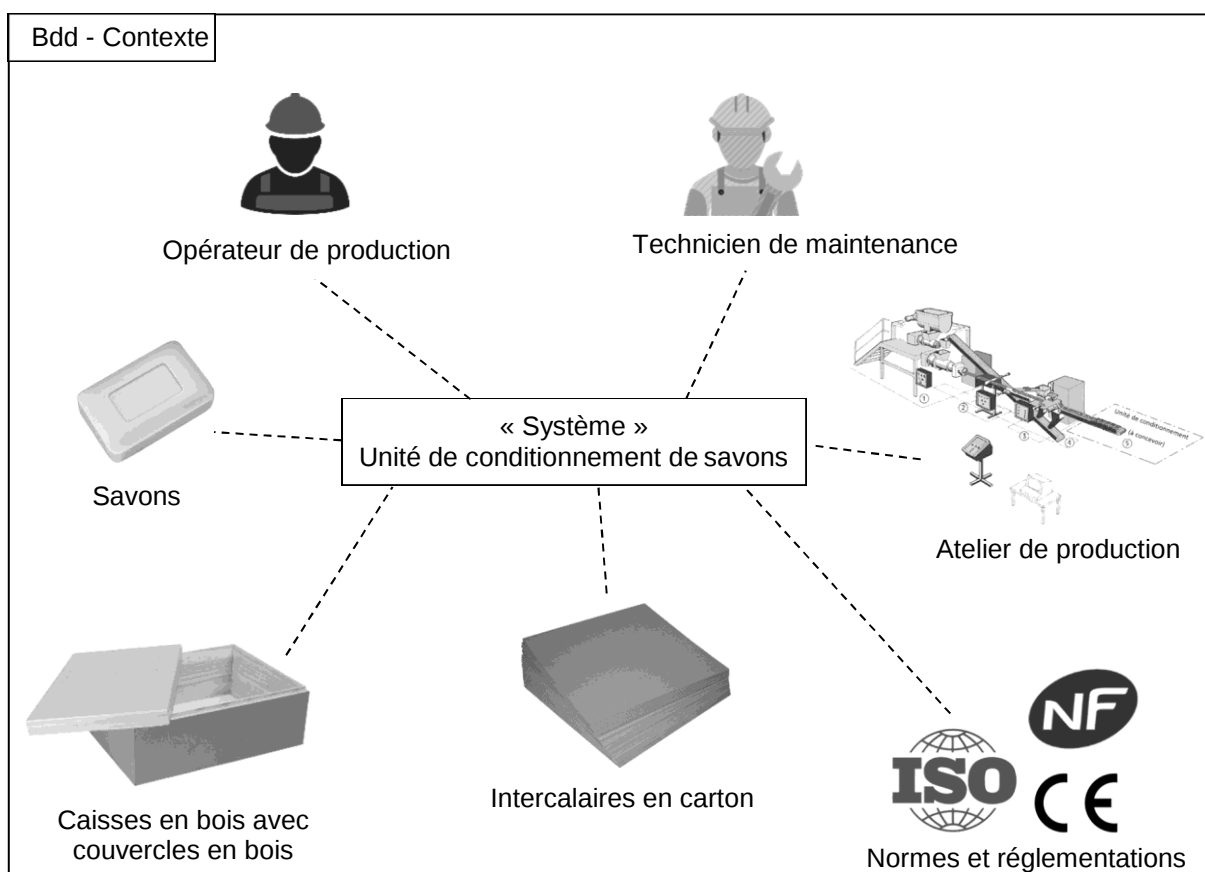


|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 3 / 25 |

## Mission du système

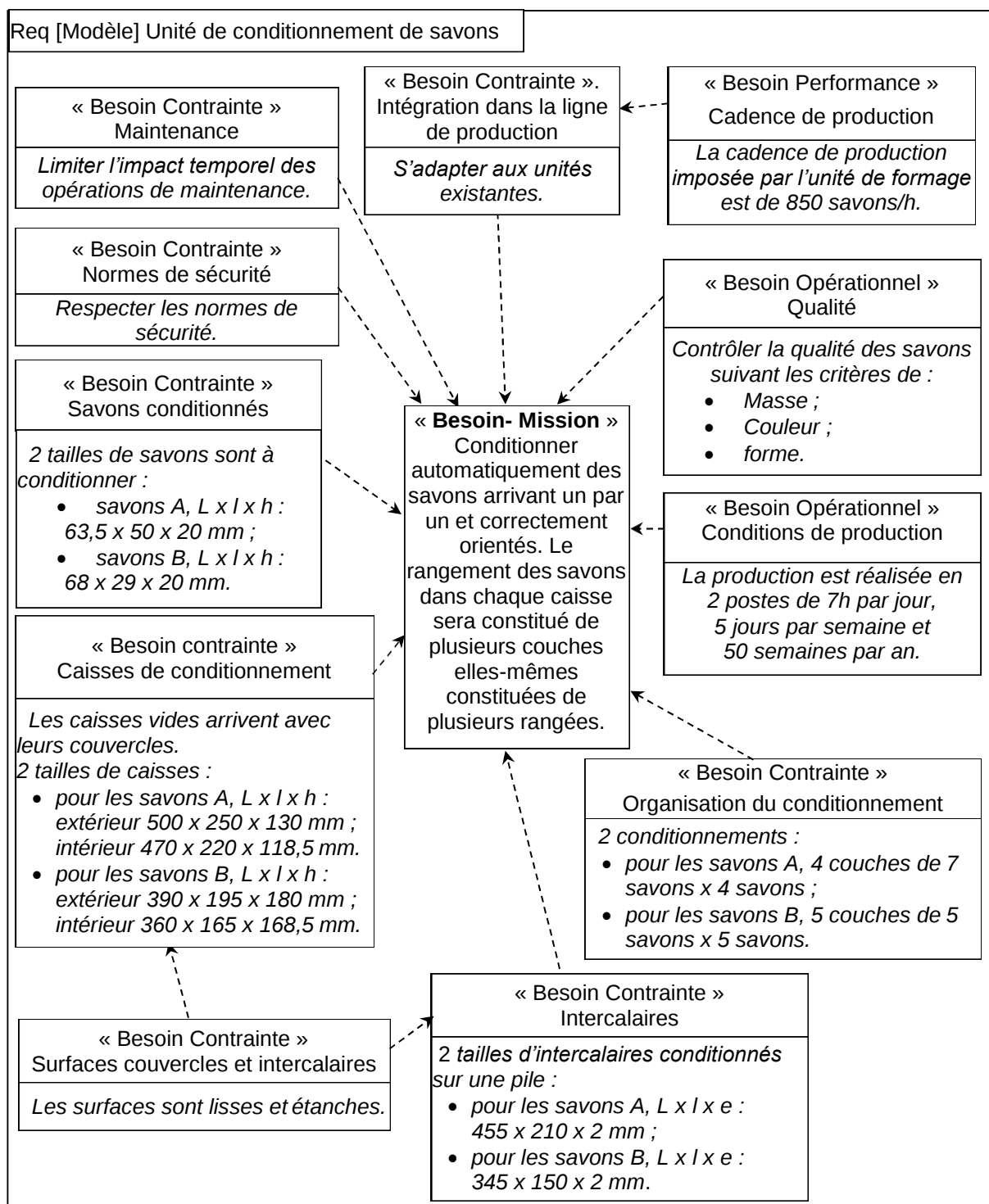


## Contexte du système



|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 4 / 25 |

## Définition des besoins



|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 5 / 25 |

# Choix d'un processus pour le conditionnement des savons

La gamme de produits proposée est constituée de 2 formats de savon (A ou B), conditionnés dans des caisses en bois en couches successives séparées par des intercalaires.

## **Description de la ligne de conditionnement**

Un opérateur dispose les caisses vides avec leur couvercle sur un convoyeur. Le couvercle, de la caisse à remplir, est déposé temporairement pendant la mise en place des savons.

Les savons arrivent un par un sur un autre convoyeur. Ils sont regroupés sur une rangée selon le nombre de savons souhaité, qui est ensuite placée dans la caisse de conditionnement. L'opération est renouvelée jusqu'à obtenir une couche complète de savons. Un intercalaire est déposé entre chaque couche de savons. Le cycle se poursuit jusqu'à l'obtention du nombre de couches pour remplir la caisse, qui est ensuite refermée.

L'opérateur gère également l'approvisionnement en intercalaires.

## **PARTIE 1 : Durée maximale allouée au conditionnement.**

L'unité de conditionnement est directement dépendante de l'unité de formage des savons située en amont. Un convoyeur relie les deux unités.

Les opérations de conditionnement des savons dans les caisses, d'ouverture et de fermeture des caisses et de pose d'intercalaires se font en temps masqué pendant la formation des rangées de savons sur le convoyeur.

Les différentes caractéristiques sont données dans le diagramme de définition des besoins.

### **Question 1.** (Sur feuille de copie)

*Compte tenu de la cadence de production, calculer le temps écoulé, en secondes, entre l'arrivée d'un savon et celle du savon suivant.*

L'expérimentation, montre que l'espace en sortie de l'unité formage entre deux savons doit être d'au moins 270 mm pour éviter toute collision avec le système de transfert de la rangée.

