

# 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

Aucun document autorisé

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

•Sujet :

- **présentation du support (lecture 10 minutes)** ... pages 2 à 5
- **partie 1 (50 minutes)** ... pages 6 à 7
- **partie 2 (50 minutes)** ... pages 8 à 9
- **partie 3 (70 minutes)** ... pages 10 à 13

•Documents techniques ... pages 14 à 26

•Documents réponses ... pages 27 à 30

**Le sujet comporte 3 parties indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre indifférent, les durées sont données à titre indicatif.**

**Les réponses sont à rédiger sur feuilles de copies hormis celles qui font référence à un document réponse (DR). Les documents réponses DR1 à DR7 (pages 27 à 30) seront à rendre agrafés aux copies.**

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 1 sur 30

# Banc d'assemblage pour chargeurs MX

## Présentation du support

### Présentation de l'entreprise

L'entreprise MX (Mailleux) est spécialisée dans la fabrication de matériel agricole et notamment dans celle des chargeurs de tracteurs.

Cette entreprise se situe à Acigné près de Rennes.



Les produits commercialisés couvrent l'essentiel des besoins associés aux tracteurs agricoles, avec par exemple :

- des pinces à balles enrubannées

manuball C40



- des chargeurs



- différents types de godets

godet désileur



godet à griffes



Sur le site d'Acigné, l'usine s'étend sur plus de 10 hectares et est divisée en 6 unités, de U1 à U6. Elle compte 550 employés.

Notre étude se situe dans l'unité U3 qui accueille la peinture, l'assemblage et l'expédition. Elle concerne la productivité de la ligne 2 de peinture et l'assemblage d'une gamme de 4 chargeurs, de C1 à C4 avec différentes options, adaptés à différents gabarits de tracteurs.



## Mise en situation et présentation d'un chargeur.



Principalement destinés aux agriculteurs, les chargeurs sont des équipements qui facilitent les tâches de manutention. Ils s'installent à l'avant du tracteur et permettent le relevage de différents outils (pinces à balle, godet désileur, godet à griffes...).

Deux problématiques d'industrialisation des chargeurs *Compact* sont traitées dans ce sujet et concernent la ligne de peinture des pièces et les postes d'assemblage.

### Ligne de peinture des pièces des chargeurs compacts.

L'entreprise MX, dans une politique d'amélioration continue, cherche à optimiser sa ligne de peinture. Elle souhaite utiliser des indicateurs de performance pour s'assurer d'un taux de productivité maximum.

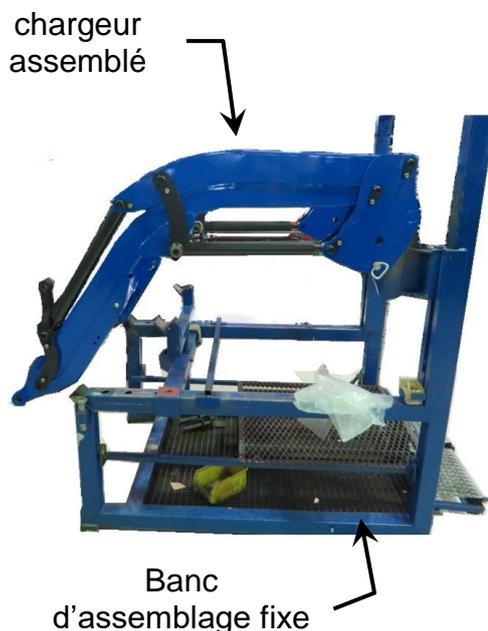
### Poste d'assemblage des chargeurs actuellement en fonction.

Les chargeurs sont constitués d'un brancard (ossature métallique) sur lequel sont assemblés divers flexibles, vérins hydrauliques et autres éléments mécaniques (cadre d'attelage, biellettes, axes, visserie, porte-outils ...) utiles au fonctionnement des outillages montés sur le porte-outils.

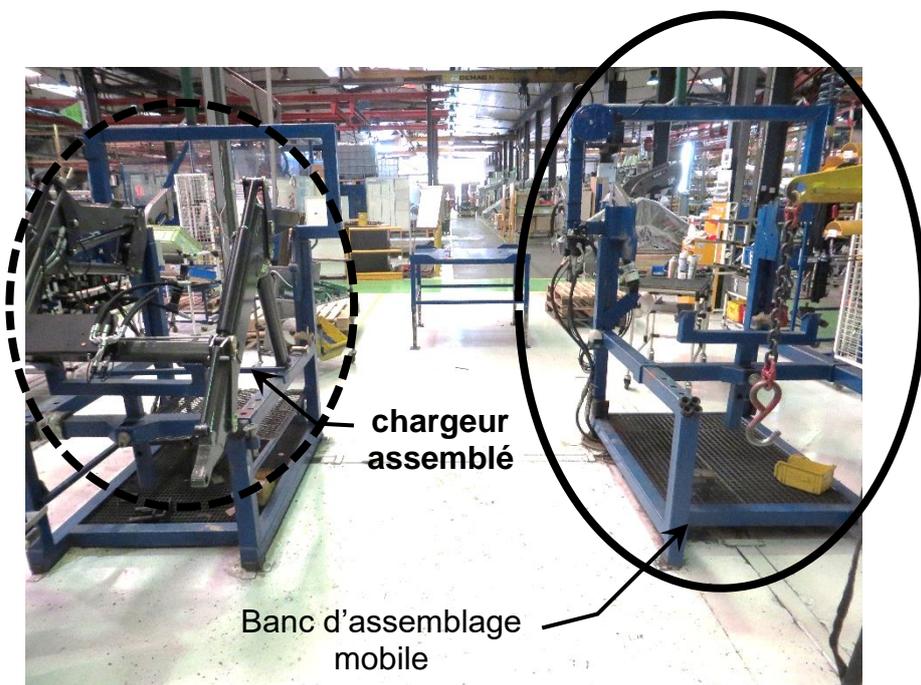
Le temps nécessaire à cet assemblage varie entre 1 h 30 et 2 h 30 en fonction des modèles de chargeur. Les 3 modèles de la gamme (C1, C2 et C3) disposent chacun d'un équipement dédié et sont actuellement assemblés dans l'unité 3.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 3 sur 30

Actuellement, les chargeurs de C1 à C3 sont assemblés sur deux bancs d'assemblage fixes (cf. photos ci-dessous). Le chargeur C4, plus récent, doit pouvoir être assemblé sur la ligne de production principale équipée de bancs d'assemblage mobiles



banc d'assemblage actuel



les 2 bancs d'assemblage dans l'unité U3.

### Evolution du poste d'assemblage des brancards.

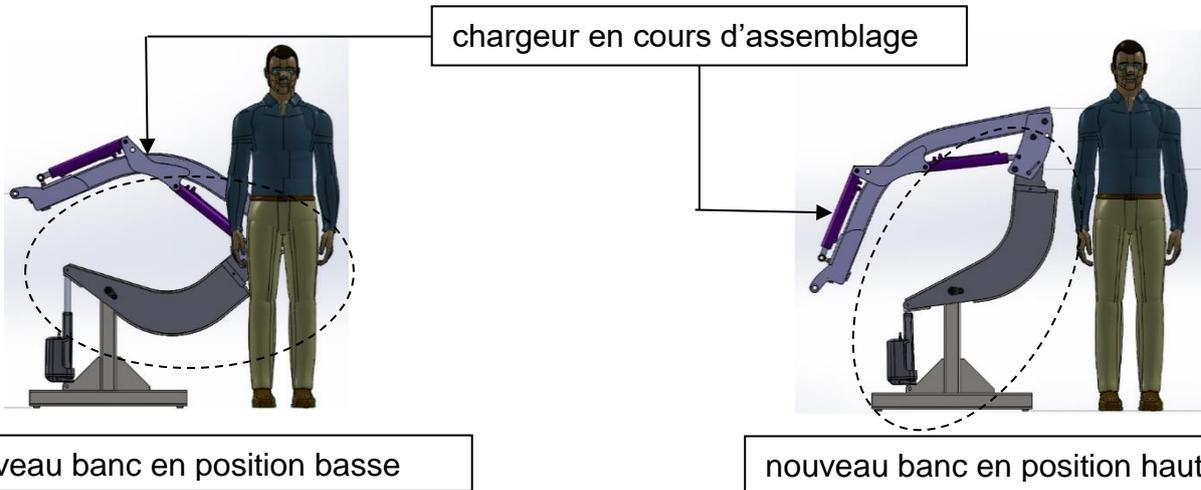
Pour s'adapter à l'évolution de sa production et améliorer l'ergonomie des postes de travail, l'entreprise MX souhaite :

- intégrer l'assemblage des modèles C4, aux 2 bancs existants. L'entreprise doit donc vérifier que ces 2 bancs d'assemblage sont effectivement capables d'absorber cette production supplémentaire. Les dimensions des chargeurs C4 ne sont pas actuellement compatibles avec les bancs existants. Une reconception de ces derniers est donc nécessaire ;
- profiter de cette reconception pour revoir l'ergonomie des postes de travail. En effet, la fréquence des troubles musculo-squelettiques des opérateurs à ces postes est trop élevée. Les postures critiques qu'ils doivent prendre lors de l'assemblage de certains éléments devront être proscrites sur les nouveaux bancs ;
- construire en interne ces nouveaux bancs, en utilisant des composants standards déjà présents dans l'entreprise. Elle envisage notamment la réutilisation d'une gamme de vérins standards afin de rendre le banc mobile.

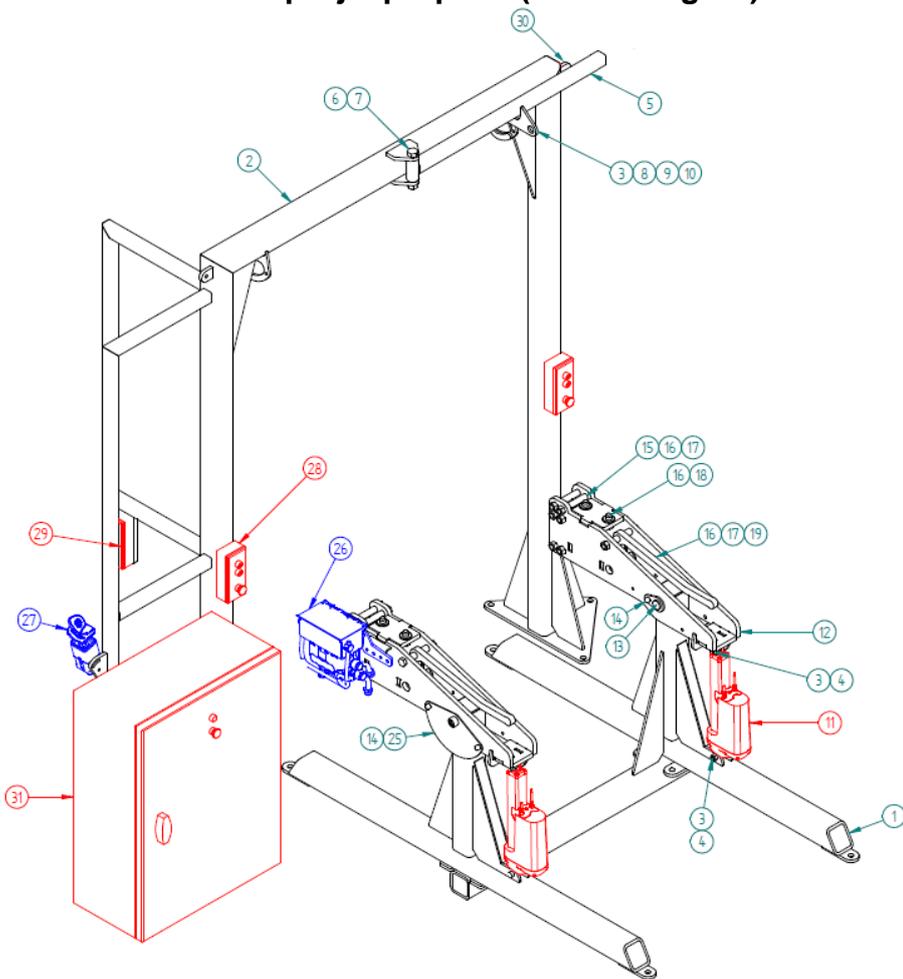
BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 4 sur 30

## Présentation globale du concept des nouveaux bancs.

Les nouveaux bancs proposés devront permettre le pivotement des brancards entre 2 positions extrêmes (basse et haute), afin de rendre plus facilement accessible tous les points d'assemblage à atteindre.



