

# BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

## Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.1

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

SESSION 2022

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

#### • **Sujet :**

- **présentation du support (10 min)** ..... pages 2 à 3
- **partie 1 (50 min)**..... page 4
- **partie 2 (50 min)**..... pages 5 à 6
- **partie 3 (1h 10)**..... pages 6 à 8

• **Documents techniques**..... pages 9 à 19

• **Documents réponses**..... pages 20 à 22

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

**Les documents réponses DR1 à DR6 (pages 20 à 22) seront à rendre agrafés aux copies.**

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2022
Sous épreuve E4.1	Code : 22ATESG-NC	Page 1 sur 22

# FABRICATION DE BORDURES

## Présentation du support

### CONTEXTE DE L'ÉTUDE.

L'entreprise Perasso Marseille (groupe Colas Midi-Méditerranée), producteur historique de blocs béton, réalise des bordures de trottoirs (marché de 1 870 000 t par an) : l'unique ligne de production initialement utilisée pour produire exclusivement des blocs béton est **aujourd'hui utilisée alternativement pour les blocs béton et les bordures type T2.**

**L'évolution de la demande incite l'entreprise à adapter ses capacités de production pour ce produit tout en améliorant la qualité.**

Vous êtes chargé d'étudier un ensemble d'actions visant à optimiser le fonctionnement de cette ligne dans sa configuration « bordures T2 ».



bordure type T2

### OBJECTIFS DES DIFFÉRENTES PARTIES.

- 1 - Etude de la capacité réelle de production et des prévisions de ventes de bordures T2.
- 2 - Implantation du suivi statistique de la qualité sur le nouveau poste d'éjection.
- 3 – Développement d'améliorations sur le système et bilan.

### PRÉSENTATION DE LA LIGNE DE PRODUCTION.

Au cours de l'étude la ligne sera découpée en trois entités : le poste de « presse », l'unité « transbordement-étuvage », l'unité « tri-palettisation » (cf. schéma page suivante).

- Le poste « presse » : la matière première arrive depuis le malaxeur au niveau de la presse, **les bordures T2 y sont moulées par 6 sur deux planches (3 x 2)**, simultanément.
- L'unité « transbordement-étuvage » regroupe le transport vers et depuis l'étuve en sortie de presse, des planches supportant chacune 3 bordures fraîchement moulées (20 planches simultanément).
- L'unité « tri-palettisation » regroupe les opérations de contrôle du produit fini, d'éjection des bordures non-conformes et de palettisation (en 3 niveaux croisés de 6) en vue du stockage final.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2022
Sous épreuve E4.1	Code : 22ATESG-NC	Page 2 sur 22

Actuellement, une **décision stratégique** de la direction limite à **4 jours ouvrés successifs par mois** les jours réservés à la production de bordures T2, et ce en un seul lancement.

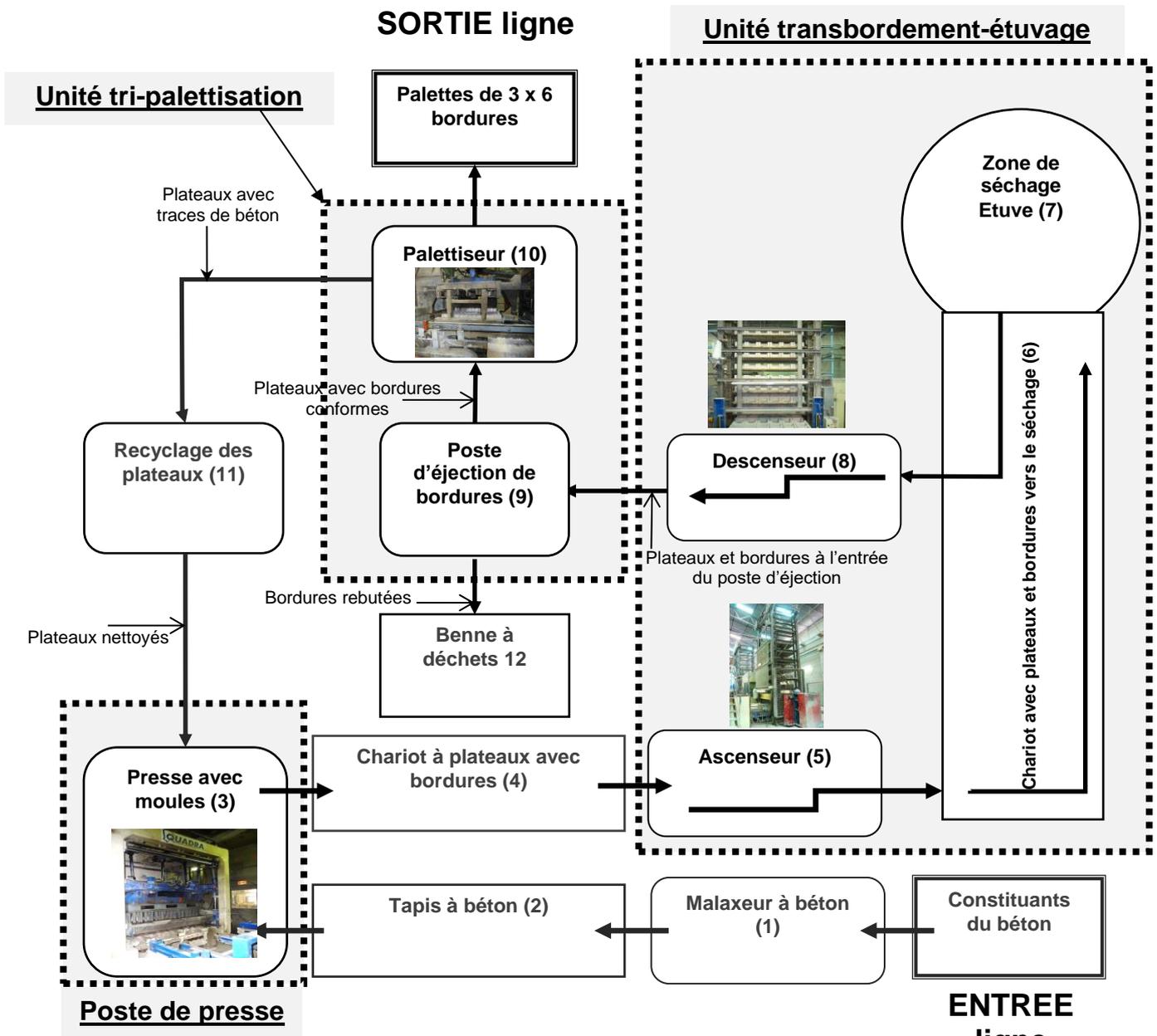


Schéma de la ligne de production de bordures ou blocs bétons

### Caractéristiques générales des bordures T2.

Bordures de trottoirs destinées aux voiries urbaines.

Masse unitaire **85 kg**. Longueur **100 cm**.

BTS assistance technique d'ingénieur	Session 2022
Sous épreuve E4.1	Code : 22ATESG-NC Page 3 sur 22

## Partie 1 - Quelle est la capacité réelle de production de la ligne en configuration T2 et quelles sont les prévisions de ventes de ces bordures ?

### Partie 1.1 - Quelle est la capacité réelle de production de la ligne ?

Une étude des temps de la ligne de production a été réalisée. L'objectif est de déterminer la capacité réelle de la ligne à partir de ces temps et de la capacité théorique.

Question 1.1.1 | **Déterminer** l'expression littérale du taux de rendement synthétique (TRS) en fonction de  $T_Q$ ,  $t_N$ ,  $t_R$ .

Voir DT1

Question 1.1.2 | **En déduire** la valeur du TRS de la ligne de production en configuration « bordures » à deux décimales. **Justifier**.

Voir DT1

Lors de son installation, la capacité théorique affichée de la ligne était de 44 160 bordures / mois.

Question 1.1.3 | Le TRS retenu est de 0,6. **Calculer** la capacité réelle de production de la ligne.

### Partie 1.2 - Quelles sont les prévisions de ventes de palettes de bordures T2 ?

L'historique des ventes des années précédentes montre un caractère saisonnier à tendance croissante.

L'étude des prévisions de ventes pour l'année à venir est effectuée partiellement sur les documents techniques joints. Vous êtes chargé de finaliser ces prévisions en vue de vérifier ultérieurement l'aptitude de la ligne à produire ces quantités.