### **Question 2.** (Sur feuille de copie)

*Déterminer la vitesse minimale en m/min du convoyeur pour respecter cette condition pour :*

- les savons A ;
- les savons B.

La vitesse retenue du convoyeur est de 5 m/min.

On souhaite déterminer le temps nécessaire au regroupement d'une rangée de savons.

### **Question 3.** (Sur document réponses 1)

*Compléter le tableau afin de déterminer le temps  $t_1$  nécessaire pour regrouper 7 savons A et le temps  $t_2$  pour regrouper 5 savons B, afin de former une rangée. Conclure sur le type de savons le plus contraignant par rapport au temps alloué aux opérations de conditionnement.*

|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 6 / 25 |

## PARTIE 2 : Étude du processus de conditionnement des savons dans les caisses.

Pour la suite de l'étude, le temps alloué au conditionnement d'une rangée de savons est de 21 s.

Les tâches élémentaires pour réaliser ce processus, sont les suivantes (non classées par ordre chronologique) :

- ouvrir caisse ;
- stocker couvercle ;
- déposer intercalaire ;
- fermer caisse ;
- amener caisse vide / évacuer caisse pleine ;
- transférer une rangée de savons.

Dans ce processus deux informations sont à prendre en compte :

- couche de savons complète ;
- caisse de savons complète.

Pendant le conditionnement d'une caisse, un contrôle de qualité des savons est réalisé. Un savon est prélevé et contrôlé (masse, couleur et forme). Ce savon est ensuite stocké dans une « boîte échantillons » pouvant contenir 2 savons. Ce prélèvement génère un espace libre entre 2 savons qui sera comblé par l'arrivée du savon suivant.

Sept « boîtes échantillons » vides sont stockées dans un magasin-dépilleur. Celui-ci est alimenté manuellement par l'opérateur. Les boîtes sont dépillées automatiquement.

Une fois que la « boîte échantillons » est remplie et fermée, l'opérateur l'évacue manuellement. En cas de savon non conforme, l'opérateur est informé.

L'opération de contrôle de qualité ne doit pas augmenter le temps de conditionnement.

### Question 4. (Sur document réponses 2)

Compléter le diagramme d'activité correspondant au conditionnement des savons.

Le chronogramme présenté sur le document ressources 1 indique un extrait du cycle de conditionnement des savons B sur la couche 1, effectués par un système de transfert.

Afin d'intégrer le contrôle qualité, un échantillon sera prélevé par ce même système de transfert lors de la constitution de la 1<sup>re</sup> couche (3<sup>e</sup> savon de la 3<sup>e</sup> rangée qui apparaît en gris clair sur le chronogramme). Les actions à exécuter sont :

- apporter un savon sur la balance ;
- peser le savon (effectué en temps masqué)
- prendre une image de l'échantillon et la comparer à une image étalon (effectué en temps masqué) ;
- dépiler une « boîte échantillons » ;
- ouvrir ou fermer la « boîte échantillons » ;
- déposer un savon dans la « boîte échantillons ».

L'échantillonnage sera réalisé en 3 phases, selon les mouvements décrits dans les synoptiques du document ressources 2. Les mouvements qui combinent plusieurs axes se font simultanément.

### Question 5. (Sur feuille de copie)

Calculer  $T_1$  le temps total des mouvements de la 1<sup>re</sup> phase (1<sup>o</sup> synoptique).

Calculer  $T_2$  le temps total des mouvements de la 2<sup>e</sup> phase (2<sup>o</sup> synoptique).

Calculer  $T_3$  le temps total des mouvements de la 3<sup>e</sup> phase (3<sup>o</sup> synoptique).

En déduire le temps nécessaire pour l'échantillonnage.

|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 7 / 25 |

**Question 6.** (Sur feuille de copie)

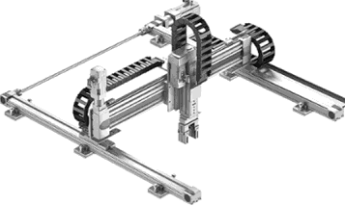
A l'aide du document ressources 1, indiquer les temps d'attente du système de transfert pendant la constitution de la rangée 3, puis de la rangée 4, puis de la rangée 5.

Conclure quant à la possibilité d'intégrer les 3 phases d'échantillonnage pendant l'un de ces temps d'attente.

Donner une solution d'intégration de ces 3 phases sans changer le temps alloué au conditionnement d'une rangée de savons.

**PARTIE 3 : Architecture du transfert.**

Afin de réaliser la manipulation de certains produits (couvercles, intercalaires, savons) entre les différents postes, le bureau d'études propose les solutions suivantes :

|                                                                                   |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |  |
| Portique 2 axes                                                                   | Robot cartésien 3 axes                                                            | Robot collaboratif poly-articulé                                                   | Robot poly-articulé                                                                 |

Ces solutions sont détaillées dans le document ressources 3.

La zone permettant l'implantation du système de conditionnement est définie sur le document réponses 3.

**Question 7.** (Sur document réponses 3)

Tracer et coter sur la figure 1, la zone de travail nécessaire à un « robot cartésien 3 axes » dans le plan (x,y) pour atteindre tous les points des composants à déplacer.

**Question 8.** (Sur document réponses 3)

Tracer et coter sur la figure 2, la zone de travail nécessaire à un robot poly-articulé (collaboratif ou non) dans le plan (x,y) pour atteindre tous les points des composants à déplacer.

**Question 9.** (Sur document réponses 3)

Dessiner sur la figure 3, l'implantation des différents postes pour l'utilisation du portique 2 axes sur le plan (y,z). Les dimensions des différents postes seront reprises sur les figures 1 et 2.

**Question 10.** (Sur document réponses 3)

Compléter le tableau en indiquant par oui ou non si la zone de travail de chaque solution est compatible avec la zone d'implantation.

|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 8 / 25 |

## PARTIE 4 : Choix du procédé de transfert.

A ce stade, trois solutions restent techniquement envisageables pour la fonction « conditionnement des savons » :

- robot cartésien 3 axes ;
- robot collaboratif poly-articulé ;
- robot poly-articulé.

Une analyse comparative des risques mécaniques prévisionnelle est menée afin d'assurer la sécurité des opérateurs qui interviendront sur le système en situation de production.

Les énergies mises en jeu lors de différents mouvements sont supérieures aux limites de non dangerosité (énergies > 10 J) pour le robot cartésien et le robot poly-articulé uniquement (normes 10218-1 et 10218-2 « Robots et dispositifs robotiques - Exigences de sécurité pour les robots industriels »). L'outil de préhension ne présente aucun élément contondant. Les convoyeurs sont certifiés sécurisés par le fournisseur.

Le tableau suivant répertorie les risques mécaniques du système.

| Solution                         | Risques mécaniques        |                                |                              |                                |              |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------|
|                                  | Écrasement<br>ou<br>chocs | Happement<br>ou<br>enroulement | Frottement<br>ou<br>abrasion | Coupure<br>ou<br>sectionnement | Cisaillement |
| Robot Cartésien 3 axes           | <b>X</b>                  |                                |                              | <b>X</b>                       | <b>X</b>     |
| Robot poly-articulé              | <b>X</b>                  |                                |                              | <b>X</b>                       | <b>X</b>     |
| Robot collaboratif poly-articulé |                           |                                |                              |                                |              |

Le bureau d'étude a estimé que la suppression des risques n'est pas envisageable pour les robots cartésiens et poly-articulés, donc la mise en place de mesures de protection est à envisager.

De plus, il est nécessaire de laisser un accès à l'opérateur pour approvisionner le système en produits (intercalaires...).

Pour chaque type de robot, la solution de protection retenue est définie ci-dessous :

|                                  | Enceinte grillagée | Barrières<br>immatérielles |
|----------------------------------|--------------------|----------------------------|
| Robot cartésien 3 axes           | 3,9 m <sup>2</sup> | 2                          |
| Robot poly-articulé              | 4,4 m <sup>2</sup> | 2                          |
| Robot collaboratif poly-articulé | Pas nécessaire     | Pas nécessaire             |

### Question 11. (Sur feuille de copie)

Proposer une autre solution globale, texte ou croquis, permettant de réduire, par mesure de protection, tous les risques identifiés à la fois pour les solutions robot cartésien et poly-articulé.

### Question 12. (Sur document réponses 4)

Compléter le tableau de détermination des coûts globaux pour les 3 types de robots envisagés, en incluant les coûts de la solution de protection retenue. Eliminer la solution globale la plus coûteuse.

|              |                                                          |                 |                |             |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET       |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 9 / 25 |

Le client souhaite un procédé de transfert évolutif et permettant l'intervention d'opérateurs dans la zone d'action du robot en cours de production.

**Question 13.** (Sur feuille de copie)

En prenant en compte cette nouvelle contrainte, indiquer le type de robot final retenu. Justifier la réponse.