## Plan d'avant-projet proposé (sans chargeur).



31	1	Armoire électrique	
30	1	Capteur fleche	
29	1	Boitier bouton double cmd	XAPM3203
28	2	Boitier bouton	XAPM3204
27	1	Poignee Propilot	524829
26	1	Kit Mach Compact	540988
25	2	Carter secu	
24	2	Vis CHC M8x45	
23	2	Ecrou H M8	
22	2	Rondelle ressort	OUT-34382
21	2	Goupille D5x30	
20	2	Broche arret	93135D03
19	2	Poignee arret	93135S05
18	4	Axe centrage AD	93135D01
17	14	Vis H M16x130	
16	18	Ecrou H M16	
15	12	Rouleau galet	93135D02
14	6	Vis CHC M10x20	
13	2	Axe D30x135	523151
12	2	Bati bras	93135S04
11	2	Verin électrique	LA363C75
10	1	Ressort	300473
9	1	Vis CHC M12x30	
8	1	Crochet fleche	OUT-34375
7	1	Vis H M20x125	
6	1	Ecrou H M20	
5	1	Fleche	93135S03
4	4	Vis CHC M12x60	
3	5	Ecrou H M12	
2	1	Portique	93135S02
1	1	Bati	93135S01
Rep	Qté	Désignation	Ref

## Partie 1 - Comment optimiser la productivité de l'atelier de peinture avec une analyse du TRS ?

### Partie 1.1 - Calcul et analyse des indicateurs de productivité.

L'entreprise MX utilise pour ses opérations de peinture, sur l'ensemble des pièces fabriquées de sa gamme de chargeur, le procédé par projection électrostatique (voir DT1).

Pour sa ligne de peinture, elle réalise l'étude de son taux de rendement synthétique (TRS) pour avoir une image de ses performances de production et savoir comment améliorer sa productivité.

Le chef d'atelier a réalisé tous les relevés nécessaires pour le calcul des indicateurs de productivité de la semaine A de production. Le temps moyen mesuré entre deux décrochages de balancelle est de 4,05 min.

Question 1.1.1 | **Calculer** la cadence nominale  $C_{nom}$  de référence de la ligne, en nombre de balancelles par heure.

Le planning des tranches horaires par équipe et par jour est décrit dans le tableau ci-dessous. Sur chaque tranche horaire il existe des pauses pendant lesquelles la production est à l'arrêt.

équipe tranche horaire	nuit 0 h – 6 h	jour 6 h – 14 h	après-midi 14 h – 22 h	nuit 22 h – 24 h
lundi		8 h	8 h	2 h
mardi / mercredi / jeudi	6 h	8 h	8 h	2 h
vendredi	6 h	8 h	8 h	
samedi / dimanche				

En début de chaque tranche horaire, le chef d'équipe fait avec les opérateurs, pendant 15min, un point rapide sur la production en cours et les actions à mener.

Les équipes bénéficient de 2 pauses de 30 min.

L'équipe de nuit prend ses pauses après 1 h du matin.

Pour les trois questions suivantes (DR1), le calcul des taux de rendement se fera sur les relevés de la semaine A. Chaque tableau est indépendant car traité sur des jours différents de la semaine. Donner une précision de résultat au centième (arrondi à  $10^{-2}$ ).

Question 1.1.2 | **Compléter** le tableau récapitulatif des temps net de fonctionnement  $t_f$  de la journée du vendredi.

Voir DT2  
DR1

Question 1.1.3 | **Compléter** le tableau récapitulatif des temps net  $t_N$  et temps utiles  $t_u$  pour la journée de mercredi.

Voir DT2  
DR1

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 6 sur 30

Question 1.1.4 | **Compléter** le tableau récapitulatif des indicateurs de productivité pour la journée de jeudi.  
Voir DT2  
DR1

Question 1.1.5 | **Conclure** sur les valeurs moyennes du TRG et du TRS obtenues.  
**Indiquer** sur quel indicateur moyen il convient d'agir pour améliorer la productivité de la ligne 2 de peinture.

## **Partie 1.2 - Utiliser les indices de productivité pour anticiper un passage en 2 x 8 h.**

Après analyse de son processus de production, le chef d'atelier relève que les arrêts de production sont liés à des problèmes d'organisation (maintenance en cours de production, pause opérateur) ou à des problèmes de personnel (poste en attente d'un opérateur, méconnaissance du poste par l'intérimaire en place, peintre absent sans remplaçant...).

Après avoir mis en place des solutions d'amélioration, l'atelier de peinture a grandement amélioré ses indicateurs de productivité. Cependant, l'entreprise subit une baisse des commandes pour les prochaines semaines.

Le service d'industrialisation souhaite alors savoir si l'atelier de peinture sera capable d'assurer son prévisionnel de production en passant à un système d'organisation du travail en deux-huit.

Données :

Commande prévisionnelle de 825 balancelles par semaine.

Nouveau taux de performance pour un système de gestion en deux huit : TRG = 73%,

Question 1.2.1 | **Calculer** pour une journée en deux-huit la capacité réelle estimée.  
**Donner** la production de balancelle estimée pour une semaine.

Question 1.2.2 | **Conclure** sur le système d'organisation du travail à utiliser, pour assurer au mieux le nouveau planning prévisionnel de production.

## **Partie 1.3 - En quoi l'analyse du TRS a-t-elle permis d'améliorer la productivité de la ligne ?**

Question 1.3.1 | A partir des résultats de cette étude et des mesures prises par l'entreprise, **conclure** sur l'utilité des indicateurs de productivité dans le but d'amélioration de la productivité.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 7 sur 30

## Partie 2 - Pourquoi améliorer l'ergonomie du poste d'assemblage ?

### Partie 2.1 - Analyse de risque du banc d'assemblage.

L'entreprise MX veut intégrer, sur sa ligne d'assemblage de chargeurs *Compact* de C1 à C3, la nouvelle gamme de chargeurs C4.

Le chef d'atelier souhaite profiter de ce changement pour demander la reconception complète d'un nouveau banc d'assemblage. Le banc actuel semble être la cause de fatigue, d'inconfort et de troubles musculo-squelettiques (TMS) pour ses opérateurs. Pour le vérifier, le chef d'atelier réalise une étude ergonomique du poste d'assemblage pour identifier les postures à risque et ainsi argumenter, devant le service d'industrialisation, la nécessité de réaliser un nouveau banc.

Les postes de travail conçus de façon ergonomique ont une influence positive sur la motivation et le rendement des collaborateurs. Il y a moins d'accidents du travail et de maladies professionnelles, et, par conséquent, moins de journées d'absence.

Seule l'étude de l'assemblage des chargeurs C2 est traitée dans ce sujet.

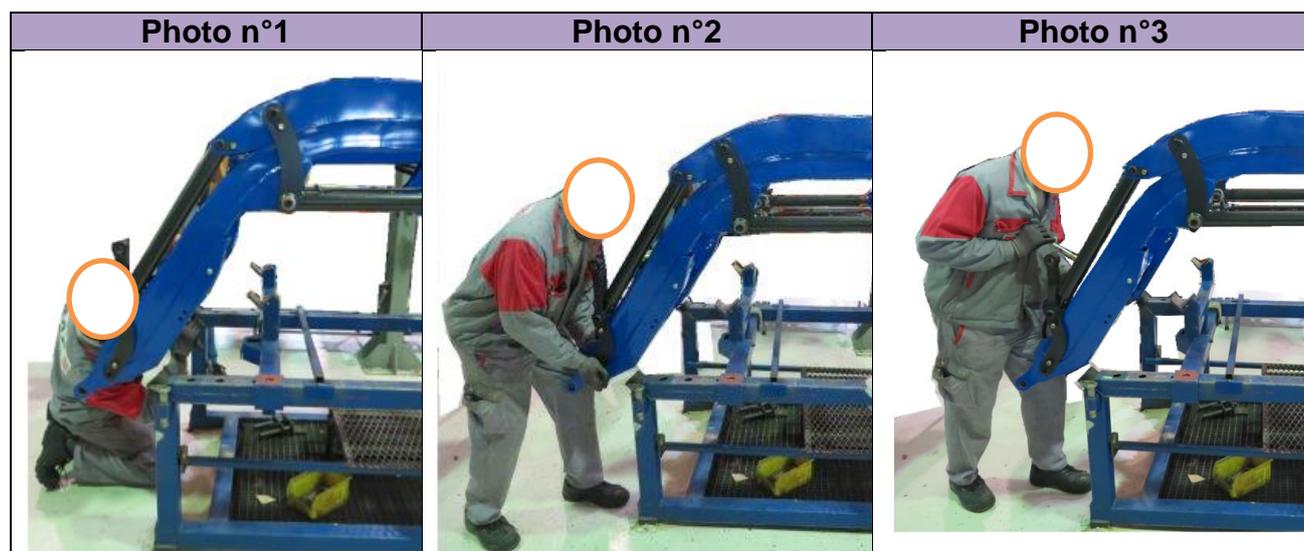
Durant le mois de janvier, l'entreprise a enregistré sur ce poste trois arrêts de travail respectivement de 2 semaines, d'une semaine et de 3 jours.

#### Question 2.1.1

Voir DT4

A partir des coûts des incapacités temporaires, **calculer** les coûts direct, indirect et total engendrés par les arrêts de travail du mois de janvier.

Les 3 photos ci-dessous montrent la posture d'un opérateur au cours de 3 opérations d'assemblage d'un chargeur sur l'ancien banc.



**Question 2.1.2**

Voir DT3

Pour chacune des 3 postures photographiées et numérotées de 1 à 3 :

- **repérer** le numéro de la photo ;
- **indiquer** le nom de la posture pour le dos (droit, penché ...) ;
- **indiquer** le nom de la posture pour les membres inférieurs (assis, debout...);
- **analyser** le niveau de risque de la posture.

Une analyse de déroulement a été réalisée sur le poste d'assemblage des chargeurs C2, et la compilation des temps en seconde par posture sur le document DT4.

Pour chaque tranche horaire de 8 h, le temps effectif de l'opérateur passé au poste d'assemblage est de 6 h 45 min. Le temps d'assemblage d'un chargeur C2 est de 1 h 30 min.

**Question 2.1.3**

Voir DT4

**Calculer** le nombre de chargeurs C2 (arrondi à  $10^{-1}$ ) qui peut être assemblé par un opérateur par jour.

**Question 2.1.4**Voir DT3 & DT4  
DR2

A partir du tableau des temps récapitulatifs par postures pour l'assemblage d'un chargeur compact C2 :

- **calculer** pour les membres inférieurs, leurs temps d'exposition par posture et par jour ;
- **compléter** le tableau de cotation ergonomique sur les membres inférieurs pour une journée de travail.

