

SESSION 2016

CAPLP CONCOURS EXTERNE

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : MAINTENANCE DES SYSTÈMES MÉCANIQUES AUTOMATISÉS

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il est demandé au candidat d'utiliser les documents réponses fournis. Il peut expliciter ses réponses sur la copie. L'ensemble des documents est à placer dans cette copie qui servira de « chemise » pour toute la composition.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : *La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.*

Tournez la page S.V.P.

SOMMAIRE

Le sujet comporte 4 chemises :

1. Dossier Présentation DP1 à DP11

- Présentation générale : (DP1 à DP2)
- Analyse SysML de la ligne de production : (DP3 à DP7)
- Détail de la zone d'étuvage : (DP8 à DP11)

2. Dossier Sujet :Documents DS1 à DS12

- 1^{ère}Partie : Elimination des défauts de qualité des produits(DS1 à DS2).
- 2^{ème} Partie : Préparation de la révision des chariots (DS3 à DS7).
- 3^{ème} Partie : Suppression des transitoires hydrauliques (DS8 et DS9).
- 4^{ème} Partie : Maintenance améliorative des chariots (DS10et DS12).

3. Dossier Technique Documents DT1 à DT31

- Graficets (DT1 à DT5).
- Graphe des vitesses d'un cycle (DT6).
- Schémas électriques (DT7à DT17).
- Schémahydraulique du chariot PORTÉ (DT18).
- Documents constructeur : Variateur ATV58 (DT19)
- AMDEC des chariots (DT20 et D21)
- Documents constructeur : roulement à rouleaux croisés (DT22 et DT23)
- Documents constructeur : motoréducteur-frein (DT24 et DT25)
- Documents constructeur : Démarreurs moteurs (DT26 à DT28)
- Documents constructeur : cellules de transmission optique (DT29)
- Documents constructeur : distributeur proportionnel et amplificateur (DT30 et DT31)

4. Dossier Réponses Documents DR1 à DR20

- 1^{ère}Partie : Elimination des défauts de qualité des produits(DR1 à DR4).
- 2^{ème} Partie : Préparation de la révision des chariots (DR5 à DR11).
- 3^{ème} Partie : Suppression des transitoires hydrauliques (DR12 à DR17).
- 4^{ème} Partie : Maintenance améliorative des chariots (DR18 et DR20).

		Durée conseillée
1 ^{ère} partie	Elimination des défauts de qualité des produits	1 h 00
2 ^{ème} partie	Préparation de la révision des chariots	1 h 30
3 ^{ème} partie	Suppression des transitoires hydrauliques	0 h 20
4 ^{ème} partie	Maintenance améliorative des chariots	0 h 30

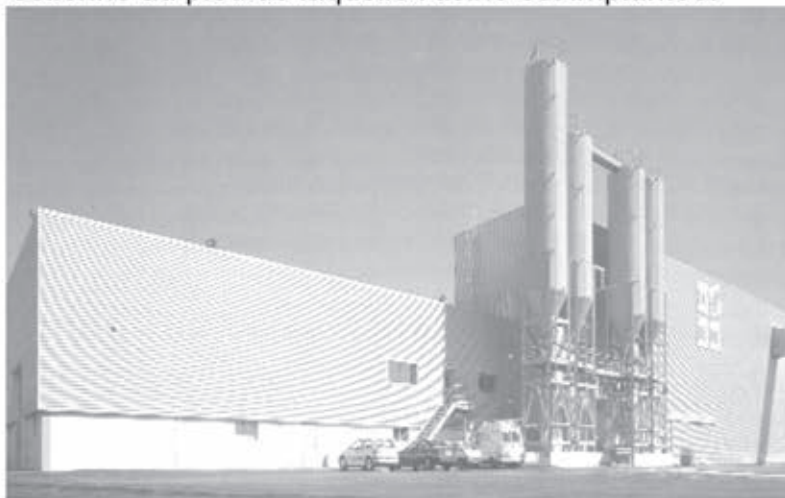
Chemise : Dossier de présentation

Présentation générale : documents **DP1 à DP11**

- Présentation générale : DP1 à DP2
- Analyse SysML de la ligne de production : DP3 à DP7
- Détail de la zone d'étuvage : DP8 à DP11

Site FABEMI des « Éoliennes » à Donzère

Le groupe FABEMI exploite le site de production « des Éoliennes » à Donzère, tirant son nom de la ferme éolienne au pied de laquelle l'usine est implantée.



Destiné à la fabrication de produits pour l'environnement, le site emploie une cinquantaine de personnes. La production annuelle est composée d'environ 38000 tonnes d'éléments en pierre reconstituée, sous la marque CARRÉ D'ARC du groupe FABEMI ou bien sous licence pour la marque BRADSTONE.

Voici quelques produits fabriqués :



Margelles de piscine



Dalles de jardin

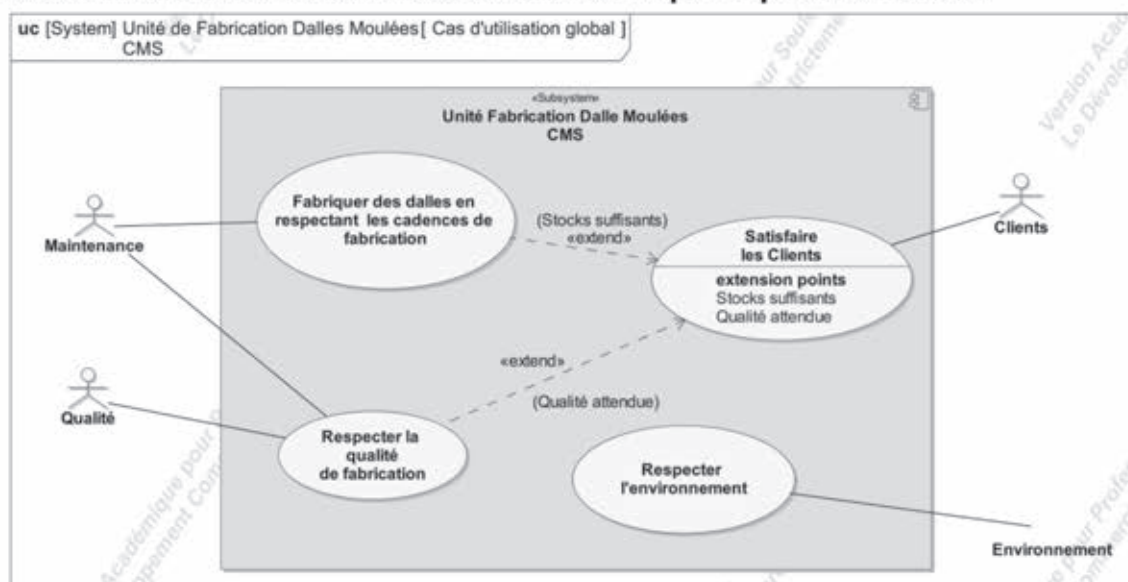


Murs en pierre reconstituée

La fabrication s'articule autour de deux lignes de fabrication :

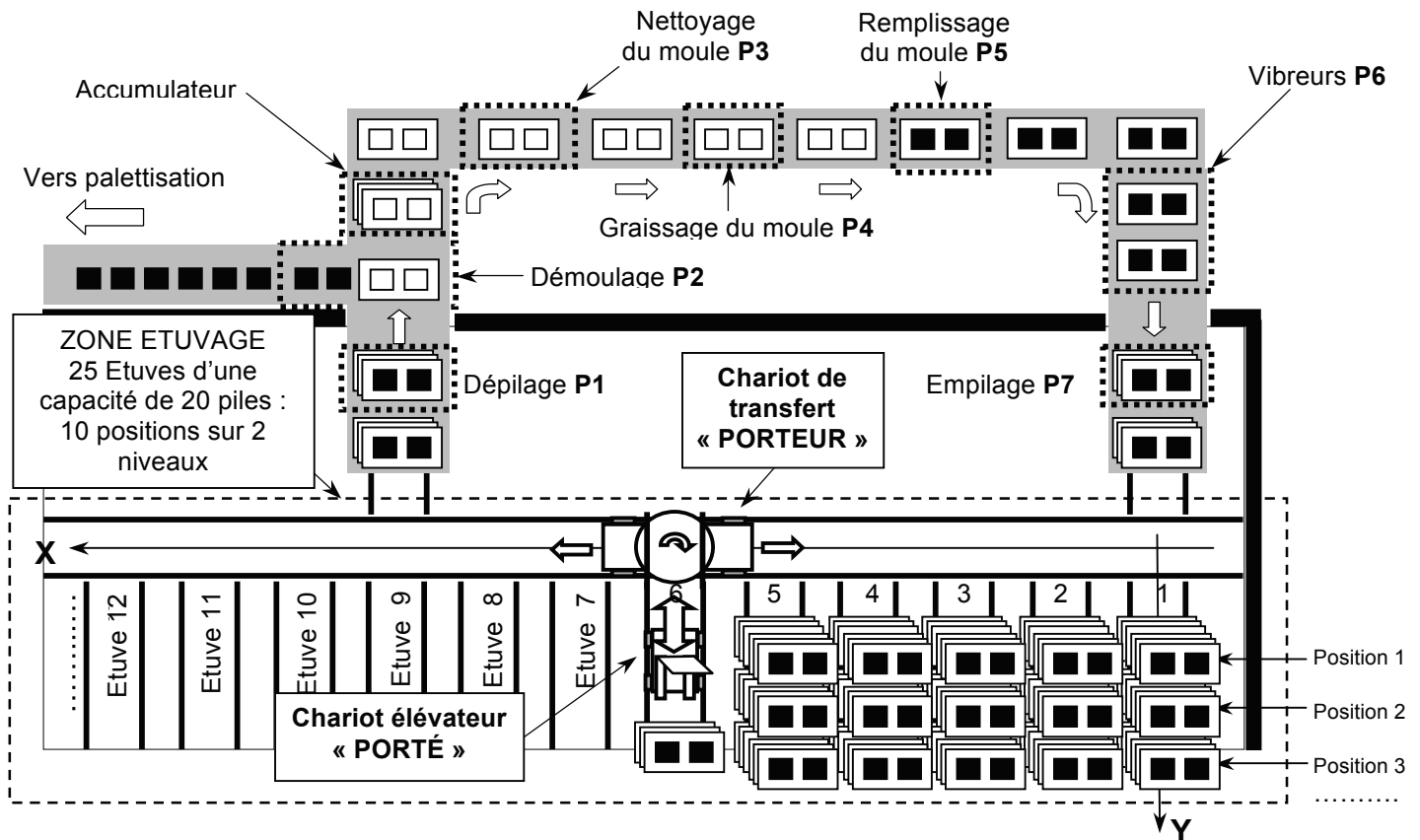
- La ligne de production BRADSTONE qui est la ligne dite « fait main ».
- La ligne de production CMS entièrement automatisée **sur laquelle portera l'étude.**

Diagramme des cas d'utilisations de la ligne CMS



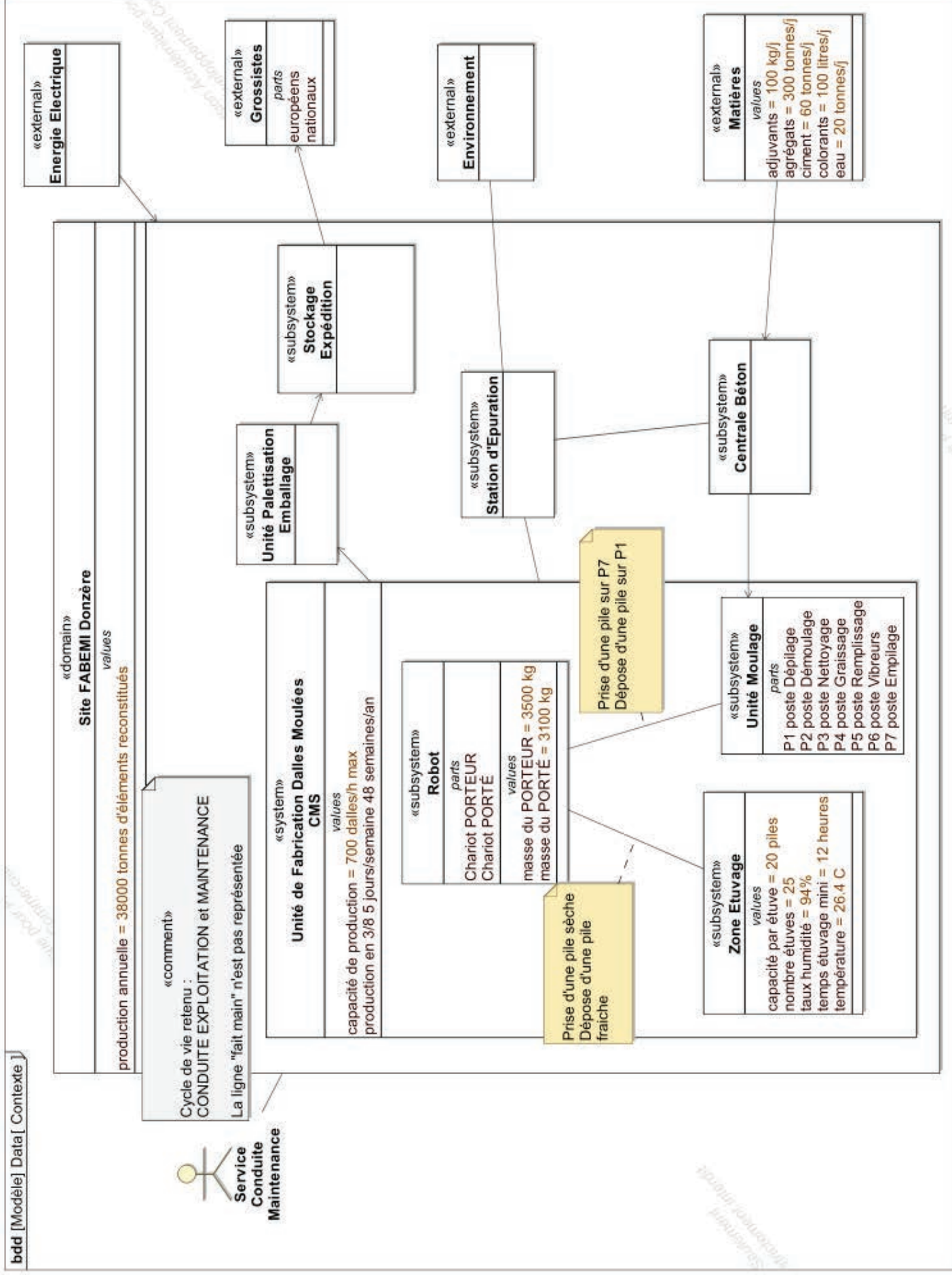
Processus de fabrication de la ligne CMS