Question 1.2.1 | Les coefficients de saisonnalité mensuels issus de l'historique sont donnés (colonne « coeff. Saisonnier arrondi  $S_m$  », *ETAPE E1*).

Voir DT2, DT3

**Identifier**  $S_m$  du mois de décembre puis **calculer** les ventes désaisonnalisées de palettes VD<sub>t</sub> pour le mois de novembre et de décembre de la dernière année de l'historique (*ETAPE E2*).

*Réponse sur copie.*

Question 1.2.2 | L'équation de la droite des moindres carrés qui passe au mieux des ventes désaisonnalisées pour les deux dernières années (*ETAPE E3*) a pour coefficient directeur 10,142 et pour ordonnée à l'origine 280,35.

Voir DT2, DT3

**Déterminer** les ventes désaisonnalisées (*ETAPE E4*) des mois de Février et Mars de l'année future. *Réponse sur copie.*

Question 1.2.3 | **En déduire** les prévisions de ventes saisonnalisées correspondantes (*ETAPE E5*) et **compléter** sur DR1 le tracé des ventes prévues pour les mois de Février et Mars de l'année à venir.

Voir DT2, DT3  
Compléter DR1

## Partie 2 - Est-il possible d'implanter un suivi statistique automatisé de la qualité sur le nouveau poste d'éjection ?

Un poste d'éjection, présenté sur le DT4, permet d'évacuer les bordures non conformes. Leur identification est faite par l'opérateur qui demande leur éjection à partir d'un pupitre présenté sur le DT5. On souhaite réaliser le suivi statistique automatique de la proportion de bordures non-conformes, à partir des demandes d'éjection manuelles effectuées sur le pupitre par l'opérateur.

Grâce à l'automatisme on peut déterminer la proportion de non-conformités notée PROP\_NC (grafcet GESTION SUIVI STATISTIQUE DR4 p21).

Pour cela :

- on a besoin de comptabiliser le nombre de bordures éjectées car défectueuses (grafcet NB EVAC DT11 p17) ;
- on a aussi besoin également de comptabiliser le nombre total de bordures produites qui dépend du nombre de cycles réalisés par l'automatisme (grafcet NB CYCLE DR3 p20). Rappel : production de 2 planches composées chacune de 3 bordures par cycle.

$$\text{PROP\_NC} = \frac{\text{NB bordures éjectées (défauts)}}{\text{Nb total bordures produites}}$$

On souhaite aussi déclencher une alarme en cas de dépassement de la limite supérieure de contrôle LSC (grafcet ALARME ECHANTILLON DR6). Ce calcul se renouvelle pour chaque échantillon (9 cycles).

Question 2.1

**Calculer** le nombre de bordures produites à chaque cycle.

Voir DT 4 et DT 5  
Compléter DR2

Question 2.2

**Indiquer** dans quelle (s) phase (s) du fonctionnement normal du système a lieu l'incrémentation du compteur du nombre de bordures défectueuses évacuées.

Voir DT10 et DT11

Question 2.3

Dans le but de déterminer le nombre total de bordures produites, il est nécessaire de connaître le nombre de cycles accomplis par le système. **Compléter** le grafcet NB CYCLE afin de réaliser en fonctionnement normal l'incrémentation du compteur COMPTEUR\_NB\_CYCLE à la fin de chaque cycle.

Voir DT7, DT8,  
DT9 et DT10  
Compléter DR3

Question 2.4

Le calcul des limites de la carte est actualisé à chaque fin de cycle dès lors que le mode SHP1 est sélectionné.  
Un échantillon est constitué de 54 bordures (9 cycles).

Compléter DR4

**Compléter** le grafcet GESTION SUIVI STATISTIQUE en donnant l'expression de la variable PROP\_NC à partir de COMPTEUR\_NB\_CYCLE et COMPTEUR\_NB\_EVAC.

Question 2.5 Voir DT7, DT8 Compléter DR6	On s'intéresse désormais au grafcet ALARME ÉCHANTILLON, relatif à la phase de suivi temps réel du nombre de non-conformités par échantillon. <b>Compléter</b> le grafcet en donnant l'expression de la variable NC_ECH en utilisant les variables NCD et NCF.
Question 2.6 Voir DT7 Compléter DR6	<b>Compléter</b> le grafcet avec la transition permettant de passer de l'étape X512 à l'étape X513
Question 2.7 Voir DT7 Compléter DR6	<b>Compléter</b> le grafcet en donnant l'expression de la variable ALARME. <b>Préciser</b> le bénéfice qui peut être attendu à la suite de la mise en place de ce suivi statistique automatique ?
Question 2.8 Voir DT1	<b>Préciser</b> à partir des taux composants le TRS, le bénéfice qui peut être attendu à la suite de la mise en place de ce suivi statistique automatique.

### Partie 3 - Peut-on apporter des améliorations au système ?

#### Partie 3.1 - Comment améliorer la gestion de fonctionnement du pupitre du poste d'éjection en mode automatique ?

L'objectif est d'alléger le travail de l'opérateur.

##### Situation actuelle.

Pour éjecter une bordure défectueuse, c'est l'opérateur du poste d'évacuation qui visuellement identifie sa position. Pour informer l'automatisme de la position à évacuer, le technicien appuie sur le BPi (i est le numéro de la position de la bordure à évacuer avec i de 1 à 6).

Afin que l'opérateur sache que l'appui est validé, le voyant du bouton poussoir correspondant s'éclaire.

Lorsque la bordure défectueuse est évacuée, l'opérateur appuie à nouveau sur le bouton poussoir pour éteindre le voyant.

##### Situation souhaitée.

Lorsque la bordure est évacuée, on veut que le voyant correspondant s'éteigne de manière automatique sans que l'opérateur soit obligé d'appuyer une nouvelle fois sur le bouton poussoir.

Pour préparer ce travail, on vous demande d'analyser la programmation du bouton poussoir 1 qui permet à l'opérateur de sélectionner la bordure à éjecter située en position 1.

BTS assistance technique d'ingénieur	Session 2022
Sous épreuve E4.1	Code : 22ATESG-NC Page 6 sur 22

Question 3.1.1 | **Préciser** la sortie de l'automatisme qui pilote le voyant VBP1 du bouton poussoir 1 (BP1).  
Voir DT6

Question 3.1.2 | **Préciser** quel est le bit mémoire de l'automatisme qui conserve l'état du voyant VBP1.  
Voir DT6, DT13

On considère qu'à la lecture du grafcet de fonctionnement, une de ces 3 étapes est active : X12 ou X13 ou X14.

Question 3.1.3 | Lors de la sélection d'une position de bordure à éjecter, **donner** l'état du bit interne %M1 si l'opérateur appuie sur le bouton BP1 (%I0.2) dont le voyant était préalablement éteint ?  
Voir DT6, DT13  
**Préciser** également l'état du voyant VBP1 à la fin de cette phase.

Question 3.1.4 | De la situation précédente, on se place dans l'hypothèse où la bordure défectueuse en position 1 est éjectée, **donner** l'état du bit interne %M1 si l'opérateur appuie de nouveau sur le bouton BP1.  
Voir DT6, DT13  
**Préciser** également l'état du voyant VBP1 à la fin de cette phase.

Question 3.1.5 | **Déterminer** le type de commande qui gère l'état du voyant VBP1 (monostable ou bistable).  
Voir DT13

Après l'évacuation de la bordure défectueuse, **l'extinction du voyant doit être automatique.**

Question 3.1.6 | Dans ce but, **modifier** le schéma LADDER en le complétant. Pour cela, aidez-vous des variables internes (exemple : %MW1 : X5) correspondant aux étapes adéquates du grafcet de fonctionnement normal (soit pour notre exemple : X15).  
Voir DT6, DT12, DT13  
Compléter DR5

Question 3.1.7 | Bilan : cette modification a-t-elle une influence sur la cadence du poste d'éjection ? **Justifier.**

## Partie 3.2 - Comment améliorer la sécurité des opérateurs ?

---

### Situation actuelle :

La zone d'éjection des bordures non conformes n'est pas sécurisée. Lors du fonctionnement de la machine, l'opérateur (ou une autre personne de l'atelier) peut entrer dans cette zone dangereuse.

### Situation souhaitée :

On souhaite la mise en place d'une barrière immatérielle, permettant l'arrêt immédiat de la machine lors de la coupure des faisceaux lumineux.

Les risques encourus sont importants et peuvent provoquer de graves lésions. Les opérateurs ne sont amenés à pénétrer dans cette zone dangereuse que rarement (pour vider le bac des bordures non conformes en particulier). On considèrera qu'il n'est pas possible d'éviter le danger.