**Question 2.1.5**Voir DT3  
DR3

**Rédiger** une proposition de courriel, destinée au directeur du service d'industrialisation pour argumenter la nécessité d'investir dans la réalisation d'un nouveau banc d'assemblage.

L'argumentation doit être chiffrée. Elle s'appuiera sur les résultats de l'étude des incapacités temporaires et sur l'analyse ergonomique du poste d'assemblage.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 9 sur 30

## Partie 3 - Quels choix de commande pour l'élévation du banc ?

### Partie 3.1 : Analyse d'une commande en logique câblée.

Dans la phase de conception du banc, le bureau d'études souhaite, a priori, privilégier la simplicité d'une commande en logique câblée pour alimenter les moteurs de vérins. Dans cette configuration, l'opérateur a à sa disposition 2 boutons poussoirs (montée et descente) et un arrêt d'urgence ; un appui maintenu sur l'un des 2 boutons poussoirs provoque un mouvement du banc et tout relâchement stoppe ce déplacement.

Les caractéristiques techniques des vérins électriques sont données sur le DT7. Le schéma de câblage des 2 vérins est donné sur le DT5.

Chaque vérin est équipé de 2 fins de courses (haut et bas) qui s'ouvrent quand la tige du vérin arrive dans la position extrême correspondante.

Les moteurs des vérins électriques sont à courant continu. Le changement de sens de rotation de ce type de moteur se fait par inversion des polarités d'alimentation.

#### Question 3.1.1

Voir DT5  
DR4

A partir du schéma de câblage, **compléter** sur le document réponse, les chronogrammes de fonctionnement.

#### Question 3.1.2

Voir DR4

Sur les chronogrammes établis, **mettre en évidence** en les encadrant, les 2 situations suivantes :

- le vérin arrive en butée haute et l'opérateur continue à appuyer sur le bouton poussoir montée ;
- l'opérateur appuie simultanément sur les 2 boutons poussoirs ;

#### Question 3.1.3

Voir DR4

Dans les 2 situations définies à la question précédente, **préciser** ce que fait le vérin.

**Conclure** sur le choix de ce schéma de câblage, en termes de protection électrique des moteurs électriques des vérins et de l'alimentation.

### Partie 3.2 - Mise en évidence des limites d'une commande en logique câblée.

---

Un premier banc a été réalisé. Lors des phases de tests de fonctionnement à vide, les protections thermiques, bien que correctement dimensionnées, déclenchent fréquemment lorsque les vérins passent d'une position extrême à l'autre.

Le bureau d'études décide de vérifier les caractéristiques réelles des vérins utilisés et notamment la caractéristique de vitesse de sortie de tige. Réalisé dans le laboratoire d'essais, le test consiste à alimenter les moteurs des vérins sous tension nominale et à relever la position des tiges en fonction du temps.

#### Question 3.2.1

Voir DT6

A partir des relevés expérimentaux effectués par le bureau d'études, **relever** l'écart de position maximal entre les 2 tiges de vérins.

De par sa conception, la structure mécanique du nouveau banc autorise un défaut de géométrie (jeux internes) maximal de 7 mm entre les deux points d'attaches des vérins (11) sur les bras (12) (voir plan d'avant-projet page 5).

#### Question 3.2.2

**Comparer** la valeur de l'écart de position déterminé à la question précédente avec ce défaut maximal de géométrie.

**Préciser** le comportement des moteurs des vérins lorsque l'écart de position dépasse les tolérances du défaut de géométrie et **justifier** le déclenchement des protections thermiques.

### Partie 3.3 : Analyse d'une commande par automate.

---

Les questions précédentes ont mis en évidence la nécessité d'asservir en position les tiges des 2 vérins pour que l'erreur différentielle reste inférieure à 7 mm.

Les vérins utilisés sont munis de 2 capteurs incrémentaux à effet Hall (DT7). Chaque capteur délivre un signal rectangulaire lorsque la tige du vérin est en mouvement. Après initialisation dans une des positions extrêmes, il suffira donc de compter le nombre d'impulsions délivrées par un capteur pour connaître la position de tige d'un vérin.

Les comptages des impulsions et leurs exploitations seront assurés par un automate SIEMENS de référence 6ES7212-1AE40 (DT8). Cet automate gèrera également l'alimentation des moteurs des vérins.

#### Question 3.3.1

Voir DT7 & DT8

DR5

**Compléter** le schéma fonctionnel du document réponse en remplaçant les mots ci-dessous dans les cadres :

- ♦ entrées comptage automate
- ♦ sorties TOR automate
- ♦ moteurs vérins
- ♦ tiges vérins
- ♦ capteurs incrémentaux
- ♦ interface de puissance

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 11 sur 30

On s'intéresse à la boucle de retour de l'asservissement et plus particulièrement aux câblages des capteurs de vérins sur les entrées de comptage de l'automate. Le bureau d'études choisit d'adopter la configuration suivante :

- l'alimentation des capteurs se fera par le 24 V délivré par l'automate ;
- les sorties de chaque codeur incrémental (Hall A et Hall B) seront respectivement reliées aux entrées d'horloge A et B des compteurs de l'automate ;
- les signaux des fins de courses bas des vérins serviront à initialiser les compteurs (la position basse du banc est prise comme origine du comptage) ;
- le mode de comptage retenu sera du type "Quadrature de Phase A/B" ;

**Question 3.3.2**

Voir DT7 & DT8  
DR6

**Compléter** le schéma de câblage du document réponse, en reliant les capteurs du vérin1 (et leur alimentation), aux entrées/sorties de l'automate.

La programmation de l'automate va être réalisée par Grafcet et par langage ladder, une étude des modes de marche et d'arrêt (GEMMA) a été réalisée (DT10, DT11 et DT12).

L'affectation des entrées, des sorties et des variables internes est définie sur le DT9.

**Question 3.3.3**

Voir DT9 & DT12

**Expliquer** succinctement le cycle réalisé par les étapes 31 et 32 du grafcet de la tâche « Monter » en précisant l'utilité des actions conditionnées.

**Question 3.3.4**

Voir DT9 & DT12

**Expliquer** ce qui se produit, au niveau de la montée des vérins et de la temporisation de 500ms, si l'étape 33 est activée.

**Question 3.3.5**

Voir DT9, DT11 &  
DT12

**Donner** la nature du défaut signalé par la variable « dfpv ».

La variable du défaut « dsiv » est vraie dans le cas d'une surintensité relevée sur l'un des deux vérins électriques (déclenchement d'un des deux relais thermiques).

**Question 3.3.6**

Voir DT9

**Tracer** le schéma à contact (langage ladder) à programmer.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 12 sur 30

Un relais de sécurité permet de surveiller la chaîne d'arrêt d'urgence. Il mettra hors énergie la partie opérative en cas d'appui sur un bouton d'arrêt d'urgence ou en cas de déclenchement d'un des deux relais thermiques des vérins.

Un bouton de mise en service (non traité par la partie commande) réarme le relais pour la remise en énergie du système. Un contact à ouverture du relais de sécurité « kasp » informe la partie commande de l'état du relais.

La partie commande gère le fonctionnement de trois voyants (VHS, VDPV et VSIV) qui permettent de signaler à l'opérateur la nature du défaut qui a provoqué l'arrêt du banc.

**Question 3.3.7**

Voir DT9, DT10 &  
DT11  
DR7

En respectant les consignes définies dans le Gemma, **compléter** le grafcet de sécurité.

### Partie 3.4 - Choix d'un capteur de détection.

---

La flèche (pièce (5) sur le plan d'avant-projet page 5) permet le maintien de la visseuse en suspension au-dessus du chargeur lors des opérations de vissage. Pour éviter la collision de la flèche avec le chargeur lors de la phase de test hydraulique (DT11), celle-ci est escamotée manuellement par l'opérateur.

Le capteur de présence de la flèche (pièce (30) sur le plan d'avant-projet page 5) permet de vérifier la position escamotée de la flèche avant d'autoriser la phase de test. La flèche est **métallique**.

La distance entre la flèche en position escamotée et le capteur est de 1,5 mm maximum.

Le capteur sera cylindrique (diamètre de 10 à 20 mm), 3 fils, avec connecteur pour alimentation 12 V. On souhaite privilégier une détection sans contact, information PNP, NO.

**Question 3.4.1**

Voir DT13

**Choisir** la technologie du capteur de présence flèche (électromécanique, inductif, photoélectrique, capacitif,...) en justifiant votre choix.

**Donner** la référence du capteur choisi.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 13 sur 30

## DT1 - Procédé de peinture par projection électrostatique

Le procédé de peinture utilisé par l'entreprise MX est appelé « projection électrostatique » ou encore « poudrage électrostatique ». La projection de la peinture se fait au pistolet électrostatique, qui porte une charge positive.

La peinture se présente sous la forme d'une poudre froide très fine qui est chargée (positivement) par un champ électrique.

La pièce à peindre, conductrice, porte une charge opposée (négative). La poudre est attirée par la force de Coulomb et adhère ainsi provisoirement sur la pièce.

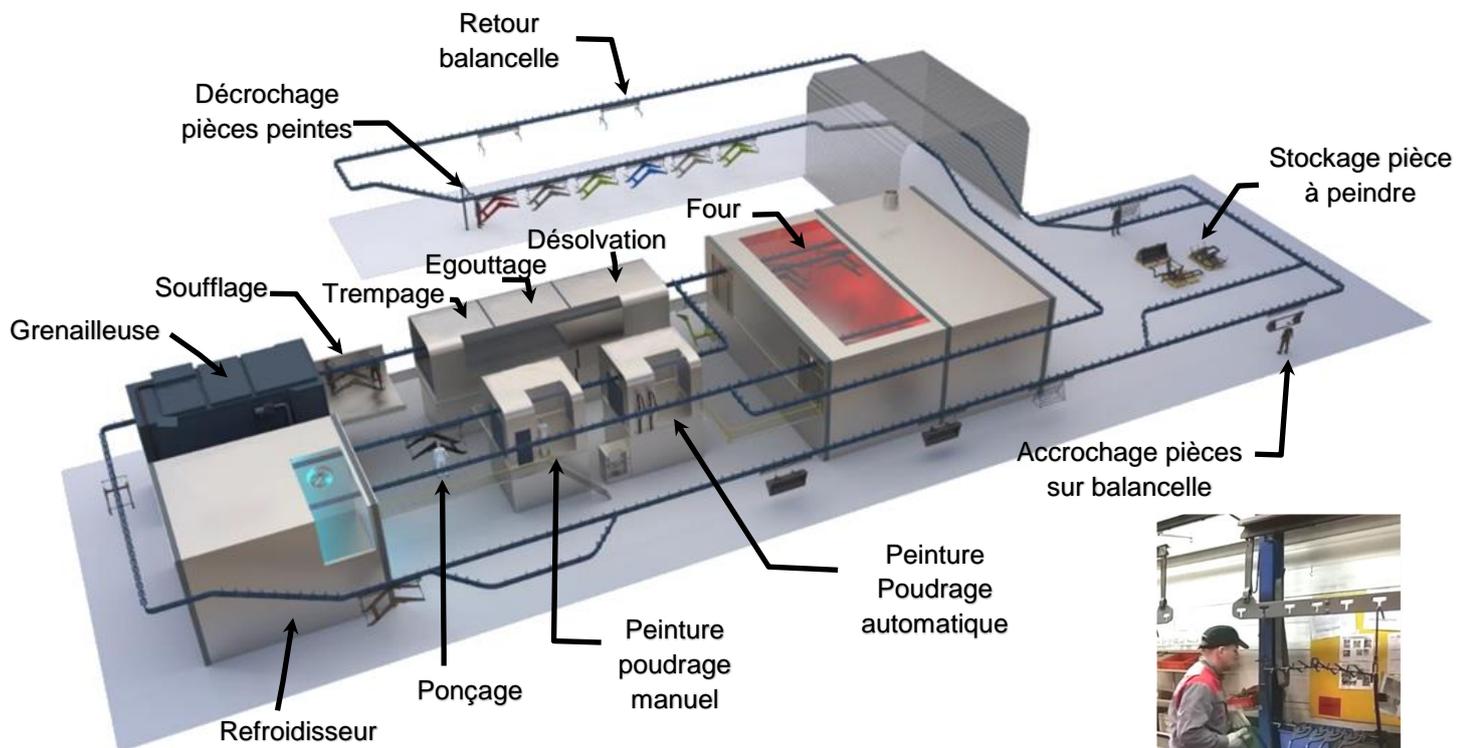


Fig. 1 : Atelier de peinture Ligne 2

La pièce est passée au four, ce qui permet la fusion et la polymérisation de la poudre thermodurcissable.