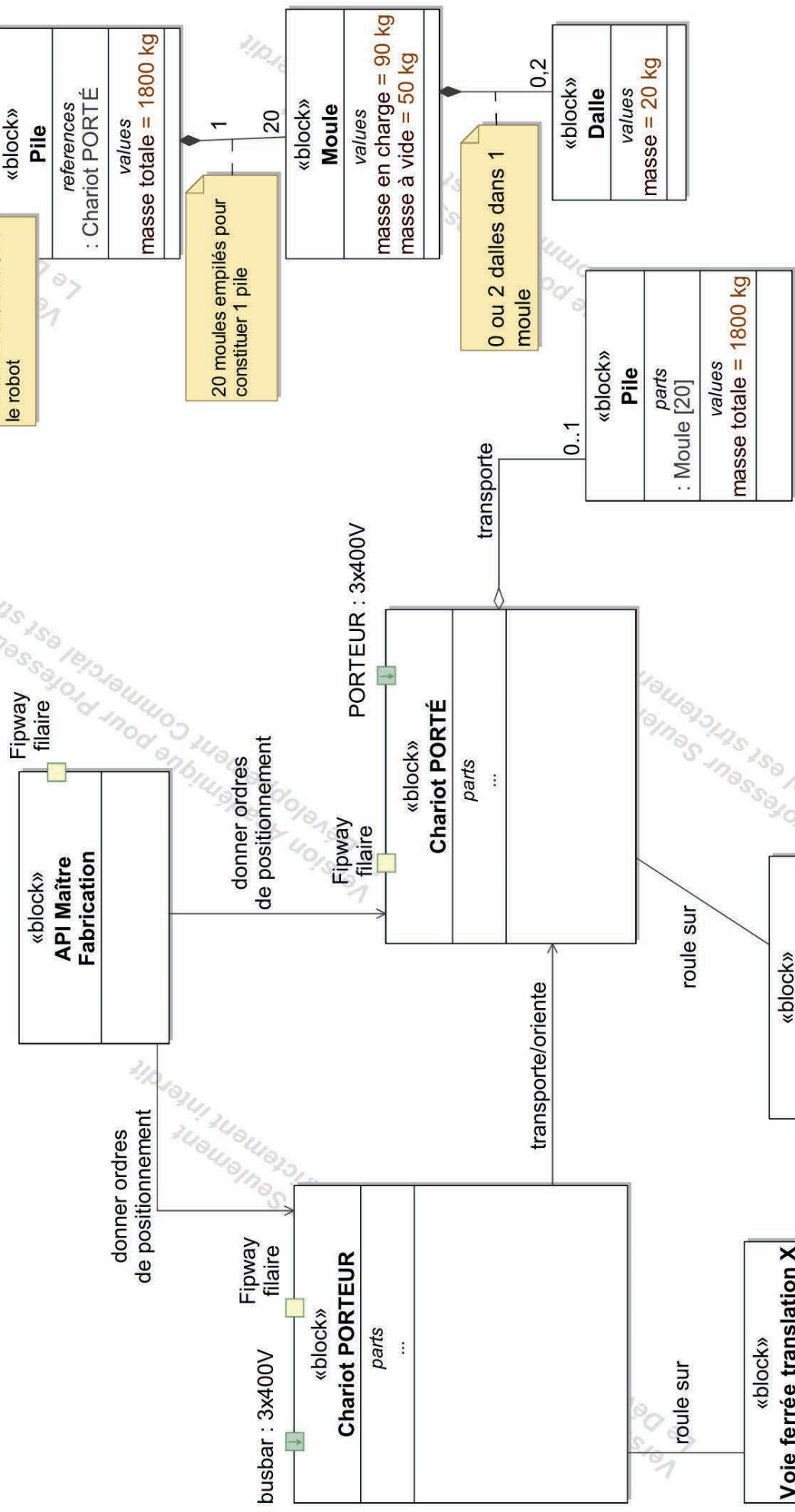
La ligne de production CMS est constituée d'une chaîne en boucle sur laquelle des cadres (moules métalliques contenant 2 dalles chacun) circulent d'une phase à l'autre de la production. Après avoir été démoulées au poste **P2**, les dalles sont évacuées vers la palettisation alors que les cadres sont réintroduits dans le circuit à l'aide d'un accumulateur assurant la fonction de stock tampon. Afin de nettoyer les cadres des résidus de béton, ceux-ci sont retournés au poste **P3**. Pour faciliter le démoulage ils sont pulvérisés d'huile de démoulage au poste **P4** et remplis au poste **P5**. Un jeu de vibreurs assure la compacité du béton au poste **P6**. Les cadres sont ensuite empilés au poste **P7** (20 cadres par pile) pour être stocké dans l'une des 25 étuves de la ligne, par un robot constitué de deux chariots croisés. Après séchage (temps variable selon les produits) le robot destocke les piles au poste **P1** où les cadres sont dépilés avant le démoulage effectué au poste **P2**.

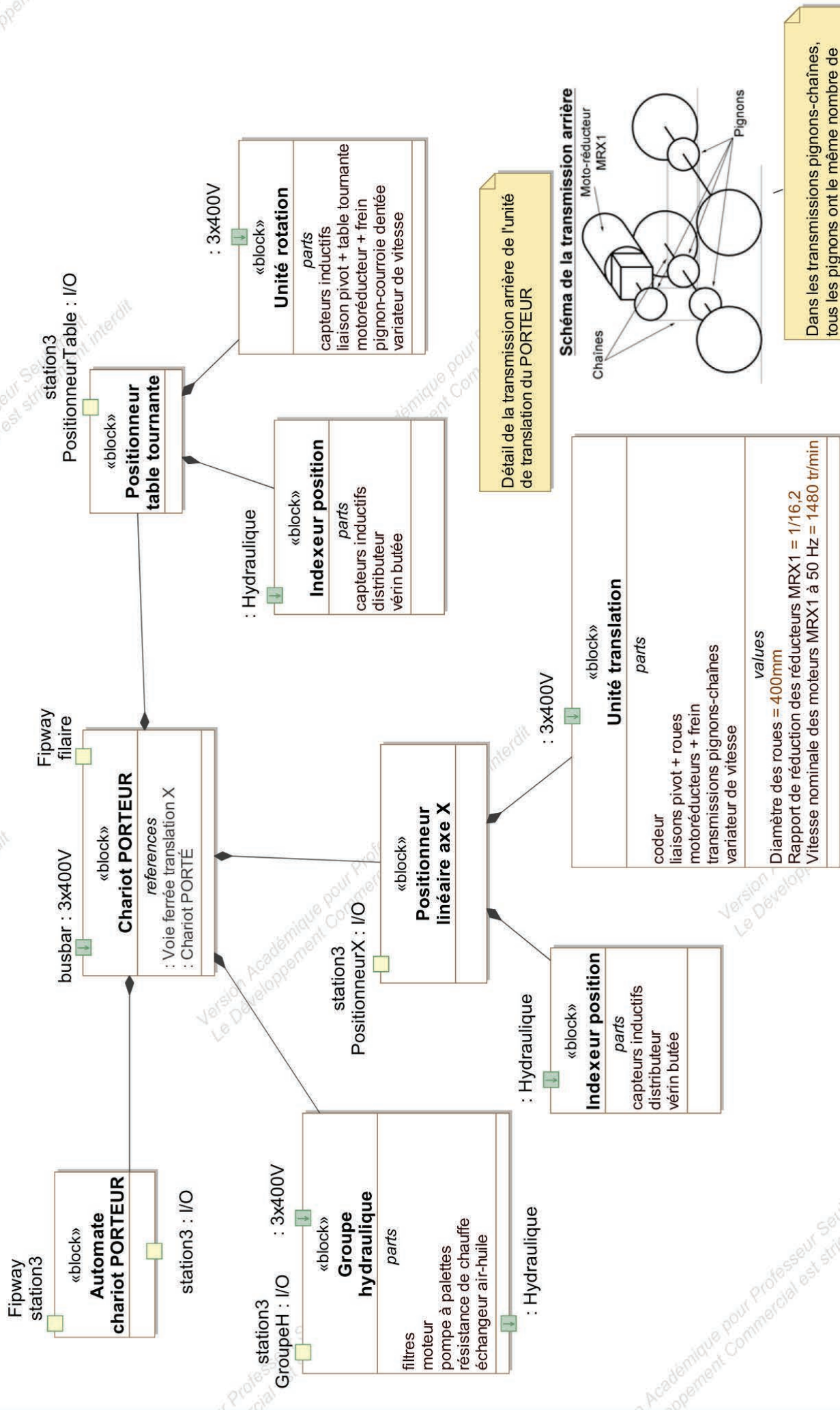


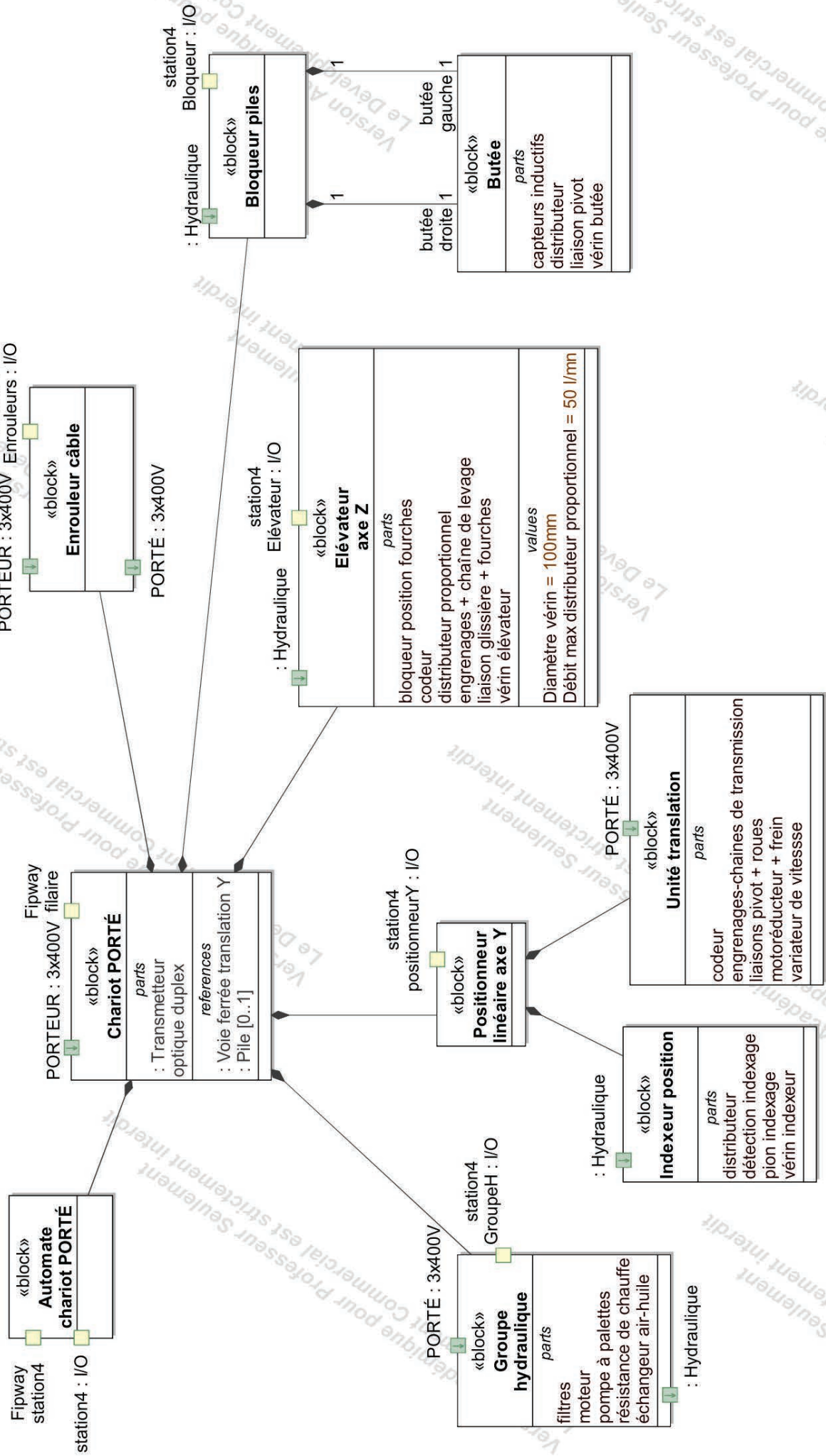
Légende :

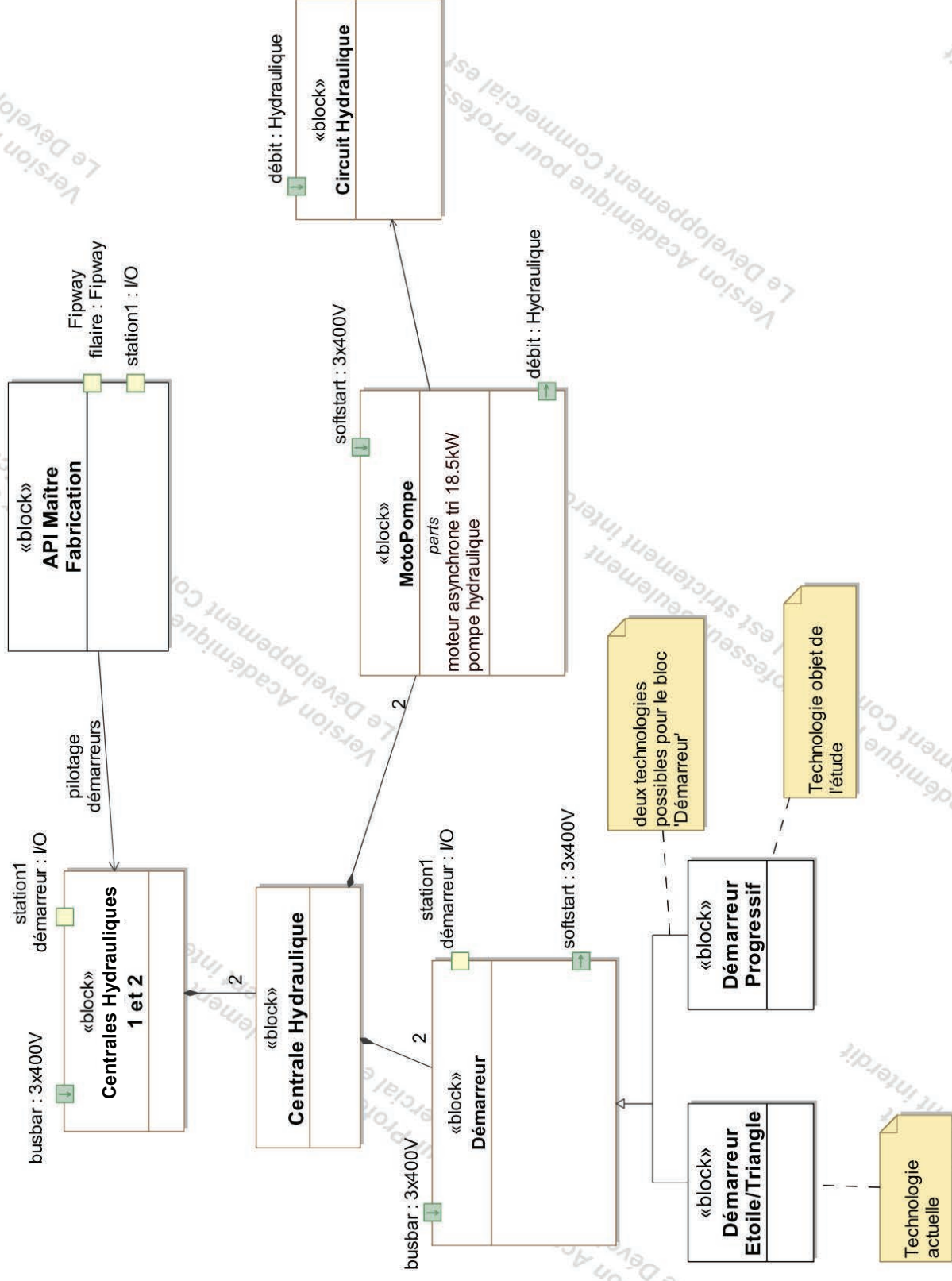
Produit (dalle en béton)	■
Cadre avec Moules vides et Moules pleins	□ □ ■ ■
Pile vide et pile pleine	□ □ □ □ ■ ■ ■ ■
Chariot de transfert porteur seul	⊞ ⊞ ⊞
Chariot élévateur porté seul	⊞







