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

BTS

CONCEPTION ET RÉALISATION DE SYSTÈMES AUTOMATIQUES

E4
CONCEPTION PRÉLIMINAIRE D'UN SYSTÈME AUTOMATIQUE

2018

SUJET

Durée : 4 h 30 **Coefficient : 3**

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce document comporte 28 pages, numérotées de 1/28 à 28/28.
Dès que ce document vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

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

Présentation générale

Introduction

SPAL PIZZA est une PME qui réalise différents produits surgelés pour les professionnels de la restauration :

- des boules de pâte à pizza appelées "pâtons" ;
- des fonds de pizza vierges (pâtes étalées sans garniture) ;
- des fonds de pizza tomatés.



L'étude concerne la ligne de production de pâtons.

SPAL PIZZA produit 6 formats de pâtons, de masses et de dimensions différentes : 160 g, 180 g, 200 g, 350 g, 560 g et 900 g.
Les diamètres évoluent de 68 mm à 122 mm pour une hauteur respective de 51 à 81 mm.
La pâte est constituée principalement de farine, d'eau, d'huile végétale et de levure.

Description de la ligne actuelle de production de pâtons

Après pétrissage, une diviseuse découpe la pâte en deux morceaux identiques. Ces morceaux de pâte sont ensuite acheminés par un tapis roulant vers deux bouleuses. Chaque bouleuse met en forme le morceau de pâte pour obtenir un pâton globalement sphérique.

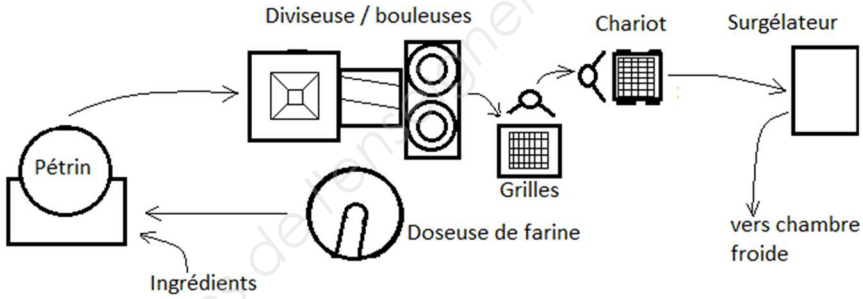


Schéma vu de dessus de la ligne actuelle.

La diviseuse et les 2 bouleuses fonctionnent en continu. Une bouleuse forme un pâton toutes les 2,9 s soit 1 240 pâtons par heure. La cadence globale de la ligne actuelle est donc de 2 480 pâtons par heure.
Cette cadence élevée nécessite la présence de deux opérateurs.
Un premier opérateur (« opérateur 1 ») prend les pâtons pour les disposer sur une grille. La disposition des pâtons sur la grille est spécifique pour chacun des six formats.
Lorsque la grille est pleine, un deuxième opérateur (« opérateur 2 ») prend la grille et la range dans un chariot. Une fois le chariot plein, le deuxième opérateur déplace le chariot pour le mettre dans des surgélateurs où les pâtons seront congelés à cœur en quelques minutes.
Une fois la surgélation terminée, le deuxième opérateur sort le chariot, retire chacune des grilles et verse les pâtons dans un carton qui sera stocké en chambre froide.



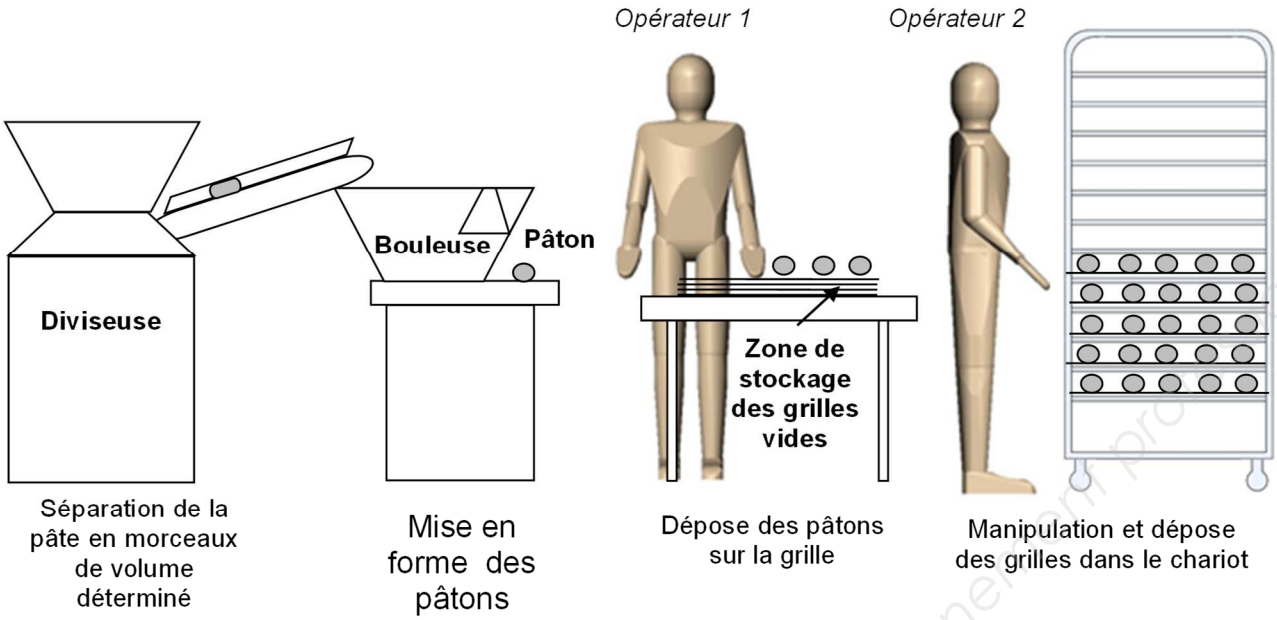
Opérateur 1 : dépose des pâtons

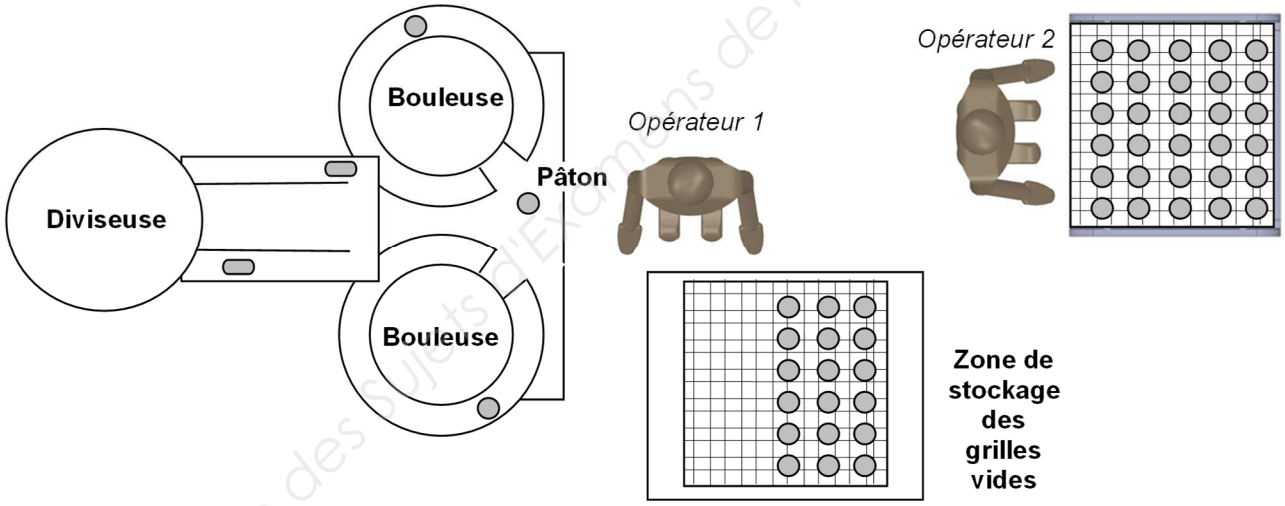


Opérateur 2 : rangement des grilles pleines

Ressource formation Centre d'Enseignement professionnel

Schéma de l'installation





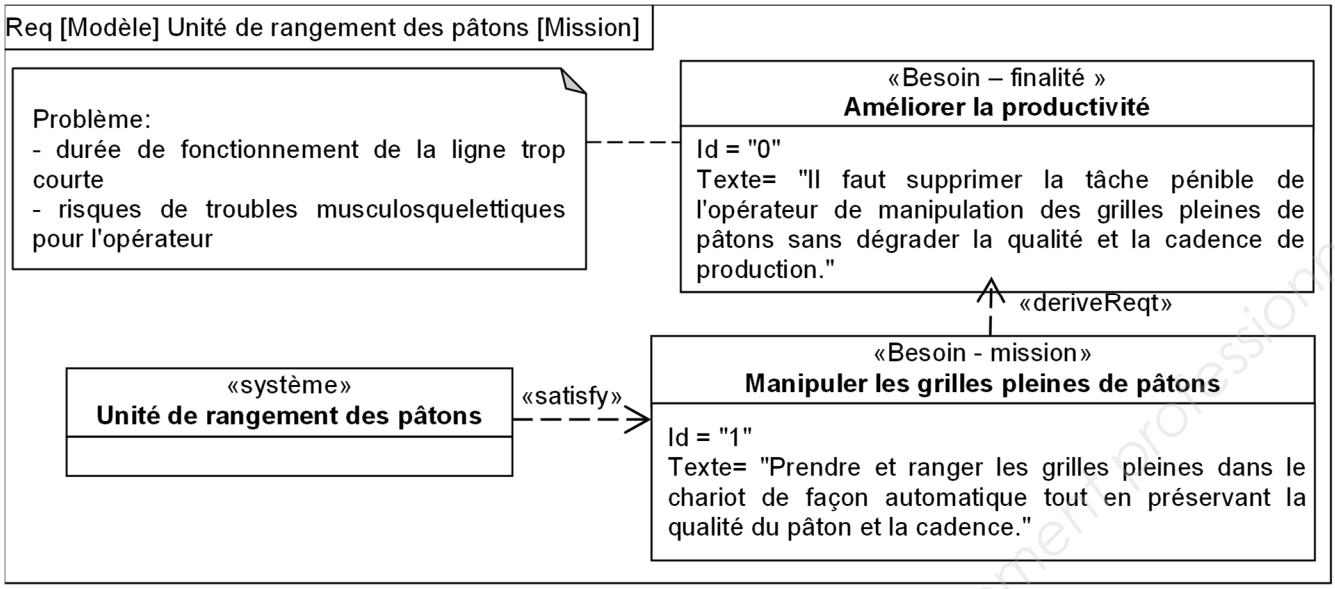
Besoin

Les tâches de manipulation des grilles pleines sont pénibles. L'entreprise ne peut faire fonctionner cette ligne que 3,5 heures par jour compte-tenu de cette pénibilité.
L'entreprise souhaite donc investir dans une machine permettant le rangement automatique des grilles dans le chariot.

