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

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.

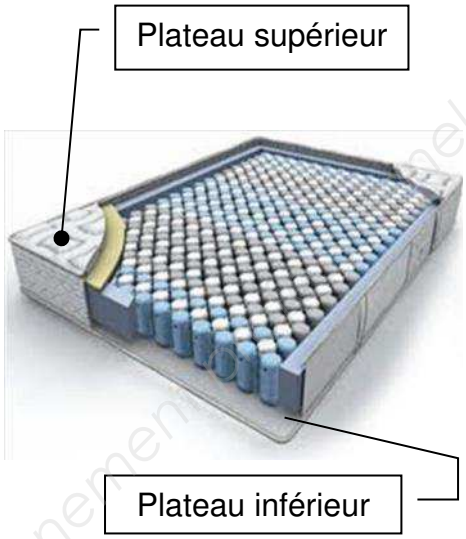
Présentation générale	**(feuilles blanches)**	pages 2 à 4
Travail demandé	**(feuilles jaunes)**	pages 5 à 12
Documents ressources	**(feuilles vertes)**	pages 13 à 19
Documents réponses	**(feuilles bleues)**	pages 20 à 25

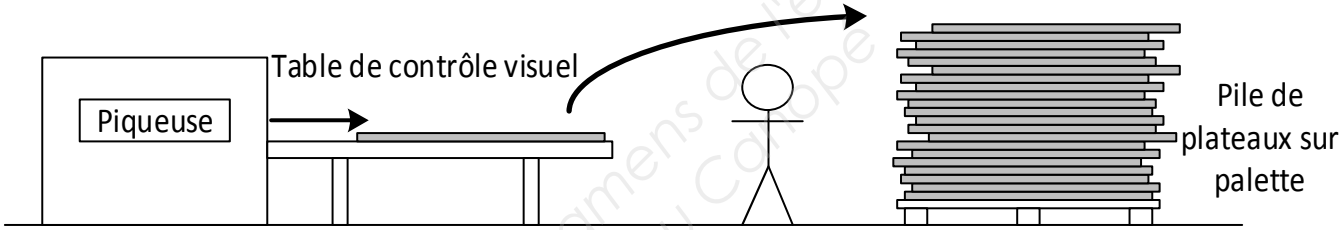
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Empileur de plateaux de matelas

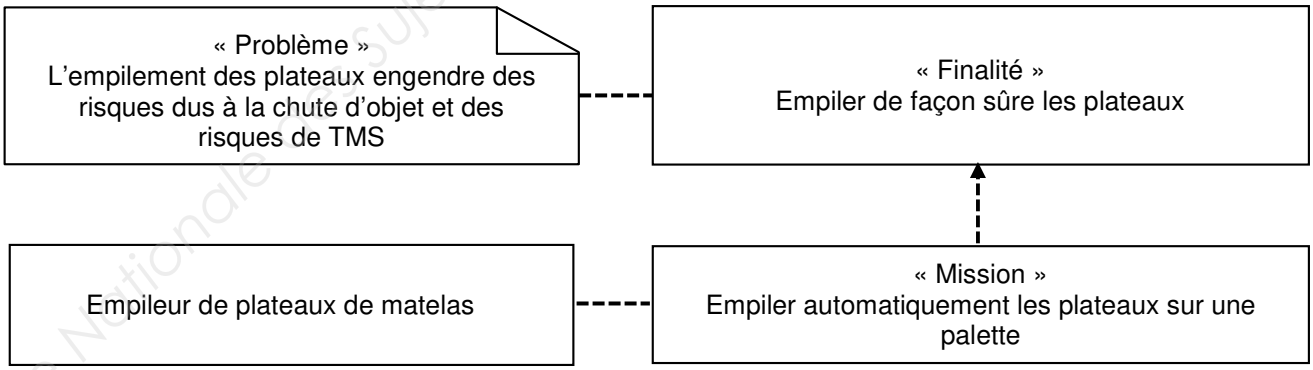
Présentation générale

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 tissus, 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.





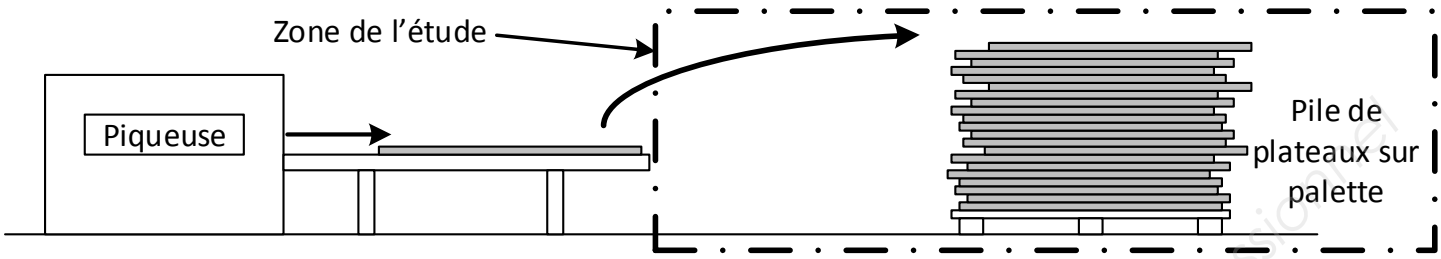
Le besoin

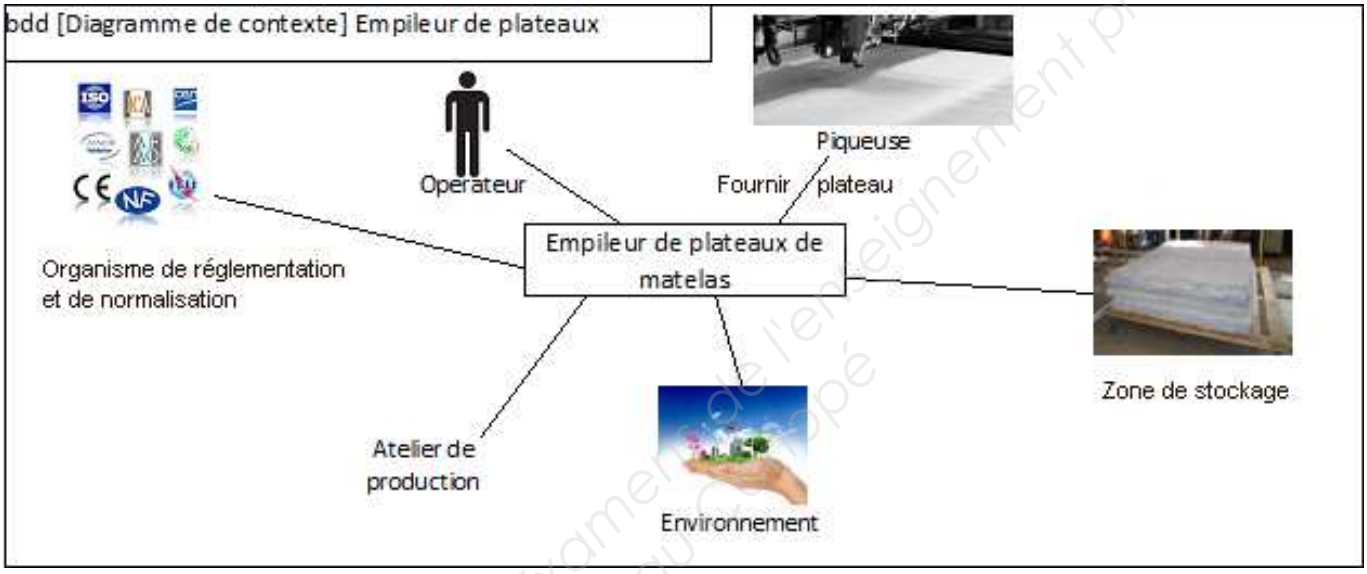


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

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.

