

**Baccalauréat Professionnel
« Maintenance des Équipements Industriels »**

ÉPREUVE E2

Analyse et préparation d'une activité de maintenance

SESSION 2021

CORRIGÉ

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 1/13

Problématique générale :

Le palettiseur ne pouvant pas suivre le rythme de travail de l'ensacheuse, des arrêts intempestifs stoppent la production. Dans une démarche de réduction des coûts énergétiques dans laquelle l'entreprise s'est engagée (Norme ISO 50001), le bureau d'étude propose d'augmenter la cadence de fonctionnement du palettiseur.

La solution retenue : Le grappin du préhenseur doit pouvoir prendre deux sacs au lieu d'un actuellement.

La modification du grappin du préhenseur permettra de gagner du temps de cycle sur le palettiseur, sur l'ensemble de la ligne de production de conditionnement et donc moins consommer.

La sécurité du palettiseur doit également être améliorée.

Problématique N°1 :

Pour permettre la préhension de 2 sacs, nous devons rallonger les griffes du grappin à l'aide de vérins.

Le service maintenance est chargé :

- D'estimer les coûts de la modification du préhenseur afin de vérifier si l'intervention sera amortie financièrement.
- De calculer le coût énergétique gagné grâce à cette modification

Pour information : l'arrêt programmé pour la mise en sécurité de la machine se fera parallèlement à cette modification mais ne sera pas traité dans cette problématique.

Q1	Gestion de maintenance	DTR 2 ; 3/14	Temps conseillé : 40 min	Barème : .../22
----	------------------------	--------------	-----------------------------	-----------------

Q1-1 : Quel est le total des coûts en matériels et fournitures pour la modification du **grappin** ?

3483 €

Q1-2 : Quel est le temps d'arrêt en heures débordant sur la production ? **14 heures**

Quel est le coût de non production de cet arrêt ? **4900 €**

Q1-3 : En cumulant le temps nécessaire à la réalisation de chaque étape et du nombre de techniciens mobilisés, calculer le nombre d'heures nécessaires pour la réalisation de cette modification.

70 heures

Quel est le coût total de cette main d'œuvre pour cette modification ? **5950 €**

Q1-4 : Les arrêts de production de la ligne de l'ensacheuse automatisée dus à l'attente du palettiseur sont de 15 h/mois.

Quel coût mensuel cela représente ? **5250 €**

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 2/13

Grâce à la modification de la griffe, les arrêts seront divisés par 2 et sachant que l'estimation globale du coût de cette intervention est estimée à 14500 €.

Dans combien de temps l'intervention sera-t-elle amortie (en mois) ? **5,52 mois**

Q1-5 : La consommation électrique de l'ensemble de la ligne de production dans les phases d'arrêt de production n'est pas négligeable (15 h/mois). En effet les tapis, les cribleurs et surtout les dépoussiéreurs tournent continuellement, le tout représentant une consommation de 80 kw/h.

Sachant que le prix du Kw/h est de 8 centimes d'euros, calculer le coût énergétique avant la modification.

pour un mois : **96 €**

pour un an : **1152 €**

Quel est le gain énergétique (en euros) de l'entreprise sur cette ligne de production après la modification du grappin du palettiseur sur une année ?
(On rappelle que les arrêts sont divisés par 2).

576 €

Q1-6 : Faire le bilan de cette modification (coût de modification, coût énergétique). L'intervention est-elle justifiée ? (Vous argumenterez votre réponse).

L'intervention est justifiée car elle sera amortie rapidement. De plus l'entreprise économise de l'argent chaque mois sur la consommation énergétique et respect donc la norme 50001, norme dans laquelle l'entreprise s'est engagée sur la réduction des coûts énergétique.

Problématique N°2 :

La modification du grappin implique des modifications pneumatiques. L'élargissement du grappin se fera par 2 vérins pour le déport vertical des griffes et 2 autres vérins pour le déport horizontal. Vous devez choisir les composants et compléter les nouveaux schémas.

Q2	Modification de la partie pneumatique	DTR 4 ; 5 ; 6/14	Temps conseillé : 60 min	Barème : .../46
----	---------------------------------------	------------------	-----------------------------	-----------------

Q2-1 : Analyse du schéma pneumatique (DQR 9/19). Compléter le tableau suivant.

Repère	Désignation	Fonction dans le système
0V1	<i>Sectionneur pneumatique 3/2 à commande manuel avec verrouillage</i>	<i>Purger et isoler le circuit pneumatique du système</i>
0V2	<i>Régulateur de pression ou détendeur</i>	<i>Maintenir la pression dans le circuit à une valeur stable et réglable</i>
1V1	<i>Distributeur pneumatique 5/3 monostable à centre fermé avec commande électropneumatique</i>	<i>Alimenter en air le vérin ouverture/fermeture des griffes (1A)</i>
2V3	<i>Réducteur de débit unidirectionnel</i>	<i>Permet de régler la vitesse de sortie du vérin maintien sac(s) (2A)</i>

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 3/13

Q2-2 : Dans le cadre de la Norme ISO 50001, le bureau des méthodes a décidé d'installer des vérins IVAC. Donner les principaux avantages de ce type de composant.