**PARTIE 5 : Choix du type de préhenseur.**

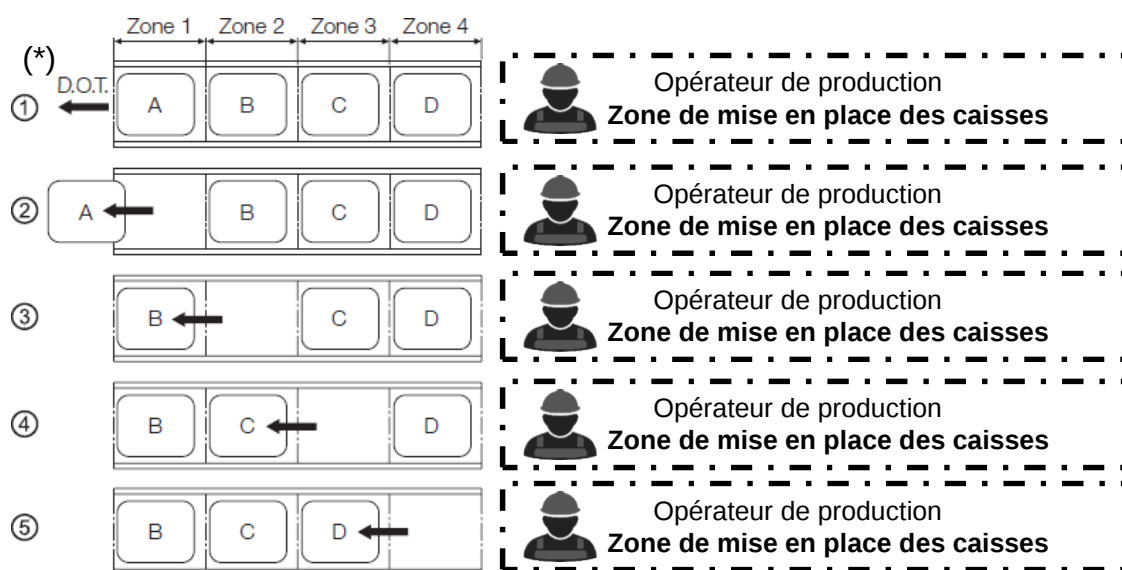
Un seul type de préhenseur sera monté sur le robot qui doit permettre la préhension de tous les produits à manipuler (dimensions et matériaux différents).

**Question 14.** (Sur document réponses 4)

Compléter le tableau en indiquant par oui ou par non si les procédés de préhension proposés sont compatibles avec les produits à déplacer (savons, intercalaires, couvercles de caisses). Justifier les réponses et conclure sur la solution retenue.

**PARTIE 6 : Détermination des caractéristiques du système de convoyage des caisses**

Le principe de convoyage utilisé est de type ZPA (Zero Pressure Accumulation), constitué de plusieurs zones. Le convoyeur doit avoir une capacité de stockage de 4 caisses. L'opérateur charge manuellement les caisses qui se placent ensuite automatiquement sur 4 zones : 1 zone de remplissage et 3 zones d'attente. Chaque zone est gérée individuellement ce qui permet un gain d'énergie par rapport à un convoyeur classique. Le principe est décrit chronologiquement sur la figure ci-dessous.



- 1 La zone 1 reçoit un signal de démarrage.
- 2 Le colis A quitte la zone 1.
- 3 La zone 2 reçoit un signal de démarrage de la Zone 1; le colis B avance sur la Zone 1.
- 4 La zone 3 reçoit un signal de démarrage de la Zone 2; le colis C avance sur la Zone 2.
- 5 La zone 4 reçoit un signal de démarrage de la Zone 3; le colis D avance sur la Zone 3.

(\*) : direction of travel.

La zone de remplissage des caisses avec les savons se situe en zone 1. Le temps d'évacuation d'une caisse et le temps de transfert d'une zone à une autre zone est de 3s.

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 10 / 25 |

**Question 15.** (Sur document réponses 5)

Compléter en indiquant par oui ou par non si les 2 technologies proposées sont compatibles avec les exigences d'un convoyage ZPA. Justifier la réponse.

Pour la suite de l'étude le convoyage par rouleaux est la solution retenue.  
Elle doit pouvoir être intégrée dans la zone d'implantation d'une longueur de 2200 mm.

**Question 16.** (Sur feuille de copie)

À l'aide du document ressources 4, calculer le pas maximum admissible entre les rouleaux, pour les 2 types de caisses.

Pour la suite de l'étude, on définit une distance d'arrêt de 20 mm.

**Question 17.** (Sur le document réponses 5)

Compléter le tableau pour les 2 valeurs de pas standards indiquées. Choisir la valeur du pas standard qui permet d'intégrer le convoyeur dans la zone d'implantation de 2200 mm. Justifier la réponse.

**PARTIE 7 : Choix d'une configuration matérielle pour la partie commande**

**Question 18.** (Sur feuille de copie)

Le convoyeur, composé de 4 zones motorisées (moteurs EC310), doit être raccordé à un réseau de communication. À l'aide du document ressources 5, déterminer les modèles de carte de contrôle qui permettent de contrôler les 4 zones. Justifier la réponse.

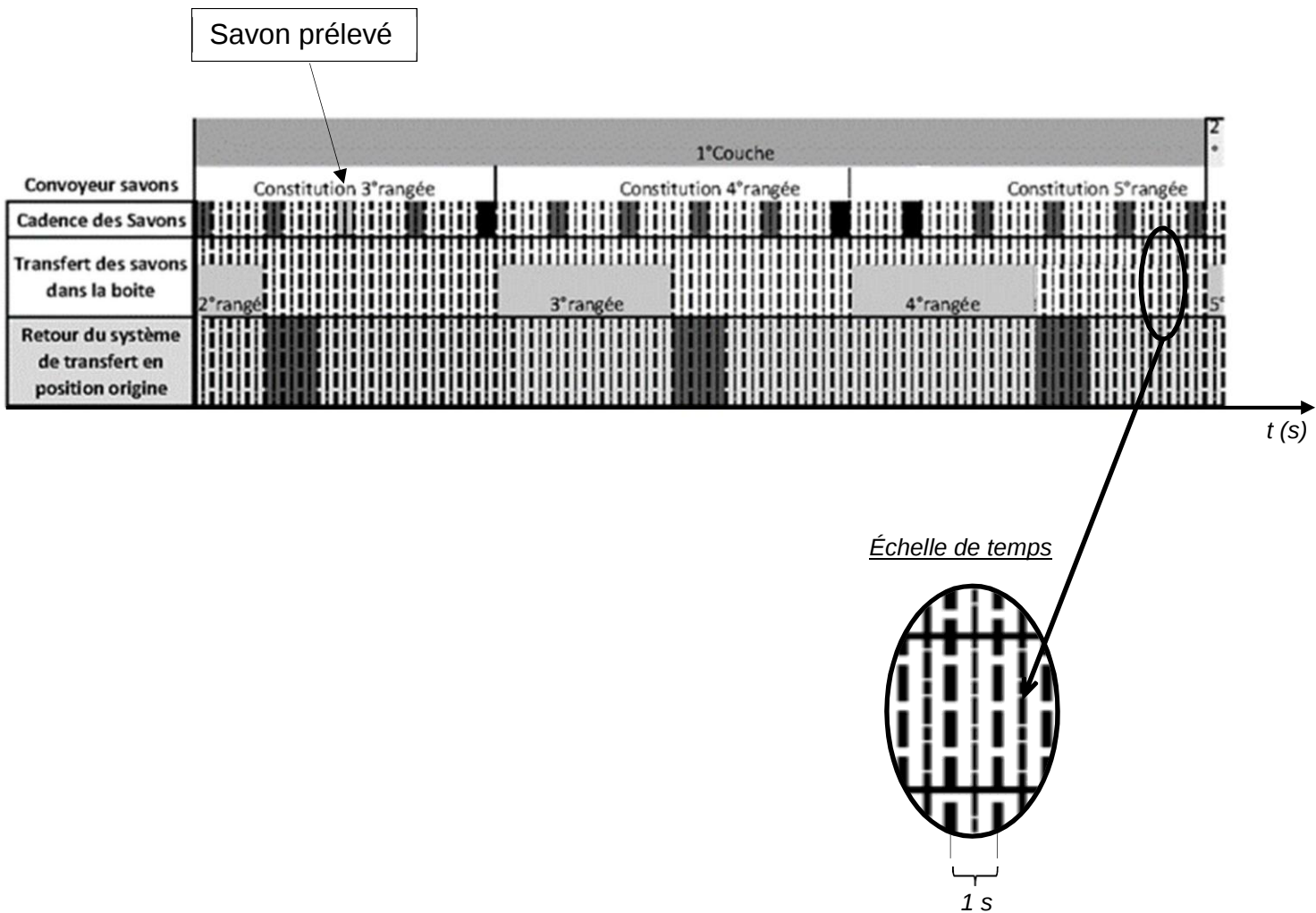
**Question 19.** (Sur document réponses 6)

À l'aide des documents ressources 3, 6, 7 et 8, compléter sur le synoptique donné, les types de liaisons de communication entre les différents matériels retenus par le bureau d'études.