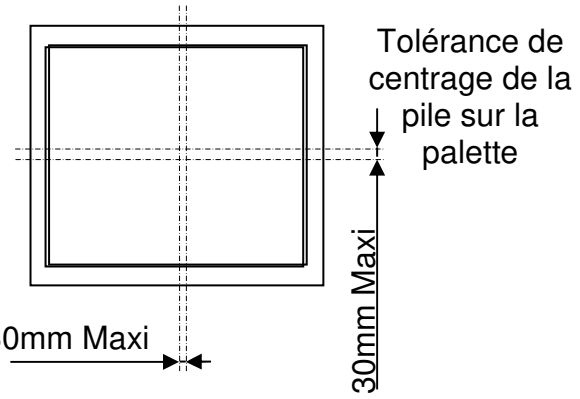




Exigences géométriques d'empilage des matelas

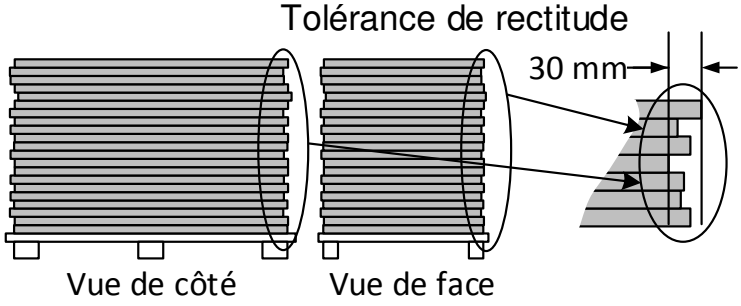
Positionnement de la pile sur la palette

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



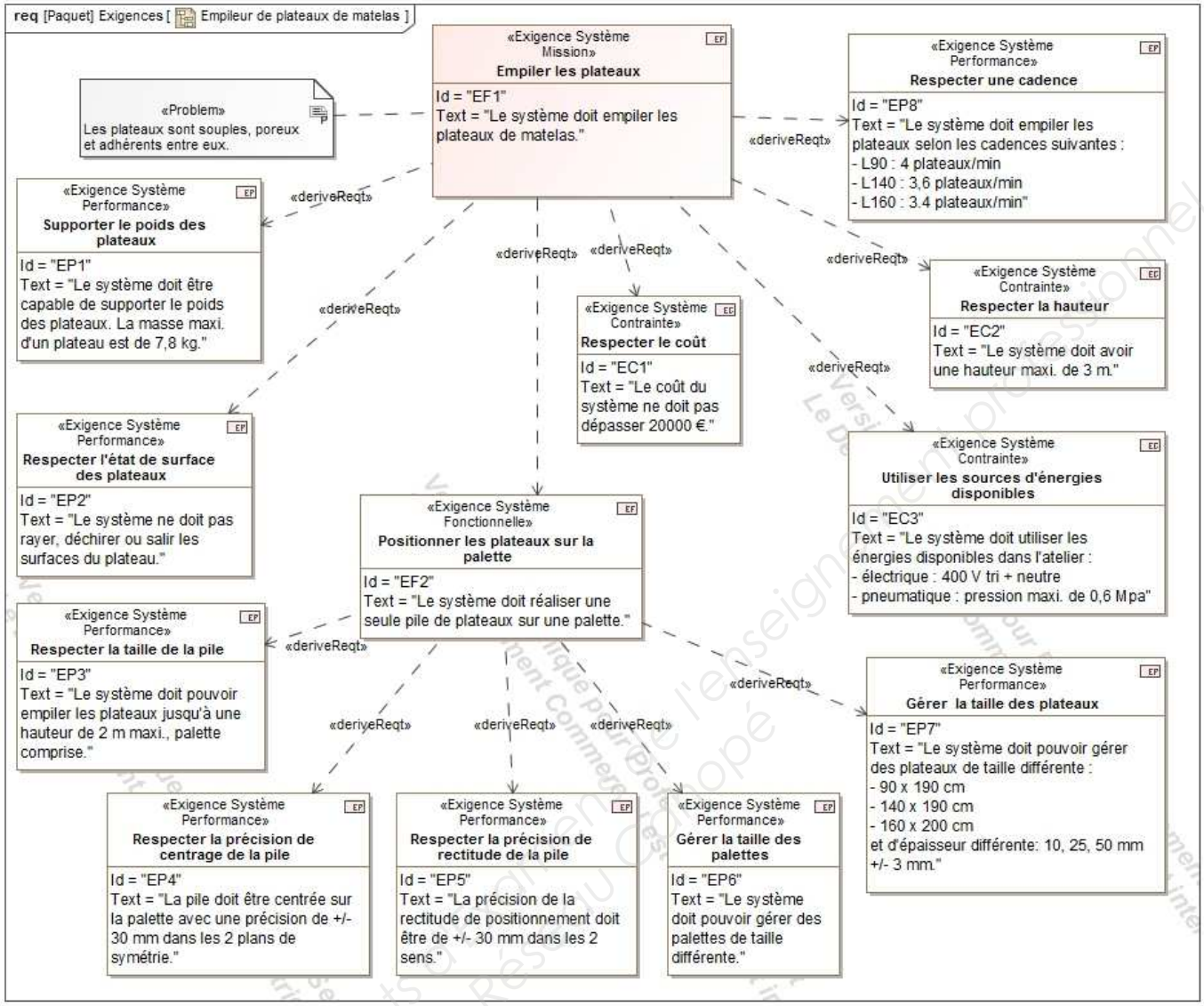
Positionnement des plateaux en pile

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



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

Performances et contraintes



Base Nationale des Sujets d'examens professionnels
Réservé à l'usage exclusif de l'enseignement professionnel public
Version Libre pour l'enseignement professionnel privé sous contrat
Licence Commerciale pour les Centres de Formation Privés

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.