Fig. 2 : Accrochage balancelle

Cette technique convient aux pièces de formes complexes et de grand volume. Elle est très utilisée dans le secteur automobile et le traitement des pièces métalliques de mobilier.

Sur la ligne 2 de peinture, cinq postes à opération manuelle sont insérés dans le cycle automatique ; l'accrochage, le soufflage, le ponçage, le poudrage et le décrochage.

## DT2 - Indicateur de productivité suivant la norme NF E 60-182

<b><math>t_T</math> = Temps total (ex : 24h sur une journée)</b>					
<b><math>t_o</math> = Temps d'ouverture (ex : 16h en 2x8h)</b>				Fermeture	
<b><math>t_R</math> = Temps requis</b>			Arrêts structurels  Temps de désengagement du moyen de production : Sous charge Maintenance préventive Nettoyage Pauses Formation Réunion		
<b><math>t_F</math> = Temps de fonctionnement</b>		Arrêts fonctionnels			
<b>Temps net (<math>t_N</math>)</b>		Arrêts propres : Arrêts fonctionnels (changement de fabrication, d'outils, réglage, contrôle) Arrêts d'exploitation (pannes, micro arrêts)  Arrêts induits : Défauts d'approvisionnement, saturations de pièces, manque de personnel, défaut d'énergie.			
<b>Temps utile (<math>t_U</math>)</b>					
Non qualité	Ecart de cadence				

Temps total  $t_T$  : temps de référence intégrant l'ensemble des états possibles du moyen. Pour une journée, le temps total est de 24h ; pour une semaine, le temps total est de 168h ; 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 (sous charge, maintenance préventive, nettoyage, pause...).

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, (pannes, changement de série, réglage, absence du personnel).  $t_R = t_o - \text{temps arrêt structurels}$ .

Temps de fonctionnement  $t_F$  : partie du temps requis ( $t_R$ ) pendant lequel le moyen de production produit des pièces bonnes ou mauvaises dans le respect ou non du temps de cycle de référence ( $t_{CR}$ ) et avec tout ou parties des fonctions en service ( $t_F = t_R - \text{temps arrêt fonctionnels}$ ).

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 de la cadence de production ( $C_{nom}$ ).

Temps utile  $t_U$  : partie du temps net ( $t_N$ ) correspondant au temps non mesurable obtenu en divisant le nombre de pièces bonnes par la cadence nominale de production ( $C_{nom}$ ).

Définition des différents taux (indicateurs) :

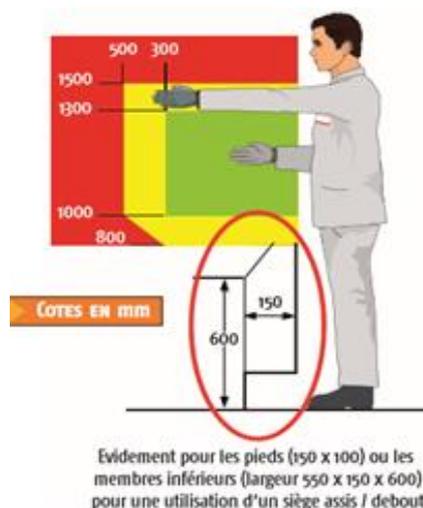
- Le taux de charge est le rapport entre le temps requis et le temps d'ouverture ( $t_R/t_o$ )
- Le taux de qualité est le rapport entre temps utile et temps net ( $t_U/t_N$ ),
- Le taux de performance est le rapport entre temps net et temps de fonctionnement ( $t_N/t_F$ )
- Le taux de disponibilité opérationnelle est le rapport entre temps net de fonctionnement et temps requis ( $t_F/t_R$ ).
- Le taux de rendement synthétique (TRS) est le produit des taux de qualité, de performance et de disponibilité opérationnelle ( $t_U/t_R$ ).
- Le taux de rendement global (TRG) est le produit des taux de charge, de qualité, de performance et de disponibilité opérationnelle ( $t_U/t_o$ ).

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 15 sur 30

## DT3 - Cotation ergonomique d'un poste de travail (NF X35 109)

L'étude ergonomique d'un poste se fait en trois étapes ; l'étude des manutentions manuelles, l'étude des postures et des risques de lombalgie.

Une analyse de déroulement permet de compiler les temps d'exposition par posture et par opération. Connaissant le nombre d'opération réalisé par jour, une compilation des temps par posture et par jour est réalisée sur une grille ergonomique.



### Exemple de grille ergonomique :

RISQUE LOMBALGIE						RISQUE TROUBLE MUSCULO SQUELETTIQUE						
DOS		Durée d'exposition cumulée			Exposition		POSTURES A RISQUE		Durée		Exposition	
		0 à 2 h	2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger			2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger
	Droit	1	1	1	4,89	1		Cou	2	3	1,59	2
	Penché vers l'avant	1	2	3	0,75	1		Epaule	2	3	1,5	2
	Torsion	2	3	3	0,04	2		Rotation avant bras	1	2	1,06	1
	Courbé et torsion	2	3	3	0	2		Poignet	2	3	0,47	2
MEMBRES INFERIEURS		Durée d'exposition cumulée			Exposition		Danger	Description				
		0 à 2 h	2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger						
	Assis	1	1	2	0	1	1	Risque niveau 1 (vert) Pas de risque				
	Debout	1	1	2	5,48	2						
	Accroupi	3	3	3	0,32	3	2	Risque niveau 2 (orange) Vigilance, posture possible mais limitée				
	Agenouillé	3	3	3	0	3						
							3	Risque niveau 3 (Rouge) Posture inacceptable				

En fonction des durées d'exposition, le niveau de risque est établi de 1 à 3.

Exemple : ci-dessus le temps de position debout pour les membres inférieurs est de 5,48h. Le risque est donc de niveau 2 (orange) car entre 4 et 8h d'exposition. Il faudra donc être vigilant et tenter de limiter dans le temps cette posture.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2020
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG-NC	Page 16 sur 30

## DT4 - Données relatives à l'étude ergonomique du poste d'assemblage

### Coûts dus à des incapacités temporaires de travail

Les conséquences liées au TMS (troubles musculosquelettiques) sont humaines (douleur, handicap, usure physique, usure mentale...), juridique, sociales, et financières avec des coûts directs (frais liés à l'accident, médecin, kiné, pharmacie...) mais aussi indirectes (désorganisation des services, perte de production, remplacement du salarié ...).

Tableau des coûts directs des incapacités temporaires dues à des TMS :

Incapacités temporaires					
IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6
< 4 jours	4 – 15 jours	16 – 45 jours	46 – 90 jours	91 – 150 jours	>150 jours
268 €	544 €	1837 €	5067 €	9739 €	35254 €

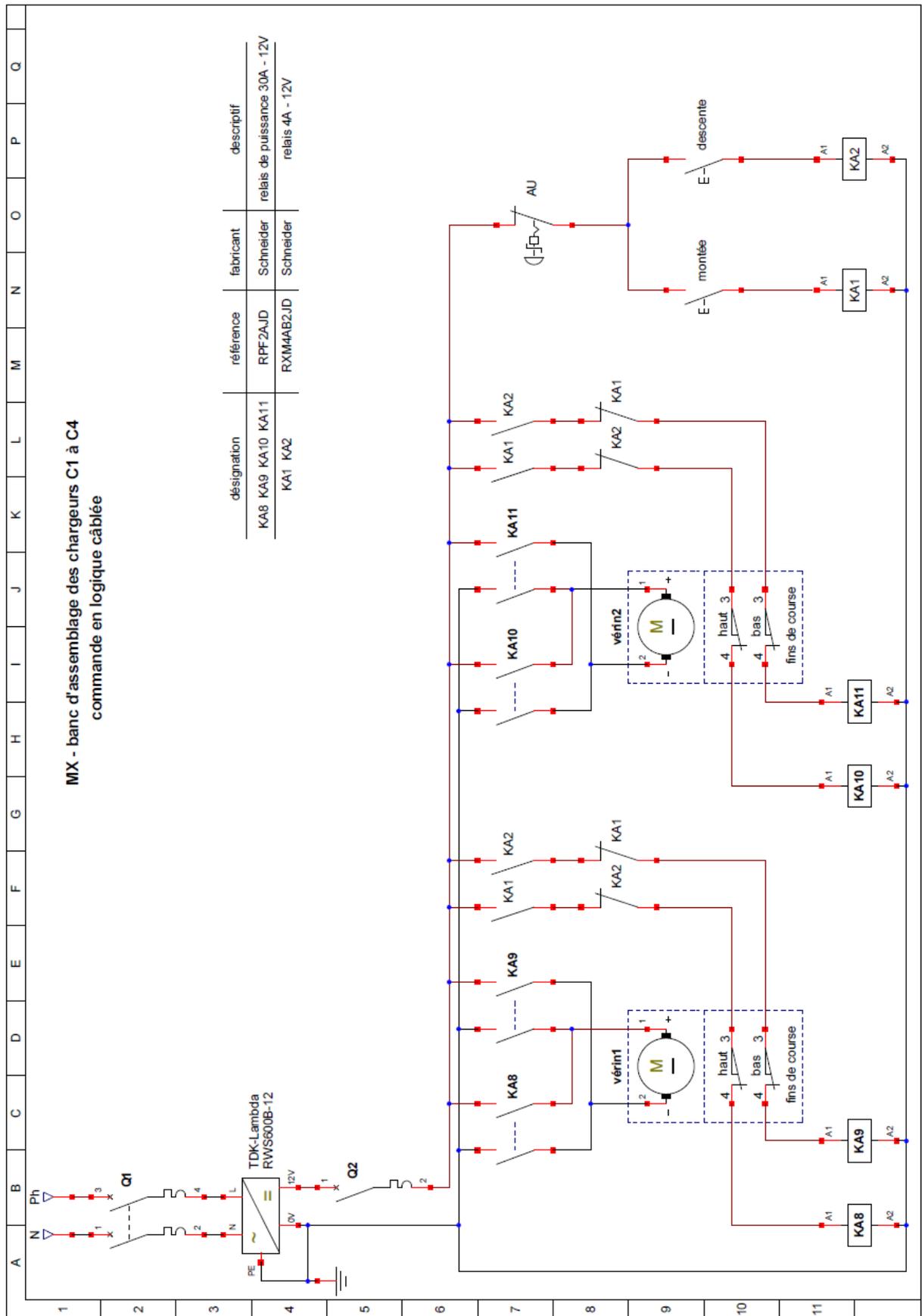
Les coûts indirects équivalents sont estimés à 4 fois le coût direct.

