|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DANS CE CADRE** | Académie : Session : | |
| Examen : Série : | |
| Spécialité/option : Repère de l’épreuve : | |
| Epreuve/sous épreuve : | |
| NOM : | |
| (en majuscule, suivi s’il y a lieu, du nom d’épouse)  Prénoms : | N° du candidat  (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou liste d’appel) |
| Né(e) le : |
|  |
| **NE RIEN ÉCRIRE** | Appréciation du correcteur  Note : | |

Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

**Sous épreuve U41 :**

**Etude des spécifications générales d'un système pluri-technologique**

LIGNE DE CONDITIONNEMENT DE YAOURTS

CORRIGE

**Ce dossier comporte 15 pages numérotées de 1/15 à15/15**

1. **Etude de la production de la ligne actuelle et évaluation de la remplisseuse et de l’encartonneuse de la future ligne de conditionnement.**
2. **Amélioration du dialogue homme-machine (l’encartonneuse).**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

**PARTIE A – Etude de la production de la ligne actuelle et évaluation de la remplisseuse et de l’encartonneuse de la future ligne de conditionnement.**

# A1 - Analyse de la disponibilité de la ligne de conditionnement actuelle

* Voir document technique* ***DT 2*** *–* ***DT 3***

**A1.1.** A partir du tableau des relevés des arrêts ligne effectué par les opérateurs, calculer la disponibilité opérationnelle de la ligne de conditionnement.

**Cadre réponse :**

DO = 770 / (770 + (6 + 90 + 119 + 22 + 6)) **= 0,7601**

**A1.2.** Compte-tenu du résultat précédent, que préconisez-vous ?

* Voir document technique* ***DT 3***

**Cadre réponse :**

D’après l’algorithme DO < 0,95. On calcule l’écart entre DO et DM. DM = 770 / (770 + (90 + 119 + 22 + 6)) **= 0,7646**

DM – DO = 0,0045 < 0,005. On calcule l’écart entre DM et DI.

DI = 770 / (770 + (90 + 119 + 22)) = **0,7692.** DI – DM = 0,0046 < 0,005

Conclusion : Soit - Améliorer les caractéristiques intrinsèques du matériel.

* Améliorer l’entretien préventif.
* Réduire les temps de changement d’outillage et de fabrication. (L’entreprise BIOFI a privilégié le changement de la ligne complète)

# A1.3. Disponibilité prévisible de la future ligne de conditionnement

* Voir document technique* ***DT 4***

|  |  |
| --- | --- |
| **Capacité** | 6.000 pièces / heure |
| **Châssis** | Entièrement en acier inoxydable 304 |
| **Caractéristiques électriques** | 5 KW, 50 Hz, 380 V |
| **Capacité de remplissage** | Max 500 gr |
| **Taux de disponibilité** | 0,97 |
| **Dimensions** | 1200 x 1300 x 1800 mm |
| **Mas*se* maximale** | 1500 kg |

La fiche technique de la machine « Cem-4 » (remplisseuse 6000 pots / heure) donne diverses informations en anglais.

La traduction de la partie « Technical Specifications » en français est donnée ci-contre.

Pour obtenir une disponibilité opérationnelle globale de la future ligne de **0,90**, quelle devra être la disponibilité de l’encartonneuse ?

**Cadre réponse :**

Machines en série : DO globale = DO remplisseuse x DO encartonneuse

DO encartonneuse = 0,90 / 0,97 = **0,93**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

# A2 - Etude de l’encartonneuse

**A2.1 - Etude des différentes configurations de production possibles.**

** ***Voir document technique DT 7***

Magasin droit Magasin gauche

La possibilité de panacher l'approvisionnement en cartons des deux magasins permet de faire différentes configurations de productions (11 en tout dont 3 rarement utilisées : (6;4) ;(4+2;4) ;(4; 2+2+2)