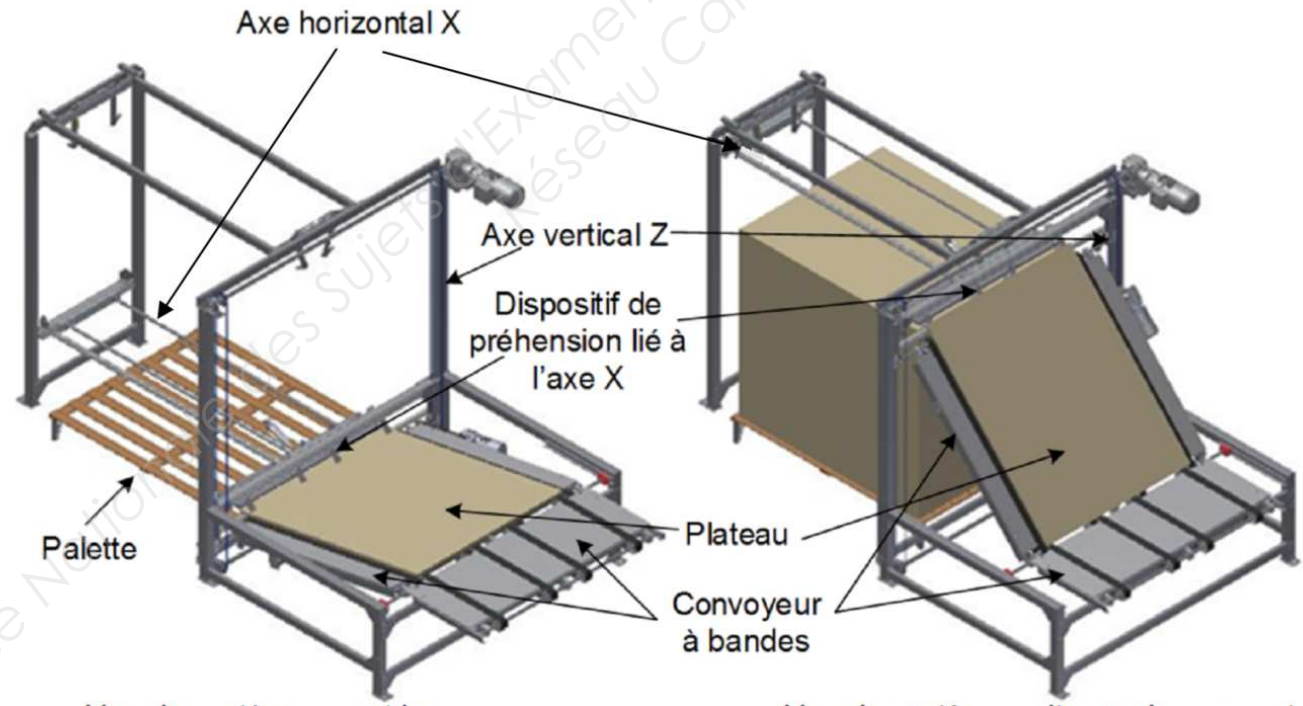
Sous-système 2

- 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.



Vue du système avant le chargement du 1er plateau de la pile

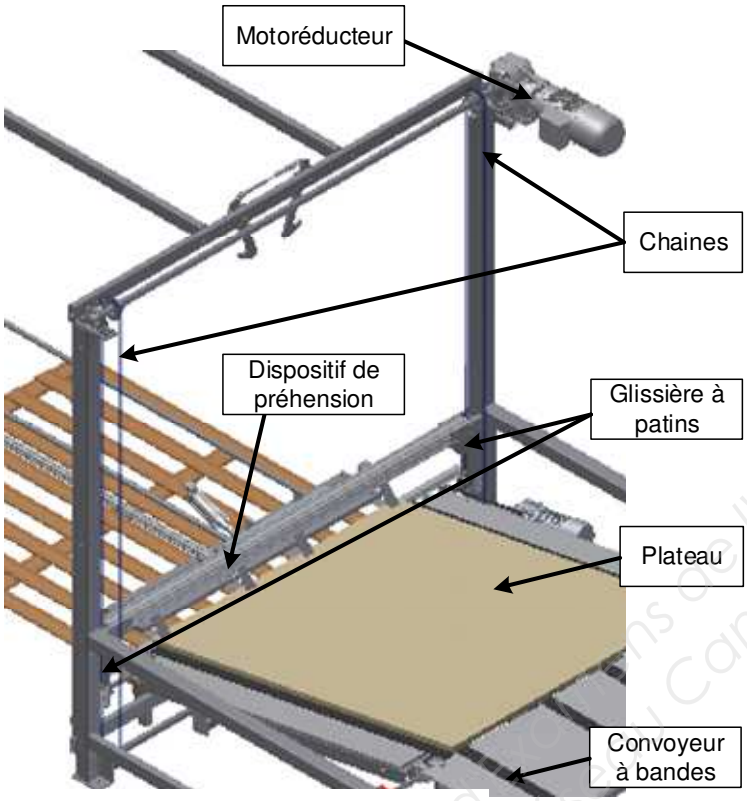
Vue du système suite au chargement du dernier plateau de la pile

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

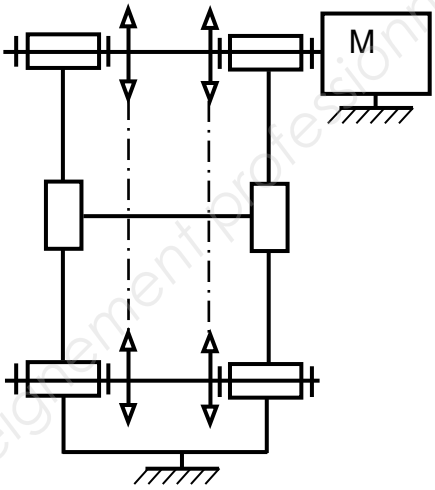
Choix d'un détecteur de l'axe vertical Z

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 entraine 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

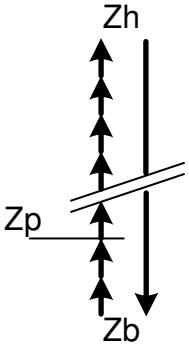


Durant l'empilage, après la dépose d'un plateau, pour ramener le préhenseur en position de saisie d'un nouveau plateau sans risquer d'accrocher le haut de la pile, l'axe Z doit monter d'un pas.

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 Zp 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.

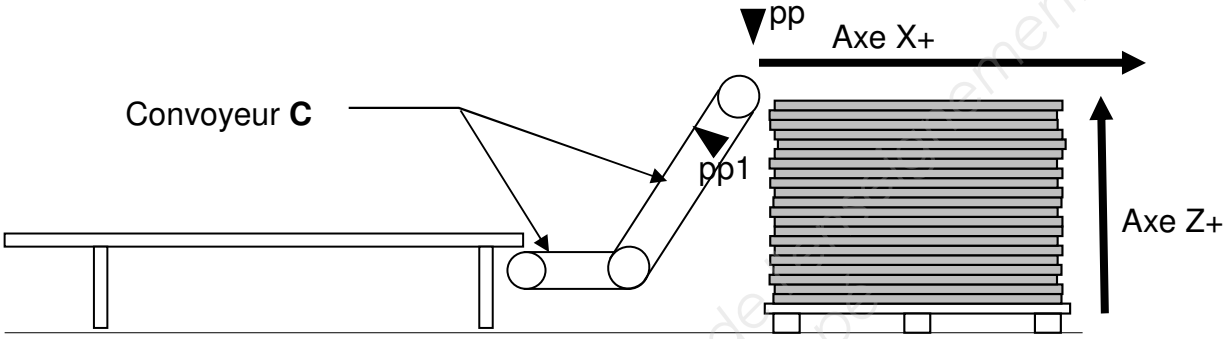
Le cycle des mouvements de l'axe vertical Z est illustré ci-contre.
Le détecteur Zb informe que l'axe vertical est en position basse, ce qui correspond à la situation « Arrêt en position basse », pas de plateau sur la palette.
Le détecteur Zh informe que l'axe vertical est en position haute. Cet événement 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.



Réseau Canopé

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 entraine 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.*

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

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.*

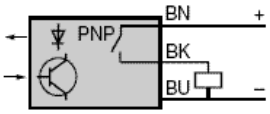
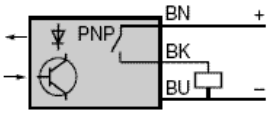
Les détecteurs embarqués sur le sous-système 2 doivent pouvoir être déconnectés du sous-système 3 sur lequel l'armoire électrique générale est fixée.
Le démontage / remontage du système étant une opération à réaliser normalement une seule fois durant la vie de la machine et afin de réduire les coûts 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.

Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

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
Détecteur inductif 		5
Détecteur photoélectrique barrage 		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.*

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

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.