Un signal d'avertissement de trois secondes avisera la personne d'un danger imminent, permettant si besoin en cas de choix d'un matériel appartenant à 2 catégories, de choisir la catégorie inférieure.

Question 3.2.1 | **Déterminer** la catégorie (ou type) de barrière immatérielle à mettre en œuvre. **Justifier** votre réponse  
Voir DT14

La hauteur à protéger sera au minimum de 850 mm. Le temps d'arrêt de la machine est estimé à 100 ms.

Question 3.2.2 | **Donner** la référence de l'émetteur et du récepteur de la barrière immatérielle (gamme XUSL de Schneider). **Préciser** également le nombre de faisceaux et le temps de réponse.  
Voir DT16

Question 3.2.3 | **Déterminer** la distance S nécessaire à l'implantation de la barrière.  
Voir DT15

Question 3.2.4 | Bilan : **Préciser** de quelle manière cette amélioration participe à l'amélioration du TRS.  
Voir DT1

## DT1 - Relevé des temps d'arrêt et taux de qualité.

Les pertes en non-qualité sur la ligne en configuration T2 représentent une proportion de 16,8 % des quantités conditionnées au poste de palettisation : **le taux de qualité  $T_Q$  de la ligne est de 0,832.**

Une décision stratégique impose que dans la configuration bordures T2, **la ligne ne peut produire que quatre jours consécutifs (1 jour = 2 x 8 h) par mois, au maximum.**

Relevé des temps d'arrêt journaliers (en centièmes d'heure) de la ligne sur les cinq derniers mois :

Mois	Entretien préventif, essais, pauses	Arrêts induits par l'environnement (attentes approvisionnements, arrêts amont, ...)	Ecarts de cadence dus au process (attente manque béton, manque planches, problème en sortie presse, sécurité presse)
m-5	185	126	217
m-4	210	96	252
m-3	200	80	213
m-2	180	103	255
m-1	225	110	228
<b>Moyenne</b> journalière en centième d'heure	<b>200</b>	<b>103</b>	<b>233</b>

## TAUX DE RENDEMENT SYNTHÉTIQUE d'après NF E60-182 .

**TRS =  $T_Q \cdot T_P \cdot D_O$  = (nombres de pièces bonnes réalisées) / (nombre de pièces théoriquement réalisables).**

$T_Q$  = taux de qualité =  $t_U / t_N$

$T_P$  = taux de performance =  $t_N / t_F$

$D_O$  = disponibilité opérationnelle =  $t_F / t_R$

$t_U$  = temps utile

$t_N$  = temps net

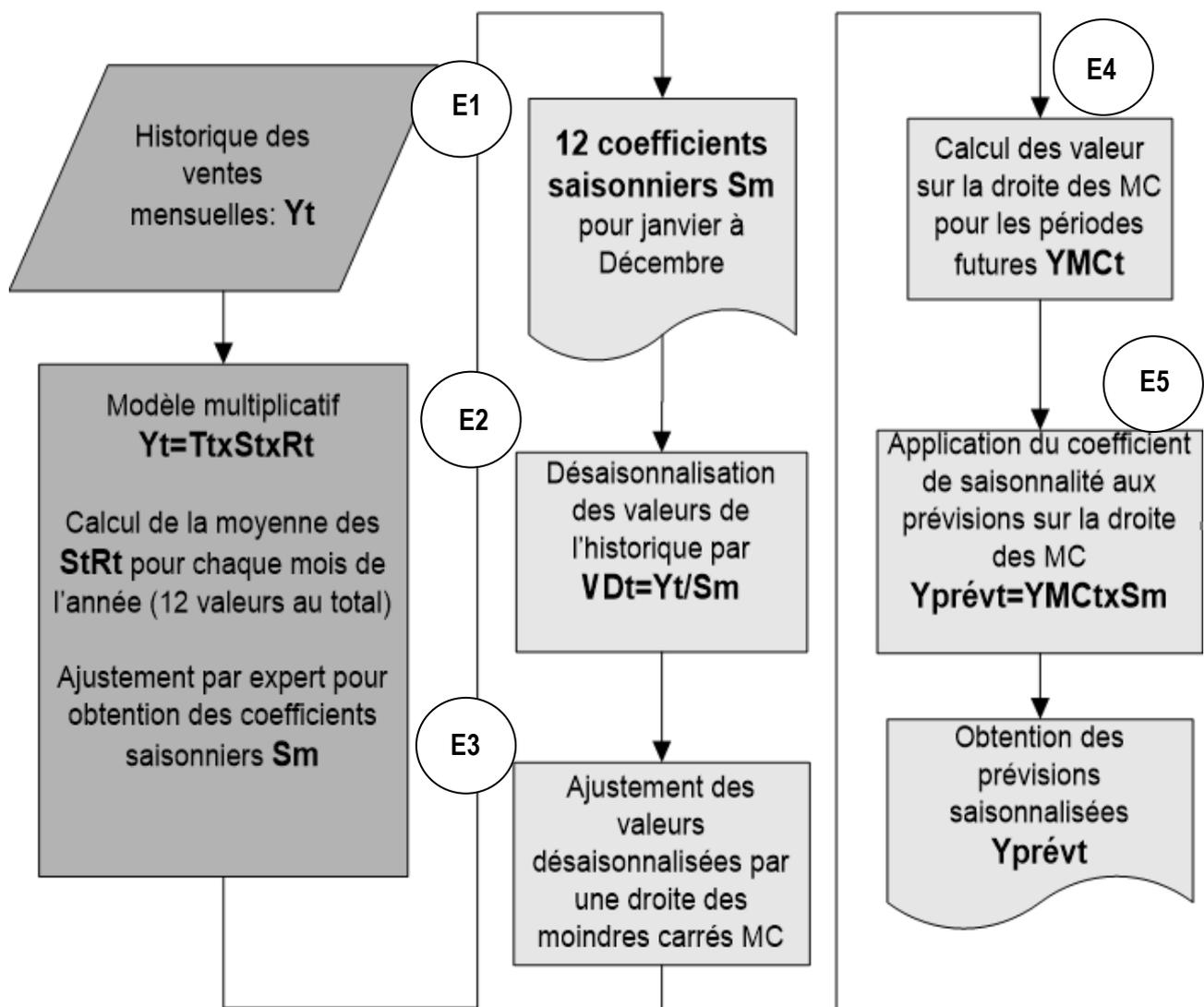
$t_F$  = temps de fonctionnement

$t_R$  = temps requis

$t_O$  = temps d'ouverture journalier (**2 x 8 = 16 h**)

<b><math>t_O</math></b>			
<b><math>t_R</math></b>			Sous charge, entretien, essais, pauses...
<b><math>t_F</math></b>		Arrêts fonctionnels, pannes, micro arrêts, arrêts induits...	
<b><math>t_N</math></b>			
<b><math>t_U</math></b>	Non qualité		

**DT2 - Méthode de prévision des ventes après obtention des coefficients saisonniers, étapes E1 à E5.**



**DT3 - Mise en œuvre de la prévision des ventes. Unité de gestion : Palette**

Mois	ventes année: Yt				Moyennes mobiles centrées MMct				Yt/MMct				Coeff. Saisonnier brut		
	n-4	n-3	n-2	n-1	n	n-4	n-3	n-2	n-1	n	n-4	n-3		n-2	n-1
Janv	66	72	109	115	161	208,375	248,625	313,042	424,792	424,792	0,346	0,438	0,367	0,379	0,383
Fév	132	141	200	221	270	209,042	250,042	315,667	429,167	429,167	0,675	0,800	0,700	0,629	0,701
Mars	448	495	594	772	1080	210,667	250,792	319,542	434,708	434,708	2,350	2,368	2,416	2,484	2,405
Avr	330	363	435	598	793	213,125	253,250	326,542	444,917	444,917	1,703	1,718	1,831	1,782	1,759
Mai	297	323	396	514	720	214,667	256,708	332,708	454,708	454,708	1,505	1,543	1,545	1,583	1,544
Juin	247	270	304	420	592	215,792	259,417	337,542	463,042	463,042	1,251	1,172	1,244	1,279	1,236
Juill	132	145	172	225	314	196,083	217,875	260,917	341,667	341,667	0,673	0,668	0,659	0,659	0,664
Août	26	29	36	46	62	196,708	221,875	262,042	345,625	345,625	0,132	0,131	0,137	0,133	0,133
Sept	165	201	212	295	412	199,042	228,458	270,333	360,500	360,500	0,829	0,880	0,784	0,818	0,828
Oct	214	237	285	370	498	202,375	235,583	284,542	381,458	381,458	1,057	1,006	1,002	0,970	1,009
Nov	158	172	207	270	377	204,833	241,625	296,250	398,167	398,167	0,771	0,712	0,699	0,678	0,715
Déc	135	148	178	231	324	206,875	246,083	306,000	413,917	413,917	0,653	0,601	0,582	0,558	0,598