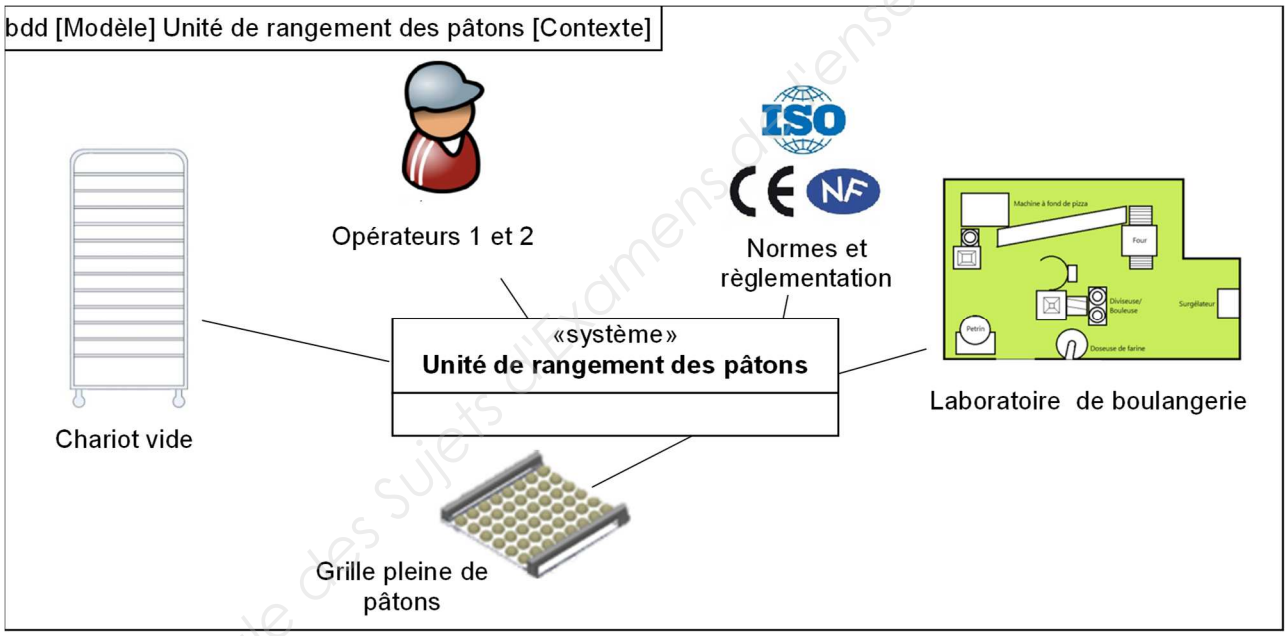
Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Étude proposée

Mission du système

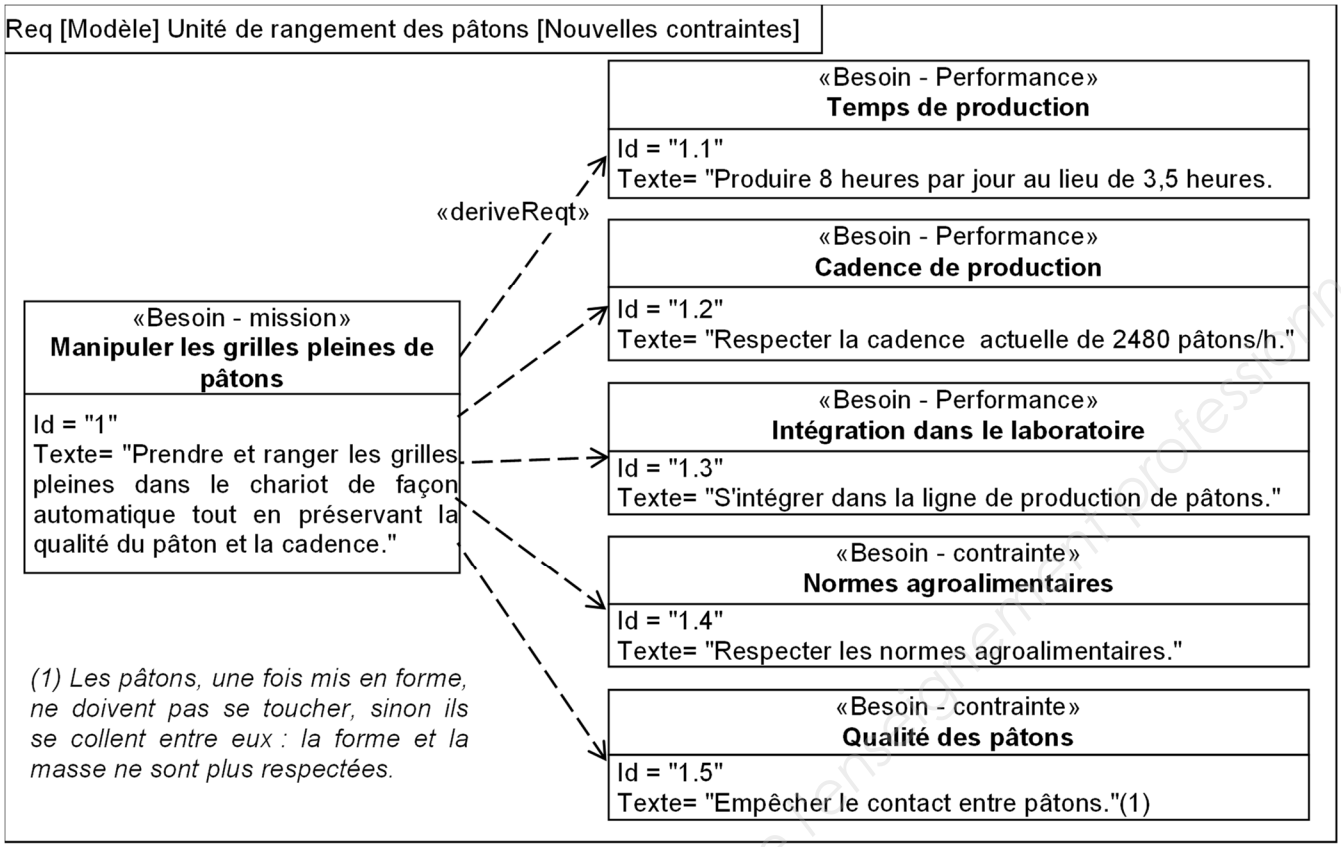


Contexte du système en phase d'exploitation

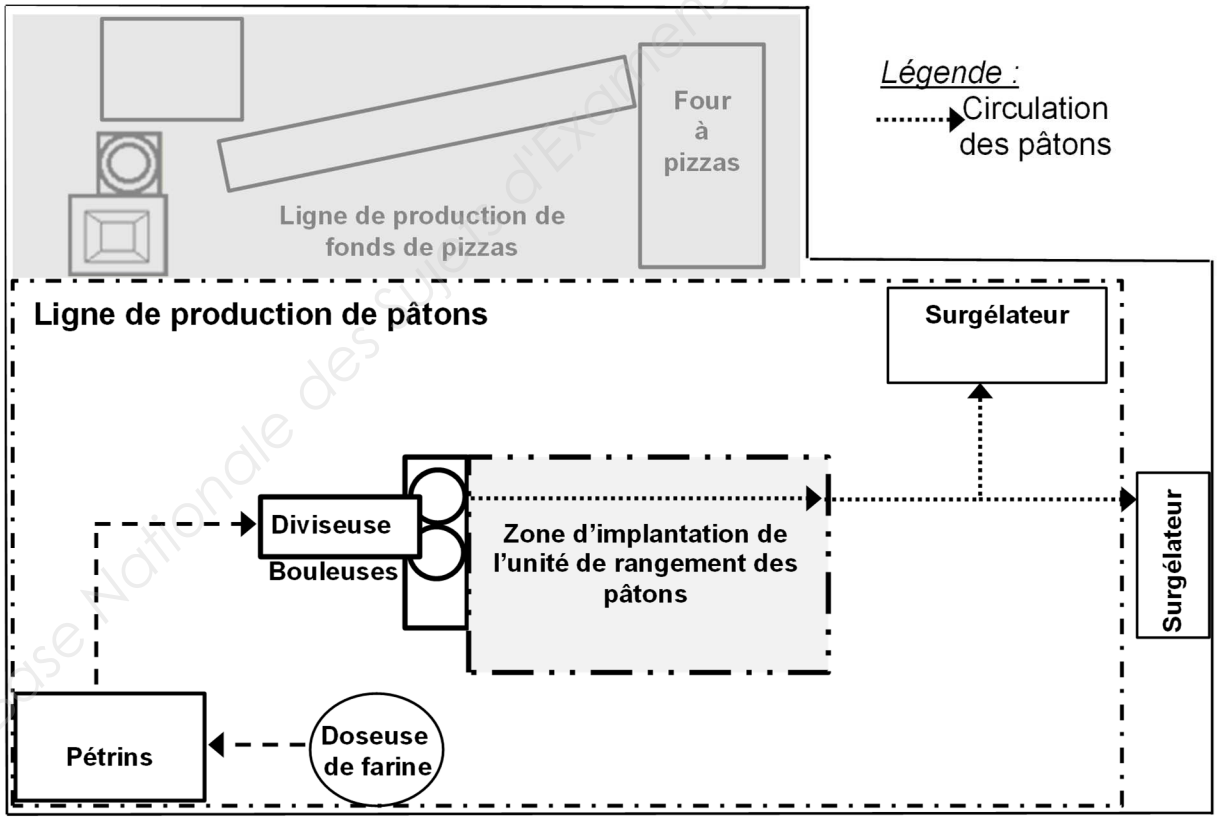


Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Besoins



Implantation de l'unité de rangement des pâtons dans le laboratoire de boulangerie



Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Choix d'un processus pour le remplissage des chariots

Étude ergonomique du système existant

La pénibilité des tâches de manipulation des grilles pleines par l'opérateur 2 est avérée. Il est également nécessaire d'évaluer les risques de troubles musculosquelettiques pour l'opérateur 1 lors de l'opération de saisie et de rangement des pâtons sur la grille.
L'étude se place dans le cas d'une production de pâtons de 200 g, qui représentent 80 % de la production, pendant une journée de 7 heures à une cadence de 2 480 pâtons par heure. L'opérateur saisit un pâton dans chaque main et les dépose sur la grille.

Limites acceptables de port manuel de charges par une personne (extrait Norme NF X 35-109)

		Limites acceptables
Manutention 	Charge (kg)	15
	Tonnage (tonnes par jour)	7,5
Travail répétitif 	Nombre d'actions techniques pour un membre supérieur par min (*)	30 actions techniques par minute

(*) Une action technique est une action manuelle élémentaire, telle que « saisir », « tenir », « tourner », « poser »… Le seuil est donné pour un membre supérieur ou une main.

Question 1 *(sur feuille de copie)*
Calculer la masse totale soulevée en une journée par l'opérateur 1. Comparer avec les seuils préconisés.

Question 2 *(sur feuille de copie)*
Calculer le nombre d'actions techniques par minute réalisées par une des mains de l'opérateur 1. Comparer avec les seuils préconisés. Justifier que ce poste n'est pas soutenable pour l'opérateur et qu'il faut automatiser les deux postes.

Suite à cette étude ergonomique, il est convenu avec le client d'automatiser le remplissage des chariots en grilles mais également le remplissage des grilles en pâtons. Il n'y aura donc plus qu'un seul opérateur.

Comparaison de 2 processus envisageables

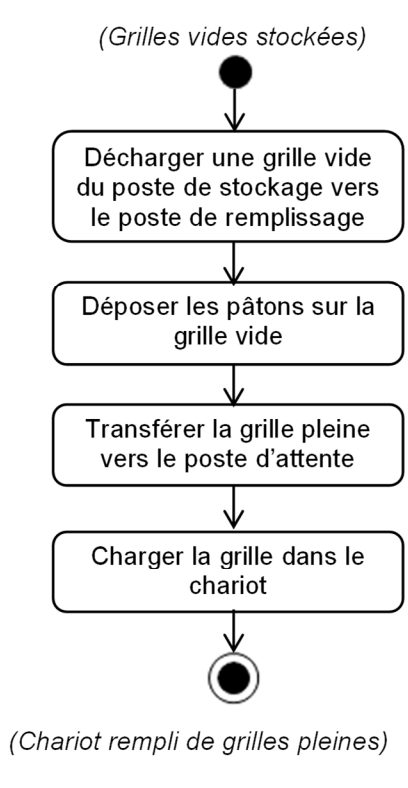
Processus 1 : un opérateur empile des grilles vides à un poste de stockage. Le système décharge une grille vide du poste de stockage vers le poste de dépose de pâtons, dispose les pâtons sur la grille vide puis range la grille pleine de pâtons dans le chariot. L'opérateur évacue le chariot plein et ramène un chariot vide.

Processus 2 : un opérateur amène le chariot rempli de grilles vides. Le système décharge une grille vide du chariot et la déplace vers un poste d'attente. Il transfert simultanément la grille vide vers le poste de dépose des pâtons et la grille pleine vers le poste d'attente. Le système dispose les pâtons sur la grille vide pendant que la grille pleine est rangée dans le même chariot.