Compléter le tableau ci-dessous (configuration de production **N°5 et N°6** à définir) en détaillant le chargement de chaque magasin et la production obtenue.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | **Pour produire des packs de 6 pots,** | **Pour produire des packs de 4 pots,** | **Pour produire des packs de 2 pots,** | **Soit, pour 1 cycle complet,**  **une production de** |
| **les magasins distribuent à chaque cycle complet :** | | |
|  | | | | | |
| **Configuration de production N°1** | **Magasin droit** | **1 carton à**  **6 alvéoles** |  |  | **6 pots** |
| **Magasin gauche** | **1 carton à**  **6 alvéoles** |  |  | **6 pots** |
|  | | | | | |
| **Configuration de production N°2** | **Magasin droit** | **1 carton à**  **6 alvéoles** |  |  | **6 pots** |
| **Magasin gauche** |  | **1carton à 4 alvéoles** | 1. **carton à** 2. **alvéoles** | **4 + 2 pots** |
| **Configuration de production N°3** | **Magasin droit** | **1 carton à**  **6 alvéoles** |  |  | **6 pots** |
| **Magasin gauche** |  |  | **3 cartons à**  **2 alvéoles** | **2 + 2 + 2 pots** |
| **Configuration de production N°4** | **Magasin droit** |  | **1carton à 4 alvéoles** | 1. **carton à** 2. **alvéoles** | **4 + 2 pots** |
| **Magasin gauche** |  | **1carton à 4 alvéoles** | 1. **carton à** 2. **alvéoles** | **4 + 2 pots** |
|  | | | | | |
| **Configuration de production N°5** | **Magasin droit** |  | **1carton à 4 alvéoles** | 1. **carton à** 2. **alvéoles** | **4 + 2 pots** |
| **Magasin gauche** |  |  | **3 cartons à**  **2 alvéoles** | **2 + 2 + 2 pots** |
|  | | | | | |
| **Configuration de production N°6** | **Magasin droit** |  |  | **3 cartons à**  **2 alvéoles** | **2 + 2 + 2 pots** |
| **Magasin gauche** |  |  | **3 cartons à**  **2 alvéoles** | **2 + 2 + 2 pots** |



**Remplisseuse Cem- 4**

**Encartonneuse réglée pour produire packs 6**

Packs

de 6



**Remplisseuse Cem- 4**

**Encartonneuse réglée pour produire packs 4**

Packs

de 4

**Configuration de production N°8**

**Configuration de production N°1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Configuration de production N°7** | **Magasin droit** |  | **1carton à 4 alvéoles** |  | **4 pots** |
| **Magasin gauche** |  |  | **2 cartons à**  **2 alvéoles** | **2 + 2 pots** |
|  | | | | | |
| **Configuration de production N°8** | **Magasin droit** |  | **1carton à 4 alvéoles** |  | **4 pots** |
| **Magasin droit** |  | **1carton à 4 alvéoles** |  | **4 pots** |

# A2.2. Etude de la cadence de production de l’encartonneuse.

** ***Voir document technique DT 8, DT 9 et DT 10***

Le document technique **DT 10** représente le chronogramme de déroulement des tâches pour produire les packs de yaourts. Dans un souci de simplification pour l’analyse, toutes les tâches sont affectées d’une durée de **1 seconde**.

Combien de secondes s’écoulent entre 2 packs (n et n+1) sortant de l’encartonneuse.

**Cadre réponse :**

3 secondes ( voir chronogramme DT10)

En déduire la cadence de production, exprimée en pots / heure, pour des packs de six pots et pour des packs de 4 pots.

**Cadre réponse :**

Il faut 3 secondes pour un pack de 6 ou 6 secondes pour 2 packs de 6.

Soit 3600 / 3 = 1200 packs de 6 pots ou 1200 x 6 = **7200 pots / heure**

Pour les packs de 4 pots : 3600 / 3 = 1200 packs de 4 pots ou 1200 x 4 = **4800 pots / heure**

La future ligne de conditionnement sera donc constituée de la remplisseuse « Cem – 4 » et l’encartonneuse : Préciser, dans les deux configurations suivantes vues dans le tableau précédent, laquelle des deux machines sera le goulet.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Cadre réponse :** | | |
|  | Goulet : |  |
| Configuration N° 1 | Remplisseuse |
| Configuration N° 8 | Encartonneuse |
|  | | |

# A3 – Analyse de la remplisseuse « Cem – 4 » pressentie pour la future ligne de conditionnement

Devant l’importance de l’investissement à faire pour le renouvellement de la ligne de conditionnement, l’entreprise BIOFI souhaite évaluer la remplisseuse « Cem – 4 » en conditions réelles de production. Pour cela **Cemre Machines** invite le responsable technique de BIOFI à observer son fonctionnement sur le site de production d’une autre entreprise.