**Coeff. Saisonnier arrondi Sm**

E1

0,38
0,70
2,41
1,76
1,55
1,24
0,67
0,13
0,83
1,01
0,72
0,60

**Prévisions finales Yprevt=YMctxSm**

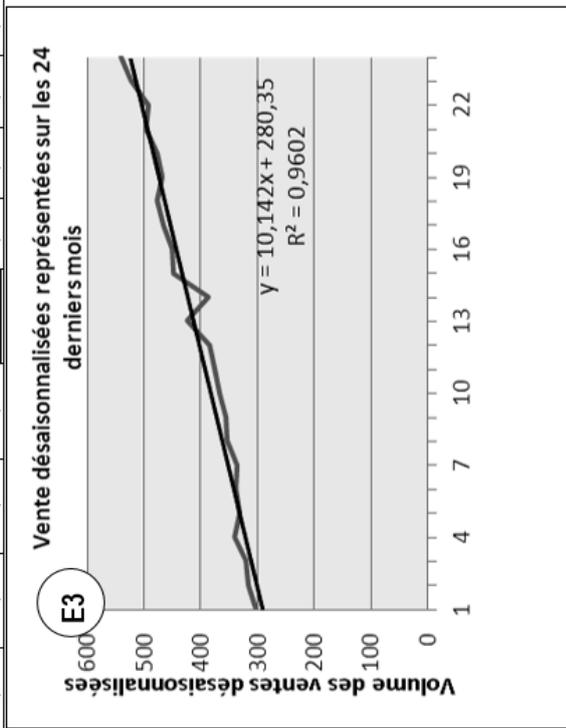
E5

203
993
890
725
398
79
510
631
457
387

**Prévisions désaisonnalisées YMct**

E4

534
564
574
585
595
605
615
625
635
645

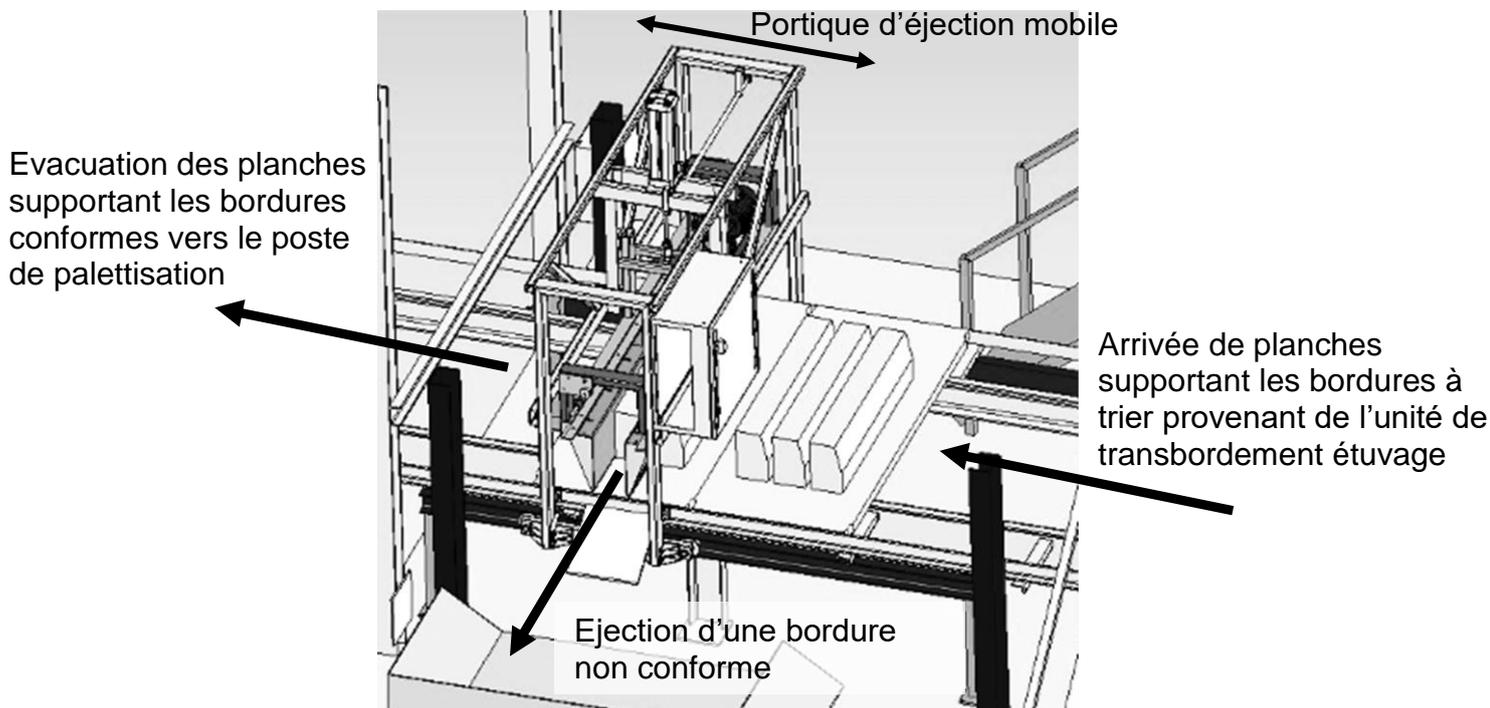


**Ventes désaisonnalisées VDt=Yt/Sm**

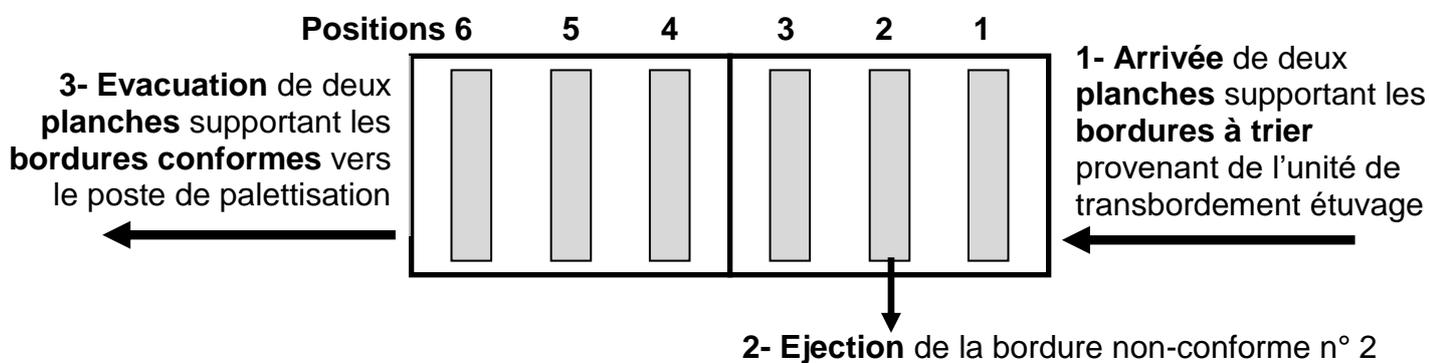
E2

Janv	174	189	287	303	424
Fév	189	201	286	316	386
Mars	186	205	246	320	448
Avr	188	206	247	340	451
Mai	192	208	255	332	465
Juin	199	218	245	339	477
Juill	197	216	257	336	469
Août	200	223	277	354	477
Sept	199	242	255	355	496
Oct	212	235	282	366	493
Nov	219	239	288	375	
Déc	225	247	297	385	

## DT4 - Poste d'éjection : caractéristiques générales



### Identification des positions des bordures sur le poste d'éjection



## DT5 - Poste d'éjection : pupitre

### PUPITRE MACHINE EJECTION

L'opérateur devant le pupitre fait face à la machine.  
Arrivée des planches par la droite.

Boutons poussoirs lumineux à impulsions de sélection des positions d'éjections en mode automatique ou de commande des déplacements de l'éjecteur en mode manuel.