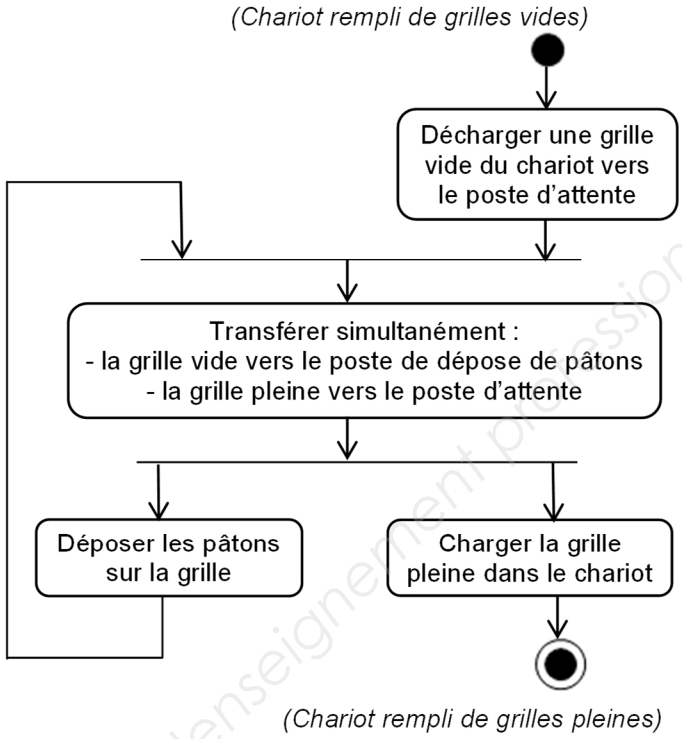
L'objectif est de comparer ces 2 processus selon les critères suivants : nombre de postes, respect de l'implantation dans l'atelier et des opérations restantes à réaliser par l'opérateur. La solution retenue devra respecter la cadence donnée.

Reproduction des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

La partie automatisée des processus 1 et 2 est modélisée dans les diagrammes d'activité suivants :



Processus 1



Processus 2

Le document ressources n° 1 décrit les principaux symboles d'un diagramme d'activité.

À partir des dimensions d'une grille (800 x 800 mm), une estimation de l'encombrement des postes a été effectuée. Le schéma d'implantation pour le processus 2 est donné sur le document ressources n° 1.

Question 3 *(sur le document-réponse n° 1)*

À partir des données d'encombrement estimées fournies, compléter le schéma pour le processus 1. Si nécessaire, hachurer les surfaces de non-respect de la zone d'implantation. Indiquer les flux de produits comme pour le processus 2 décrit sur le document ressources n° 1.

Question 4 *(sur le document-réponse n° 1)*

Renseigner le tableau et montrer que le processus 2 est plus pertinent au regard des critères de respect de la zone d'implantation, du nombre d'opérations manuelles restant à effectuer et du nombre de postes.

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

Respect de la cadence demandée

Les bouleuses imposent une cadence d'arrivée des pâtons. Il faut vérifier que le processus proposé permet le respect de cette cadence.
Les pâtons de 200 g sont déposés en 8 rangées de 6 sur une grille. Pour gagner du temps, ils sont saisis rangée par rangée.

Question 5 *(sur le document-réponse n° 2)*
Calculer le temps disponible pour le cycle de dépose d'une rangée sur une grille.

Le synoptique du document-réponse n° 2 représente les mouvements nécessaires à la dépose d'une rangée de pâtons sur la grille.
Les pâtons ne peuvent pas être manipulés à trop grande vitesse afin de conserver leur intégrité. La vitesse moyenne retenue pour les déplacements sur les différents axes est de 600 mm/s. La durée de la saisie ou de la libération du pâton est estimée à 0,5 s.

Question 6 *(sur le document-réponse n° 2)*
Compléter le tableau en calculant les courses et les durées nécessaires pour le cas le plus défavorable.

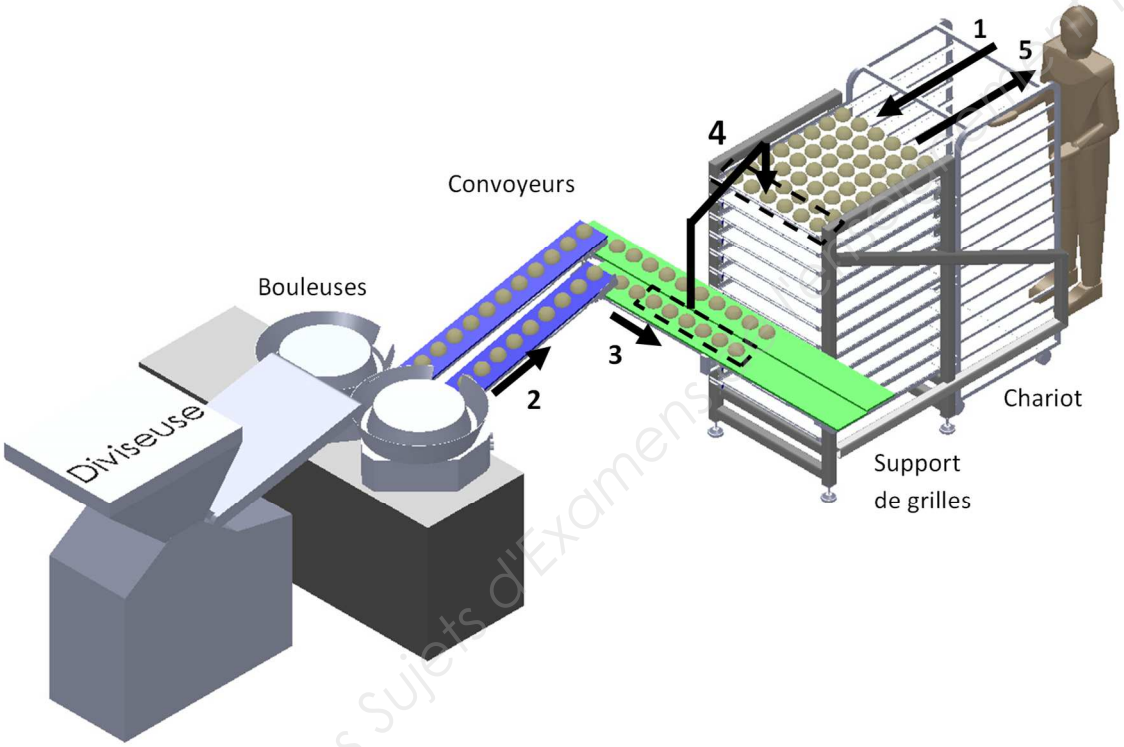
Question 7 *(sur le document-réponse n° 2)*
Calculer la durée totale pour déposer la rangée dans le cas le plus défavorable. Conclure quant au respect de la cadence des bouleuses.

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

Architecture matérielle

La cadence imposée par la bouleuse permet l'utilisation d'un seul manipulateur pour réaliser les deux fonctions opératives « Déposer les pâtons sur la grille » et « Charger la grille pleine dans le chariot ».

Pour cela, un système de support des grilles sera utilisé comme représenté sur le schéma ci-dessous.
Un opérateur place le chariot rempli de grilles vides contre le support de grilles. Il pousse chacune des grilles dans le support **(repère 1)**.
Comme il a été décidé de saisir les pâtons par rangée, des convoyeurs assurent le transport **(repère 2)** et la constitution d'une rangée de pâtons **(repère 3)**.
L'unité de rangement des pâtons prend et dispose la rangée de pâtons sur la grille **(repère 4)**.
Une fois la grille pleine, elle est repoussée du support de grille vers le chariot **(repère 5)**.



Technologie de manipulation

Le synoptique du document ressources n° 2 présente les mouvements et trajectoires pour la dépose d'une rangée sur la grille, sachant que la position des pâtons sur le convoyeur peut changer selon le type de pâtons à ranger.
Un manipulateur réalise cette fonction opérative. Il doit être rapide et posséder de grandes amplitudes. Une solution utilisant un robot est envisagée.
Une description des architectures de robots est présentée sur le document ressources n° 3.

Question 8 *(sur feuille de copie)*

À partir des documents ressources n° 2 et n° 3, sélectionner le ou les types de robots pouvant convenir à l'unité de rangement des pâtons. Justifier la réponse.

Base de données de sujets d'Examens professionnels

Le document ressources n° 4 présente les caractéristiques de robots cartésiens à axe vertical télescopique.

Question 9 *(sur feuille de copie)*
À partir des documents ressources n° 2 et n° 4, préciser si la solution du robot cartésien peut être retenue. Justifier la réponse.

Un robot polyarticulé est envisagé.

Question 10 *(sur feuille de copie)*
À partir des documents ressources n° 2 et n° 4, donner les mobilités nécessaires de l'outil pour répondre au besoin. En déduire le nombre d'axes minimum nécessaires.

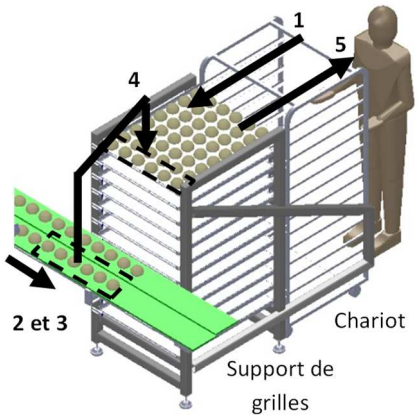
Le diagramme charge - rayon d'action pour plusieurs références de robots polyarticulés est donné sur le document réponses n° 3. La masse totale embarquée est estimée à 15,2 kg (la masse de l'outillage fixé sur le poignet est de 14 kg à laquelle s'ajoute celle des 6 pâtons de 200 g). Dans ce document, les références finissant par la lettre T représentent des robots montés sur rail, inutile pour notre application.

Question 11 *(sur le document réponses n° 3)*
À partir du document ressources 2, placer le point correspondant au besoin de l'application, puis choisir en la justifiant, la référence du plus petit robot polyarticulé nécessaire.

Stratégie de remplissage de la grille et respect de la cadence

L'utilisation d'un robot permet d'envisager de faire évoluer la tâche opérateur consistant à pousser les grilles vides dans le support, après avoir positionné le chariot.

Dans cette optique le robot tire les grilles vides du chariot vers le support de grilles, les remplit et les repousse dans le chariot.



Question 12 *(sur le document-réponse n° 4)*
Indiquer les inconvénients de la mise en œuvre de cette solution 1 sur le robot, le préhenseur et le cycle.

L'évaluation des impacts engendrés ne permet pas de retenir cette solution.
Le document ressources n° 5 présente la solution 2 avec deux stratégies possibles pour remplir et pousser les grilles. Il indique pour celles-ci la décomposition des trajectoires. Une simulation a permis de déterminer les durées pour chacune d'elles. Le diagramme de Gantt de la stratégie 1 est présenté sur le document réponses n° 4.

Question 13 *(sur le document-réponse n° 4)*
À partir du document ressources n° 5, superposer le diagramme de Gantt de la stratégie 2 avec une couleur différente sur le diagramme de Gantt donné pour la stratégie 1. Comparer les 2 stratégies et conclure quant au respect de la cadence.

