

## **Le grafcet et les modes de marches**

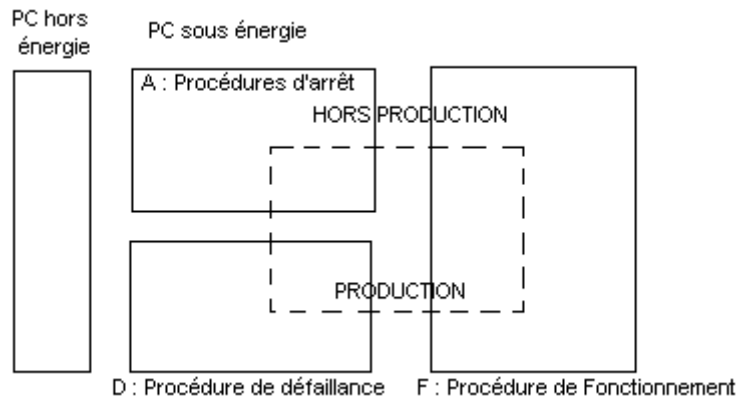
Le grafcet et les modes de marches.....	1
Le gemma.....	2
Exemple corrigé : Tri de caisse .....	6
Exercice : Machine de conditionnement par lot de 3 paquets.....	9
Les Modes de Marches et d'arrêt .....	11
Les 3 grafcets : .....	11
KMST et le câblage automate .....	12
Exemple de câblage avec des contraintes sécuritaires .....	14

# Le gemma

## GUIDE D'ETUDE DES MODES DE MARCHE ET D'ARRÊT

Le GEMMA est un outil d'aide à la synthèse du cahier des charges d'un automatisme industriel : c'est un document graphique qui facilite la conduite, la maintenance et l'évolution du système. (Cf document Gemma)

On distingue 3 familles de modes de marches et d'arrêt :



### Famille F : Procédures de fonctionnement

L'ensemble des modes ou états sans lesquels la valeur ajoutée ne peut être obtenue est regroupée dans une zone F représentative de la famille "procédure de fonctionnement".

Note : On ne produit pas systématiquement dans chacun des modes de cette famille, il peut s'agir de :

- Procédures préparatoire à la production de la valeur ajoutée
- réglages, tests ...

qui sont néanmoins indispensables à la production de la valeur ajoutée.

### Famille A : Procédures d'arrêts.

Un système automatisé ou une machine automatique fonctionne rarement de façon permanente : il s'avère nécessaire de l'arrêter de temps à autre pour des raisons indépendantes du système :

- Fin de journée,
- Période de congés,
- Manque d'approvisionnement ...

Tous les modes conduisant à (ou traduisant) un arrêt du système pour des raisons externes sont regroupés dans la zone A : "Procédures d'arrêt" de guide.

### Famille D : Procédures en défaillance

Lors du fonctionnement d'un système, il peut se produire des incidents : on est donc conduit à prévoir les défaillances inhérentes ou internes au système.

Tous les modes conduisant (ou traduisant) un état d'arrêt du système pour des raisons internes sont consignés dans la zone D: "Procédures de défaillance" du guide.

<b>ETATS F: PROCEDURES DE FONCTIONNEMENT</b>		
<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Description</b>
F1	production normale	Dans cet état la machine produit normalement : c'est l'état pour lequel elle a été conçue. On peut souvent faire correspondre à cet état un grafcet que l'on appelle "grafcet de base". Note : A cet état ne correspond pas nécessairement une marche automatique
F2	marche de préparation	Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale : Préchauffage de l'outillage, remplissage, mises en routes diverses ...
F3	marche de clôture	C'est l'état nécessaire pour certaines machines devant être vidées, nettoyées ... en fin de journée ou en fin de série.
F4	marche de vérification dans le désordre	Cette état permet de vérifier certaines fonction ou certains mouvement sur la machine sans respecter l'ordre de déroulement du cycle.
F5	marche de vérification dans l'ordre	Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme de production voulu par la personne effectuant la vérification
F6	marche de test	Les machines de contrôle, de tri, de mesure... comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés : cet état permet les différentes opérations.

<b>ETATS A: PROCEDURES D'ARRET</b>		
<b>Repère</b>	<b>Désignation</b>	<b>Description</b>
A1	ARRET dans état initial	C'est l'état repos de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du grafcet.
A2	Arrêt demandé en fin de cycle	Lorsque l'arrêt est demandé, la machine continue de produire jusqu'à la fin de cycle; l'état A2 est donc un état transitoire vers l'état A1
A3	Arrêt demandé dans état déterminé	La machine continue de produire jusqu'à un arrêt en une position autre que la fin de cycle; c'est un état transitoire vers A4
A4	ARRET Obtenu	La machine est alors arrêté dans un état autre que la fin de cycle.
A5	Préparation pour remise en route après défaillance	C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations (désengagements, nettoyages ...) nécessaires à une remise en route après défaillance
A6	Mise PO dans état initial	La machine étant en A6, on remet manuellement ou automatiquement la partie opérative en position initiale pour un redémarrage dans l'état initial.
A7	Mise PO dans état déterminé	La machine étant en A7, on remet la partie opérative en position pour un redémarrage dans une position autre que l'état initial.