## DT6 - Poste d'éjection : extraits du dossier machine

La gestion des états du système et de ses modes de marche et d'arrêt est spécifiée en GRAFCET et programmée en schémas LADDER.

2 modes étudiés : **SHP1** Shewart phase un ; **SUIVI** suivi statistique en cours ;

### Extrait de la table d'affectation des entrées, sorties et allocations mémoires.

MOTS MEMOIRE %MW	SYMBOLE
%MW0	GRAFCET_CONDUITE
%MW1	GRAFCET_FONCTIONNEMENT_NORMAL
%MW4	GRAFCET_SECURITE

%S6	Base de temps période 1s
-----	--------------------------

ENTREES	SYMBOLE
%I0.2	BP1_MANU_BAS (Bouton poussoir 1)
%I0.3	BP2_MANU_DROITE (Bouton poussoir 2)
%I0.17	SURCOURSE_AV_AR

BITS MEMOIRE %M	SYMBOLE
%M1	BIT_VBP1
%M2	BIT_VBP2
%M7	CLIGNOTEMENT_AVANT
%M8	CLIGNOTEMENT_ARRIERE
%M103	Bit image de X103 du grafcet d'éjection
%M104	Bit mémoire disponible
SORTIES	SYMBOLES
%Q0.0	SORTIE_EVAC
%Q0.7	VBP1 (voyant de BP1)
%Q0.10	VBP4 (voyant de BP4)

**NOTA** : Pour les extraits de code en LADDER (appelé aussi schéma à contacts).

#### **LES VARIABLES INTERNES DE TYPE « MOT » : %MW**

%MW1 est la variable « mot » représentant les étapes du grafcet de FONCTIONNEMENT NORMAL.

L'écriture %MW1 : X0 représente le 1<sup>er</sup> bit (LSB) du mot interne %MW1 et correspond à l'étape initiale 10 du grafcet de FONCTIONNEMENT NORMAL.

#### **EXEMPLE D'ÉCRITURE DANS LES SCHÉMAS EN LADDER**

%MW1: X4 correspond à l'étape repérée 14 du grafcet de FONCTIONNEMENT NORMAL. (X4 représentant le 5<sup>ème</sup> bit du mot interne %MW1).

#### **Correspondance VARIABLES INTERNES – ÉTAPES GRAFCET**

%MW1: X0	X10	%MW1: X6	X16
%MW1: X1	X11	%MW1: X7	X17
%MW1: X2	X12	%MW1: X8	X18
%MW1: X3	X13	%MW1: X9	X19
%MW1: X4	X14	%MW1: X10	X20
%MW1: X5	X15	%MW1: X11	X21

## DT7 - Définition des variables utilisées

NOM	TYPE	DEFINITION
SHP1	BOOL	= 1 si phase de construction des limites de la carte de Shewart phase 1
SUIVI	BOOL	= 1 si phase de suivi statistique du nombre de non-conformes
FIN_CYCLE	BOOL	= 1 si un cycle se termine, autorise le calcul des limites de la carte. Mis à zéro dès la fin des calculs
ALARME	BOOL	= 1 lorsque un message signifiant « NC_ECH dépasse LSC » doit être envoyé à l'opérateur
COMPTEUR_NB_EVACUATION	DINT	Incrémenté à chaque évacuation de bordure
COMPTEUR_NB_CYCLE	DINT	Incrémenté à chaque fin de cycle
NBCYCLE_INIT	DINT	Valeur du nombre de cycle effectué lors de l'entrée dans le mode SUIVI
PROP_NC	REAL	Proportion de non-conformités calculée à partir du nombre total de bordures éjectées et du nombre total de bordures produites
LC	REAL	Valeur centrale de la carte de suivi du nombre de non-conformités
LSC	REAL	Limite supérieure de contrôle
NC	ARRAY[1..150] OF INT	Tableau d'entiers constitué à l'indice I du nombre de non-conformités de l'échantillon i. Nombre maximal d'échantillons = 150.
NC_ECH	INT	Nombre de non-conformités dans l'échantillon constitué de 9x6 bordures en cours de contrôle
INDEX	INT	Index de parcours du tableau NC
C	INT	Index de compteur de 9 cycles successifs
NCD	INT	Valeur du nombre de non conformes au début des 9 cycles successifs constituant un échantillon
NCF	INT	Valeur du nombre de non-conformes à la fin des 9 cycles successifs constituant un échantillon

## DT8 - Syntaxe normalisée des fonctions et opérateurs de base (NF EN 61131-3)

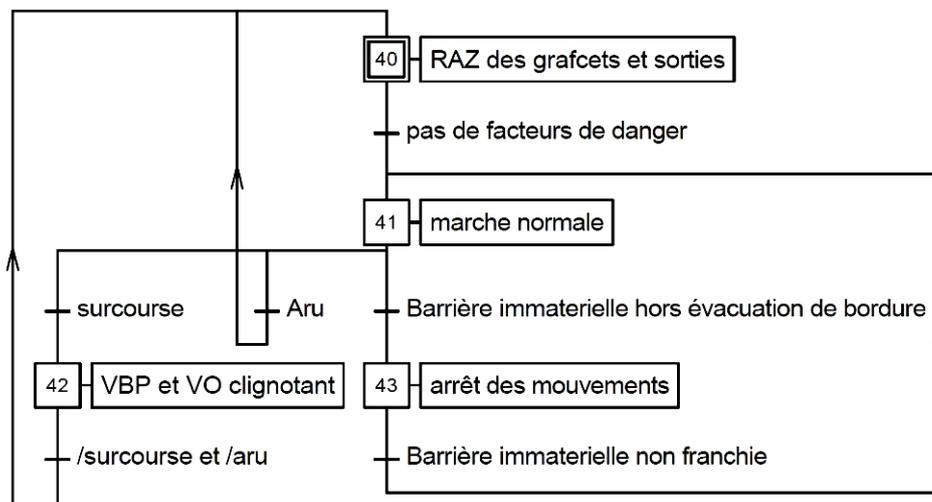
Affectation  $A := B+2$  affecte la valeur de  $B+2$  à la variable  $A$ .

Opérateurs utiles : = (égal), > (supérieur), < (inférieur), <= (inférieur ou égal), >= (supérieur ou égal).

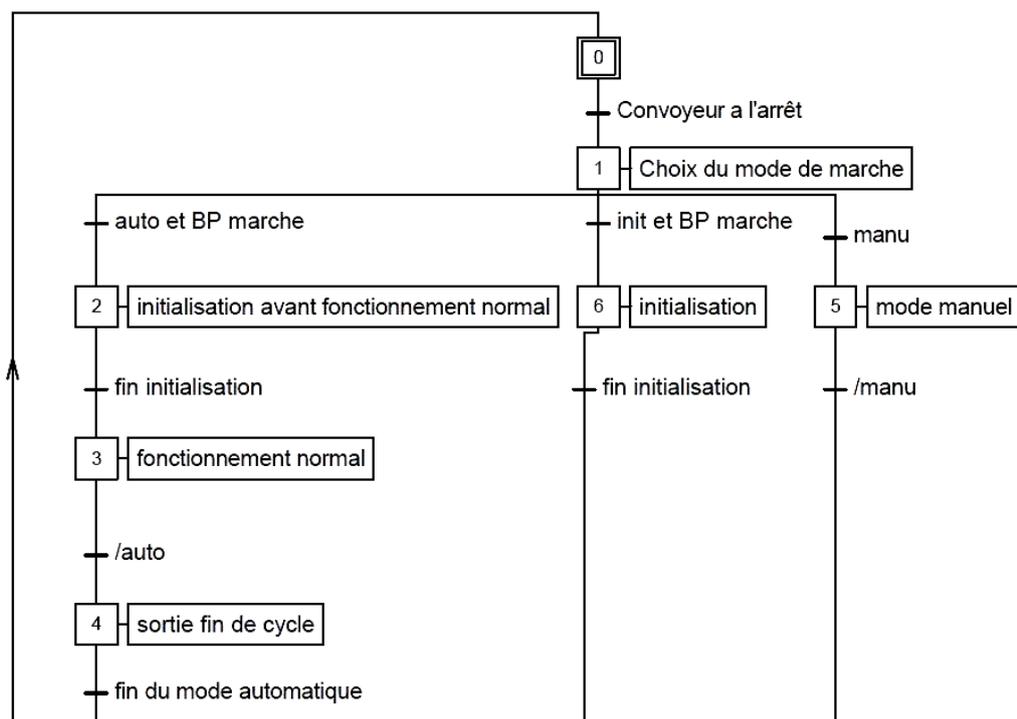
Fonctions particulières : **SQRT(...)** racine carrée