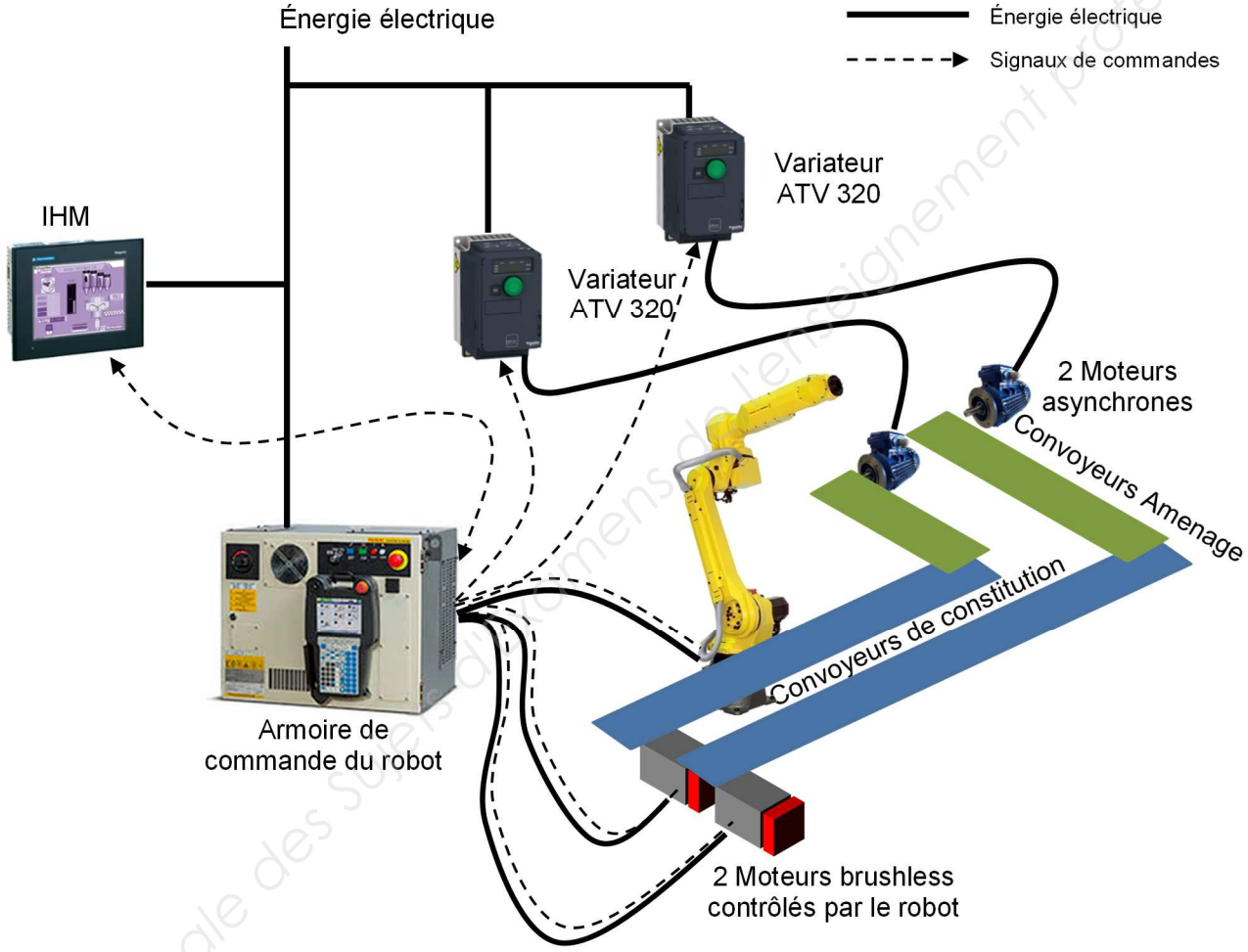
Reproduction interdite des sujets de concours de l'enseignement professionnel

Choix d'une configuration matérielle pour la partie commande

Les rangées de pâtons sont réalisées par les convoyeurs d'amenage et de constitution (voir repères 2 et 3 de l'architecture matérielle page 9).
Les convoyeurs d'amenage réalisent un mouvement continu à vitesse constante.
Les convoyeurs de constitution d'une rangée doivent être contrôlés en vitesse et position afin d'espacer chaque pâton d'un pas correspondant au grammage de pâte sélectionné pour un cycle de production (cycle correspondant à un volume de pâte déposé dans la diviseuse permettant le remplissage d'un chariot).

Deux architectures matérielles de commande sont proposées :

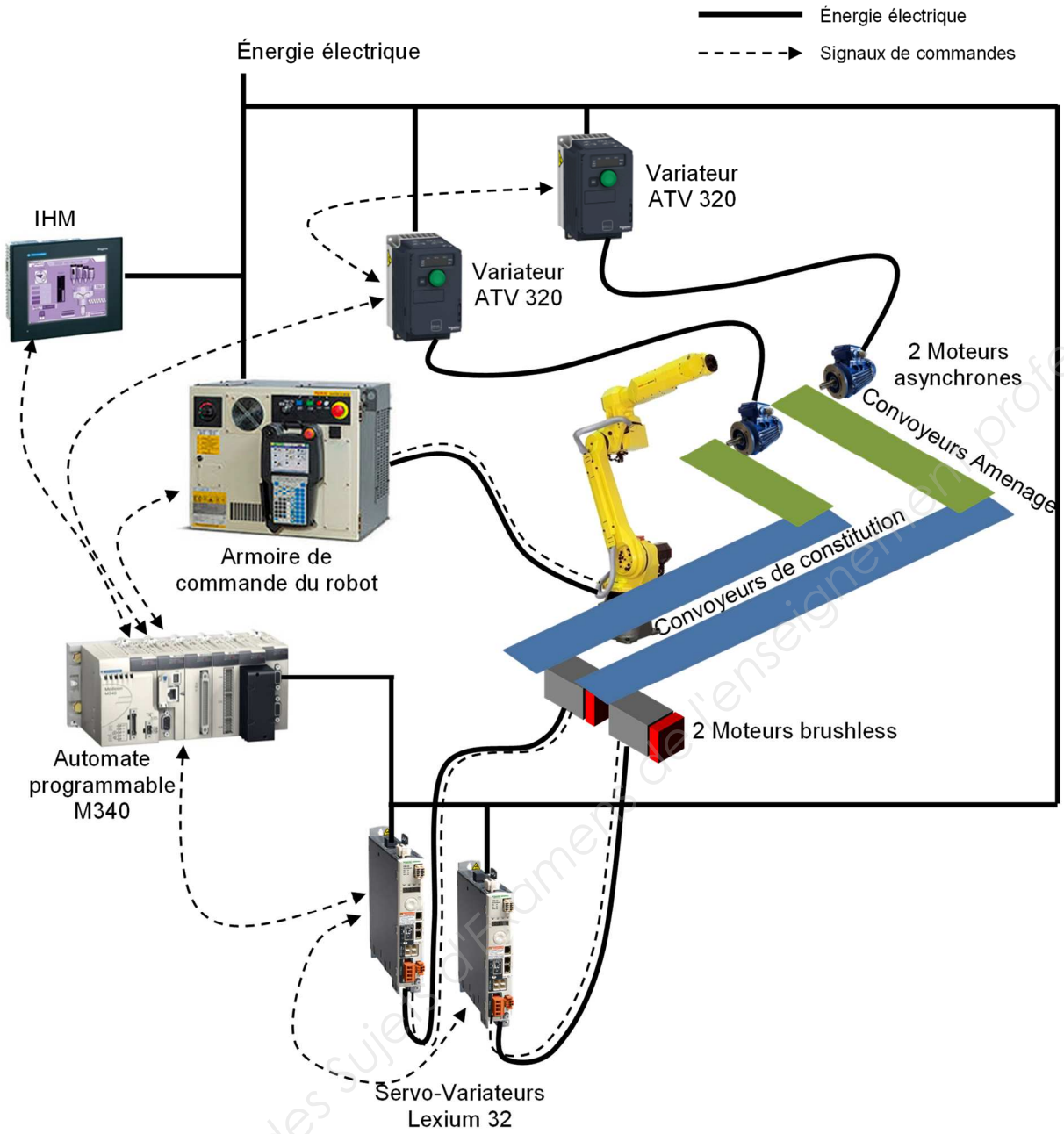
<u>Architecture de commande n° 1 :</u>



Dans cette architecture, la gestion des modes de marche et d'arrêt, le contrôle des trajectoires du robot, le positionnement des pâtons sur les convoyeurs de constitution ainsi que la vitesse des convoyeurs d'amenage sont réalisés par l'armoire de commande du robot.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Architecture de commande n° 2 :



Dans cette architecture, la gestion des modes de marche et d'arrêt, le positionnement des pâtons sur les convoyeurs de constitution ainsi que la vitesse des convoyeurs d'amenage sont réalisés par un automate programmable. L'armoire de commande du robot ne réalise que le contrôle des trajectoires du robot.

Question 14 *(sur le document-réponse n° 5)*

À partir du document ressources n° 6, compléter les tableaux des coûts et en déduire le type d'architecture de commande retenu.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Indépendamment de la réponse précédente, dans l'architecture de commande n° 2, l'automate programmable doit pouvoir communiquer avec le robot.

Question 15 *(sur le document-réponse n° 5)*
À partir des documents ressources n° 6 et 7, choisir l'option de communication compatible entre le robot et l'automate.

Équipements de sécurité

Pour intégrer la sécurité lors de la conception de la machine, une analyse de risque doit être effectuée. L'analyse ne porte que sur l'unité de rangement de pâtons, dans son environnement qui est l'atelier de boulangerie. L'étude se limite au mode de fonctionnement normal. L'opérateur place le chariot vide, pousse les grilles dans le support. Puis l'unité de rangement constitue les rangées et les dépose sur les grilles. Elle repousse les grilles pleines dans le chariot. Enfin l'opérateur peut retirer le chariot plein. Seuls les risques mécaniques sont étudiés.

Question 16 *(sur le document-réponse n° 6)*
Parmi la liste de risques proposés, indiquer ceux qui existent. Mettre une croix dans les cases concernées.

L'analyse précédente nous montre qu'une protection des personnes est nécessaire.
Une première solution est l'utilisation d'une enceinte grillagée avec une barrière immatérielle. Celle-ci permet la détection du franchissement de l'opérateur de la limite de la zone d'accès à la machine.

Question 17 *(sur le document-réponse n° 6)*
Représenter l'enceinte grillagée et la barrière immatérielle sur le schéma, en suivant la légende donnée.

Question 18 *(sur le document-réponse n° 6)*
Sachant qu'une enceinte grillagée coûte 160 euros le mètre et que le coût de l'équipement barrière immatérielle est de 2 100 euros, calculer le coût total de cette solution.

Une deuxième solution peut être l'utilisation d'un scrutateur laser. Il scrute son environnement en deux dimensions au moyen d'un faisceau infrarouge. Il détermine la position et la distance d'un objet ou de l'opérateur, ce qui permet de surveiller des zones dangereuses aux abords d'une machine.
Le scrutateur n'a pas une vision à 360°. Il faut en plus ajouter des grilles résiduelles pour protéger les zones non accessibles par le scrutateur.
Le document ressources n° 8 décrit le fonctionnement du scrutateur laser S3000.

Question 19 *(sur le document-réponse n° 7)*
À partir du document ressources n°8, compléter le schéma en positionnant le scrutateur laser, la zone de protection et les grilles résiduelles.

Question 20 *(sur le document-réponse n° 7)*
Sachant que le scrutateur laser coûte 4800 euros et que les grilles résiduelles coûtent 160 euros le mètre, calculer le coût total de cette solution.

Question 21 *(sur le document-réponse n° 7)*
Conclure sur le choix de solution de protection.

