



Ce document a été mis en ligne par l'organisme [FormaV](#)®

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :

[www.formav.co/explorer](http://www.formav.co/explorer)

# Brevet de technicien supérieur

## Conception et réalisation de systèmes automatiques

**SESSION 2017**

**SUJET**

**ÉPREUVE E5 – CONCEPTION DÉTAILLÉE**

**SOUS-ÉPREUVE E52  
CONCEPTION DÉTAILLÉE D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE**

Durée : 4 h 00

Coefficient : 3

**Matériel autorisé :**

- toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (circulaire n°99-186, 16/11/1999) ;
- aucun document n'est autorisé.

Dès que le sujet est remis, s'assurer qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 25 pages, numérotées de 1 à 25.

<b>Présentation générale</b>	<b>(feuilles blanches)</b>	pages 2 à 4
<b>Travail demandé</b>	<b>(feuilles jaunes)</b>	pages 5 à 12
<b>Documents ressources</b>	<b>(feuilles vertes)</b>	pages 13 à 19
<b>Documents réponses</b>	<b>(feuilles bleues)</b>	pages 20 à 25

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 1/25

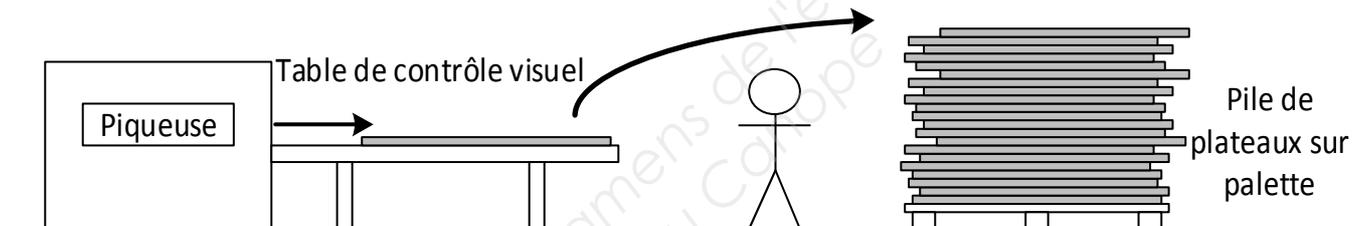
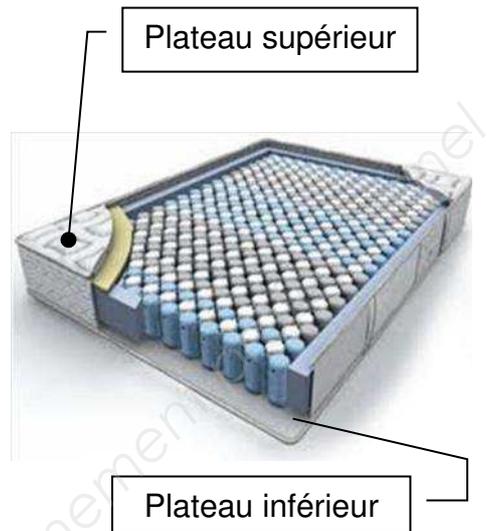
# Empileur de plateaux de matelas

## Présentation générale

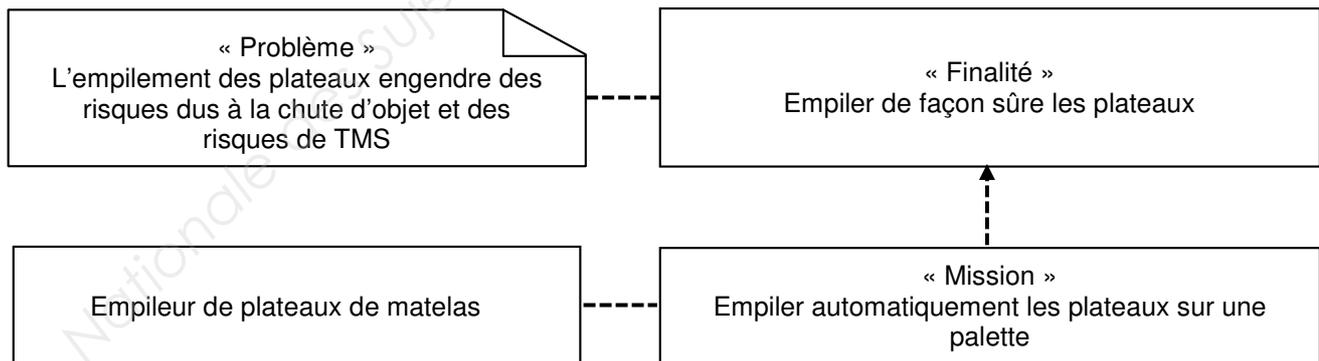
La société COPIREL est un fabricant français de matelas depuis 70 ans.

Un matelas est constitué d'une âme formant la structure interne faite de mousse ou de ressorts qui assure le soutien. Cette âme est habillée de plateaux constitués de différentes couches de garnissage en tissu, ouate et mousses assurant le confort. La nature des différentes couches permet d'obtenir une face été ou une face hiver. Ces couches qui sont l'aspect visible du matelas, peuvent atteindre 50 mm d'épaisseur et sont piquées entre elles selon des motifs variés.

Actuellement en sortie de piqueuse, après un contrôle visuel, les plateaux sont empilés manuellement sur une palette par un seul opérateur. Une analyse des risques de ce poste a fait apparaître le besoin de prévenir des risques de TMS (troubles musculo-squelettiques) et des risques dus à l'instabilité de la pile du fait des dimensions du plateau manipulé, de la hauteur de la pile et de la cadence de production.



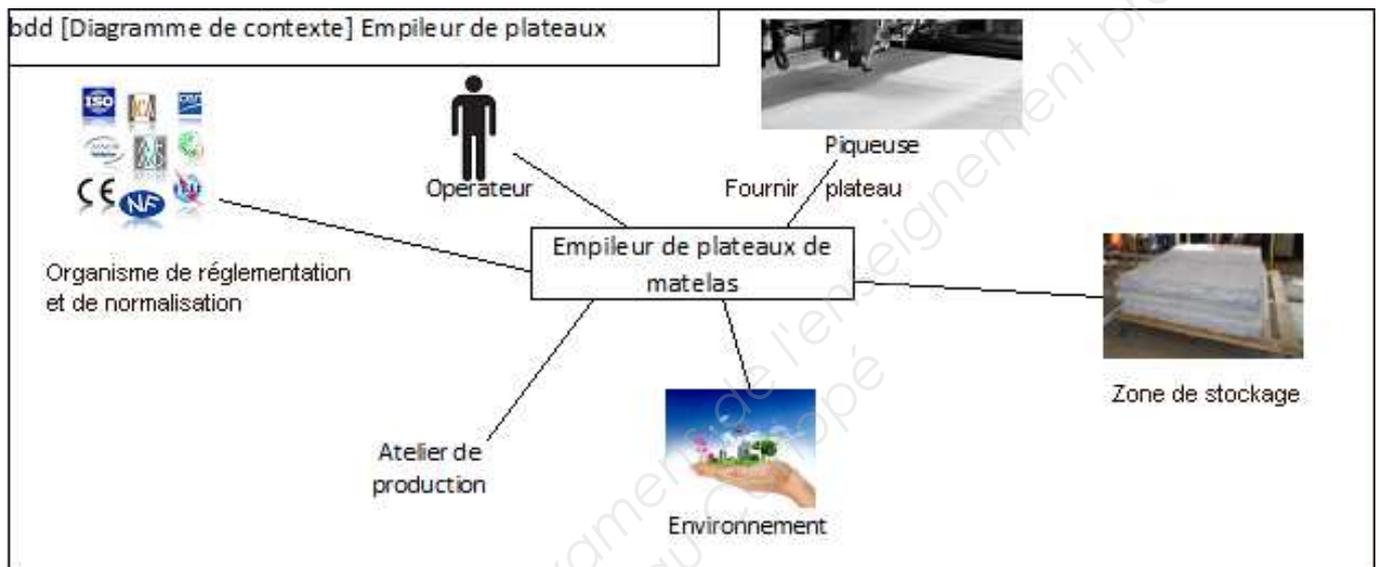
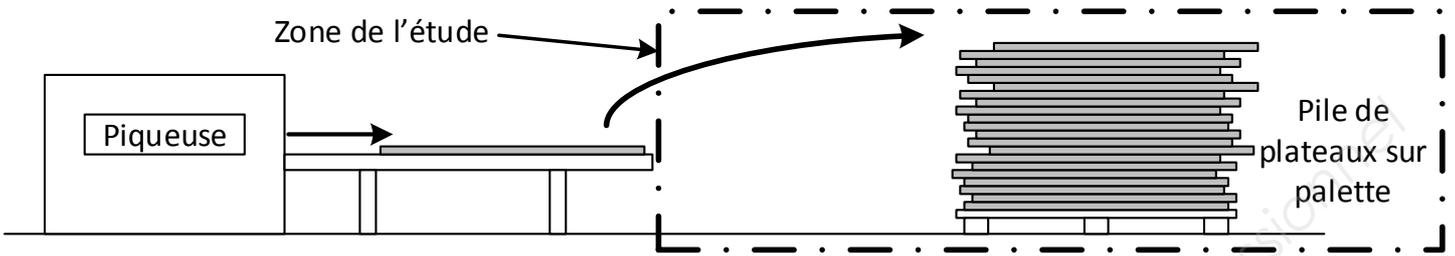
## Le besoin



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 2/25

## L'étude et son contexte

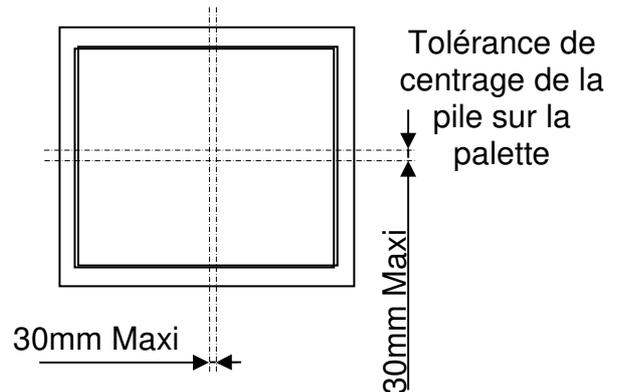
L'étude portera sur l'automatisation du poste d'empilage des plateaux sur une palette tout en respectant entre autres les exigences énoncées ci-après.