## DT9 - Poste d'éjection – caractérisation de la commande

### Grafcet de **SÉCURITÉ**



### Grafcet de **CONDUITE**

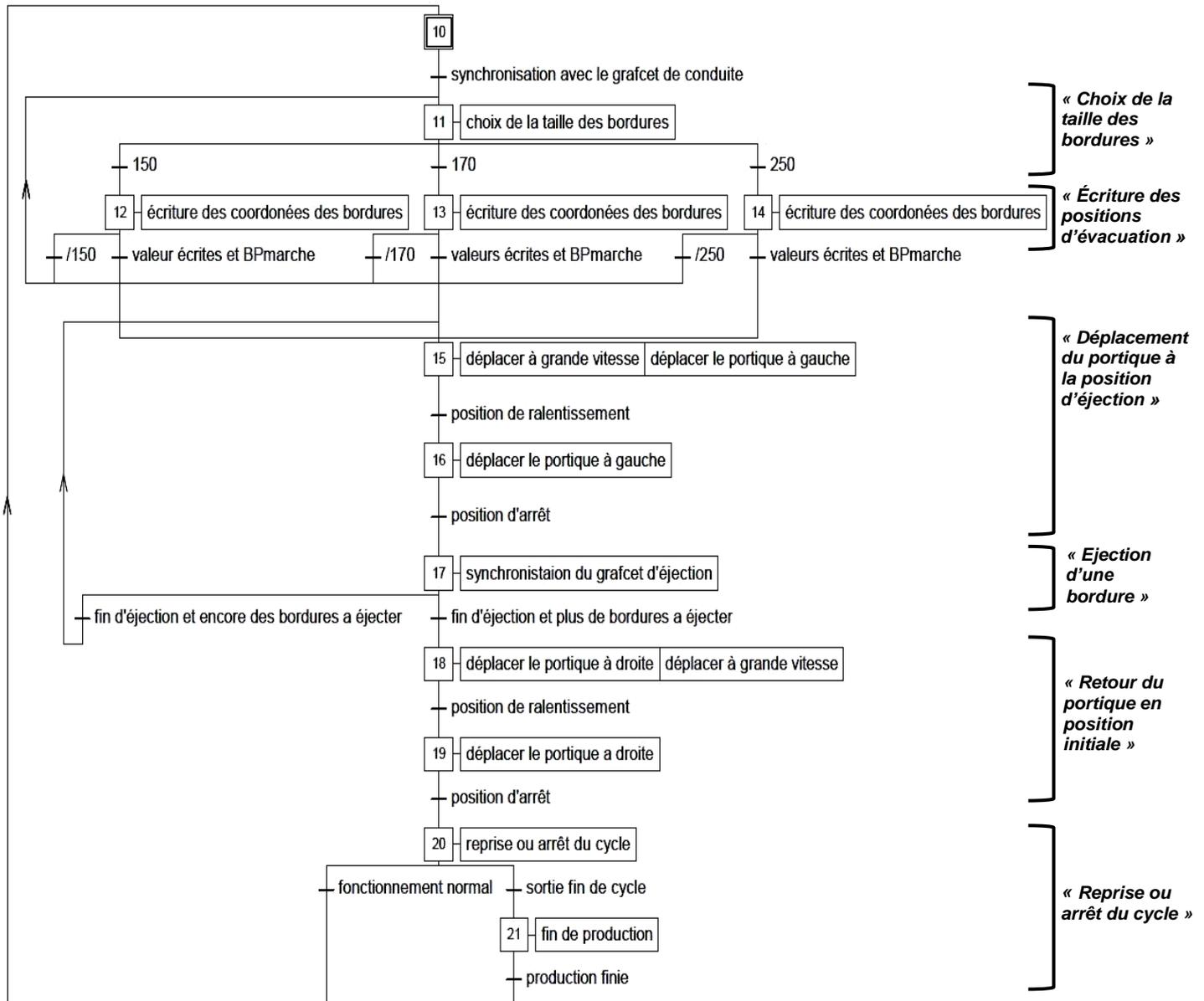


Grafcet d'**INITIALISATION** (non utile à l'étude)

Grafcet d'**ÉJECTION** (non utile à l'étude)

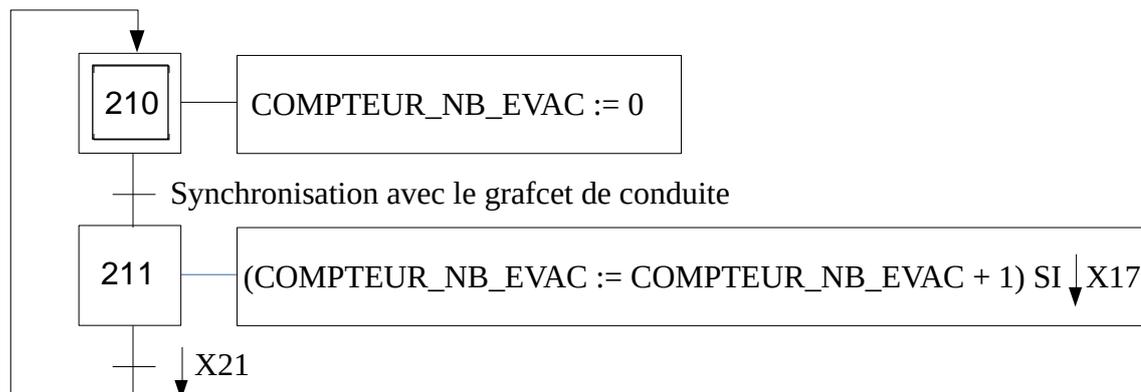
# DT10 - Poste d'éjection – caractérisation de la commande

## Grafcet de FONCTIONNEMENT NORMAL



## DT11 - Poste d'éjection – caractérisation de la commande

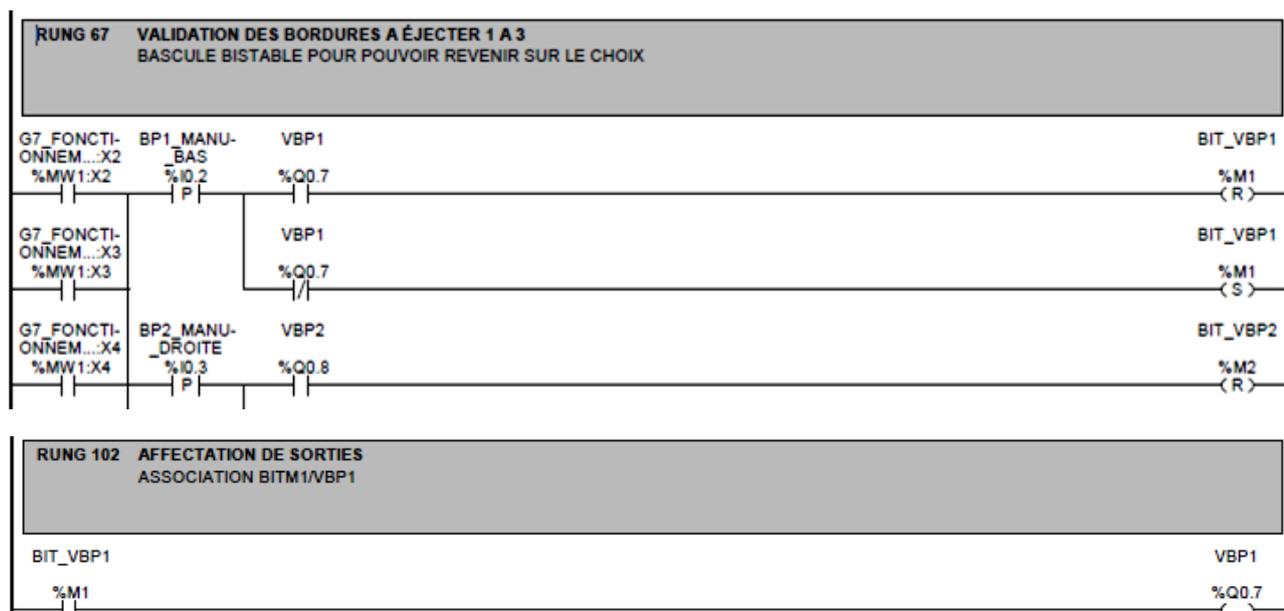
Grafcet **NB EVAC** (de comptage du nombre de bordures défectueuses évacuées)