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel

Document ressources n° 1

Principaux symboles d'un diagramme d'activité SysMl

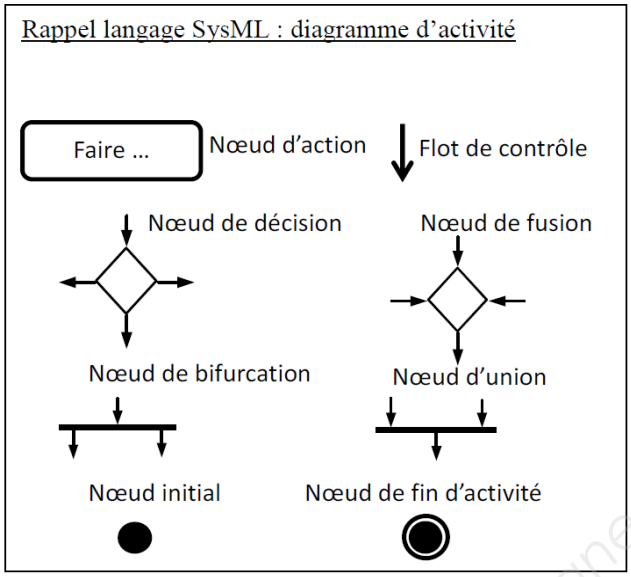
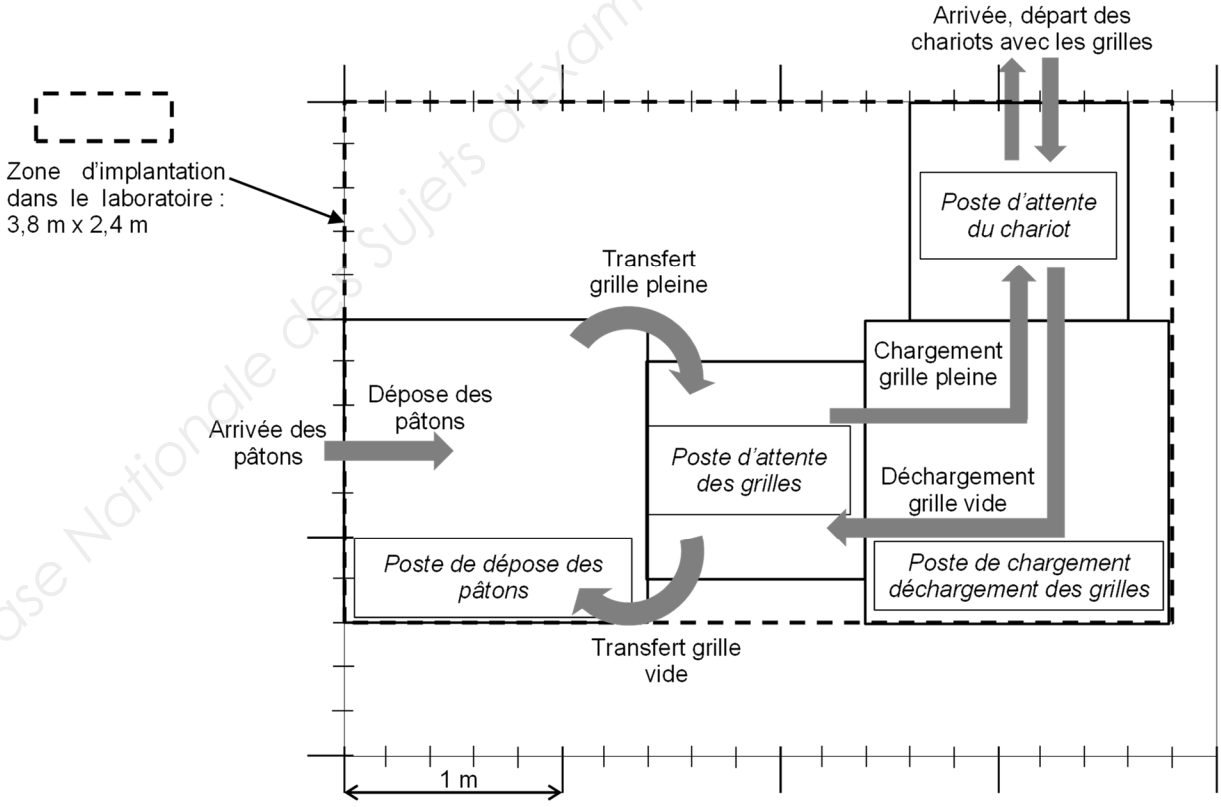


Schéma d'implantation du processus n° 2

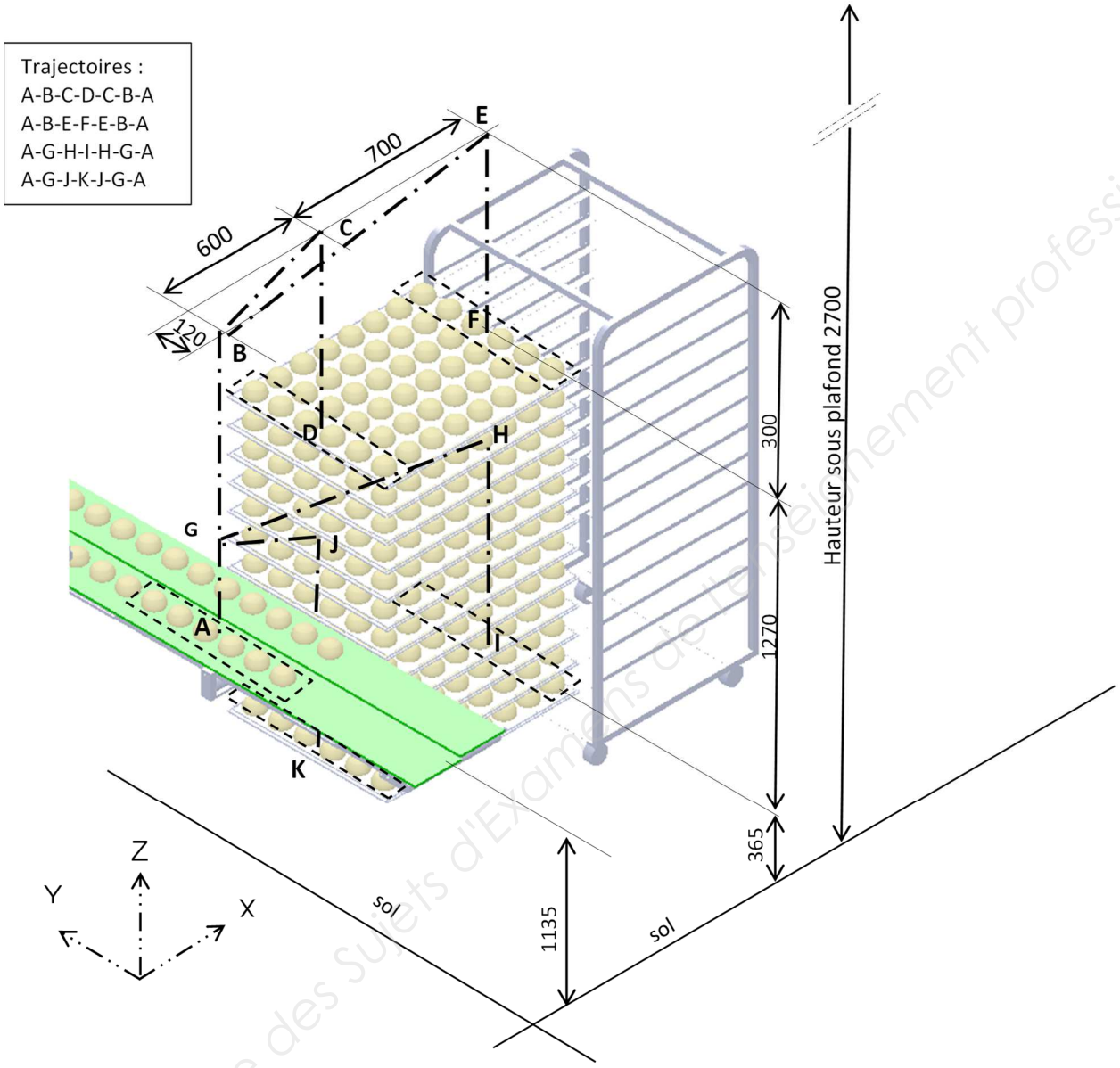
Encombrements des postes	Dimensions (m)
Attente du chariot	1 x 1
Attente des grilles	1 x 1
Chargement déchargement des grilles	1,4 x 1,4
Dépose des pâtons	1,4 x 1,4



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

Document ressources n° 2

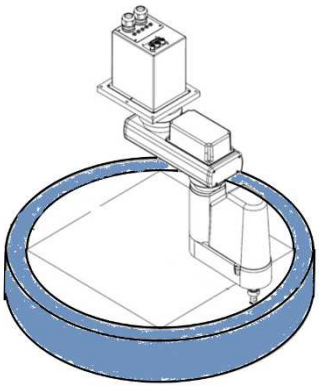
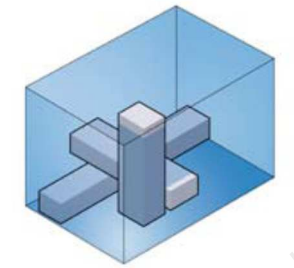
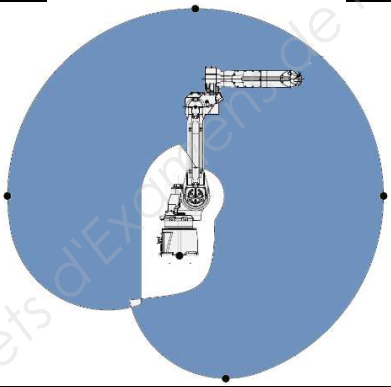
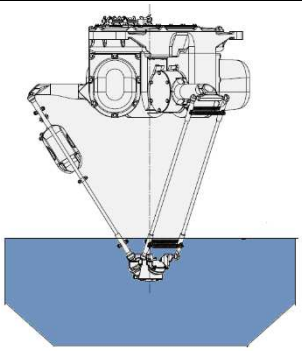
Synoptique des mouvements et trajectoires pour la dépose d'une rangée



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

Document ressources n° 3

Typologie des architectures de robot et principales caractéristiques

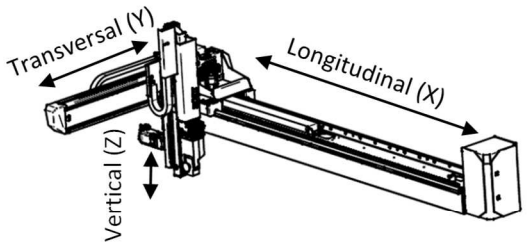
Types	Espace de travail	Caractéristiques
Robot Scara 		- portée : - diamètre : 1 600 mm maxi, - hauteur : 200 mm maxi ; - charge maxi (sous conditions) : 8 kg - répétabilité : ± 0,01 mm au mieux - vitesse maxi (sous conditions) : - axe 1 et 2 : 6 m/s - axe Z : 1,1 m/s - axe U : 2 600 deg/s - coût moyen - robot 4 axes très rapide - montage au plafond, très compact pour encombrement réduit
D		- portée adaptable au besoin : - longueur : 9 000 mm maxi, - largeur : 2 000 mm maxi, - hauteur : 3 000 mm maxi ; - charge maxi (sous conditions) : 50 kg - répétabilité : ± 0,01 mm au mieux - vitesse maxi (sous conditions) : 3 m/s - coût moyen - robot 3 à 5 axes
Robot poly articulé 		- portée adaptable au besoin : - rayon d'action : 4 000 mm maxi - charge maxi (sous conditions) : 2 000 kg - répétabilité : ± 0,02 mm au mieux, - vitesse maxi : jusqu'à 400 °/s par axe - coût élevé - robot de 4 à 6 axes rotatifs pour la manutention sur des plans qui ne sont pas parallèles aux autres
Robot Delta 		- portée : - diamètre : 1 600 mm maxi, - hauteur : 500 mm maxi ; - charge maxi (sous conditions) : 12 kg - répétabilité : ± 0,02 mm au mieux - vitesse élevée, jusqu'à 200 cycles par minutes - coût élevé - robot rapide et flexible à 3, 4 ou 6 axes - solution suspendue compacte

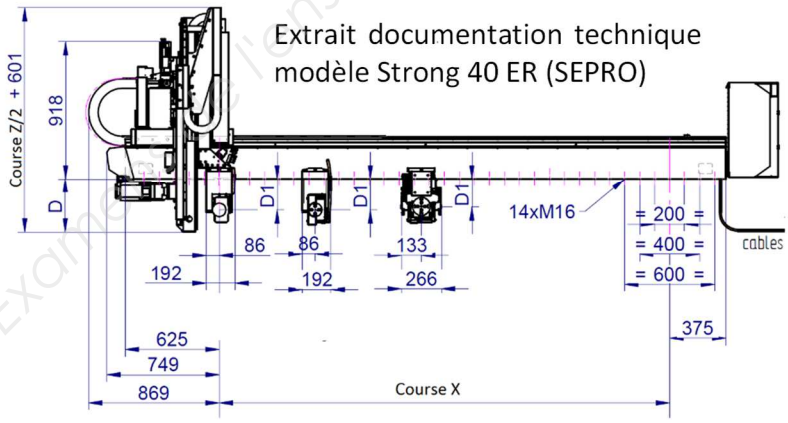
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document ressources n° 4