## Exigences géométriques d'empilage des matelas

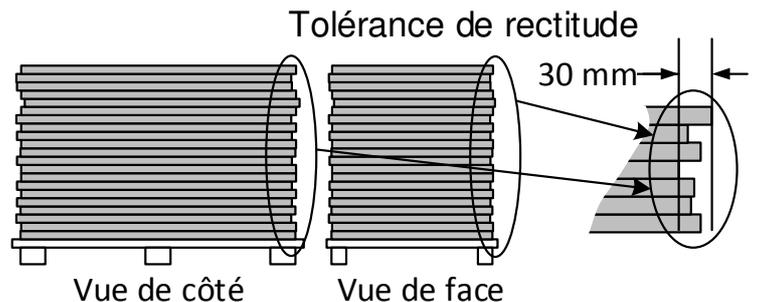
### Positionnement de la pile sur la palette

- Centrage de la pile sur la palette. Ce défaut ne doit pas excéder 30 mm.



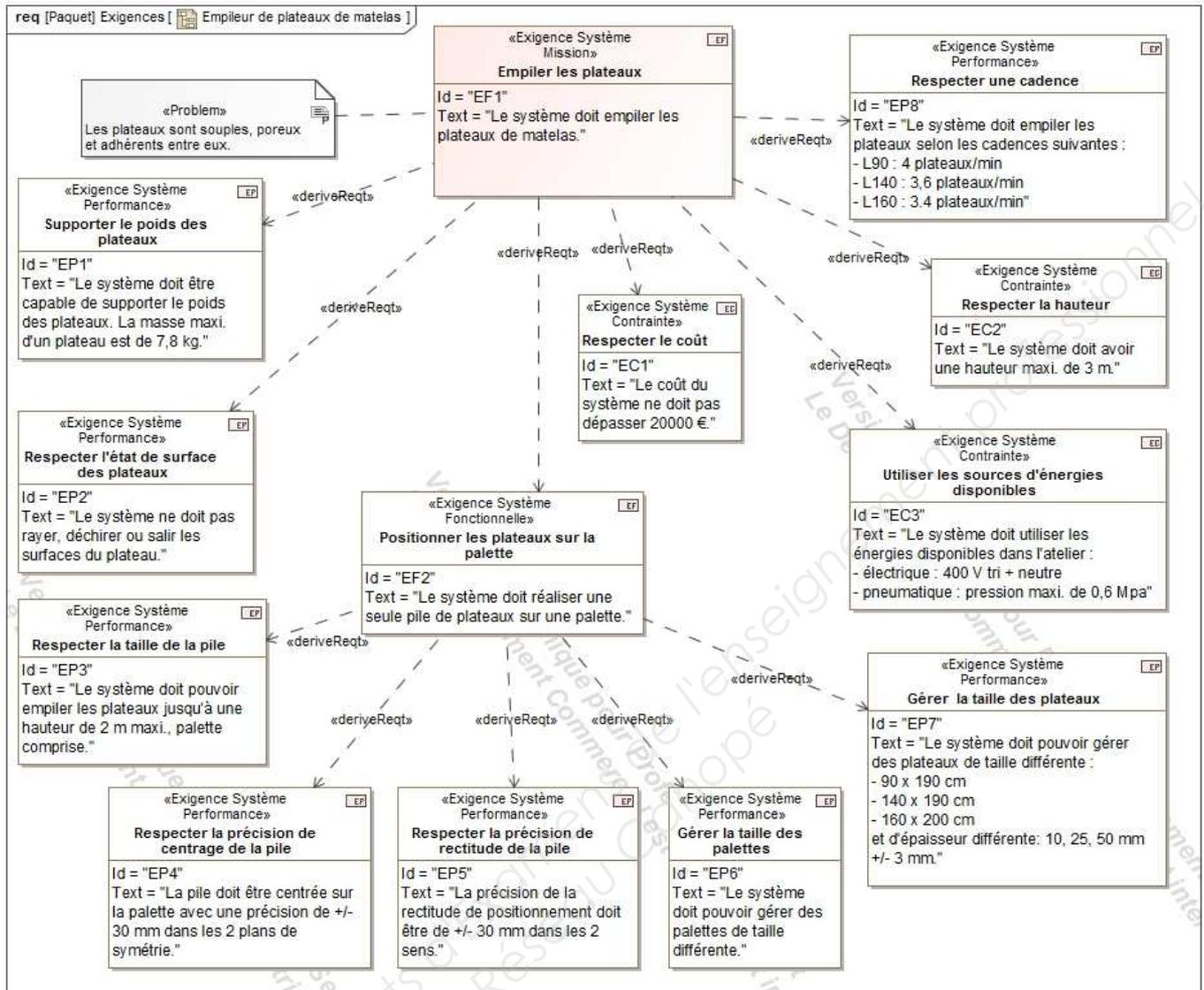
### Positionnement des plateaux en pile

- Rectitude verticale des faces de la pile. Ce défaut ne doit pas excéder 30 mm.



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 3/25

# Performances et contraintes



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 4/25

# Partie 1

## Présentation du système

Le bureau d'étude a retenu, lors de l'étude préliminaire, l'organisation suivante :

### Sous-système 1

- un convoyeur à bandes à 2 sections assure le transfert du plateau entre la sortie de la table et le haut de la pile. L'une s'incline en fonction de la hauteur de la pile, l'autre reste horizontale.

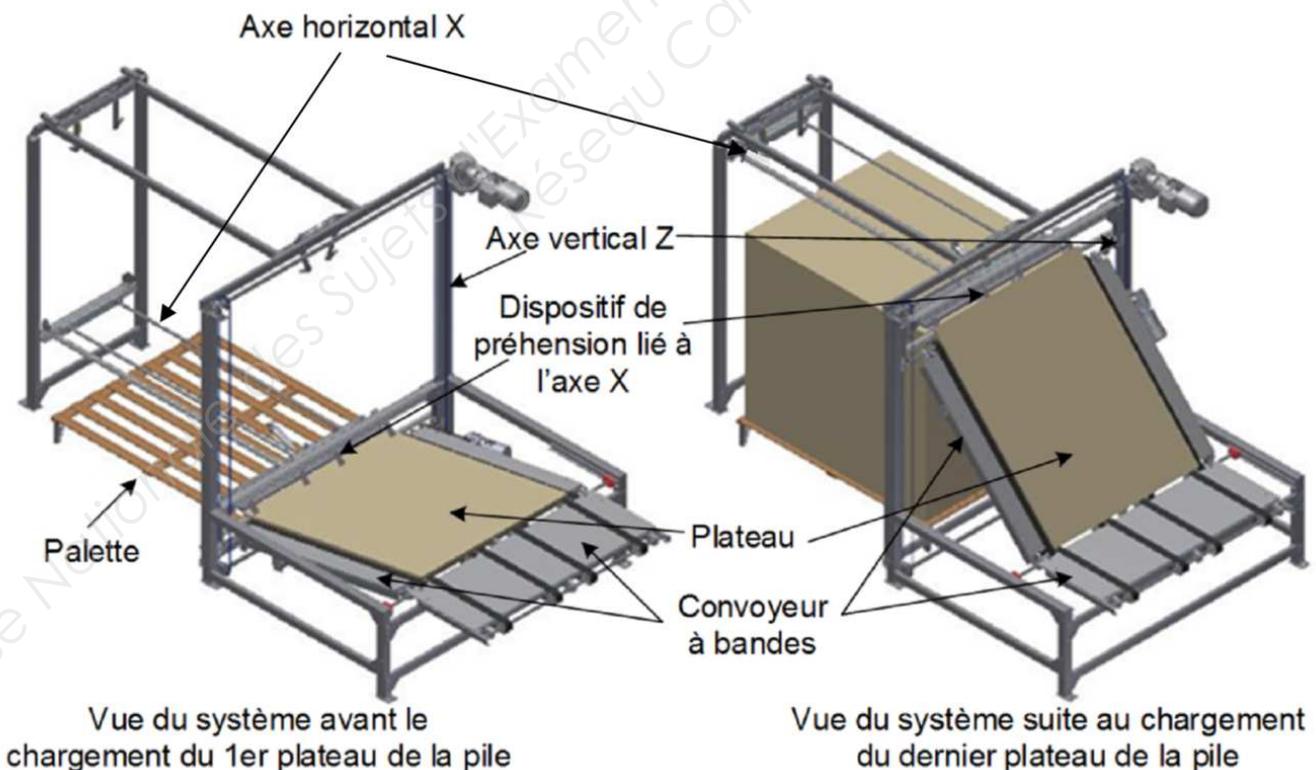
### Sous-système 2

- un dispositif de préhension saisit le plateau en plusieurs points en sortie du convoyeur à bandes ;
- un axe horizontal X déplace le préhenseur assurant ainsi le transfert du plateau au-dessus de la pile.