Réponse : - **Réduction de la consommation d'énergie**
 - **Economies d'air comprimé en réduisant au minimum le circuit pneumatique**
 - **Gain de temps (temps d'installation et de mise en service)**

Q2-3 : L'élargissement du grappin se fera par 2 vérins IVAC pour le déport vertical des griffes et 2 autres vérins IVAC pour le déport horizontal.

Travail demandé :

Q2-3-1 : Compléter le bon de commande de ces vérins à l'aide des caractéristiques ci-dessous.

- **Caractéristiques des vérins déport horizontal : vérins Ø63 course 200 mm avec tige en acier chromé dur, distributeur 5/3 à centre fermé monostable à commande électrique**
 - **Caractéristiques des vérins déport vertical : vérins Ø32 course 50 mm avec tige en acier chromé dur, distributeur 5/2 monostable à commande électrique**

Bon de commande				
Question	Désignation	Référence	cochet la fonction du distributeur (*)	Quantité
Q2.3	Vérin IVAC	PRA/882063/MIB/M4/200	5/2(élec/ressort) <input type="checkbox"/> 5/2(élec/élec) <input type="checkbox"/> 5/3(CF) <input checked="" type="checkbox"/> 5/3(CO) <input type="checkbox"/>	2
	Vérin IVAC	PRA/882032/MIB/M4/50	5/2(élec/ressort) <input checked="" type="checkbox"/> 5/2(élec/élec) <input type="checkbox"/> 5/3(CF) <input type="checkbox"/> 5/3(CO) <input type="checkbox"/>	2
Q2.5	Régulateur de pression	R.01 KG		1

(*) **CF : centre fermé - CO : centre ouvert**

Q2-3-2 : Modifier le schéma pneumatique sur la page DQR 9/19 **zone 1 (a et b)**, afin d'intégrer l'alimentation en air des vérins déport vertical et déport horizontal.

Q2-4 : La modification nous impose de contrôler le niveau de pression minimum et maximum dans l'installation de façon précise. Pour cela on vous demande d'implanter un détecteur de pression électronique repère **0S1** que nous avons en stock au magasin.

Référence : XMLR010•2P05

Q2-4-1 : Vérifier la compatibilité du détecteur de pression avec le système en complétant le tableau ci-dessous.

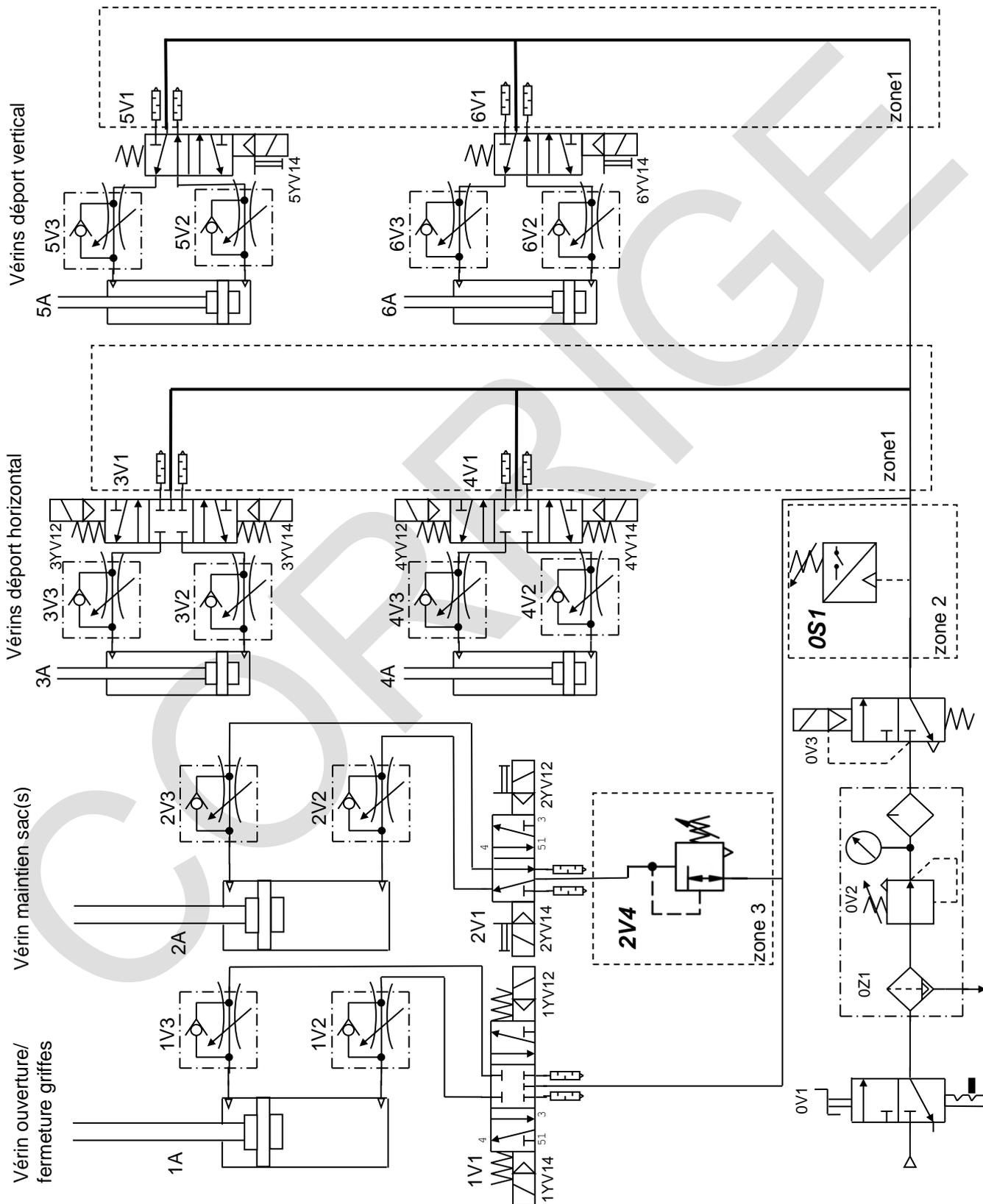
Données : Pression du réseau 6bar ; Raccord G1/4 ; Entrée automate : logique positive (PNP)		
Entrée du fluide	GAZ 1/4 A femelle	Le composant est-il compatible : <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non
Plage de pression (en bar)	0 à 10 bars	
Configuration sortie de commutation	2 x PNP	