Cette entreprise ayant mis en place un système de contrôle statistique MSP dispose des moyens nécessaires à un suivi de la masse des pots de yaourt ainsi que des données de sa production stabilisée.

Pour vérifier que la production peut être conforme à un cahier des charges précis et que le coût de production soit minimal, le responsable technique décide :

* + de vérifier la capabilité de la remplisseuse,
  + de vérifier que les réglages de dosage permettent une optimisation de la masse de yaourt par pot.

# A3.1. A partir du relevé des masses d’un échantillon de pots de yaourt produit en continu, détermination des indices de capabilité Cm et Cmk de la remplisseuse.

Cahier des charges : Intervalle de tolérance sur la masse :  2,5 grammes Masse de yaourt : **** 125 grammes

Réglage machine : 126 grammes

Moyen de pesage de l’entreprise « X » : ** ***Voir document technique DT 5***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Masse nette de yaourt en g** | 125,85 | 126,65 | 125,67 | 126,01 | 126,51 | 126,07 | 126,21 | 125,92 | 126,03 | 125,43 |
| 125,90 | 126,12 | 127,60 | 126,23 | 125,63 | 126,31 | 125,30 | 125,94 | 125,79 | 126,41 |
| 125,75 | 125,03 | 126,48 | 126,58 | 125,87 | 125,96 | 126,05 | 125,98 | 126,54 | 126,68 |
| 126,18 | 126,37 | 127,05 | 126,34 | 126,94 | 125,51 | 125,47 | 125,71 | 125,59 | 125,12 |
| 126,14 | 126,44 | 125,21 | 126,16 | 124,50 | 126,25 | 126,61 | 126,09 | 126,83 | 125,55 |

# Méthode :

* + - Vérifier la normalité de la distribution (test de la droite de Henry).
    - Calculer Cm.
    - Calculer Cmki.

**A3.1.1**. Vérification de la normalité de la distribution :

**Histogramme des classes**

20

.

18

16

14

**Nombre d'éléments**

12

10

8

6

4

2

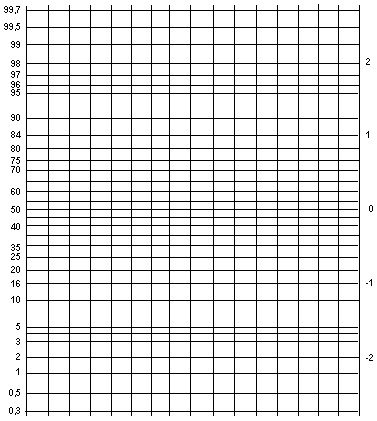
0

1 2 3 4 5 6 7

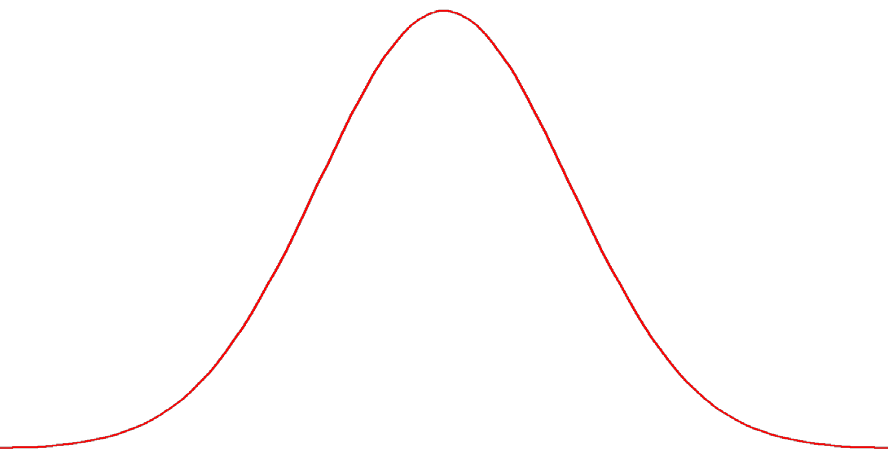
**Classes**

Les données ayant été traitées au préalable et représentées par l’histogramme des classes ci-contre, compléter le tableau ci-dessous :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Classes (centre de classe en grammes)** | **Nombre d’éléments par classes (fréquence)** | **%** | **%**  **cumulés** |
| **1**(124,725 gr) | **1** | **2 %** | **2 %** |
| **2**(125,175 gr) | **4** | **8 %** | **10 %** |
| **3**(125,575 gr) | **10** | **20 %** | **30 %** |
| **4**(126,025 gr) | **19** | **38 %** | **68 %** |
| **5**(126,475 gr) | **12** | **24 %** | **92 %** |
| **6**(126,925 gr) | **3** | **6 %** | **98 %** |
| **7**(127,375 gr) | **1** | **2 %** | **100 %** |
| **Total :** | **50** |  | |



