

Exercice 0 : Banc d'essai pour transmissions cardan

Entièrement automatique, ce banc d'essai est conçu pour simuler le travail de transmissions cardan pour véhicules.

La transmission cardan est montée sur une armature articulée permettant de lui donner l'angle α souhaité grâce à l'action d'un vérin hydraulique.

Un moteur fait tourner la transmission à la vitesse V souhaitée, et un frein permet de la solliciter avec le couple C voulu.

Les trois facteurs ainsi maîtrisés pour tester la transmission cardan sont donc :

- l'angle α ;
- la vitesse V ;
- le couple C .

D'une très longue durée, les essais tournent 24 h sur 24, selon un programme préenregistré, donnant à tous moments les valeurs de la vitesse V , du couple C , et de l'angle α pris par la transmission au long d'un parcours type : démarrages, virages, arrêts, etc. Périodiquement, le programme demande une dépose et un contrôle de la transmission avant d'autoriser la poursuite des essais.

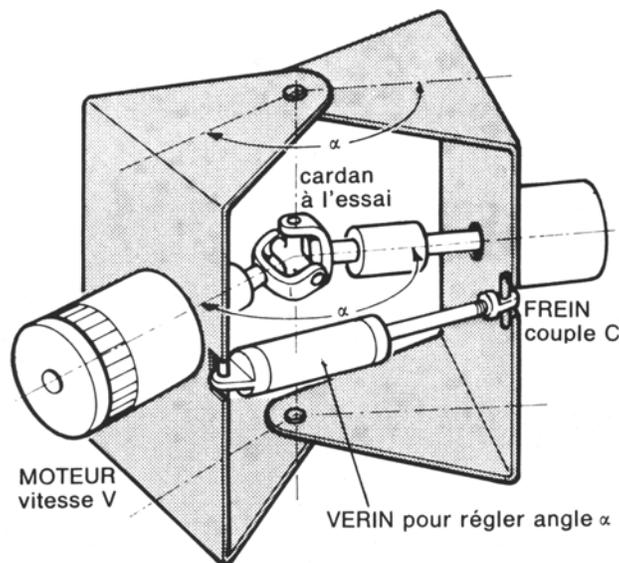


Figure 1 : Machine d'encaissage semi-automatique

Utilisation du GRAFCET

Dans cet exemple particulier, la production étant assurée uniquement par la lecture d'un programme, le GRAFCET n'a pas été utilisé. Cette application a été choisie comme premier exemple introductif pour faire comprendre plus rapidement l'intérêt du GEMMA dans une première approche.

Modes de marches et d'arrêts

Afin de faire tout de suite découvrir l'objectif poursuivi, nous présentons ici directement le GEMMA final (figure 2).

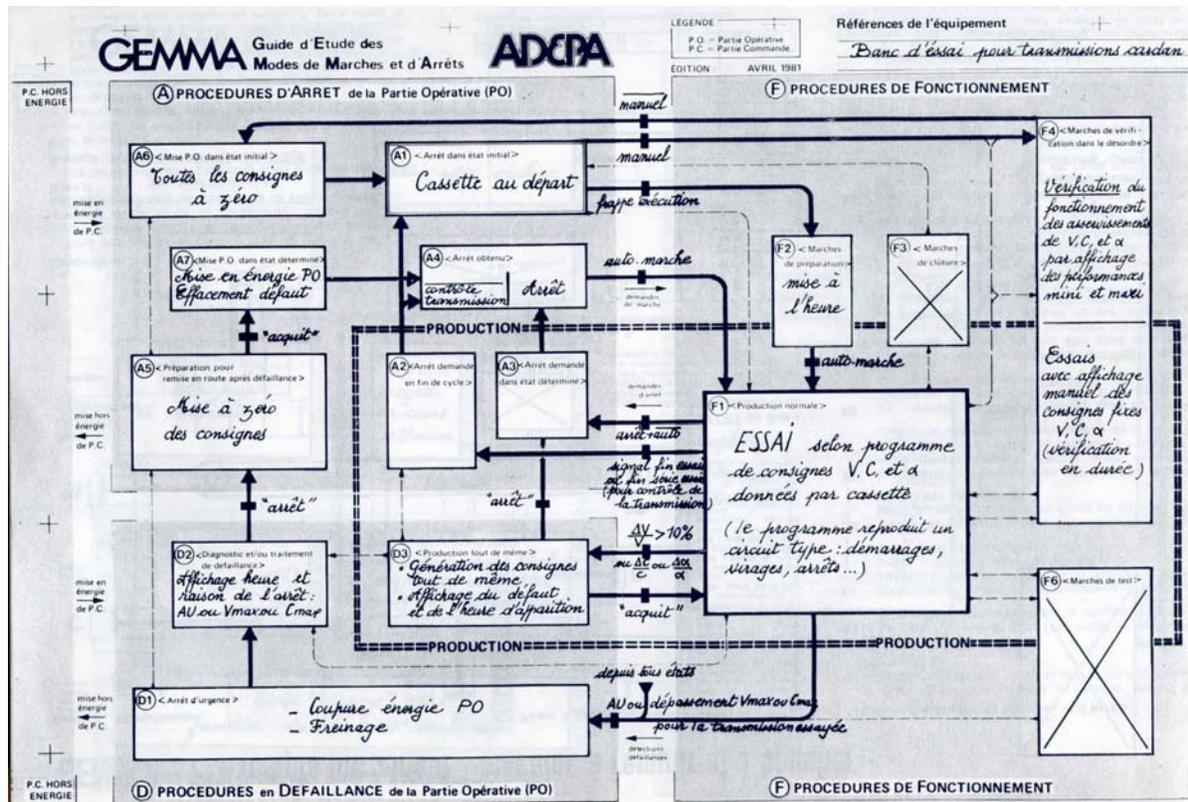


Figure 2 : GEMMA pour le banc d'essai pour transmissions cardan

Ce GEMMA a été en fait obtenu en deux temps :

1. Sélection des modes de marches et d'arrêts, en utilisant les rectangles états et en définissant les liaisons.
2. Recherche des conditions d'évolution entre états, en parallèle avec la définition du pupitre de commande.

Pour ce premier exemple, contentons-nous d'expliquer les choix effectués, sans suivre dans le détail la méthode d'obtention.

L'état F1, « Production normale », est la mise en oeuvre du programme, pour déroulement de l'essai. Cet état F1 est atteint depuis l'état initial A1, par la frappe du mot « exécution » sur le clavier du pupitre (figure 3), la traversée de l'état F2 qui permet une mise à l'heure, puis la mise sur « auto » du sélecteur de marche et l'action sur le bouton « marche ».

À tout moment, l'arrêt de la machine peut être provoqué manuellement par passage dans les états A3 et A4, en agissant sur le bouton « arrêt » du pupitre.

Lorsque le programme demande l'opération de dépose et de contrôle de la transmission, un signal « fin de série essais » nous conduit en A2, puis en A4 lorsque l'arrêt est obtenu. Après contrôle et remontage, il suffit d'agir sur le bouton « marche », le sélecteur de marche étant en « auto » pour repartir en F1 avec la série suivante d'essais dans le programme.

Lorsque les essais sont terminés, un signal « Fin essais » nous conduit en A2, puis en A1.

Lorsque la machine s'écarte de plus de 10 % des valeurs demandées par le programme pour V, C ou α , nous passons en D3, « Production tout de même ». Les essais continuent, mais défaut

et heure sont affichés sur l'écran. Lorsqu'un opérateur survient, il peut alors arrêter la machine vers A3 ou acquitter et revenir en F1.

Atteinte par la sélection « manuel », la « Marche de vérification » F4 permet au choix :

- de vérifier le fonctionnement des asservissements de V , C et α , par affichage des performances mini et maxi, à l'aide des potentiomètres prévus au pupitre ;
- de procéder à des vérifications de comportement par des essais prolongés avec consignes fixes V , C et α ; dans ce cas, la marche de vérification est productive puisqu'elle essaie la transmission : elle est donc située dans le rectangle « en production ».

On remarquera que, à partir du guide graphique, le rectangle état F4 a été obtenu par le regroupement des rectangles états F4 et F5 d'origine. De telles adaptations du guide graphique donnent souvent la souplesse nécessaire pour l'appliquer à des exemples très différents.