ETATS D: PROCEDURES DE DEFAILLANCE		
Repère	Désignation	Description
D1	ARRET d'URGENCE	C'est l'état pris lors d'un arrêt d'urgence : on y prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagement, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance.
D2	Diagnostic et/ou traitement de la défaillance	C'est dans cet état que la machine peut être examinée après défaillance et qu'il peut être apporté un traitement permettant le redémarrage.
D3	Production tout de même	Il est parfois nécessaire de continuer la production même après une défaillance de la machine : on aura alors une production dégradée, forcée ou aidée par des opérateurs non prévus en production normale

### Sélection des modes de marche et d'arrêt.

Il est nécessaire d'envisager l'ensemble des "rectangles-états" offerts par le GEMMA.

- Si le mode de fonctionnement est retenu, il doit être explicité conformément à la fonctionnalité de la machine.
- S'il n'est pas retenu dans le cadre de l'étude, une croix est portée dans le rectangle état.

Il est nécessaire de rechercher les évolutions d'un état à un autre sachant que dans tout système, on retrouve deux états fondamentaux :

- L'état A1, état initial ou repos.
- L'état F1, mode de production normale pour lequel le système a été conçu.

C'est à partir de ces deux états que sont recherchés les différentes évolutions.

Exemple :

- Le démarrage d'une machine, c'est à dire la transition de A1 vers F1 peut nécessiter une marche de préparation F2.
- L'arrêt peut se produire : Soit en fin de cycle F1--->A2---->A1 soit dans une autre position F1--->A3---->A4
- Les cas de défaillances peuvent imposer : arrêt d'urgence D1 ou la production tout de même D3

### Conditions d'évolution entre modes de marches et d'arrêts.

Les modes de marches et d'arrêt ayant été sélectionnés et explicités, il convient de préciser le passage d'un état à l'autre.

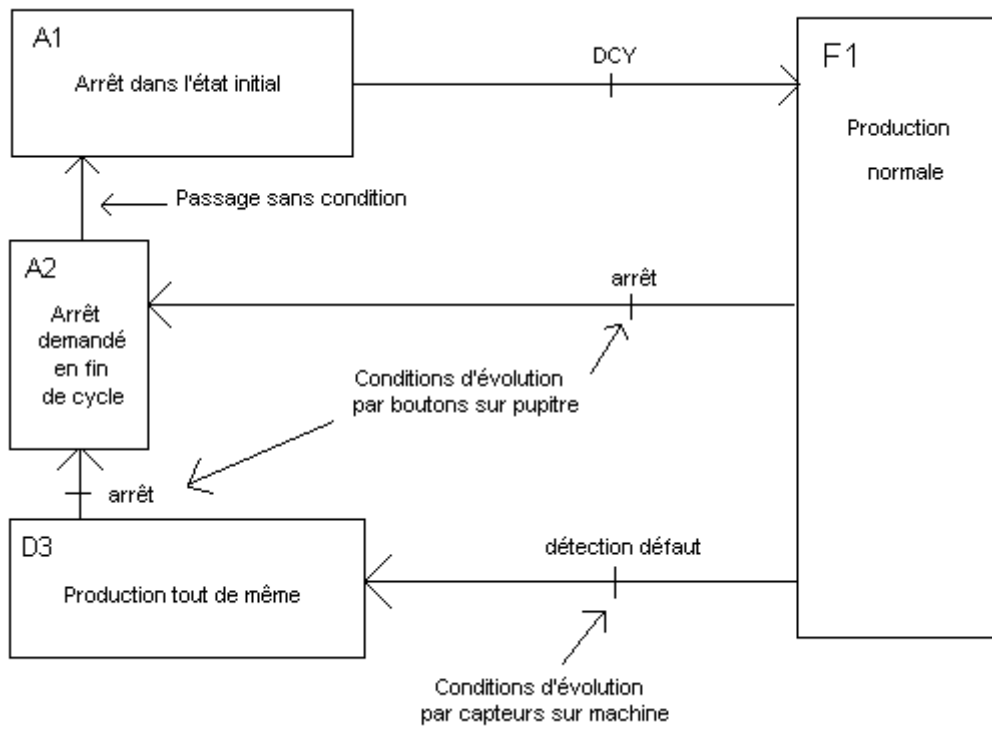
L'élaboration de ces conditions de passage rend possible **la conception du pupitre de commande** et entraîne éventuellement **l'adjonction de capteurs supplémentaires**.