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 11 / 25 |

## Document ressources 1

### Chronogramme de constitution des rangées de savons B

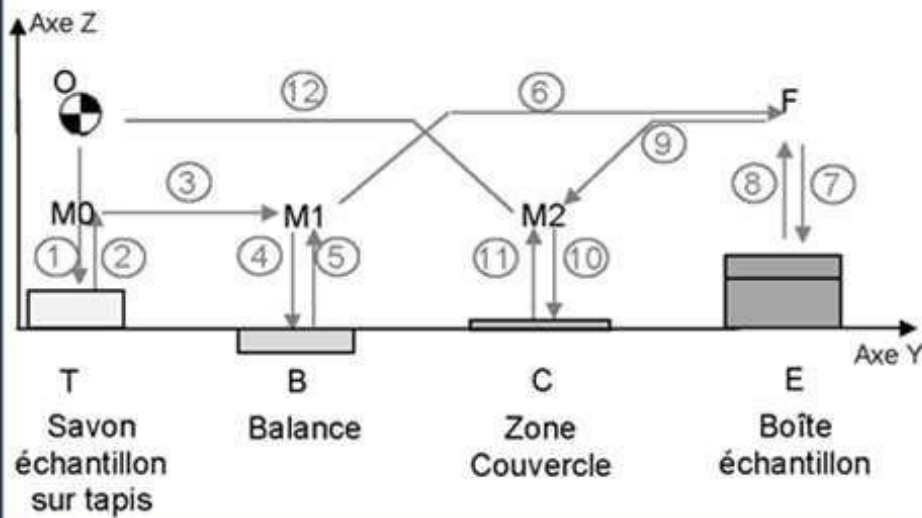


|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 12 / 25 |

## Document ressources 2

### 1<sup>er</sup> Synoptique des mouvements de l'échantillonnage :

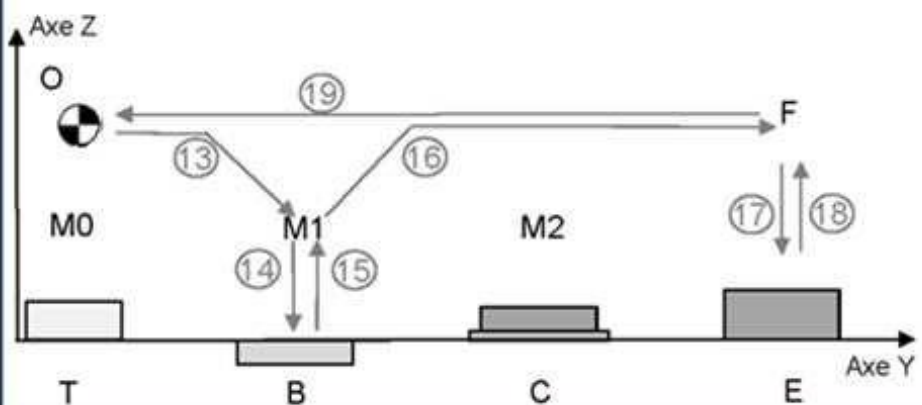
- Apporter un Savon sur la balance et prendre l'image
- Ouvrir la boîte échantillon



| N° mouvement | Temps des mouvements |       |
|--------------|----------------------|-------|
|              | Axe Y                | Axe Z |
| 1            |                      | 1s    |
| 2            |                      | 0,5s  |
| 3            | 0,5s                 |       |
| 4            |                      | 0,5s  |
| 5            |                      | 0,5s  |
| 6            | 1s                   | 0,5s  |
| 7            |                      | 0,5s  |
| 8            |                      | 0,5s  |
| 9            | 0,5s                 | 0,5s  |
| 10           |                      | 0,5s  |
| 11           |                      | 0,5s  |
| 12           | 1s                   | 0,5s  |

### 2<sup>eme</sup> Synoptique des mouvements de l'échantillonnage :

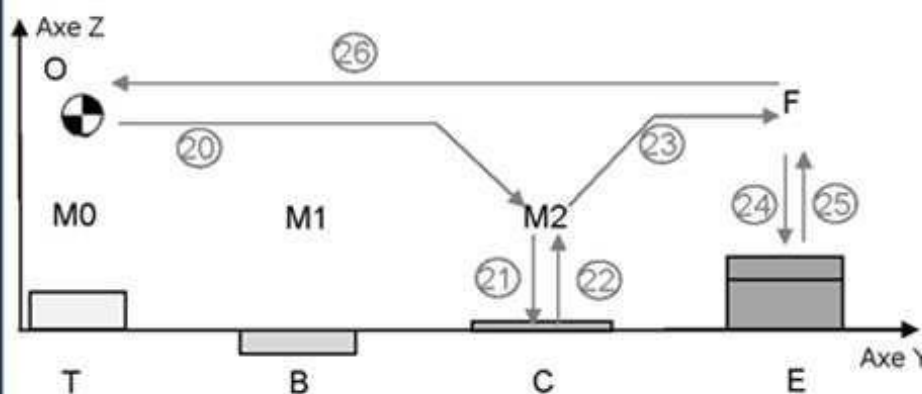
- Déposer un savon dans la boîte



| N° mouvement | Temps des mouvements |       |
|--------------|----------------------|-------|
|              | Axe Y                | Axe Z |
| 13           | 0,5s                 | 0,5s  |
| 14           |                      | 0,5s  |
| 15           |                      | 0,5s  |
| 16           | 1s                   | 0,5s  |
| 17           |                      | 0,5s  |
| 18           |                      | 0,5s  |
| 19           | 2s                   |       |

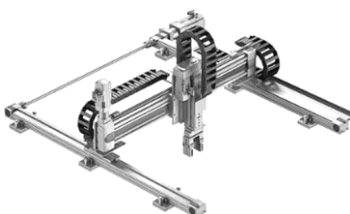
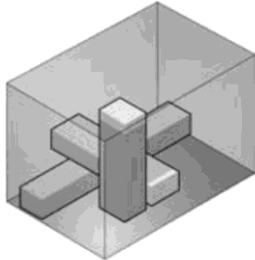
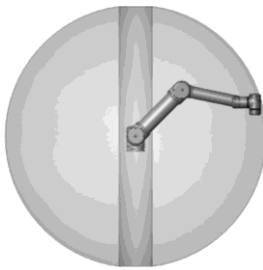
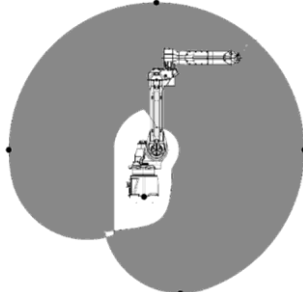
### 3<sup>eme</sup> Synoptique des mouvements de l'échantillonnage :

- Fermer la boîte



| N° mouvement | Temps des mouvements |       |
|--------------|----------------------|-------|
|              | Axe Y                | Axe Z |
| 20           | 1s                   | 0,5s  |
| 21           |                      | 0,5s  |
| 22           |                      | 0,5s  |
| 23           | 1s                   | 0,5s  |
| 24           |                      | 0,5s  |
| 25           |                      | 0,5s  |
| 26           | 2s                   |       |