Q2-4-2 : Implanter le détecteur de pression avec son repère sur le schéma pneumatique de la page DQR 9/19 **zone 2**.

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 4/13

Q2-5 : Le responsable du service maintenance profite de cette modification pour installer un régulateur de pression sur le vérin maintien des sacs. En effet, en fonction de la taille des sacs, le maintien trop important déchire des sacs.

- Compléter le bon de commande ci-dessus pour installer le régulateur de pression avec verrouillage repère 2V4 avec des orifices G1/4 et un débit de 1100 l/mn.
- Implanter ce composant avec son repère sur le schéma pneumatique de la page DQR 9/19 **zone 3**.



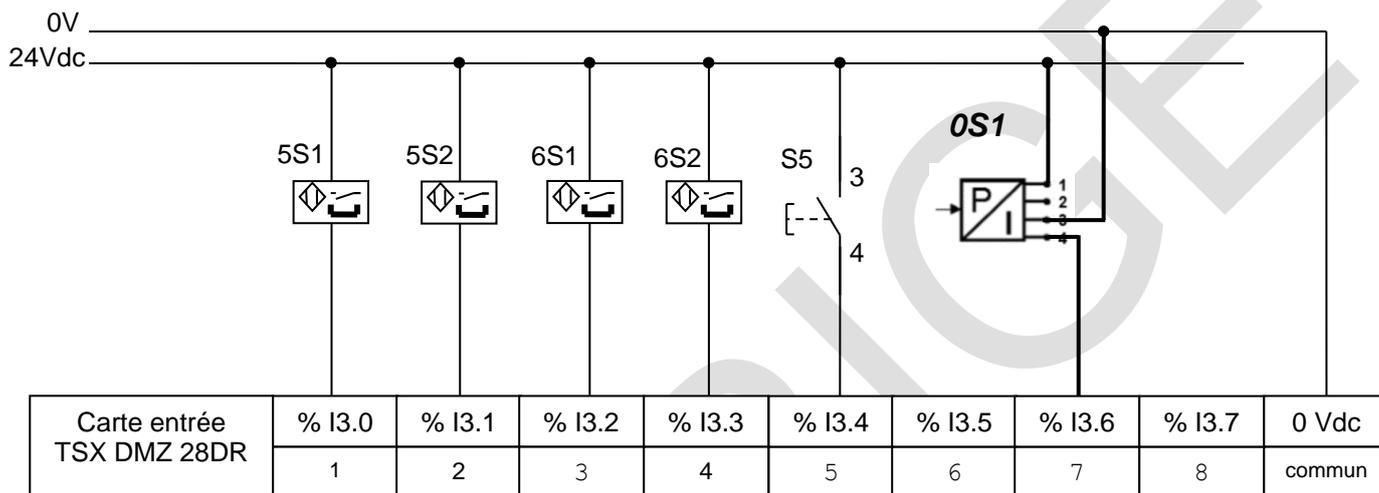
BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 5/13

Problématique N°3 :

La modification du grappin entraîne une modification des circuits de commande, du programme de l'automate ainsi que la mise à jour du dossier technique.

Q3	Modification de la partie commande	DTR 5 ; 6 ; 7/14	Temps conseillé : 50 min	Barème : .../46
----	------------------------------------	------------------	-----------------------------	-----------------

Q3-1 : Raccorder le détecteur de pression électronique à la carte d'entrée de l'automate en vous aidant du tableau d'affectation des E/S de l'automate. Nous utiliserons la sortie 1 (out1) du détecteur de pression.



Q3-2 : Vous devez à présent compléter le tableau ci-dessous afin d'ajuster la valeur de réglage du point de commutation haut (FH1) et du point de commutation bas (FL1) du pressostat électronique.

