

# BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

## Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.1

### Étude des spécifications générales d'un système pluritechnologique

SESSION 2020

Coefficient 3 – Durée 3 heures

#### **Matériel autorisé :**

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.  
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

**Aucun document autorisé.**

#### **Composition du dossier :**

- **sujet :**
  - **présentation du support (lecture 10 minutes)** ..... pages 2 à 4 ;
  - **partie 1 (1 heure)** ..... pages 5 à 8 ;
  - **partie 2 (50 minutes)** ..... pages 9 à 11 ;
  - **partie 3 (1 heure)** ..... pages 12 à 16 ;
- **documents techniques (DT 1 à DT 11)** ..... pages 17 à 25 ;
- **documents réponses (DR1 à DR7)** ..... pages 26 à 32.

Le sujet comporte trois parties indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre indifférent, les durées sont données à titre indicatif.

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet se compose de 32 pages, numérotées de 1/32 à 32/32.

#### **Documents à rendre agrafés aux copies :**

Documents réponses DR1 à DR7

pages 26 à 32.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 1 sur 32

# MACHINE DE PRODUCTION DE CADRES POUR CANAPÉS BZ

## PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE

L'entreprise J.P.GRUHIER. est implantée à Tonnerre dans l'Yonne et existe depuis 1973. Son activité est la production de sièges d'ameublement d'intérieur et plus particulièrement de banquettes « clic-clac » et de canapés « BZ », entrée et milieu de gamme.

Elle compte environ 130 salariés (intérimaires compris) et produit près de 130 000 unités par an (1/3 de banquettes « clic-clac » et 2/3 de canapés « BZ »), qu'elle vend à différents distributeurs.

## PRÉSENTATION DU PRODUIT « BZ »

Les canapés « BZ » sont convertibles en un simple geste de l'utilisateur (voir ci-dessous). Ils sont constitués d'une structure métallique articulée, d'un matelas et d'une housse en tissu.



Canapé « BZ » en configuration canapé



Canapé « BZ » en configuration lit

Chaque canapé « BZ » est constitué, entre autres, de trois cadres métalliques articulés (voir ci-dessous) : deux sont de taille identique (pour l'assise et l'arrière du dossier) et un possède une cote de hauteur  $H$  plus faible (pour le dossier).

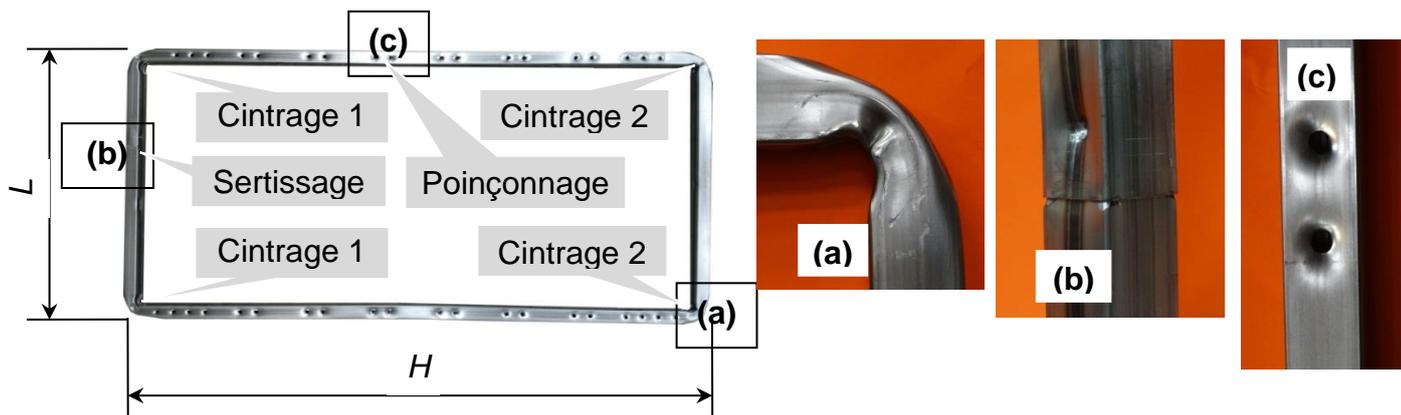
Les 3 cadres ont la cote de largeur  $L$  en commun.



Structure et matelas

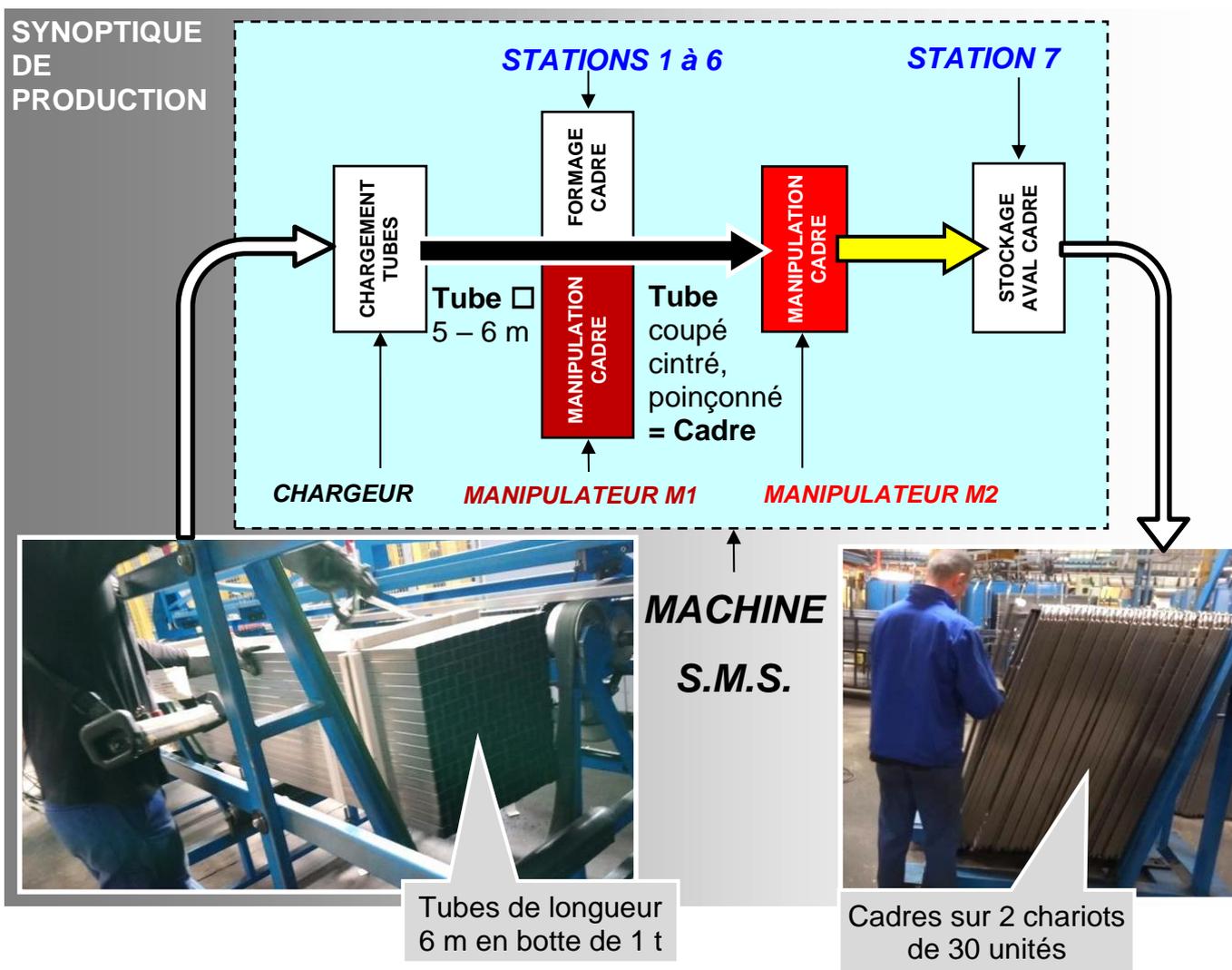
Canapé « BZ »	Grand cadre $H \times L$	Petit cadre $H \times L$
140 x 190	70 x 140	50 x 140
160 x 200	70 x 160	60 x 160
90 x 190	70 x 90	50 x 90
...	...	...

Chaque cadre est obtenu à partir d'un tube cintré (a) en deux étapes, serti (b) et poinçonné sur deux faces (c) (voir ci-dessous).

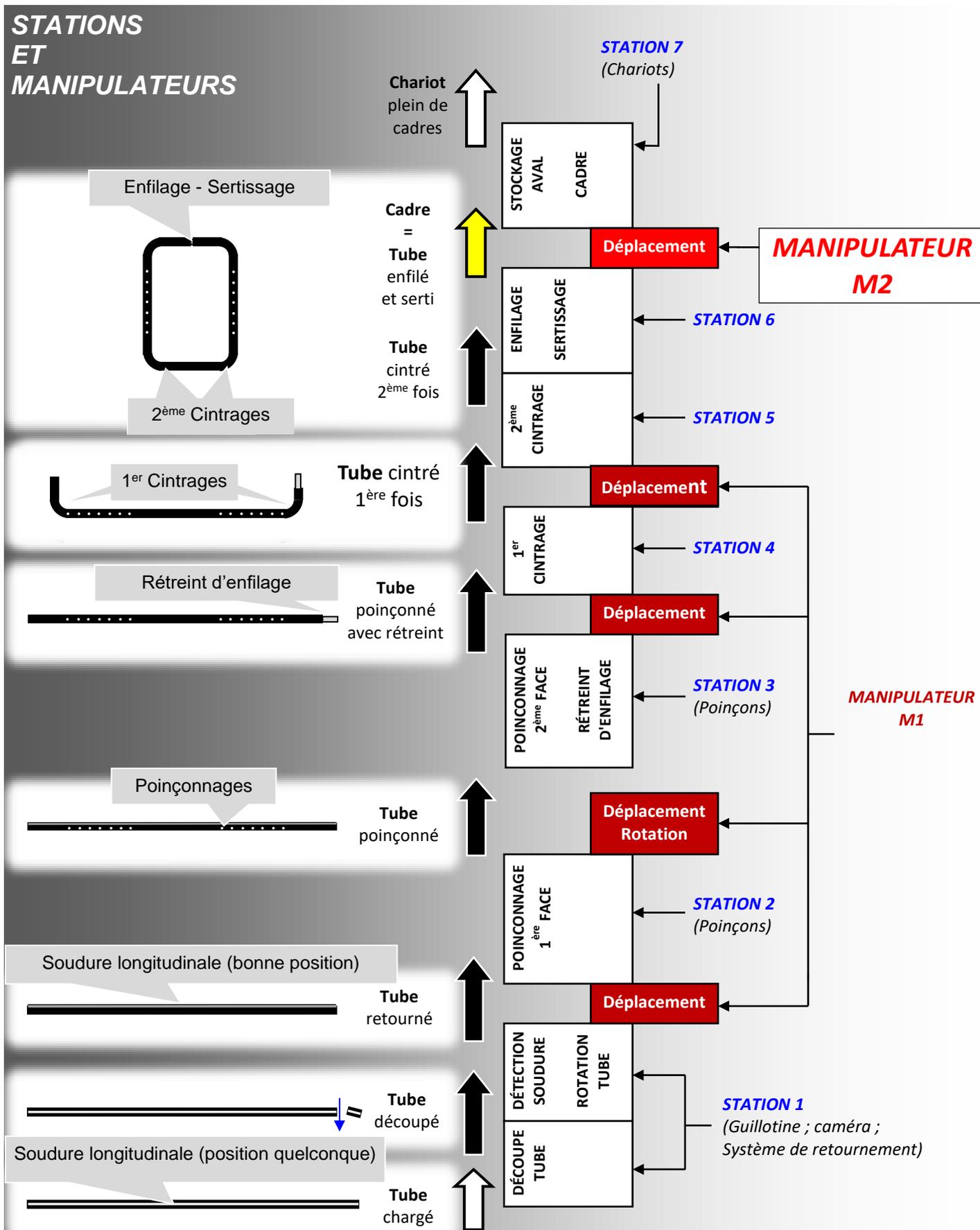


## PRÉSENTATION DU PROCESSUS DE FABRICATION DE CADRE « BZ »

Les cadres sont produits dans un îlot automatisé appelé « MACHINE S.M.S. ». Un opérateur charge des bottes de tubes droits (voir ci-dessous) et sort les chariots sur lesquels les cadres finis ont été empilés (voir ci-dessous).