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.*

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

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 1er 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.*

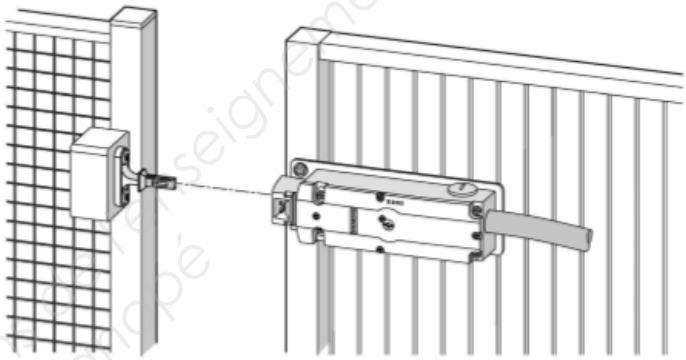
Suite à une analyse des risques, le bureau d'étude a délimité une zone dangereuse et a retenu la mise en œuvre d'une mesure de protection collective par enceinte grillagée. Cette enceinte bordera la périphérie de la zone dangereuse à une distante de 300 mm. La hauteur maximale de la zone dangereuse est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

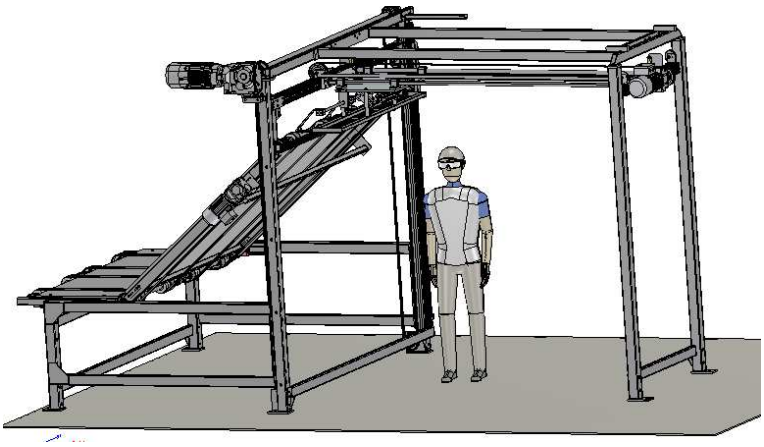
Les opérations de changement de palette nécessitent l'intervention manuelle d'un opérateur à l'intérieur de la zone dangereuse délimitée par l'enceinte grillagée. Cette intervention ne peut se faire qu'après un arrêt de l'empileur de plateaux, le sous-système 2 se trouvant alors en position haute.

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.



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

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 1er 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 chaine d'informations « Ars ».

Question 16 *(sur feuille de copie)*

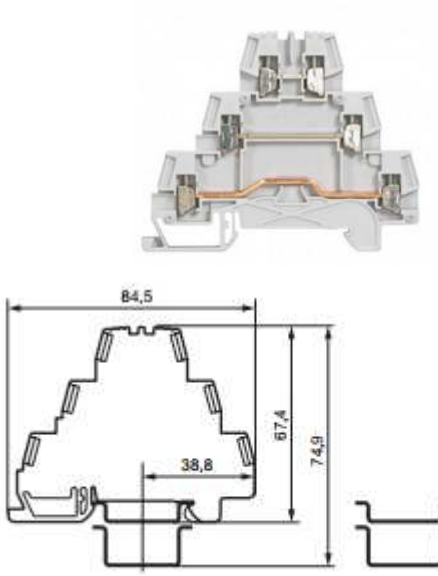
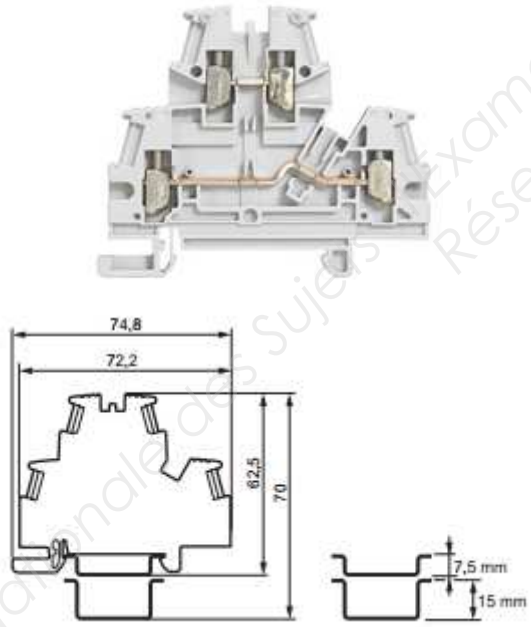
- *justifier pourquoi la chaîne d'informations « Ars » comporte 2 canaux.*
- *justifier pourquoi le déverrouillage du dispositif d'inter verrouillage est assurée par la commande de 2 sorties redondantes situées sur 2 cartes différentes de l'automate programmable pilotant le système.*

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.*

Base nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document ressources 1

Types	Caractéristiques
Bornier 3 étages 	Bloc jonc Viking 3 à vis gris 3 jonctions - 3 étages de marque Legrand Caractéristiques : Couleur gris Section nominale : 2,5 mm Capacité conducteur rigide : 0,25 à 4 mm² Capacité conducteur souple avec ou sans embout :0,25 à 2,5 mm² Pas: 5 mm
Bornier 2 étages 	Bloc jonc Viking 3 à vis gris 2 jonctions-2 étages de marque Legrand: Caractéristiques : Couleur gris Section nominale : 2,5 mm Capacité conducteur rigide : 0,25 à 4 mm² Capacité conducteur souple avec ou sans embout : 0,25 à 2,5 mm² Pas: 5 mm

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

Document ressources 2

Boîtes en acier IP 55 SDB

IP 55 (IEC 60529)





Boîtes de dérivation métalliques

- Joint d'étanchéité en PVC pour les dimensions jusqu'à 20/15 et en caoutchouc pour les > 25/20.
- Fonds prévus pour la réalisation de trous filetés destinés à la fixation d'appareillage. À partir de la dimension 15/10, les fonds possèdent quatre trous filetés M4, chacun d'entre eux étant recouvert d'un bouchon amovible, pour la fixation directe du châssis plein.
- La série SDB est composée de quatre modèles de base :

◻ sans prédécoupages : couvercle haut, ◻ avec prédécoupages : **NSYDA●●●M** couvercle haut.	◻ sans prédécoupages : couvercle bas, ◻ avec prédécoupages : **NSYDB●●●M** couvercle bas.

Tôle d'acier

Recouvertes à l'intérieur et à l'extérieur de peinture époxy-polyester protectrice

Gris RAL 7035

IP55 conforme à la CEI 60529

IK07

Installation à l'intérieur : fixation directe au mur grâce aux trous recouverts de bouchons en plastique assurant l'étanchéité
Installation à l'extérieur : conforme à la CEI 62208 concernant l'essai type spécifié dans le §9.12 (résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)) et dans le §9.13 (résistance à la corrosion).
Il est conseillé de toujours installer un auvent afin d'éviter la stagnation d'eau en partie supérieure des armoires et coffrets

NSYDAN●●●	**NSYDBN●●●**

Boîtes de dérivation métalliques SDB IP55

	Dimensions extérieures (mm)			Modèles sans prédécoupages	Modèles avec prédécoupages nb de trous prédécoupés et groupe			Dimensions (mm)			Châssis plein	Poids (kg)
	Hauteur (A)	Largeur (B)	Prof. (C)	Références	Références	Hauteur (A)	Largeur (B)	D	E	F	Références	
Modèle couvercle bas	85	85	49	NSYDBN88	NSYDB88M	1 n° 1	1 n° 1	58	58	-	-	0,18
	105	105	49	NSYDBN1010	NSYDB1010M	2 n° 1	1 n° 1	76	76	-	-	0,25
	155	105	61	NSYDBN1510	NSYDB1510M	3 n° 1	1 n° 2	124	74	56	NSYPMD1510	0,38
	206	156	83	NSYDBN2015	NSYDB2015M	3 n° 3	2 n° 3	172	122	78	NSYPMD2015	1
	256	206	93	NSYDBN2520	NSYDB2520M	3 n° 4	2 n° 4	220	170	88	NSYPMD2520	1,5
	307	257	116	NSYDBN3025	NSYDB3025M	2 n° 3, 2 n° 4	3 n° 4	268	218	110	NSYPMD3025	3,3
	357	307	136	NSYDBN3530	NSYDB3530M	2 n° 3, 3 n° 4	2 n° 3, 2 n° 4	318	268	130	NSYPMD3530	4,8
Modèle couvercle haut	155	105	88	NSYDAN1510	NSYDA1510M	3 n° 2	1 n° 2	124	74	83	NSYPMD1510	0,45
	206	156	122	NSYDAN2015	NSYDA2015M	3 n° 3	2 n° 3	172	122	121	NSYPMD2015	1,2
	256	206	140	NSYDAN2520	NSYDA2520M	3 n° 4	2 n° 4	220	170	131	NSYPMD2520	1,9

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

Document ressources 3

SIMATIC NET : Ligne de produits SCALANCE XB-000.