S'il y a action sur le bouton d'arrêt d'urgence (AU) ou s'il y a dépassement de V ou C maximum autorisés pour la transmission essayée, nous passons en D1 « Arrêt d'Urgence » ce qui provoque la coupure d'énergie de la PO et le freinage. En D2, l'heure et la raison de l'arrêt sont affichées. Lorsqu'un opérateur survient, il peut alors agir sur le bouton « arrêt » pour passer on A5, remettre les consignes à zéro et, par action sur le bouton acquittement, passer en A7 pour redémarrer depuis A4.

Au travers de cet exemple, l'étudiant peut commencer à percevoir les objectifs et résultats du GEMMA.

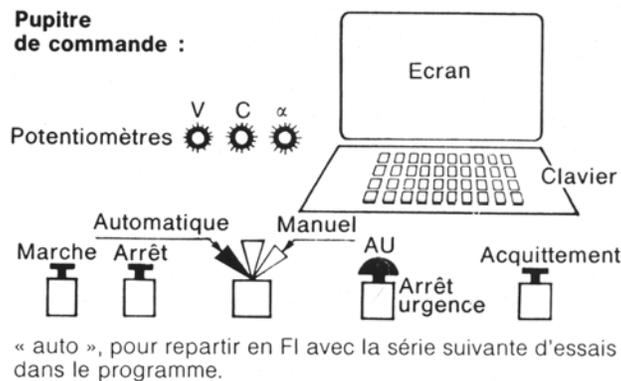


Figure 3 : Pupitre de commande comportant un clavier et un écran

Source : ADEPA, « le GEMMA, Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts », Montrouge, France, 1981.

Exercice 1 : Machine à remplir et à boucher

La machine à remplir et à boucher a été déjà étudiée à titre d'exemple d'application de GRAFCET. La machine montrée à la figure 4 est composée de trois postes. Le poste 1 sert au transfert et au chargement. Le poste 2 sert au remplissage des bouteilles. Enfin, le poste 3 est le poste de bouchage.

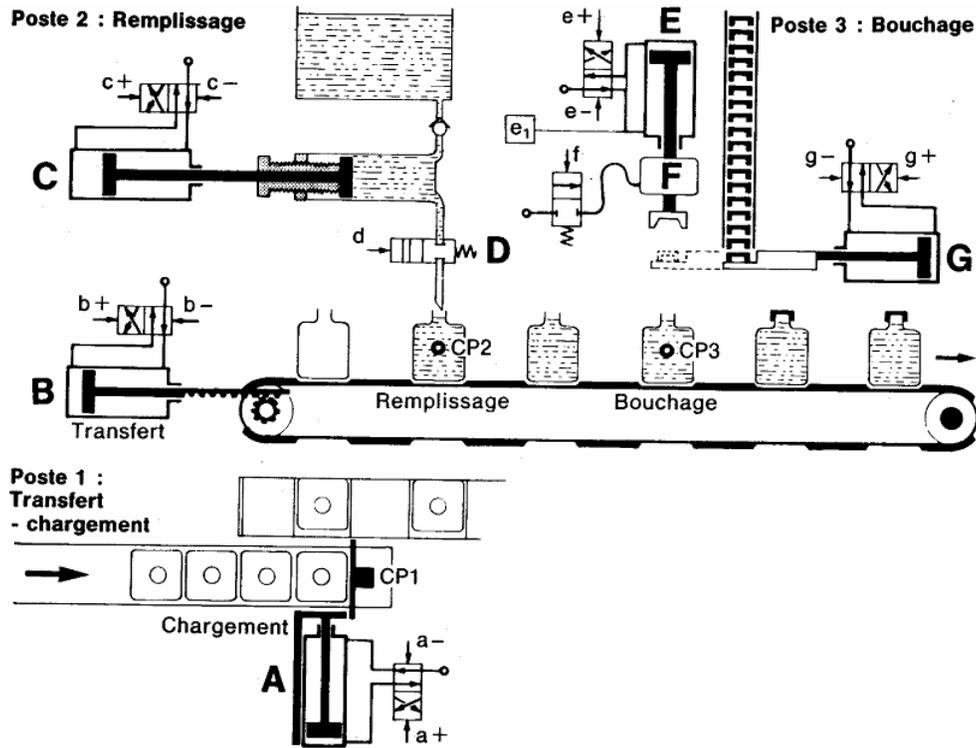


Figure 4 : Machine à remplir et à boucher

Fonctionnement normal

Le GRAFCET du fonctionnement normal de la machine d'encaissage est présenté à la figure 5. Pour optimiser la cadence de production, les trois postes travaillent en parallèle.

Depuis l'étape initiale 1, un signal *dcy* (bouton « marche ») autorise le fonctionnement. Dans un premier temps, on sort le vérin de transfert *B* pour décaler le convoyeur d'une position vers la droite.

Ensuite, dans la branche correspondante au poste 1, le vérin *A* charge une nouvelle bouteille vide et le vérin *B* se retire. Ensuite, le vérin *A* se retire.

Dans la branche correspondante au poste 2, le vérin *C* sort, tout en ouvrant la vanne *D*, pour vider le contenu du cylindre doseur dans la bouteille. Ensuite, on ferme la vanne *D* et on rétracte le vérin *C* pour remplir à nouveau le cylindre doseur.

Dans la branche correspondant au poste 3, l'extension du vérin *G* présente un nouveau bouchon sous le dispositif de vissage composé du vérin *E* et du moteur *F*. Le vérin *E* est alors sorti pour saisir le bouchon. Ensuite, le vérin *E* doit être rentré de même que le vérin *G* pour retirer le dispositif présentant le bouchon. Enfin, le vérin *E* est mis en extension en même temps que le moteur pneumatique *F* tourne, pour permettre le vissage du bouchon sur la bouteille.

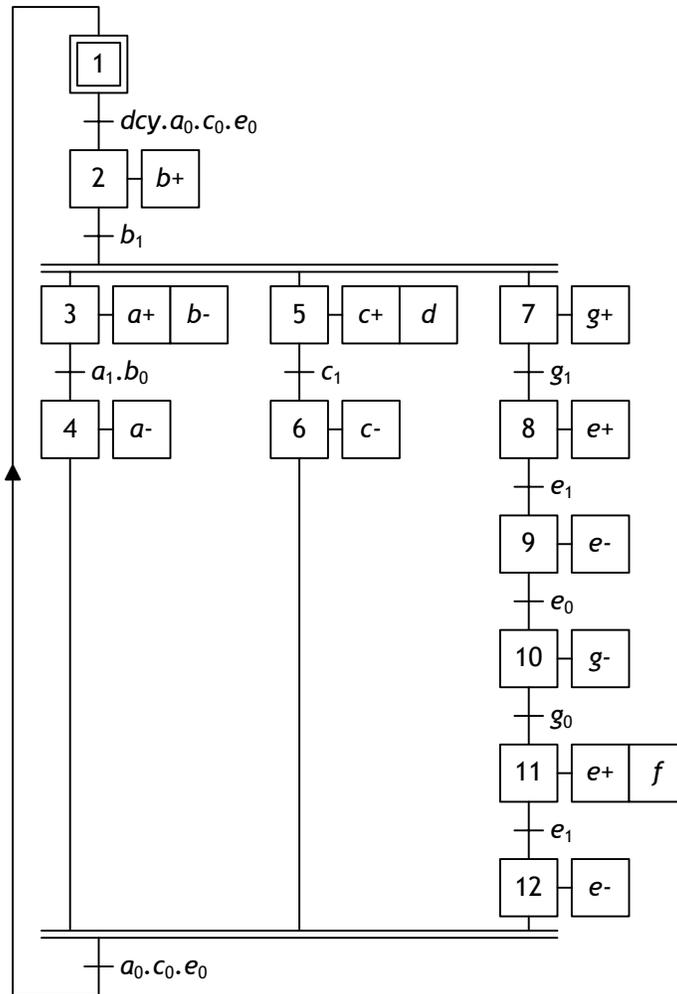


Figure 5 : GRAFCET du fonctionnement normal de la machine à remplir et à boucher

Modes de marches et d'arrêts

Le fonctionnement normal ayant été analysé, passons maintenant aux divers modes de marches et d'arrêts. En fonctionnement normal, il était assumé qu'il ne manquait aucune bouteille et que les trois postes fonctionnaient ensemble.