Exemples d'événements et coût direct associé : 48 jours d'arrêt pour une lombalgie : coût direct = 5067 € ; coût indirect = 4 \* 5067 = 20268 € ; coût total estimé = 25335 €.

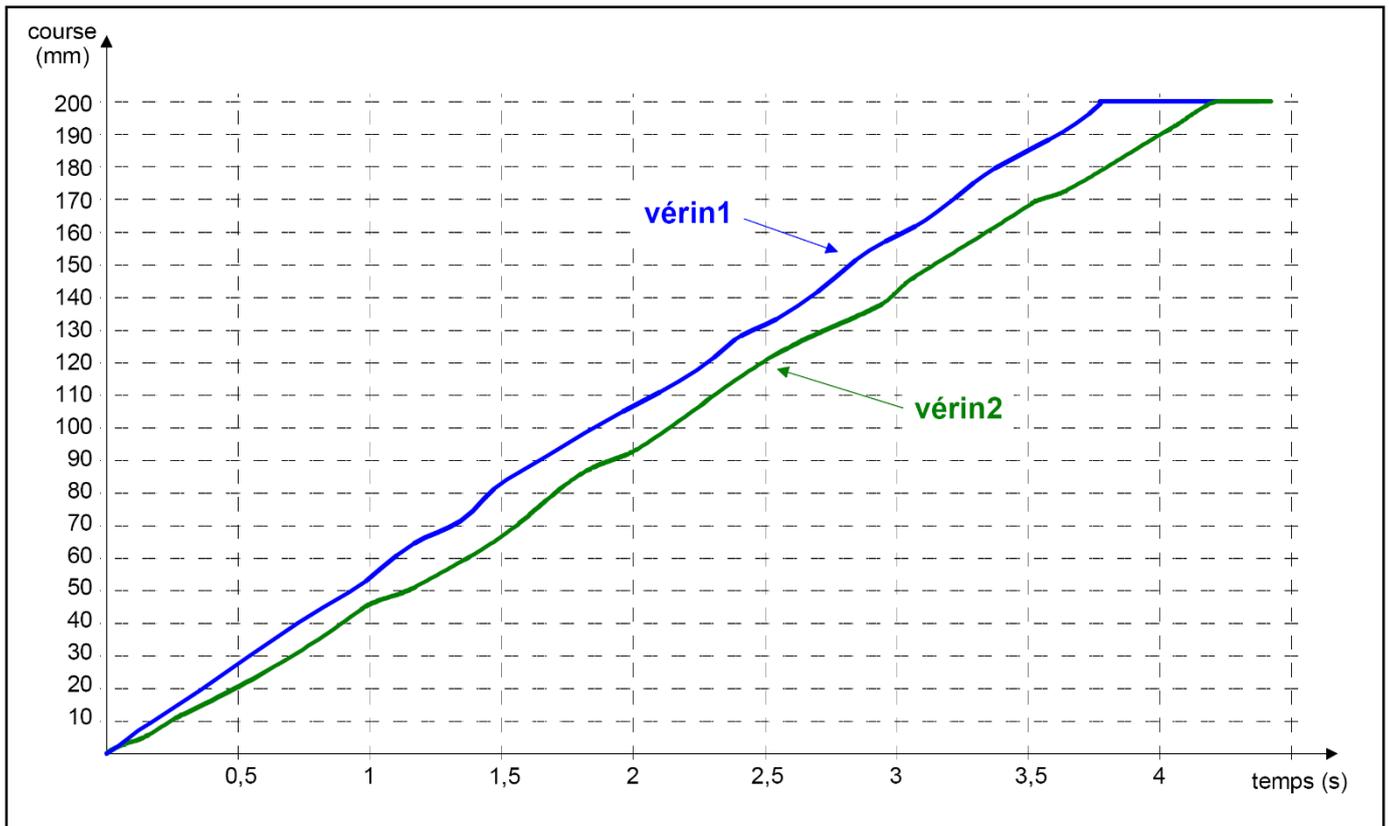
**Tableau récapitulatif des temps d'assemblage en seconde** par posture sur le chargeur compact C2.

Lombalgie								TMS			
Dos				Membre inférieur				Postures à risque			
											
3638,3	658,3	915,6	185,3	0,0	4826,5	145,6	430,4	1326,0	362,6	0,0	155,8

# DT5 - Schéma électrique du banc (réalisé en logique câblée)



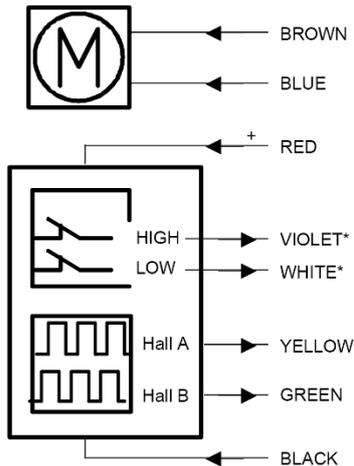
## DT6 - Relevé expérimental de l'écart de positionnement entre les 2 vérins testés



## DT7 - Caractéristiques techniques des vérins électriques



### Actuator with endstop signals and relative positioning - Dual Hall Connection diagram:



\*VIOLET/WHITE:

Endstop signals out are NOT potential free!

If you wish to use the endstop signals, you will have to keep power on the brown, blue, red and black wires, otherwise the signal will be lost.

### I/O specifications :

Input/Output	Specifications		Comments
Brown	12, 24 or 36VDC (+/-) 12V ± 20%		To extend actuator: Connect Brown to positive
Blue	24V ± 10%		To retract actuator: Connect Brown to negative
	36V ± 10%		To extend actuator: Connect Blue to negative
Red	Signal power supply (+)	12-24VDC	Current consumption: Max. 40mA, also when the actuator is not running
Black	Signal power supply GND (-)	0V	
Green	Hall B	Movement per single hall pulse : LA363C Actuator = 0.7 mm per pulse	The Hall sensor signals are generated by the turning of the actuator gearing. These signals can be fed into a PLC (Programmable Logic Controller). Output voltage min. VIN - 1V Current output 12mA
Yellow	Hall A		
Violet	Endstop signal in		
White	Endstop signal out		Output voltage min. VIN - 2V Source current max. 30mA NOT potential free
Diagram of Dual Hall :			

# DT8 - Fonction de comptage de l'automate Siemens S7-1200

Fiche technique

6ES7212-1AE40-0XB0



SIMATIC S7-1200, CPU 1212C, CPU compacte CC/CC/CC, I/O intégrées: 8 DI 24V CC; 6 sorties TOR 24V CC; 2 AI 0-10V CC, alimentation: CC 20,4-28,8V CC, mémoire de programme / de données 75 Ko

## FONCTIONS COMPTAGE

Tous les compteurs fonctionnent de la même manière dans un mode de comptage donné.

Il existe différents modes de comptage :

- comptage **Monophasé** avec gestion **interne** du sens de comptage ;
- comptage **Monophasé** avec gestion **externe** du sens de comptage ;
- comptage **Biphasé** avec deux entrées d'horloge ;
- comptage en **Quadrature de Phase A/B** ;

Modes de comptage

Type	Entrée A	Entrée B	Entrée C	Fonction
compteur <b>Monophasé</b> avec gestion <b>interne</b> du sens de comptage	horloge	-	-	comptage ou mesure de fréquence
			réinitialisation	comptage
compteur <b>Monophasé</b> avec gestion <b>externe</b> du sens de comptage	horloge	sens	-	comptage ou mesure de fréquence
			réinitialisation	comptage
compteur <b>Biphasé</b> avec deux entrées d'horloge	horloge, incrémentation	horloge, décrémentation	-	comptage ou mesure de fréquence
			réinitialisation	comptage
compteur en <b>Quadrature de Phase A/B</b>	phase A	phase B	-	comptage ou mesure de fréquence
			réinitialisation	comptage

Entrées de comptage

- ♦ **Monophasé** : **Clk** est l'entrée d'horloge, **[d]** est l'entrée de direction (optionnel) et **[R]** est l'entrée de réinitialisation externe (optionnel).
- ♦ **Biphasé** : **CU** est l'entrée d'horloge haute, **CD** est l'entrée d'horloge basse et **[R]** est l'entrée de réinitialisation externe (optionnel).
- ♦ **Quadrature de phase A/B** : **A** est l'entrée d'horloge A, **B** est l'entrée d'horloge B et **[R]** est l'entrée de réinitialisation externe (optionnel).

modes de comptage		Entrées intégrées à la CPU				Entrées SB optionnelles			
		I 0.0	I 0.1	I 0.2	I 0.3	I 4.0	I 4.1	I 4.2	I 4.3
compteur 1	Monophasé	Clk	[d]		[R]	Clk	[d]		[R]
	Biphasé	CU	CD		[R]	CU	CD		[R]
	Phase A/B	A	B		[R]	A	B		[R]
compteur 2	Monophasé		[R]	Clk	[d]		[R]	Clk	[d]
	Biphasé		[R]	CU	CD		[R]	CU	CD
	Phase A/B		[R]	A	B		[R]	A	B