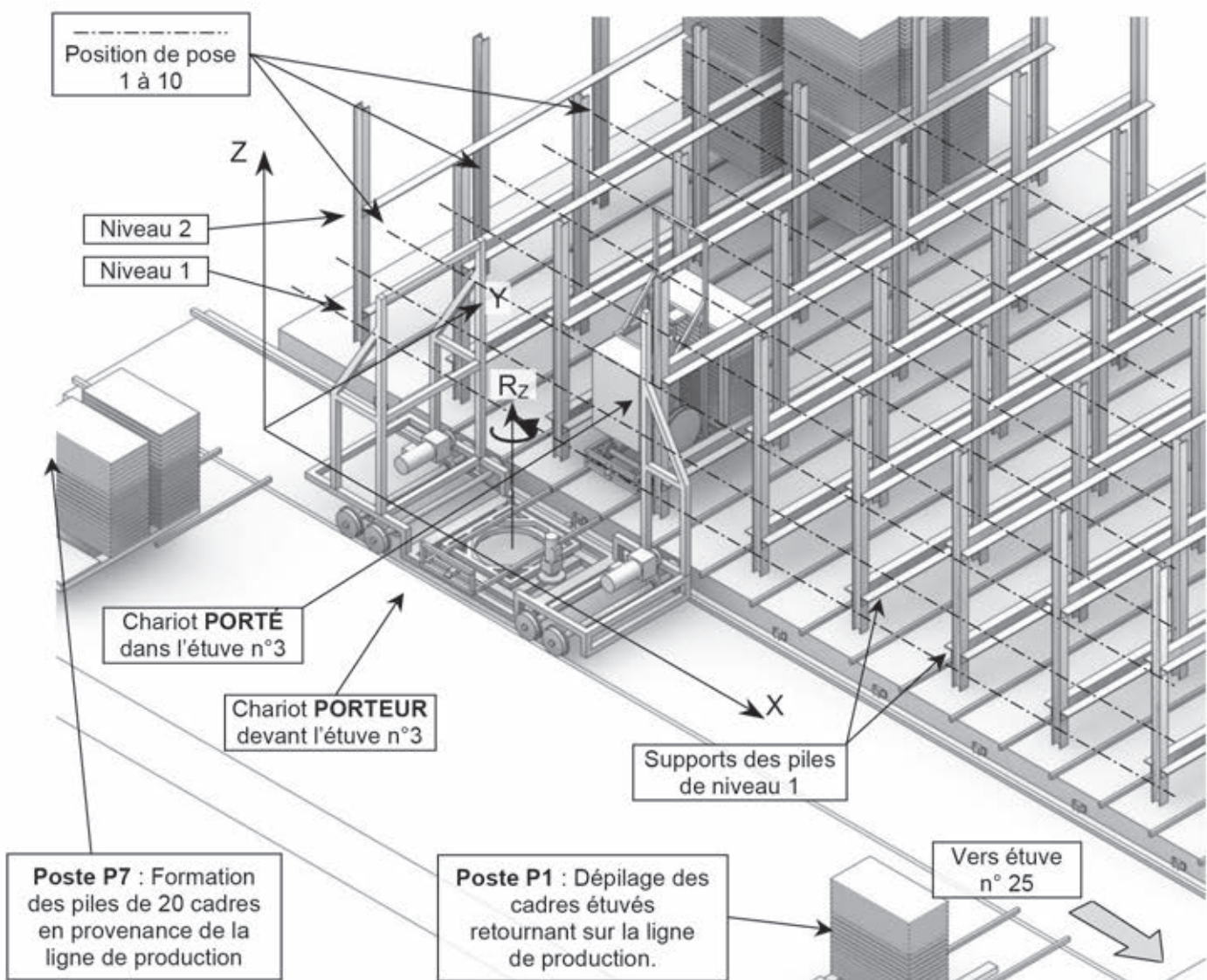




Détail de la zone d'étuvage et de son robot

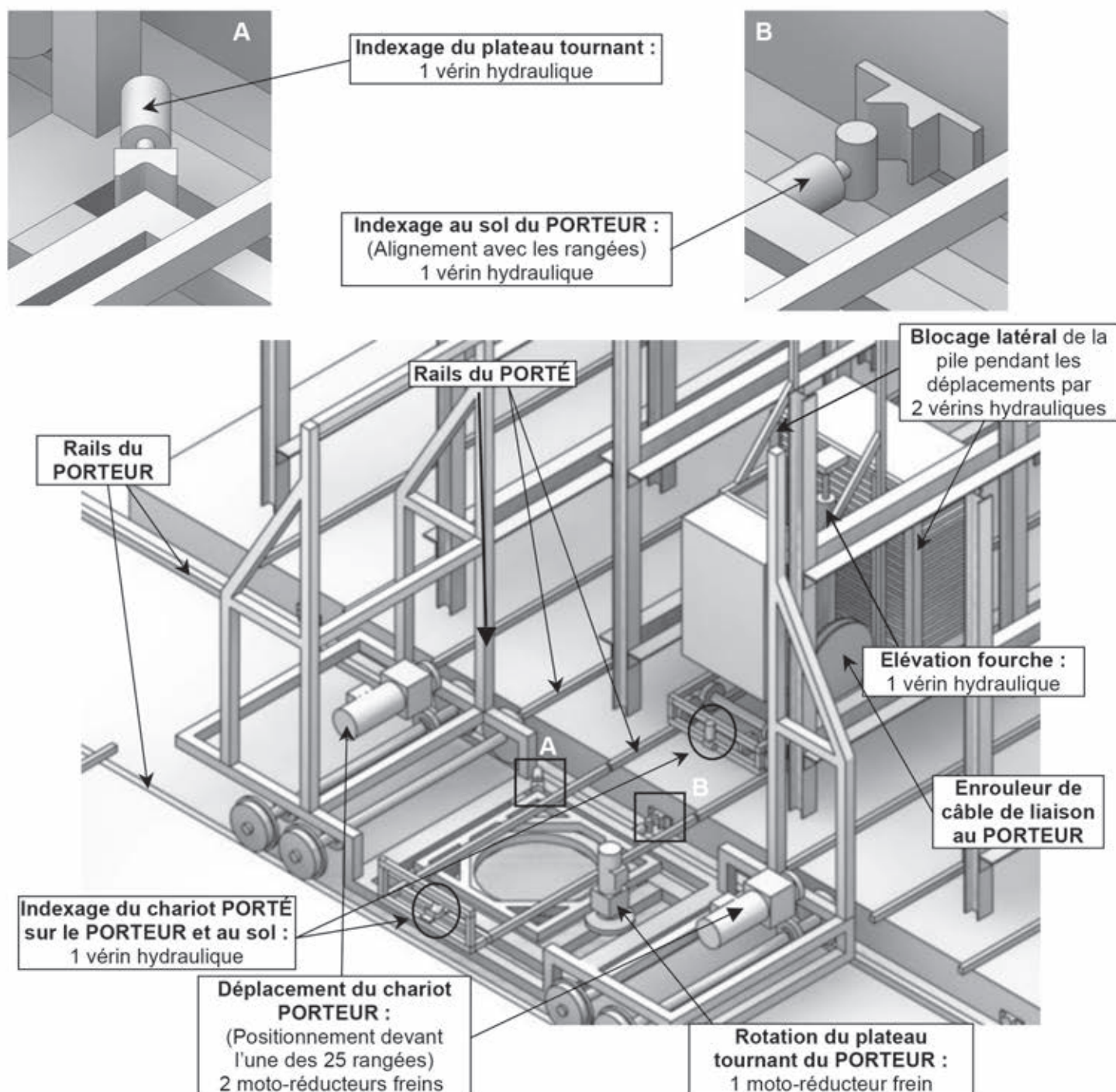
Pour la prise du béton, les cadres doivent être stockés 12 heures au minimum dans une étuve, à la température de 26,4°C et dans une humidité de 94%. Pour cela ils sont manipulés par piles de 20 unités (40 dalles) à l'aide d'un robot constitué de deux chariots croisés.

- La zone d'étuvage est constituée de 25 allées identifiées « Etuve n°1 » à « Etuve n° 25 ». Elles possèdent chacune 10 positions (Positions 1 à 10) et deux étages (ou niveaux). Chaque étuve a donc une capacité de 20 piles.
La distance entre 2 étuves est égale à 1913 mm le long de l'axe X.
La distance entre 2 positions dans une étuve est égale à 900 mm le long de l'axe Y.
La distance entre les 2 niveaux de stockage est de 2000 mm le long de l'axe Z.
- Pour déplacer les piles du poste **P7** vers la zone de stockage on utilise deux chariots croisés. Le chariot **PORTEUR** pour un déplacement le long de X, le chariot **PORTÉ** pour un déplacement le long de l'axe Y, perpendiculaire à l'axe X et une élévation selon l'axe Z.
- Chaque chariot est autonome d'un point de vue de l'automatisme (Un automate programmable par chariot) et reçoit ses ordres de déplacements de l'automate programmable gérant le processus des postes P1 à P7 par un bus de communication FIPWAY.



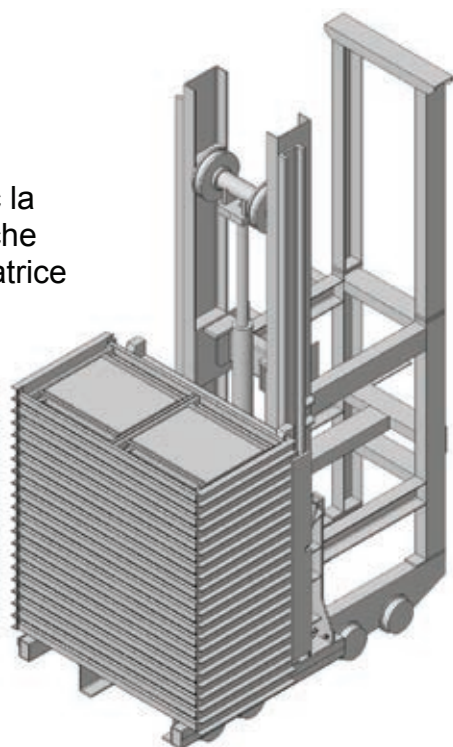
Détail du fonctionnement des deux chariots

- Les déplacements des deux chariots sont assurés par des moto-réducteurs freins électriques, leur position étant définie par un codeur.
- Chaque chariot (**PORTEUR** et **PORTÉ**) dispose de sa propre centrale hydraulique embarquée, pour les différents indexages hydrauliques, l'élévation des fourches (position verticale repérée par un codeur) et le blocage des piles sur le **PORTÉ**.
- Le **PORTEUR** dispose d'une plate-forme tournante assurant la rotation du **PORTÉ** vers les étuves n° 1 à 25 ou vers la fabrication.
- La prise d'une pile par le **PORTÉ**, s'effectue par les actions suivantes :
 - engager les fourches sous la pile, en les ayant positionnées au préalable.
 - soulever la pile de quelques centimètres pour la dégager de ses supports
 - assurer le maintien de la pile en actionnant les deux vérins hydrauliques de blocage de la pile.
- La dépose d'une pile par le **PORTÉ**, s'effectue par les mêmes opérations en ordre inverse.
- Un enrouleur de câble motorisé régule en permanence la tension des câbles des liaisons électriques (puissance et communication) entre le **PORTEUR** et le **PORTÉ**.

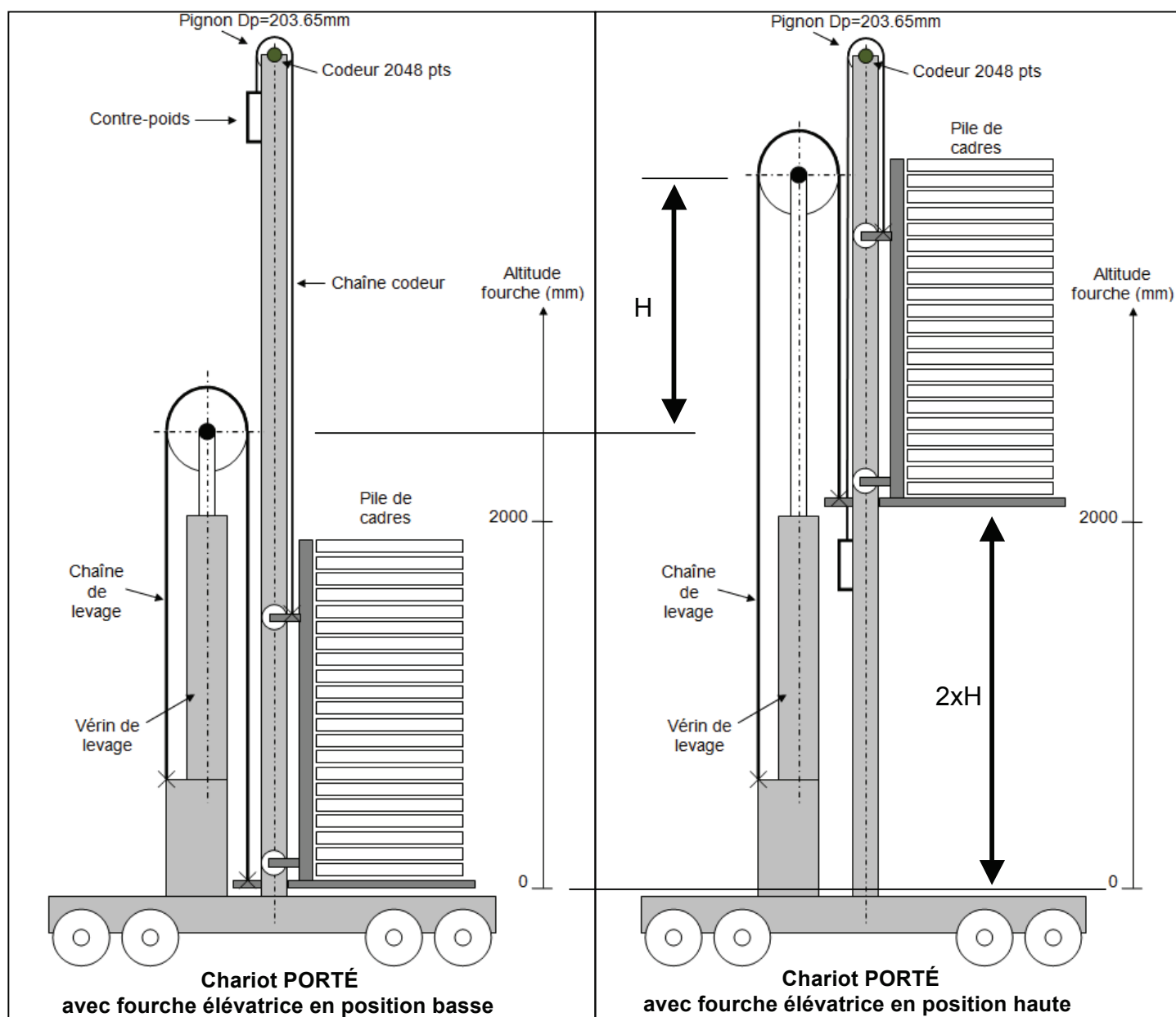
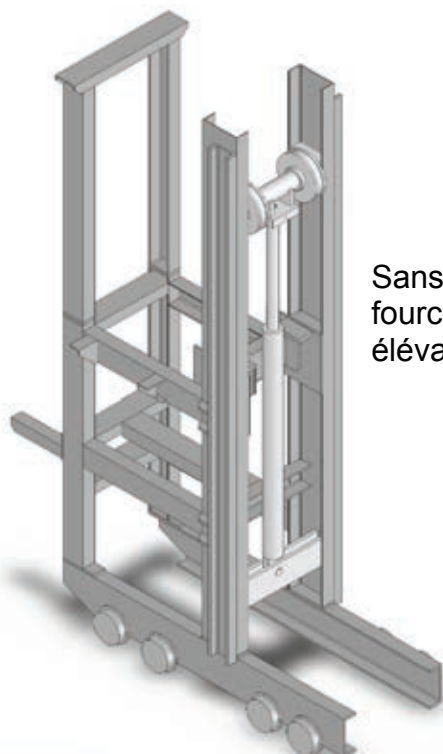