### Sous-système 3

- un axe vertical Z assure simultanément le positionnement en hauteur par rapport au sommet de la pile de l'axe X équipé du préhenseur et l'inclinaison appropriée de la section inclinable du convoyeur.

Cette organisation est modélisée en 3D dans les 2 vues ci-dessous.

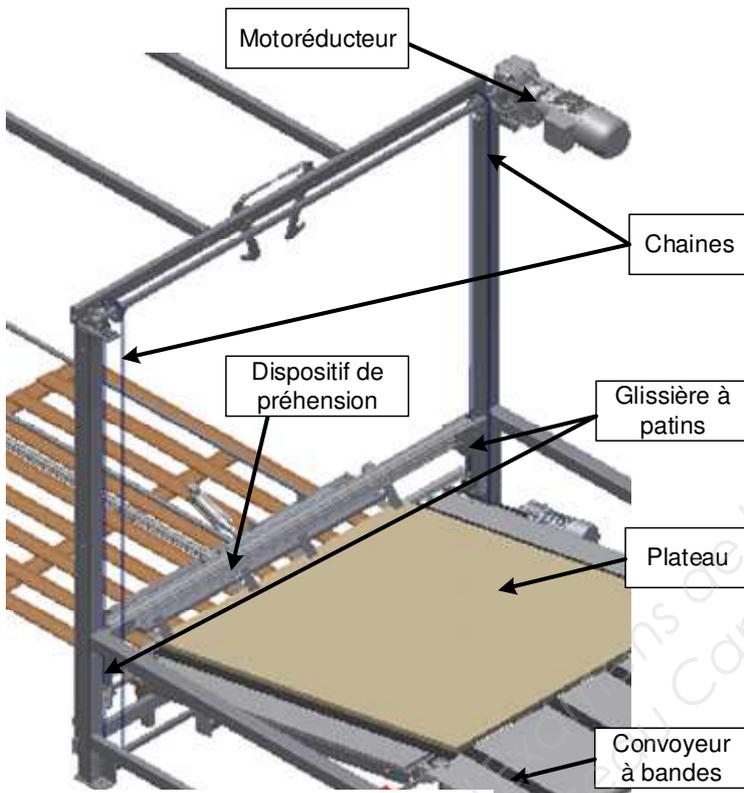


Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 5/25

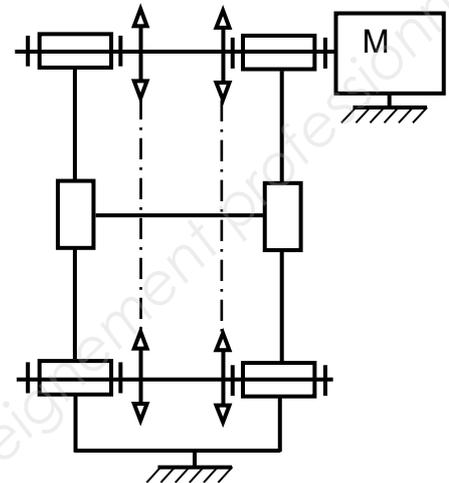
## Choix d'un détecteur de l'axe vertical Z

Objectif : en fonction des contraintes technologiques, choisir un détecteur adapté.

L'axe vertical est constitué d'un cadre qui glisse, guidé par des patins, le long de 2 montants verticaux. Pour réaliser les mouvements de montée ou descente, un motoréducteur entraîne en rotation un double dispositif pignon/chaîne selon le schéma cinématique ci-contre et la vue détaillée ci-dessous.



Détails de l'axe vertical Z



Durant l'empilage, après la dépose d'un plateau, pour ramener le préhenseur en position de saisie d'un nouveau plateau sans risquer d'accrocher le haut de la pile, l'axe Z doit monter d'un pas.

Les plateaux d'en dessous ayant tendance à s'écraser au fur et à mesure que la pile s'élève, il n'est pas possible de connaître par avance la hauteur réelle de celle-ci.

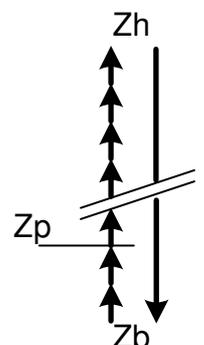
Un détecteur  $Z_p$  embarqué sur le chariot de l'axe Z permet de créer lors de la montée d'un pas, l'évènement « Arrêt en position de préhension », le préhenseur se situant alors à une distance du sommet de la pile au moins égale à l'épaisseur maximale d'un plateau.

Le cycle des mouvements de l'axe vertical Z est illustré ci-contre.

Le détecteur  $Z_b$  informe que l'axe vertical est en position basse, ce qui correspond à la situation « Arrêt en position basse », pas de plateau sur la palette.

Le détecteur  $Z_h$  informe que l'axe vertical est en position haute. Cet évènement apparaît lors de la montée d'un pas et correspond à la situation « Arrêt en position haute », fin du cycle d'empilage de plateaux.

Ces 2 détecteurs sont fixés sur les montants verticaux guidant l'axe Z.



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 6/25

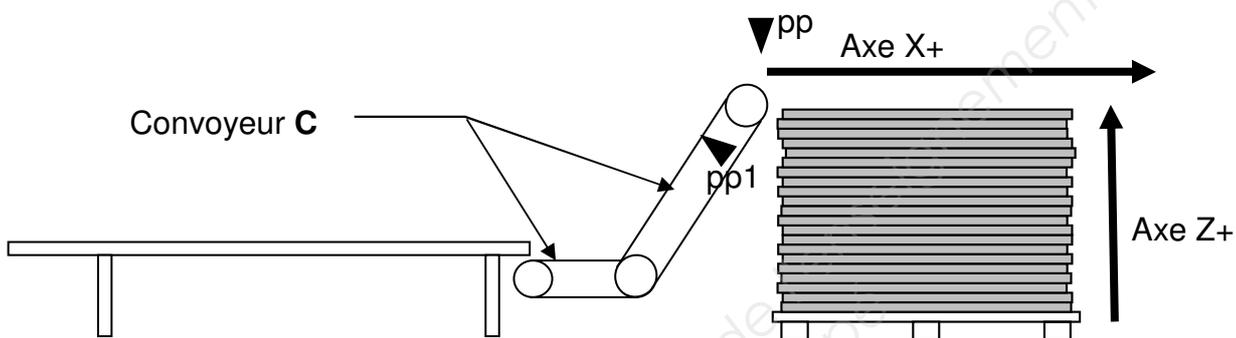
Chaque plateau, un à un, est pré positionné dans le sous-système 1 par transfert sur le convoyeur incliné jusqu'à la zone d'activation du détecteur pp1, en attente de la disponibilité des 2 autres sous-systèmes.

Lorsque ceux-ci sont disponibles, le plateau préalablement pré positionné ou en cours de pré positionnement est amené jusqu'à la zone d'activation du détecteur pp. Cet évènement autorise le cycle de saisie par le préhenseur noté P+ puis les opérations de dépose sur le sommet de la pile. Ces opérations de dépose sont l'action X+ (mouvement de l'axe X vers la droite) puis le relâchement du plateau noté P- d'une durée de 0,2 s.

La montée d'un pas, action Z+ (mouvement de l'axe Z vers le haut) puis un retour de l'axe X noté X- autorisent la préhension d'un nouveau plateau.

L'empilage se termine lors de l'évènement « Zh » qui entraîne l'arrêt en position haute du sous-système 3 et l'arrêt axe X à droite du sous-système 2. Ces deux sous-systèmes sont alors en situation initiale.

En cas d'un évènement de type « arrêt d'urgence », le système s'immobilise dans sa position. Après intervention, l'opérateur déclenche un cycle d'initialisation des sous-systèmes 2 et 3.



Description des mouvements des axes X et Z :

- X+ : mouvement de l'axe X vers la droite, évènement fin de course : détecteur Xd ;
- X- : mouvement inverse, évènement fin de course : détecteur Xg ;
- Z+ : mouvement de l'axe Z vers le haut, évènement fin de course : détecteur Zh ;
- Z- : mouvement inverse, évènement fin de course : détecteur Zb ;

**Question 1** (sur document réponses 1)

- décrire littéralement la position initiale des sous-systèmes 2 et 3 ;
- tracer le grafcet de mise en état initial des sous-systèmes 2 et 3 ;
- compléter la réceptivité du grafcet de conduite partiel.

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 7/25

## Partie 2

### Optimisation de la structure

Objectif : en fonction des contraintes technologiques, prévoir une structure système démontable.

En plus des exigences de hauteur, pour faciliter la manutention lors de la livraison, la structure de la machine doit être scindée en tronçons. Pour être chargé dans un camion, l'un des côtés des tronçons réalisés ne doit pas excéder 2,45 m.

L'ensemble axe X et préhenseur associé qui présente une masse importante et est relativement « fragile » est démontable aisément de la structure.

**Question 2** (sur document réponses 2 et sur feuille de copie)

- indiquer à quels endroits la structure de la machine doit être désolidarisée (l'axe X est déjà démonté sur la représentation).
- justifier ce choix sur feuille de copie.