Le passage d'un état à un autre s'effectue de 2 façons :

- Soit avec une condition d'évolution.
- Soit sans condition d'évolution

Avec les conditions d'évolution en provenance **de l'opérateur** apparaissent les besoins en **boutons de commande**.

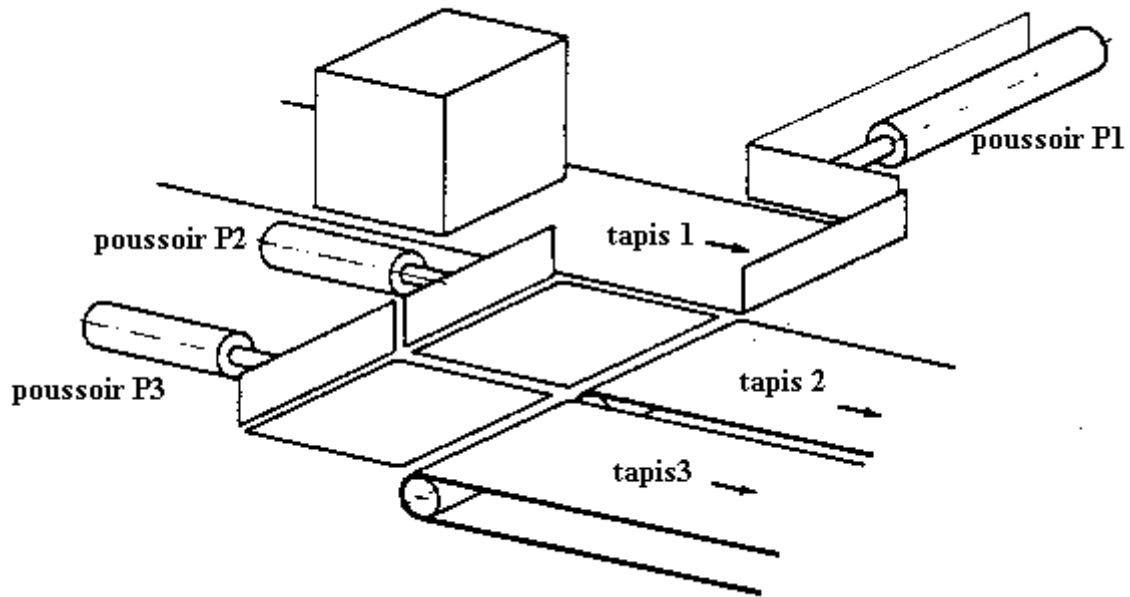
A celles provenant de la **machine** doit correspondre la mise en place de **nouveaux capteurs**.



Avec tous ces éléments descriptifs, on peut alors tracer :

- Soit le grafcet complété qui enrichit le grafcet de base.
- Soit un grafcet supplémentaire, coordonné avec le grafcet de base, appelé GRAFCET des modes de marche ou grafcet de conduite.

## Exemple corrigé : Tri de caisse



Un dispositif automatique destiné à trier des caisses de deux tailles différentes se compose d'un tapis amenant les caisses, de trois poussoirs et de deux tapis d'évacuation.