CHARIOT ELEVATEUR PORTÉ SEUL

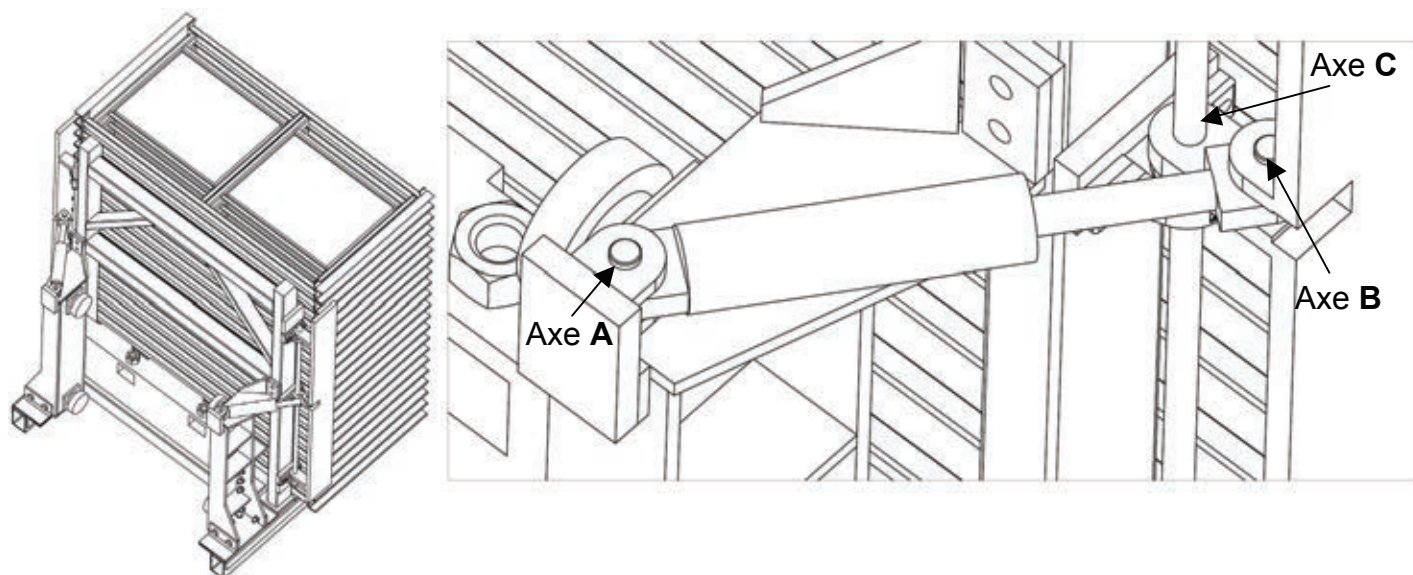
Avec la
fourche
élevatrice



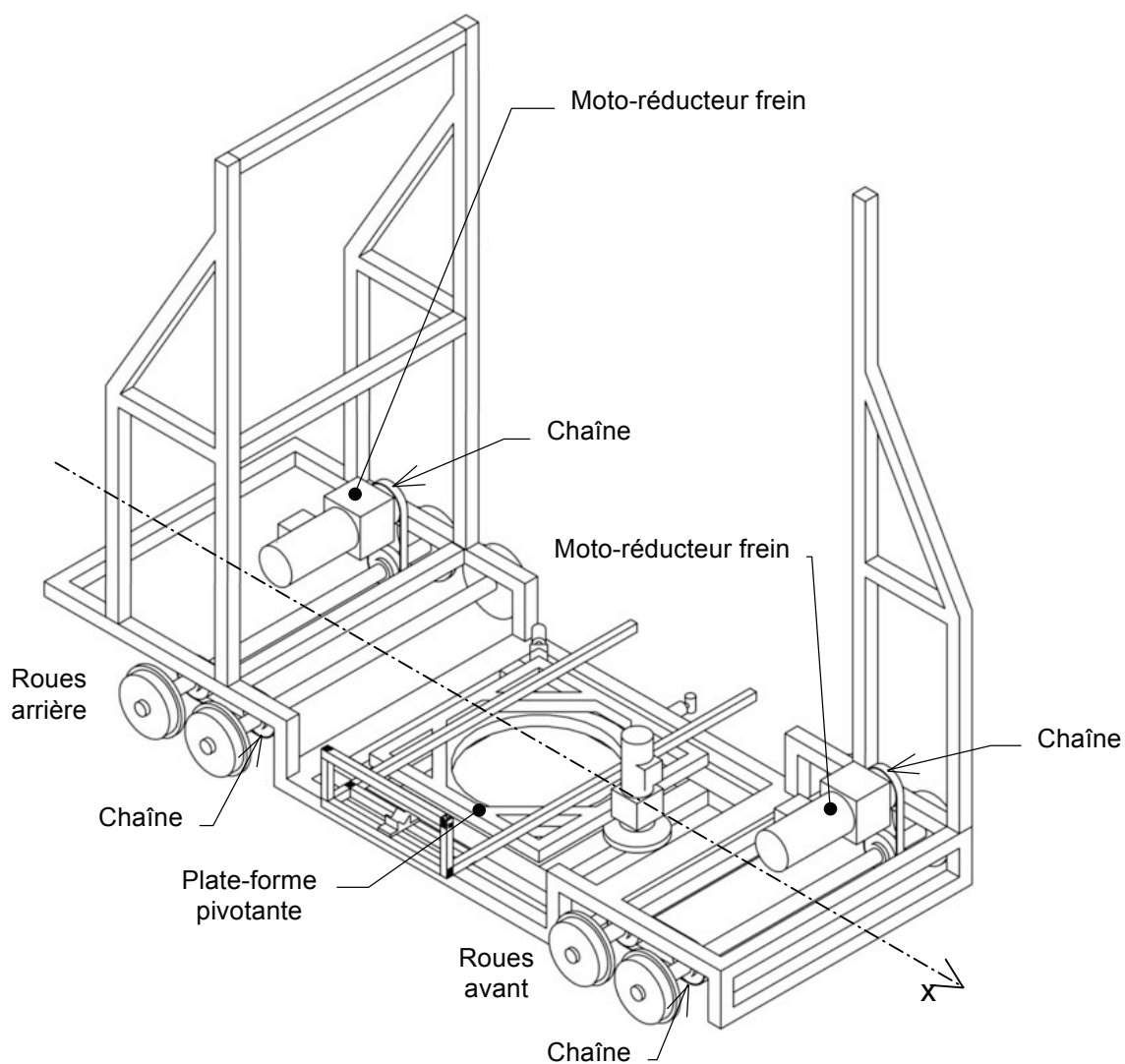
Sans la
fourche
élevatrice



Détail du système de blocage des piles



CHARIOT PORTEUR SEUL



Chemise : Dossier Sujet

- 1^{ère} Partie : Elimination des défauts de qualité des produits DS1 à DS2.
- 2^{ème} Partie : Préparation de la révision des chariots DS3 à DS7.
- 3^{ème} Partie : Suppression des transitoires hydrauliques DS8 et DS9.
- 4^{ème} Partie : Maintenance améliorative des chariots DS10 et DS12.

SUJET 1^{ère} PARTIE

Elimination des défauts de qualité des produits

DUREE CONSEILLEE : 1h00

Le service qualité de l'entreprise a constaté une variation anormale de l'épaisseur des produits liée aux accélérations subies par celui-ci dans sa phase de stockage dans l'étuve, lorsque le béton est encore frais. Le service maintenance est chargé d'analyser ce problème et d'y remédier.

1.1-Analyse du grafcet du cycle de stockage d'une pile

Documents à consulter : **DT 1, 2, 3, 4, 5**

Réponses sur : **DR 1**

Q1.1.1 En s'inspirant de la tâche de déstockage, décrite par le grafcet point de vue système du document **DT1**, compléter les actions du grafcet de coordination de tâches point de vue système du stockage d'une pile, sur le document réponse **DR1**, en utilisant uniquement les actions proposées dans ce document.

Q1.1.2 Afin de synchroniser le grafcet de coordination avec les grafcets des différentes tâches, compléter sur le document réponse **DR1** les réceptivités manquantes.

1.2- Vérification des accélérations subies par les produits

Le produit en béton n'étant pas sec lorsqu'il entre dans la zone d'étuvage, les accélérations doivent être limitées afin d'éviter les déformations du produit dans son moule.

Une étude du comportement du béton frais utilisé, faite par le laboratoire, montre que les accélérations pouvant être supportées sans déformation notable du produit doivent être au plus égales à :

- $a_{\max} = 0,11 \text{ m.s}^{-2}$ pour les mouvements horizontaux de translation.
- $a_{\max} = 0,5 \text{ m.s}^{-2}$ pour les mouvements verticaux de translation.
- $\ddot{\alpha}_{\max} = 0,11 \text{ rad.s}^{-2}$ pour les mouvements de rotation.

Hypothèses :

- La pile est en situation initiale au poste **P7**, et le chariot **PORTÉ** va la déposer dans l'étuve n°9 à la position n°4 et au niveau supérieur 2.
- Les accélérations et les décélérations d'une même étape sont de même valeur.

1.2.1 ANALYSE DU MOUVEMENT DE TRANSLATION LE LONG DE L'AXE Z (Phase 5 sur DT6)

Documents à consulter : **DT 6, 18 DP 6, 10**

Réponses sur : **DR 1**

Q1.2.1.1 A partir des caractéristiques hydrauliques du vérin et son distributeur, calculer la vitesse de sortie de la tige V_{tige} puis la vitesse d'élévation de la pile $V_{z \text{ pile}}$.

Q1.2.1.2 Calculer l'accélération verticale $a_{z \text{ pile}}$ subie par une pile sachant que, dans la configuration actuelle, la tige du vérin atteint sa vitesse maximale en 0,5 s. L'automate impose une accélération constante par l'intermédiaire des consignes qu'il impose au distributeur à commande proportionnelle.

Q1.2.1.3 Cette accélération est-elle compatible avec les limites définies pour une non-déformation du produit en béton à étuver ?

1.2.2 ÉTUDE DU MOUVEMENT DE TRANSLATION LE LONG DE L'AXE X (PHASE 6 sur DT6)

Documents à consulter : DT 6, 15	Réponses sur : DR 2,3
---	------------------------------

Q1.2.2.1 A l'aide des graphes du document **DT6** et surtout des données fournies sur le graphe **DR3**, Calculer la valeur de l'accélération actuelle de la phase a6.1.

Q1.2.2.2 Comparer la valeur de l'accélération a6.1 avec l'accélération maximale supportable par le produit et conclure pour la solution à apporter au problème étudié.

La diminution de la valeur de l'accélération et de celle de décélération entraîne une durée plus importante de ces périodes. Afin de ne pas augmenter la durée globale de l'étape 6 on compensera en augmentant la valeur de la vitesse stabilisée.

Q1.2.2.3 Soit **T1** la durée de chacune des périodes 6.1 et 6.3, et **T2** la durée de la période 6.2, établir l'expression **(1)** de la durée totale **T6** de la période 6 en fonction de **T1** et **T2**.

Q1.2.2.4 Etablir l'expression **(2)** de **V_{max}**, la vitesse stabilisée de la période 6.2, en fonction de **a_{max}** (l'accélération de la période 6.1) et **T1**.

Q1.2.2.5 En exploitant les lois des mouvements (accélération constante pour 6.2 et 6.3, vitesse constante pour 6.2), établir l'expression **(3)** du déplacement total **x6** du PORTEUR, en fonction de **T1**, **T2** et **a_{max}**.

Q1.2.2.6 A l'aide des expressions **(1)** et **(3)** établir l'équation du second degré en **T1**. Déterminer les solutions **T1** de cette équation. Déduire **T2** de l'expression **(1)**. Retenir les solutions **T1, T2** positives.

Q1.2.2.7 Déduire de l'expression **(2)** la valeur de **V_{max}**.

Q1.2.2.8 Tracer, sur le document réponse **DR3**, le nouveau graphe des vitesses **v(t)**.

1.3- Modification des consignes de vitesse et rampes d'accélération.

Documents à consulter : DT15, DT19 et DP5	Réponses sur : DR4
--	---------------------------

Les calculs qui suivent vont permettre de déterminer la consigne de vitesse et les paramètres d'accélération et de décélération à imposer au variateur de vitesse ATV58 du PORTEUR.

On fixe **V_{max} = 0,74 m.s⁻¹**.

Q1.3.1 Exploiter les données du document de présentation **DP5** pour compléter le tableau de calcul proposé sur le document réponse **DR4**.

Q1.3.2 Exploiter le document technique **DT19** pour compléter de paramétrage du variateur ATV58 sur **DR4**.

Q1.3.3 La vitesse de rotation des moteurs SEW imposée par le variateur pose une difficulté technologique. Préciser laquelle et proposer une solution.

SUJET 2^{ème} PARTIE

Préparation de la révision des chariots

DUREE CONSEILLEE : 1h30

L'observation d'un grand nombre de dysfonctionnements sur les deux chariots croisés de l'étuve, amène le service maintenance à envisager une révision de ces chariots lors de l'arrêt de la ligne de production du mois d'août.

2.1-Exploitation de l'AMDEC de la ligne de production

Documents à consulter : **DT 20, 21**

Réponses sur : **DR 5**

Le service de maintenance a mené une Analyse des Modes de Défaillances de leurs Effets et leur Criticité sur la ligne de production. Une extraction de ce document pour les deux chariots de l'étuve est fournie dans le document **DT20** et **DT21**

On vous demande d'analyser, sur le document **DR5**, les éléments listés **pour le chariot PORTEUR seulement**.

Q2.1.1- Pour chaque élément listé, calculer son indice de criticité **I**

Le service de maintenance a pris la décision de fixer les seuils de criticité suivants, pour décider du type de maintenance à appliquer aux différents éléments :

I < 6	Maintenance CO rrective
6 <= I <= 9	Maintenance PR éventive
I > 9	Maintenance AM éliorative

Q2.1.2- Préciser le type de maintenance à mettre en œuvre pour chaque élément en inscrivant les sigles **CO**, **PR** ou **AM** dans la colonne « **TYPE** » de maintenance.

Q2.1.3- Pour les actions de maintenance Préventives ou Amélioratives seulement, Proposer dans la colonne « **ACTIONS A MENER** », des opérations à mettre en œuvre pour réduire l'indice de criticité de l'élément concerné.

2.2-Vérification des durées de vie des composants critiques.

2.2.1 Vérin élévateur du chariot PORTÉ

Documents à consulter : **DP2, 3, 10 DT1, 21**

Réponses sur : **DR 6**

Le vérin élévateur du chariot PORTÉ apparaît dans l'AMDEC comme un élément critique de ce dernier. Le fabricant fournit deux éléments de calcul issus de son expérience.

- Le nombre de cycles maximal : de 4 à 6 millions de cycles.
- Le nombre de kilomètres parcourus par la tige de vérin : de 1500 à 3000km.

Données et hypothèses de calcul:

1/ On considèrera comme cycle pour le vérin une paire de déplacements (avec arrêt du mouvement entre ces deux) ne le ramenant pas forcément à son point de départ.

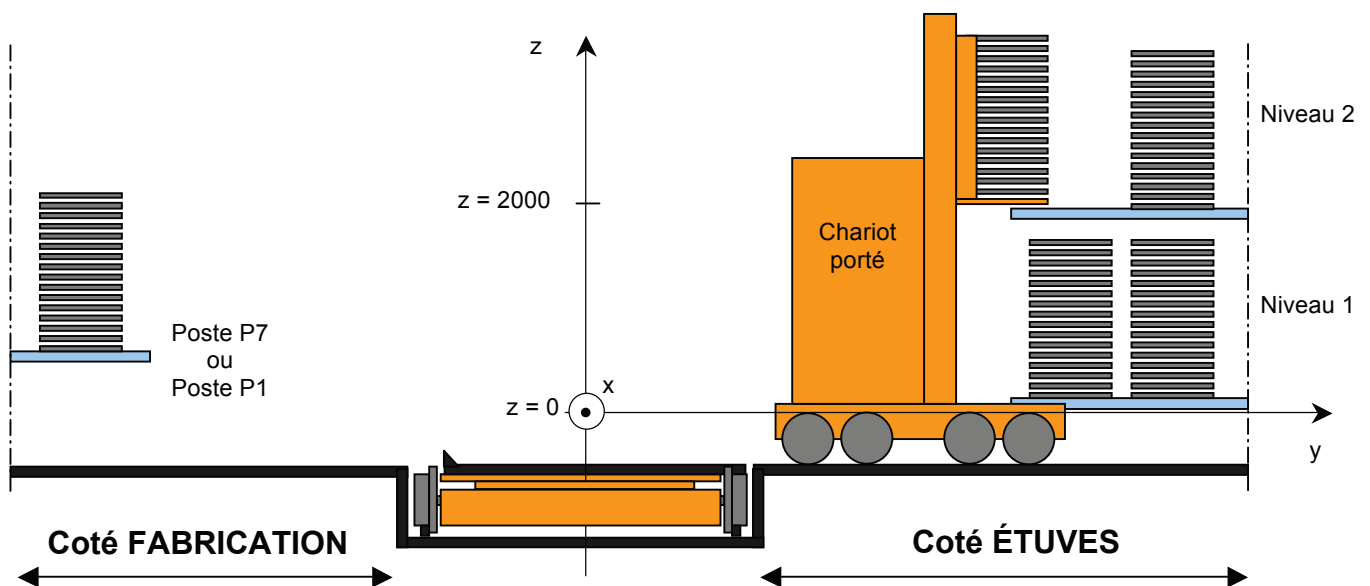
2/ On fera le calcul dans les conditions de production maximale de la ligne.

3/ Pour la détermination des courses du vérin, on considèrera que la production fonctionne par campagnes de stockages séparées des campagnes de déstockage. Les piles stockées ou déstockées étant rangées alternativement sur les deux niveaux de stockage, on pourra faire les hypothèses suivantes :

- La moitié des piles est stockée au niveau 1 l'autre au niveau 2.
- Pour la campagne de stockage, La position initiales des fourches lorsque le PORTÉ est sur le PORTEUR est celle de la fin du cycle précédent.
- Pour la campagne de déstockage la position initiales des fourches et le niveau bas du poste P1.

Les altitudes des différents niveaux sont rappelées dans le tableau ci-dessous :

Destination	Fonction	Coordonnée z (mm)
niveau haut étage 1 étuve	approche ou retrait fourche chargée	50
niveau haut étage 2 étuve	approche ou retrait fourche chargée	2065
niveau bas étage 1 étuve	approche ou retrait fourche à vide	0
niveau bas étage 2 étuve	approche ou retrait fourche à vide	1990
niveau bas entrée fabrication poste P1	retrait fourche à vide	345
niveau haut entrée fabrication poste P1	approche fourche chargée	425
niveau bas sortie fabrication poste P7	approche fourche à vide	345
niveau haut sortie fabrication poste P7	retrait fourche chargée	425



Q2.2.1.1 Calculer le nombre d'heures de fonctionnement annuel de la ligne.