Comme le produit mis dans les bouteilles se dégrade avec le temps lorsque exposé à l'air ambiant, il est donc nécessaire de procéder en fin de journée à la vidange complète du convoyeur en interdisant le chargement de nouvelles bouteilles. L'arrêt de la production sera progressif, chaque poste s'arrêtant après avoir traité la dernière bouteille.

Le matin, la mise en route du procédé sera, elle aussi progressive, chaque poste se mettant en route lorsque la première bouteille s'y présente. La production devient donc normale lorsque la bouteille atteint le poste 3.

Étant donné les temps requis pour vider puis charger le convoyeur, si l'opérateur désire faire un arrêt de courte durée (par exemple une pause café) en appuyant sur le bouton « arrêt », le système s'arrête en fin de cycle et redémarre lors de l'appuis sur le bouton « marche ». C'est ce même bouton que l'on utilise pour lancer le procédé le matin.

En cas de défaillance du poste de bouchage, il est prévu de continuer de produire. Il faut alors que l'opérateur actionne le sélecteur « poste 3 hors service » (*HS3*) pour bloquer le fonctionnement du poste 3, ce qui évite d'endommager la machine ou les bouteilles. Le bouchage sera assuré par des ouvriers tant que cette situation dure.

En cas de problèmes majeurs, l'opérateur pourra stopper la machine instantanément par appui sur le bouton « arrêt d'urgence » (*AU*). L'arrêt d'urgence est de type figeage. Lors de l'arrêt d'urgence, il faut fermer la vanne *D* de remplissage pour éviter que le réservoir se vide par gravité. Suite à l'arrêt d'urgence, l'opérateur doit nettoyer les dégâts et vérifier la source du bris. Ensuite, il doit mettre la machine en position initiale de façon manuelle.

Enfin, un mode de marche semi-automatique est prévu pour tester séparément les séquences des trois postes. Du mode semi-automatique, l'opérateur peut retourner en production normale ou aller en mode manuel. Justement, le mode de marche manuelle est disponible pour tester chacun des actionneurs de façon indépendante. Le mode manuel se fait par l'intermédiaire d'un panneau de commande extérieur qui n'est pas branché à l'automate. Suite au mode manuel, l'opérateur doit remettre la machine en position initiale.

À l'aide du GRAFCET déjà établi (figure 5), construire le GEMMA de cet automatisme et enrichir le GRAFCET.

Source : ADEPA, « le GEMMA, Guide d'Étude des Modes de Marches et d'Arrêts », Montrouge, France, 1981.

Exercice 2 : Machine d'encaissage semi-automatique

La machine d'encaissage semi-automatique montrée à la figure 6 assure le groupage de produits et leur introduction dans une boîte en carton. Les produits se présentent sous forme de paquets, de barquettes, de boîtes, de sachets ou de fardeaux. Ils peuvent être groupés de façon très variable, chaque carton comportant l fardes constituées chacune de m rangées de n produits. L'opérateur prépare le carton et le place sur la machine. Toutes les autres fonctions sont assurées par les trois vérins A , B , et D (figure 7).

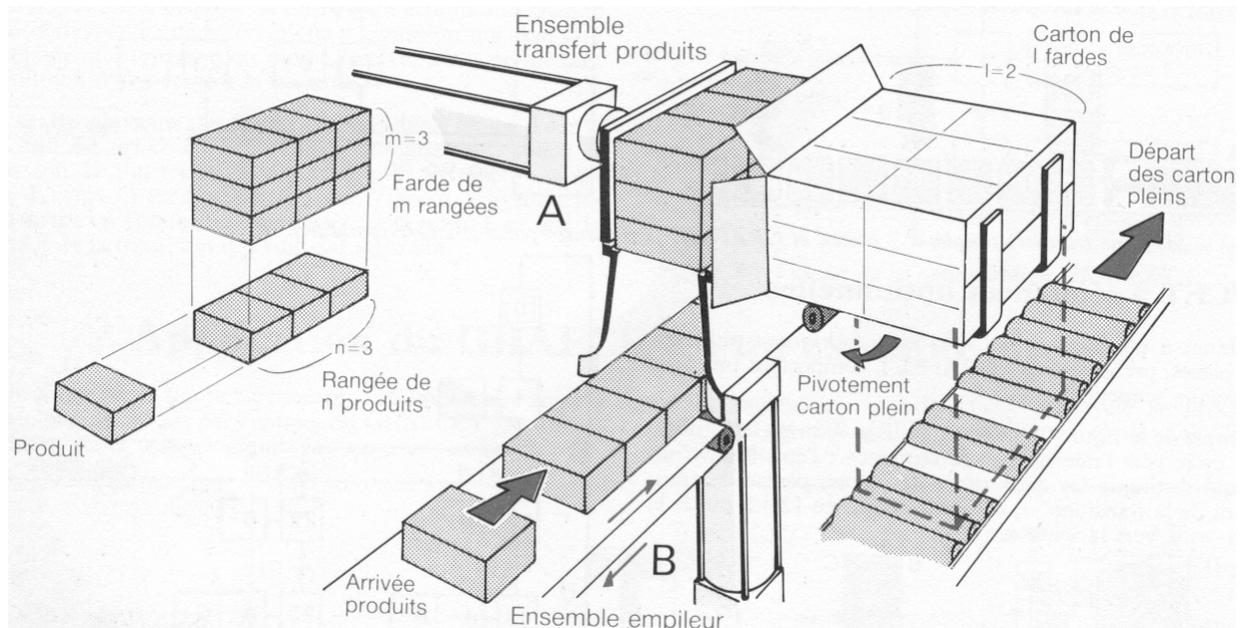


Figure 6 : Machine d'encaissage semi-automatique

Rôle des vérins

Les produits arrivant constituent une rangée (ici trois produits) sur le plateau du vérin B . Chaque rangée est soulevée par le vérin B et empilée devant le vérin A , sur le support élastique. Lorsque la farde est complète (ici trois rangées), le vérin A la transfère dans le carton, le plateau du vérin B servant alors de guide. En parallèle, le vérin D maintient le carton en position. Lorsque le carton est plein (ici deux farde), le vérin D le descend en le faisant pivoter jusqu'au chemin des rouleaux transporteurs par lesquels il est évacué.

Disposition des capteurs

Les capteurs t_1 et t_2 sont des détecteurs de produits : t_1 constate la formation de la rangée alors que t_2 constate la formation de la farde.

Le capteur à effet de pression t_3 , qui équipe le vérin A , déclenche dès que la contre-pression d'échappement chute complètement ; ceci signifie que la farde est en butée dans le carton, quelle que soit alors la position de A au long de sa course. La combinaison des capteurs t_3 et a_2 permet de détecter si le carton est plein.

Enfin, les capteurs de fin de course suivants sont utilisés :

- a_0 , a_2 et d_1 , capteurs de fin de course mécaniques ;
- b_0 et b_1 , capteurs de fin de course montés sur vérin.

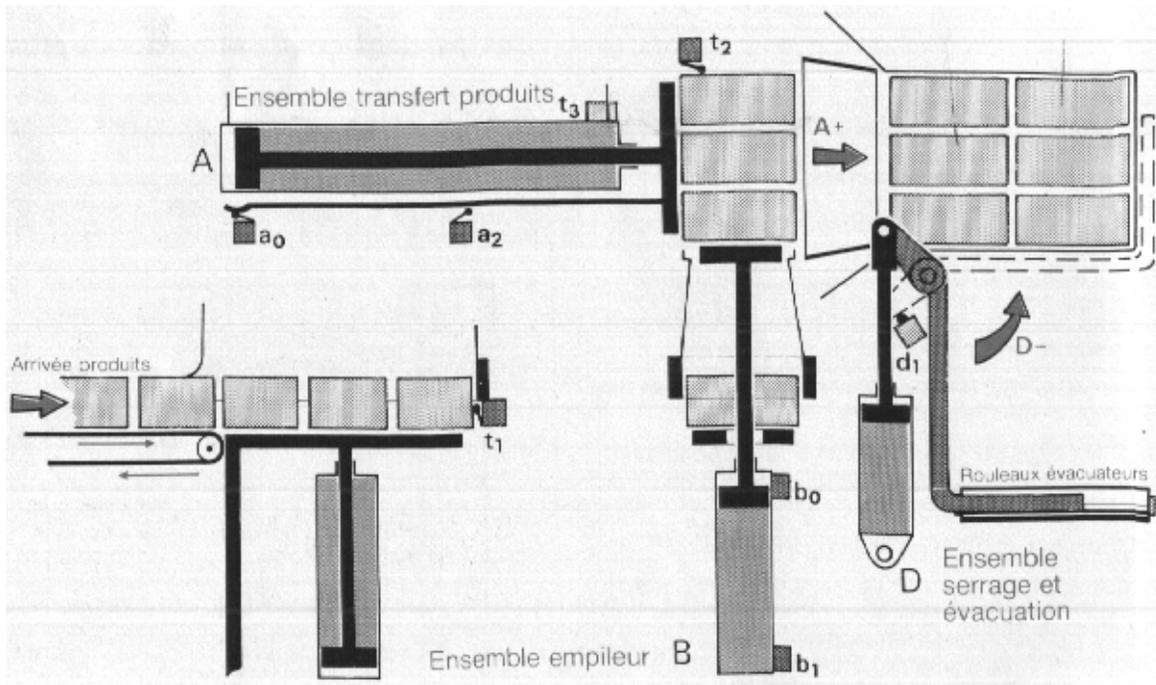


Figure 7 : Machine d'encaissage semi-automatique (vérins et capteurs montrés)