**Question 3** (sur document réponses 3)

- la structure du bâti étant en tubes carrés mécanosoudés, proposer sur la vue en perspective (ou d'autres vues) une solution constructive pour la réalisation d'une liaison démontable entre 2 tubes perpendiculaires.

Les détecteurs embarqués sur le sous-système 2 doivent pouvoir être déconnectés du sous-système 3 sur lequel l'armoire électrique générale est fixée.

Le démontage / remontage du système étant une opération à réaliser normalement une seule fois durant la vie de la machine et afin de réduire les coûts liés à l'utilisation de connecteurs spécifiques, le bureau d'étude a décidé d'installer des borniers intermédiaires pour ces détecteurs dans une boîte de jonction.

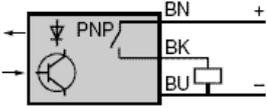
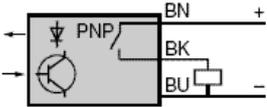
La longueur maximale du câble électrique pour les détecteurs retenus est de 5 m.

Nota : l'axe X a ses détecteurs de sur course fixés à ses extrémités et se déplace verticalement sur toute la hauteur de la machine.

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 8/25

**Question 4** (sur le document réponses 2)

- indiquer l'implantation de cette boîte de jonction.
- les détecteurs implantés sur le sous-système 2 sont listés dans le tableau ci-dessous :

Identification détecteur	Type	Nb détecteurs
		5
		3

**Question 5** (sur feuille de copie)

- à partir de l'extrait d'une documentation de borniers du document ressources 1, déterminer le type et le nombre de borniers à intégrer dans une boîte de jonction. Détailler les calculs.

**Question 6** (sur feuille de copie)

- à partir de la documentation technique des boîtes de jonction du document ressources 2, déterminer la référence d'une boîte de jonction adaptée à recevoir ces borniers. Justifier le choix.

## Partie 3

### Architecture de l'armoire de commande

**Objectif** : en fonction des contraintes technologiques, organiser une structure de communication.

Afin que les différents composants de commande des axes communiquent avec l'automate programmable industriel (API), l'utilisation d'un réseau Profinet a été retenue.

Sur ce réseau, un ordinateur, non représenté, doit pouvoir être connecté afin de modifier un programme ou une configuration d'un composant relié et éventuellement remonter des données de gestion de production.

Sur le diagramme du *document réponses 4*, un certain nombre de liaisons (flux) entre des ports spécifiques est déjà tracé. Les ports RJ45 des composants pouvant être connectés au réseau de communication Profinet ne sont pas reliés.

Ces composants sont : 1 API, 1 IHM et 3 variateurs de fréquence.

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 9/25

À l'aide du document ressources 3 :

**Question 7** (sur feuille de copie)

- identifier le composant manquant pour établir un réseau de communication Profinet entre les composants communiquant du diagramme du document réponses 4.

**Question 8** (sur feuille de copie)

- donner la référence de la fiche technique du composant le mieux adapté pour répondre aux contraintes de communication demandées.

**Question 9** (sur document réponses 4)

- compléter le diagramme en implantant le composant manquant et en traçant les flux de communication et d'énergie nécessaires pour le fonctionnement du réseau Profinet.

**Question 10** (sur document réponses 4)

- sachant que l'adresse du réseau est 192.168.0.0 avec un masque en 255.255.255.0, proposer un plan d'adressage des composants du réseau Profinet en inscrivant leur adresse dans le rectangle associé.

## Partie 4

### Sécurité

Objectif : Structurer et dimensionner des composants assurant une protection collective.

Lors de la réalisation d'une pile de plateaux, l'opérateur de production évolue en permanence à proximité du système. Cette personne, en plus de l'enlèvement d'une palette pleine de plateaux et du positionnement d'une palette vide, surveille le fonctionnement de la machine et assure la maintenance de 1<sup>er</sup> niveau.

**Question 11** (sur document réponses 5)

- à partir de l'extrait de l'annexe A de la norme EN 14121-1 du document ressources 4, lister 3 phénomènes dangereux dans le tableau.

**Question 12** (sur document réponses 5)

- délimiter sur le schéma du document réponses 5, les zones dangereuses de chacun des risques listés.

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 10/25

Suite à une analyse des risques, le bureau d'étude a délimité une zone dangereuse et a retenu la mise en œuvre d'une mesure de protection collective par enceinte grillagée. Cette enceinte bordera la périphérie de la zone dangereuse à une distance de 300 mm. La hauteur maximale de la zone dangereuse est de 2600 mm.

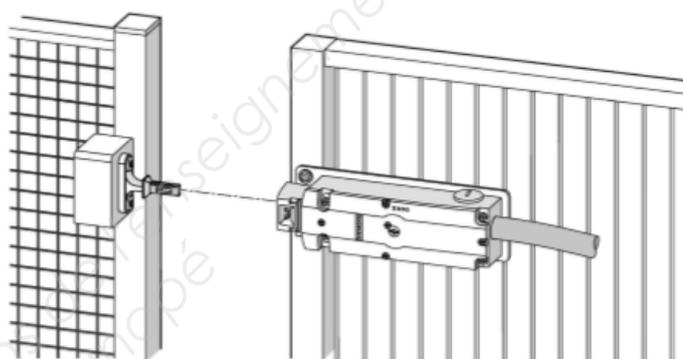
**Question 13** (sur feuille de copie)

- déterminer à l'aide de l'extrait du document ED 6122 de l'INRS présenté dans le document ressources 5, la hauteur minimale de l'enceinte grillagée.

Les opérations de changement de palette nécessitent l'intervention manuelle d'un opérateur à l'intérieur de la zone dangereuse délimitée par l'enceinte grillagée. Cette intervention ne peut se faire qu'après un arrêt de l'empileur de plateaux, le sous-système 2 se trouvant alors en position haute.

Pour interdire cet accès durant les opérations d'empilage des plateaux, l'installation d'une porte coulissante équipée d'un dispositif d'inter verrouillage est envisagée. Une défaillance de ce dispositif conduirait à une situation potentiellement dangereuse.

Le déverrouillage du dispositif sera obtenu électriquement par la commande de 2 sorties redondantes de l'automate programmable pilotant le système.

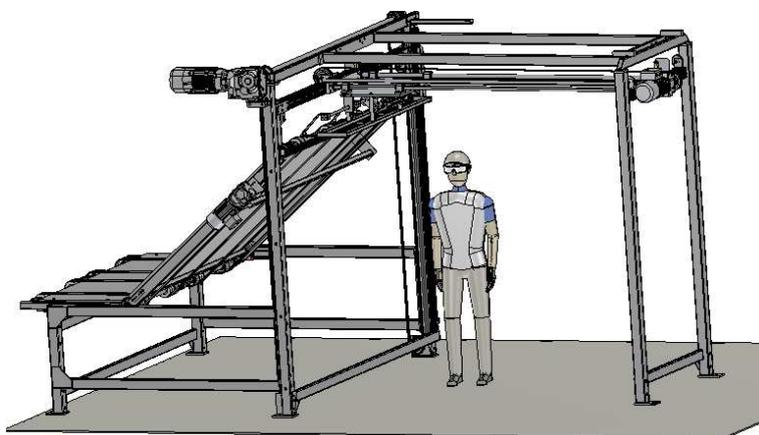


La conception de cette fonction de sécurité nécessite la mise en œuvre d'une procédure de choix de composants et d'architecture pour la commande de l'inter verrouillage et le contrôle de l'arrêt de la machine.

La capacité d'un système de commande à réaliser une fonction de sécurité est définie par la norme NF EN 62061. Les quatre niveaux possibles pour un système de commande s'échelonnent selon la liste suivante : AM (autres mesures), SIL 1, SIL 2 et SIL 3 (Safety Integrity Level, voir document ressources 7).

Pour rappel, en phase de production, l'opérateur doit changer la palette toutes les 10 min. Ces opérations l'obligent à se situer, durant 1 min, sous le sous-système 2 qui pèse 220 kg et est situé à 2,4 m du sol.

En cas de rupture d'une chaîne de l'axe Z, d'une information ou d'une commande erronée, l'apparition d'un évènement dangereux est probable. L'évitement du dommage de la part l'opérateur de production reste possible.



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 11/25

**Question 14** (sur feuille de copie)

- à l'aide du document ressources 7, déterminer de façon détaillée le niveau de sûreté de fonctionnement (SIL) du dispositif d'inter verrouillage et de la commande d'arrêt des actionneurs.
- en fonction des principes et des composants préconisés sur les documents ressources 5 et 7 et à partir du niveau de sûreté déterminé, lister et dénombrer les composants nécessaires.

L'entreprise cliente voulant responsabiliser l'opérateur de production sur des tâches de maintenance de 1<sup>er</sup> niveau.

Elle a négocié lors d'une revue de projet, l'étude d'un dispositif mécanique à action positive intrinsèquement sûr qui verrouille l'axe Z en position haute avant d'autoriser l'ouverture de la porte coulissante. Cette solution fait qu'un mouvement intempestif de l'axe Z devient rare voire négligeable.

**Question 15** (sur feuille de copie)

- à l'aide des documents ressources 5 et 7, déterminer le nombre et le type d'interrupteur maintenant nécessaire pour le nouveau niveau de sûreté trouvé.

Un module relais de sécurité (document ressources 6) gère la fonction d'arrêt d'urgence en fonction des états d'une chaîne d'informations « Ars » (arrêt en sécurité) à 2 canaux. Celle-ci comporte en série deux arrêts d'urgence (Aru1, Aru2) et un interrupteur de sécurité avec fonction d'inter verrouillage.