Chaque tube est progressivement mis en forme sur **6 stations**. Les déplacements entre les 6 stations sont assurés par le **MANIPULATEUR M1**. Une fois le cadre formé, un **MANIPULATEUR M2** le saisit et vient le déposer sur un des deux chariots d'empilage situés en **station 7**. Quand un des chariots est plein, il est évacué par l'opérateur pendant que le second chariot est rempli.



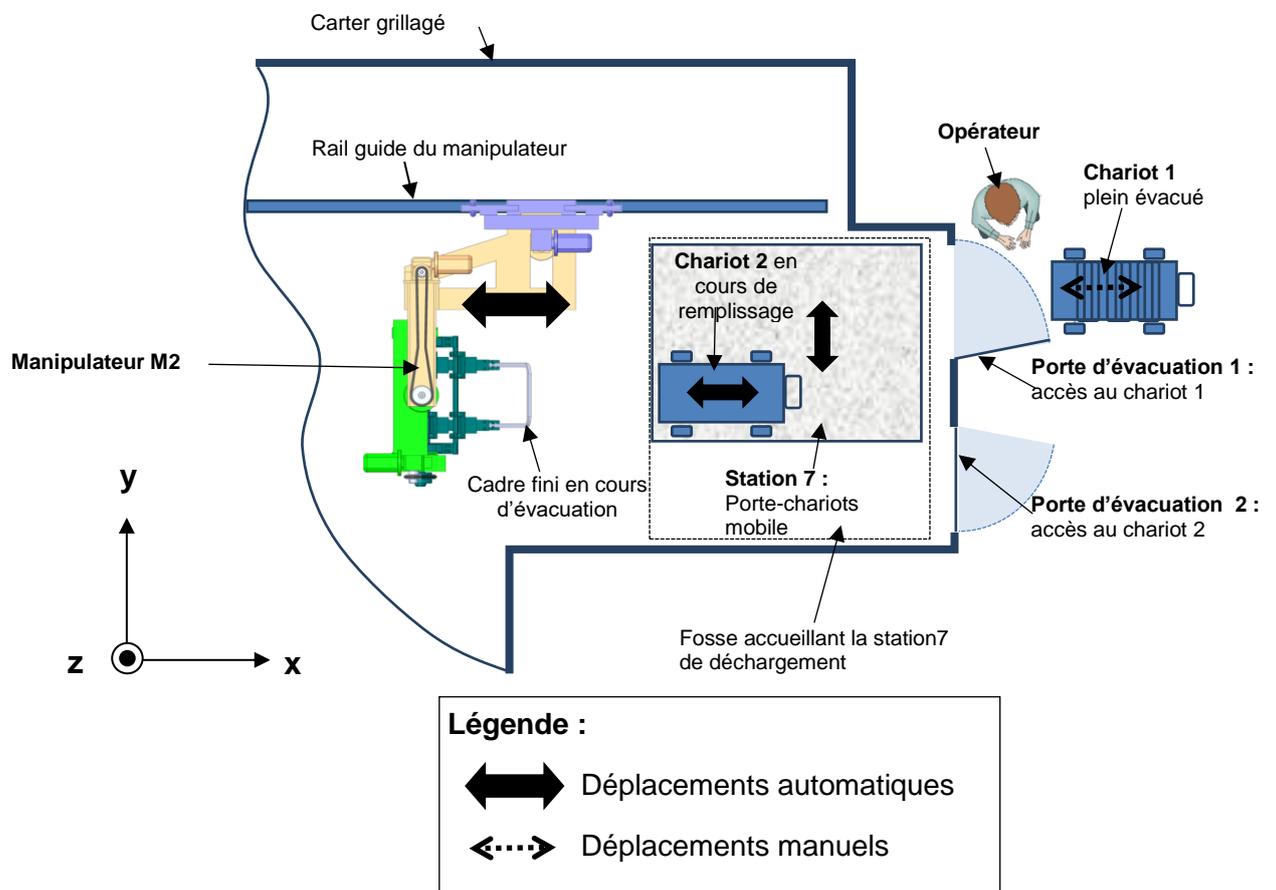
## Partie 1 - Comment gérer la sécurité de la station 7 de la machine S.M.S. ?

Lors de la livraison de la machine, un bureau de contrôle est venu vérifier sa conformité. Un problème majeur de mise en sécurité des opérateurs a été relevé, il a obligé le fabricant de la machine S.M.S. à modifier celle-ci.

### Partie 1.1 - Analyse du problème de sécurité des opérateurs.

Question 1.1.1 | En analysant le compte rendu du bureau de contrôle et la figure 1 (ci-dessous), **expliquer** pourquoi il est dangereux de pénétrer dans l'enceinte de la machine par les portes d'évacuation.  
Voir DT1 et figure 1

Figure 1 : synoptique du poste de déchargement sans protection

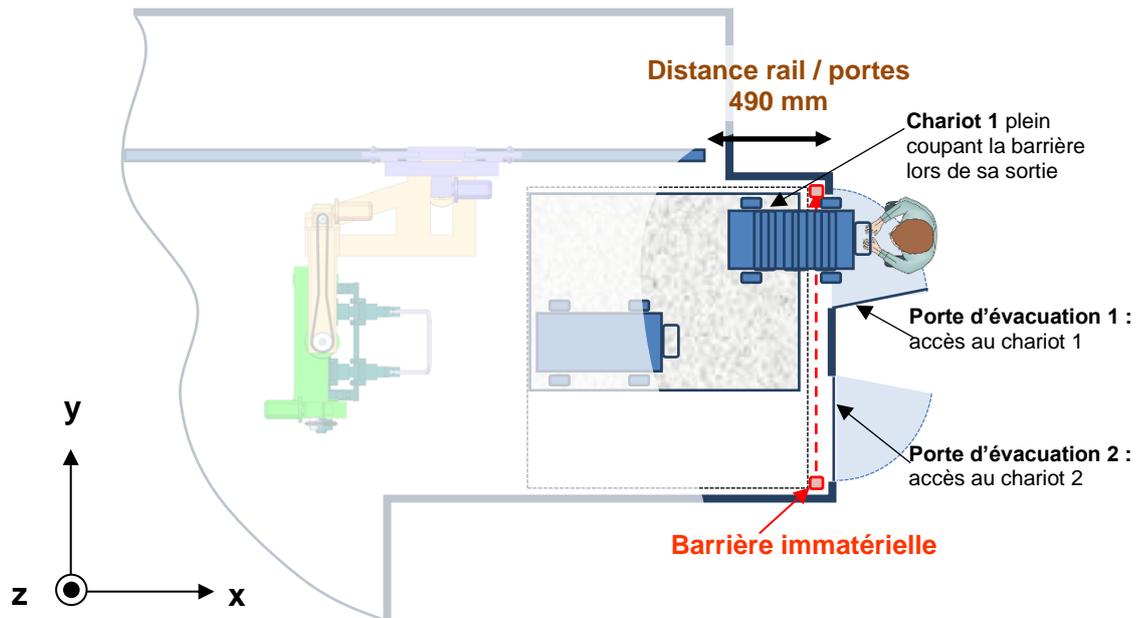


Question 1.1.2 | En analysant le GEMMA partiel de la solution livrée non sécurisée, **préciser** pourquoi on peut dire que l'entrée dans la zone de déchargement n'est pas sécurisée.  
Voir DT2, DT3

## Partie 1.2 - Sécurisation de la zone de déchargement.

Pour pallier le problème d'entrée dans la zone dangereuse, une barrière immatérielle est placée de façon judicieuse en sortie de la *station 7* (vers les 2 portes d'évacuation) (voir figure 2). Cette barrière est inhibée (inactivée) par 2 capteurs tant que le chariot est présent devant la porte ouverte. Elle s'active donc lorsque le chariot est complètement sorti de la *station 7*.

Figure 2 : synoptique du poste de déchargement avec barrière immatérielle



Question 1.2.1 | En analysant le GEMMA de la solution modifiée à la suite de la recommandation du bureau de contrôle, **expliquer** ce qui se passe si un opérateur franchit la barrière immatérielle alors qu'un chariot n'est plus présent devant une porte ouverte.  
Voir DT3

Question 1.2.2 | **Compléter** la zone grisée du GRAFCET de sécurité (DR1) afin de faire apparaître les mnémoniques fournis en correspondance avec le GEMMA (DT3).  
Voir DT3 et DR1

## Partie 1.3 - Choix de la barrière immatérielle.

---

Dans cette partie, nous allons choisir la barrière immatérielle répondant à la problématique.

### Hypothèses de travail pour la question 1.3.1

- H1 : la configuration géométrique de la machine nous laisse penser qu'il est possible d'éviter le danger.
- H2 : l'opérateur est amené à vider les chariots très fréquemment ce qui l'oblige à pénétrer dans la zone dangereuse souvent (environ 5 fois par heure, la porte est ouverte pour évacuer un chariot).
- H3 : une intrusion dans la zone dangereuse peut provoquer des lésions très importantes compte tenu de la vitesse de déplacement du *manipulateur M2*.

Question 1.3.1 | À l'aide du DT4 et des hypothèses ci-dessus, **déterminer**, les niveaux de  
S, F et P, le niveau de sécurité PL<sub>r</sub> selon la norme EN ISO 13849-1 pour  
Voir DT4 | la barrière immatérielle. **Justifier** votre réponse.

### Hypothèses de travail pour la question 1.3.2

- H1 : le niveau de sécurité PL attendu de la barrière doit être d.
- H2 : la barrière doit détecter une main.
- H3 : la distance entre l'émetteur et le récepteur est de 3,10 m.
- H4 : la hauteur de détection doit être au minimum de 1,50 m.
- H5 : la barrière sera utilisée seule, sans cascade. Les modèles VXM (Master) et VXS (Slave) sont donc exclus.

Question 1.3.2 | À l'aide des hypothèses ci-dessus et du DT5, **proposer** une référence de  
Voir DT5 | la barrière adaptée à notre besoin parmi les références possibles. **Justifier**  
votre réponse.

## Partie 1.4 - Implantation de la barrière immatérielle.

L'arrêt de la partie dangereuse du système n'est pas instantané. La barrière immatérielle doit donc être implantée suffisamment loin pour que le franchissement de cette dernière ne mette pas en danger la personne.

### Hypothèses de travail pour la question 1.4.1

H1 : le temps d'arrêt des éléments en mouvement est de 100 ms.

H2 : les temps de réponse de la barrière et de son module de sécurité (qui gère le fonctionnement de la barrière, des arrêts d'urgence et des capteurs d'inhibition) sont respectivement de 15 ms et de 4 ms.

H3 : la résolution de la barrière est de 30 mm.