Fonctionnement normal

Le GRAFCET du fonctionnement normal de la machine d'encaissage est présenté à la figure 8.

Depuis l'étape initiale 1, un signal m (marche) autorise le fonctionnement :

- étape 2, descente de B , suivie du transfert des produits jusqu'au capteur t_1 , et étape 3, remontée de B pour mise en position de la rangée de produits ;
- à l'une des étapes 2 ou 3, l'opérateur provoque le mouvement $D-$ pour introduction du carton d'emballage.

Tant que la farde n'est pas complète ($/t_2$), les étapes 2 et 3 sont reprises pour une nouvelle rangée.

Lorsque la farde est complète (t_2) et à condition que le carton soit en place (d_1), on passe à l'étape 4.

La farde est poussée ($A+$) dans le carton jusqu'à ce qu'elle arrive en butée, ce qui déclenche le capteur t_3 :

- si le capteur a_2 n'est pas actionné ($t_3./a_2$), l'étape 5 provoque le retour de A et la reprise de la séquence 2-3 puis 2-3 et 4 pour constituer et introduire la farde suivante ;
- si, au contraire, le capteur a_2 est actionné ($t_3.a_2$), l'étape 6 provoque le retour de la machine en état initial (le carton plein descend sur les rouleaux et le cycle reprend).

En bref, le fonctionnement normal de la machine d'encaissage est :

- Des rangées de trois pièces sont créées (détection par t_1) ;
- Des fardes de trois rangées sont formées (détection par t_2) ;
- Deux fardes sont poussées dans la boîte (détection par t_3 et a_2) ;
- Mise en place de la boîte par pédale q ;
- Départ de cycle par m .

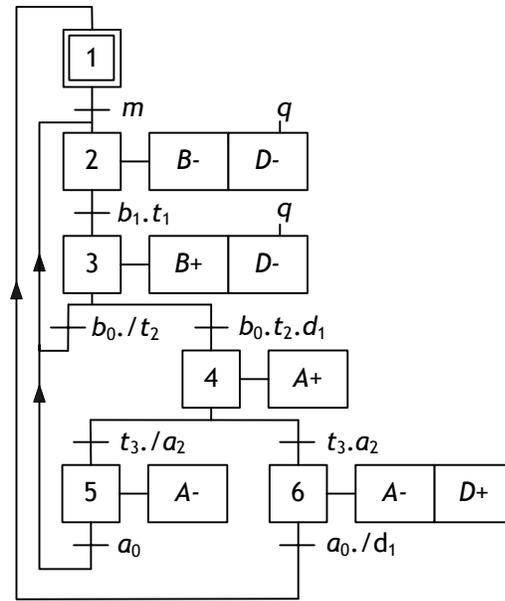


Figure 8 : GRAFCET du fonctionnement normal de la machine d'encaissage semi-automatique

Modes de marches et d'arrêts

Le fonctionnement normal ayant été analysé, passons maintenant aux divers modes de marches et d'arrêts. Les nouvelles exigences du cahier de charges sont présentées ici-bas.

- Au repos, la machine a ses vérins B et D en extension et le vérin A en rétraction.
- La machine encaisse des pièces selon le GRAFCET de la figure 8.
- La machine peut aussi être mise en mode de réglage pour tester chaque vérin indépendamment. La fin de ce mode entraîne une remise en état initial de la machine.
- La condition de fin de mode de réglage est la détection du retour en mode automatique, le signal de réarmement et la vérification de la fermeture du capot de protection (fc).
- L'arrêt normal de la machine en fin de cycle se fait par appui sur le bouton « arrêt ».
- Lorsque que l'arrêt d'urgence (AU) survient, l'alimentation des vérins A , B et D doit être sectionnée. Par la suite, l'opérateur doit procéder au dégagement manuel des produits, si nécessaire. La remise en condition initiale est nécessaire avant de lancer le procédé (conditions identiques à celles de la fin du mode de réglage).
- Lorsque la machine est hors tension, les vérins A et B ont leur alimentation sectionnée. Lors de la mise sous tension, l'opérateur doit vérifier l'état de la machine avant de remettre en condition initiale et repartir.
- Si quelqu'un ouvre le capot de sécurité, il faut déclencher un arrêt d'urgence.

À l'aide du GRAFCET déjà établi (figure 8), construire le GEMMA de cet automatisme et enrichir le GRAFCET.

Exercice 3 : Système de tri automatique

Le système de tri automatique montré à la figure 9 assure le tri des pièces arrivant sur un convoyeur en ordre mixte. Des pièces guidées et orientées, repérées A et B, s'acheminent sur la voie centrale 0 par un convoyeur à double bande actionné par le moteur M1. Une tête de lecture, comprenant deux cellules, identifie le type de pièces (cellules A et B).

Après identification, les pièces A et B sont poussées vers la voie A ou B par les vérins VA ou VB, à condition que ces voies ne soient pas saturées, cette saturation étant captée par MA ou MB = 1. Dans le cas où une pièce A est identifiée et que MA = 1, le convoyeur simple bande, actionné par le moteur M2, évacue la pièce et celle-ci sera recyclée en tête de la voie 0.

Un capteur R détecte le passage de la pièce lors de l'évacuation. Le système de tri peut fonctionner en cycle unique (CU) ou en cycle continu (CC). Le cycle démarre dès l'appui du bouton de départ de cycle (M) et du bouton de marche (Marche), et arrête à la fin du cycle en cours si le bouton de marche est désactivé.