## DT12 - Informations sur la symbolique du langage LADDER

	Entrée		Sortie mémoire mise à 1 (Set)
	Entrée complémentée		Sortie mémoire mise à 0 (Reset)
	Entrée sur front montant		Sortie automate

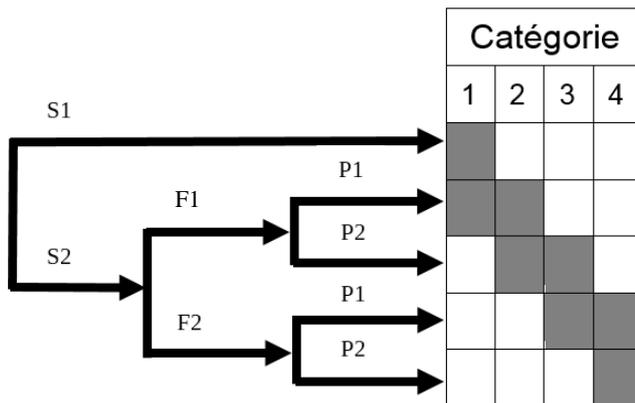
## DT13 - Gestion du choix des bordures à éjecter : exemple pour la position 1. Transposable pour les positions 2 à 6.



Ci-dessus : sortie caractérisant le voyant N°1 (VBP1), traitement identique pour VBP2, VBP3

## DT14 - Choix de la catégorie de sécurité

La norme EN 954-1 donne une première estimation pour définir la catégorie des systèmes de sécurité en fonction de trois paramètres. On obtient cette estimation en répondant aux trois questions sur le schéma ci-dessous. Les catégories qui se trouvent sur la gauche de la case grisée sont des catégories possibles (sous réserve de mesures complémentaires), et les catégories situées à droite correspondent à un degré de sécurité surdimensionné par rapport au risque potentiel. A signaler que, pour les barrières de sécurité, seules les catégories 2 et 4 sont disponibles.



### S : gravité de la blessure (*severity*)

S1 : blessure légère (normalement réversible),  
S2 : blessure grave (normalement irréversible, y compris le décès) ;

### F : fréquence et/ou durée d'exposition au phénomène dangereux :

F1 : rare à assez fréquente et/ou courte durée d'exposition,  
F2 : fréquente à continue et/ou longue durée d'exposition ;

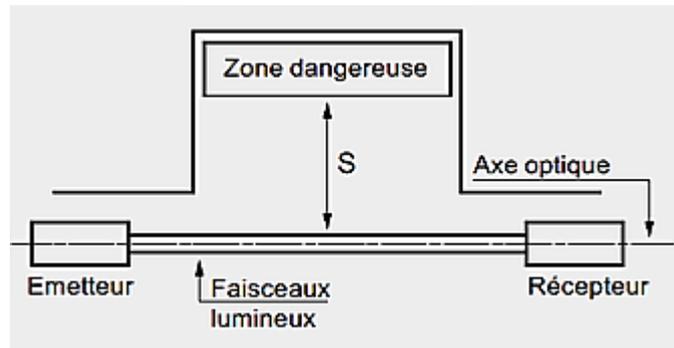
### P : possibilité d'éviter le phénomène dangereux ou de limiter le dommage :

P1 : possible sous certaines conditions,  
P2 : rarement possible.

## DT15 - Positionnement des moyens de protection

Les paramètres sont définis dans la norme EN/ISO 13855, en particulier :

- la distance de sécurité entre la barrière immatérielle et la zone dangereuse.
- la vitesse d'approche du corps ;
- les dispositifs multifaisceaux ;
- Les barrières à faisceaux individuels multiples (2, 3 ou 4 faisceaux).



### Calcul de la distance de sécurité minimale S entre la barrière immatérielle et la zone dangereuse

$S = K (t_1 + t_2) + C$  (formule générale).

S = distance minimum, en mm.

K = vitesse d'approche du corps (ou d'une partie du corps), en mm/s.

t<sub>1</sub> = temps de réponse du dispositif de protection, en s.

t<sub>2</sub> = temps d'arrêt de la machine (mouvements dangereux), en s.

C = distance supplémentaire, en mm.

### Cas des barrières multi-faisceaux :

K = 2000 mm/s

C = 8 (R – 14) avec R = résolution de la barrière immatérielle en mm

### Cas des barrières 2, 3 ou 4 faisceaux ou faisceaux individuels multiples :

K = 1600 mm/s

C = 850 mm

## Solutions de détection de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité, type 2

Gamme XUSL

Portée standard

### Couples émetteurs-récepteurs pour détection du corps

Portée de 0...4 ou 0...12 m, sélectionnable par câblage

- 2 sorties de sécurité PNP.
- Plage de température de fonctionnement : - 30°C...+ 55°C.
- TM (Mission Time / Durée de vie) : 20 ans.

Hauteur protégée	Hauteur totale	Faisceaux Nombre/ espacement	Temps de réponse (t1)	PFH <sub>D</sub> IEC 61508	Référence	Masse
mm	mm		ms			kg
510	677	2 / 500 mm	3	1,71 x 10 <sup>-8</sup>	XUSL2E2BB051N	1,120
810	977	3 / 400 mm	3,5	1,87 x 10 <sup>-8</sup>	XUSL2E3BB081N	1,620
910	1077	4 / 300 mm	3,5	2,02 x 10 <sup>-8</sup>	XUSL2E4BB091N	1,720



XUSL2E30H031N

## Solutions de détection de sécurité

Barrières immatérielles de sécurité, type 4

Gamme XUSL

Portée standard

### Couples émetteurs-récepteurs pour détection du corps

2, 3 ou 4 faisceaux. Portée de 0...4 ou 0...12 m, sélectionnable par câblage

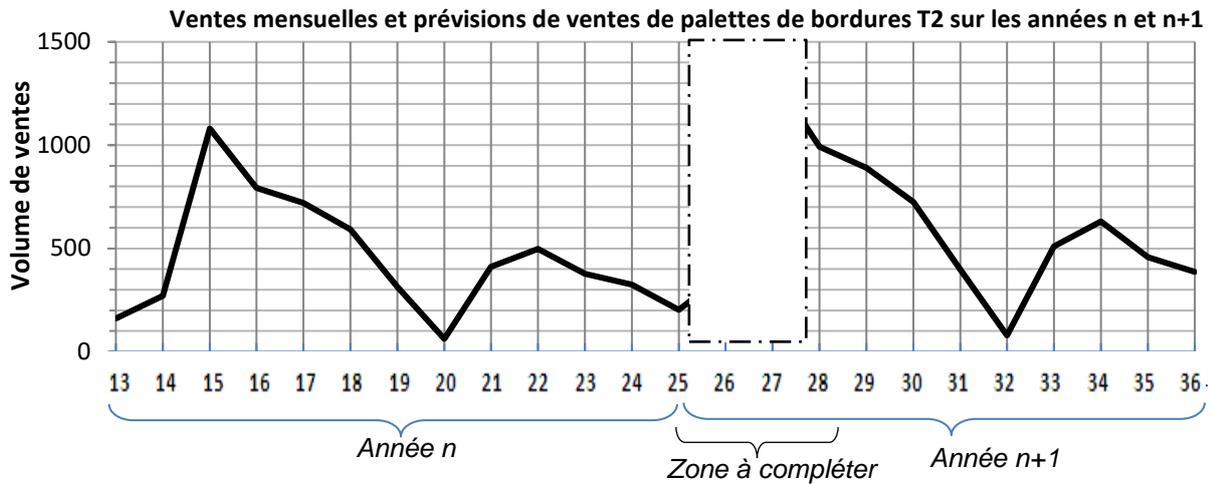
- 2 sorties de sécurité PNP.
- Plage de température de fonctionnement : - 30°C...+ 55°C.
- TM (Mission Time / Durée de vie) : 20 ans.