	Paramètres	Plage de Pression à surveiller	Réglage
Pression nominale	PN	7 bar	100 %
Point de commutation haut	FH1	6 bar	85,7 %
Point de commutation bas	FL1	3,5 bar	50 %

Q3-3 : A l'aide des données ci-dessous, finaliser le tableau afin de paramétrer le pressostat électronique.

Données :

- Sortie de commutation est en mode fenêtre
- Contact normalement fermé (NC)
- Unité de pression le bar
- Capteur monté « tête en bas ». On souhaite inverser l'orientation de l'affichage (180°) pour plus de facilité de lecture et la valeur affichée sera rafraîchie toutes les 50 ms.

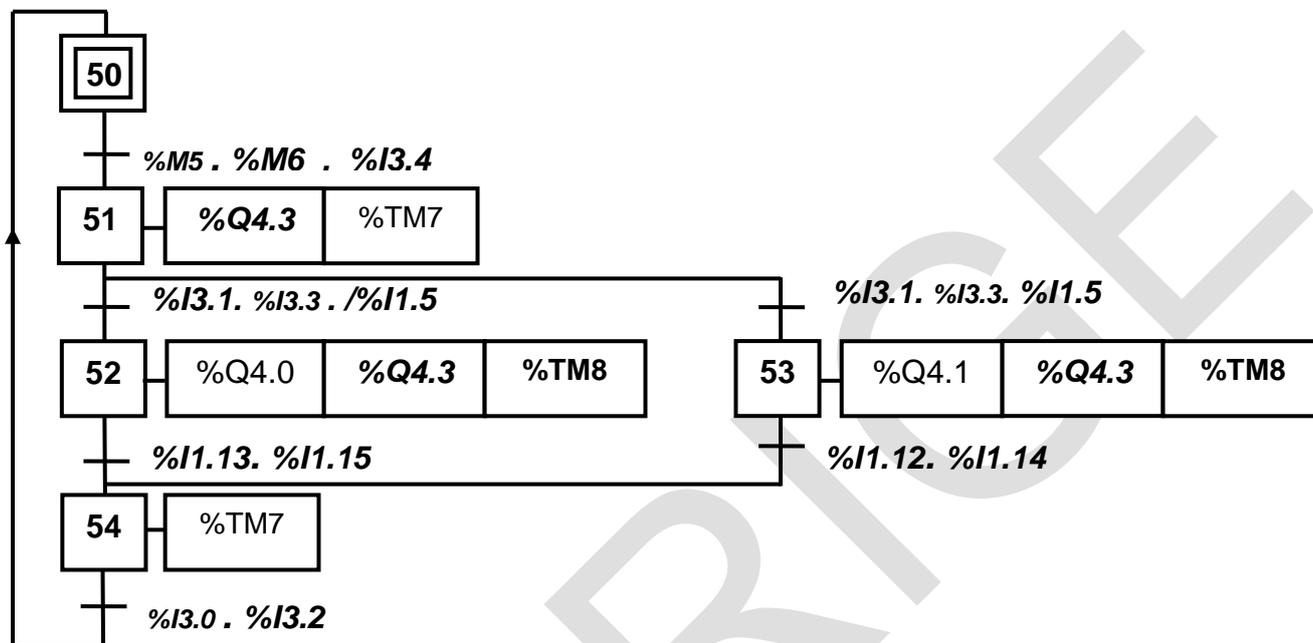
Nom du menu	Réglage du pressostat sur le palettiseur
FH1 (Q3.2)	85 %
FL1 (Q3.2)	50 %
Out1	Fnc
Uni	bar
diS	rd1

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 6/13

Q3-4 : Lors des essais, un message d'erreur apparaît sur le pressostat électronique. Quelle est la signification de ce message ?

Message d'erreur	Signification de la défaillance
UL	Signifie que la pression appliquée est en dessous de la pression mesurable (<5 % de la pression nominale)

Q3-5 : La modification du grappin nécessite la création d'un nouveau GRAFCET pour permettre aux griffes de prendre 2 sacs. Compléter le GRAFCET « point de vue automate » ci-dessous :