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

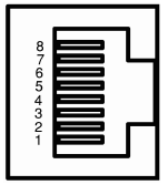


Numéro de référence	
SCALANCE XB005	6GK5 005-0BA00-1AB2
Connexion au réseau Industrial Ethernet	
Nombre	5
Exécution	Connecteurs femelles RJ45 avec brochage MDI-X
Propriétés	semi-duplex / duplex
Vitesse de transmission	10/100 Mbit/s



Numéro de référence	
SCALANCE XB008	6GK5 008-0BA00-1AB2
Connexion au réseau Industrial Ethernet	
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.



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

Document ressources 4

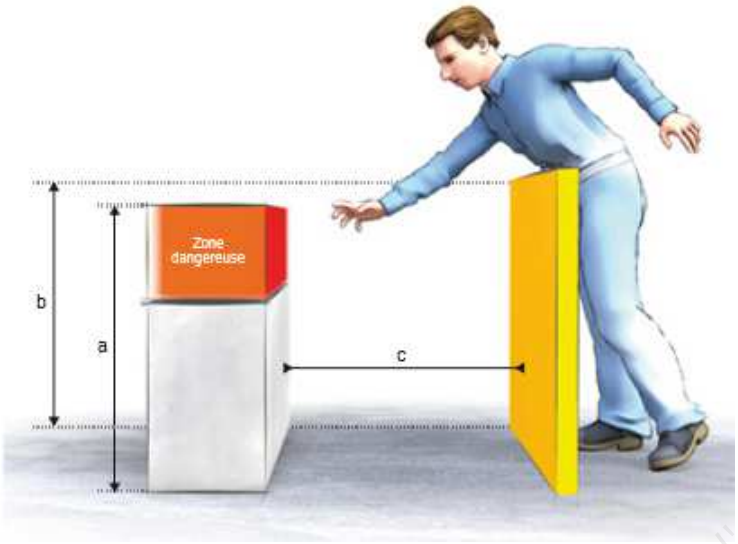
1	**Phénomènes dangereux mécaniques**
	Renversement
	Ejection
	Ecrasement
	Cisaillement
	Coupure ou sectionnement
	Happement ou enroulement
	Entraînement ou emprisonnement
	Choc
	Perforation ou piqûre
	Glissade, trébuchement et chute
	Etouffement
	Frottement ou abrasion
	Injection
2	**Phénomènes dangereux 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
	Dommage 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) resultant 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

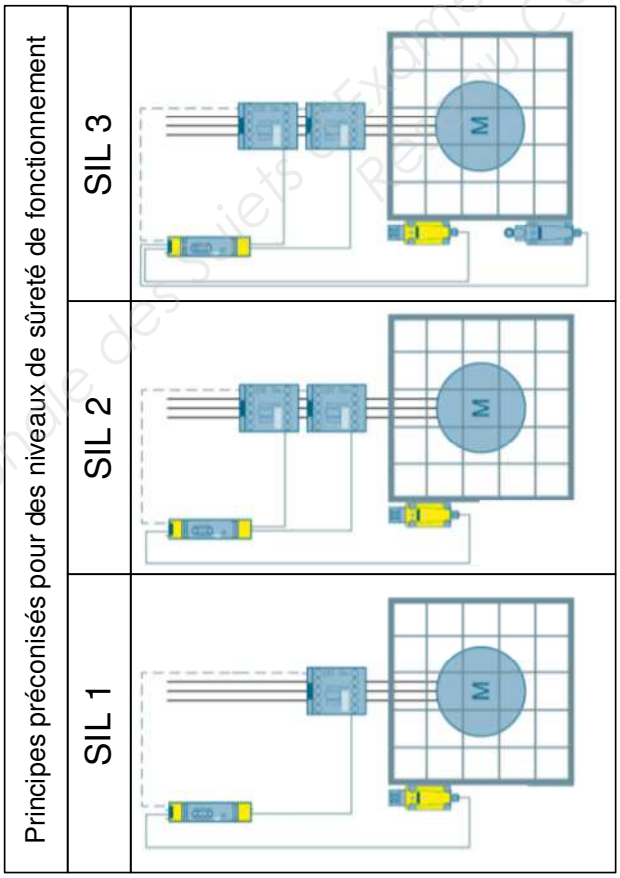
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

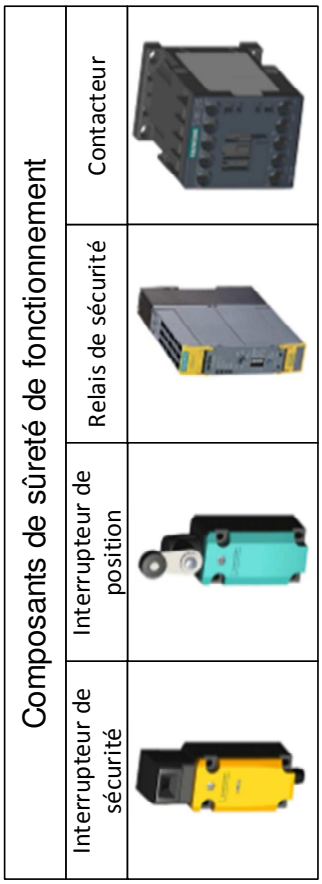
Document ressources 5

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
	Distance horizontale par rapport à la zone dangereuse c (mm)								
2600	900	800	700	600	600	500	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							