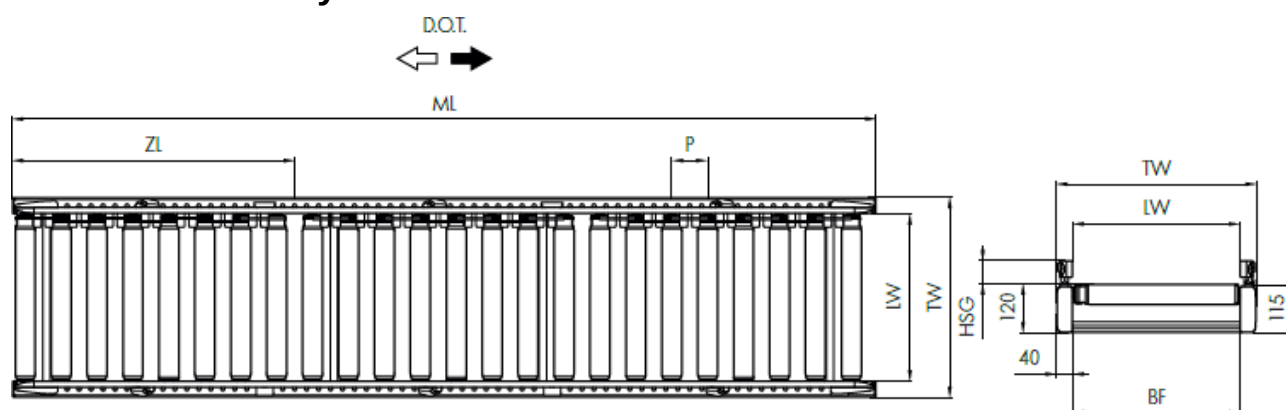
## Document ressources 3

| Types                                                                                                                         | Espace de travail                                                                   | Caractéristiques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Portique 2 axes</b><br>                   |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- portée adaptable au besoin :</li> <li>- largeur : 2 000 mm maxi,</li> <li>- hauteur : 3 000 mm maxi ;</li> <li>- charge maxi (sous conditions) : 50 kg</li> <li>- répétabilité : <math>\pm 0,01</math> mm au mieux</li> <li>- vitesse maxi (sous conditions) : 3 m/s</li> <li>- coût : Environ 13000€ HT</li> </ul>                                                                                                              |
| <b>Robot cartésien 3 axes</b><br>            |    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- portée adaptable au besoin :</li> <li>- longueur : 9 000 mm maxi,</li> <li>- largeur : 2 000 mm maxi,</li> <li>- hauteur : 3 000 mm maxi ;</li> <li>- charge maxi (sous conditions) : 50 kg</li> <li>- répétabilité : <math>\pm 0,01</math> mm au mieux</li> <li>- vitesse maxi (sous conditions) : 3 m/s</li> <li>- coût : Environ 21000€ HT</li> <li>- Communication : Modbus TCP / CANOPEN (intégrés)</li> </ul>              |
| <b>Robot collaboratif poly-articulé</b><br> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- rayon d'action : 1800 mm maxi</li> <li>- charge maxi (sous conditions) : 35 kg</li> <li>- répétabilité : <math>\pm 0,02</math> mm au mieux,</li> <li>- vitesse maxi : jusqu'à 400 °/s par axe</li> <li>- coût : Environ 26000€ HT</li> <li>- robot de 4 à 6 axes rotatifs</li> <li>- Communication : Modbus TCP, Ethernet, Profinet (intégrés)</li> </ul>                                                                        |
| <b>Robot poly-articulé</b><br>             |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- rayon d'action : 4 000 mm maxi</li> <li>- charge maxi (sous conditions) : 2 000 kg</li> <li>- répétabilité : <math>\pm 0,02</math> mm au mieux,</li> <li>- vitesse maxi : jusqu'à 400 °/s par axe</li> <li>- coût : Environ 20000€ HT</li> <li>- robot de 4 à 6 axes rotatifs</li> <li>- Communication : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modbus TCP</li> <li>• Ethernet IP</li> <li>• Profinet :</li> </ul> </li> </ul> |

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 14 / 25 |

## Document ressources 4

### Dimensions convoyeur



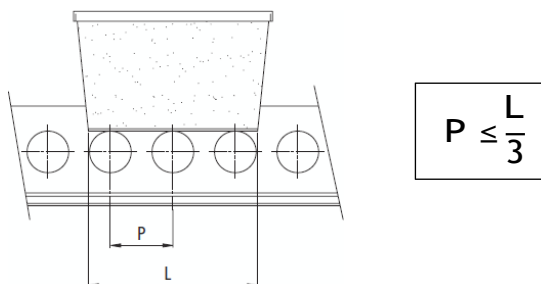
|            |                         |                                                     |
|------------|-------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>BF</b>  | Largeur nominale        | 420, 620, 840 mm autres dimensions sur demande      |
| <b>LW</b>  | Largeur utile           | BF (+120/-90 mm par cote, guidage latéral flexible) |
| <b>ML</b>  | Longueur de module      | ZL x nombre de zones, 4 080 mm max.                 |
| <b>ZL</b>  | Longueur de zone        | Nombre de rouleaux x P                              |
| <b>TW</b>  | Largeur de module       | BF + 80 mm                                          |
| <b>P</b>   | Pas entre les rouleaux  | 60 / 90 / 120 / 150 mm                              |
| <b>HSG</b> | Hauteur guidage latéral | 35 - 65 mm                                          |

### Règles de base pour un transport optimal

Pour assurer un transport optimal de la charge sur un convoyeur à rouleaux, les règles de base suivantes doivent être respectées :

#### Pas entre les rouleaux

Le pas entre les rouleaux doit être sélectionné de manière à toujours avoir au moins trois rouleaux de manutention sous le produit :



P: Pas entre les rouleaux en mm

L: Longueur de la charge à transporter en mm

#### **Largeur utile et largeur nominale**

La largeur nominale (BF) correspond à la dimension entre les profils latéraux. La largeur utile (LW) correspond à la dimension entre les guidages latéraux.

Pour un guidage latéral fixe, LW = BF.

En cas de guidage latéral flexible, la dimension LW peut être modifiée de -90/+120 mm

La largeur utile du convoyeur, pour des sections droites, correspond à au moins la largeur de la charge à transporter +20 mm :

**$LW \geq B + 20 \text{ mm}$**

LW : Largeur utile en mm entre les guidages latéraux

B : Largeur de la charge à transporter en mm

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 15 / 25 |

## Document ressources 5

### Fiche technique du convoyeur ZPA à zones (rouleaux)

#### Caractéristiques techniques

|                              |                                  |                                                          |
|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Données techniques générales | Capacité de charge max.          | 50 kg/m                                                  |
|                              | Vitesse de convoyage             | 0,1 à 1,0 m/s (pour 35 kg)<br>0,1 à 0,8 m/s (pour 50 kg) |
|                              | Pente ascendante/descendante     | 4° max.                                                  |
|                              | Température de l'environnement   | +5 jusqu'à +40 °C                                        |
| Rouleau                      | Type de rouleau                  | Interroll Série 3500                                     |
|                              | Diamètre des rouleaux            | 50 mm                                                    |
|                              | Matériau du rouleau              | Acier zingué, 1,5 mm                                     |
|                              | Nombre de rouleaux max. par zone | 20                                                       |
| Entrainement                 | Tension nominale                 | 24 V                                                     |
|                              | Type de moteur                   | Interroll RollerDrive EC310                              |
|                              | Type d'entraînement              | Courroie PolyVee                                         |
|                              | Transfert                        | Rouleau à rouleau                                        |



|                           |                       | DriveControl 20                                         | DriveControl 54                                         | ZoneControl                                                            | ConveyorControl                                | MultiControl                                   |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Communication<br>Automate | EtherCat              |                                                         |                                                         |                                                                        |                                                | X                                              |
|                           | EtherNet/IP           |                                                         |                                                         |                                                                        | x (Gateway)                                    | X                                              |
|                           | Profibus              |                                                         |                                                         |                                                                        | x (Gateway)                                    |                                                |
|                           | Profinet              |                                                         |                                                         |                                                                        | x (Gateway)                                    | X                                              |
|                           | Digital I/O's, no bus | X                                                       | X                                                       | X                                                                      |                                                |                                                |
| Ajustement paramètres     |                       | Interrupteurs DIP                                       | Interrupteurs DIP                                       | Interrupteurs DIP                                                      | Par Configurateur PC ou par automate           | Par interface web ou automate                  |
| Interface<br>RollerDrive  | Nombre d'EC310        | 1                                                       | 1                                                       | 1                                                                      | 1-2                                            | 4                                              |
|                           | Ajustement de vitesse | - 15 niveaux par les DIP<br>- 7 par Entrées/sorties TOR | - 15 niveaux par les DIP<br>- 7 par Entrées/sorties TOR | - 8 niveaux par les DIP<br>- Ajustable librement par signal analogique | Librement par configurateur PC ou par automate | Librement par configurateur PC ou par automate |
|                           | Start/stop ramps      | 1                                                       | 1                                                       | -                                                                      | 20                                             | Ajustable librement                            |
| Indice de protection      |                       | IP20                                                    | IP54                                                    | IP20                                                                   | IP54                                           | IP54                                           |
| Possibilité Grand Froid   |                       |                                                         | Oui                                                     |                                                                        | Oui                                            | Oui                                            |

|              |                                                          |                 |                |              |  |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|--|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |  |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 16 / 25 |  |

## Document ressources 6

### Fiche technique du produit Caractéristiques



### ATV320U04M2C

Altivar Machine - variateur - 0,37kW - 200/240V  
mono - compact - CEM - IP21

#### Principales

|                             |                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gamme de produits           | Altivar Machine ATV320                                                                                                                                                |
| Fonction produit            | Variateur de vitesse                                                                                                                                                  |
| Nom de l'appareil           | ATV320                                                                                                                                                                |
| Format du bloc de commande  | Compact                                                                                                                                                               |
| Destination du produit      | Moteurs asynchrones<br>Moteurs synchrones                                                                                                                             |
| Filtre CEM                  | Filtre intégré CEM Classe C2                                                                                                                                          |
| Degré de protection IP      | IP20 se conformer à EN/IEC 61800-5-1                                                                                                                                  |
| Degré de protection         | UL type 1 avec kit de conformité UL type 1                                                                                                                            |
| Type de refroidissement     | Sans ventilateur                                                                                                                                                      |
| Nombre de phases réseau     | Monophasé                                                                                                                                                             |
| [Us] tension d'alimentation | 200...240 V (- 15...10 %)                                                                                                                                             |
| Fréquence d'alimentation    | 50...60 Hz (- 5...5 %)                                                                                                                                                |
| Puissance moteur kW         | 0,37 kW pour surcharge importante                                                                                                                                     |
| Puissance moteur HP         | 0.5 hp pour surcharge importante                                                                                                                                      |
| Courant de ligne            | 5,2 A à 200 V pour surcharge importante<br>4,3 A à 240 V pour surcharge importante                                                                                    |
| Lcc présumé de ligne        | 1 kA                                                                                                                                                                  |
| Puissance apparente         | 1 kVA à 240 V pour surcharge importante                                                                                                                               |
| Courant de sortie permanent | 3,3 A à 4 kHz pour surcharge importante                                                                                                                               |
| Courant transitoire maximum | 5 A pendant 60 s pour surcharge importante                                                                                                                            |
| Fonction de sécurité        | STO (suppression sûre du couple) SIL 3<br>SS1 (safe stop 1)<br>SMS (vitesse maximale de sécurité)<br>SLS (safe limited speed)<br>GDL (verrouillage porte de sécurité) |
| Protocole de communication  | CANopen<br>Modbus                                                                                                                                                     |