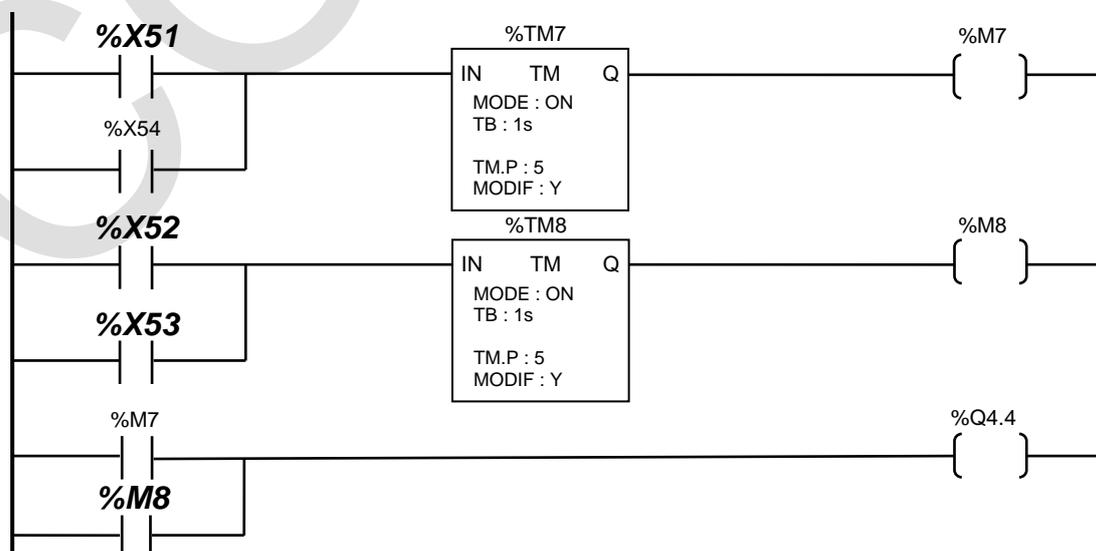
Q3-6 : A l'aide du DQR 9/19, pourquoi sommes-nous obligés de maintenir l'action « sortir tiges déport vertical » dans les étapes 52 et 53 ?

Car les distributeurs 5V1 et 6V1 sont des distributeurs 5/2 monostable. Il faut donc maintenir l'alimentation des électrovannes pour laisser les tiges des vérins sorties.

Q3-7 : Le service maintenance souhaite signaler un « défaut grappin » si le temps de mouvement imparti (5s) pour le déplacement des vérins est dépassé.

A l'aide du GRAFCET, compléter l'étiquette %L60 ci-dessous afin de prendre en compte cette demande.

%L60



BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 7/13

Problématique N°4 :

La grosse intervention mécanique, pneumatique et électrique étudiée précédemment va avoir lieu pendant l'arrêt de production.

Vous êtes un chargé d'intervention et vous serez secondé par un technicien pour les travaux sur le préhenseur afin de démonter le grappin.

Q4	Préparation de l'intervention mécanique	DTR 8 ; 9 ; 10 ; 14/14 ; DQR 9/19	Temps conseillé : 50 mn	Barème :/44
----	---	-----------------------------------	-------------------------	-------------------

Q4-1 : Quel doit être le niveau d'habilitation de la personne qui assurera la consignation de l'installation pour tous les techniciens afin de travailler en toute sécurité ? (Cocher la bonne réponse).

B0 BS B1V **BC** BR

Q4-2 : Donner la désignation et les repères des 2 composants que cette personne devra condamner afin, de mettre hors énergie cette installation et ainsi que vous puissiez effectuer votre intervention en toute sécurité.

Pré-identification :

- En pneumatique : **Sectionneur pneumatique 0V1**
- En électrique : **Interrupteur sectionneur général QG**

Q4-3 : Enumérer les différentes étapes d'une consignation électrique, sachant que la pré-identification vient d'être réalisée.

1. **Séparer**
2. **Condamner**
3. **Identifier**
4. **V.A.T.**
5. MALT et en CC

Q4-4 : Quel document obligatoire la personne chargée de la consignation devra signer et apporter au chargé de travaux.

ATTESTATION DE CONSIGNATION

Q4-5 : Habilité BR, aurez-vous besoin d'un ordre de travail pour commencer cette intervention sur le grappin ?