Question 1.4.1 | **Calculer** la distance « S » minimale d'implantation de la barrière par rapport aux *manipulateurs*.  
Voir DT6

Question 1.4.2 | **Conclure** sur la possibilité d'implanter cette barrière dans l'espace disponible entre le rail et les portes.  
Figure 2  
(page 6)

## Partie 1.5 - Câblage électrique de la barrière immatérielle et de son module de sécurité.

La barrière est associée à un module de sécurité programmable (PNOZ) qui gère également l'inhibition de la barrière, les arrêts d'urgence, coupe les énergies et informe l'automate.

### Hypothèses de travail pour la question 1.5.1

H1 : les matériels sont alimentés en 24 V continu.

H2 : les automaticiens ont choisi les entrées 12 et 13 du module de sécurité pour le raccordement au récepteur de la barrière immatérielle.

H3 : la fonction test de la barrière n'est pas utilisée.

H4 : la barrière est utilisée avec une portée courte (basse).

Question 1.5.1 | **Compléter**, sur le DR2, le schéma électrique de raccordement de la barrière (émetteur et récepteur) au module de sécurité et à l'alimentation.  
Voir DT5, DT7 et DR2

## Partie 2 - Comment améliorer la productivité en supprimant un poste goulet ?

### Partie 2.1 - Analyse des temps de cycle pour mettre en évidence le poste goulet dans l'ancienne solution.

---

Une analyse des temps de cycle de chaque station a été menée. Elle est donnée dans le DT8.

Afin d'en faciliter la compréhension, il a été décidé de rassembler les temps de fonctionnement des *stations 1 à 6* et du *manipulateur M1* afin de mettre en évidence le temps de cycle pour fabriquer un cadre.

Ce temps est mis en parallèle avec le temps mis par le *manipulateur M2* pour évacuer un cadre.

Question 2.1.1 | À partir de l'analyse des temps de cycle, **déterminer** le temps de cycle des *stations 1 à 6* et du *manipulateur M1* :  $\Delta T_{S1-S6}$ .

Voir DT8

À partir de l'analyse des temps de cycle, **déterminer** le temps de cycle du *manipulateur M2* :  $\Delta T_{M2}$ .

Question 2.1.2 | **Expliquer** dans quelle mesure le *manipulateur M2* peut être considéré comme poste goulet dans la machine S.M.S.



## Partie 2.3 - Analyse de la synchronisation entre « GCT » et la tâche « Table descendre ».

---

Pour obtenir le fonctionnement souhaité, il est nécessaire de synchroniser des tâches avec le « GCT ». Cette partie ne s'intéressera qu'à la tâche « Table descendre » avec le GRAFCET « GCT ».

Question 2.3.1 | **Compléter** les zones grisées du GRAFCET point de vue commande de la tâche « TABLE descendre » afin de faire apparaître la synchronisation avec le GRAFCET de coordination des tâches « GCT ».

Voir DR3

Question 2.3.2 | **Compléter** la zone grisée du GRAFCET de coordination des manipulateurs « GCT » afin de faire apparaître la synchronisation avec la tâche « TABLE descendre ».

Voir DR3

## Partie 2.4 - Programmation point de vue automate d'une partie du GRAFCET - tâche « Table descendre ».

---

À partir du tableau partiel des entrées/sorties de l'automate qui pilote le cycle des manipulateurs et de la table d'attente (DT9),

Question 2.4.1 | **Compléter** les zones grisées du GRAFCET point de vue automate de la tâche « TABLE descendre » afin de respecter la table d'E/S.

Voir DT9 –  
DR3

## Partie 2.5 - Réalisation du schéma pneumatique de la table d'attente.

---

Le schéma pneumatique de la table d'attente est fourni incomplet (DR4).

Question 2.5.1 | **Expliquer** la fonction des 2 composants repérés Z sur le schéma.

Voir DR4

### Hypothèses de travail pour la question 2.5.2

H1 : la table est alimentée par le même réseau pneumatique que les manipulateurs.

H2 : le mouvement de celle-ci est réalisé par 4 vérins. La montée de la table est provoquée par la sortie des vérins 1A1 et 1A2 et par la rentrée des vérins 1A3 et 1A4 et inversement pour la descente.

H3 : les mouvements de montée/descente et de verrouillage/déverrouillage de la table doivent pouvoir être contrôlés en vitesse (dans les 2 sens) et de manière indépendante.

Question 2.5.2 | **Proposer** une solution de câblage des 4 vérins respectant le cahier des charges ci-dessus.

Voir DT9 et  
DR4

## Partie 3 - Comment améliorer la productivité en agissant sur la gestion des commandes ?

Cette partie vise à définir l'impact du temps de changement de séries sur la productivité de la machine S.M.S.

### Partie 3.1 - Mise en place de l'indicateur initial de performance de productivité (*T.R.S.*) au plus près des commandes journalières.

Dans un premier temps on souhaite connaître le nombre de changements de série avec une gestion non optimisée de la production, calculer le *T.R.S* et conclure sur la pertinence d'agir sur le paramètre du nombre de réglages.

#### Hypothèses de travail

- H1 : le plan directeur de production est celui de l'année 2020 et concerne 3 références de cadres produits. Ces références correspondent à 3 types de commandes clients en termes de volumes vendus (une référence avec un gros volume : 157650 *cadres*, une référence avec un volume moyen : 22620 *cadres* et une référence avec un petit volume : 4315 *cadres*).
- H2 : le temps de réglage inclut aussi le temps de production des premiers cadres tests. Une fois ces premiers cadres fabriqués, la cadence de la machine S.M.S. est  $C = 163 \text{ cadres/heure}$ .
- H3 : en début d'année (le lundi matin du 02/01/2020), on considèrera que l'opérateur effectue un réglage complet pour commencer la première production de l'année.
- H4 : au début de chaque jour ouvré, on considèrera que la priorité de production est sur la dernière référence déjà produite soit la veille, soit le dernier jour de la semaine précédente.
- H5 : le temps d'ouverture ne prend pas en compte les heures supplémentaires possiblement engagées pour faire face à un surcroît d'activité.
- H6 : le temps de changement de série est déjà optimisé et sera donc considéré comme constant et incompressible.

Question 3.1.1 | En s'appuyant sur l'hypothèse H4 et les nombres déjà renseignés du DR5  
DR5 | (Plan Directeur de Production pour un mois de travail : Janvier), **compléter**  
la colonne des nombres de changements de série journaliers.

Avec ce mode de gestion à la journée, le nombre de changements de série / mois est  $N = 17 \text{ changements/mois}$ , donnée issue du **P.D.P.** non optimisé à l'année et ramené en moyenne sur un mois (pour la suite du sujet on prendra cette valeur).

Question 3.1.2 | Pour un mois de travail :

Voir DT10,  
DT11

**Calculer**, en détaillant les calculs, le temps d'ouverture  $T_o$ .

**Calculer**, en détaillant les calculs, le temps requis  $T_r$ .

**Montrer** par le calcul que le temps brut de fonctionnement  $T_f = 95 \text{ h}$ .

**Calculer**, en détaillant les calculs, le taux de DISPONIBILITÉ  $TD$ .

On donne le taux de PERFORMANCE  $TP = 0,98$ .

On donne le taux de QUALITÉ  $TQ = 0,99$ .

Question 3.1.3 | Pour un mois de travail :

Voir DT10, DT11

**Calculer**, en détaillant les calculs, le taux de rendement synthétique  $T.R.S.$

La valeur de  $T.R.S$  considérée comme acceptable pour l'entreprise J.P.G. est  $T.R.S > 0,73$

Question 3.1.4 | **Indiquer** si le Taux de Rendement Synthétique calculé est acceptable.

Voir DT10, DT11

En analysant les valeurs des 3 taux constituant le  $T.R.S.$ , **indiquer** s'il est pertinent d'agir sur le nombre de changements de série pour améliorer la productivité de la machine S.M.S.

**Justifier** la réponse.

## Partie 3.2 - Proposition d'un nouveau plan directeur de production (P.D.P.) avec regroupements de lots de fabrication.

---

Il apparait que le temps de changement de série a un impact sur la productivité de la machine S.M.S. Pour diminuer le nombre de lancements de séries on propose de regrouper les lots produits en passant d'une planification journalière à une planification hebdomadaire.

Dans cette partie, on souhaite proposer un nouveau plan directeur de production qui intégrera cette stratégie de regroupements de lots à produire. On souhaite ainsi vérifier que les regroupements opérés permettront d'atteindre un taux de rendement synthétique acceptable ( $T.R.S. > 0,73$ ).

### Hypothèses de travail :

H1 : les regroupements de lots à fabriquer devront se faire à l'échelon d'une semaine.

H2 : l'ordre des priorités des lancements de groupements de lots au début de chaque semaine devra être décidé par rapport à la chaîne hiérarchique de critères suivants :

- 1 – la production effectuée en dernier la semaine précédente doit être prioritaire en semaine courante, quelle que soit la quantité à produire afin d'éviter un changement de série inutile et d'assurer une continuité entre deux semaines consécutives ;
- 2 – la production avec la plus grande quantité à produire dans la semaine courante doit être prioritaire si la condition 1 n'est pas vraie ;
- 3 – une production avec une quantité nulle à produire dans la semaine courante n'est pas prioritaire.

H3 : une production prioritaire possède une « priorité 1 » ;  
une production non prioritaire possède une « priorité 3 » ;  
une production sans priorité particulière possède une « priorité 2 ».

Question 3.2.1 | Pour un mois de travail :

DR6

**Calculer** les productions hebdomadaires dans chaque référence et compléter les cases correspondantes.

En s'appuyant sur l'hypothèse H2, **indiquer** dans les cases prévues les priorités à définir pour chaque référence.

En **déduire** le nombre de changements de série à opérer par semaine et **indiquer** ce nombre dans les cases prévues.

On rappelle que :

- le taux de performance  $Tp = 0,98$  ;
- le taux de qualité  $Tq = 0,99$  ;
- le temps requis  $Tr = 144 h$  ;
- le nombre moyen de changements de série optimisé avec la stratégie de regroupements  $N' = 5 \text{ changements/mois}$ .

Question 3.2.2 | Pour un mois de travail :

Voir DT10, DT11

**Calculer** le nouveau temps brut de fonctionnement  $T'f$  .

**Calculer** le nouveau taux de DISPONIBILITÉ  $T'd$ .

**Montrer** par le calcul que le nouveau taux de rendement synthétique  $T.R.S. = 0,75$

L'entreprise J.P.G considère qu'un  $T.R.S > 0,73$  est acceptable.

Question 3.2.3 | **Indiquer** si le taux de rendement synthétique est acceptable.

Voir DT10, DT11

**Conclure** sur l'efficacité de la stratégie de regroupement.

### Partie 3.3 : Évaluation des différentes conséquences de cette stratégie de regroupement.

---

Le nombre de changements de série a été diminué. Dans cette partie, on souhaite vérifier que cette stratégie n'engendre pas d'effets trop marqués sur les délais de production pour rester compétitifs.

#### Hypothèses de travail

H1 : le nombre annuel de changements de série est maintenant  $N' = 51$  *changements* contre  $N = 197$  *changements* avant changement. Ces deux chiffres concernent les mêmes quantités à produire pour l'année 2020 et les mêmes 3 références de cadres déjà étudiées.

H2 : la capacité moyenne de production de la machine en tenant compte du nouveau *T.R.S.* est  $C = 815$  *cadres/jour*.

Question 3.3.1 | **Justifier** par le calcul les 3 valeurs de délai de production pour la semaine 17.  
Voir DR7

Question 3.3.2 | **Calculer** les valeurs globales manquantes des délais sur les 10 semaines proposées (minimums, maximums, moyennes et étendues).  
DR7

Le service commercial fixe les délais de production acceptables pour les trois références étudiées :

Ref 1 = 2 jours

Ref 2 = 4,5 jours

Ref 3 = 3 jours

Question 3.3.3 | **Conclure** sur la pertinence de planifier la production à la semaine plutôt qu'à la journée.