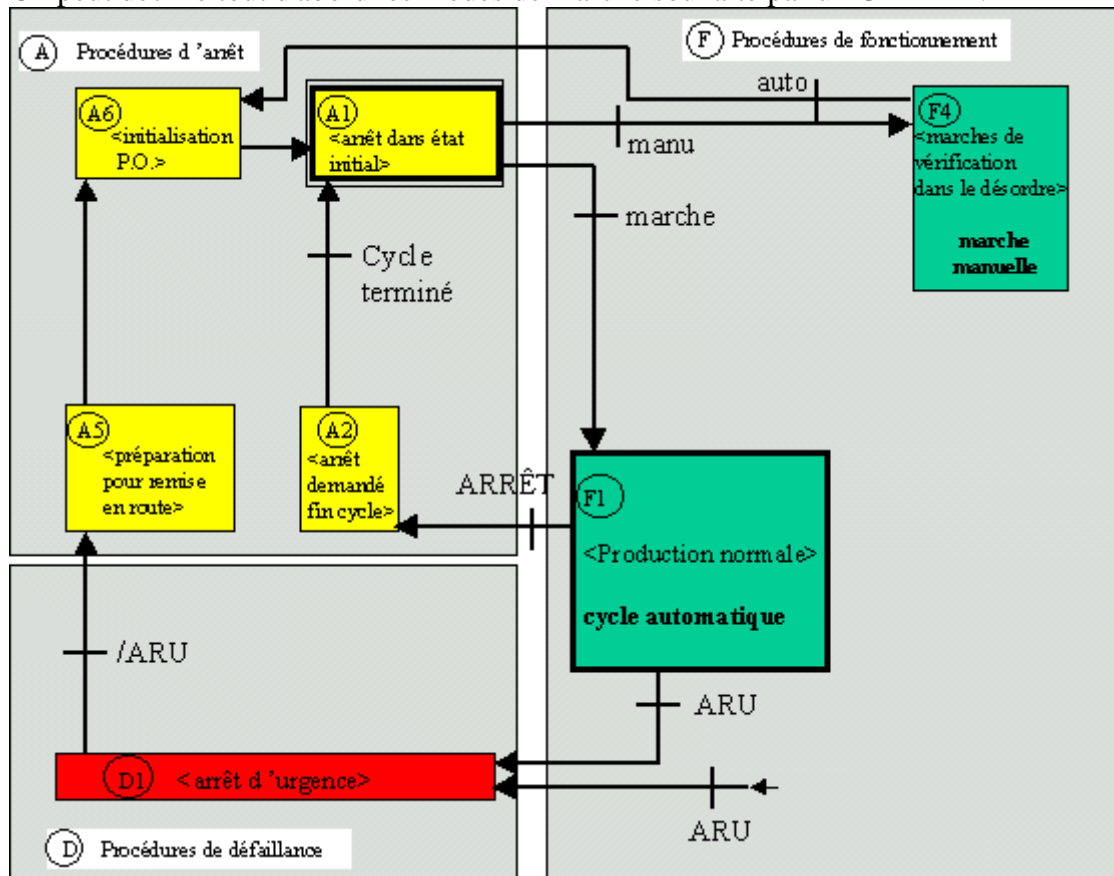
Le poussoir P1 pousse les petites caisses devant le poussoir P2 qui à son tour les transfère sur le tapis 2, alors que les grandes caisses sont poussées devant le poussoir P3, ce dernier les évacuant sur le tapis 3.

Pour effectuer la sélection des caisses, un dispositif de détection placé devant le poussoir P1 permet de reconnaître sans ambiguïté le type de caisse qui se présente.

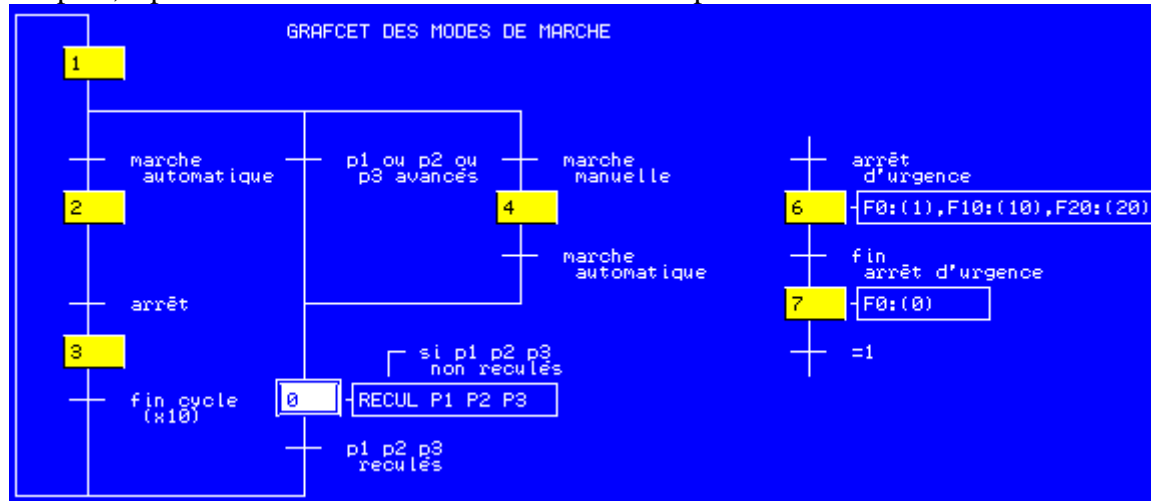
Les modes de marche à considérer sont les suivants:

- marche automatique
- initialisation automatique de la partie opérative
- marche manuelle: des boutons de commande manuelle doivent permettre de démarrer le cycle aller/retour de chaque poussoir  $P_i$
- arrêt d'urgence

On peut décrire tout d'abord les modes de marche souhaité par un GEMMA:



On peut, à partir de ce GEMMA faire un GRAFCET pilotant les différents modes de marche:



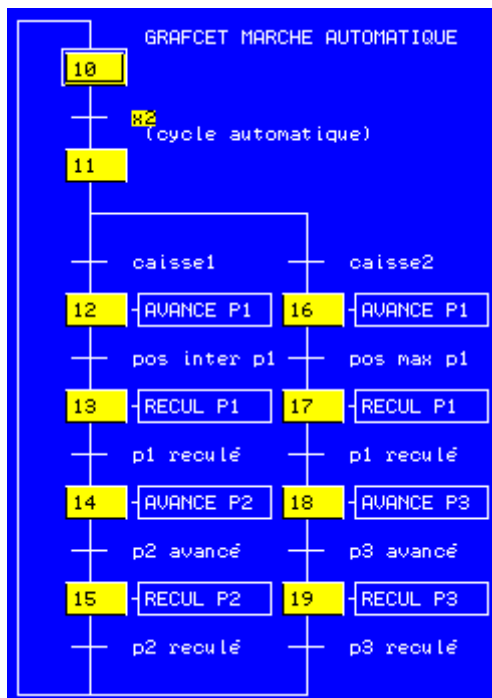
La première branche de ce GRAFCET décrit les états: arrêt dans état initial, fonctionnement normal, arrêt demandé en fin de cycle.

La deuxième branche concerne l'initialisation automatique de la partie opérative.

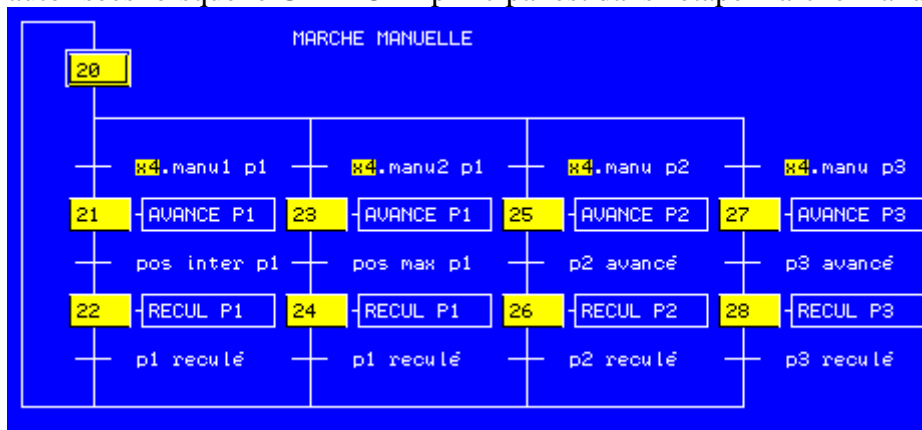
La troisième branche commande la marche manuelle.

L'arrêt d'urgence pouvant intervenir dans n'importe quel état de la machine, on utilise un GRAFCET indépendant: une transition source conduit à une étape d'initialisation de tous les autres GRAFCET par forçage (l'utilisation d'une transition source simplifiée la solution, mais si l'automate utilisé ne l'accepte pas, on peut ajouter une étape initiale et reboucler sur cette étape).

Le cycle automatique est décrit par le GRAFCET ci-dessous. Le cycle est exécuté lorsque le grafcet principal est dans l'étape marche automatique (étape X2). L'étape X10 donne l'information fin de cycle au GRAFCET principal

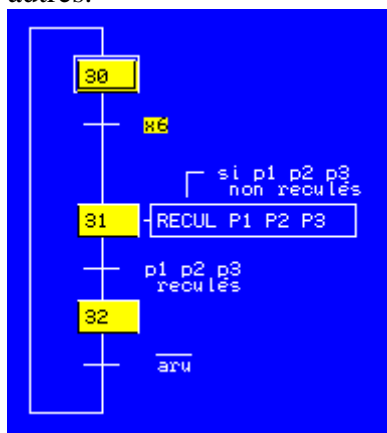


La marche manuelle est décrite par le GRAFCET ci-dessous. Les commandes manuelles sont autorisées lorsque le GRAFCET principal est dans l'étape marche manuelle (étape X4).



L'intérêt du GEMMA est d'imposer une décomposition de la commande, ce qui permet de modifier certains modes de marche sans reconcevoir l'ensemble des GRAFCET.