Q2.2.1.2 Calculer le nombre de dalles produites dans ces conditions par la ligne CMS en une année. En déduire le nombre de piles ayant transité dans l'étuve sur la même période.

Q2.2.1.3 Compléter le graphe des mouvements sur l'axe Z pour les 4 cycles proposés, en précisant la longueur de chaque course.

Q2.2.1.4 Déterminer sur ce graphe les courses cumulées pour les stockages-déstockages de 2 piles (une au niveau 1 l'autre au niveau 2). En déduire une moyenne de la distance parcourue sur l'axe Z par une pile, de son arrivée à sa sortie de la zone d'étuvage.

Q2.2.1.5 Calculer le nombre de cycle du vérin pour le stockage et le déstockage d'une pile. En déduire le nombre de cycle effectués par le vérin en une année.

Q2.2.1.6 En tenant compte de la particularité de conception de la fourche document **DP10**, calculer la distance moyenne parcourue par la tige du vérin en un an. Répondre sur **DR7**.

Q2.2.1.7 Donner un encadrement de la durée de vie du vérin selon les deux critères proposés (Nombre de cycles ou Kilomètres parcourus).

Q2.2.1.8 Sachant que ce vérin a déjà été remplacé il y a 6 ans, conclure sur l'opportunité de le remplacer lors de la prochaine révision du chariot.

2.2.2 Roulement à rouleaux croisés de chariot porteur

Documents à consulter : DT22, 23	Réponses sur : DR 7
---	----------------------------

Le roulement à rouleau croisés assurant le guidage en rotation du plateau pivotant du chariot PORTEUR est également un élément critique de ce chariot on se propose de vérifier sa durée de vie par la méthode préconisée par le constructeur:

Conditions, hypothèses et données de l'étude :

Le roulement en place est du type à rouleaux croisés référence RB 80070 THK. Il n'a jamais été remplacé et a donc l'âge de la ligne à savoir 14 ans.

La vitesse de rotation de la table pivotante autour de l'axe Z est de **6.2 tr.min⁻¹**

Pour ce calcul on considèrera que la table pivotante est en mouvement pendant 1/3 du temps d'ouverture de la ligne, soit environ 2000h/an.

Une étude préalable a permis de déterminer les charges auxquelles est soumis ce roulement.

- Charges dans la liaison pivot : $F_r = 1500 \text{ N}$; $F_a = 50000 \text{ N}$.
- Moment de basculement résultant dans la liaison pivot : $M = 14000 \text{ Nm}$.

Q2.2.2.1 Etablir, après lecture des documents constructeur **DT22 et DT23**, un récapitulatif chiffré des données **d, D, dp, C** nécessaires aux calculs concernant le roulement RB 80070 THK. Veiller aux unités.

Q2.2.2.2 Déterminer les coefficients X et Y.

Q2.2.2.3 Calculer la charge radiale dynamique équivalente.

Q2.2.2.4 Calculer la durée de vie du roulement exprimée en nombre de révolutions si $f_T = 1$ et $f_w = 3$. En déduire la durée de vie du roulement exprimée en heures.

Q2.2.2.5 Calculer la durée totale de vie en prenant en compte la production annuelle de la ligne. Conclure sur l'opportunité de son remplacement.

2.3- Analyse du graissage et des lubrifications

2.3.1 Vérification des butées latérales du système de blocage des piles sur le chariot PORTÉ

Documents à consulter : DP 10,11	Réponses sur : DR 8,9
---	------------------------------

Nous allons vérifier qu'un graissage onctueux est assuré dans les articulations A, B et C des butées latérales assurant le maintien des piles sur l'élévateur du chariot PORTÉ.

La graisse actuellement utilisée admettant une pression maximale de $0,8 \text{ daN/mm}^2$, il s'avère nécessaire de déterminer la pression diamétrale dans ces articulations.

Etude préliminaire à l'étude de statique

On considérera que le problème est plan. Le plan adopté pour cette étude sera un plan horizontal passant par l'axe du vérin.

Q2.3.1.1 Réaliser sur le document **DR8**, en vue de dessus, le schéma cinématique plan du sous-ensemble butée latérale, en s'inspirant de la mise en plan du **DR9**.

Q2.3.1.2 Vérifier que le mécanisme supposé plan est isostatique à l'aide de la relation :

$$H = m - 3(p - 1) + \sum N_s$$

avec

H = degré d'hyperstatisme

m = mobilité(s) du mécanisme

p = nb de pièces du mécanisme (bâti inclus)

Ns = inconnue(s) statique d'une liaison

Q2.3.1.3 En déduire la faisabilité de l'étude de statique.

Etude de statique graphique

Une étude sur la maquette numérique du système a permis de montrer que la pile de cadres exerce au point **F** sur la butée n°1 un effort de **F_{pile/butée1}** dont la norme est de 280 daN.

Hypothèses : Les poids propres des pièces et les frottements dans les articulations seront négligés.

Q2.3.1.4 Isoler la butée latérale 1 et effectuer un bilan des actions mécaniques extérieures. Tracer la direction des actions sur cette pièce aux points **B, C** et **F**.

Q2.3.1.5 Déterminer graphiquement, sur **DR9**, les efforts dans les articulations **A, B** et **C**.

Q2.3.1.6 Sachant que pour les 3 articulations, la longueur du pivot est égale à son diamètre, quelle est l'articulation la plus chargée ? Répondre sur **DR8**.

Q2.3.1.7 Déterminer la pression diamétrale sur cette articulation.

Q2.3.1.8 Conclure sur la pertinence à utiliser ce type de graisse.

2.3.2 Vidange des motoréducteurs

Documents à consulter : **DT 24**

Réponses sur : **DR 10**

Le chariot PORTEUR est motorisé par deux motoréducteurs à engrenage cylindriques avec frein de marque SEW référence **R87DRE132MC4**

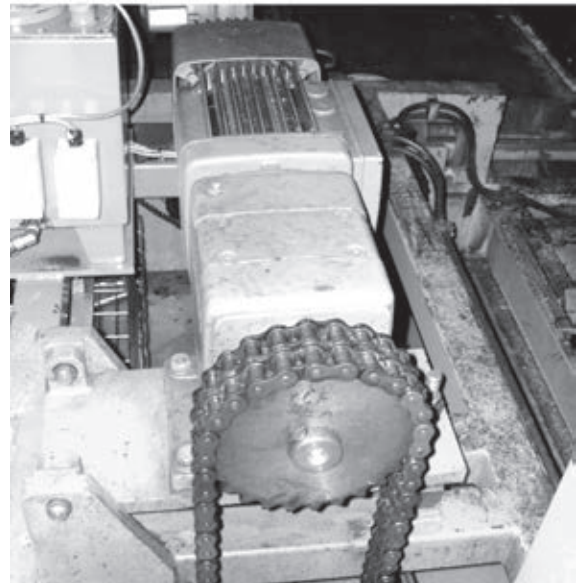
On souhaite préparer l'entretien préventif de ce matériel.

Données

Le lubrifiant utilisé est de type CLP PG

La température de fonctionnement stabilisée du bain d'huile des réducteurs est de **75°C**.

Compte tenu de l'usage discontinu des motorisations, on adoptera pour le temps de fonctionnement des motoréducteurs le temps total d'ouverture de la ligne de production soit environ **6000h/an**.



Q2.3.2.1 A l'aide du document **DT24** Rechercher la quantité d'huile nécessaire à la vidange de ce réducteur.

Q2.3.2.2 Le fournisseur de lubrifiant vous propose une promotion sur les produits de marque SHELL déterminer la référence à commander.

Q2.3.2.3 Déterminer graphiquement sur le diagramme du document **DR10** l'intervalle de remplacement du lubrifiant, préconisé par le constructeur.

Q2.3.2.4 En déduire sur **DR10** la périodicité des vidanges pour les motoréducteurs du chariot PORTEUR.

2.3.3 Contrôle des freins

Documents à consulter : **DT 25**

Réponses sur : **DR 11**

Le constructeur préconise un contrôle périodique du frein moteur. Vous devez préparer ce travail.

Q2.3.3.1 Coter, sur le plan du document **DR11**, les éléments suivants :

- **E** : Cote de l'Entrefer du frein
- **G** : Cote d'épaisseur résiduelle des Garnitures de freinage.

Q2.3.3.2 Justifier sur **DR11** la nécessité de contrôler périodiquement l'entrefer et l'épaisseur des garnitures de frein.

Q2.3.3.3 Préciser sur **DR11** les valeurs des cotes **E** et **G** à contrôler ainsi que l'instrument standard de métrologie utilisé pour chacune.

SUJET 3^{ème} PARTIE

Suppression des transitoires hydrauliques

DUREE CONSEILLEE : 1h00

L'unité de moulage de la ligne CMS a subi des dysfonctionnements de ses équipements hydrauliques. Ces dysfonctionnements ont pour origine les coups de béliet qui apparaissent au démarrage des pompes. Le service maintenance de l'entreprise est chargé de valider une solution de démarrage progressif.

3.1-Analyse de l'existant

Documents à consulter : DT 7,8,9 et DP7	Réponses sur : DR 12,13
--	--------------------------------

Le procédé de démarrage existant utilise une structure électromécanique étoile / triangle.

3.1.1 Analyse de l'impact du démarrage existant sur le couple moteur

- Déterminer le moment du couple nominal du moteur.
- Surligner la trajectoire du point de fonctionnement sur le repère $T_{\text{moteur}} = f(N_{\text{moteur}})$.
- Calculer le moment du couple de démarrage.
- Calculer le moment du couple maxi qui apparaît lors du démarrage.
- Conclure sur la progressivité du démarrage de la solution existante.

3.1.2 Etude de la séquence de démarrage existante

- Exploiter les schémas existants pour compléter le chronogramme. Ne pas oublier de tenir compte du comportement particulier du contact temporisé 67-68.

3.2-Choix des démarreurs progressifs

Documents à consulter : DT26	Réponses sur : DR14
-------------------------------------	----------------------------

Le responsable de maintenance a réalisé une demande de devis concernant des démarreurs progressifs compatibles avec l'installation. Vous êtes chargé de hiérarchiser les démarreurs proposés selon certains critères. Vous devrez finalement argumenter le choix final.

3.2.1 Hiérarchiser les démarreurs. On tiendra compte notamment des éléments suivants :

- les installations utilisent massivement du matériel Schneider-Electric et de façon anecdotique du matériel Allen Bradley. Les techniciens sont donc plutôt familiarisés avec la documentation technique du constructeur Schneider-Electric,
- l'ATS48 présente la particularité intéressante de permettre le démarrage en cascade des quatre moteurs, donc de ramener le prix du démarreur au quart de sa valeur. En contrepartie, il est nécessaire de séquencer le démarrage à l'aide d'une commande sophistiquée.

3.2.2 Argumenter le choix final.

3.3-Modification des schémas de puissance des groupes hydrauliques

Documents à consulter : DT 7,8,9,27,28	Réponses sur : DR15,16
---	-------------------------------

Il vous est demandé de modifier les schémas des démarreurs existants pour intégrer les démarreurs progressifs. Il est convenu de respecter la norme IEC947 qui rend obligatoire la structure d'un départ moteur suivante :

- *l'isolement,*
- *le sectionnement,*
- *la protection court-circuit,*
- *la protection surcharge,*
- *la commande.*

L'isolement, le sectionnement et la protection contre les courts-circuits seront assurés par un disjoncteur.

Les démarreurs ATS48, ATS22, AB150 peuvent assurer la protection contre les surcharges mais pas le démarreur ATS01.

Pour la commande, un contacteur est obligatoire au sens de la norme.

Le pilotage du contacteur doit se faire strictement dans les mêmes conditions que le démarrage étoile/triangle.

3.3.1 Modifier uniquement les schémas de commande et puissance des départs pompe1 et pompe2.

Afin de démontrer que les schémas commande et puissance sont très similaires d'un démarreur à l'autre, il a été décidé d'implanter :

- un démarreur type ATS01 sur le départ pompe1,
- un démarreur type AB150 sur le départ pompe2.

SUJET 4^{ème} PARTIE

Maintenance améliorative des chariots

DUREE CONSEILLEE : 0h30

4.1-Amélioration de la communication PORTEUR-PORTÉ

Documents à consulter : DT 11,16,29 DP 6,8,9

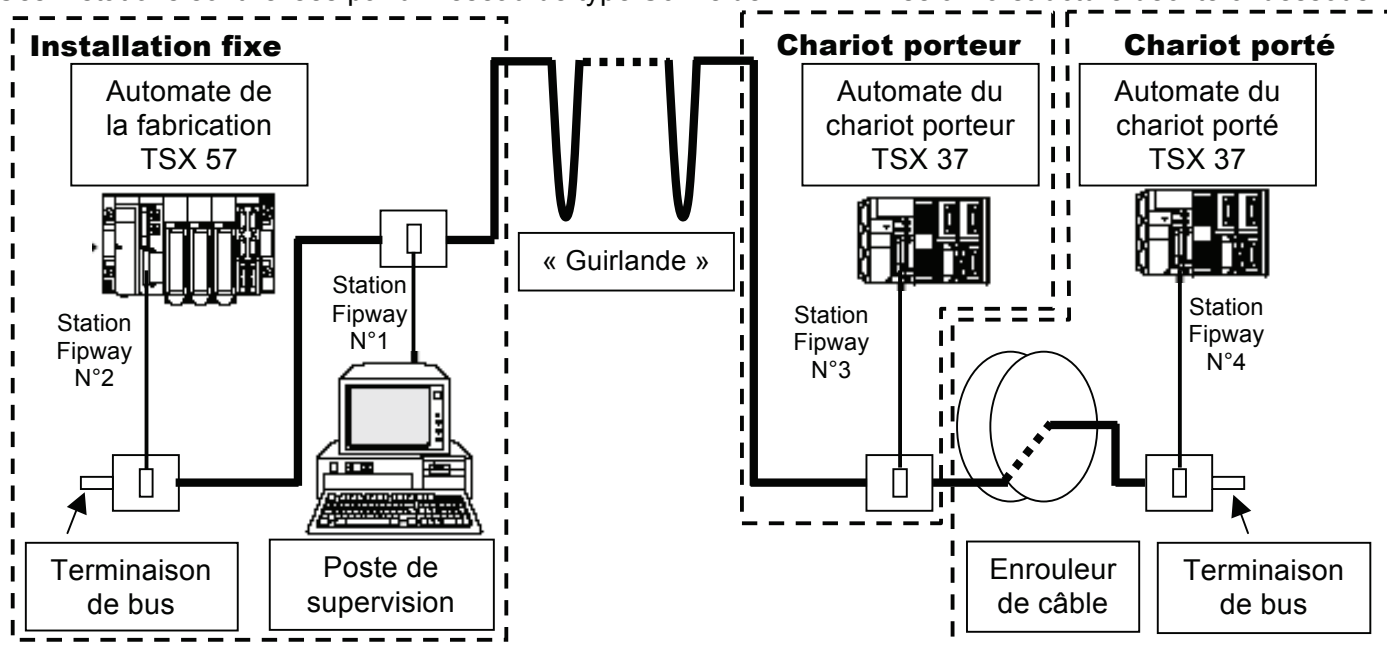
Réponses sur : DR 17,18

Le service maintenance est régulièrement confronté à des défauts de communication entre les chariots PORTEUR et PORTÉ. L'analyse de ces défauts a révélé une incompatibilité des câbles réseau utilisés avec le système d'enrouleur motorisé équipant le chariot PORTÉ.

D'un point de vue de la structure de la partie commande, la ligne CMS est constituée de 4 sous-systèmes autonomes reliés par un bus industriel :

- La ligne de fabrication équipée d'un automate TSX57 (TSX Premium)
- Les deux chariots PORTEUR et PORTÉ, équipés chacun d'un TSX37 (TSX Micro) embarqué,
- Un poste de supervision (gestion de la production, lancement de fabrication)

Ces 4 stations sont reliées par un réseau de type Schneider FIPWAY selon la structure décrite ci-dessous.



Q4.1.1 Citer les avantages, d'un point de vue de la maintenance, d'une telle structure par rapport à une structure centralisée d'un seul automate gérant l'ensemble de la ligne de production.