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 17 / 25 |

## Document ressources 7

### Fiche technique du produit Caractéristiques

### BMXP342020

Modicon M340 - processeur - 1024 E/S TOR 256  
E/S ANA - 1Modbus - 1



#### Principales

|                                         |                                                                           |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Gamme de produits                       | Plateforme d'automatisme Modicon M340                                     |
| Fonction produit                        | Module processeur                                                         |
| Nombre de racks                         | 4                                                                         |
| Nombre d'emplacement                    | 11                                                                        |
| Capacité de gestion des E/S TOR         | 1024E/S configuration multi-rack<br>704 E/S configuration rack individuel |
| Capacité du processeur E/S analogique   | 256 E/S configuration multi-rack<br>66 E/S configuration rack individuel  |
| Nombre de voies spécifiques application | 36                                                                        |
| Surveillance                            | Compteurs diagnostic Modbus<br>Compteurs d'évènement Modbus               |

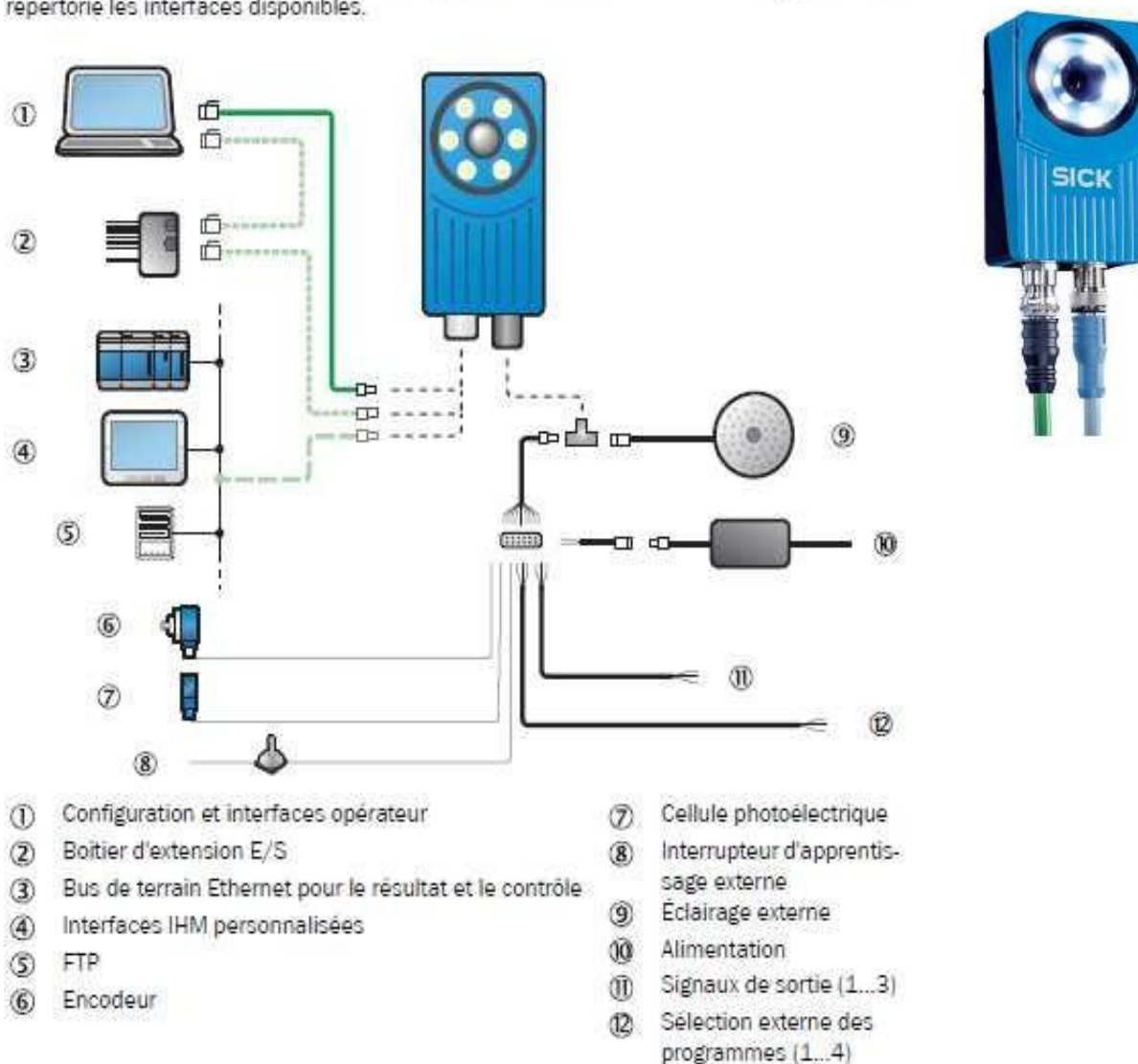
#### Complémentaires

|                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Canaux de contrôle                                | Boucles programmables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Type de connexion intégrée                        | Ethernet TCP/IP RJ45 10/100 Mbit/s 1 paire torsadée<br>Port USB 12 Mbit/s<br>Connexion en série non isolée RJ45 mode de caractères asynchrone dans bande passante RS232C full duplex 0,3...19,2 kbit/s 2 paires torsadées blindées<br>Connexion en série non isolée RJ45 mode de caractères asynchrone dans bande passante RS485 half duplex 0,3...19,2 kbit/s 1 paire torsadée blindée<br>Connexion en série non isolée RJ45 Modbus maître /esclave RTU/ASCII asynchrone dans bande passante RS232C half duplex 0,3...19,2 kbit/s 1 paire torsadée blindée<br>Connexion en série non isolée RJ45 Modbus maître /esclave RTU/ASCII asynchrone dans bande passante RS485 half duplex 0,3...19,2 kbit/s 1 paire torsadée blindée |
| Capacité du module de communication du processeur | 2 module de communication Ethernet<br>4 Module AS-i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Période                                           | Gestion de la bande passante, Ethernet TCP/IP<br>Éditeur de données, Ethernet TCP/IP<br>Messagerie Modbus TCP, Ethernet TCP/IP<br>Visualiseur de rack, Ethernet TCP/IP<br>Administrateur de réseau SNMP, Ethernet TCP/IP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Port Ethernet                                     | 10BASE-T/100BASE-TX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Nombre de périphériques par segment               | 32 mode de caractères<br>32 Modbus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Nombre d'appareils                                | 2 point à point mode de caractères<br>2 point à point Modbus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 18 / 25 |

# CAMERA SICK PIM 60

L'Inspector PIM60 est conçu pour être intégré à des machines et dispose de nombreuses interfaces permettant d'interagir avec des équipements de contrôle. Cette intégration aux machines a pour but d'optimiser le résultat, la surveillance et le contrôle. L'image suivante répertorie les interfaces disponibles.



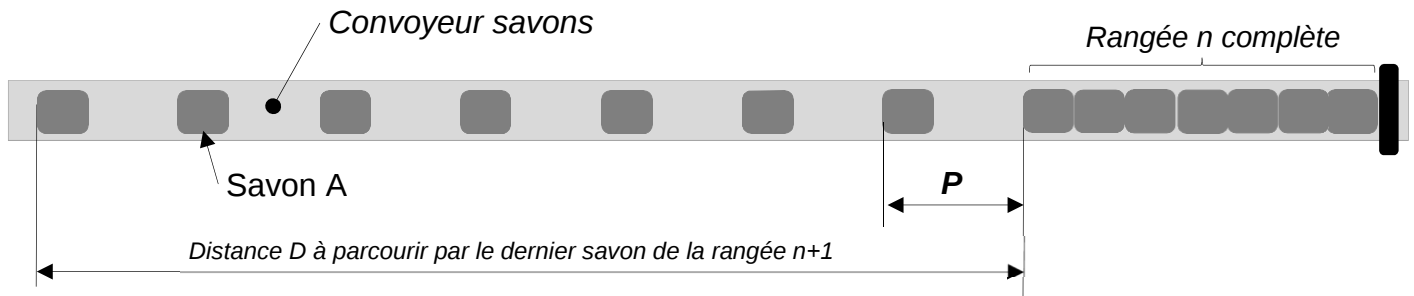
|                                              | VSPM-6F2113<br>PIM60                                                                             | VSPM-6B2113<br>PIM60 Base | VSPM-6F2313<br>PIM60-LUT | VSPM-6F2413<br>PIM60-IR | VSPM-6B2413<br>PIM60-IR Base |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|
| - Enregistrement et récupération des données | Journal de l'appareil 30 images<br>Enregistrement des images sur PC<br>Stockage d'images sur FTP |                           |                          |                         |                              |
| - Communication Ethernet                     | Ethernet/IP<br>Ethernet brut configurable<br>API Web                                             |                           |                          |                         |                              |
| - Boîtier d'extension E/S                    | 5 entrées pour sélection de programme<br>16 sorties                                              |                           |                          |                         |                              |
| Taille de l'image                            | 640 x 480 pixels                                                                                 |                           |                          |                         |                              |