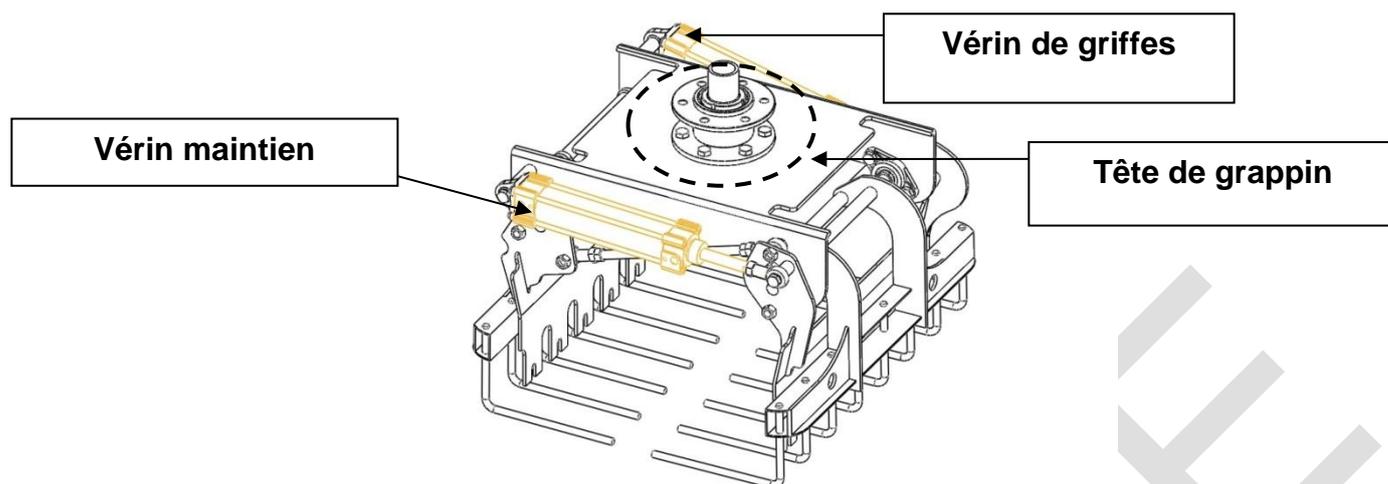
oui non

Q4-6 : L'opérateur qui va vous aider, a un niveau d'habilitation B0. Sachant qu'il effectuera uniquement les opérations mécaniques sur le système hors tension, son niveau d'habilitation est-il suffisant ?

oui non

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 8/13

Q4-7 : En vue de la modification des deux griffes N°4 et N°6 on vous demande de **compléter** la gamme de démontage suivante (La gamme ne porte que sur le démontage de la **griffe N°6**).



Etape	Nom de la pièce	Repère	Action à réaliser	Outillage utilisé
1	Corps de grappin	1	Elinguer le grappin	Engin de manutention et élingues
2	Ecrous de tête de grappin	11	Dévisser	Clé plate
3	Corps de grappin	1	Transport	établis
4	... Vis ...	14.6 et 14.7	Dévisser	Clé plate
5	... Vis ...	14.8 et 14.9	Dévisser	Clé plate
6	Vérins	8C et 8G	Retirer	A la main
7	Ecrous	11.1 et 11.2	Dévisser	Clé plate
8	Bielle	10C	Retirer	A la main
9	Vis	14.1 et 14.2	Dévisser	Clé plate
10	Bielle	10G	Retirer	A la main
11	Vis pressions de 2C1 et 2C2		Dévisser	Clé 6 pans
12	Ecrous	11.3 et 11.4	Dévisser	Clé plate
13	Ecrous	11.5 et 11.6	Dévisser	Clé plate
14	Vis pressions de 2G1 et 2G2		Dévisser	Clé 6 pans
15	Maintien gauche	7	Retirer	A la main
16	Griffe gauche	6	Retirer (déport vers un coté pour libérer l'axe puis déport de l'autre coté)	A la main

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 9/13

Q4-8 : Compléter la nomenclature suivante.

Repère	Nombre	Nom	Références	Matière
25	1	Anneau élastique	Anneau élastique pour alésage diamètre 100	
24	1	Boîte à roulements		
23	1	Ecrou à encoches	Ecrou à encoches KM13	
22	1	Rondelle à griffes	Rondelle à griffes MB13	
21	1	Entretoise		
16	2	Roulement à billes	6013 EE	
15	1	Fusée de tête de grappin		
14.6....14.9	4	Vis	VIS hexagonale M10-40	
14,14.1....14.5	30	Vis	VIS hexagonale M16-40	
11,11.1....11.6	24	Ecrou	Ecrou hexagonale M16	
10G	1	Bielle de griffe		
10C	1	Bielle de maintien		
9C-9G	2	Chape à rotule	<i>Chape de rotule SGS-M16x1.5</i>	
8G1	1	Flasque orientable	<i>Flasque orientable SSNG-63</i>	
8G	1	Vérin griffe	Vérin pneumatique double effet Ø63 course 200	
8C1	1	Flasque orientable	<i>Flasque orientable SSNG-63</i>	
8C	1	Vérin de maintien	Vérin pneumatique double effet Ø63 course 200	Acier
7	1	Maintien gauche		Acier
6	1	Griffe gauche		Acier
5	1	Maintien droit		Acier
4	1	Griffe droite		Acier
2G3-2G4	1	Palier de la griffe 4 Axe diamètre 25	<i>Palier auto-aligneur UCFLE205</i>	
2G1-2G2	1	Palier de la griffe 6 Axe diamètre 25	<i>Palier auto-aligneur UCFLE205</i>	
2C3-2C4	1	Palier de maintien 5 Axe diamètre 25	<i>Palier auto-aligneur UCFLE205</i>	
2C1-2C2	1	Palier de maintien 7 Axe diamètre 25	<i>Palier auto-aligneur UCFLE205</i>	
1	1	Corps de grappin		Acier