La liaison filaire entre le chariot PORTEUR et le chariot PORTÉ est assurée par un câble réseau déroulé pendant les déplacements de ce dernier par un enrouleur motorisé. Après plusieurs remplacements de ce câble, il apparaît encore des défauts de communication sur cette liaison, ce qui entraîne de nombreux arrêts de production. On envisage donc de remplacer cette liaison filaire par une liaison optique sans fil entre les deux chariots, assurée par un ensemble émetteur-récepteur LEUZE DDLS200 à optiques chauffantes, décrit dans le document **DT29**.

- Afin de détecter la dégradation de la liaison optique (optiques sales), sur chacune des cellules, la sortie OUT/WARM sera affectée à une entrée automate libre: %I1.11 pour le PORTEUR, %I1.18 pour le PORTÉ.
- Le bus étant scindé en deux segments, les deux cellules devront assurer une terminaison de ligne.
- L'entrée IN de désactivation du faisceau optique ne sera pas utilisée.

Q4.1.2 Effectuer, pour ces deux cellules, sur le document **DR18**, les raccordements:

- a. de l'alimentation,
- b. du bus,
- c. de leur sortie OUT/WARM

Q4.1.3 Effectuer sur le document **DR18**, le paramétrage des deux cellules en cochant sur ce document les positions des commutateurs S1, S2 et S3.

4.2- Amélioration de la fonction élévation du chariot PORTÉ

Le service maintenance est confronté à deux problèmes récurrents sur L'élévateur du chariot PORTÉ.

Problème 1 : Lors d'un arrêt prolongé, en position quelconque, du chariot PORTÉ avec sa charge soulevée, il arrive régulièrement de retrouver la charge déposée au bout de quelques heures. Ceci pose un problème de réinitialisation du porteur qui n'est pas prévu pour prendre les piles en position quelconque.

Problème 2 : L'élévateur hydraulique présente des mouvements d'oscillation en fin de course lors de la pose des piles. Ceci entraine une imprécision dans leur positionnement qui occasionne un choc avec la pile lorsque le chariot vient la reprendre.

4.2.1 Etude hydraulique préalable

Documents à consulter : DT 10, 18	Réponses sur : DR 17
--	-----------------------------

Q4.2.1.1 Donner la désignation des composants **3D** et **4D** expliquer leurs différences.

Q4.2.1.2 Donner la désignation et le rôle des composants **7F10** et **7F11** dans le circuit auxiliaire du document **DT18**. Justifier leur présence.

4.2.2 Amélioration du blocage du mouvement vertical

Documents à consulter : DT 30,31	Réponses sur : DR 17,19
---	--------------------------------

Pour résoudre le problème n°1, on souhaite assurer l'immobilité absolue de l'équipage mobile du vérin 3C d'élévation des fourches, lorsque le distributeur **3D** est en position repos.

Q4.2.2.1 La référence du distributeur **3D** actuel est : **DKZOR-A-173-S5-18**.

En exploitant la documentation technique du distributeur **3D**, proposer une autre référence de ce distributeur permettant d'assurer, en position centrale, le blocage du vérin.

Q4.2.2.2 Pour assurer la même fonction à moindre coût, implanter entre **3D** et **3C** un clapet piloté à l'ouverture. Répondre sur **DR19**.

4.2.3 Amélioration de la commande d'élévation

Documents à consulter : DT 31	Réponses sur : DR 17,19,20
--------------------------------------	-----------------------------------

Q4.2.3.1 La référence de l'amplificateur proportionnel associé au distributeur **3D** est : **E-BM-AC-05-F**.

A partir de sa documentation technique, citer sur **DR17** l'intérêt de ce composant, pour le respect de la contrainte d'accélération maximale admissible sur l'axe Z, liée à la manipulation du béton frais.

Q4.2.3.2 Placer les composants 1 à 4, utilisés pour l'asservissement de l'axe Z du mouvement des fourches du chariot PORTÉ, document **DR20**.

Q4.2.3.3 Sur le même document, replacer les descriptifs A à F des signaux utilisés dans cette boucle d'asservissement.

Actuellement, cet asservissement n'intègre pas de correcteur pour l'asservissement. L'automate TSX37 dispose d'un correcteur PID programmable.

Q4.2.3.4 Un asservissement se caractérise en terme de :

- Précision
- Stabilité
- Rapidité

Donner une définition de ces trois éléments.

Q4.2.3.5 Expliquer sur **DR19** l'intérêt d'un correcteur PID et l'influence de ses trois variables d'ajustement **P**, **I**, **D** sur le comportement de l'asservissement.

Q4.2.3.6 Compléter le schéma de la modification de l'asservissement à mettre en œuvre.

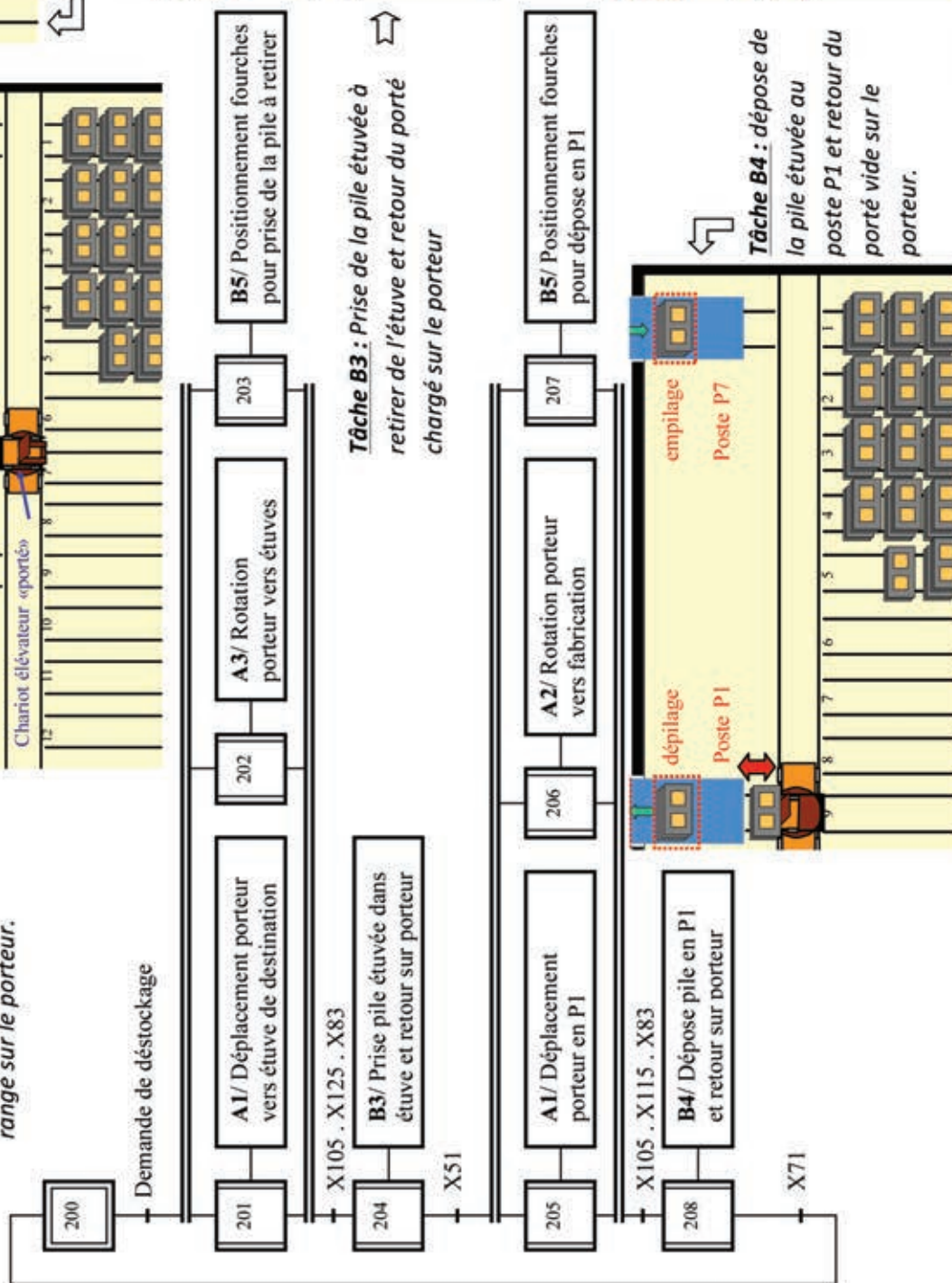
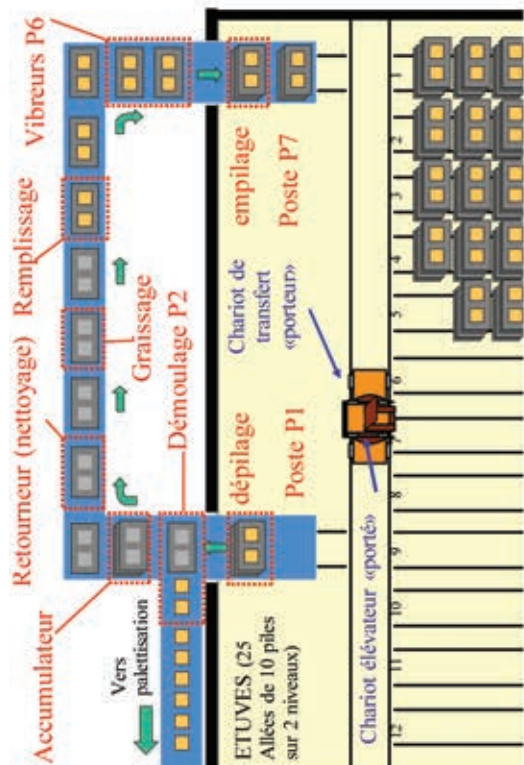
Chemise : Dossier Technique

• Graficets	DT1 à DT5.
• Graphe des vitesses d'un cycle	DT6.
• Schémas électriques	DT7 à DT17.
• Schéma hydraulique du chariot PORTÉ	DT18.
• Documents constructeur : Variateur ATV58	DT19
• AMDEC des chariots	DT20 et D21
• Documents constructeur : roulement à rouleaux croisés	DT22 et DT23
• Documents constructeur : motoréducteur-frein	DT24 et DT25
• Documents constructeur : Démarreurs moteurs	DT26 à DT28
• Documents constructeur : cellules de transmission optique	DT29
• Documents constructeur : distributeur proportionnel et amplificateur	DT30 et DT31

Grafet Point de vue système du « déstockage » d'une pile

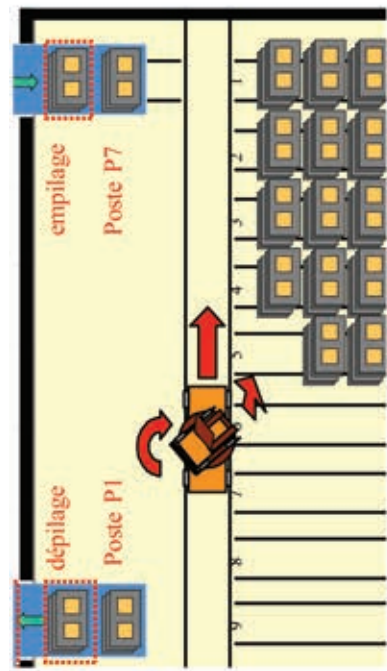
Etape 200, état initial des chariots : La position du porteur dépend du dernier cycle effectué. Le porté est toujours rangé sur le porteur.

Chariot de transfert «porteur»

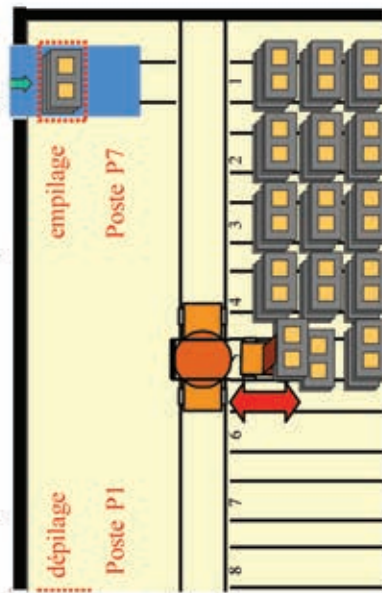


Tâche B3 : Prise de la pile étuvée à retirer de l'étuve et retour du porté chargé sur le porteur

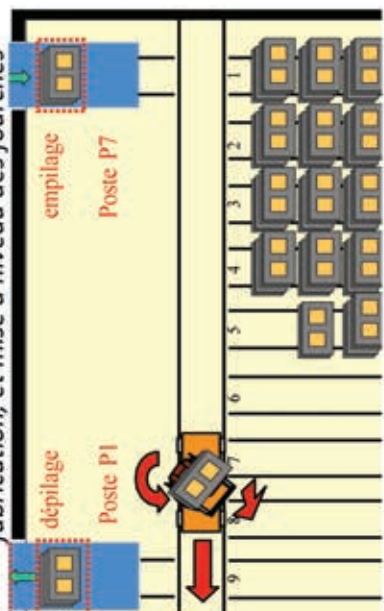
Tâche B4 : dépose de la pile étuvée au poste P1 et retour du porté vide sur le porteur.



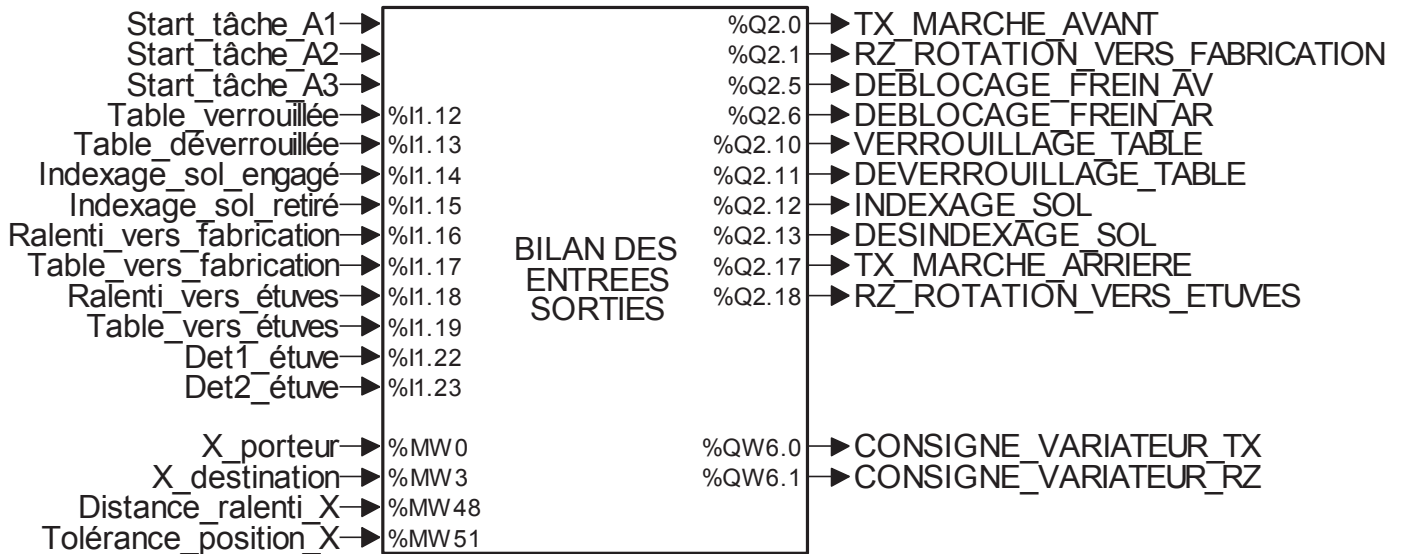
Tâches A1,A3,B5 : trois mouvements simultanés : déplacement porteur vers étuve, rotation porteur vers étuve, et mise à niveau des fourches du porté