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 19 / 25 |

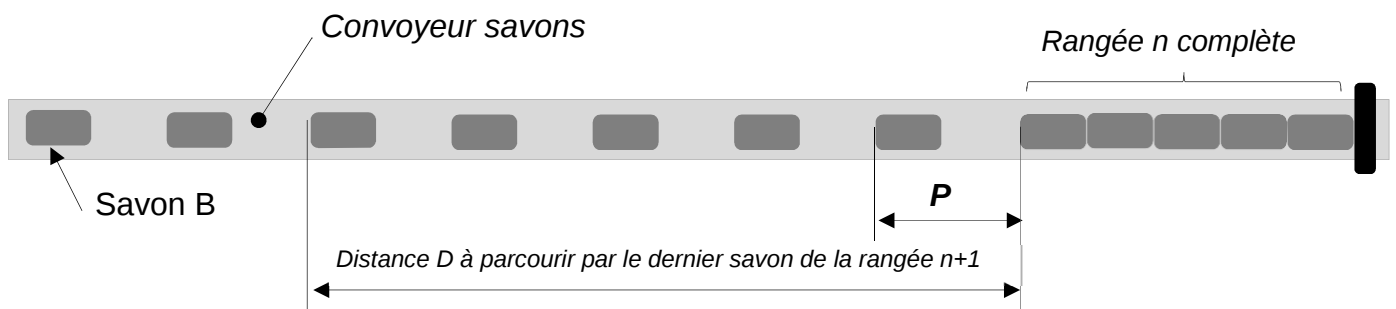
## Document réponses 1

### Question 3 :

#### Regroupement d'une rangée de 7 savons A



#### Regroupement d'une rangée de 5 savons B



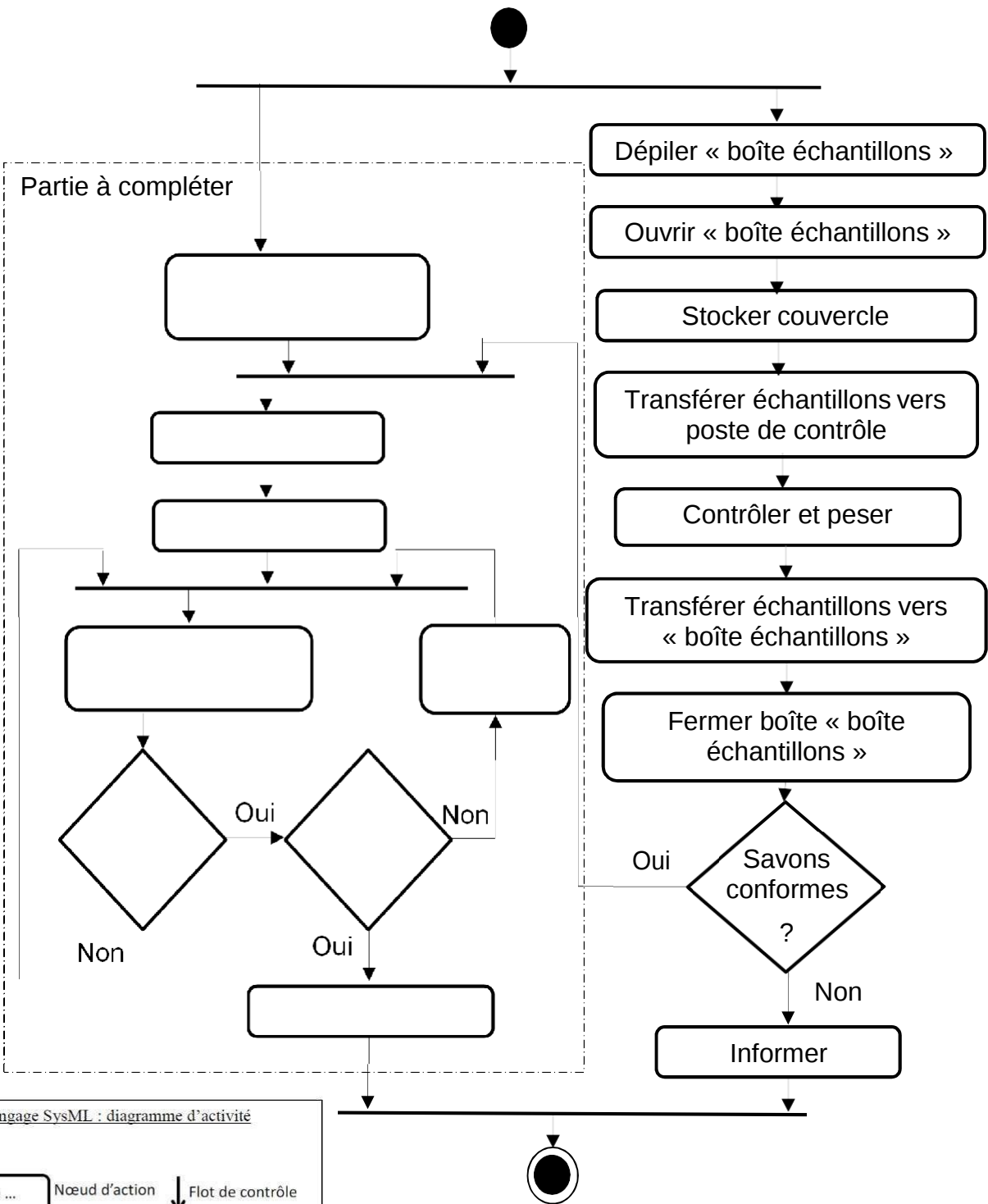
|                                                | Savons A | Savons B | Unités |
|------------------------------------------------|----------|----------|--------|
| Vitesse convoyeur                              | 5        | 5        | m/min  |
| Pas P                                          | 353      | 353      | mm     |
| Nbre d'espacements<br>(Savons par rangée)      |          |          | -      |
| Distance D                                     |          |          | mm     |
| Temps de regroupement<br>(détailler le calcul) | $t_1 =$  | $t_2 =$  | s      |

**Conclusion :**

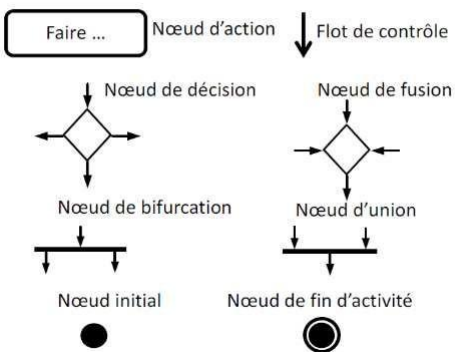
|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 20 / 25 |

## Document réponses 2

### Question 4 :



### Rappel langage SysML : diagramme d'activité

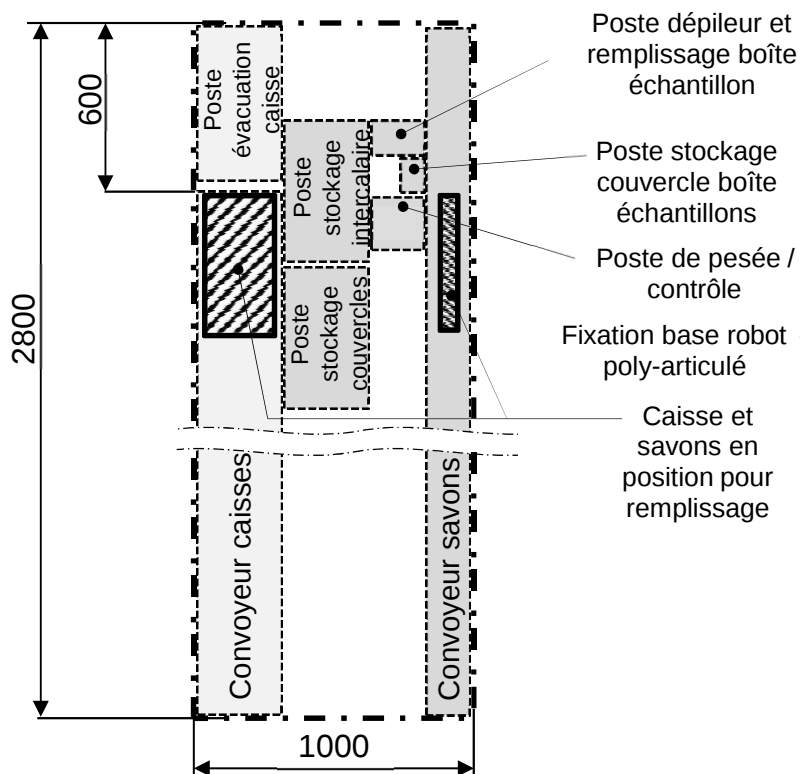


|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 21 / 25 |

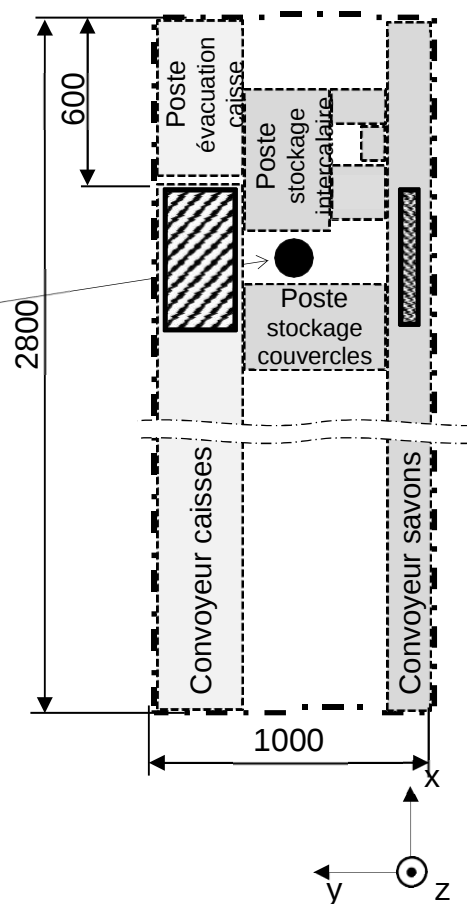
## Document réponses 3

Question 7,8, 9 et 10 :