**Moyenne # 125,90**



Représenter graphiquement sa forme en faisant apparaître la moyenne et l’écart type ainsi que la masse limite de 125 grammes. 

.

Limite de la masse : 125 g

**+ **

**- **

Estimer, à l’aide de la droite d’Henry, la moyenne m :

Moyenne m = 125,9 gr

Moyenne de la distribution : 125,9 g

Ecart type  = 0,558 grammes

**Cadre réponse :**

Conclusion sur la normalité de la distribution :

Le test de la droite de Henry montre une droite assez bien approchée : la distribution peut être considérée comme normale.

L’écart type de la distribution est donné :

**A3.1.2.** Calculer les indices de capabilité Cm et Cmki de la remplisseuse. Commentez.

** ***Voir document technique DT 5***

**Cadre réponse :**

Cm = IT / (6 x ) = 5 / (6 x 0, 558) **= 1,4934**

Cmki = (M – Ti) / (3 x ) = (126,05 – 122,5) / (3 x 0,558) = **2.12**

Les indices de capabilité sont supérieurs à 1,33. La remplisseuse peut être considérée capable de produire suivant le cahier des charges prévu.

# A3.2. Réglage du dosage dans le but d’optimiser la production.

La remplisseuse « Cem – 4 » dispose d’un dosage volumétrique qui permet de régler par pas de 0,1 gramme la masse du produit (yaourt).

Les conditions de fonctionnement observées lors de la production de l’échantillon étudié montrent l’existence d’un rebut (**pots de masse < 125 grammes**).

Le technicien qualité de BIOFI, dans le cadre de son évaluation, se propose de régler la remplisseuse afin d’obtenir un rebut de pots inférieur à 0,5 %.

# Méthode :

* + - Déterminer le pourcentage de rebut pour la configuration de réglage étudiée précédemment (réglage machine pour moyenne visée = 126 grammes)
    - Evaluer la moyenne de masse à atteindre pour obtenir un rebut < 0,5 %.
    - En déduire le réglage à effectuer sur la remplisseuse.

# A3.2.1. Détermination du pourcentage de rebut à partir de l’échantillon étudié.

Données\* :

Moyenne obtenue = 125,85 grammes Ecart type = 0,5752 grammes

# \* Attention : ces données diffèrent légèrement et volontairement de celles trouvées aux questions précédentes.

Calculer le pourcentage de rebut dans les conditions définies ci-dessus.

** ***Voir document technique DT 6***

**Cadre réponse :**

 t = 125 – 125,85 = - 0,85  t = - 0,85 /  = - 0,85 / 0,5752 = - 1,478 Or  ( - t ) = 1 -  ( t )   - 1,478) = 1 -  (1,478) = 1 – 0,9302= 0,0698

**Le rebut est donc de 7 %**

Quelle est la solution adoptée par le technicien qualité pour réduire ce rebut à 0,5 %?

**Cadre réponse :**

Pour diminuer le rebut, il faut régler le dispositif de dosage volumétrique de façon à déplacer la moyenne vers la droite.( augmenter la moyenne ) Ceci entrainera une diminution du rebut.( autre solution +difficile à obtenir, réduire l’écart type)

# A3.2.2 Quel est l’outil de la Maitrise Statistique des Procédés qui permettra de suivre la production des pots de yaourt et sa mise sous contrôle ?

**Cadre réponse :**

**C’est la carte de contrôle.**

**PARTIE B - Amélioration du dialogue homme machine.**

Le dialogue homme machine est assuré par une console de dialogue décrite en ***DT 13.***

La conduite de la machine est décrite par le GEMMA ***DT 11.***

Les pages définissant les messages à afficher sont données ***DT 14*** et ***DT 15.***

Le Grafcet de conduite incomplet est donnée ***DT 12***.