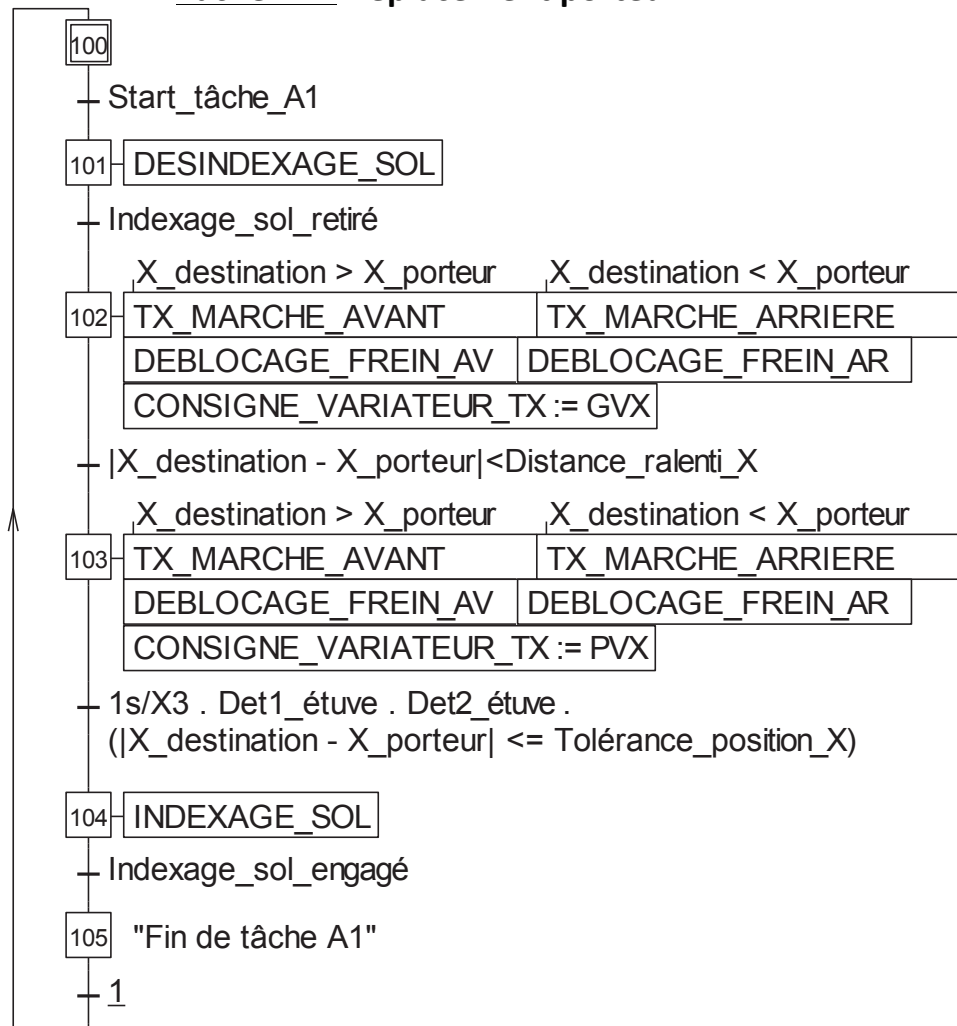
Tâches A1,A2,B5 : trois mouvements simultanés : déplacement vers poste P1, rotation vers fabrication, et mise à niveau des fourches