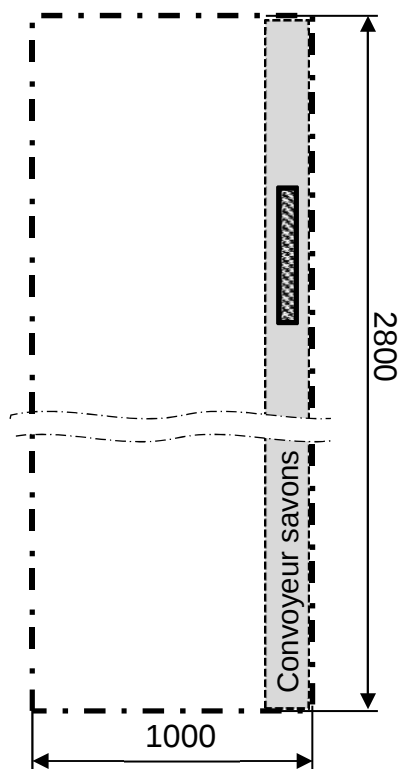
- Figure 1 -



- Figure 2 -



- Figure 3 -



Légende :

--- Zone d'implantation

Echelle :

0 250 500

Adapté à la zone  
d'implantation  
Oui / Non

Portique 2 axes

Robot cartésien 3 axes

Robot poly-articulé

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 22 / 25 |

## Document réponses 4

Question 12 :

|                              |                                |                        | Robot cartésien | Robot poly-articulé | Robot collaboratif poly-articulé |
|------------------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|
| Coûts des robots (HT)        |                                |                        | 21000 €         | 20000 €             | 26000 €                          |
| Mise en place de la sécurité | Type de solution de protection | Tarif unitaire (HT)    |                 |                     |                                  |
|                              | Enceinte grillagée             | 250 € / m <sup>2</sup> |                 |                     |                                  |
|                              | Barrière immatérielle          | 2100 €                 |                 |                     |                                  |
| Total (HT) :                 |                                |                        |                 |                     |                                  |

**Solution globale éliminée :**

Question 14 :

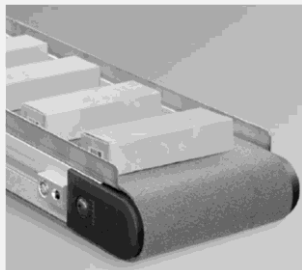
| Technique de préhension                                                                                  | Compatibilité avec les produits (Oui/Non) |              |           | Justifications |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------|-----------|----------------|
|                                                                                                          | Savon                                     | Intercalaire | couvercle |                |
| <b>Magnetisme</b><br> |                                           |              |           |                |
| <b>Aspiration</b><br> |                                           |              |           |                |
| <b>Pincement</b><br>  |                                           |              |           |                |

**Solution retenue :**

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 23 / 25 |

## Document réponses 5

**Question 15 :**

| <b>Technique de convoyage</b>                                                                                                     | <b>Compatibilité</b> | <b>Justifications</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Un seul convoyeur à bande</b><br>             |                      |                       |
| <b>Un seul convoyeur à zones (rouleaux)</b><br> |                      |                       |

**Question 17 :**

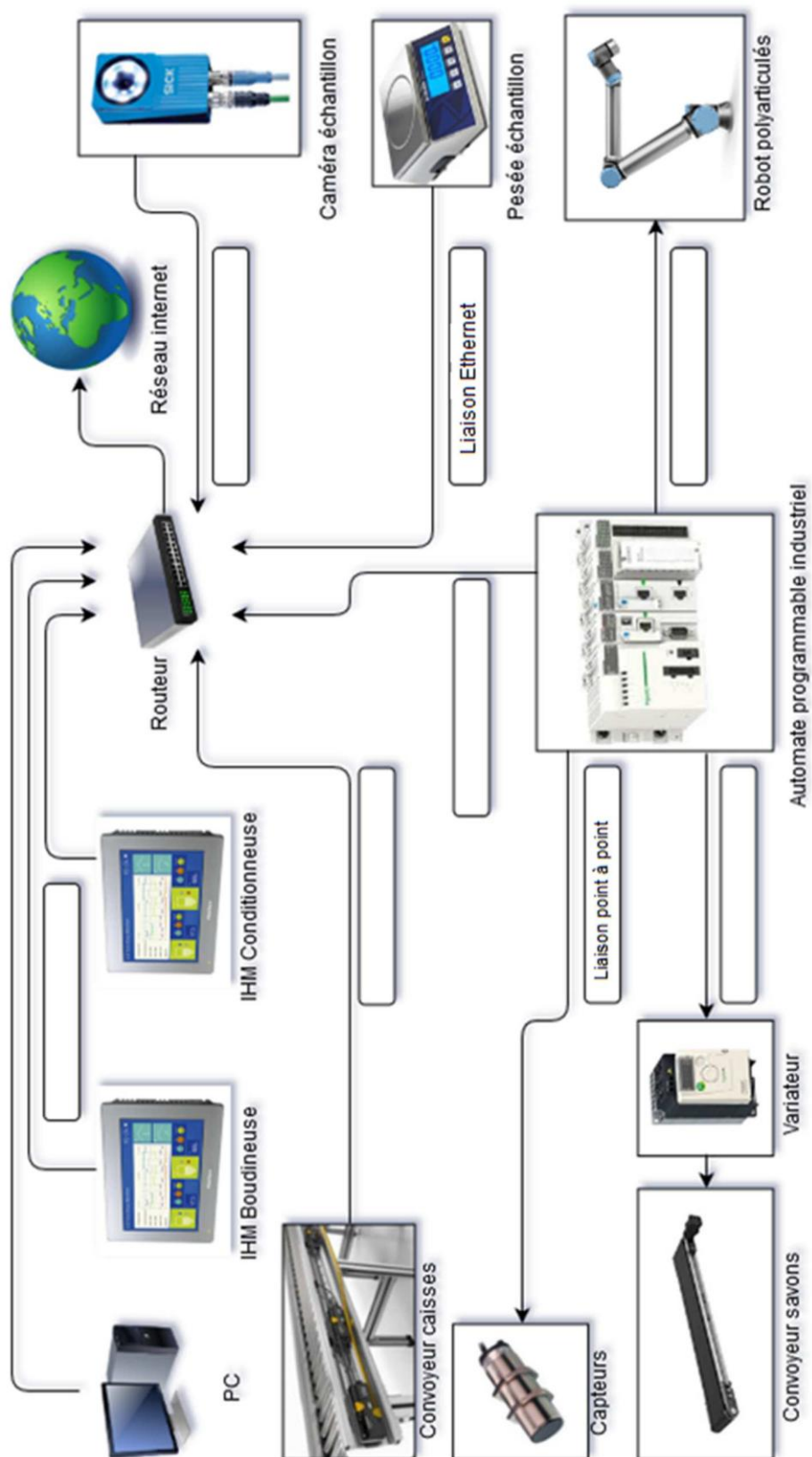
| <b>Pas standard (en mm)</b>                                                                                                              | <b>120</b>       | <b>90</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|
| <b>Nombres de rouleaux par zone (valeur arrondie à l'entier supérieur)</b><br>(longueur caisse la plus grande + distance d'arrêt)<br>Pas |                  |           |
| <b>Longueur zone (ZL) en mm</b>                                                                                                          |                  |           |
| <b>Longueur convoyeur (ML) en mm</b>                                                                                                     |                  |           |
| <b>Adapté à la zone d'implantation</b>                                                                                                   | <b>OUI / NON</b> |           |

**Justification :**

|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 24 / 25 |

## Document réponses 6

Question 19 :



|              |                                                          |                 |                |              |
|--------------|----------------------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
| 2021         | BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques |                 |                | SUJET        |
| 2106-CSE4CSA | E4 – Conception préliminaire d'un système automatique    | Coefficient : 3 | Durée : 4 h 30 | Page 25 / 25 |