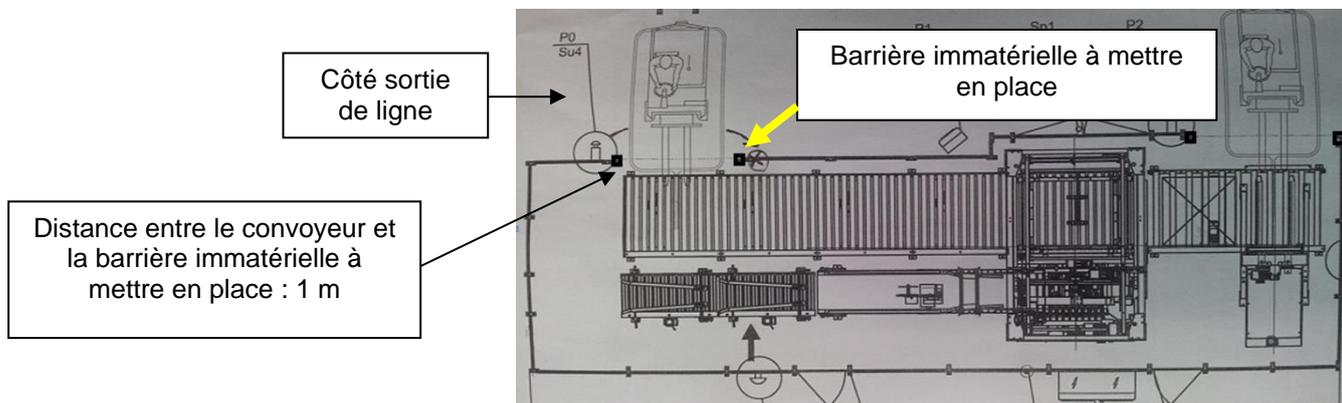
Problématique N°5 :

Sécurisation en sortie du palettiseur au niveau de l'accès convoyeur.

Suite à un accident de travail (une personne a voulu décoincer une palette sur le convoyeur), le service maintenance décide d'installer une barrière immatérielle qui stoppera l'installation dès le franchissement de la zone balisée.

Elle se trouve en sortie de ligne.

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 10/13



La barrière immatérielle devra cependant être franchie par un chariot élévateur afin de pouvoir évacuer les palettes finies.

Q5	Mise en sécurité	DTR 2 ; 11 ; 12 ; 13 ; 14/14	Temps conseillé : 40 mn	Barème : ../42
----	------------------	------------------------------	-------------------------	----------------

Q5-1 : A partir des données ci-dessous, **déterminer la référence** de la **barrière immatérielle** de sécurité de type 2 et des accessoires associés pour la fixation et le raccordement.

Données : *Détection pour la main ; hauteur protégée 910 mm ; 2 embases de fixation au sol avec ressorts ; prolongateurs de raccordement M12 coudés de 15 mètres pour l'émetteur et le récepteur.*

Matériels	Références	Nombre
Barrière immatérielle	XUSL2E30H091N	1
Module de sécurité	XPSLCMUT1160	1
Fixations au sol avec ressorts	XUSZFB2	2
Prolongateur de raccordement M12 émetteur	XZCP1264L15	1
Prolongateur de raccordement M12 récepteur	XZCP53P11L15	1

Q5-2 : Avant d'installer la barrière immatérielle de sécurité, le bureau des méthodes vous demande de calculer la distance de sécurité minimale S entre la barrière immatérielle et la zone dangereuse afin de respecter la norme EN/ISO 13855. En effet, la norme impose une distance minimale d'implantation afin que la machine puisse s'arrêter en toute sécurité.

Actuellement, la distance mesurée entre le lieu d'implantation de la barrière immatérielle et la sortie de ligne de production est de **1 m**.

Q5-2-1 : Donner la formule qui permet de calculer la distance minimale et compléter le tableau en précisant les unités de chaque terme.

Formule générale : $S = K \times (t1 + t2) + C$	Distance minimum : S	Unités mm
	Vitesse d'approche minimale du corps : K	mm/s
	Temps de réponse du dispositif de protection : t1	s
	Temps d'arrêt de la machine : t2	s
	Distance supplémentaire : C	mm

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 11/13

Q5-2-2 : Relever le temps de réponse des composants ci-dessous sur les documents du constructeur et calculer le temps de réponse t1 du dispositif de protection.

Temps de réponse de la barrière immatérielle	13ms
Temps de réponse du module de sécurité	20ms
Temps de réponse du contacteur	20ms
Sommes des temps de réponse t1 (ms)	53ms
Sommes des temps de réponse t1 (s)	0.053s

Q5-2-3 : Sachant que la capacité minimum de détection de la barrière immatérielle est la main (appelée également la résolution), relever cette capacité de détection sur les documents constructeur et calculer la distance supplémentaire C.

Résolution de la barrière immatérielle : d = 30mm	Formule	Résultat
Distance supplémentaire C (en mm)	$C = 8 \times (d - 14)$	128 mm

Q5-2-4 : A l'aide des données fournies par le bureau des méthodes sur le palettiseur et de vos résultats précédents, calculer la distance de sécurité minimale S d'implantation de la barrière immatérielle.

Compléter le tableau ci-dessous :

Vitesse d'approche minimale de la palette sur le convoyeur : K	300 mm/s
Temps de réponse du dispositif de protection (Q5.2.2) : t1	0.053 s
Temps d'arrêt de la ligne de production du palettiseur : t2	1,2 s
Distance supplémentaire (Q5.2.3) : C	128 mm
<u>Application numérique :</u>	
$S = 300 \times (0.053 + 1.2) + 128 = 503.9 \text{ mm}$	
Distance de sécurité minimale S	503.9 mm

Q5-2-5 : Sachant que la distance actuelle côté sortie de ligne est de 1 m peut-on implanter la barrière immatérielle en respectant la norme EN/ISO 13855 ?