Grafjets du chariot PORTEUR

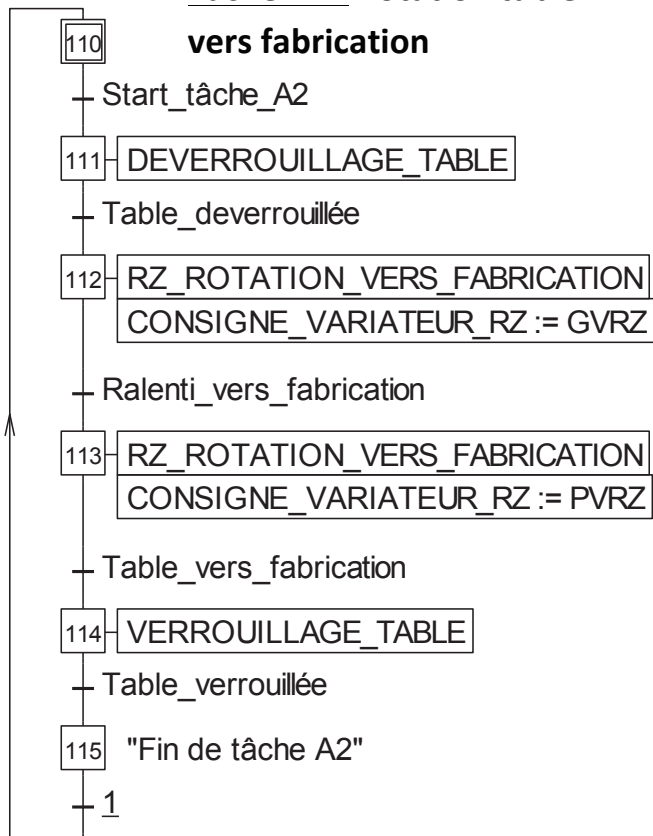


Tâche A1 : Déplacement porteur



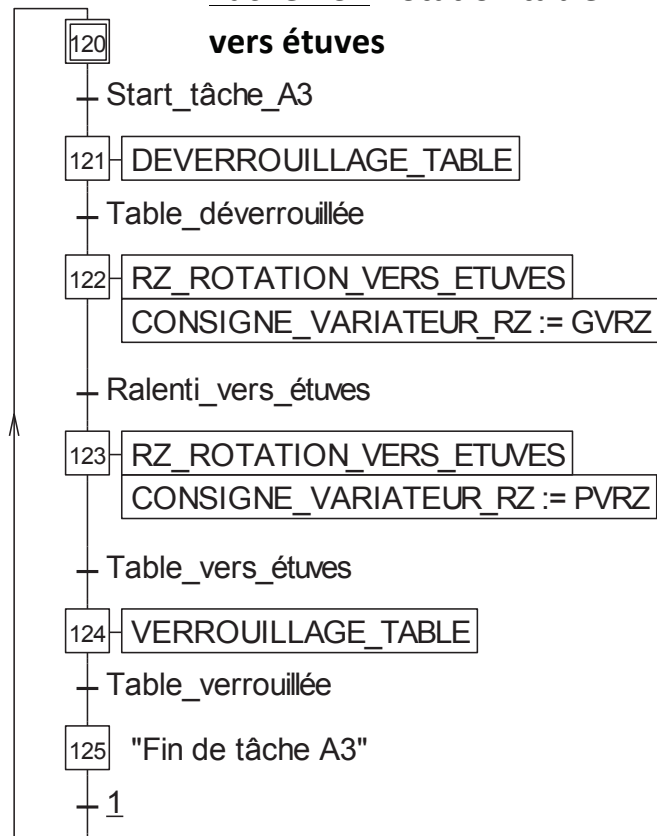
Tâche A2 : Rotation table

vers fabrication

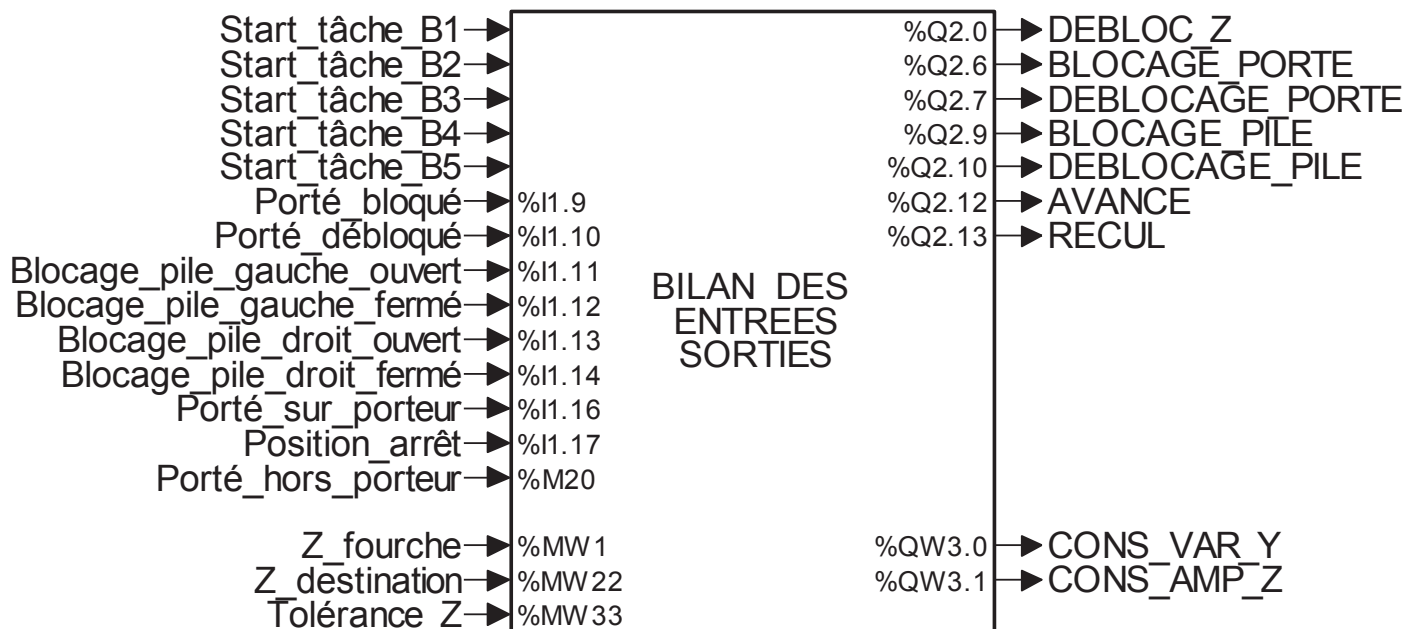


Tâche A3 : Rotation table

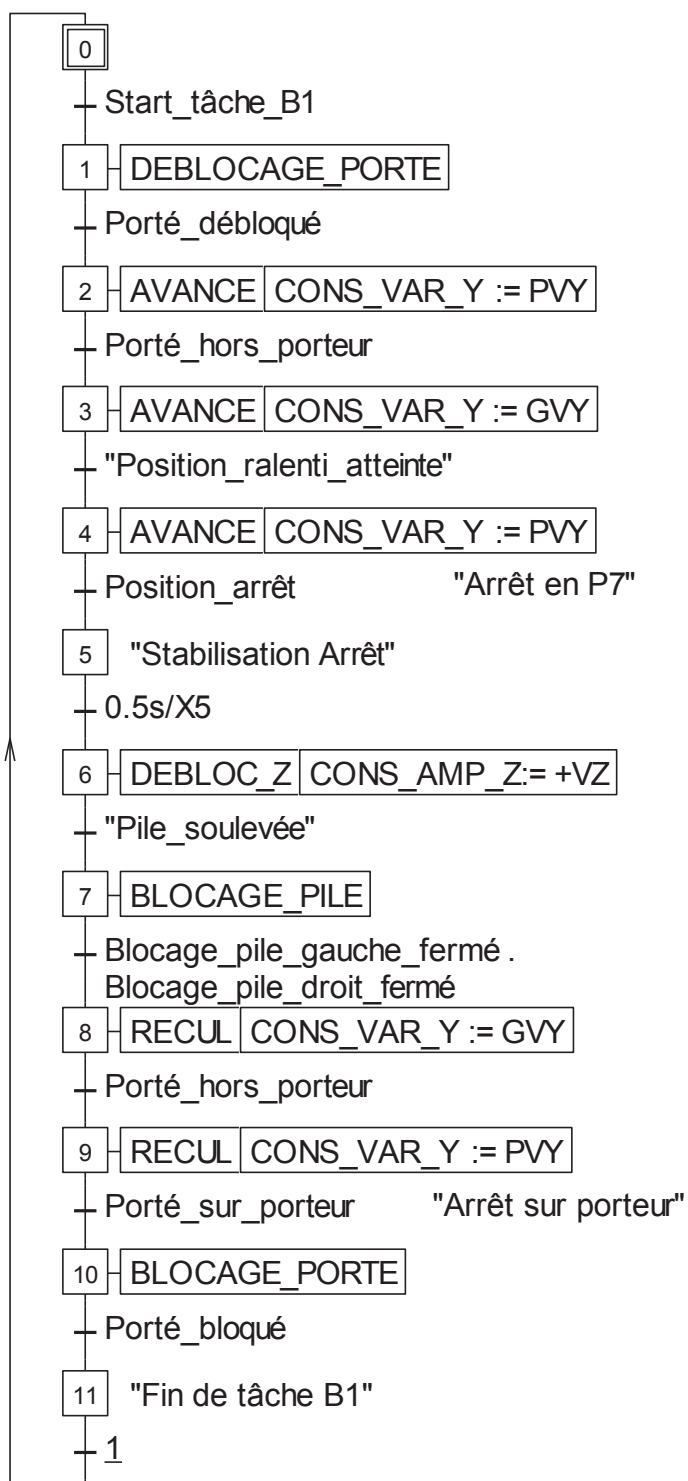
vers étuves



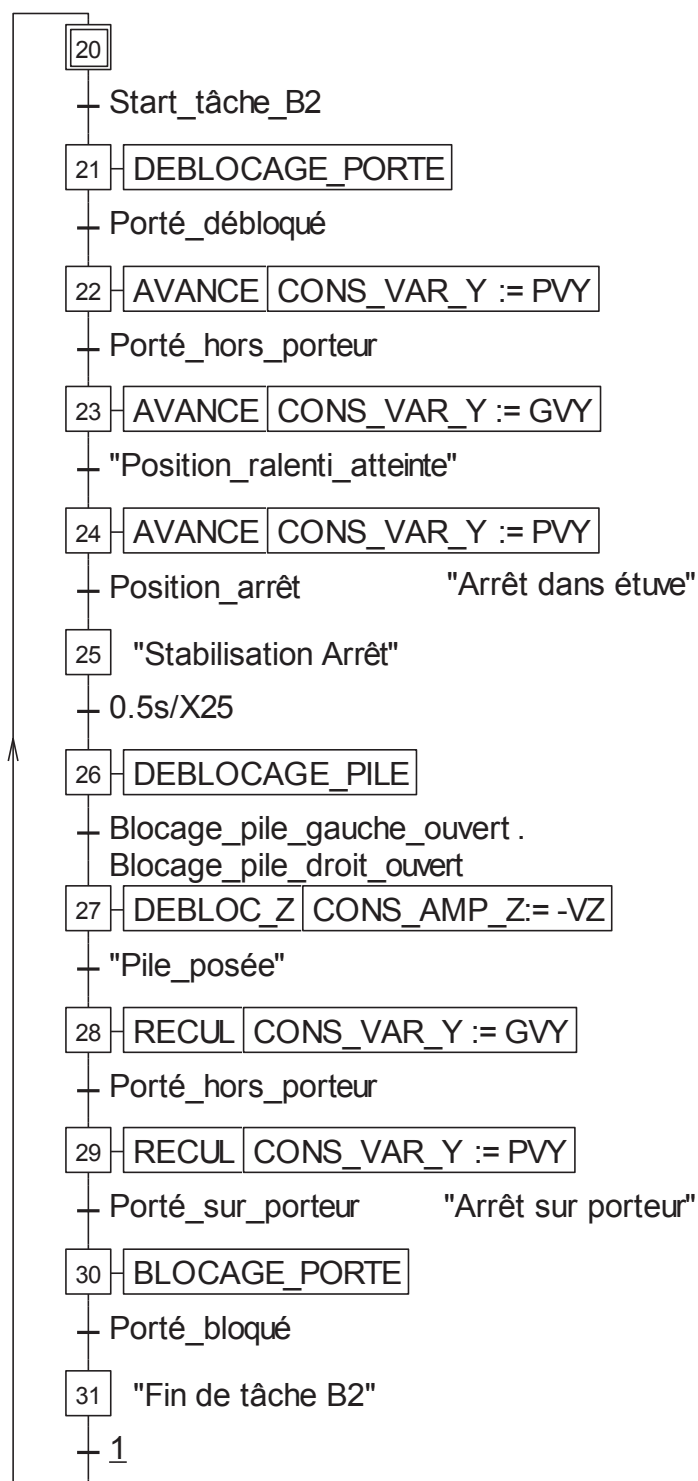
Grafjets du chariot PORTÉ



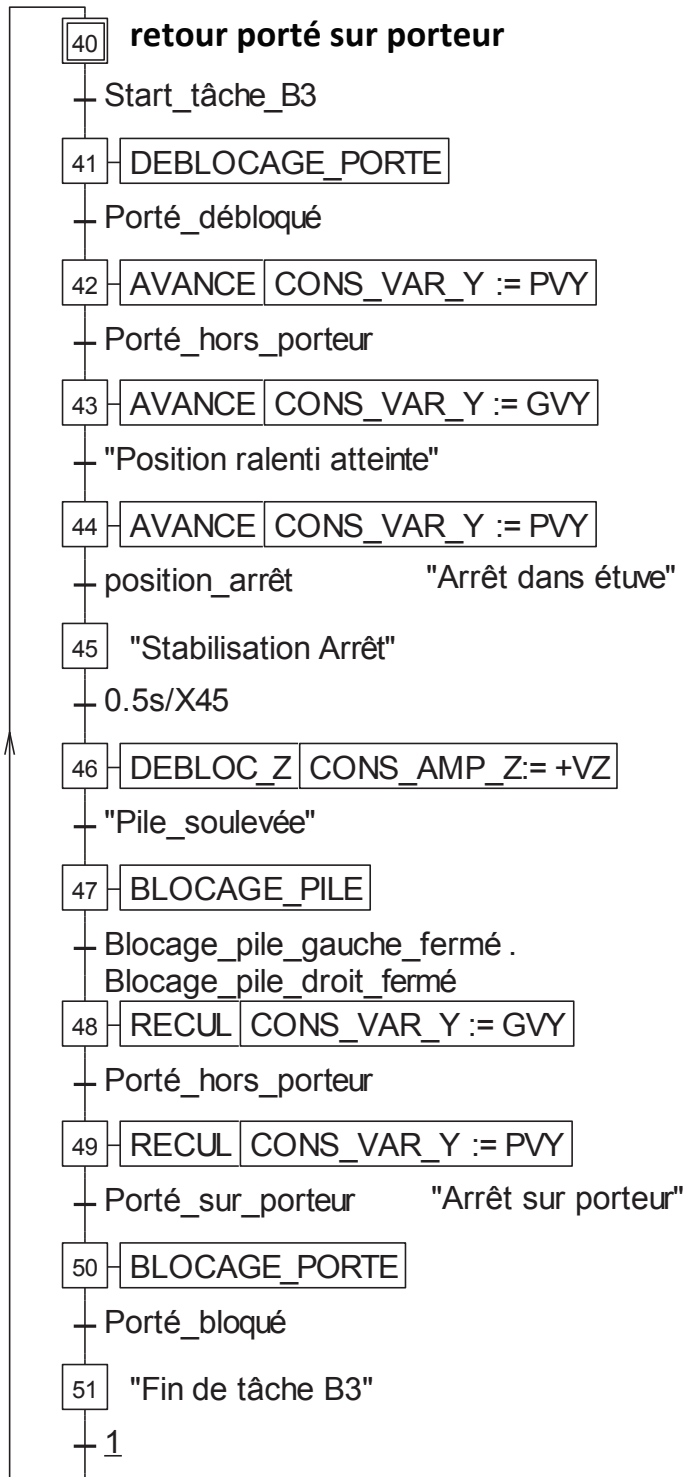
Tâche B1 : Prise d'une pile non étuvée au poste P7 (en sortie de fabrication), retour sur porté



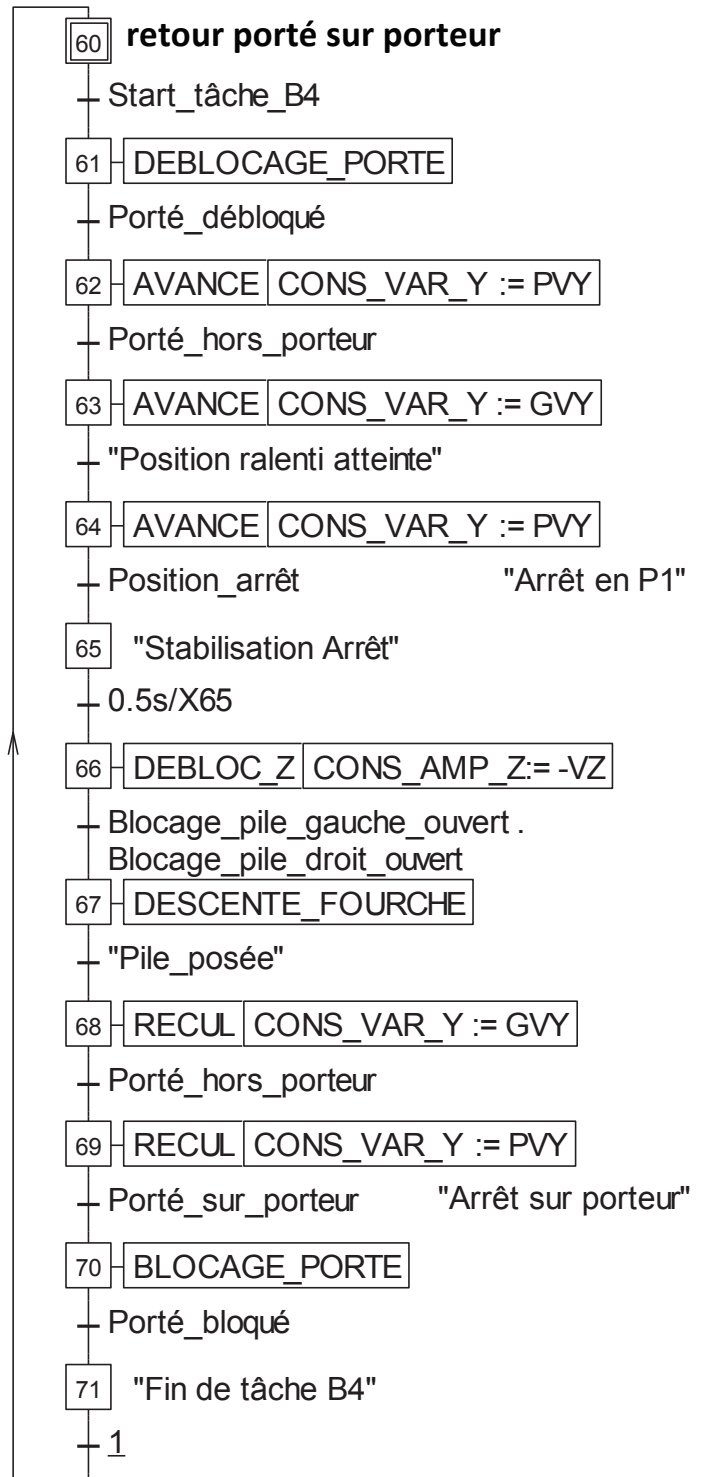
Tâche B2 : Stockage d'une pile, fourches déjà positionnées, retour porté sur porteur



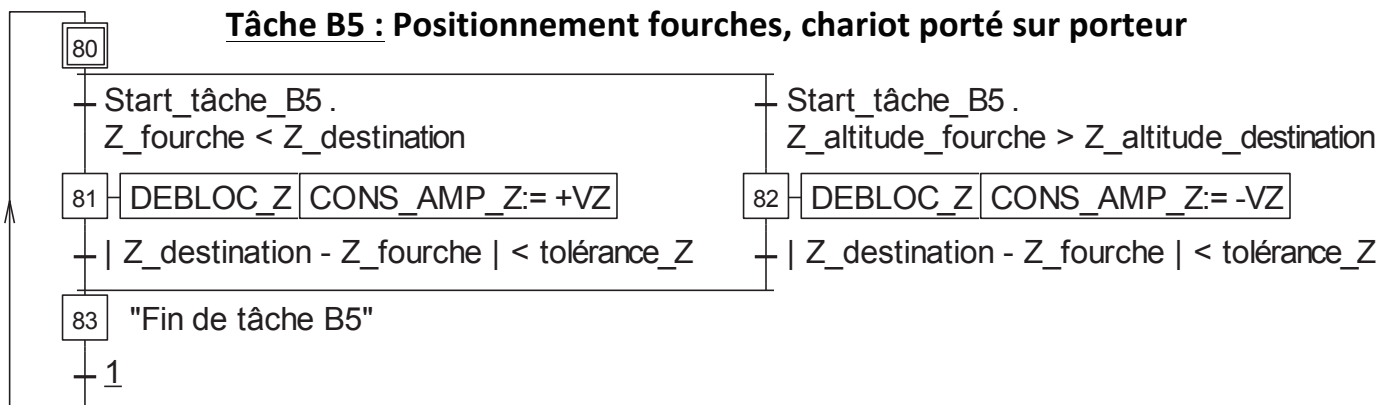
**Tâche B3 : Déstockage d'une pile,
fourches déjà positionnées,
retour porté sur porteur**



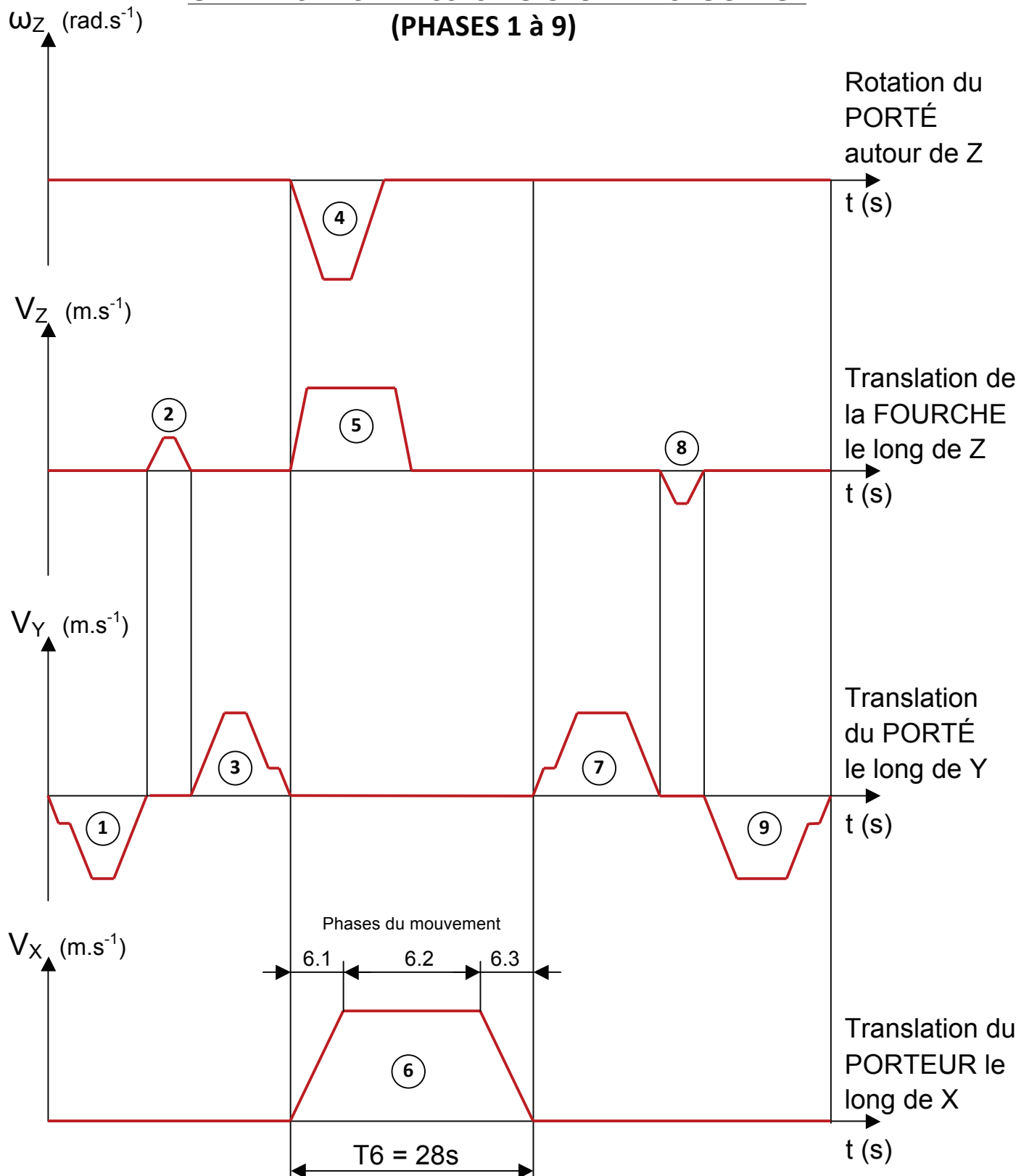
**Tâche B4 : Pose d'une pile étuvée au
poste P1 (retour vers fabrication),
retour porté sur porteur**



Tâche B5 : Positionnement fourches, chariot porté sur porteur



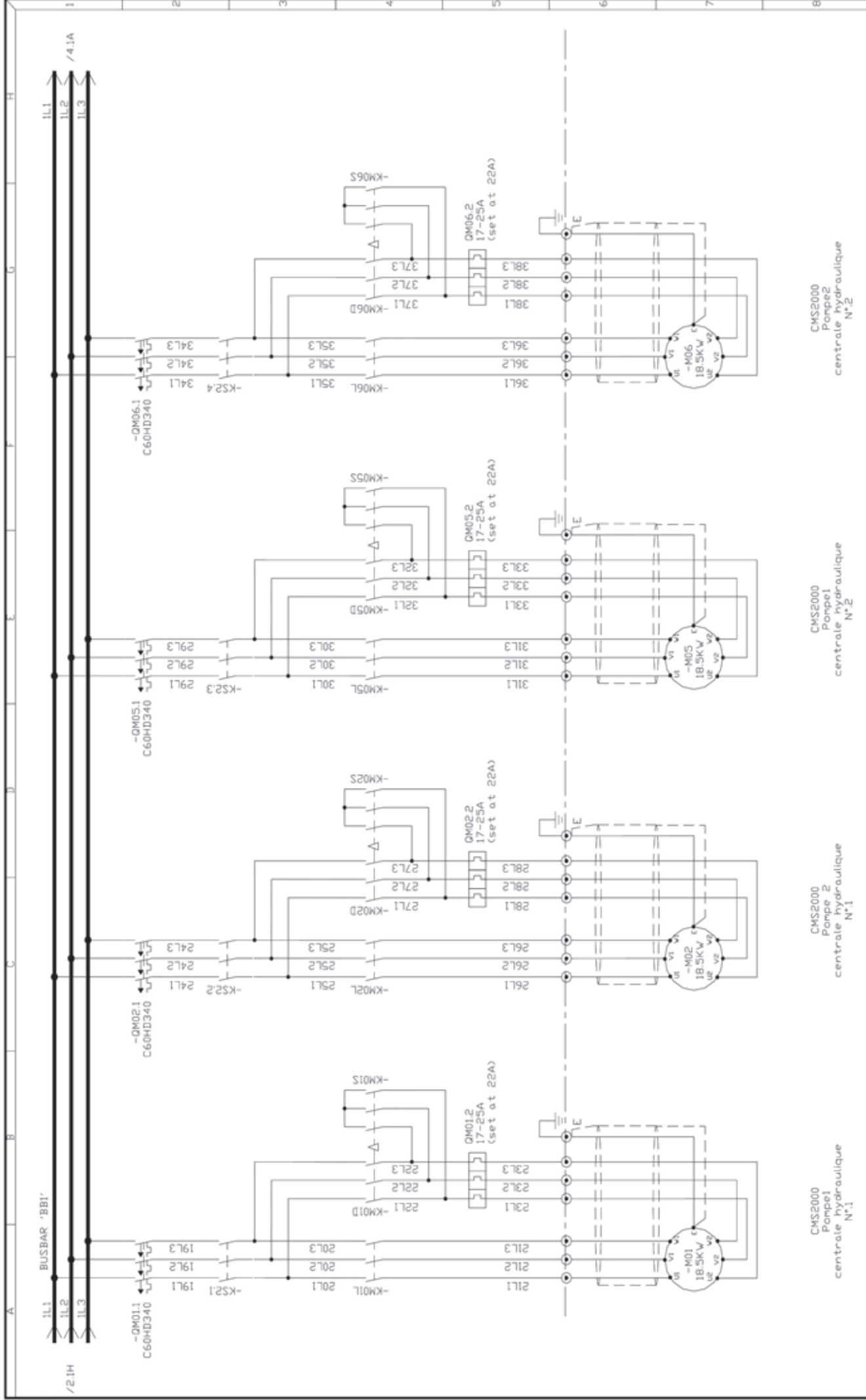
GRAPHES DES VITESSES DU CYCLE DE STOCKAGE (PHASES 1 à 9)



FORMULAIRE

Équations générales d'un mouvement rectiligne uniformément varié (ou accéléré) :

Accélération :	$a = cte$
Vitesse :	$v = a \cdot t + v_0$
Position :	$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 + v_0 \cdot t + x_0$



CMS CONTROLS LIMITED Satellite Business Park, Blackswarth Road Bristol BS5 8AX, ENGLAND Tel:+44 (0) 117 955 3311 Fax:+44 (0) 117 955 3200	TITLE: Armoire A01 - Demarrage étoile triangle des moteurs centrale hydraulique n°1 et n°2	DRAWN BY: GJC DRAWING No. 12C031C01 REVISION: 1.1
FABEMI	DATE: JUNE 2000	SHEET No. 3 OF 258