# Bureau de Contrôle

06/05/2020

Agence d'AUXERRRE

à

Société J.P.GRUHIER

...

...

## RAPPORT DE VÉRIFICATION

### ÉQUIPEMENTS DE TRAVAIL

VÉRIFICATION DE L'ÉTAT DE CONFORMITÉ EN RÉFÉRENCE AUX RÈGLES TECHNIQUES APPLICABLES D'UNE MACHINE DE FORMAGE DE CADRES BZ (MACHINE S.M.S.)

...

### 7. NATURE DE LA NON CONFORMITÉ

Les constats et observations formulés ci-après résultent d'une vérification de l'équipement dans la configuration de travail, en prenant en compte les informations et documents mis à disposition. Des renseignements ou documents complémentaires, non portés à notre connaissance, peuvent infirmer ou modifier certaines observations ...

#### 1.3.8. Choix d'une protection contre les risques engendrés par les éléments mobiles

La zone de déchargement des cadres n'est pas suffisamment sécurisée.

L'ouverture d'une des 2 portes d'évacuation des chariots n'interdit pas le fonctionnement de la machine. Cette ouverture n'est pas dangereuse en soit tant qu'un chariot est présent devant la porte (puisque ce dernier interdit l'accès à l'intérieur de la machine).

Il est malheureusement nécessaire de sortir le chariot plein de cadres de l'enceinte de la machine pendant que le cycle de remplissage continue sur l'autre chariot.

L'opérateur peut laisser la porte de sortie du chariot ouverte pendant qu'il vide ledit chariot. Durant cette phase, il est possible d'entrer dans l'enceinte de la machine par la porte ouverte alors que le manipulateur, massif, dépose à grande vitesse les cadres finis sur le second chariot qui est resté dans la machine.

Un risque de choc avec les éléments mobiles (manipulateur) et d'écrasement est alors présent...

### 8. ORIENTATION VERS DES SOLUTIONS POUR REMÉDIER AUX ANOMALIES CONSTATÉES

...

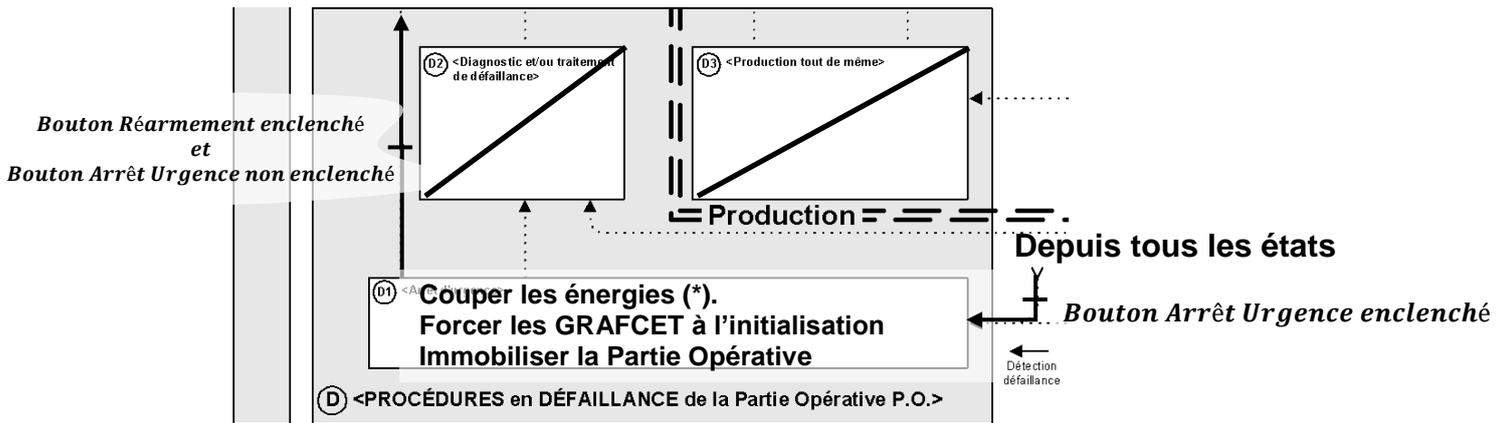
#### 1.3.8. Choix d'une protection contre les risques engendrés par les éléments mobiles

Nous conseillons l'interdiction du franchissement de la porte lorsque celle-ci est ouverte et qu'un chariot n'est pas présent devant celle-ci.

Une coupure des énergies doit être réalisée dans le cas contraire...

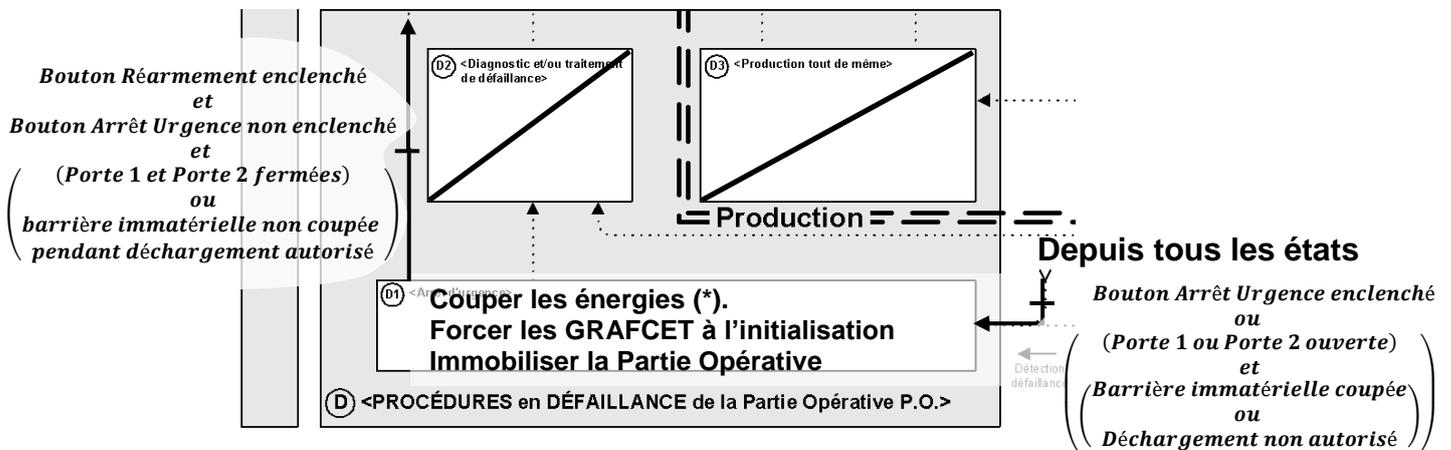
BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 17 sur 32

## DT2 : GEMMA PARTIEL DE LA SOLUTION LIVRÉE NON SÉCURISÉE



**Nota :** (\*) énergie électrique, pneumatique et hydraulique

## DT3 : GEMMA PARTIEL DE LA SOLUTION MODIFIÉE



**Nota :** (\*) énergie électrique, pneumatique et hydraulique

## DT4 : DÉTERMINATION DU NIVEAU DE PERFORMANCE REQUIS (PL<sub>r</sub>)

### ► S – gravité de la lésion

S<sub>1</sub> = lésions légères (en général réversibles)

S<sub>2</sub> = lésions graves, pouvant être mortelles (en général irréversibles)

### ► F – fréquence et / ou durée d'exposition au danger

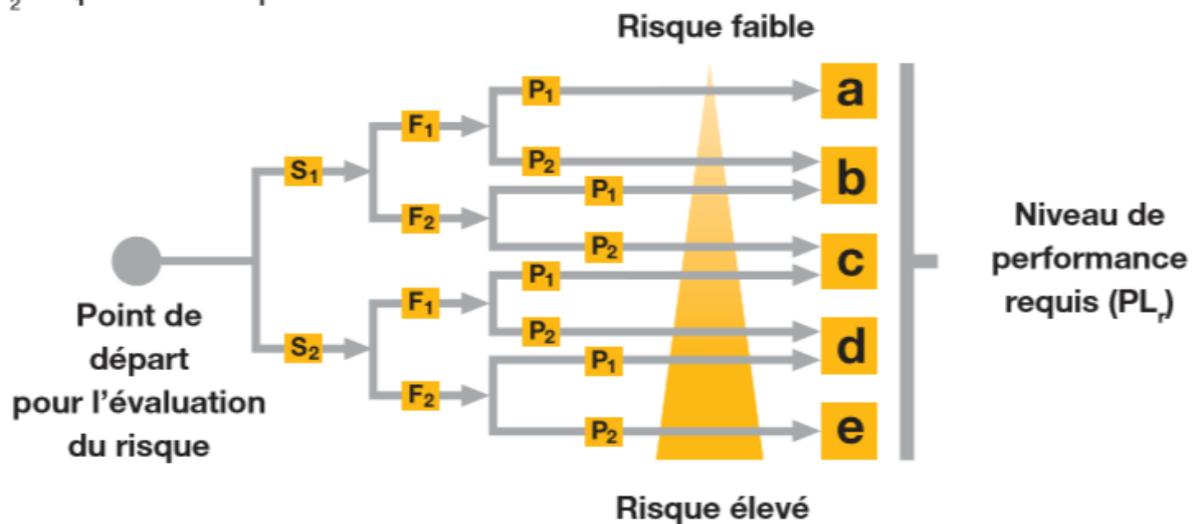
F<sub>1</sub> = exposition rare à fréquente et / ou de courte durée

F<sub>2</sub> = exposition fréquente à continue et / ou de longue durée

### ► P – possibilité d'éviter le phénomène dangereux

P<sub>1</sub> = possible sous certaines conditions

P<sub>2</sub> = quasiment impossible



Nota : Nous considérerons pour notre application qu'une fréquence > 4 expositions par heure équivaut à une exposition fréquente.

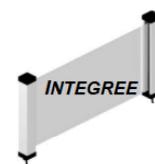
**VISION VX : deux versions différentes**

- VISION VX INTEGREE (STANDARD) barrière de type 2 composée d'émetteur et de récepteur avec intégration de fonctions supplémentaires telles que contrôle du feedback d'éventuels contacteurs extérieurs et gestion du fonctionnement manuel/automatique

- VISION VX MASTER/SLAVE barrière de Type 2 (INTÉGRÉE) composée de deux paires de TX/RX (reliées en série) dont une est la barrière MASTER (à fonctions intégrées) et l'autre la barrière SLAVE.