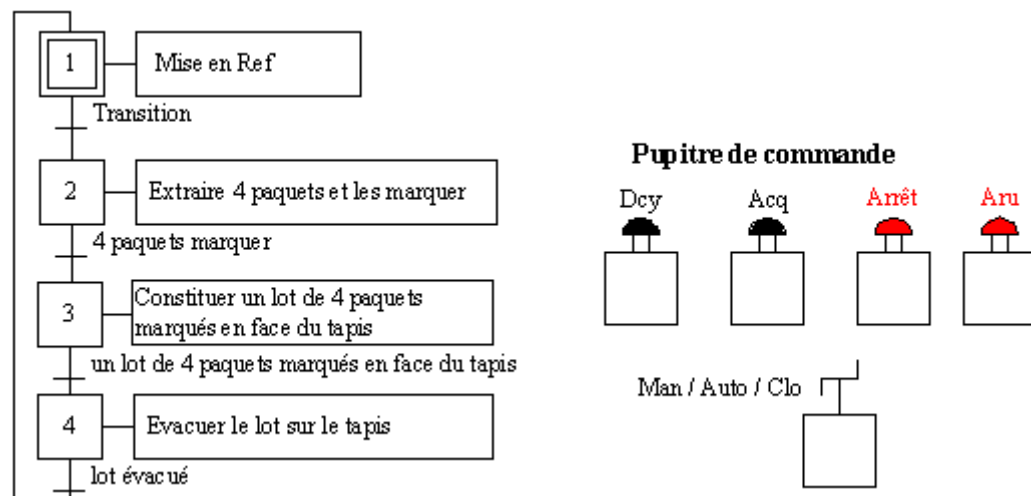
Par exemple si on souhaite lors de l'arrêt d'urgence, introduire un cycle de dégagement reculant tous les poussoirs, il suffit d'ajouter le GRAFCET ci-dessous, sans modifier les autres.



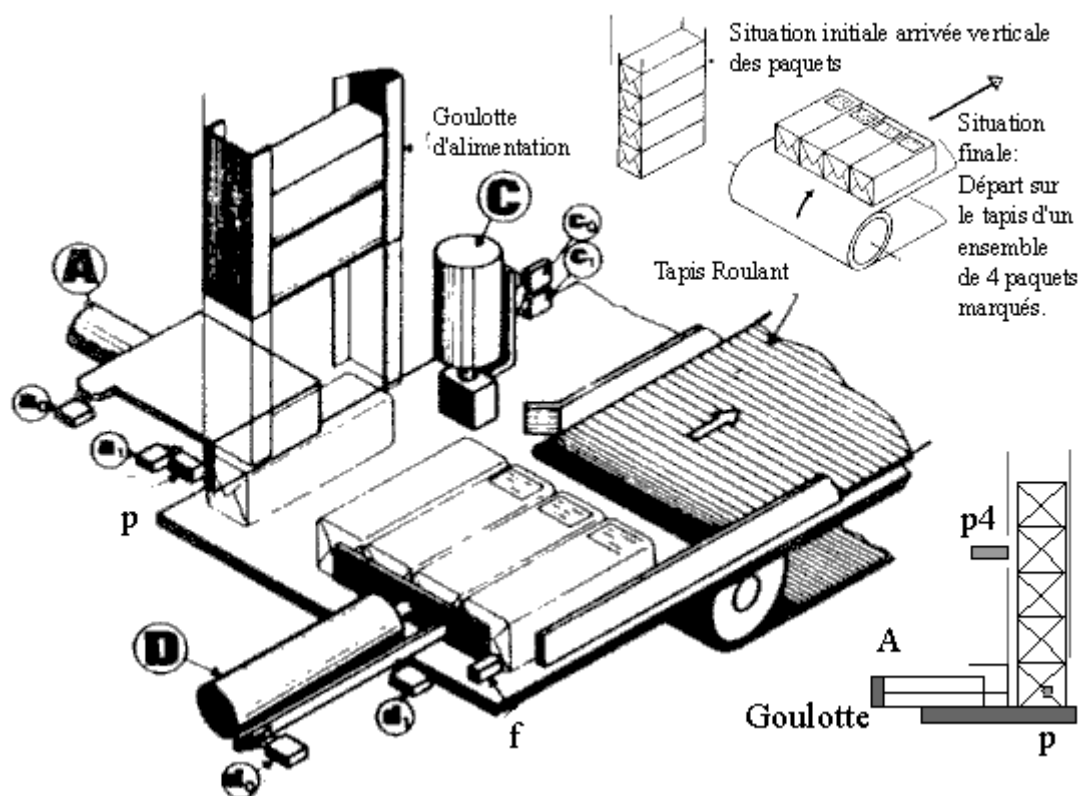


## Exercice : Machine de conditionnement par lot de 3 paquets

Fonction globale : Des paquets de thé, provenant d'un poste de conditionnement, doivent recevoir une marque par impression à l'aide d'un tampon encreur. Ils doivent quitter le poste, rangés par quatre, sur un tapis roulant vers le poste d'emballage.