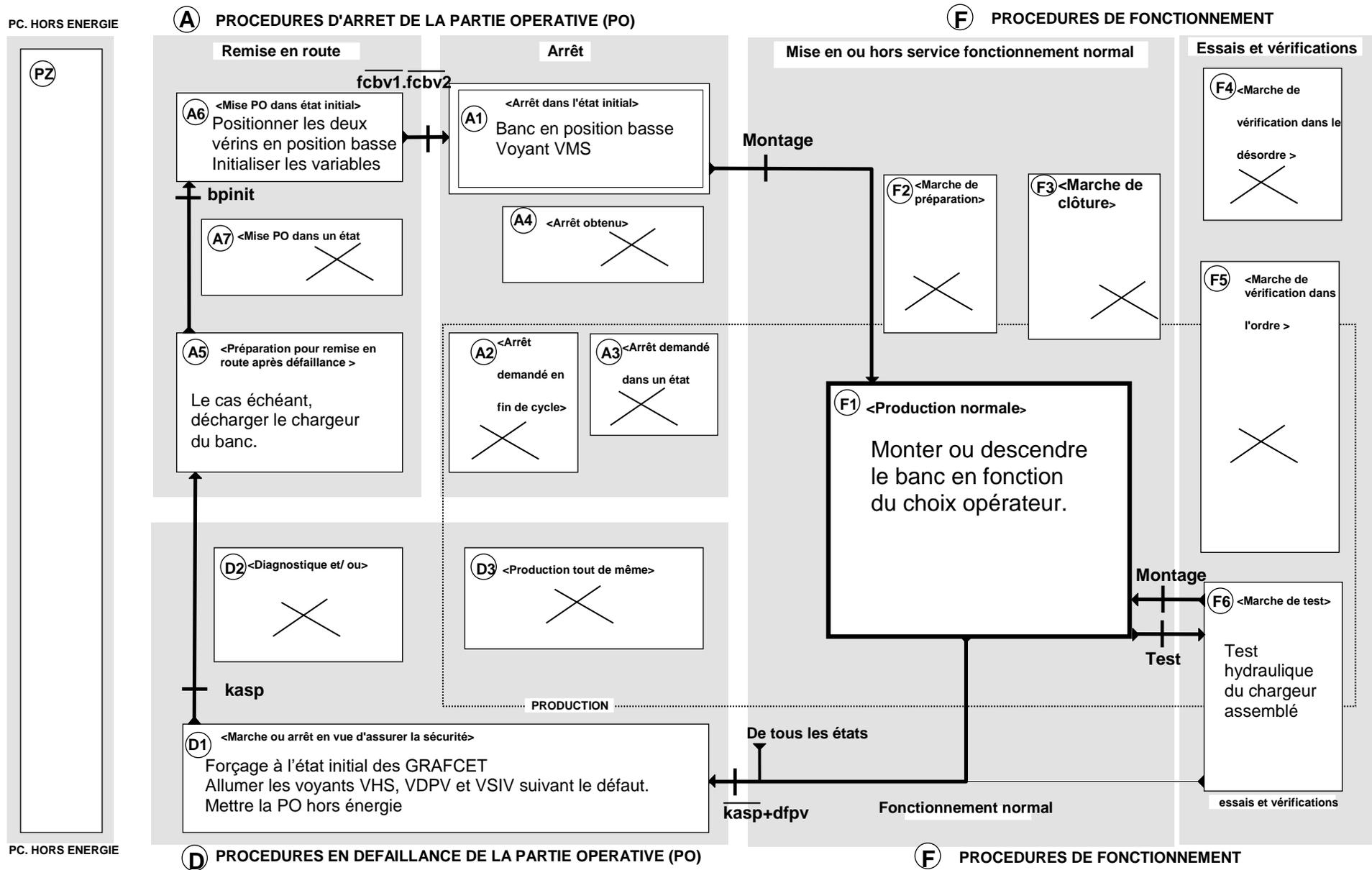
Une même entrée ne peut servir pas pour deux fonctions différentes, mais toute entrée non activée dans un mode de comptage peut être utilisée à d'autres fins. Par exemple, si l'entrée de direction d'un compteur n'est pas utilisée, elle peut servir comme entrée de réinitialisation pour un autre.

## DT9 - Tableau d'affectation des entrées/sorties et variables automatés

Entrées	Désignation	Commentaires
bpm	Bouton Poussoir	Commande de montée du banc.
bpd	Bouton Poussoir	Bouton de commande de descente du banc
bpacy	Bouton Poussoir	Bouton d'arrêt de mouvement du banc
Bpinit	Bouton Poussoir	Bouton de mise à l'état initiale du banc (position basse)
bpvtest	Bouton Poussoir	Bouton de validation du mode test hydraulique du banc
kasp	Contact module sécurité Préventa	Information de la remise en service du banc après arrêt
sfl	Capteur inductif	Détection de la flèche en position fermée
fcv1	fin de course bas V1	Détection de position basse du vérin 1
fchv1	fin de course haut V1	Détection de position haute du vérin 1
civ1	Codeur incrémental Hall A V1	Capteur A d'impulsion à effet hall du vérin 1
fcv2	fin de course bas V2	Détection de position basse du vérin 2
fchv2	fin de course haut V2	Détection de position haute du vérin 2
civ2	Codeur incrémental Hall A V2	Capteur A d'impulsion à effet hall du vérin 2
Montage / Test	Sélecteur 2 positions	Sélection de la phase de montage du chargeur ou de la phase de test hydraulique du chargeur assemblé
Au	Au	Arrêt d'urgence (NO)
KAv1	Contact relais de surintensité	Information que le seuil maxi de courant moteur du vérin 1 a été dépassé (contact NO)
KAv2	Contact relais de surintensité	Information que le seuil maxi de courant moteur du vérin 2 a été dépassé (contact NO)

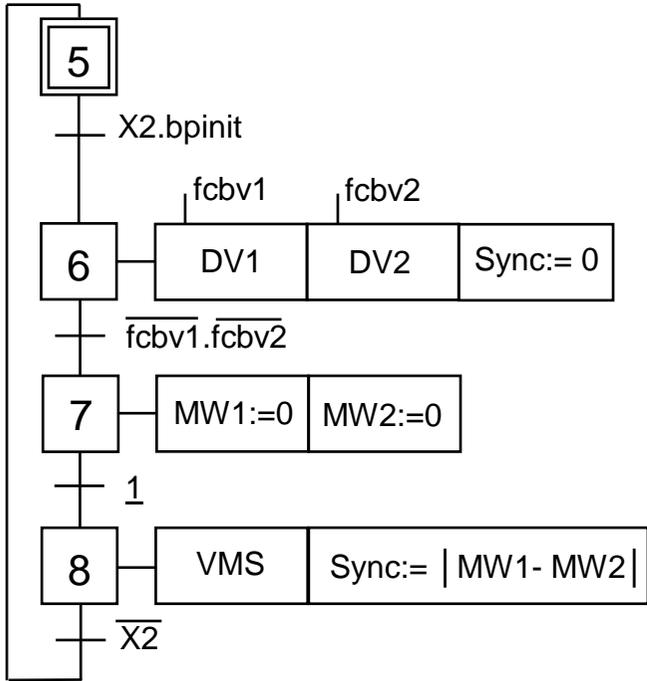
Variables	Désignation	Commentaires
Sens	Bit mémoire	Variable binaire représentative du sens de déplacement de la tige Sortie de la tige : Sens=1    Rentrée de la tige : Sens=0
MW1	Mot position vérin 1	Variable hexadécimale contenant la position du vérin 1 donnée par le compteur/décompteur C1
MW2	Mot position vérin 2	Variable hexadécimale contenant la position du vérin 2 donnée par le compteur/décompteur C2
sync	Mot erreur de synchronisme	Variable hexadécimale de l'erreur de synchronisme entre les deux vérins Sync :=  MW1 – MW2
dfpv	Bit défaut capteur vérin	Bit à 1 si un défaut de position des vérins est détecté.
dsiv	Bit d'arrêt vérin	Bit à 1 si surintensité sur l'alimentation des vérins (relais thermique)

Sorties	Désignation	Commentaires
VHS	Voyant rouge	Voyant système hors service, AU enclenché
VMS	Voyant vert	Voyant banc en service
VDPV	Voyant orange	Voyant de défaut de positionnement des vérins
VSIV	Voyant orange	Voyant de défaut de surintensité sur l'alimentation des vérins
VDFL	Voyant orange	Voyant signalant que la flèche n'est pas rentrée lors d'une phase de test hydraulique du banc
MV1	Commande moteur V1	Commande la montée du vérin 1
DV1	Commande moteur V1	Commande la descente du vérin 1
MV2	Commande moteur V2	Commande la montée du vérin 2
DV2	Commande moteur V2	Commande la descente du vérin 1
OKTEST	Information commande	Information autorisant la commande hydraulique à effectuer le cycle de test du chargeur assemblé.



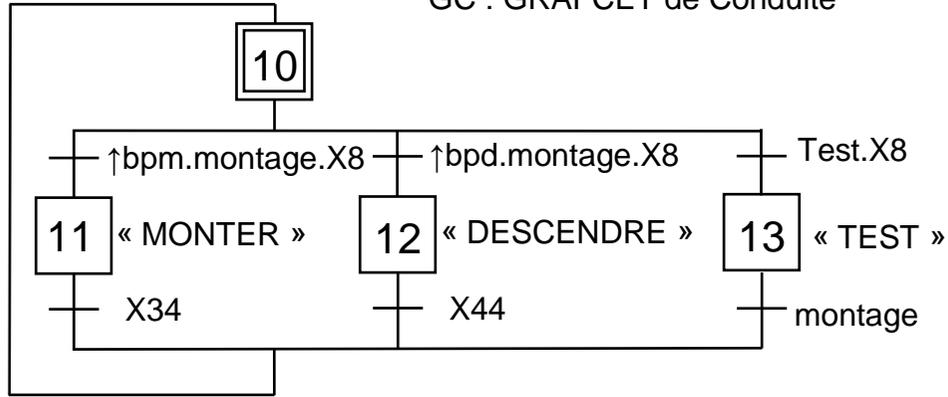
**DT11 - GRAFCET de conduite, de synchronisation et schéma à contact du défaut de fin de course du vérin**