# La démarche consiste à :

1. Analyser la technique de gestion de la console à partir des ***DT 11*** à ***DT 15.***
2. Compléter le programme de conduite en fonction de l’évolution souhaitée de la machine.

# Problématique :

L’objectif est de faciliter l’utilisation du système encartonneuse en particulier pour les personnels occasionnels. On souhaite également rajouter un mode de marche « Réglages ».

# B1 - Analyse de la technique de gestion de la console.

** ***Voir document technique DT 11 et DT 12***

**B1.1.** A la mise sous tension du système (fermeture du sectionneur général) l’étape 10 du grafcet de conduite est active :

**B1.1.1.** Quel est le numéro de la page qui est affichée.

**Cadre réponse :**

. A la mise sous tension, l’étape initiale X10 est active.

L’action associée est l’affichage de la page 1. Celle-ci est donc affichée.

**B1.1.2.** Quel est le message qui est affiché ?

** ***Voir documents techniques DT 12 et DT 14.***

**Cadre réponse :**

Le message de la page 1 est : PO HORS ENERGIE REARMER PO

# B1.2. On considère l’état où l’étape 11 est active.

**B1.2.1.** Quelles sont les deux diodes (des touches fonctions) allumées ?

** ***Voir documents techniques DT 12 et DT 13.***

**Cadre réponse :**

Etape 11 active, d’où page affichée = 2. CHOIX MODE MARCHE

La variable DEL ETAT = 3 (soit 011bin), implique que les diodes L1 et L2 des touches F1 et F2 sont seules allumées.

**B1.2.2.** L’opérateur appuie sur la touche F1, quelle est l’étape du grafcet de conduite qui devient active ? Quel est le message qui est affiché ?

** ***Voir documents techniques DT 12, DT 14 et DT 15.***

**Cadre réponse :**

Après appui sur la touche F1, l’étape 12 est activée.

Le message affiché est alors la page 9 : INITIALISER PO : F1

# B1.3. Création d’une notice.

Il s’agit de créer une notice destinée aux opérateurs occasionnels qui ne connaissent pas la machine.

Ce document doit être conçu de manière à faciliter l’utilisation de la machine à des employés occasionnels en traduisant **le Grafcet de conduite DT12**.

Compléter la notice ci-après. (Vous veillerez à être le plus clair et le plus synthétique possible)

** ***Voir document technique DT12, DT14 et DT15.***

**NOTICE**

**NE RIEN ÉCRIRE DANS CETTE PARTIE**

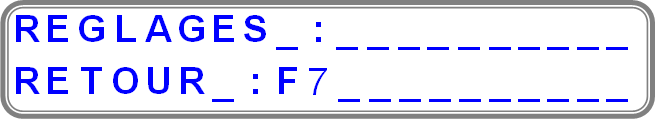
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Page** | **Action** | **Commentaires** | | |  | | | |
|  | Fermer Q0 | Pour mettre le système sous tension. | | |
| 1 | BP Marche | Pour mettre le système en fonction. | | |
| 2 | F1 **ou** F2 | Choisir **Auto** (F1) ou **Réglages** (F2) | | |
|  | | | | | | | | |
| 9 | F1 | Initialiser PO |  | | *Non traité* | | |  |
|  | | | | | |
| 3 |  | Initialisation en cours, attendre la fin du cycle d’initialisation. |
| 4 | F1 ou F2 | Machine en référence.  Choix Auto (F1) ou Réglages (F2) |
|  | | | | | | | | |
|  | | | | | | *Non traité* | | |
| 8 | F1 | Lancer la production |  | | |
|  | | | | | |
| 5 | F2 | Le cycle démarre. Production continue.  Affichage de la cadence. Action sur F2 demander l’Arrêt |
| 6 |  | Le cycle se termine en se mettant en référence.  Puis retour à la page 4. |
|  |  |  |  |  | | | Pas d’action | |
|  | | | | | |

# B2. Evolution du programme de conduite.

On veut rajouter un mode de marche « REGLAGES ». Voir ***DT 11*** et ***DT 12***. Fonctionnement attendu lorsque le mode « REGLAGES » est activé :

* La page 7 **REGLAGES** du ***DT 15*** s’affiche, la touche **F7** permettant de sortir de ce mode, (DEL L7 est allumée)
* L’action sur la touche **F7** renvoie à la page 9 **INIT PO** (***DT 15)***, la touche **F1** donne alors la condition permettant de revenir à la page 2.