Après déverrouillage, la manœuvre de la porte coulissante entrainera toujours l'ouverture de la chaîne d'informations « Ars ».

**Question 16** (sur feuille de copie)

- justifier pourquoi la chaîne d'informations « Ars » comporte 2 canaux.
- justifier pourquoi le déverrouillage du dispositif d'inter verrouillage est assurée par la commande de 2 sorties redondantes situées sur 2 cartes différentes de l'automate programmable pilotant le système.

**Question 17** (sur document réponses 6)

À l'aide du document ressources 6 :

- tracer le circuit électrique de la chaîne d'informations « Ars » ;
- tracer le circuit électrique assurant le déverrouillage du dispositif d'inter verrouillage.

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 12/25

# Document ressources 1

Types	Caractéristiques
<p style="text-align: center;"><b>Bornier 3 étages</b></p>	<p>Bloc jonc Viking 3 à vis gris 3 jonctions - 3 étages de marque Legrand</p> <p>Caractéristiques : Couleur gris Section nominale : 2,5 mm Capacité conducteur rigide : 0,25 à 4 mm<sup>2</sup> Capacité conducteur souple avec ou sans embout : 0,25 à 2,5 mm<sup>2</sup> Pas: 5 mm</p>
<p style="text-align: center;"><b>Bornier 2 étages</b></p>	<p>Bloc jonc Viking 3 à vis gris 2 jonctions-2 étages de marque Legrand:</p> <p>Caractéristiques : Couleur gris Section nominale : 2,5 mm Capacité conducteur rigide : 0,25 à 4 mm<sup>2</sup> Capacité conducteur souple avec ou sans embout : 0,25 à 2,5 mm<sup>2</sup> Pas: 5 mm</p>

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 13/25



## Document ressources 3

### SIMATIC NET : Ligne de produits SCALANCE XB-000.



<b>Numéro de référence</b>	
SCALANCE XB004-1	6GK5 004-1BD00-1AB2
<b>Connexion au réseau Industrial Ethernet</b>	
Nombre	4
Exécution	Connecteurs femelles RJ45 avec brochage MDI-X
Propriétés	semi-duplex / duplex
Vitesse de transmission	10/100 Mbit/s

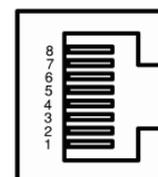


<b>Numéro de référence</b>	
SCALANCE XB005	6GK5 005-0BA00-1AB2
<b>Connexion au réseau Industrial Ethernet</b>	
Nombre	5
Exécution	Connecteurs femelles RJ45 avec brochage MDI-X
Propriétés	semi-duplex / duplex
Vitesse de transmission	10/100 Mbit/s



<b>Numéro de référence</b>	
SCALANCE XB008	6GK5 008-0BA00-1AB2
<b>Connexion au réseau Industrial Ethernet</b>	
Nombre	8
Exécution	Connecteurs femelles RJ45 avec brochage MDI-X
Propriétés	semi-duplex / duplex
Vitesse de transmission	10/100 Mbit/s

Sur les produits de la ligne de produits SCALANCE XB-000, les ports Twisted Pair sont réalisés sous forme de connecteurs femelles RJ45 avec brochage MDI-X (Medium Dependent Interface–Autocrossover) d'un composant de réseau.



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 15/25

# Document ressources 4

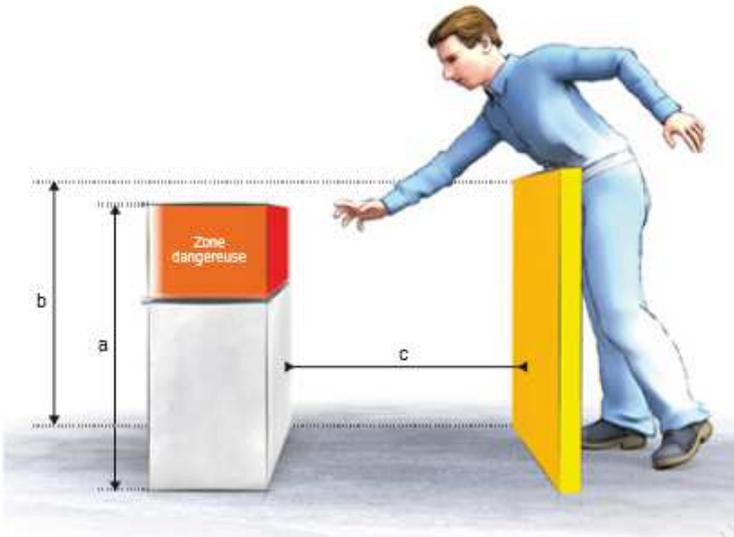
1 Phénomènes dangereux mécaniques	
Renversement	
Ejection	
Ecrasement	
Cisaillement	
Coupure ou sectionnement	
Happement ou enroulement	
Entraînement ou emprisonnement	
Choc	
Perforation ou piqûre	
Glissade, trébuchement et chute	
Etouffement	
Frottement ou abrasion	
Injection	
2 Phénomènes dangereux électriques	
Brûlures	
Effets chimiques	
Effets sur les implants médicaux	
Electrocution	
Chute, Ejection	
Incendie	
Projection de particules en fusion	
Choc	
3 Phénomènes dangereux thermiques	
Brûlures	
Déshydratation	
Inconfort	
Gelure	
Lésions par le rayonnement de sources de chaleur	
Brûlure par un liquide chaud	
4 Phénomènes dangereux engendrés par le bruit	
Inconfort	
Baisse de la vigilance	
Perte de l'équilibre	
Détérioration permanente de l'acuité auditive	
Stress	
Acouphène	
Fatigue	
Autres (Par exemple mécanique, électrique) résultant de perturbations de la communication orale ou de la perception des signaux acoustiques	

5 Phénomènes dangereux engendrés par les vibrations	
Inconfort	
Lombalgie	
Trouble neurologique	
Trouble ostéo-articulaire	
Traumatisme vertébral	
Trouble vasculaire	
6 Phénomènes dangereux engendrés par les rayonnements	
Brûlure	
Domage aux yeux et à la peau	
Effet sur la capacité de reproduction	
Mutation génétique	
Mal de tête, insomnie, ...	
7 Phénomènes dangereux engendrés par les matériaux et produits	
Insuffisance respiratoire, asphyxie	
Cancer	
Corrosion	
Effets sur la capacité de reproduction	
Explosion	
Incendie	
Infection	
Mutation	
Empoisonnement	
Sensibilisation	
8 Phénomènes dangereux liés à l'ergonomie	
Inconfort	
Fatigue	
Trouble musculosqueletique	
Stress	
Autre (par exemple mécanique, électrique) résultant d'une erreur humaine	
9 Phénomènes dangereux associés à l'environnement	
Brûlure	
Légère indisposition	
Glissade, chute	
Suffocation	
Autre résultant de l'effet dû aux sources des phénomènes dangereux sur la machine ou des parties de la machine	
10 Combinaison de phénomènes dangereux	
Par exemple déshydratation, baisse de la vigilance, choc thermique	

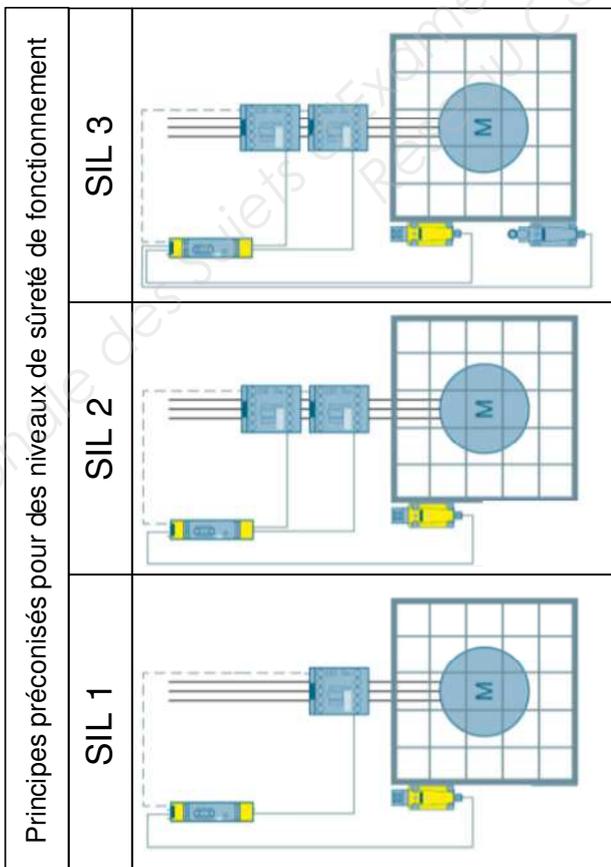
Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet	
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique		
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00	Page 16/25

# Document ressources 5

Document extrait de la brochure ED 6122 de l'INRS.