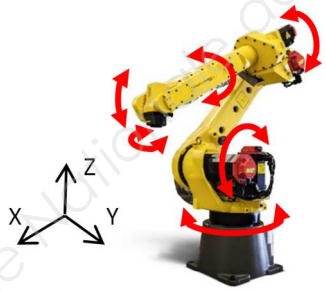
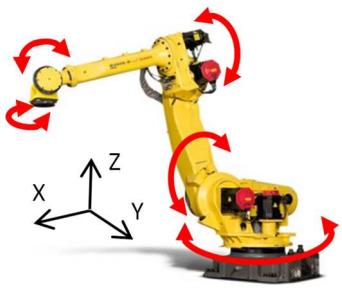
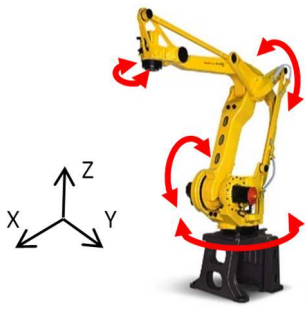
Caractéristiques de robots cartésiens à axe vertical télescopique (encombrement réduit) d'après données Société SEPRO

Modèles	 S7 – 45 ER	 Strong 40 ER	 Strong 50 ER
Course longitudinale de l'axe X (mm)	3 000 à 10 000	2 500 à 10 000	2 000 à 6 000
Vitesse max longitudinale de l'axe X (m/s)	3	2	1,7
Course transversale de l'axe Y (mm)	1 100	1 100	900
Vitesse max transversale de l'axe Y (m/s)	2,5	1,8	2
Course verticale de l'axe Z (mm)	2 200	1 800	1 800
Vitesse max verticale de l'axe Z (m/s)	3	2,5	3
Charge maxi (kg)	30	20	15
Encombrement vertical Z (mm)	Course Z / 2 + distance E (voir schéma ci-dessous)		
Distance E (mm)	779	601	782





Mobilités et axes d'un robot polyarticulé

Robot 6 axes	Robots 5 axes	Robot 4 axes
		
Mouvements du poignet (pièce)	Mouvements du poignet (pièce)	Mouvements du poignet (pièce)

	Trans.	Rot.
X	Oui	Oui
Y	Oui	Oui
Z	Oui	Oui

	Trans.	Rot.
X	Oui	Non
Y	Oui	Oui
Z	Oui	Oui

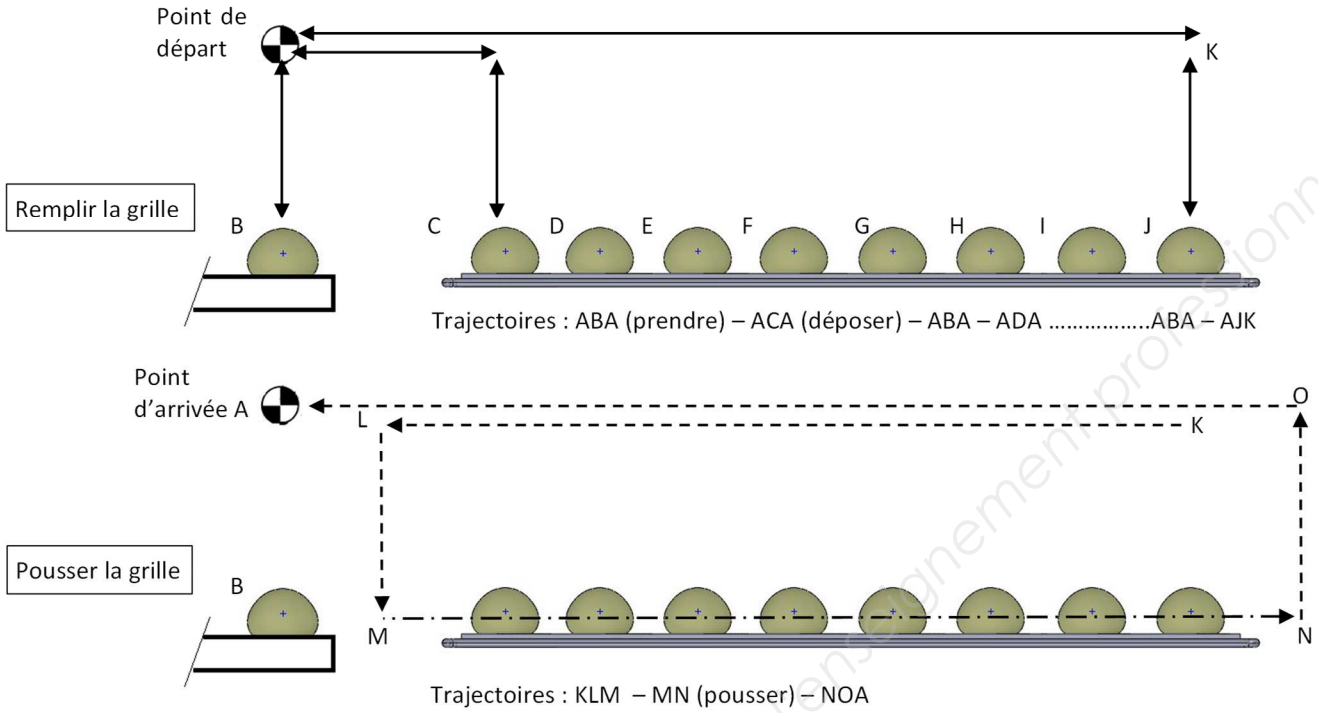
	Trans.	Rot.
X	Oui	Non
Y	Oui	Non
Z	Oui	Oui

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

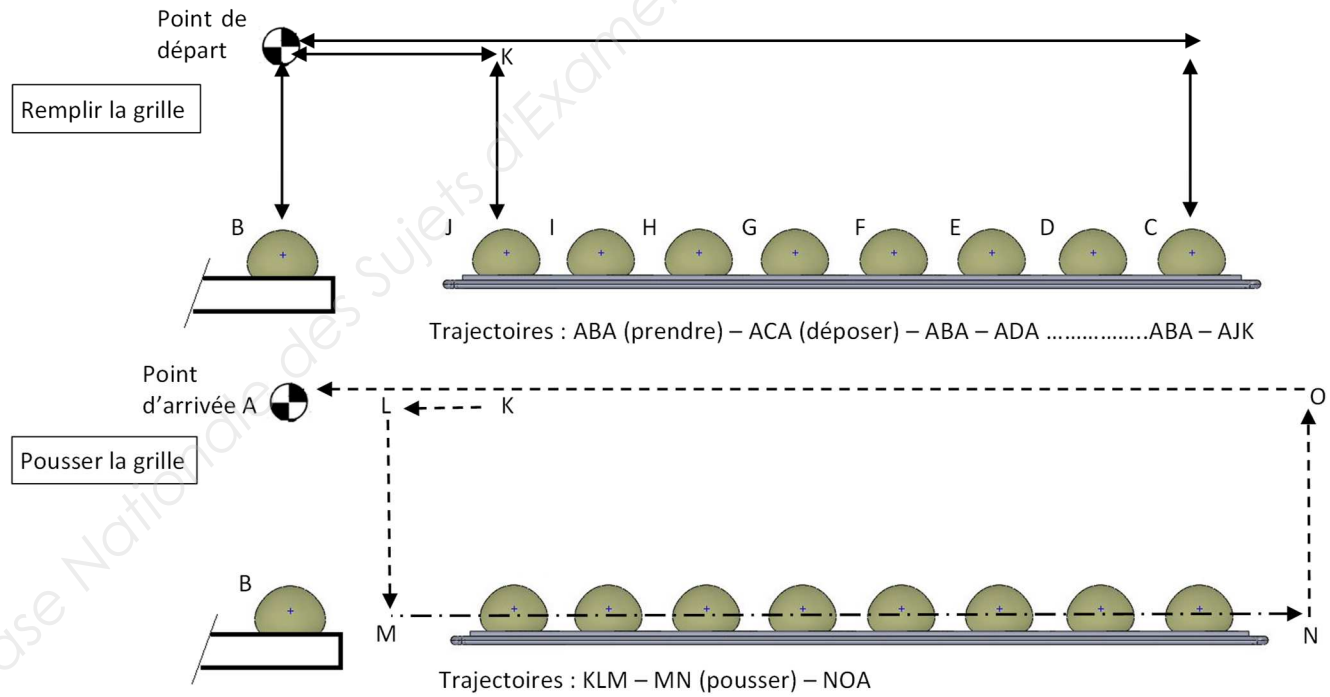
Document ressources n° 5

Stratégies pour remplir et pousser les grilles

Stratégie 1



Stratégie 2



Trajectoires	ABA	ACA	ADA	AEA	AFA	AGA	AHA	AIA	AJK	KLM	MN	NOA
Durées stratégie 1 (s)	1	2	2,3	2,7	3	3,4	3,7	4	2,7	1,8	1,8	1,7
Durées stratégie 2 (s)	1	4,3	4	3,7	3,4	3	2,7	2,3	1,5	0,7	1,8	1,7

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

Document ressources n° 6

Tableau des coûts matériels pour les architectures de commande

Désignation du matériel	Prix
IHM	500 €
ATV 320	350 €
Moteur asynchrone	300 €
Moteur brushless contrôlé par le robot	4 500 €
Option de communication robot IHM ou automate programmable	800 €
Servo-variateur Lexium 32	1 200 €
Moteur brushless contrôlé par Lexium 32	1 000 €
Automate programmable M340 complet	3 500 €

Liste des bus de terrain disponible en option sur le robot

Profibus Maître/Esclave
Profinet
Profisafe
DeviceNET
DeviceNET Safety
Ethernet IP
Ethernet Safety
Socket Messaging
Modbus TCP

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

Document ressources n° 7

Liste des bus de terrain disponibles sur l'automate

Guide de choix

Plateforme d'automatisme
Modicom M340
Communication, ports intégrés et modules

Applications		Communication Ethernet	
Type d'appareil		Processeurs avec port Modbus/TCP intégré	Modules Ethernet
			
Protocoles réseau		Ethernet Modbus/TCP	
Structure	Interface physique	10BASE-T/100BASE-TX	
	Type de connecteur	RJ45	
	Méthode d'accès	CSMA-CD	
	Débit binaire	10/100 Mbit/s	
Medium		Câble cuivre double paire torsadée, catégorie CAT 5E Fibre optique via système de câblage ConneXium	

Applications		Communication CANopen	Communication AS-Interface
Type d'appareil		Processeurs avec port CANopen intégré	Module bus capteurs/ actionneurs AS-Interface
			 
Protocoles résau		CANopen	AS-Interface
Structure	Interface physique	ISO 11898 (connecteur type SUB-D 9 contacts)	Standard AS-Interface V3
	Type de connecteur	SUB-D 9 contacts	SUB-D 3 contacts
	Méthode d'accès	CSMA/CA (accès multiple)	Maître/esclave
	Débit binaire	20 Kbit/s...1 Mbit/s selon distance	167 Kbit/s
Medium		Câble cuivre double paire torsadée blindée	Câble AS-Interface bifilaire

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

Document ressources n° 8

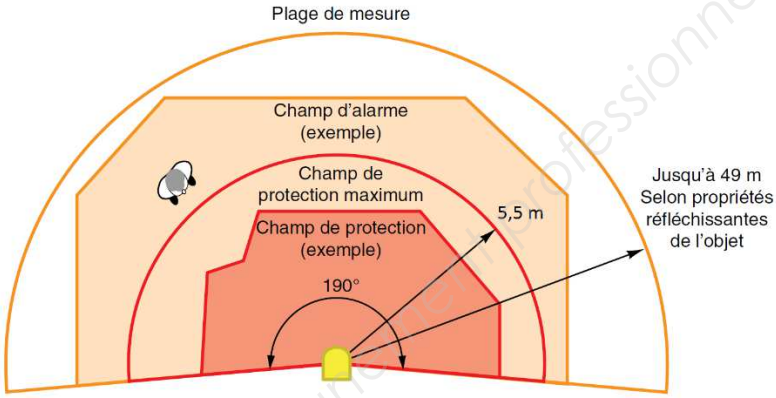
Scrutateur laser SICK S3000 standard de portée 5,5 m



Une intrusion dans le champ d'alarme déclenche un voyant ou une alarme sonore.
Une intrusion dans le champ de protection déclenche l'arrêt des mouvements dangereux de la machine.