OUI

NON

Justifié votre réponse :

La distance côté sortie de ligne est de 1 m, elle est supérieure à la distance de sécurité S donc si une personne franchie la barrière immatérielle, le système sera à l'arrêt avant que celle-ci puisse toucher la palette.

BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 12/13

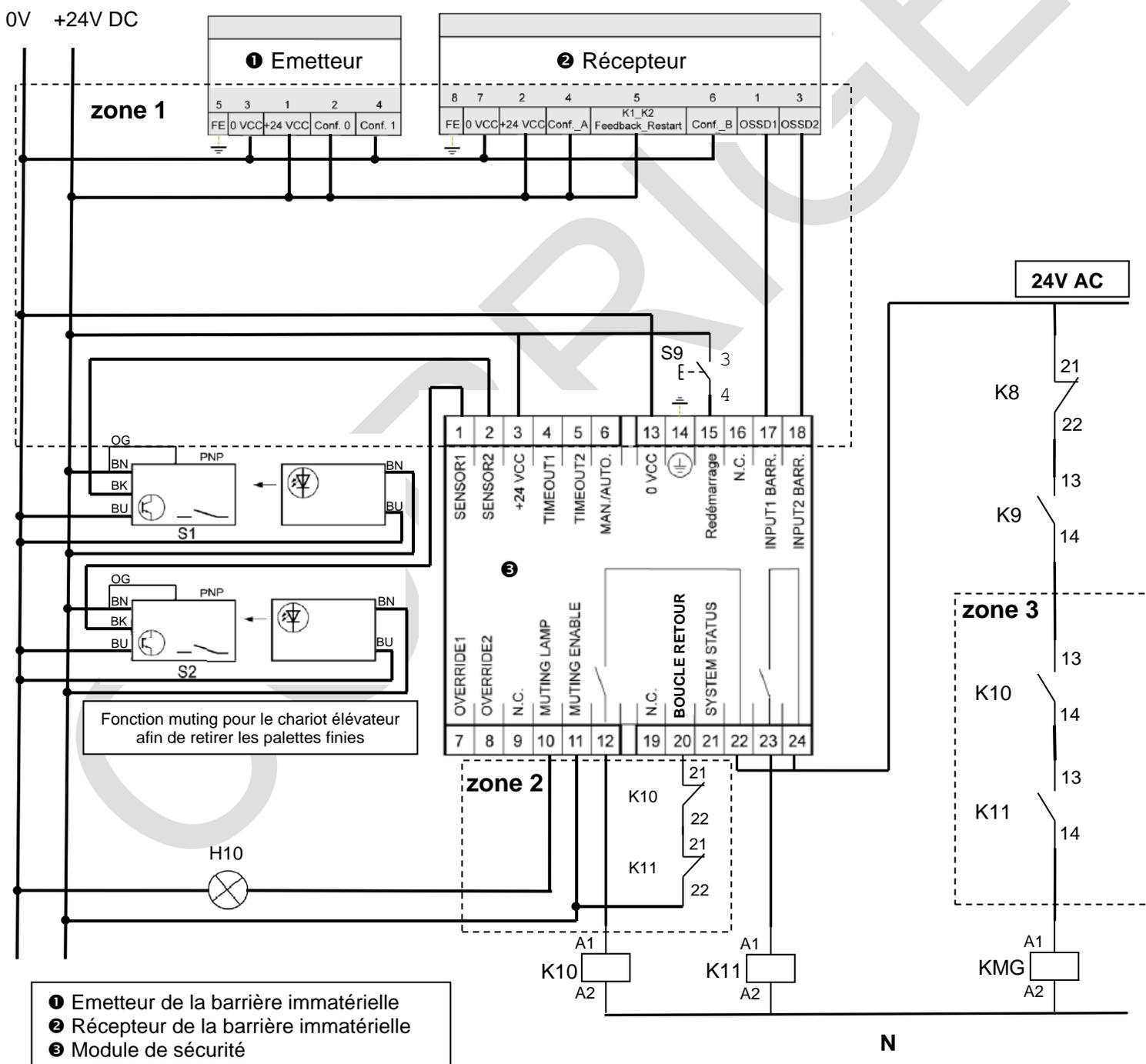
Q5-3 : A l'aide du DTR 2 et 14/14, on vous demande de vérifier si la durée nécessaire pour réaliser cette intervention est adaptée par rapport au planning de fonctionnement.

Durée de l'intervention :
7 Heures

Intervention adaptée au planning : **oui** non
Justifier votre réponse : **La durée de l'intervention est inférieure à l'arrêt programmé de 9h pour la mise en sécurité de l'accès convoyeur.**

Q5-4 : On vous demande de finir la modification du schéma de câblage ci-dessous afin d'intégrer :

- La barrière immatérielle sur le module de sécurité : zone 1
- La surveillance des contacteurs k10 et k11 (boucle retour) : zone 2
- L'autorisation de la mise en service du contacteur général KMG : zone 3



BAC PRO MEI	Code : 2106-MEI 2 1	Session 2021	CORRIGÉ
EPREUVE E2	Durée : 4 h	Coefficient : 4	DC : 13/13