Hauteur a (mm)	Hauteur de la structure de protection b (dimensions en mm)*										
	1000**	1200	1400***	1600	1800	2000	2200	2400	2500		
2600	900	800	700	600	600	500	400	400	300	100	
2400	1100	1000	900	800	700	600	400	300	100		
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300			
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400				
1800	1500	1400	1100	900	800	600					
1600	1500	1400	1100	900	800	500					
1400	1500	1400	1100	900	800						
1200	1500	1400	1100	900	700						
1000	1500	1400	1000	800							
800	1500	1300	900	600							
600	1400	1300	800								
400	1400	1200	400								
200	1200	900									
0	1100	500									



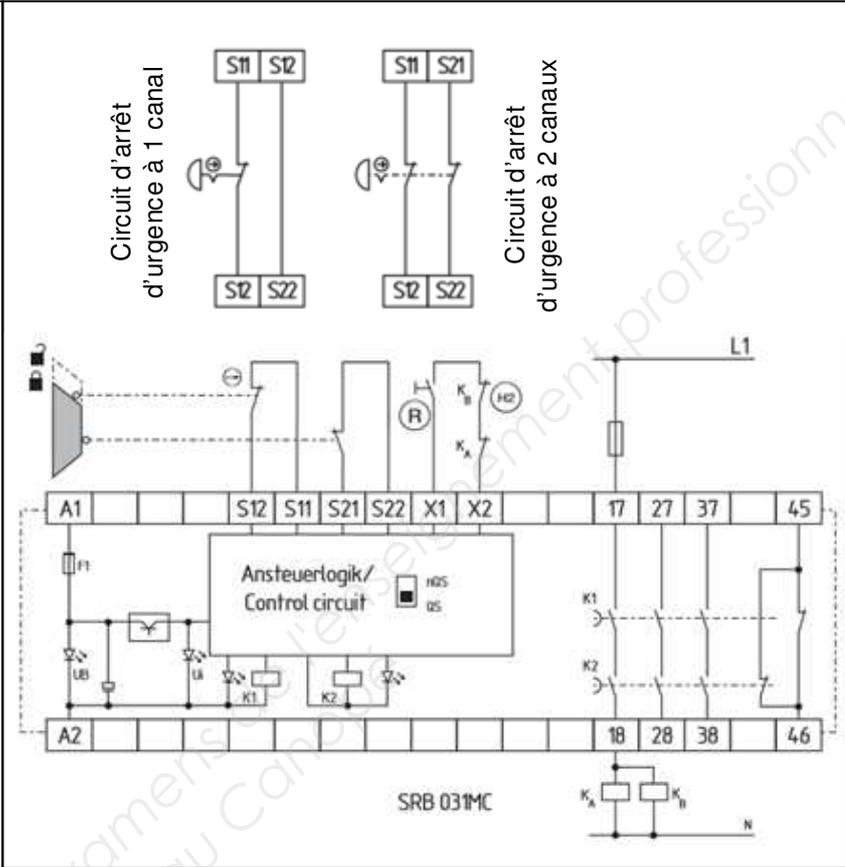
Composants de sûreté de fonctionnement	
Interrupteur de sécurité	
Interrupteur de position	
Relais de sécurité	
Contacteur	

# Document ressources 6

**Relais de sécurité**

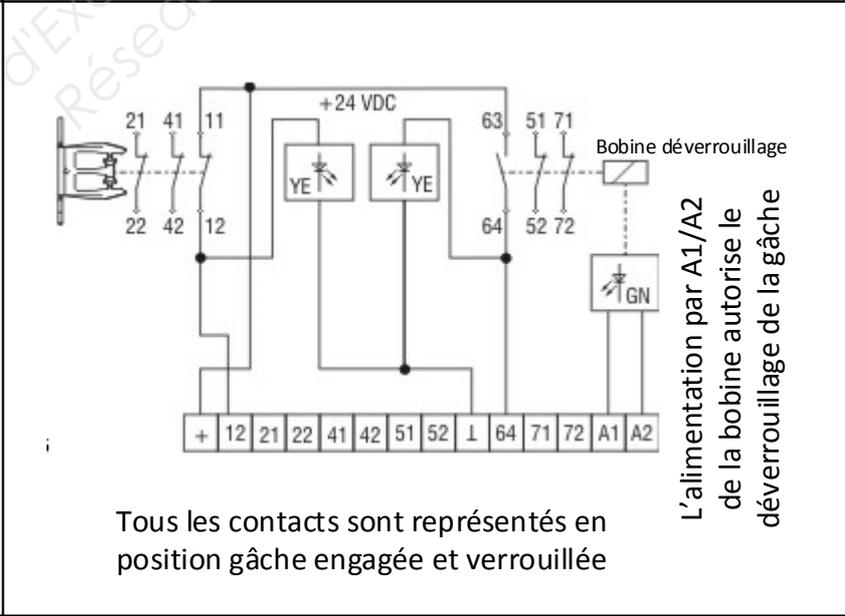
Traitement des signaux de sorties libres de potentiel des organes de commande d'arrêt d'urgence, d'interrupteurs de position et interverrouillages de sécurité.

S11 - S12 : canal 1  
S21 - S22 : canal 2



**Interrupteur de sécurité avec fonction d'interverrouillage**

Protégé contre l'inversion de polarité et les pics de tension



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 18/25

# Document ressources 7

Détermination d'un niveau de sûreté de fonctionnement

Fréquence et/ou durée d'exposition : Fr		Probabilité d'apparition de l'évènement dangereux : Pr		Possibilité d'évitement : Av	
≤ 1 heure	5	Très forte	5		
> 1 heure à ≤ 1 jour	5	Probable	4		
> 1 jour à ≤ 2 semaines	4	Possible	3	Impossible	5
> 2 semaines à ≤ 1 an	3	Rare	2	Possible	3
> 1 an	2	Négligeable	1	Probable	1

Conséquences	Sévérité : Se	Classe Cl = Fr + Pr + Av				
		3 - 4	5 - 7	8 - 10	11 - 13	14 - 15
Décès, perte d'un œil ou d'un bras	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Permanentes, perte de doigts	3	Autres mesures			SIL 2	SIL 3
Réversibles, suivi médical	2				SIL 1	SIL 2
Réversibles, premiers soins	1				SIL 1	SIL 2
						SIL 1

<p><b>Procédure de détermination du SIL requis</b></p> <p>1 : Détermination du dommage : Se                  2 : Détermination de Fr, Pr et Av                  3 : Cl = Fr + Pr + Av                  4 : Sil requis</p>	<p><b>Exemple :</b></p> <p>1 : Se = 3                  2 : Fr = 5, Pr = 4, Av = 3                  3 : Cl = 12                  4 : SIL 2</p>
---	---

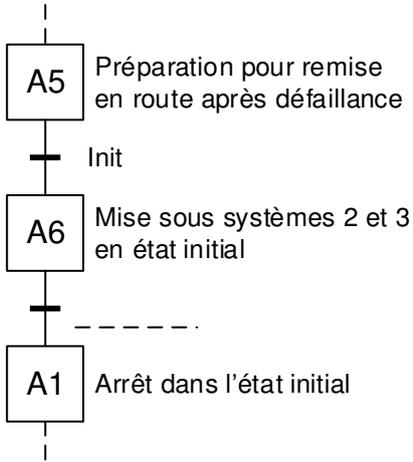
Surveillance de position sûre avec interrupteur(s) mécanique(s)

Unités de contrôle		Interrupteurs de position	Interrupteurs de sécurité Interrupteurs pour charnière	Interrupteurs de sécurité avec détrompeur séparé	Interrupteurs de sécurité avec fonction d'interverrouillage
					
Niveau de sécurité atteignable avec UN interrupteur	Surveillance d'un contact NF	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c	SIL 1 / PL c
	Surveillance de 2 contacts NF ou 1 contact NF + 1 contact NO	SIL 1 / PL c	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d	SIL 2 / PL d
Niveau de sécurité atteignables avec DEUX interrupteurs	interrupteurs de position 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Interrupteurs de sécurité Interrupteurs pour charnière 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Interrupteurs de sécurité avec détrompeur séparé 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e
	Interrupteurs de sécurité avec fonction d'interverrouillage 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e