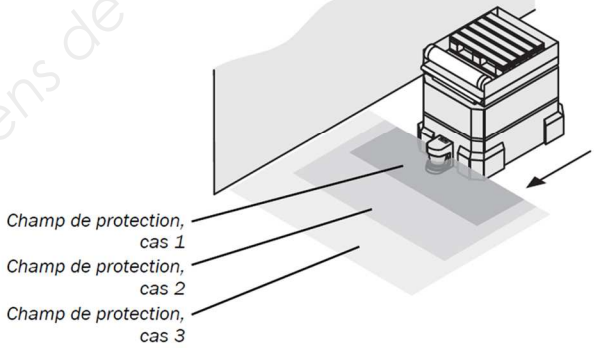
Possibilité de configurer des champs de forme irrégulière.

Nombre de champs de protection	1
Nombre de champs d'alarme	1
Portée champ de protection (en m)	5.5
Portée champ d'alarme (en m)	49
Angle de balayage (en °)	190
Résolution (en mm)	30, 40, 50, 70, 150
Dimensions (en mm)	155 x 185 x 160
Prix (en euros)	4800

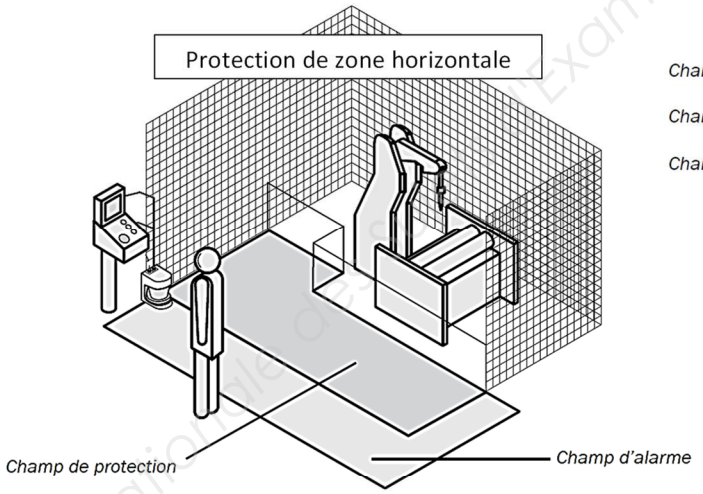


Exemples d'applications :

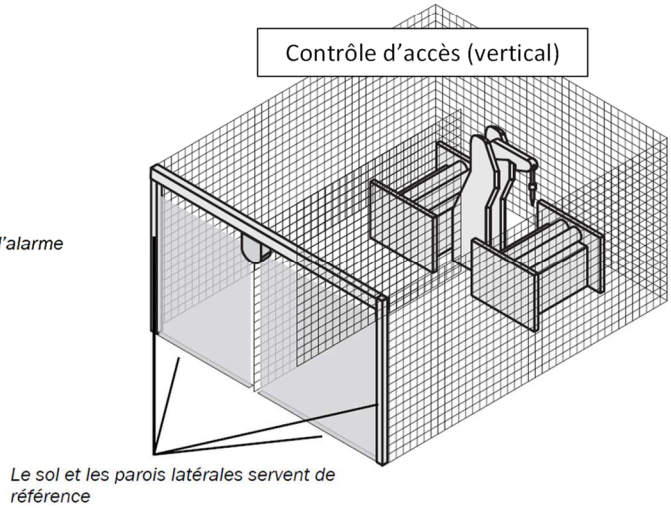
Détection de collision sur chariots (horizontal)



Protection de zone horizontale



Contrôle d'accès (vertical)



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

Document-réponse n° 1

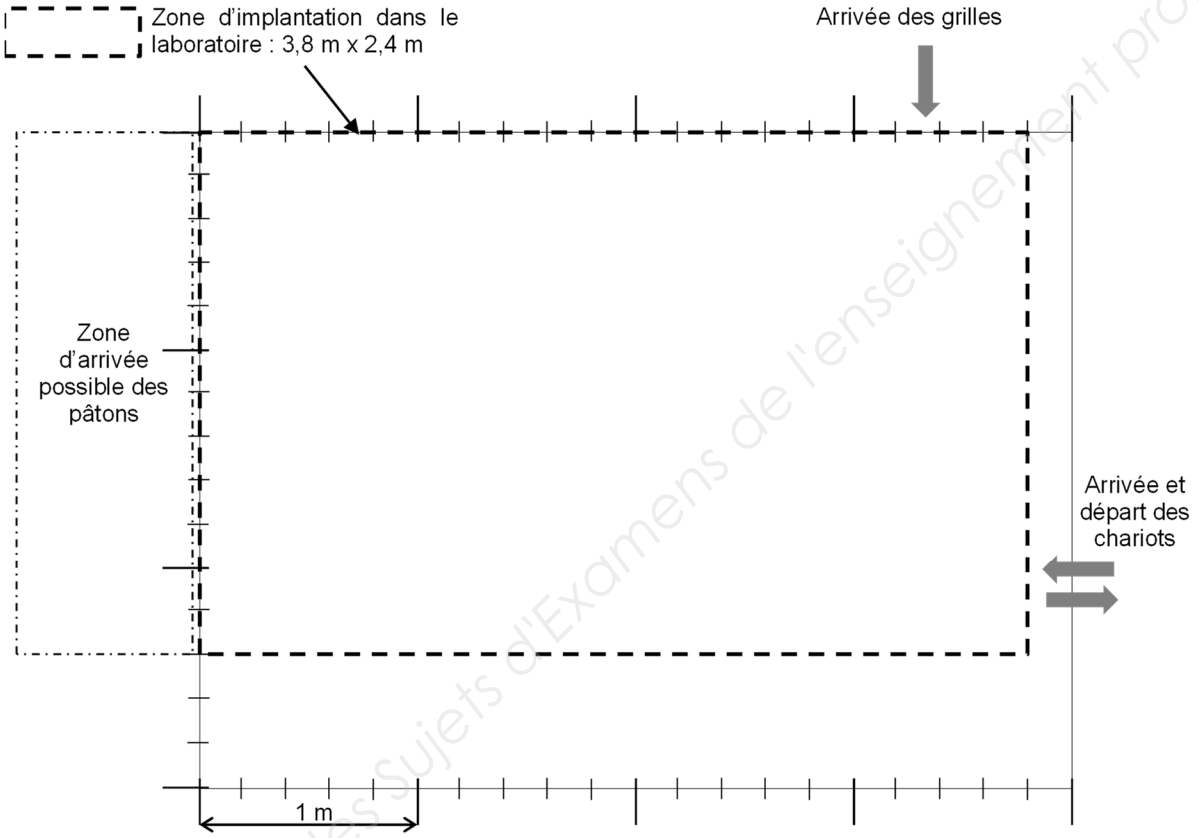
Choix d'un processus pour le remplissage des chariots

Comparaison de 2 processus

Question 3

Implantation processus 1

Encombrements des postes	Dimensions (m)
Attente du chariot	1 x 1
Attente des grilles	1 x 1
Chargement déchargement des grilles	1,4 x 1,4
Dépose des pâtons	1,4 x 1,4



Question 4

	Processus 1	Processus 2
Opérations manuelles restantes		
Nombre de postes		
Respect zone d'implantation		

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

Document-réponse n° 2

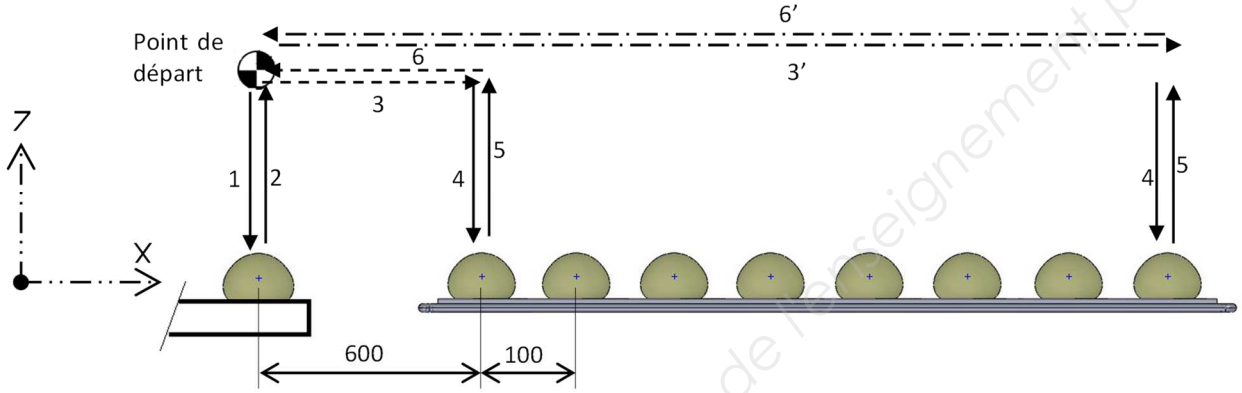
Choix d'un processus pour le remplissage des chariots

Respect de la cadence demandée

Question 5

Temps disponible pour déposer une rangée sur une grille

Question 6



Mouvement	Course (mm)	Durée (s)
1 Descente suivant Z	150	
Saisie	/	0,5
2 Montée suivant Z	150	
3 ou 3' Translation suivant X		
4 Descente suivant Z	150	
Libération		0,5
5 Montée suivant Z	150	
6 ou 6' translation suivant X		

Question 7

Durée totale pour déposer la rangée dans le cas le plus défavorable

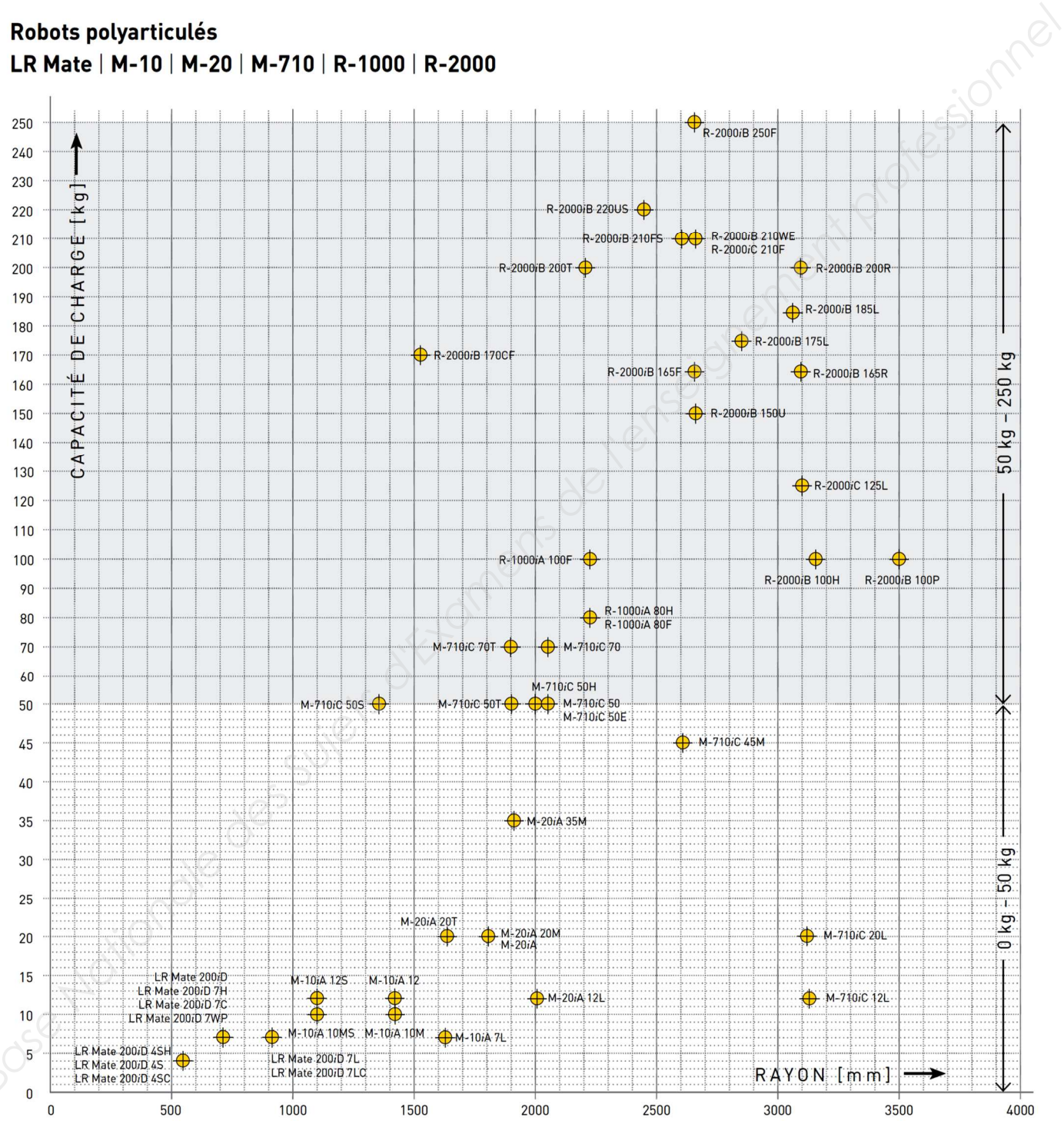
Conclusion

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

Document-réponse n° 3
Choix de la technologie de manipulation

Question 11

Situation du besoin de l'application sur le diagramme charge – rayon d'action :