GINIT : GRAFCET d'INITialisation

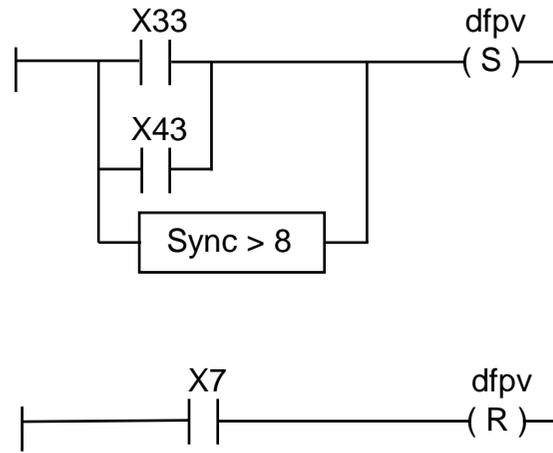


**Note :** Les fins de course des vérins sont des contacts de type NF (Si fchv1=0 le vérin 1 est en position haute).

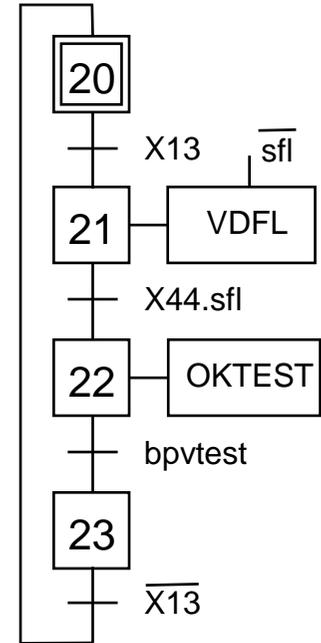
GC : GRAFCET de Conduite



GTH : GRAFCET Test Hydraulique



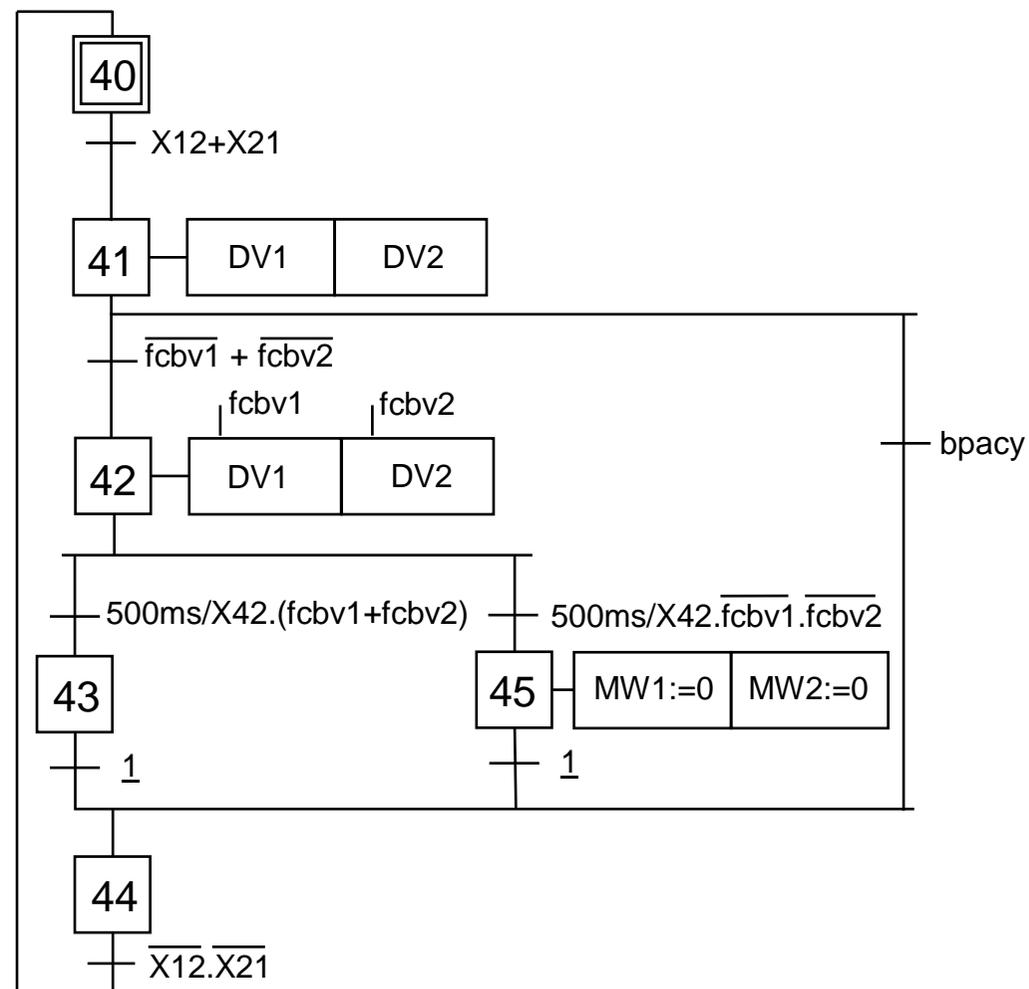
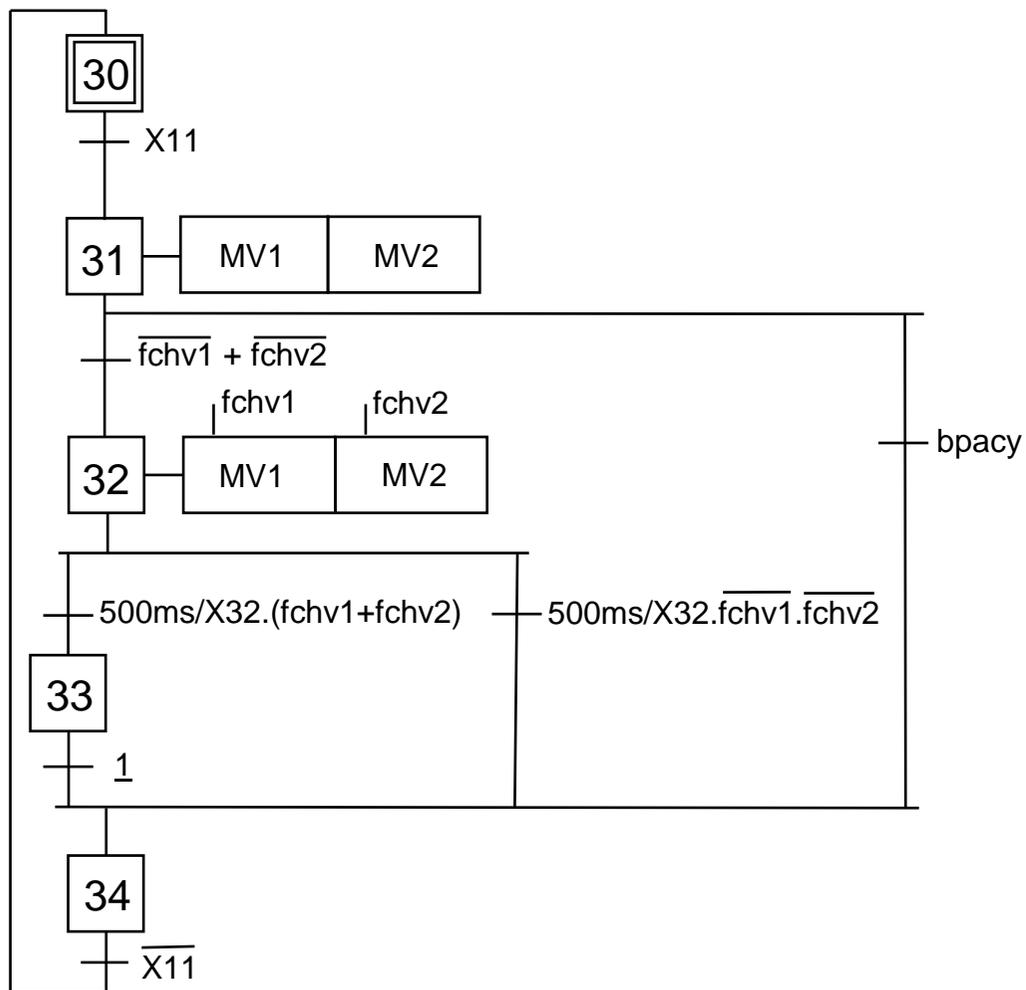
**Note :** Les mots MW1 et MW2 sont automatiquement incrémentés et décrémentés par les fonctions de comptage intégrées à l'automate.



**DT12 - GRAFCET de synchronisme et des tâches Monter et Descendre**

GTM : GRAFCET de la tâche « Monter »

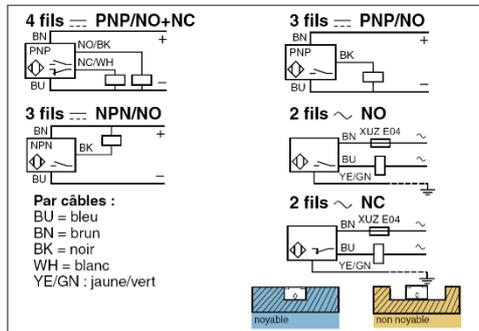
GTD : GRAFCET de la tâche « Descendre »



# DT13 - Choix de capteur Schneider

## Détecteurs de proximité capacitifs OsiSense XT

Portée Sn : 2... 20 mm



portée nominale Sn à 20 °C (mm)

boîtier M (métal) P (plastique)

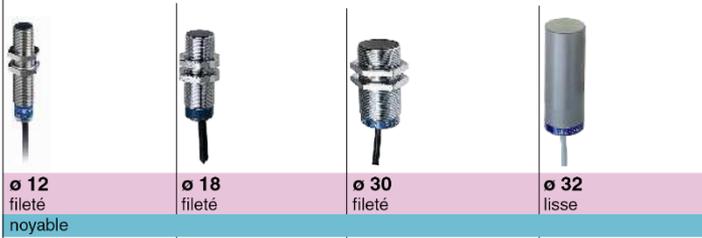
degré de protection (selon IEC 60529)

## Détecteurs capacitifs, en métal

► **31164** ◀

Noyable : détection de matériaux isolants

Non noyable : détection de matériaux conducteurs



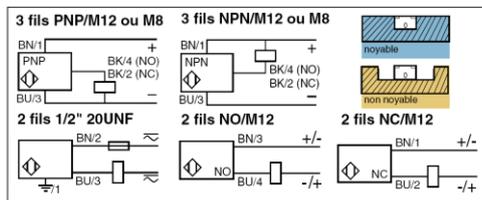
2	5	10	15
M	M	M	M
IP 67 (1) ou IP 65 (avec connecteur)		IP 67	IP 67

### Détecteurs pour applications sur circuit continu (3 fils ou 4 fils)

raccordement		câble PVC (2 m)	
3 fils	PNP fonction NO	XT112S1PAL2	XT118B1PAL2
	NPN fonction NO	XT112S1NAL2	XT118B1NAL2
4 fils	PNP fonction NO / NC	XT112S1PCL2	XT118B1PCL2
raccordement		connecteur M12	
4 fils	PNP fonction NO / NC	XT112S1PCM12	XT118B1PCM12
raccordement			
		XT130B1PAL2	XT130B1NAL2
		XT130B1PCL2	XT130B1PCM12

## Détecteurs de proximité inductifs OsiSense XS

Portée Sn : 1,5... 22 mm



noyable : portée standard ► **37323** ◀

portée augmentée 3 fils (3) ► **37300** ◀

2 fils (2) ► **37302** ◀



portée nominale Sn		Portées standard et augmentées, noyable	
domaine de fonctionnement (mm) noyable / non noyable		M8	M12
noyabilité		1,5 mm	2 mm
gamme de température (°C)		2,5 mm	4 mm
certification de produit		0 ... 1,2	0 ... 2
degré de protection (selon IEC 60529)		0 ... 1,6	0 ... 3,2
		- 25 ... + 70	
		CE - UL - CSA - CCC (en cours) - C-TICK	
		IP 67	câble : IP 69K selon DIN 40050, IP 68

### Détecteurs pour applications sur circuit à courant continu DC

fonction de sortie	NO	NC	A	B	A	B	A	B
tubes courts		tubes courts		tubes courts		tubes courts		
dimensions (mm) Ø x L		M8 x 33 / M8 x 42		M12 x 35 / M12 x 50				
3 fils	PNP	câble (2 m)	XS508B1PAL2	XS108B3PAL2	XS512B1PAL2	XS112B3PAL2		
		connecteur M8 / M12	XS508B1PAM8	XS108B3PAM8	XS512B1PAM12	XS112B3PAM12		
	NPN	câble (2m)	XS508B1NAL2	XS108B3NAL2	XS512B1NAL2	XS112B3NAL2		
		connecteur M8 / M12	XS508B1NAM8	XS108B3NAM8	XS512B1NAM12	XS112B3NAM12		
2 fils	non polarisé (1)	câble (2 m)	XS508BSCAL2	XS608B3CAL2	XS512BSDAL2	XS612B3DAL2		
		connecteur M12	XS508BSCAL01M12	XS608B3CAL01M12	XS512BSDAM12	XS612B3DAM12		
domaine de tension mini/maxi (V) ondulation comprise		10...36		10...36		10...36		
courant commuté maxi (mA) 3 fils / 2 fils		200 / 100		200 / 100		200 / 100		
protection contre courts-circuits et surcharges (★) / DEL état de sortie (⊗)		★ / ⊗		★ / ⊗		★ / ⊗		
courant résiduel état ouvert (mA)		≤ 0,5		≤ 0,5		≤ 0,5		
tension de déchet état fermé (V) à I nominal 3 fils / 2 fils		≤ 2 / ≤ 4		≤ 2 / ≤ 4		≤ 2 / ≤ 4		
fréquence de commutation (Hz) 3 fils / 2 fils		5000 / 4000		2500 / 3000		5000 / 4000		

**DR1 - Tableaux des indicateurs de productivité de la semaine A***À rendre avec la copie*Question 1.1.2 Tableau récapitulatif des temps net de fonctionnement  $t_F$ .

Ligne 2 de peinture semaine A						
		lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
Temps total $t_T$		24	24	24	24	
Temps d'ouverture $t_O$		18	24	24	24	
Arrêts structurels		2,75	3,75	3,75	3,75	
Temps requis $t_R$		15,25	20,25	20,25	20,25	
Arrêts fonctionnels	Maintenance	0	0,1	0,15	0,1	0,05
	Organisation	0,25	2	2	2	3
Temps net de fonctionnement $t_F$		15	18,15	18,1	18,15	

Question 1.1.3 Tableau récapitulatif des temps net  $t_N$  et des temps utiles  $t_u$ .