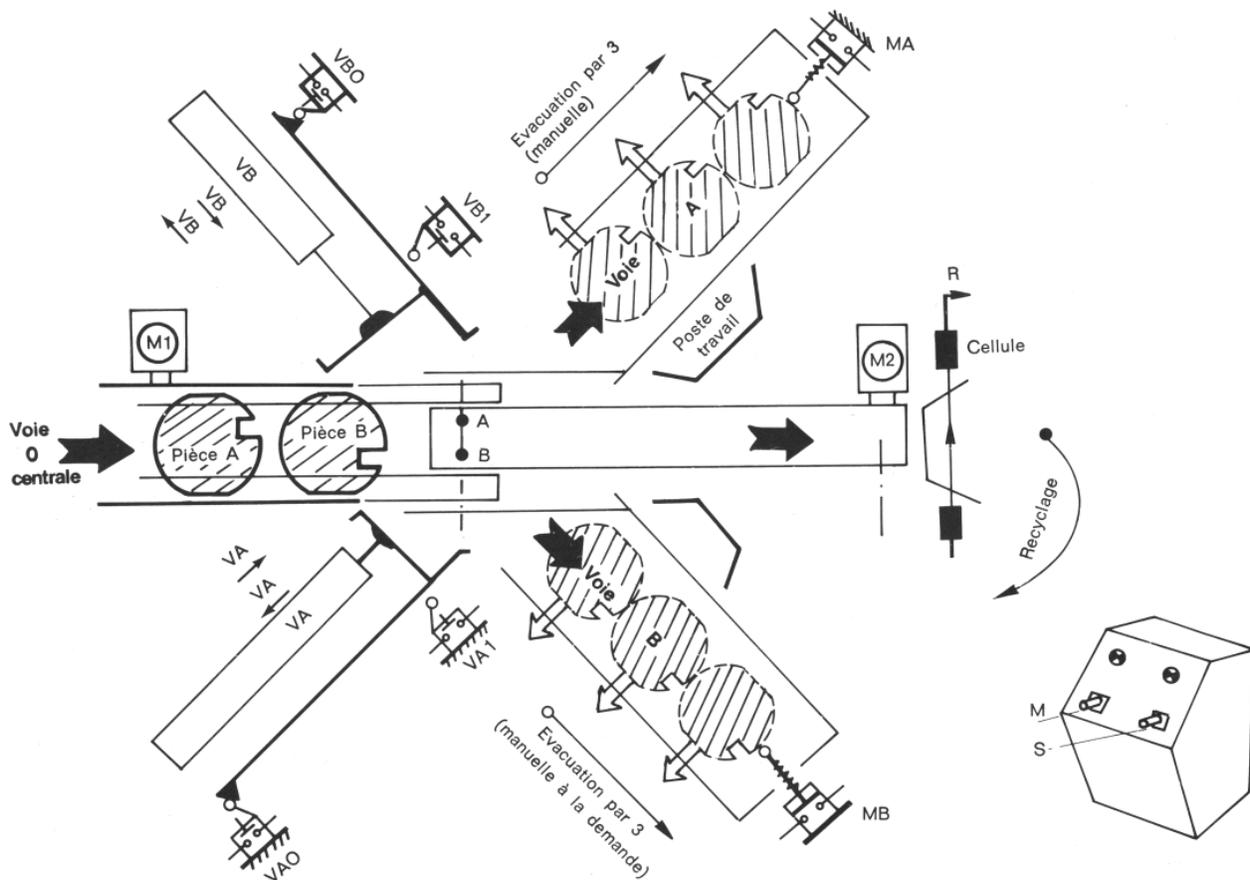


Figure 9 : Système de tri automatique

Fonctionnement normal

Le GRAFCET du fonctionnement normal du système de tri est présenté à la figure 10. Ce GRAFCET ne sera pas décrit ici ; contentons nous à noter l'exclusivité des conditions dans les trois branches. Une erreur commune est d'avoir des transitions qui ne sont pas toujours exclusives, ce qui peut entraîner de graves problèmes.

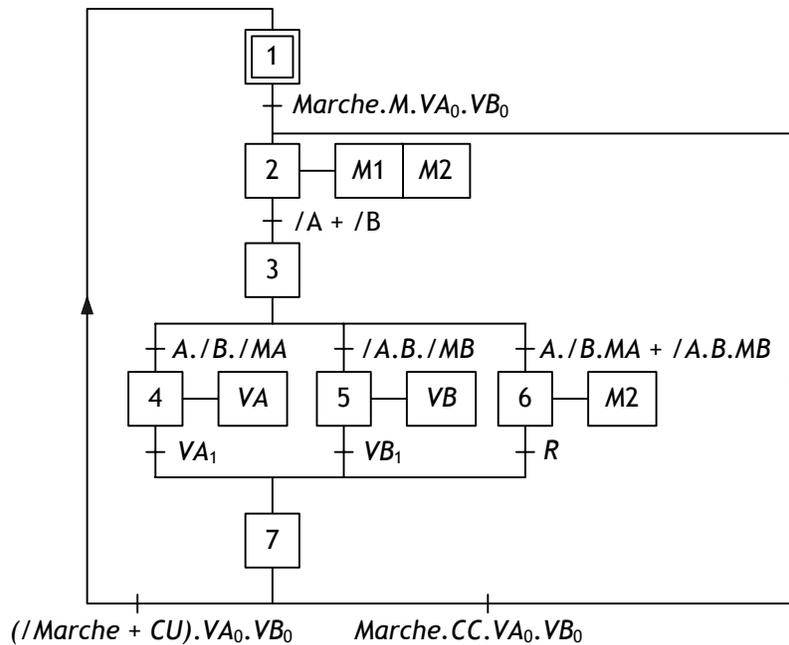


Figure 10 : GRAFCET du fonctionnement normal du système de tri automatique

Modes de marches et d'arrêts

Le fonctionnement normal ayant été analysé, passons maintenant aux divers modes de marches et d'arrêts. On a remarqué que dans certains cas, des pièces n'ayant aucun trou peuvent se présenter au dessus des capteurs ($/A./B = 1$). Dans ce cas ou si le bouton d'urgence (AU) est appuyé n'importe quand, toutes les actions doivent être bloquées et un signal d'alarme (AL) doit être activé. Par la suite, l'opérateur devra manuellement retirer la pièce défectueuse (si c'est le cas) ou régler tout autre problème. Une fois fait, pour rendre l'automatisme en conditions initiales, il devra appuyer le bouton de remise à zéro (S).

L'ingénieur industriel fait remarquer que le vérin VB est souvent défectueux. Lorsqu'un bris arrive, tout l'automatisme s'arrête. L'ingénieur vous demande, dans ce contexte, d'ajouter un module de production tout de même qui fonctionne comme suit :

- Si le vérin VB est défectueux, l'opérateur enclenche le sélecteur de vérin à l'option « Vérin A » ($PTVA$) et appuis sur le bouton de production tout de même (PT). Dès que ces deux conditions sont remplies, l'automatisme ne traitera que les pièces A . Les pièces B seront envoyées au recyclage.
- Le même mécanisme doit être implanté pour le vérin VA . Il faut noter que le sélecteur de vérin ne peut être qu'à $PTVA$ ou $PTVB$ et que seul l'appui du bouton PT engendre le mode de production tout de même.

À l'aide du GRAFCET déjà établi (figure 10), construire le GEMMA de cet automatisme et enrichir le GRAFCET.

Source : J. C. Bossy, P. Brand, P. Faugère, et C. Merland, « Le GRAFCET : sa pratique et ses applications », Educavivre, Paris, France, 1979.

Exercice 4 : Machine à sertir

Il faut réaliser une machine fabricant une pièce constituée d'une contreplaque et d'une vis. Cette pièce est utilisée dans les dispositifs de fermeture magnétique des armoires (figure 11).

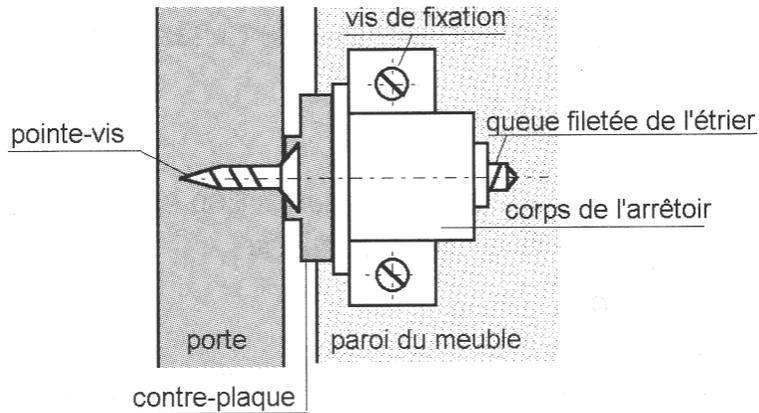


Figure 11 : Fermeture magnétique

La contreplaque est une pièce très simple (figure 12) fabriquée en deux tailles. La vis sera sertie (figure 13) avec la contreplaque grâce à notre automatisme.