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

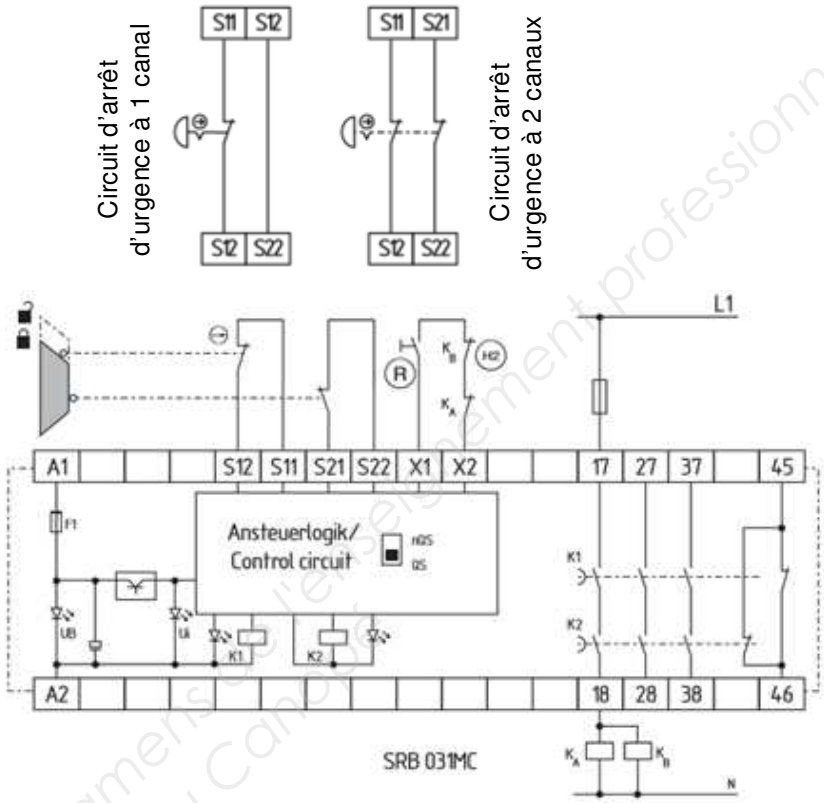
Document ressources 6

Relais de sécurité

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

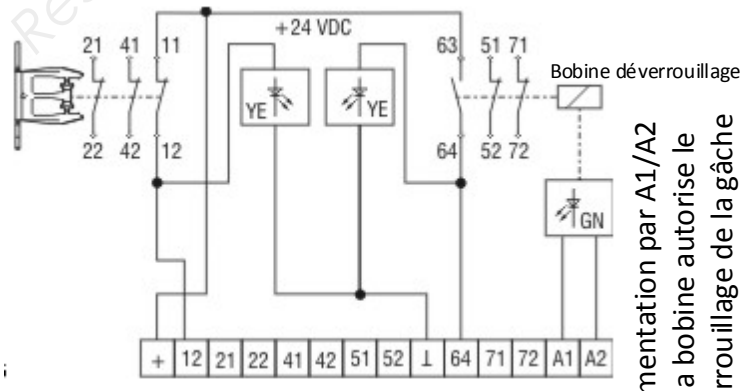
S11 - S12 : canal 1

S21 - S22 : canal 2



Interrupteur de sécurité avec fonction d'inter verrouillage

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



L'alimentation par A1/A2 de la bobine autorise le déverrouillage de la gâche

Tous les contacts sont représentés en position gâche engagée et verrouillée

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

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 1	SIL 2	SIL 3
Réversibles, suivi médical	2				SIL 1	SIL 2
Réversibles, premiers soins	1					SIL 1

Procédure de détermination du SIL requis
1 : Détermination du dommage : Se
2 : Détermination de Fr, Pr et Av
3 : Cl = Fr + Pr + Av
4 : Sil requis

Exemple :
1 : Se = 3
2 : Fr = 5, Pr = 4, Av = 3
3 : Cl = 12
4 : SIL 2

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

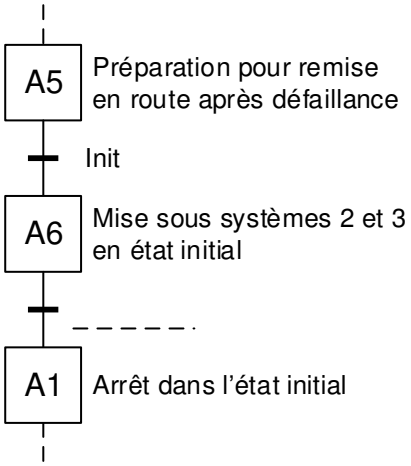
Unités de contrôle		Interrupteurs de position	Interrupteurs de sécurité Inter-rupteurs pour charnière	Interrupteurs de sécurité avec détrompeur séparé	Interrupteurs de sécurité avec fonction d'inter-verrouillage
					
Niveau de sécurité atteignable avec UN interrupteur	Surveillance d'un contact NF	SIL 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 Inter-rupteurs 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'inter-verrouillage 	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e	SIL 3 / PL e

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

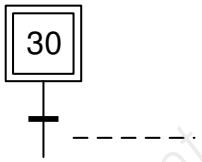
Document réponses 1

Question 1

Grafcet partiel de conduite



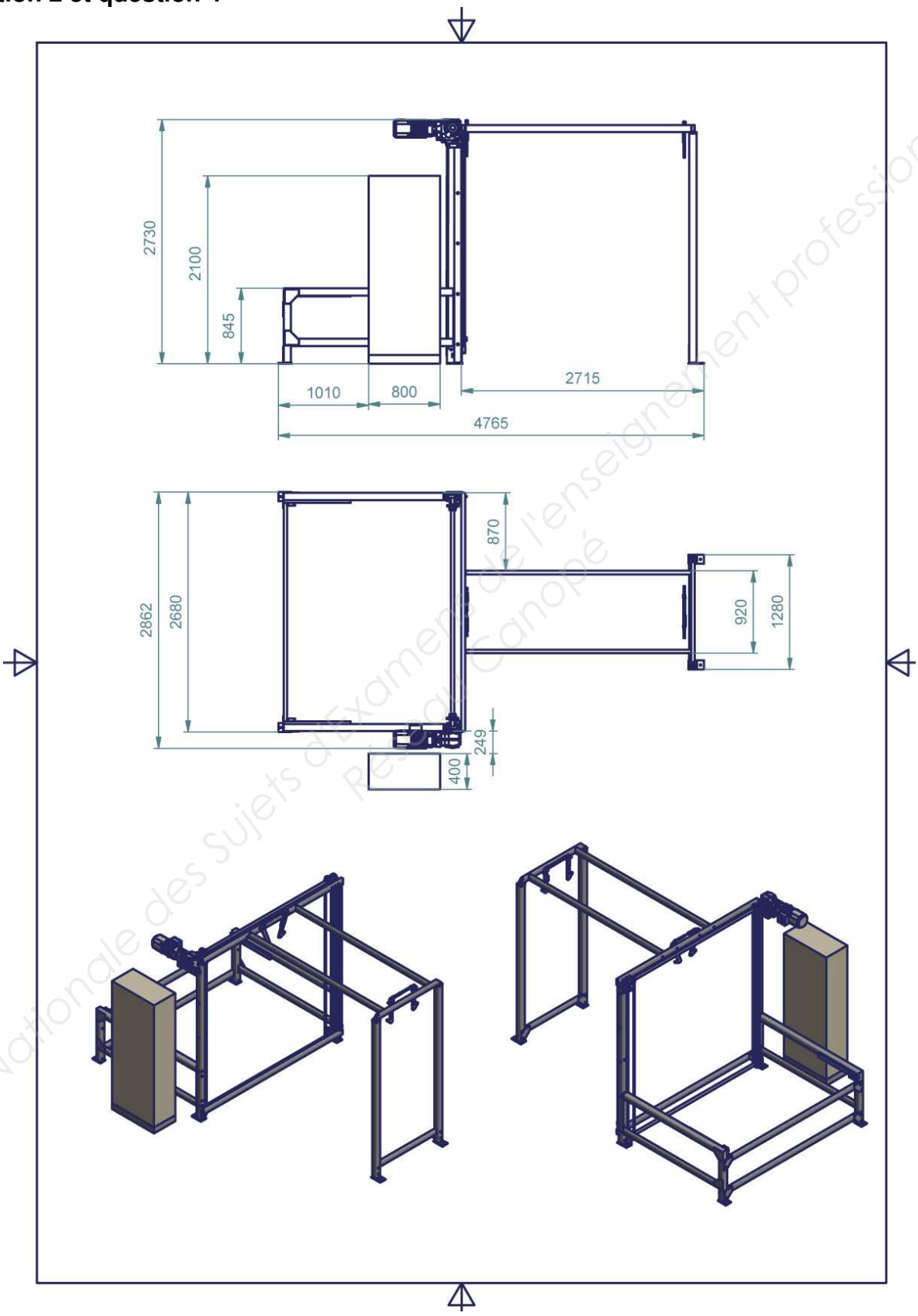
Grafcet de mise en état initial des sous-systèmes 2 et 3