**Non cascadée**

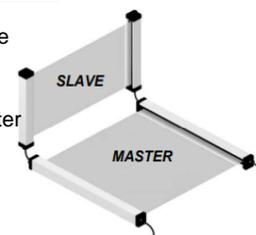
Vision Intégrée  
**VX**



**Mise en cascade**

Vision Slave  
**VXS**

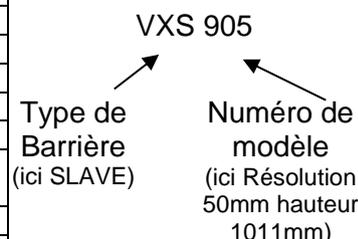
Vision Master  
**VXM**



**Principales caractéristiques**

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES BARRIÈRES VISION VX		
Hauteur contrôlée	mm	160 - 1810
Résolutions (Type de protection)	mm	20 (doigts) – 30 (mains) – 40 (mains) – 50 (bras et jambes) – 90 (bras et jambes)
Portée utile (sélectionnable)	m	0 – 6 (bas)
		1 ÷ 18 (haut sur les modèles intégrés) 3 ÷ 18 (haut sur les modèles Master/Slave)
Sortie de sécurité		2 PNP – 500mA@24VDC
Fréquence d'exécution du test interne		Toutes les 500ms (2Hz)
Alimentation	Vcc	24 ± 20%
Raccordement		Connecteurs M12 5-pôles
Durée de vie		20 années
Niveau de sécurité	Type 2	IEC 61496-1 : 2004 IEC 61496-2 : 2006
	SILCL 2	IEC 62061 : 2005
	PL d – Cat 2	ISO 13849-1 : 2006

**Exemple de référence**



**Quelques modèles**

Modèles Résolution 20mm	302	602	902	1502	1802
Nombre de faisceaux	30	60	90	150	180
Temps de réponse (Modèles VX)	9	12	16	24	28
Hauteur totale barrière mm	411	711	1011	1611	1911

Modèles Résolution 30mm	303	603	903	1503	1803
Nombre de faisceaux	16	32	48	80	96
Temps de réponse (Modèles VX)	7	9	11	15	17
Temps de réponse (Modèles VXM ou VXS)	8	11	14	21	24
Hauteur totale barrière mm	411	711	1011	1611	1911

Modèles Résolution 40mm	304	604	904	1504	1804
Nombre de faisceaux	10	20	30	50	60
Temps de réponse (Modèles VX)	6	7	9	11	12
Temps de réponse (Modèles VXM ou VXS)	7	9	11	15	17
Hauteur totale barrière mm	411	711	1011	1611	1911

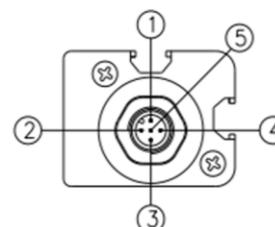
Modèles Résolution 50mm	305	605	905	1505	1805
Nombre de faisceaux	8	16	24	40	48
Temps de réponse (Modèles VX°)	6	7	8	10	11
Temps de réponse (Modèles VXM ou VXS)	6	8	9	13	14
Hauteur totale barrière mm	411	711	1011	1611	1911

**Câblage**

ÉMETTEUR			
BROCHE	NOM	TYPE	DESCRIPTION
1	24VDC	ENTREE	Alimentation 24VDC
3	0VDC		Alimentation 0VDC
5	PE		Connexion de mise à la terre
2	RANGE0 *		Configuration barrière
4	RANGE1 *		(voir tableau ci-dessous)

SÉLECTION PORTÉ et TEST		
BROCHE 4	BROCHE 2	DESCRIPTION
24V	0V	Portée haute (1÷18m) (3÷18 sur Master/Slave)
0V	24V	Portée basse (0÷6m)
0V	0V	Emetteur en mode test
24V	24V	Erreur de sélection

RÉCEPTEUR		
BROCHE	NOM	DESCRIPTION
1	24VDC	Alimentation (positif)
2	OSSD1	Sortie statique n°1 (PNP actif haut)
3	0VDC	Alimentation (négatif)
4	OSSD2	Sortie statique n°2 (PNP actif haut)
5	PE	Terre



# DT6 : RÈGLES D'IMPLANTATION DES BARRIÈRES IMMATÉRIELLES

## POSITIONNEMENT VERTICAL DE LA BARRIÈRE

### Modèles avec une résolution de 20 mm



**Ces modèles conviennent pour la détection des doigts.**

### Modèles avec une résolution de 30 mm et 40 mm.



**Ces modèles conviennent pour la détection des mains.**

La distance minimale de sécurité **S** est calculée selon la formule suivante:

$$S = 2000 (t_1 + t_2) + 8(D-14)$$

(D=résolution)

Cette formule est valable pour des distances S allant de 100 mm à 500 mm. Si la distance S ainsi calculée est supérieure à 500 mm, elle peut être réduite en utilisant la formule suivante:

$$S = 1600 (t_1 + t_2) + 8(D-14)$$

Si la configuration particulière de la machine permet d'atteindre la zone dangereuse par le haut, le faisceau supérieur de la barrière doit être placé à une hauteur **H** de minimum 1800 mm au-dessus du plan d'appui **G** de la machine.

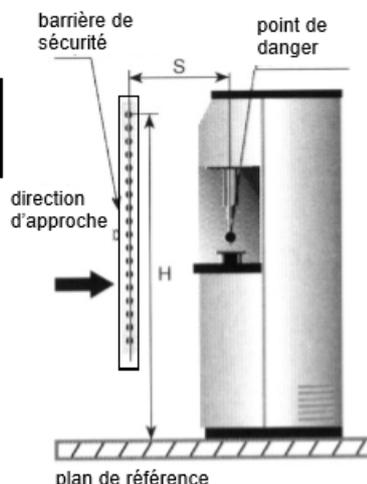


Figure 6

### Modèles avec une résolution de 50 mm et 90 mm



**Ces modèles conviennent pour la détection des bras et jambes.**

**Ces modèles ne doivent pas être utilisés pour la détection des doigts et des mains.**

La distance minimale de sécurité **S** est calculée selon la formule suivante:

$$S = 1600 (t_1 + t_2) + 850$$



Dans tous les cas, la hauteur **H** doit être supérieure ou égale à 900 mm, tandis que la hauteur **P** du faisceau le plus proche du sol doit être inférieure ou égale à 300 mm.

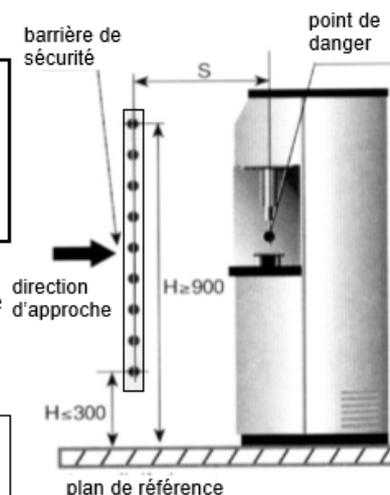
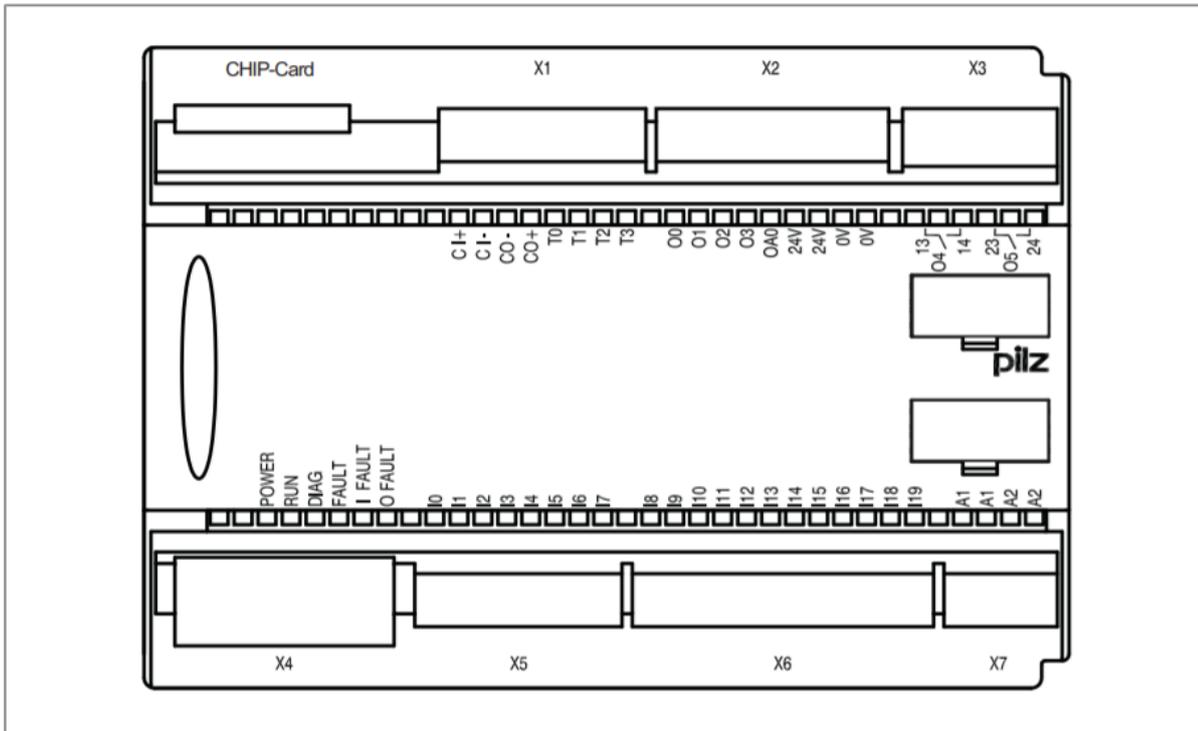


Figure 7

Symbole	Désignation	Unité
S	distance minimale de sécurité	mm
t <sub>1</sub>	temps de réponse en secondes de la barrière de sécurité	s
t <sub>2</sub>	temps de réponse en secondes de la machine, c'est-à-dire le temps nécessaire à la machine pour arrêter le mouvement dangereux à compter du moment où elle reçoit le signal d'arrêt	s
D	résolution de la barrière	mm

## DT7 : MODULE DE SÉCURITÉ PNOZ

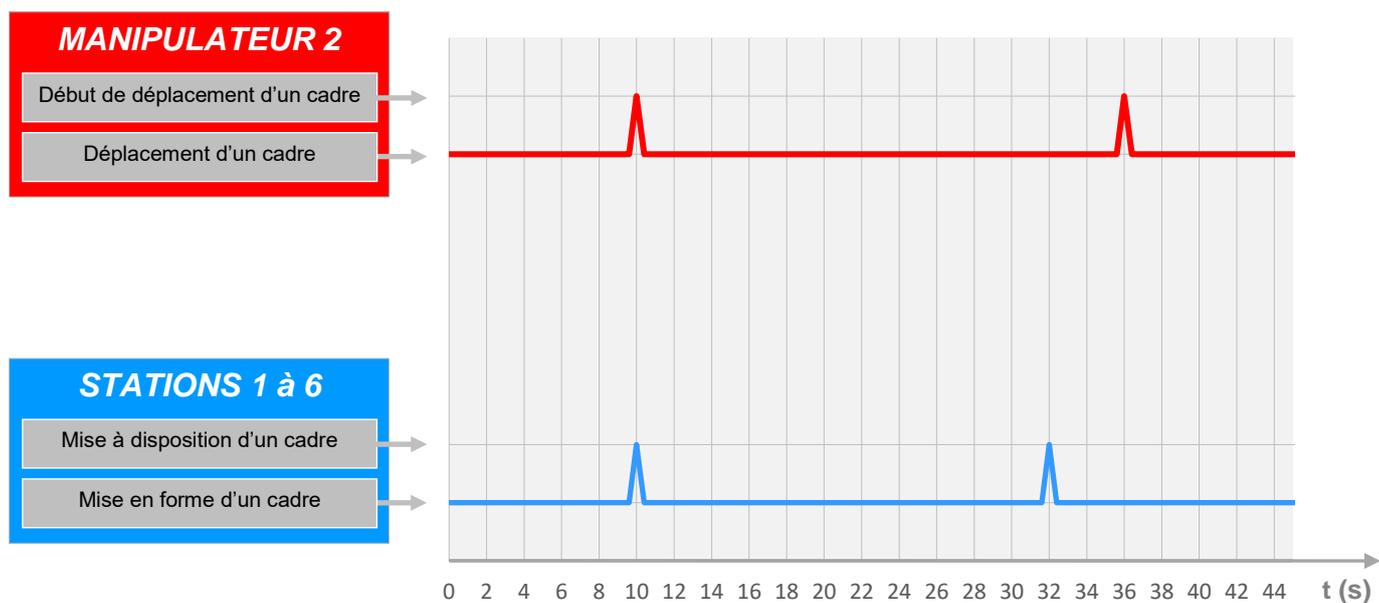
### Vue de face



### Légende

CHIP-Card	Interface carte à puce
X1	entrées et sorties de mise en cascade CI et CO tests impulsionnels TO à T3
X2	sorties statiques O0 à O3 sorties d'information OA0 bornes d'alimentation des sorties statiques
X3	sorties relais O4 et O5
X4	interface RS232 / interface Ethernet
X5, X6	entrées I0 à I19
X7	alimentation du module (A1 : +24V DC - A2 : 0V)
LEDs	PWR RUN DIAG FAULT I FAULT O FAULT