Ligne 2 de peinture semaine A						
		lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi
$C_{nom}$ : Cadence nominale (bal. / h)		14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
Capacité brut (garder la valeur entière)		222	268		268	228
Balancelles fabriquées		186	210	212	220	184
Balancelles recyclées		6	8	12	7	15
Balancelles bonnes		180	202		213	169
$t_N$ : Temps net (h)		12,57	14,19		14,86	12,43
$t_u$ : Temps utile (h)		12,16	13,65		14,39	11,42

Question 1.1.4 Tableau récapitulatif des indicateurs de productivité (Ne pas compléter les zones grisées, l'analyse se fera sur la moyenne des taux déjà calculée).

Ligne L2 Semaine A						
	lundi	mardi	mercredi	jeudi	vendredi	Moyenne taux
TRG (%)						58,52
TRS (%)						69,34
Taux de charge (%)						84,39
Taux de disponibilité (%)						90,10
Taux de performance (%)						80,69
Taux de qualité (%)						95,19

**DR2 : Tableau d'analyse ergonomique du poste d'assemblage du chargeur C2**

Question 2.1.4

*À rendre avec la copie*

JOURNEE DE MONTAGE D'UN CHARGEUR COMPACT 2												
RISQUE LOMBALGIE						RISQUE TROUBLE MUSCULO SQUELETTIQUE						
DOS		Durée d'exposition cumulée			Exposition		POSTURES A RISQUE	Durée		Exposition		
		0 à 2 h	2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger		2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger	
	Droit	1	1	1	4,55	1		Cou	2	3	1,66	2
	Penché vers l'avant	1	2	3	0,82	1		Epaule	2	3	0,45	2
	Torsion	2	3	3	1,14	2		Rotation avant bras	1	2	0,00	1
	Courbé et torsion	2	3	3	0,23	2		Poignet	2	3	0,19	2
MEMBRES INFERIEURS		Durée d'exposition cumulée			Exposition							
		0 à 2 h	2 à 4h	4 à 8h	Durée (h)	Danger						
	Assis	1	1	2								
	Debout	1	1	2								
	Accroupi	3	3	3								
	Agenouillé	3	3	3								

**DR3 : Courriel de demande de réalisation d'un nouveau banc d'assemblage**

Question 2.1.5.

Envoyer Joindre Enregistrer Cci Vérification orthographique Options Annuler

A: monchef@gmail.com

Cc:

Objet: Demande nouveau banc d'assemblage chargeur

A B I U T [Icons]

Bonjour

-----

-----

-----

-----

-----

-----

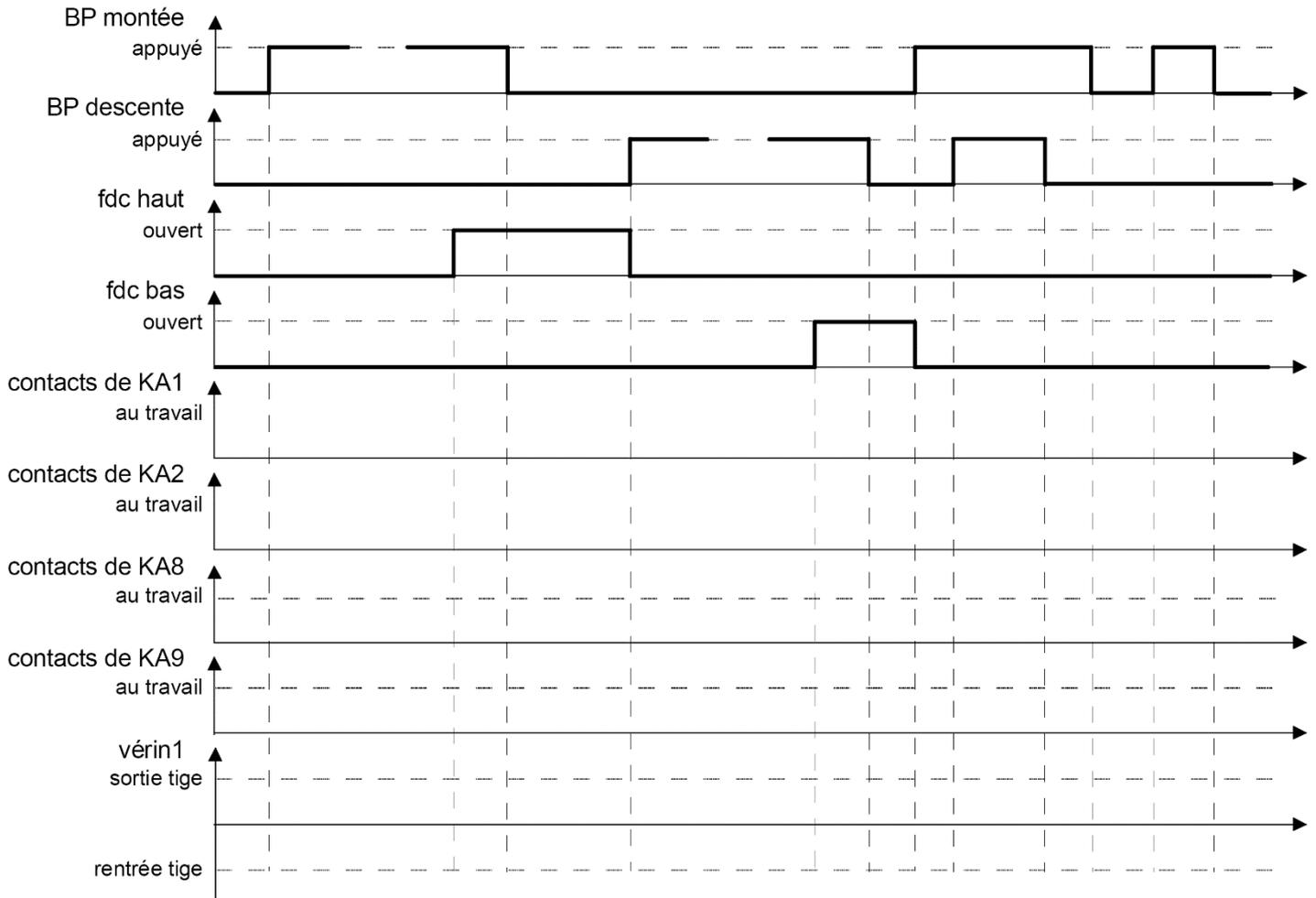
-----

-----

### DR4 : Chronogramme de la commande en logique câblée

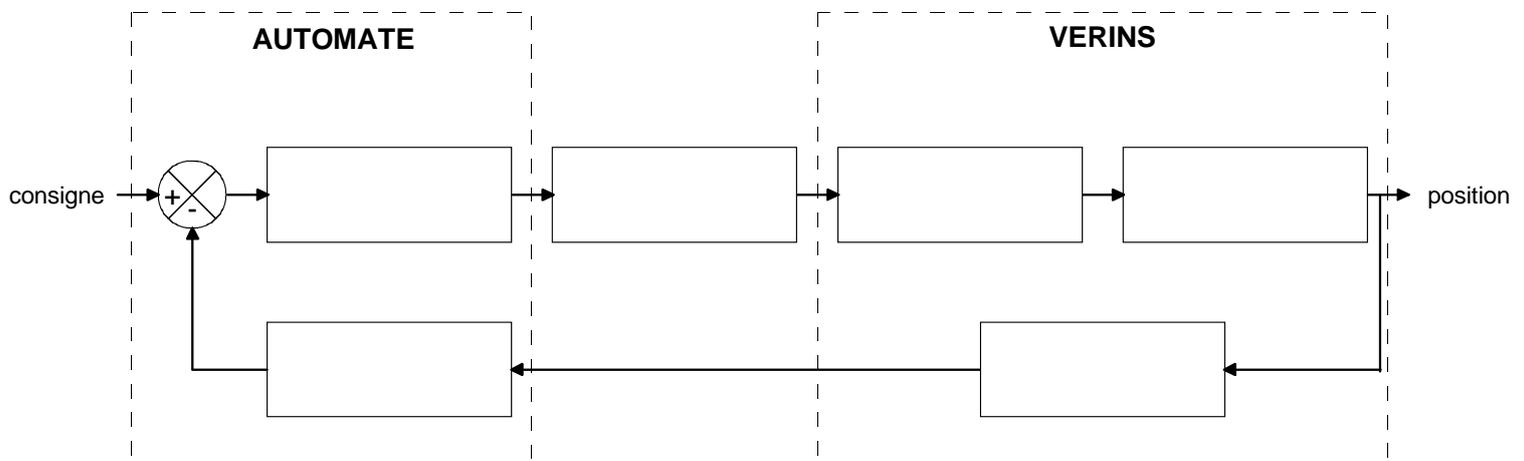
Questions 3.1.1. et 3.1.2.

*À rendre avec la copie*



### DR5 : Schéma fonctionnel de l'asservissement en position

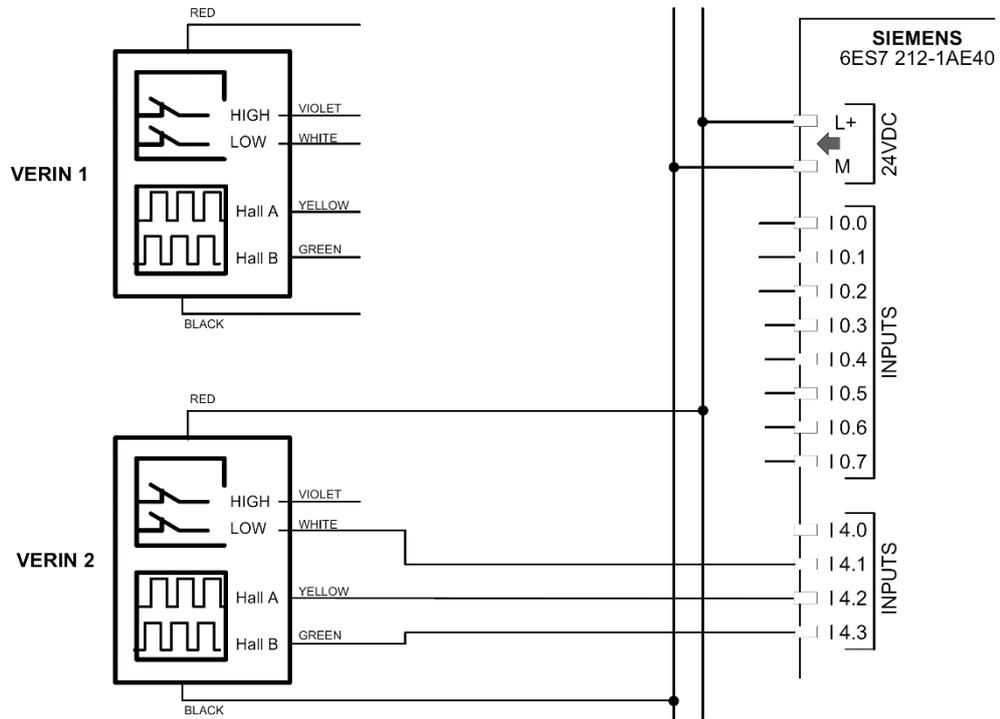
Question 3.3.1.



**DR6 : Schéma de câblage capteurs vérins / entrées de comptage automate**

Question 3.3.2.

*À rendre avec la copie*



**DR7 : GRAFCET de sécurité et GRAFCET de test hydraulique**

Question 3.3.7.

GS : GRAFCET de sécurité