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

Document réponses 2

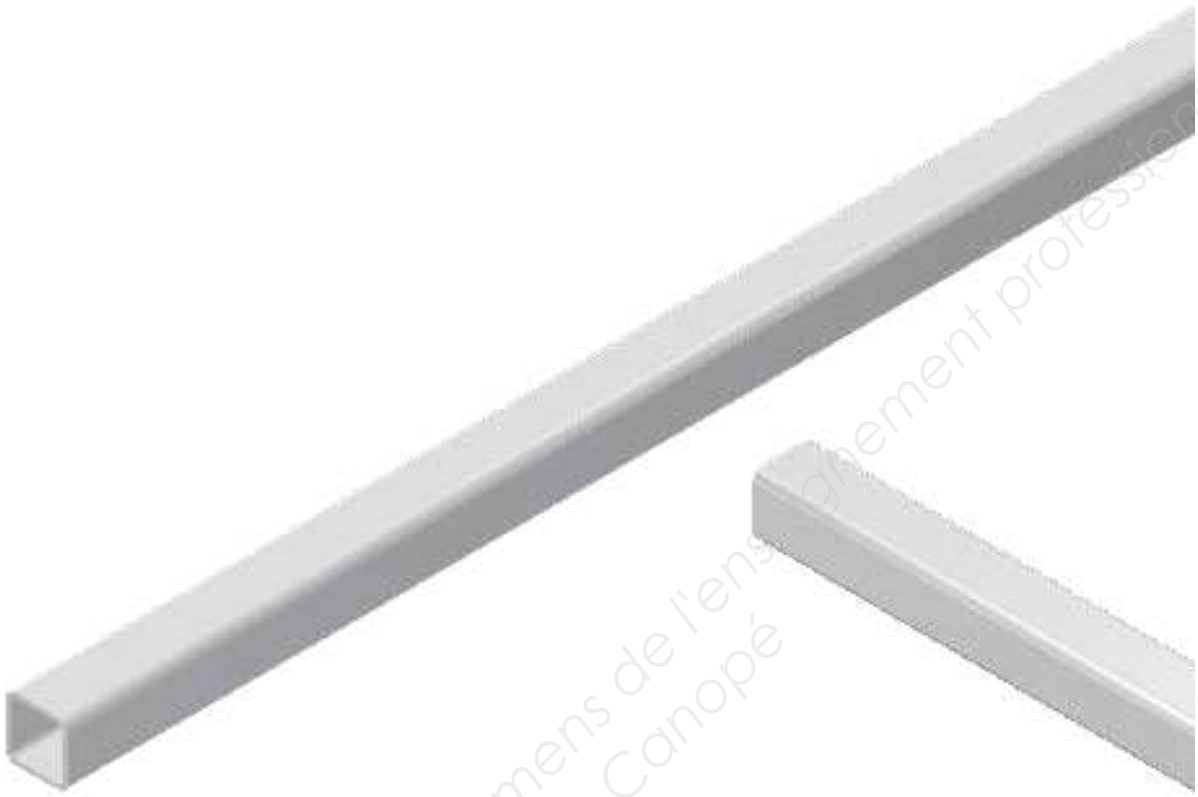
Question 2 et question 4



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

Document réponses 3

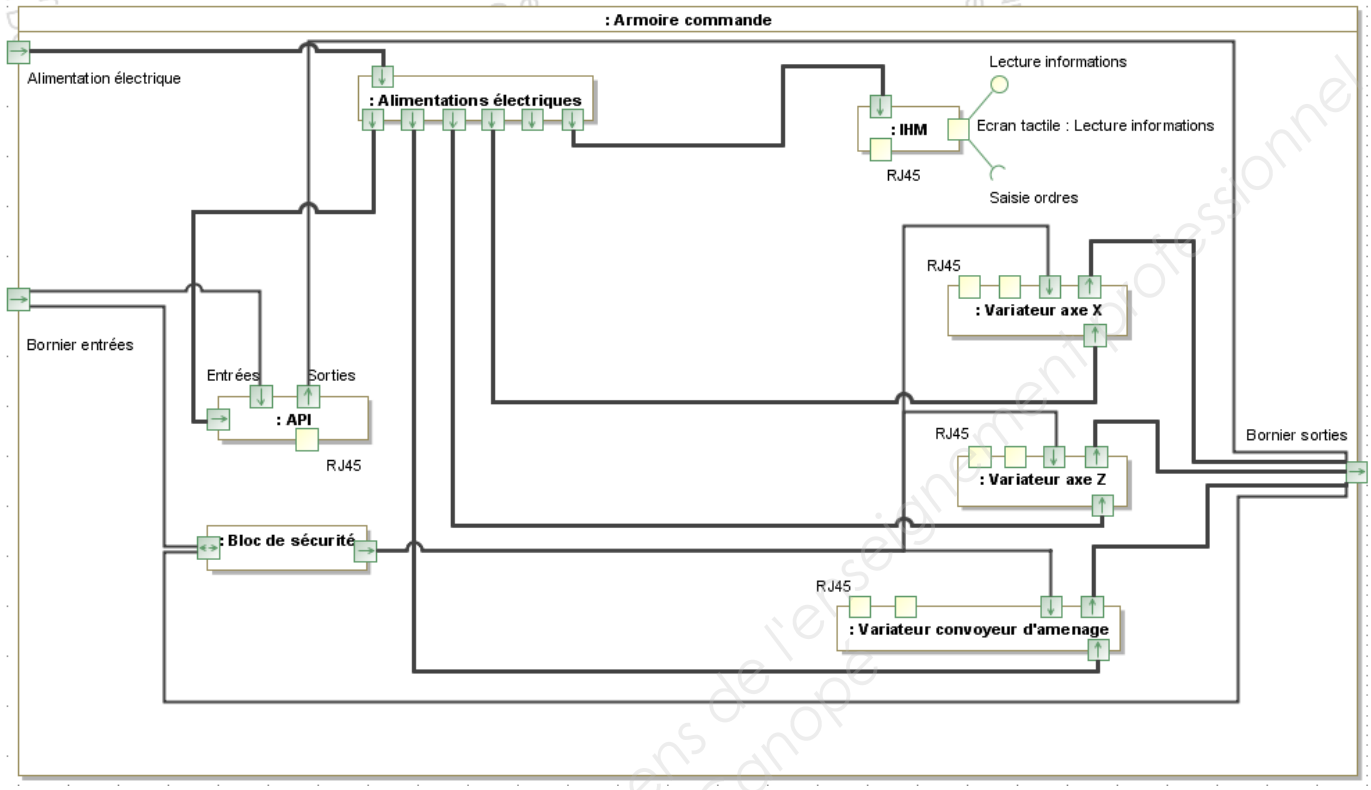
Question3



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

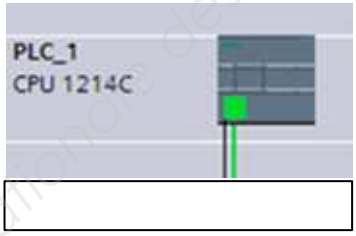
Document réponses 4

Question 7 et question 9



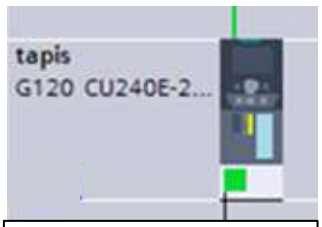
Question 10 Plan d'adressages du réseau Profinet

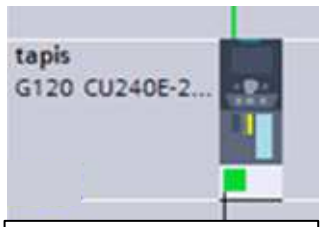
Remarque : Le réseau PROFINET permet une intégration aisée des communications de terrain. Ce réseau, basé sur l'Ethernet industriel, utilise le protocole TCP/IP (Transmission Contrôle Protocole) pour le transfert de données.