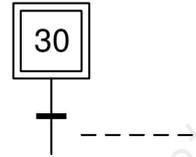
# Document réponses 1

## Question 1

Grafcet partiel de conduite



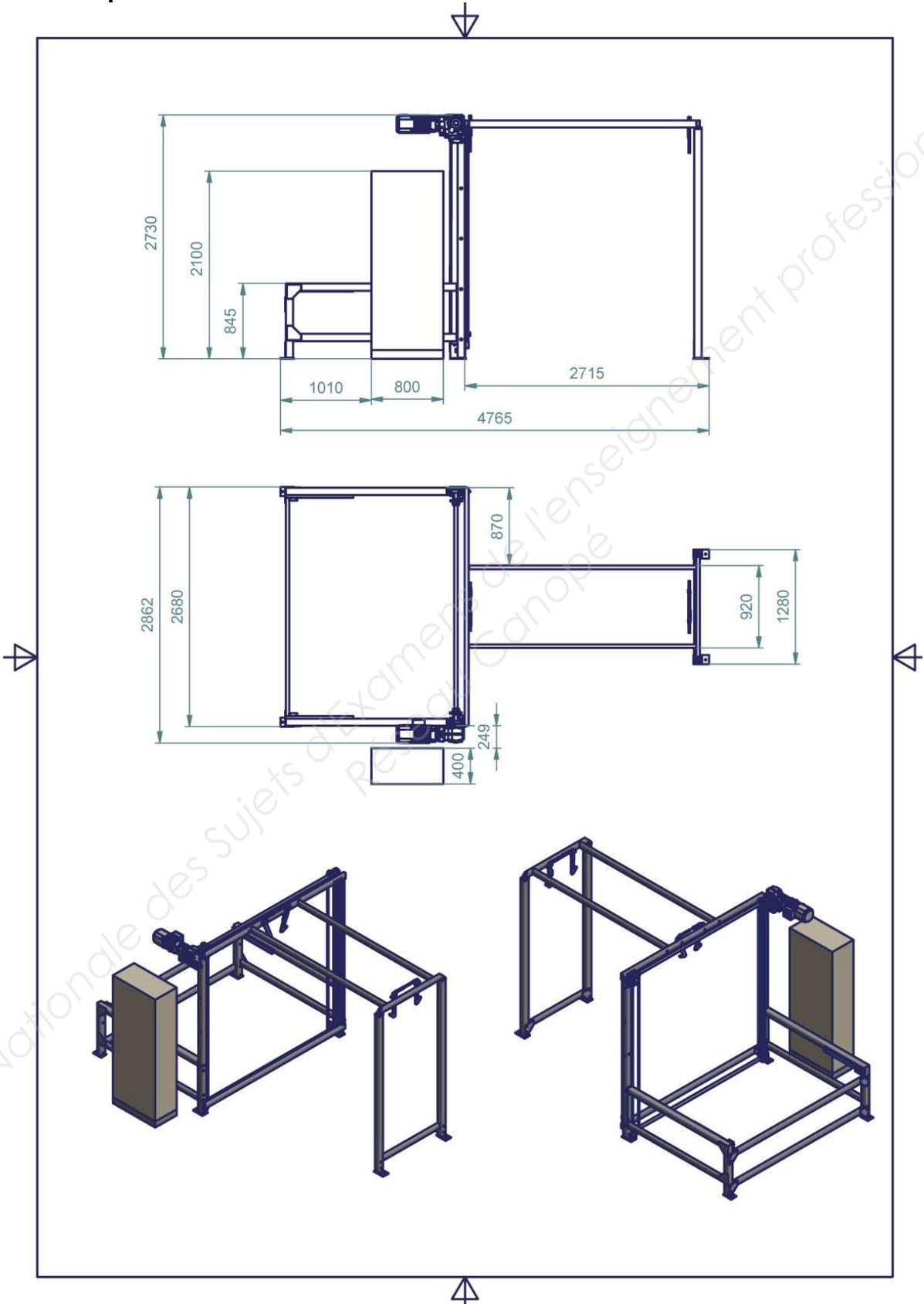
Grafcet de mise en état initial des sous-systèmes 2 et 3