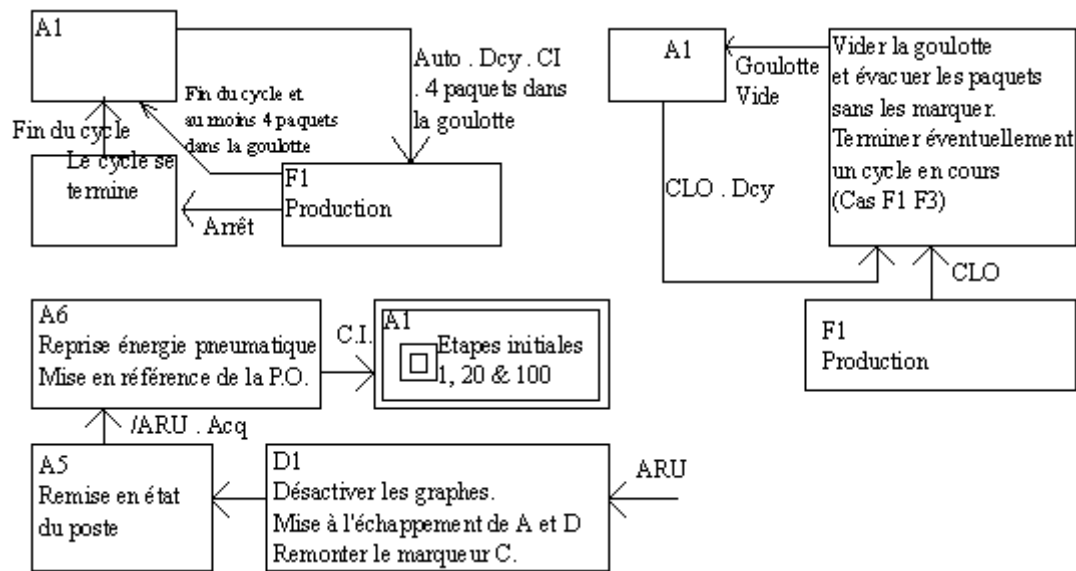


Déclassement, marquage, rangement par 4 et puis évacuation.



1) Donner le G.F.N point de vue P.O. (Grafset de fonctionnement normal)

Avec A+, A-, C-, C+, D+, D- les bobines des distributeurs et a0, a1, c0, c1, d0, d1 les capteurs fins de course des différents vérins.



Légende : GEMMA de l'ensemble des questions qui suivent

2) L'absence de paquet dans la goulotte, si le compteur des 4 paquets n'est pas atteint, entraîne un arrêt de l'évolution du GFN à l'étape 4. L'installation d'un nouveau détecteur p4, (4 paquets dans la goulotte), permet un cycle complet, (évacuation comprise) de 4 paquets.

Donner le Gmma (Grafcet des modes de marches et d'arrêt)

3) Marche de clôture. En fin de campagne ou souhaite vider la goulotte, quelque soit le nombre de paquets dans celle-ci, en les évacuants sur le tapis sans les marquer.

Faire le graphe de clôture GCLO

Compléter le GMMA

4) ARU. L'étude ne porte que sur la gestion des graphes (GFN, GMMA, GCLO) et de l'énergie pneumatique. Energie électrique hors étude.

Faire le graphe de sécurité GS

Faire le schéma pneumatique de puissance

# Les Modes de Marches et d'arrêt

## Les 3 grafquets :

- Grafquet de Sécurité concernant uniquement le (ou les) arrêt d'urgence, panne secteur,...
- Gmma issu du guide d'étude des modes de marche et d'arrêt
- Grafquet de fonctionnement normal ou de production.

## Le point de vue électrique

Un relais unique gère les problèmes de mise en route et de sécurité KARU ou KMST (K mise sous tension) Toutes les sécurités vont directement sur ce relais en NF sans passer par l'automate (Barrière immatérielle, ARU, Capteur capot,...). Les fins de course de sécurité en générale n'y passe pas, car sans courant on ne pourrait plus les quitter. (**Voir Fiche KMST et ARU**)

## A quoi sert KMST ?

- Il coupe l'énergie du système : Pneumatique, puissance électrique,....
- Il laisse alimenté l'automate ainsi que ces entrées pour la maintenance, il coupe l'alimentation des sorties. (il peut cas particulier laisser certaines sorties alimentées.)
- Il informe l'automate de son état (Par contre l'ARU et le réam ne sont pas sur les entrées.)

Voir Schéma associé page suivante.

## L'écriture des grafquets :

- GS : Grafquet maître en 3 étapes, utilisant une structure ladder avec des bits %M, se trouvant impérativement en préliminaire. (Case du gemma :D1)
- Gmma : Forcé par GS (à l'aide de %S) dans l'état A5 ou A6 (Préparation pour la mise en état initiale de la machine)
- GFN : Grafquet esclave des 2 autres, synchronisé par Gmma avec des %X et forcé par GS à l'aide de bits interne %S.