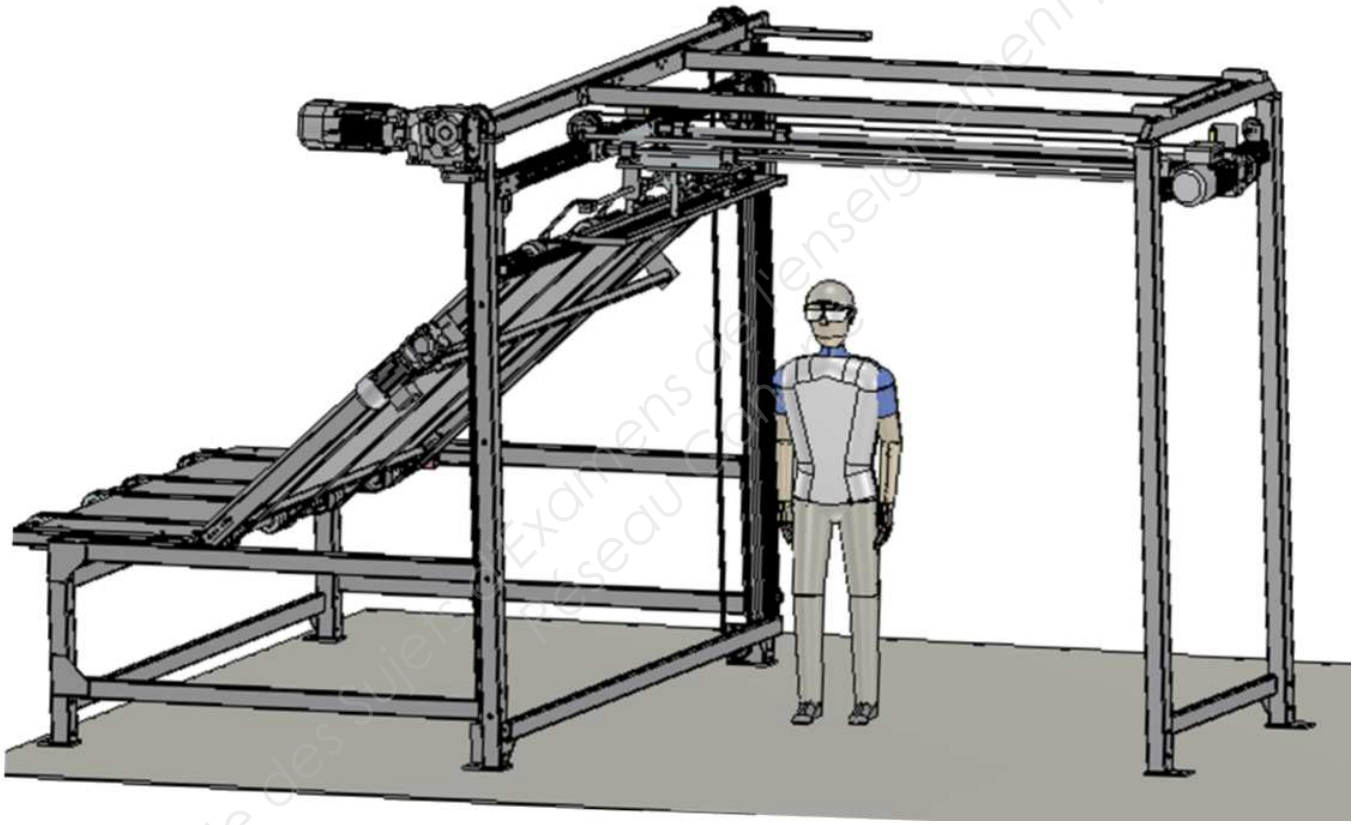
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
Réseau Canopé

Document réponses 5

Question 11

n°	Phénomènes dangereux
1	
2	
3	

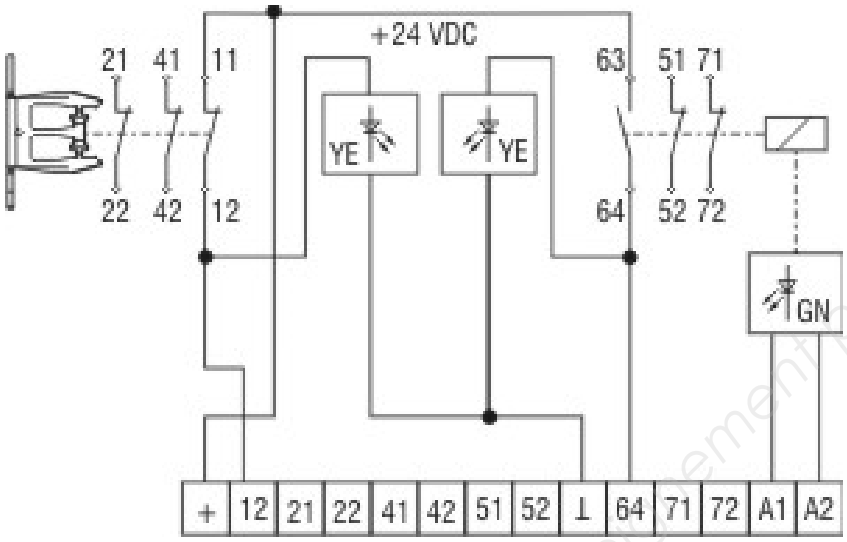
Question 12

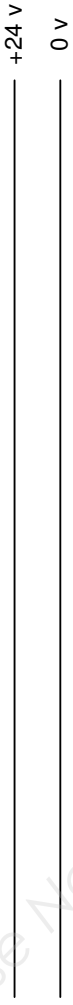


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel Réseau Canopé

Document réponses 6

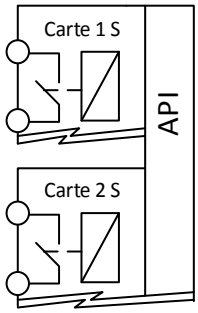
Questions 17

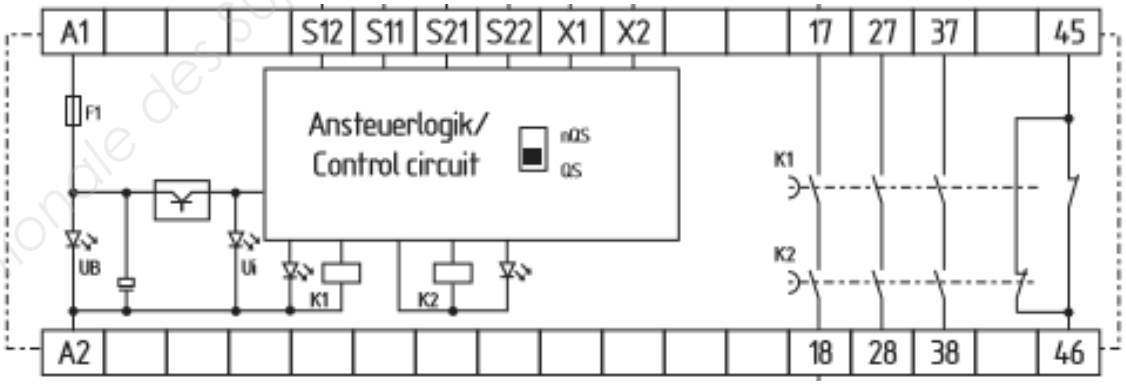




ARU2

ARU1





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

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.