## DT8 : CHRONOGRAMME DE FONCTIONNEMENT DE LA MACHINE S.M.S.

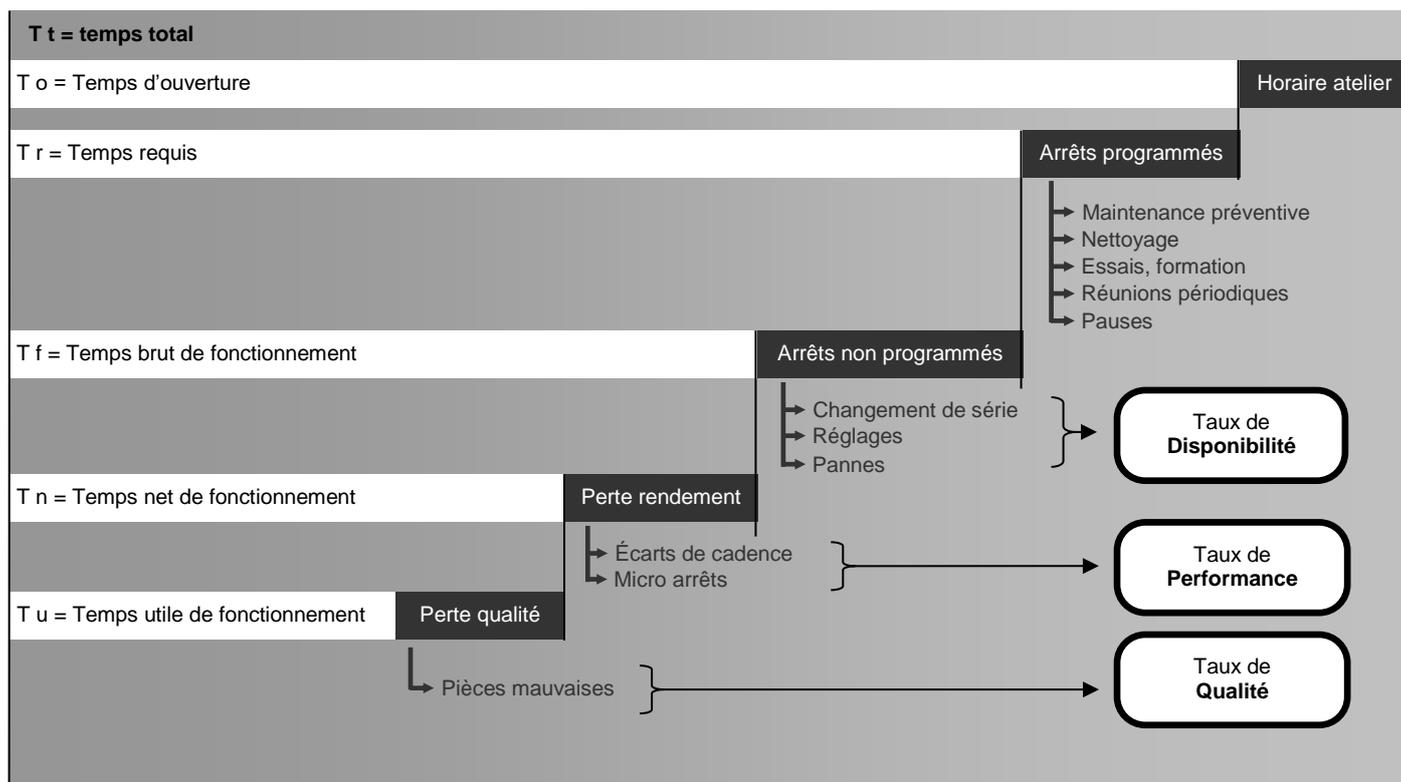


## DT9 : TABLEAU PARTIEL DES ENTRÉES / SORTIES DE L'AUTOMATE

Symbole	Adresse Automate	Commentaire
...	...	...
1S0	I 1.1	TABLE : Capteur table en bas
1S1	I 1.2	TABLE : Capteur table en haut
2S0	I 1.11	MANIPULATEUR M2 : Capteur pince ouverte
2S1	I 1.12	MANIPULATEUR M2 : Capteur pince fermée
3S0	I 2.1	MANIPULATEUR M2B : Capteur pince ouverte
3S1	I 2.2	MANIPULATEUR M2B : Capteur pince fermée
4S0	I 2.8	MANIPULATEUR M2 : Capteur châssis reculé
4S1	I 2.9	MANIPULATEUR M2 : Capteur châssis avancé
1YV1-14	O 1.11	TABLE : Monter
1YV1-12	O 1.12	TABLE : Descendre
2YV1-12	O 2.1	MANIPULATEUR M2 : Ouvrir pince
2YV1-14	O 2.2	MANIPULATEUR M2 : Fermer pince
3YV1-12	O 2.6	MANIPULATEUR M2B : Ouvrir pince
3YV1-14	O 2.7	MANIPULATEUR M2B : Fermer pince
4YV1-12	O 3.1	MANIPULATEUR M2 : Reculer châssis
4YV1-14	O 3.2	MANIPULATEUR M2 : Avancer châssis
...	...	...

## DT10 : PRINCIPE DE CALCUL DU T.R.S.

La norme NF E60-182 définit les principaux indicateurs de productivité comme suit :



$$\left( \text{Taux de disponibilité} = \frac{T_f}{T_r} \right) \times \left( \text{Taux de performance} = \frac{T_n}{T_f} \right) \times \left( \text{Taux de qualité} = \frac{T_u}{T_n} \right) = \text{T.R.S.} = \frac{T_u}{T_r}$$

**Temps total  $T_t$**  : Temps de référence intégrant l'ensemble des états possibles du moyen. Pour une journée, le temps total est de 24 h ; pour une semaine, le temps total est de 168h ; pour un an le temps total est de 365 jours x 24 h, etc.

**Temps d'ouverture  $T_o$**  : Partie du temps total ( $T_t$ ) correspondant à l'amplitude des horaires de travail du moyen de production et incluant les temps d'arrêts de désengagement du moyen de production (par exemple : nettoyage, sous charge, modification, essai, formation, réunion, pause, maintenance préventive, etc.).

**Temps requis  $T_r$**  : Partie du temps d'ouverture ( $T_o$ ) pendant lequel l'utilisateur engage son moyen de production avec la volonté de produire, comprenant les temps d'arrêts subis et programmés (par exemple : pannes, changement de série, réglage, absence du personnel).

**Temps de fonctionnement  $T_f$**  : Partie du temps requis ( $T_r$ ) pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes et mauvaises dans le respect ou non du temps de cycle de référence ( $T_{cr}$ ) et avec tout ou partie des fonctions en service.

**Temps net  $T_n$**  : Partie du temps de fonctionnement ( $T_f$ ) pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes et mauvaises, dans le respect du temps de cycle de référence ( $T_{cr}$ ).

**Temps utile  $T_u$**  : Partie du temps net ( $T_n$ ) correspondant au temps non mesurable obtenu en multipliant le nombre de pièces bonnes par le temps de cycle de référence ( $T_{cr}$ ).

**DT11 : DONNÉES RELATIVES AU T.R.S.**

On donne la liste des grandeurs relatives aux calculs de T.R.S.

Horaires d'atelier _____	07h00 – 15h00
Jours ouvrables dans le mois _____	20 jours / mois
Maintenance préventive _____	0h / mois
Nettoyage _____	2,1h / mois
Essais _____	0h / mois
Formation _____	0h / mois
Réunions périodiques _____	0,7h / mois
Pause _____	30 min / jour (repas) + 10 min / jour (autre pause)
Temps moyen de changement de série _____	1,3h / changement
Temps de réglages _____	5,4h / mois
Temps de panne _____	21,6h / mois
Écart de cadence _____	0h / mois (donnée non disponible ⇒ = 0)
Défauts de matières _____	1,4h / mois
Manutentions diverses _____	0,3h / mois
Reprises _____	0,1h / mois
Attentes approvisionnements _____	0,1h / mois
Taux de rebus _____	1 cadre / jour
Cadence nominale _____	163 cadres / heure

## DR1 - GRAFCET DE SÉCURITÉ : question 1.2.2

### Mnémoniques à utiliser :

AU : Arrêt d'urgence demandé par appui sur un des boutons coup de poing ;

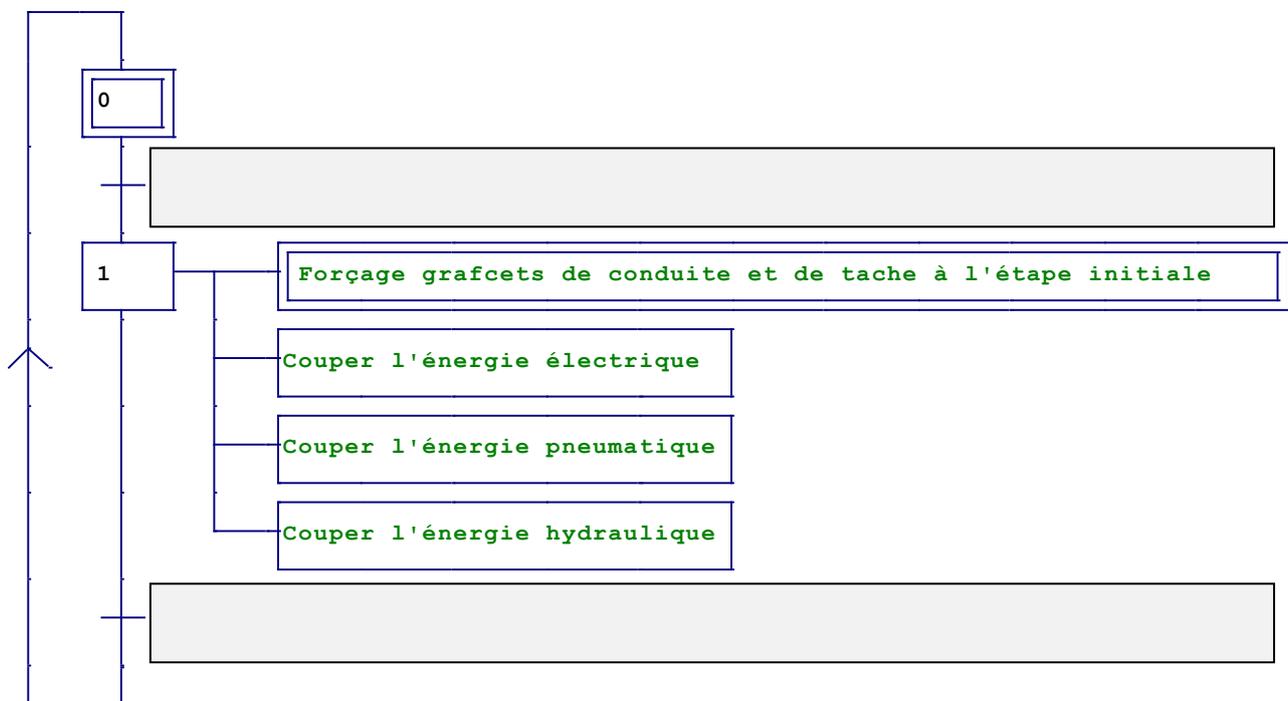
P1 : Porte 1 fermée (signal donné par le capteur d'ouverture de porte) ;