Hauteur protégée	Hauteur totale	Faisceaux Nombre/ espacement	Temps de réponse (t1)	PFH <sub>D</sub> IEC 61508	Référence	Masse
mm	mm		ms			kg
510	677	2 / 500 mm	2,5	6,89 x 10 <sup>-9</sup>	XUSL4E2BB051N	1,100
810	977	3 / 400 mm	3	7,55 x 10 <sup>-9</sup>	XUSL4E3BB081N	1,600
910	1077	4 / 300 mm	3	8,21 x 10 <sup>-9</sup>	XUSL4E4BB091N	1,700



XUSL4E30H031N

**DR1 - question 1.2.3**



**DR2 - question 2.1**

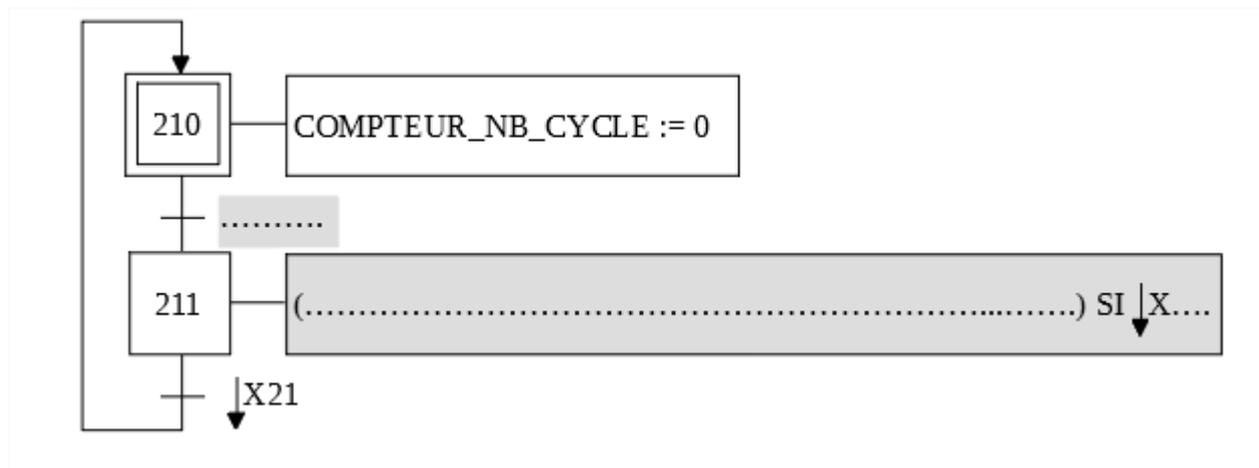
Nombre de bordures par planche :

Nombre de planches par cycle :

Nombre de bordures produites à chaque cycle :

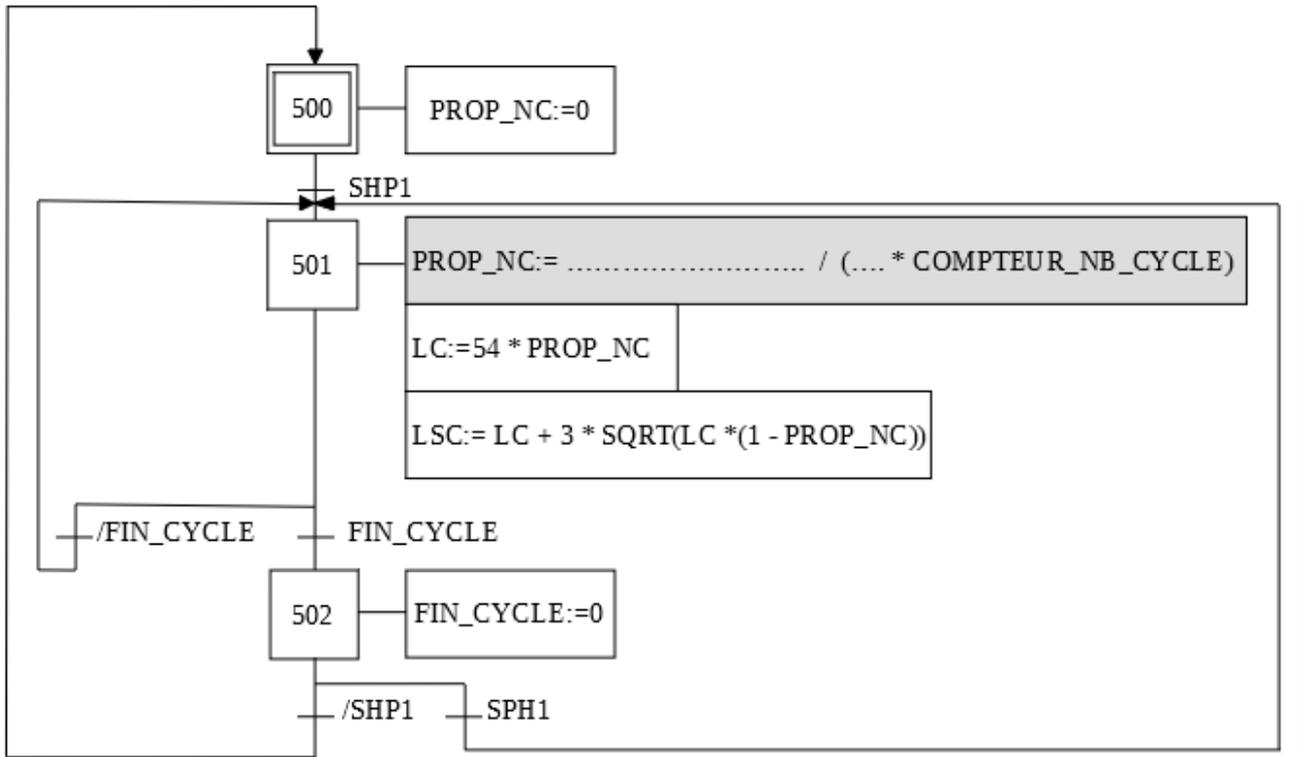
**DR3 - question 2.3**

Grafcet **NB CYCLE**

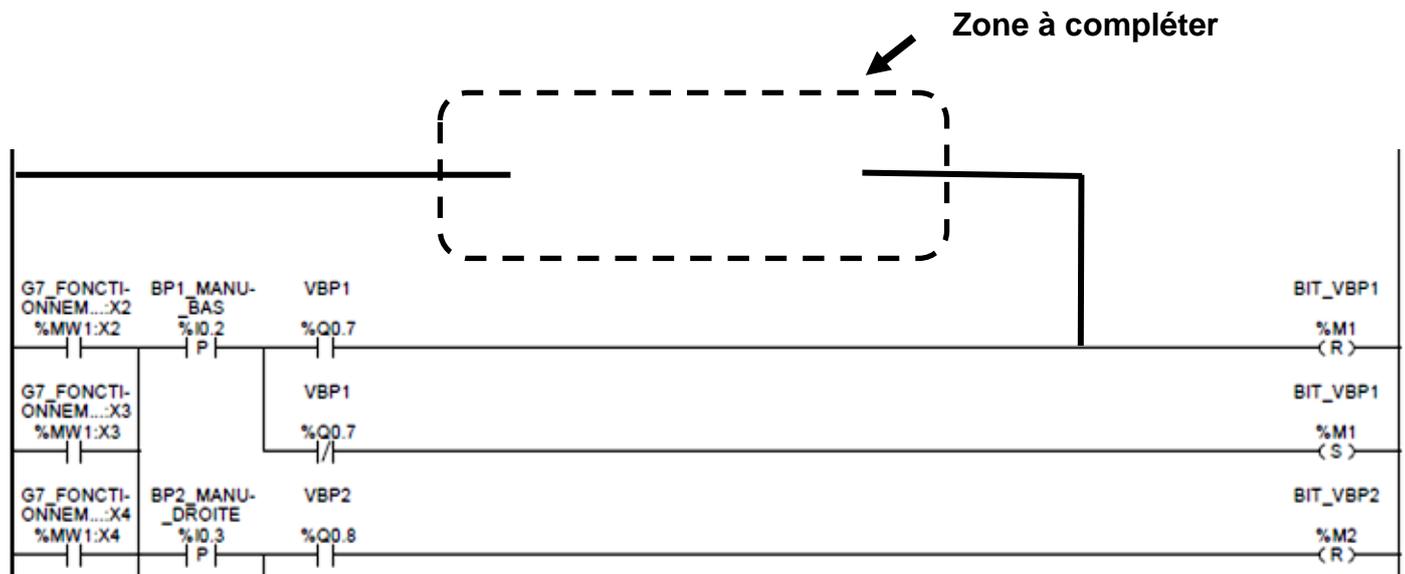


**DR4 - question 2.4**

**Grafcet GESTION SUIVI STATISTIQUE**



**DR5 - question 3.1.6**



Grafcet ALARME ÉCHANTILLON