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 20/25

# Document réponses 2

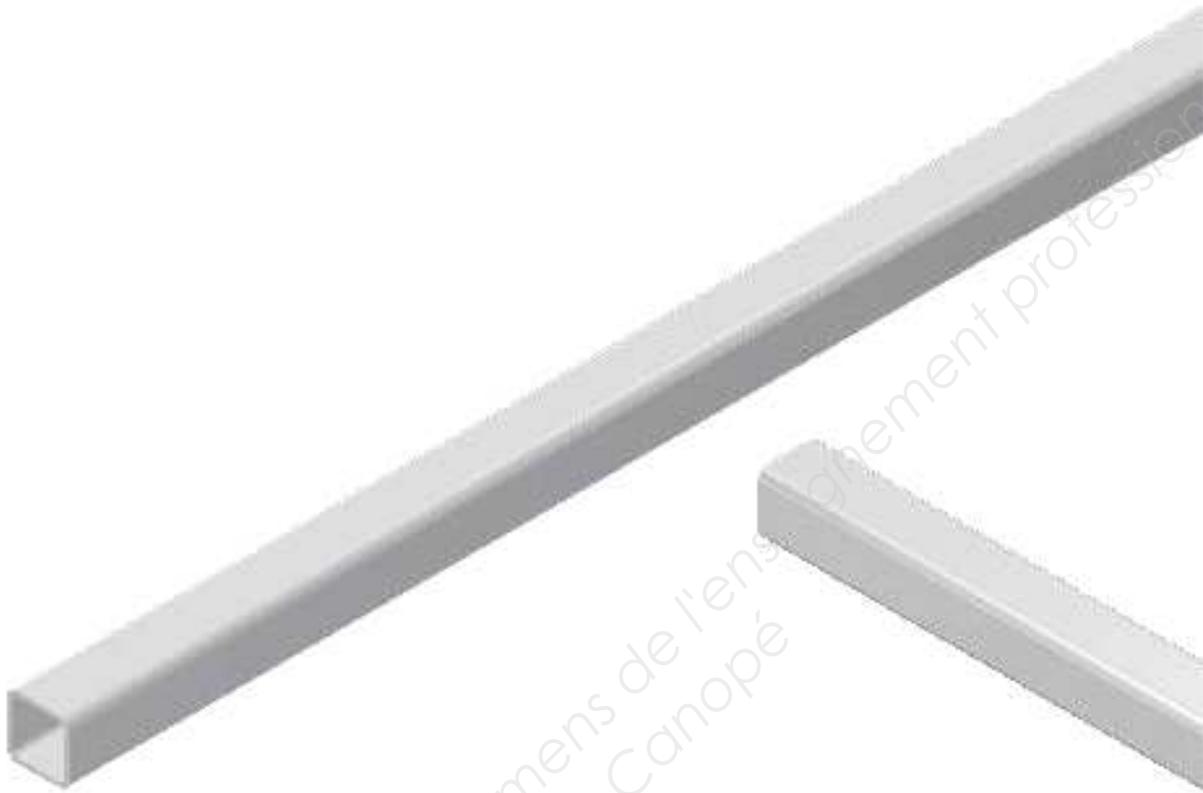
## Question 2 et question 4



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 21/25

**Document réponses 3**

**Question3**

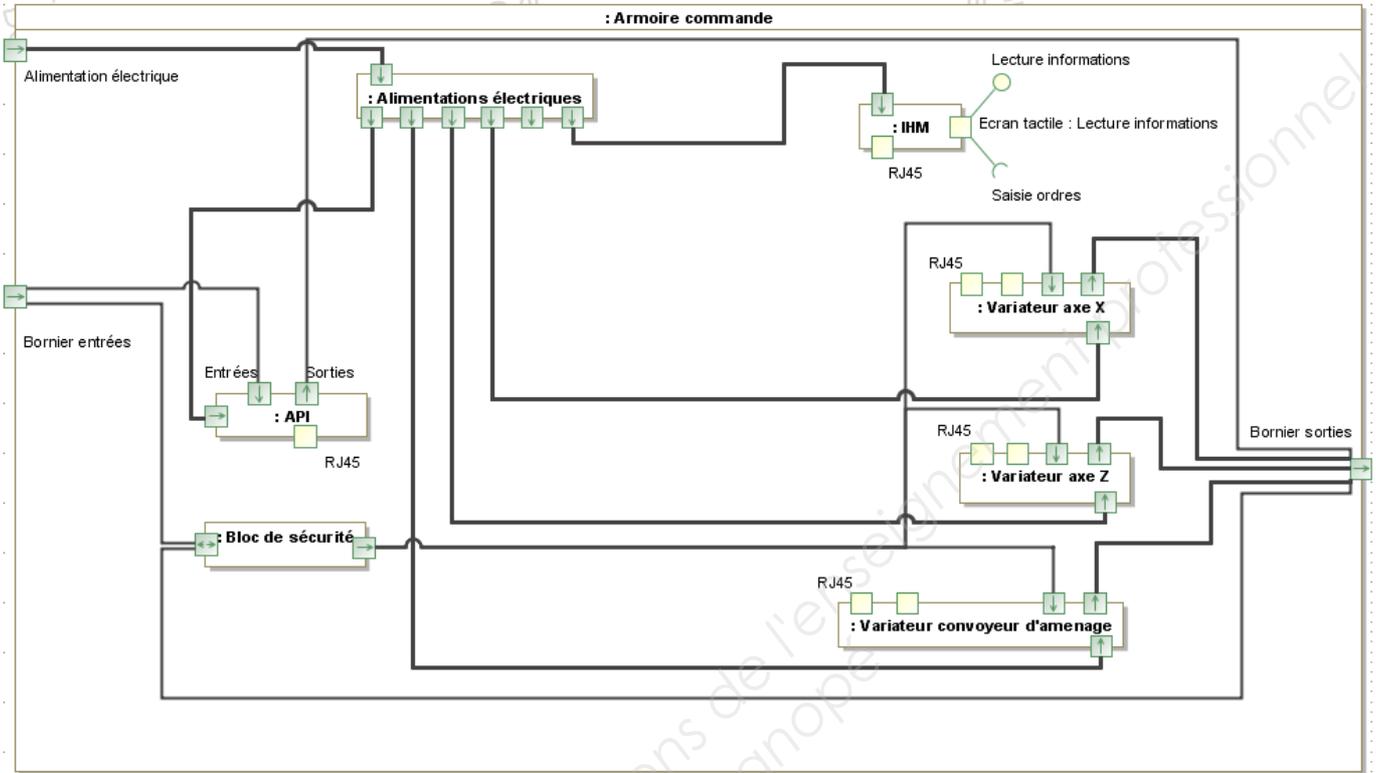


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel  
Réseau Canopé

Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 22/25

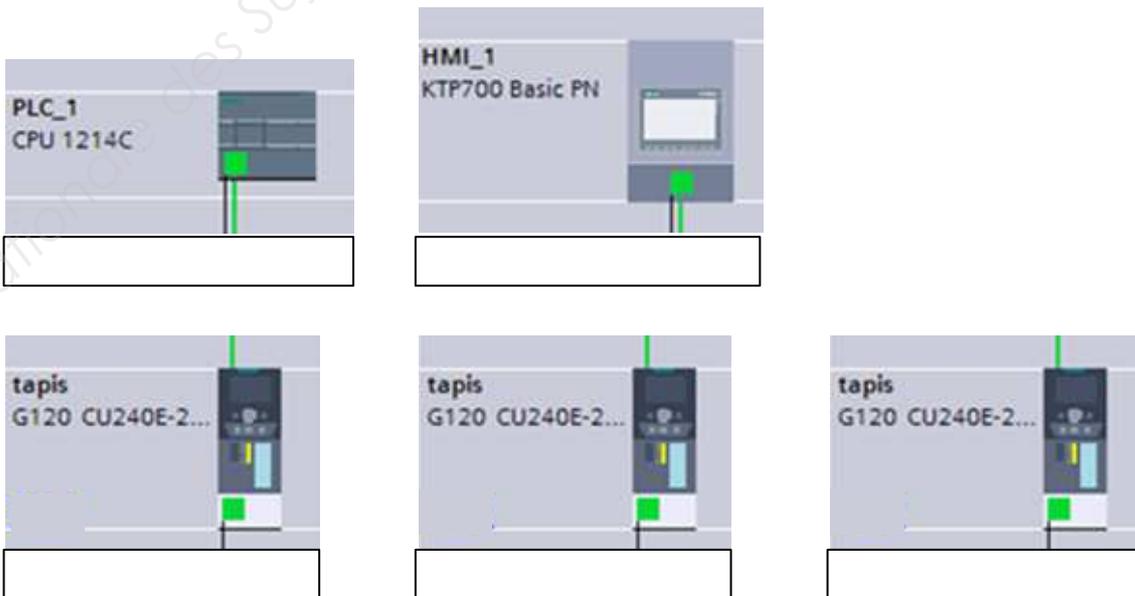
# Document réponses 4

## Question 7 et question 9



## Question 10 Plan d'adressages du réseau Profinet

Remarque : Le réseau PROFINET permet une intégration aisée des communications de terrain. Ce réseau, basé sur l'Ethernet industriel, utilise le protocole TCP/IP (Transmission Contrôle Protocole) pour le transfert de données.



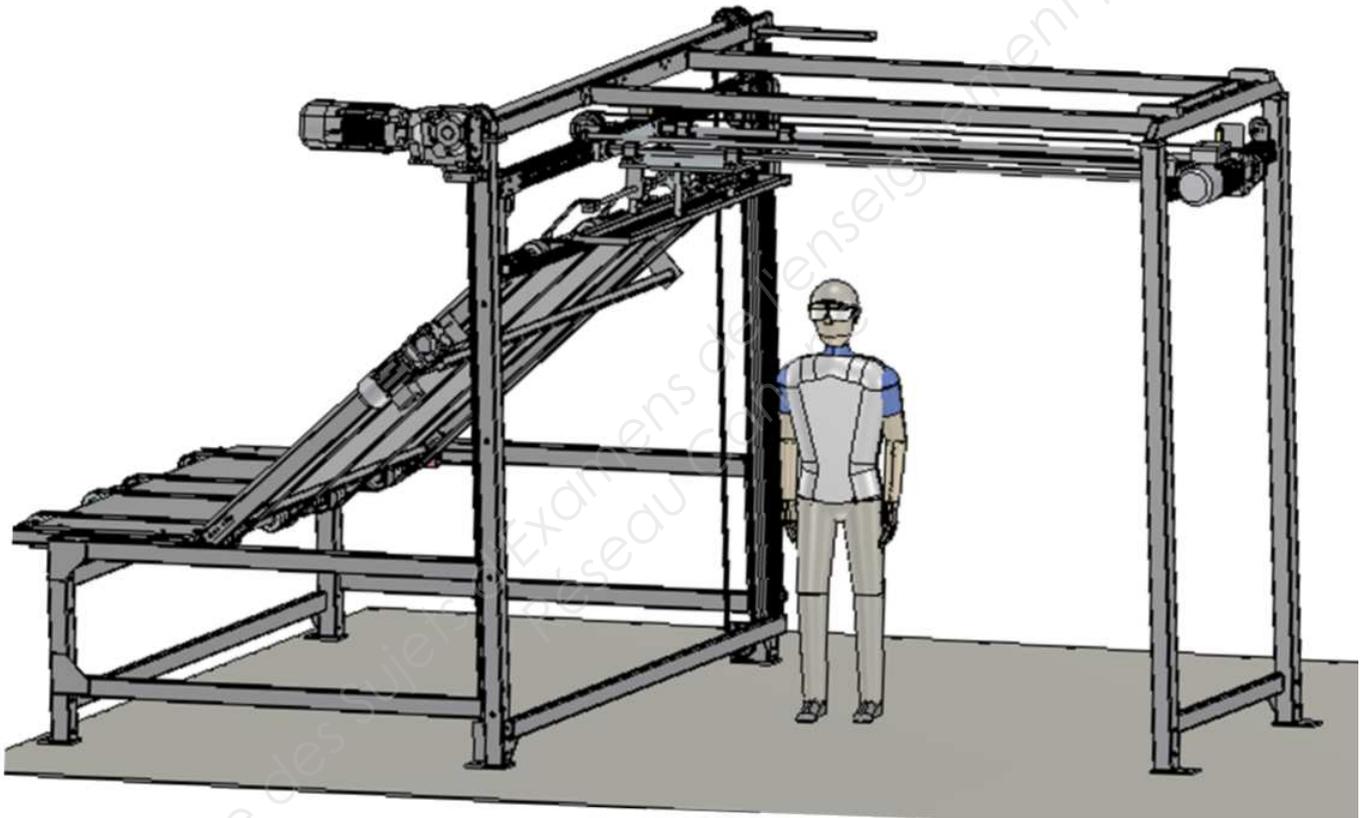
Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 23/25

# Document réponses 5

## Question 11

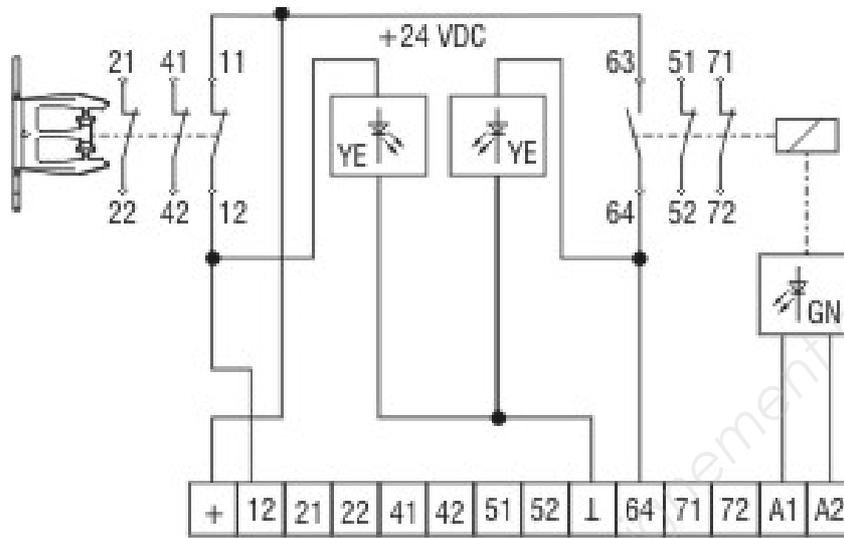
n°	Phénomènes dangereux
1	
2	
3	

## Question 12

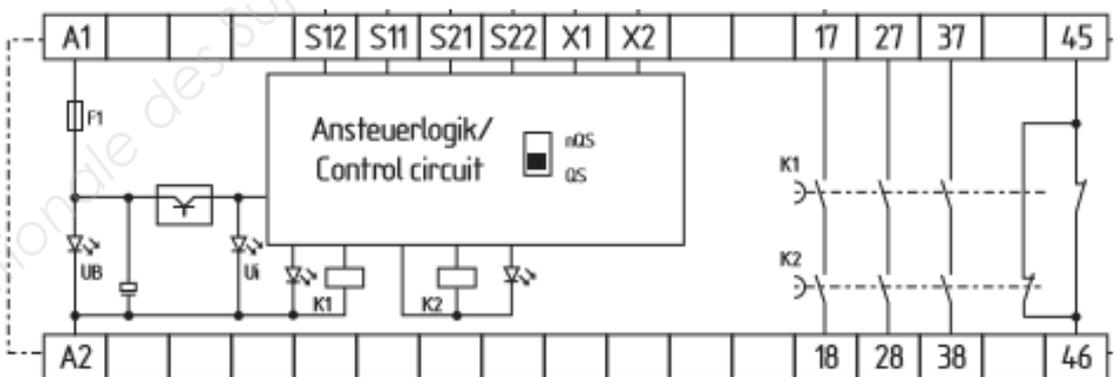
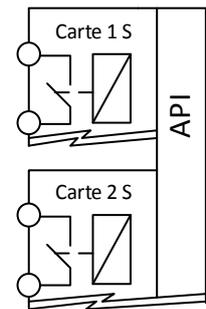


# Document réponses 6

## Questions 17



+24 v  
0 v



Session 2017	BTS - Conception et réalisation de systèmes automatiques	Sujet
17-CSE5CDS-ME-1	Épreuve E5 – Sous-épreuve E52 – Conception détaillée d'un système automatique	
	Coefficient : 3	Durée : 4 h 00
		Page 25/25