P2 : Porte 2 fermée (signal donné par le capteur d'ouverture de porte) ;

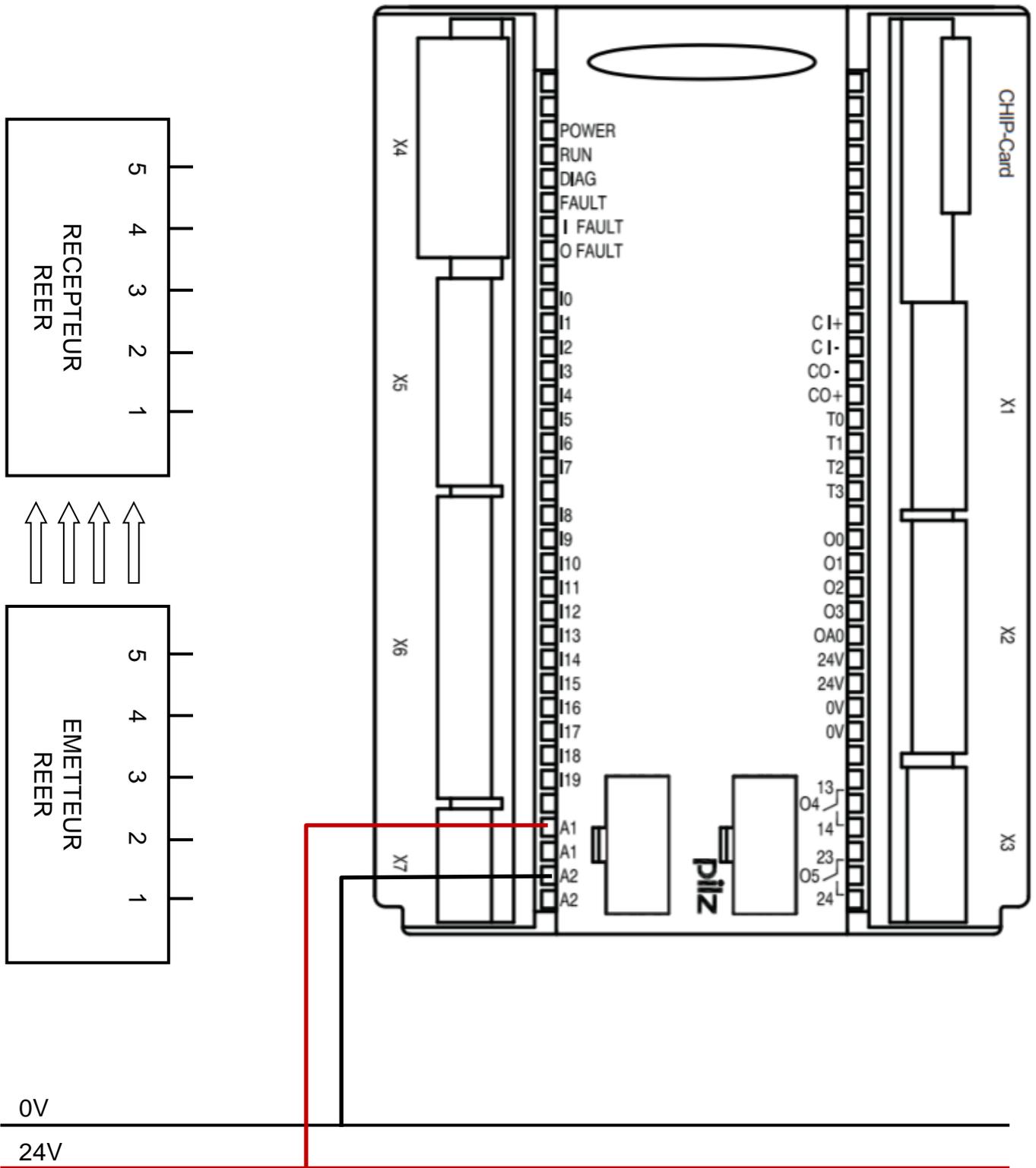
D : Déchargement autorisé (calculé par l'automate en fonction du cycle) ;

B : Barrière immatérielle coupée par le franchissement d'un objet à l'intérieur de la zone dangereuse lorsqu'un chariot n'est plus présent devant la porte ;

R : Réarmement demandé par appui sur le bouton de réarmement situé sur le pupitre.