Référence du robot et justification :

Base de données fournie par le constructeur FANUC à des fins d'enseignement professionnel

Document-réponse n° 4
Architecture matérielle

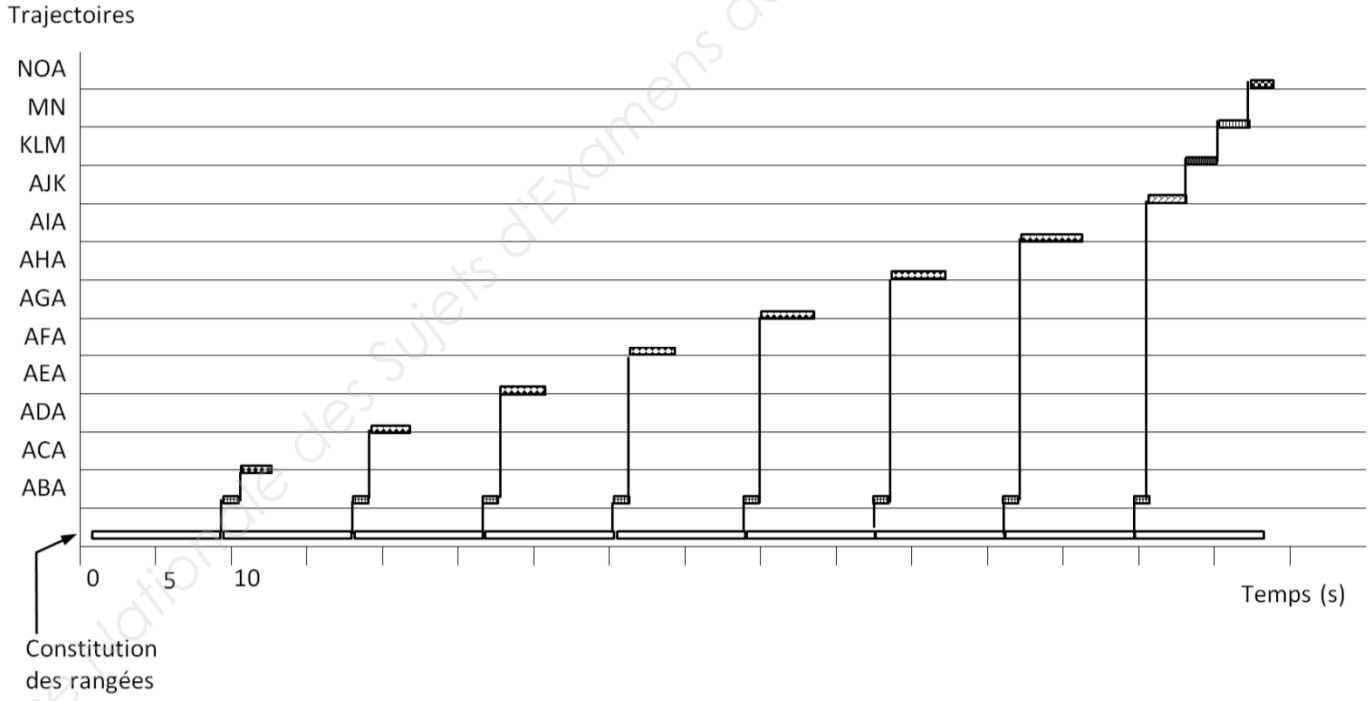
Stratégie de remplissage de la grille et respect de la cadence

Question 12
Inconvénients de la solution 1, consistant à tirer les grilles du chariot vers le support par l'unité de rangement

Question 13
Diagramme de Gantt pour la solution 2 :

Trajectoires	ABA	ACA	ADA	AEA	AFA	AGA	AHA	AIA	AJK	KLM	MN	NOA
Durées stratégie 1 (s)	1	2	2,3	2,7	3	3,4	3,7	4	2,7	1,8	1,8	1,7
Durées stratégie 2 (s)	1	4,3	4	3,7	3,4	3	2,7	2,3	1,5	0,7	1,8	1,7

Durée de constitution d'une rangée de pâtons : 8,7 s.



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

Document-réponse n° 5
Architecture de la commande

Question 14

Tableau des coûts matériels pour l'architecture de commande n° 1 :

Désignation du matériel	Quantité	Prix unitaire
Coût total de l'architecture n° 1		

Tableau des coûts matériels pour l'architecture de commande n° 2 :

Désignation du matériel	Quantité	Prix unitaire
Coût total de l'architecture n° 2		

Architecture retenue :

Question 15

Option de communication (bus terrain) compatible entre le robot et l'automate programmable

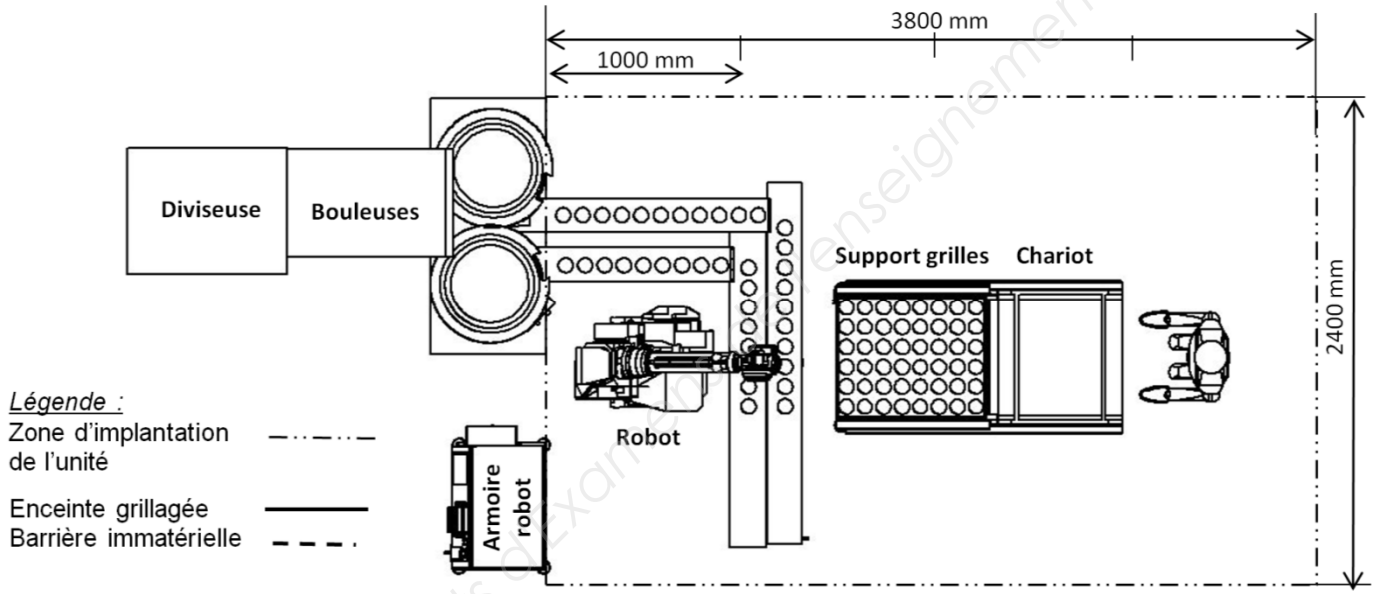
Base nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel

Document-réponse n° 6
Équipement de sécurité

Question 16
Risques mécaniques :

Écrasement	Happement, enroulement	Chocs	Perforation	Abrasion	Projections de pièces

Question 17
Solution de protection par enceinte grillagée et barrière immatérielle

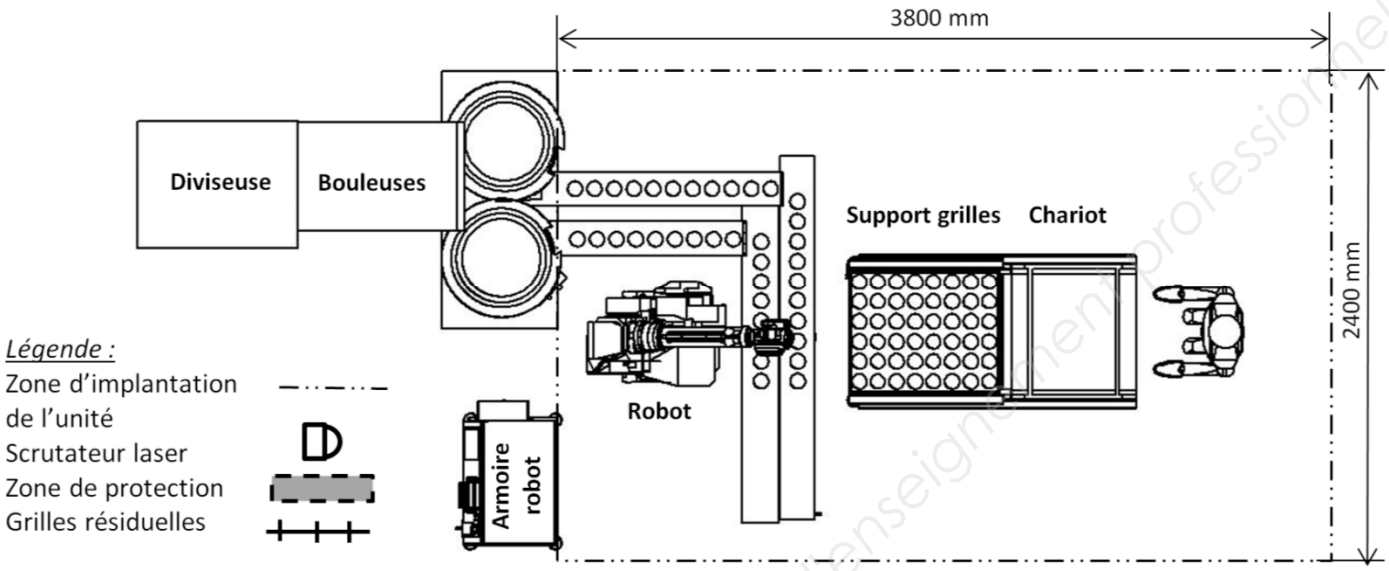


Question 18
Coût de la solution par enceinte grillagée et barrière immatérielle

Base Nationale des Sujets d'examen de l'enseignement professionnel

Document-réponse n° 7
Équipement de sécurité

Question 19
Solution de protection par scrutateur laser et grilles résiduelles



Question 20
Coût de la solution par scrutateur laser et grilles résiduelles

Question 21
Conclusion sur le choix de solution de protection

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

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.