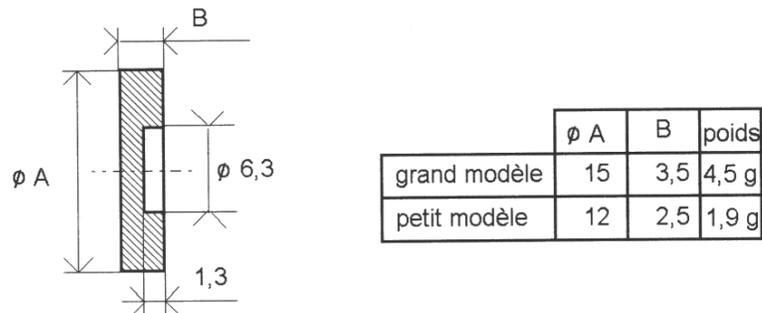


Figure 12 : Détail de la contreplaque

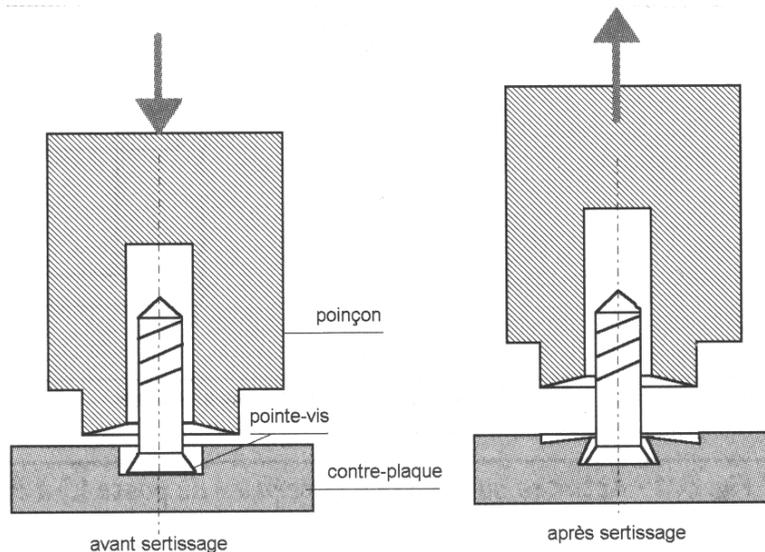


Figure 13 : Principe du sertissage

Les contreplaques sont acheminées vers l'automatisme depuis un bol vibrant (pouvant en contenir 1000) équipé d'une buse d'air qui éjectera les pièces ayant le trou orienté vers le bas. En sortie du bol vibrant, les contreplaques sont acheminées par une glissière inclinée de 45° (appelé tampon) vers un vérin équipé d'un poussoir mécanique en vé pour assurer le serrage de la contreplaque pendant le sertissage (figure 14).

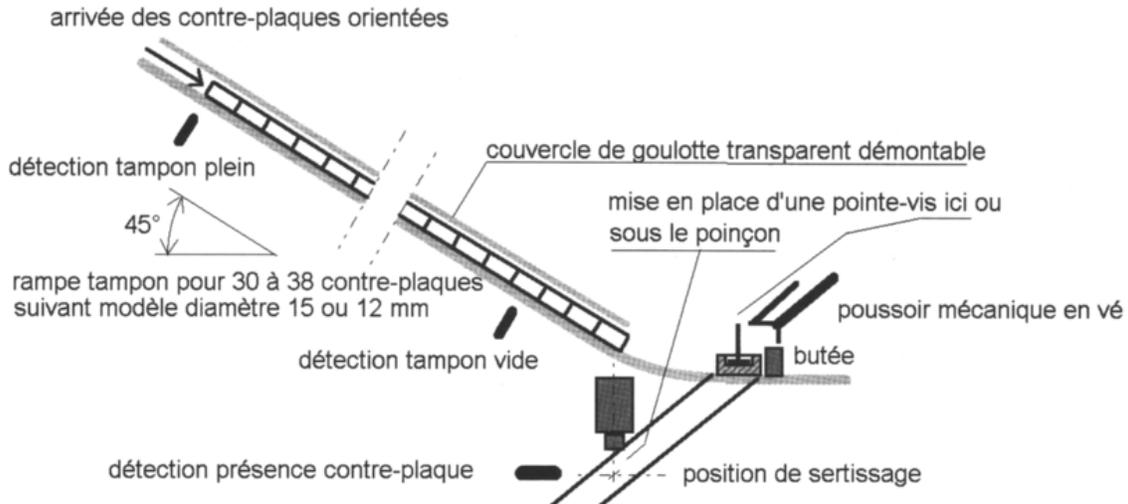


Figure 14 : Glissière et poussoir mécanique

La contreplaque étant bloquée, le sertissage a lieu et la pièce finale est évacuée en la déserrant et en positionnant correctement le tiroir d'évacuation pour aligner le trou d'évacuation sous la pièce (figure 15).

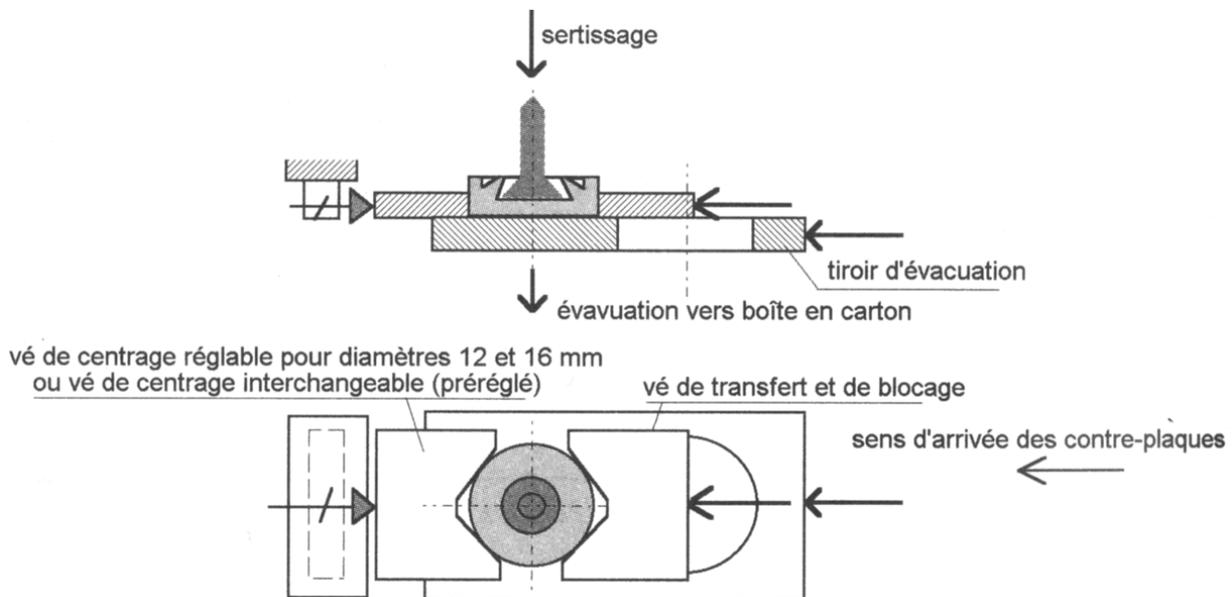


Figure 15 : Système de serrage et d'évacuation

Les vis sont acheminées depuis un second bol vibrant pouvant en contenir 1500. Les vis sont alors descendues par une glissière qui les oriente et qui les présente dans un tube tenant le poinçon de sertissage (figures 16 et 17). Un système de sas s'assure qu'une seule vis à la fois est acheminée vers la contreplaque. La machine complète est montrée en figure 18.