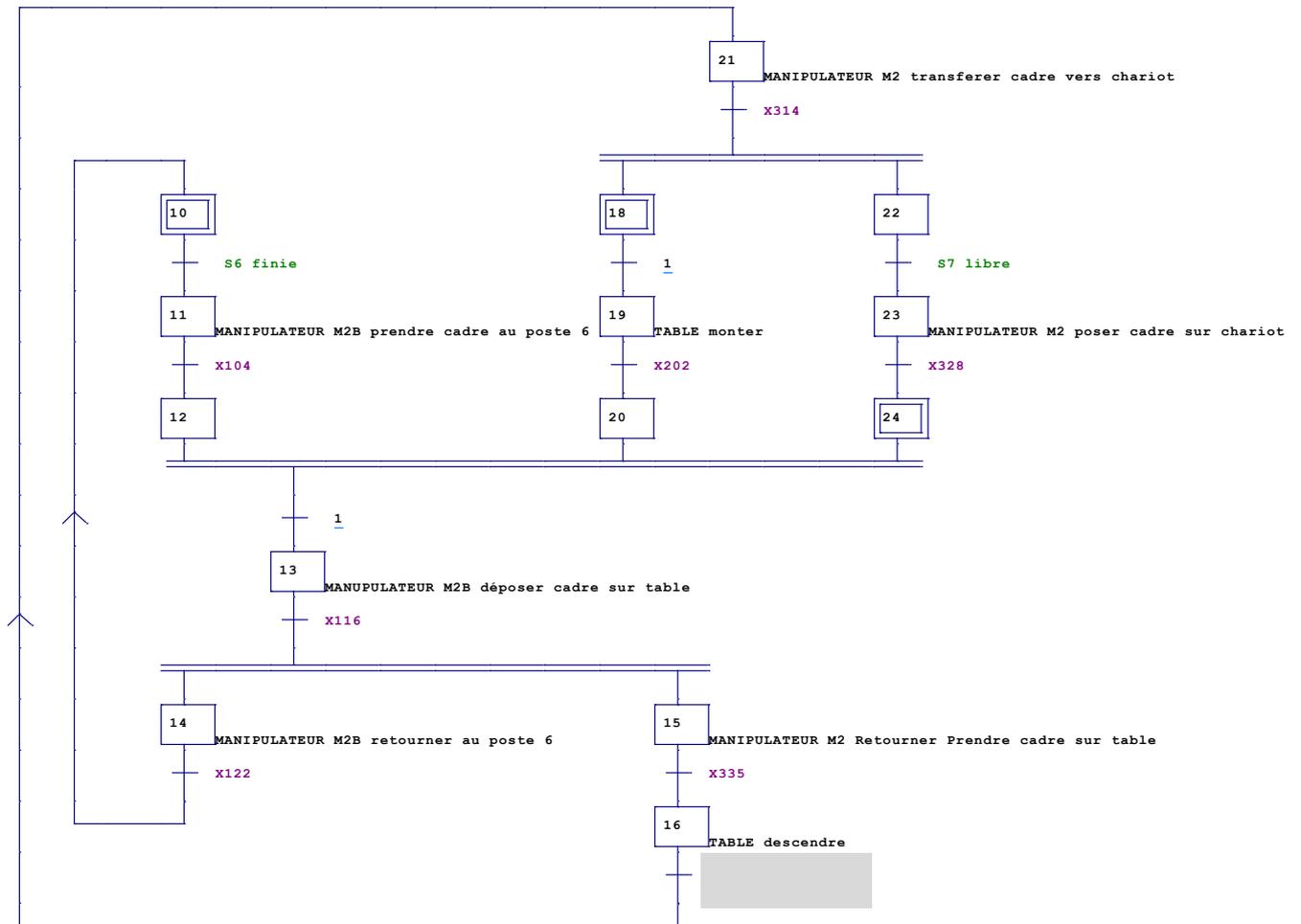


DR2 - SCHÉMA ÉLECTRIQUE : question 1.5.1



**DR3 - GRAFCET À SYNCHRONISER : questions 2.3.1 à 2.4.1**

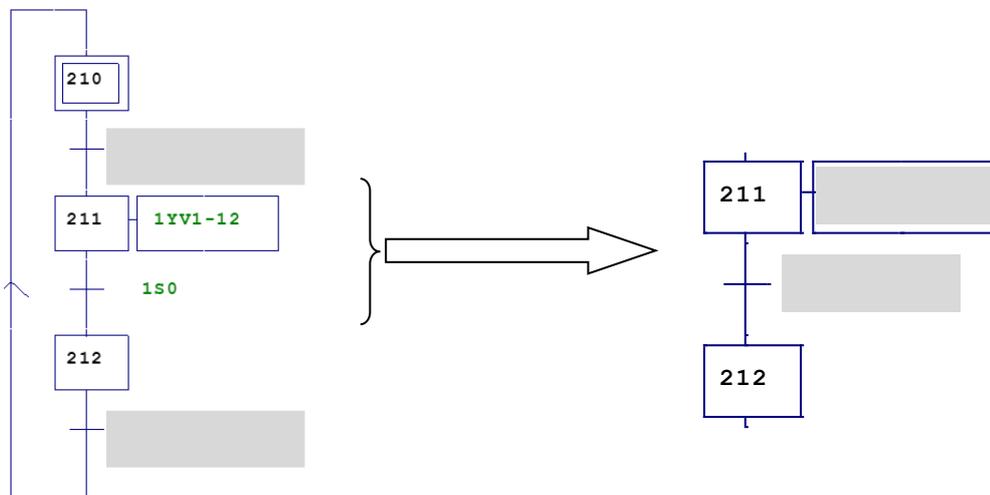
**GRAFCET DE COORDINATION DES MANIPULATEURS « GCT »**



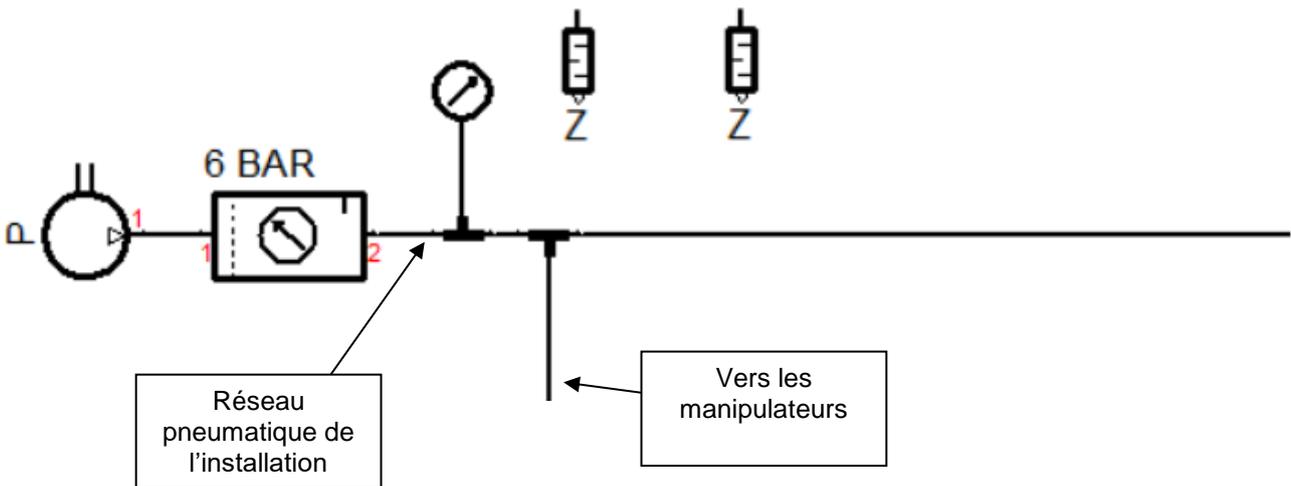
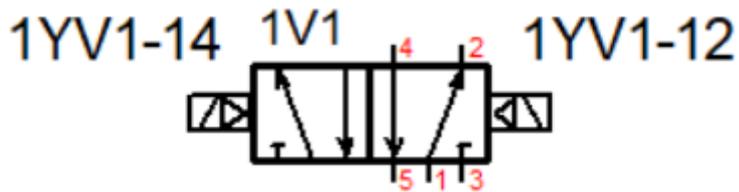
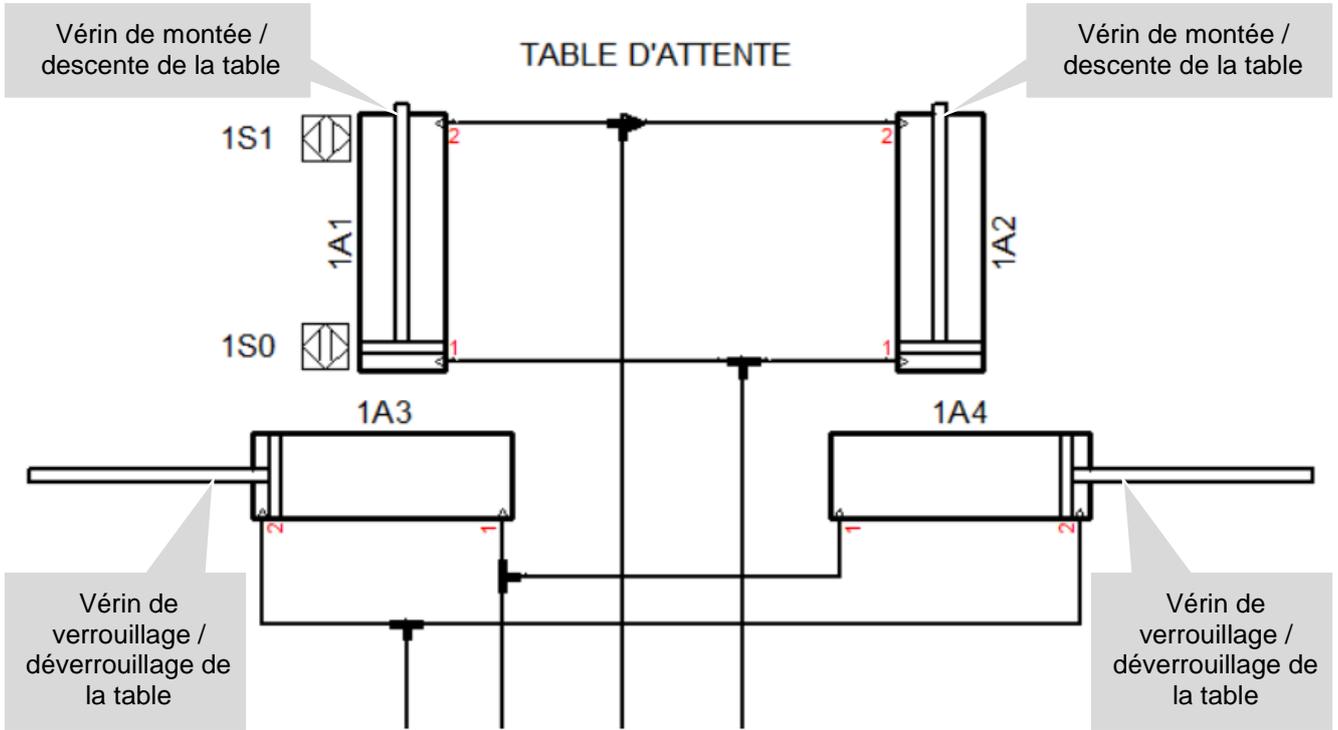
**TÂCHE « TABLE descendre »**

*Point de vue commande*

*Point de vue automate (adressage)*



**DR4 - SCHÉMA PNEUMATIQUE INCOMPLET : question 2.5.2**



**DR5 - PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION NON OPTIMISÉE : question 3.1.1**

CALENDRIER				PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION				CHANGEMENTS DE SÉRIE
Mois	Sem	Jour		Ref 1	Ref 2	Ref 3	Production	Par jour
				160 x 200	140 x 190	140 x 200	Journalière	
Janvier		01/01/2020	Dimanche					
	1	02/01/2020	Lundi	10	600	100	710	<b>3</b>
		03/01/2020	Mardi		600	200	800	<b>1</b>
		04/01/2020	Mercredi		700	100	800	<b>1</b>
		05/01/2020	Jeudi	10	600	150	760	<b>2</b>
		06/01/2020	Vendredi	20	500	200	720	<b>2</b>
		07/01/2020	Samedi					
		08/01/2020	Dimanche					
	2	09/01/2020	Lundi	10	500	250	760	 .....
		10/01/2020	Mardi	10	700	50	760	 .....
		11/01/2020	Mercredi		800		800	 .....
		12/01/2020	Jeudi	20	400	200	620	 .....
		13/01/2020	Vendredi		500	100	600	 .....
		14/01/2020	Samedi					
		15/01/2020	Dimanche					
	3	16/01/2020	Lundi	10	700	50	760	 .....
		17/01/2020	Mardi		650	150	800	 .....
		18/01/2020	Mercredi	10	650	100	760	 .....
		19/01/2020	Jeudi	20	500	50	570	 .....
		20/01/2020	Vendredi	10	400	50	460	 .....
		21/01/2020	Samedi					
		22/01/2020	Dimanche					
	4	23/01/2020	Lundi	10	700	50	760	 .....
		24/01/2020	Mardi	10	700	50	760	 .....
		25/01/2020	Mercredi		800		800	 .....
		26/01/2020	Jeudi	10	550	200	760	 .....
		27/01/2020	Vendredi		500	300	800	 .....
		28/01/2020	Samedi					
		29/01/2020	Dimanche					
	5	30/01/2020	Lundi	10	650	100	760	<b>2</b>
		31/01/2020	Mardi		600	200	800	<b>1</b>
		...	...	...	...	...		

**DR6 - PLAN DIRECTEUR DE PRODUCTION OPTIMISÉE : question 3.2.1**

CALENDRIER				PRODUCTION NON OPTIMISÉE			PRODUCTION REGROUPEE			CHANGEMENTS DE SÉRIE	
Mois	Sem	Jour		Ref 1	Ref 2	Ref 3	Ref 1	Ref 2	Ref 3	par semaine	
				160 x 200	140 x 190	140 x 200					
Juillet	26	30/06/2020	Vendredi	...	...	...					
		01/07/2020	Samedi								
		02/07/2020	Dimanche								
		03/07/2020	Lundi		20	700	50	<b>170</b>	<b>2900</b>	<b>400</b>	
	27	04/07/2020	Mardi		0	650	150	Priorité	Priorité	Priorité	<b>2</b>
		05/07/2020	Mercredi		50	650	100	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
		06/07/2020	Jeudi		50	500	50				
		07/07/2020	Vendredi		50	400	50				
		08/07/2020	Samedi								
		09/07/2020	Dimanche								
		10/07/2020	Lundi		20	750	10	<b>100</b>	<b>3350</b>	<b>40</b>	
	28	11/07/2020	Mardi		20	700	10	Priorité	Priorité	Priorité	<b>2</b>
		12/07/2020	Mercredi		0	800	0	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	
		13/07/2020	Jeudi		20	600	10				
		14/07/2020	Vendredi		40	500	10				
		15/07/2020	Samedi								
		16/07/2020	Dimanche								
		17/07/2020	Lundi		0	650	50				
	29	18/07/2020	Mardi		0	600	200	.....	.....	.....	
		19/07/2020	Mercredi		0	700	50	Priorité	Priorité	Priorité	
		20/07/2020	Jeudi		0	600	50				.....
		21/07/2020	Vendredi		0	500	50	.....	.....	.....	
		22/07/2020	Samedi								
		23/07/2020	Dimanche								
		24/07/2020	Lundi		0	500	50				
	30	25/07/2020	Mardi		20	700	50	.....	.....	.....	
		26/07/2020	Mercredi		0	800	0	Priorité	Priorité	Priorité	
		27/07/2020	Jeudi		30	400	200				.....
		28/07/2020	Vendredi		0	500	100	.....	.....	.....	
		29/07/2020	Samedi								
	31	30/07/2020	Dimanche								
	31/07/2020	Lundi		...	...	...	...	...	...	...	

**DR7 - DÉLAIS AVEC PRODUCTION OPTIMISÉE : question 3.3.2**

Délai d'obtention du lot (en jour)			
	Ref 1	Ref 2	Ref 3
Production annuelle			
Semaine	Total = 553755 cadres		
	4315 cadres 2,34%	157650 cadres 85,41%	22620 cadres 12,25%
<b>10</b>	Priorité 1 45 cadres 0,1 j	Priorité 2 2900 cadres 3,6 j	Priorité 3 500 cadres 4,2 j
	Priorité 3 50 cadres 4,1 j	Priorité 2 2900 cadres 4,0 j	Priorité 1 390 cadres 0,5 j
<b>12</b>	Priorité 1 50 cadres 0,1 j	Priorité 2 3300 cadres 4,1 j	Priorité 3 400 cadres 4,6 j
	Priorité 3 120 cadres 4,4 j	Priorité 2 3050 cadres 4,2 j	Priorité 1 400 cadres 0,5 j
<b>14</b>	Priorité 1 50 cadres 0,1 j	Priorité 2 2900 cadres 3,6 j	Priorité 3 400 cadres 4,1 j
	Priorité 3 170 cadres 4,3 j	Priorité 2 2900 cadres 4,0 j	Priorité 1 400 cadres 0,5 j
<b>16</b>	Priorité 1 50 cadres 0,1 j	Priorité 2 3300 cadres 4,1 j	Priorité 3 400 cadres 4,6 j
	Priorité 3 120 cadres 4,4 j	Priorité 2 3050 cadres 4,2 j	Priorité 1 400 cadres 0,5 j
<b>18</b>	Priorité 1 50 cadres 0,1 j	Priorité 2 2900 cadres 3,6 j	Priorité 3 400 cadres 4,1 j
	Priorité 3 170 cadres 4,3 j	Priorité 2 2900 cadres 4,0 j	Priorité 1 400 cadres 0,5 j
<b>20</b>	Priorité 1 50 cadres 0,1 j	Priorité 2 3300 cadres 4,1 j	Priorité 3 400 cadres 4,6 j
	Minimum <b>0,1 j</b>	 .....	 .....
Moyenne <b>2,0 j</b>	 .....	 .....	
Maximum <b>4,4 j</b>	 .....	 .....	
Étendue <b>4,3 j</b>	 .....	 .....	