## Le point de vue programmation

Structure Activation / Désactivation pour le GS.

Structure quelconque pour les autres grafquets.

## Les Bits utilisés par le TSX micro:

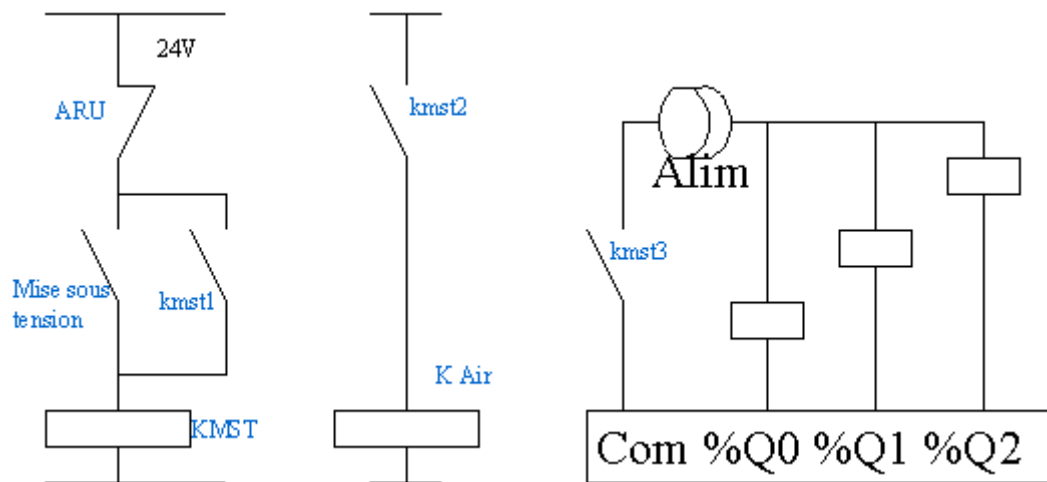
(Tous les automates possèdent ces bits internes, Voir documentation spécifique)

- %S0 :1= démarrage à froid (perte des données)
- %S1 :1= reprise à chaud (reprise secteur sans perte de données)
- %S21 : Initialisation : L'initialisation remet tous les grafquets en étapes initiales.(Sur un démarrage à froid ce bit est positionné à 1 pendant le traitement préliminaire.)
- %S22 : Remise à 0 du Grafquet : Désactivation de toutes les étapes (Remis à 0 par le système en fin de traitement préliminaire)
- %S23 : Figeage du grafquet : Gel de tous les grafquets.

## KMST et le câblage automate

Le câblage de Kmst est classique, il contient 4 éléments minimums:

- Un BP ARU avec un contact NF.
- Un BP de mise sous tension NO ou de réarmement.
- Un contact d'auto maintien NO minimum.
- Un relais KMST (La tension du relais peut être quelconque.)



Objectif du KMST

Doit couper toute la partie puissance:

- La pression générale.
- Les moteurs avec un relais tripolaire de puissance par exemple (à dessiner)
- Les distributeurs.
- Les sorties automatés.

Ne doit pas couper

- L'automate.
- L'alimentation des capteurs.
- Doit le cas échéant activer des actionneurs de sécurité (freins, alarme)

*Note:* Si plusieurs sécurités sont nécessaires, comme les capteurs fins de course ou d'autres ARU autour de la machine, ils sont câblés en série avec l'ARU du schéma initiale. Ces capteurs sont en NF.



## Exemple de câblage avec des contraintes sécuritaires

1) Réaliser une série de feuille de câblage comprenant un Tsx 17 avec différentes contraintes.

Réaliser le câblage électrique dans l'ordre suivant :

- De la puissance moteur.
- De la puissance pneumatique.
- De la commande électrique.
- Des entrées et des sorties automates.

Le matériel utilisé dans la partie opérative:

- 2 vérins double effet. (Serrage et Transfert)
- 1 vérin simple effet. (Indexeur)
- 1 Moteur plateau 2 sens de marche.

### Les contraintes :

Un système de sécurité système avec BP ARU, une sécurité carter, un réarmement de remise en énergie.

En cas d'arrêt d'urgence on désire :

- Que toutes les sorties automates soient coupées.
- Que le moteur soit coupé de la puissance.
- Que l'automate soit informé de l'état du relais de sécurité.

2) Réaliser le câblage d'un Zelio correspondant au problème suivant.

Même contrainte au niveau de la sécurité, mais on désire que le vérin de serrage passe en position arrière.

3) Modifier le schéma électrique et pneumatique pour que l'énergie pneumatique soit coupée.