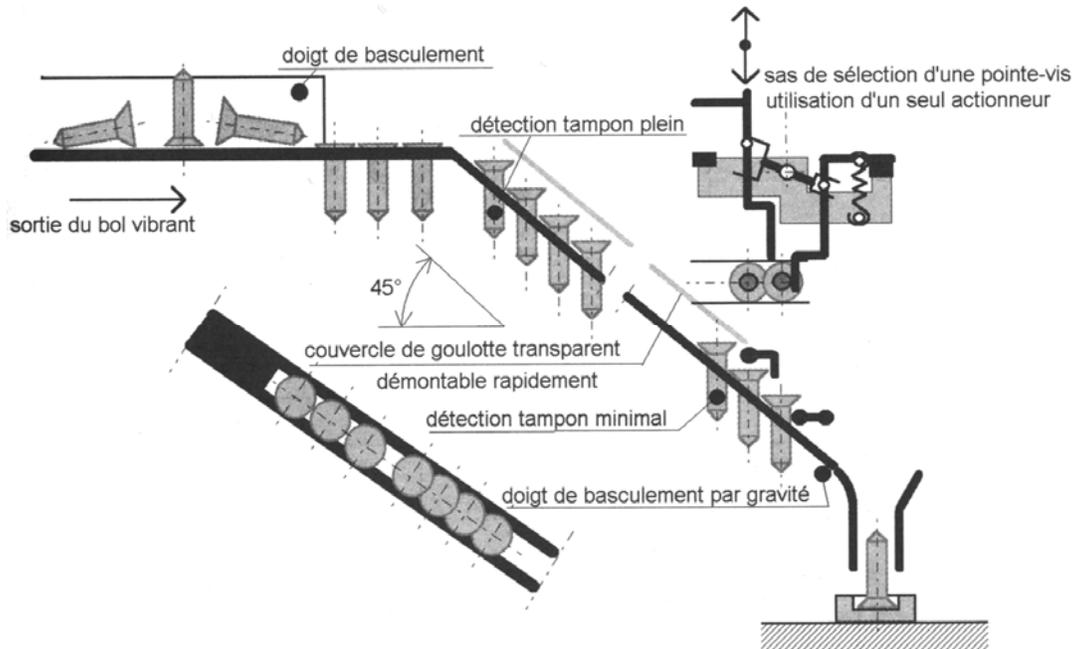


Figure 16 : Système d'acheminement de vis

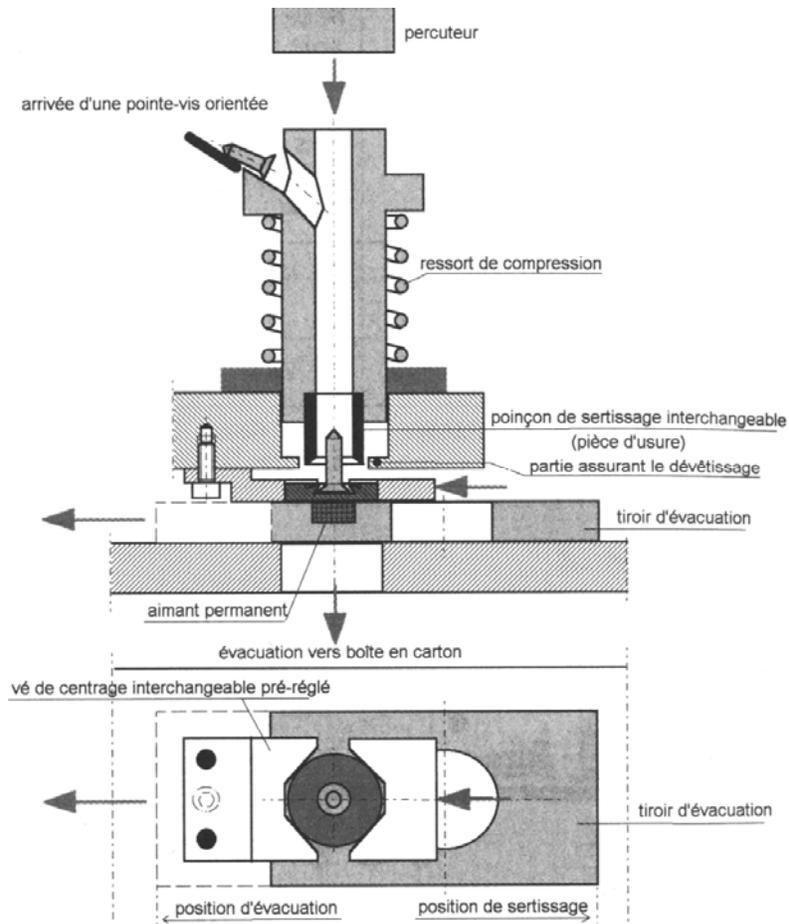


Figure 17 : Détail de l'acheminement des vis

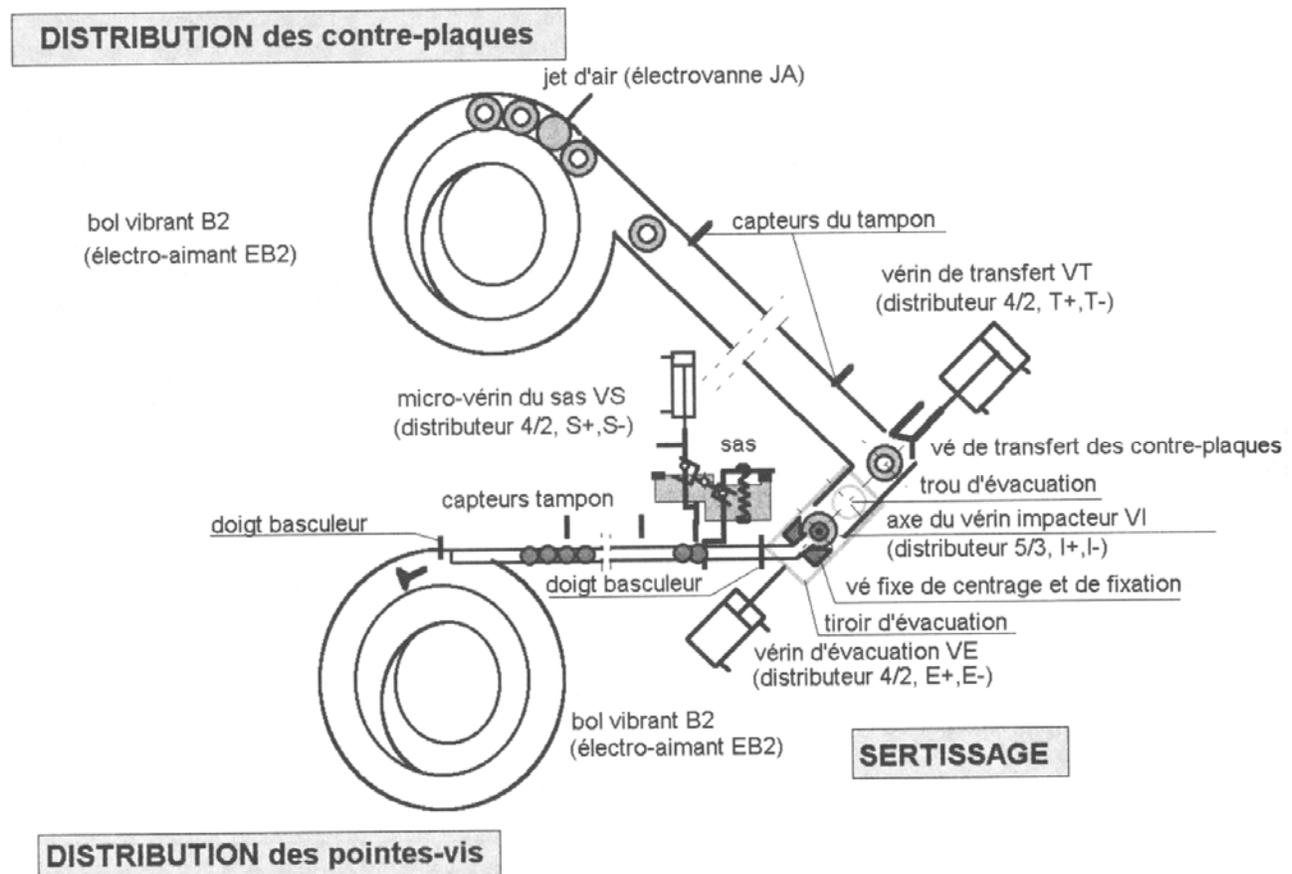


Figure 18 : Machine de sertissage

Fonctionnement normal

Les GRAFCET des niveaux 1 et 2 du fonctionnement normal de la machine de sertissage sont présentés aux figures 19 et 20. Pour sertir une pièce, il faut que les glissières (appelées aussi tampons) soient pleines (capteurs $tpB1$ et $tpB2$) et que l'opérateur appui sur le bouton poussoir DCY (départ de cycle).

La première opération est de transférer et serrer une contreplaque sous le poinçon de sertissage avec le vérin de transfert et de serrage (action $T+$). Lorsque ce vérin est sorti (capteur $t1$), une vis est acheminée en actionnant le sas (action $S+$), puis on attende que la vis sorte du sas (délai de 0.2 seconde) et on recharge le sas (action $S-$).

Simultanément avec l'opération du sas, le poinçon est actionné (action $I+$). Comme la mise en pression du vérin de sertissage exige au moins 0.5 seconde avant qu'il descende et percute la contreplaque, cette opération est faite en même temps que l'admission de la vis qui a donc largement le temps de se mettre en position.