**B2.1.** Définir ci-dessous la page 7 **REGLAGES**.



**Cadre réponse :**

**B2.2.** Allumage de la DEL F7. Définir ci-dessous \_DEL ETAT\_, le mot image des DELS :

**B2.2.1.** En binaire en complétant le tableau ci-dessous :

** ***Voir document technique DT 13.***

**Cadre réponse :**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| \_DEL ETAT\_ | L12 | L11 | L10 | L9 | L8 | L7 | L6 | L5 | L4 | L3 | L2 | L1 |
| **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **1** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** |

**B2.2.2.** Traduire le mot \_DEL ETAT\_ en hexadécimal et en décimal dans le tableau ci-dessous.

**Cadre réponse :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| \_DEL ETAT\_ | Binaire | Hexadécimal | Décimal |
| **#1000000** | **&H40** | **64** |

**B2.3.** Complétez ci-dessous le Grafcet de conduite concerné (Zone en pointillée sur DT 12) (voir fonctionnement décrit page précédente).

** ***Voir document technique DT 12.***

F1

{\_DEL ETAT\_ :=1}

{\_Afficher page\_ :=9}

**19**

F7

{\_DEL ETAT\_ :=64}

{\_Afficher page\_ :=7}

**18**

**Cadre réponse :**

# B3 - Amélioration du processus de collage.

Processus de collage de l’encartonneuse :



**Buse de collage**

**L**

**Scoll**

**Pack**

**Pack**

**V = 0,3 m/s**

**Tapis d’évacuation**

**Vérin d’évacuation**

**Fonctionnement attendu :** Le tapis se déplace à la vitesse de 0,3 m/s. La buse de collage envoie la colle lorsque le capteur **Scoll** détecte le pack (passe à 1).

**Fonctionnement observé :** L’arrêt de l’envoi de la colle se fait toujours avec un certain retard, ce qui provoque des salissures sur le tapis et des pertes de colle.

Pour remédier à ce problème de qualité du poste de collage on envisage de tester une solution bâtie à partir de temporisations.

C’est l’objet de l’étude qui est demandée.

# B3.1. Prédétermination des temps de collage selon la production.

Données :

* + La longueur du trait de collage est inférieure de 1cm à la longueur du pack.
  + La vitesse linéaire du tapis est toujours de 0,3 m/s. Déterminer les trois temps de collage en complétant le tableau suivant :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Modèle de pack | Vitesse du tapis en mm/s | Longueur du pack L en mm | Longueur de collage Lc en mm | Temps de collage en s |
| Pack 2 | 300 | 75 | **65** | **65 / 300 = 0,21 s** |
| Pack 4 | 300 | 132,5 | **122,5** | **122,5 / 300 = 0,41 s** |
| Pack 6 | 300 | 198 | **188** | **188 / 300 = 0,62 s** |

# B3.2. Description du nouveau cycle de collage.

Variables utilisées dans le programme :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Variables** | **Adresse** | **Commentaire** |
| Collage autorisé | %M200 | = 1 si la tâche de collage est autorisée |
| Scoll | %i30 | = 1 si paquet détecté |
| Prod 2 | %i41 | = 1 si production de pack de 2 pots |
| Prod 4 | %i42 | = 1 si production de pack de 4 pots |
| Prod 6 | %i43 | = 1 si production de pack de 6 pots |
| COLLER | %Q10 | Actionne l’électrovanne de collage |

# Nouveau fonctionnement attendu :

* + La tâche de collage est active tant que la variable « Collage autorisée » est à 1.
  + L’action « COLLER » a lieu dès que le pack est détecté par le capteur **Scoll**. Elle dure le temps nécessaire.

Complétez ci-dessous le Grafcet décrivant le cycle de collage :

0,62s/%X204

0,40s/%X203

0,21s/%X202

**204**

COLLER

**203**

**202**

Prod 6. ↑Scoll

Prod 4. ↑Scoll

Prod 2.↑Scoll

**201**

Collage autorisé

**200**

**Cadre réponse :**

COLLER

COLLER