Une fois que le sertissage est complété (capteur $i1$), le poinçon remonte (action $I-$) en même temps que le vérin d'évacuation est actionné (action $E-$) pour mettre le trou d'évacuation sous la contreplaque sertie. Une fois le trou sous la contreplaque (capteur $e1$) un délai de 0.2 seconde est lancé puis le vérin d'évacuation retourne à sa position de repos (action $E+$). Simultanément, après un délai de 0.3 seconde pour permettre au vérin d'évacuation de bien se positionner, la pièce est desserrée et le vérin de transfert retourne au repos (action $T-$).

Une fois les vérins retournés à leur position de repos (capteurs $s0$, $i0$, $e0$ et $t0$), la machine est de nouveau en condition initiale.

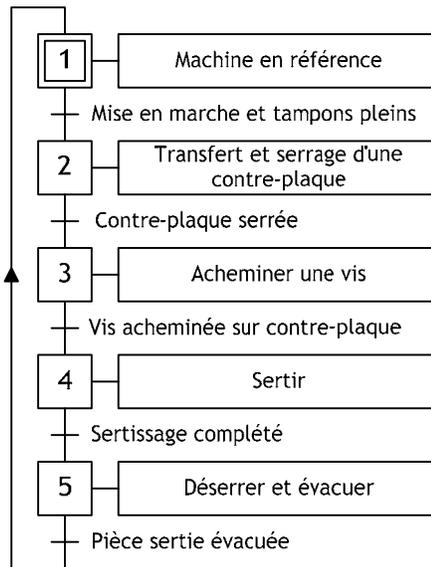


Figure 19 : GRAFCET de niveau 1 du fonctionnement normal du système de sertissage

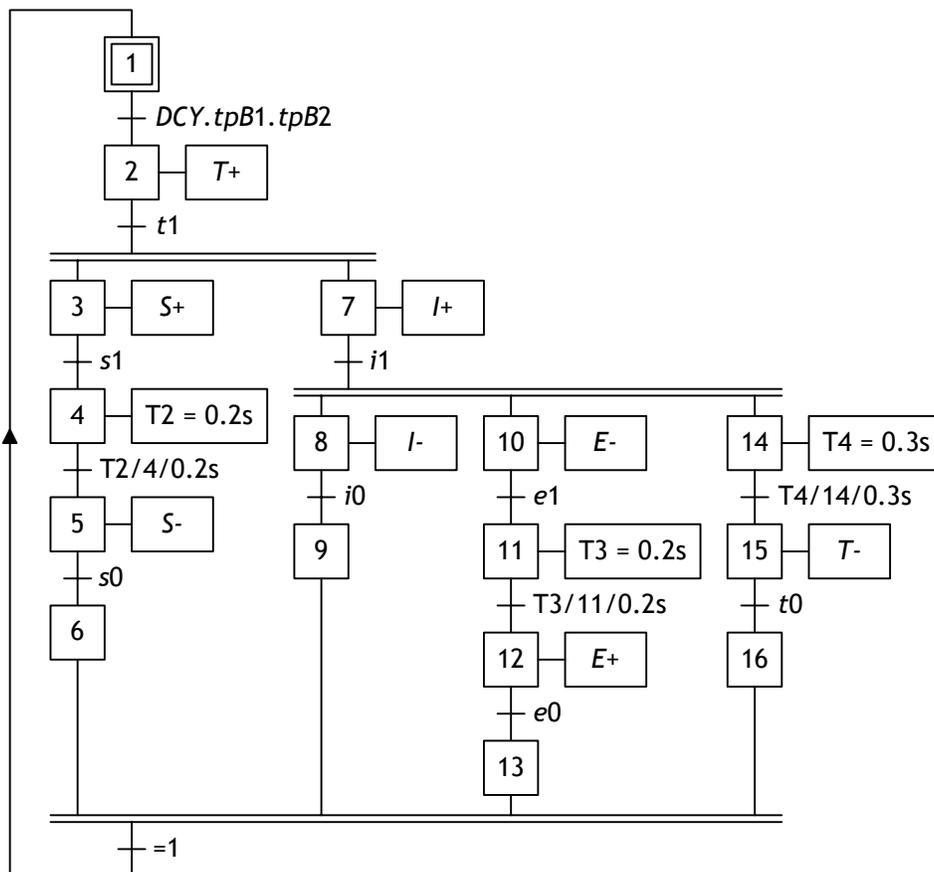


Figure 20 : GRAFCET de niveau 2 du fonctionnement normal du système de sertissage

Modes de marches et d'arrêts

La machine en condition initiale doit avoir tous les vérins dans leur position initiale. Les glissières peuvent être vides et les bols vibrants sont arrêtés.

Mode Automatique

Lorsque la machine est arrêtée en condition initiale et que le sélecteur de mode est sur automatique (*AUTO*), un appui sur le bouton poussoir de départ de cycle (*DCY*) lance la production. La machine doit alors être préparée par l'opérateur qui remplit et démarre les bols vibrants. Une fois que les glissières sont pleines (capteurs *tpB1* et *tpB2*) et que les deux bols vibrants en marche (capteurs *B1m* et *B2m*), la machine passe en production normale.

La machine produit en continu à cadence maximale jusqu'à ce que l'opérateur demande un arrêt en fin de cycle en appuyant sur le bouton poussoir *ACY*. Le cycle en cours se termine, la machine attend ensuite l'arrêt des bols vibrants (*/B1m* et */B2m*) par l'opérateur, puis la machine s'arrête en condition initiale. Une autre condition de fin de cycle, c'est la détection d'un des tampons vide (glissière vide) ce qui est causé par un manque de pièce (capteurs *tvB1* ou *tvB2*). Le cycle se termine de la même façon que précédemment.

La machine peut être mise en figeage par appui sur le bouton poussoir *pause*, les mouvements en cours se terminant. Cet arrêt permet une pause de courte durée. Pour reprendre la production normale, il faut que le sélecteur de mode soit sur automatique et appuyer sur le bouton de départ de cycle.

Mode Manuel

Une mode manuel est disponible sur cette machine. Il suffit de mettre le sélecteur de mode sur manuel (*MANU*). Les actionneurs peuvent être actionnés par appui sur des boutons poussoir installés sur le panneau opérateur. On peut accéder à ce mode de tous les modes sauf ceux ayant rapport à une défaillance.

Pour quitter ce mode, il faut passer par la mise en condition initiale en mettant le sélecteur de mode à la position initialisation (*INIT*). L'opérateur a accès à un bouton poussoir *BPréf* qui doit être appuyé pour remettre la machine en condition initiale de façon automatique, ce qui se fait en remettant tous les vérins en position initiale en même temps. Une fois cette initialisation faite, la machine est alors arrêtée en condition initiale.

Défaillances

La machine est équipée de capteurs pour détecter certains types de défaillances. Ainsi, un capteur de pression (*p5*) vérifie que la pression du système pneumatique est supérieure ou égale à 5 bars. Un autre capteur (*EPO*) vérifie si la Partie Opérative est convenablement alimentée électriquement. Si l'un ou l'autre des capteurs est à un niveau logique 0, un arrêt d'urgence doit être généré automatiquement. Un bouton de type « coup de poing » identifié *AU* permet de générer aussi un arrêt d'urgence.

Lorsque l'arrêt d'urgence survient, il doit y avoir une coupure immédiate de l'alimentation électrique et pneumatique de la Partie Opérative, puis un gyrophare doit être allumé. L'opérateur doit alors mettre le sélecteur de mode en position *INIT* et demander au technicien de venir faire le diagnostic de la panne et de la solutionner.

Une fois la panne réparée, l'opérateur doit ramasser les pièces coincées, désactiver le bouton d'arrêt d'urgence, puis remettre la puissance électrique et pneumatique sur la machine. Une fois l'alimentation électrique et la pression pneumatique de retour, l'opérateur procédera à l'initialisation de la machine.

Mise en énergie de la Partie Commande

Lors de la mise en énergie de la Partie Commande, l'opérateur devra mettre le sélecteur de mode en position *INIT*, puis mettre la puissance électrique et pneumatique sur la machine avant de l'initialiser.

Mise hors énergie de la Partie Commande

Lors de la mise hors énergie de la Partie Commande, il faudra prendre soin de couper la puissance électrique et pneumatique sur la machine.

À l'aide du GRAFCET déjà établi (figure 20), construire le GEMMA de cet automate, enrichir le GRAFCET, et dessiner le panneau de commande.

Source : S. Moreno et E. Peulot, « Le GEMMA : Modes de marches et d'arrêts », Educavivre, Paris, France, 1997.