



LES AUTOMATISMES

LE GEMMA



Lycée L.RASCOL 10, Rue de la République
BP 218. 81012 ALBI CEDEX

SOMMAIRE

Introduction

Concepts de base

Utilisation de la grille

Les états PZ

Energies de puissance

Mise en service d'un système

Exemples

I. INTRODUCTION

Le GEMMA, Guide d'Etude des Modes de Marches et d'arrêts, a été mis au point par des spécialistes réunis à l'ADEPA¹. C'est un "outil méthode" permettant de mieux définir les Modes de Marches et d'Arrêts d'un système industriel automatisé. Il est constitué pour l'essentiel d'un guide graphique (page suivante) qui est rempli progressivement lors de la conception du système.

On commence par recenser les "Modes" ou "Etats" de fonctionnement du système en utilisant des critères clairement définis, indépendants à la fois de la technologie de la partie commande et du type de système étudié. On établit ensuite les liaisons possibles entre ces "Modes" ou "Etats", en expliquant les conditions d'évolutions. Le document ainsi établi matérialise l'analyse détaillée des Modes de Marches et d'Arrêts du système: le GEMMA est un outil d'aide à l'analyse.

Il reste alors à en déduire le GRAFCET complété afin de déterminer la définition des spécifications de la partie commande, y compris le pupitre et les capteurs supplémentaires éventuellement nécessaires: le GEMMA est un outil d'aide à la synthèse du cahier des charges.

Enfin, ce document accompagne la vie du système: le GEMMA est un outil d'aide à la conduite de la machine, à sa maintenance ainsi qu'à son évolution.

I.1. Besoin d'un vocabulaire précis

Dans le domaine des modes de marches et d'arrêts, le vocabulaire est imprécis et parfois même contradictoire; il conduit à des incompréhensions graves. Par exemple, les termes "marche automatique, semi auto, manuelle" recouvrent des notions relatives selon son expérience et son environnement, chaque technique, chaque société et chaque individu leurs donnent des significations différentes. Par ailleurs, la liste des termes utilisés pour dénommer les Modes de Marches s'allonge sans pour autant apporter d'idée unificatrice. Par conséquent, pour que toutes les personnes concernées se comprennent, il est indispensable de définir un vocabulaire précis en le rattachant à des critères fondamentaux, indépendants du genre de l'équipement et de la technologie de réalisation.

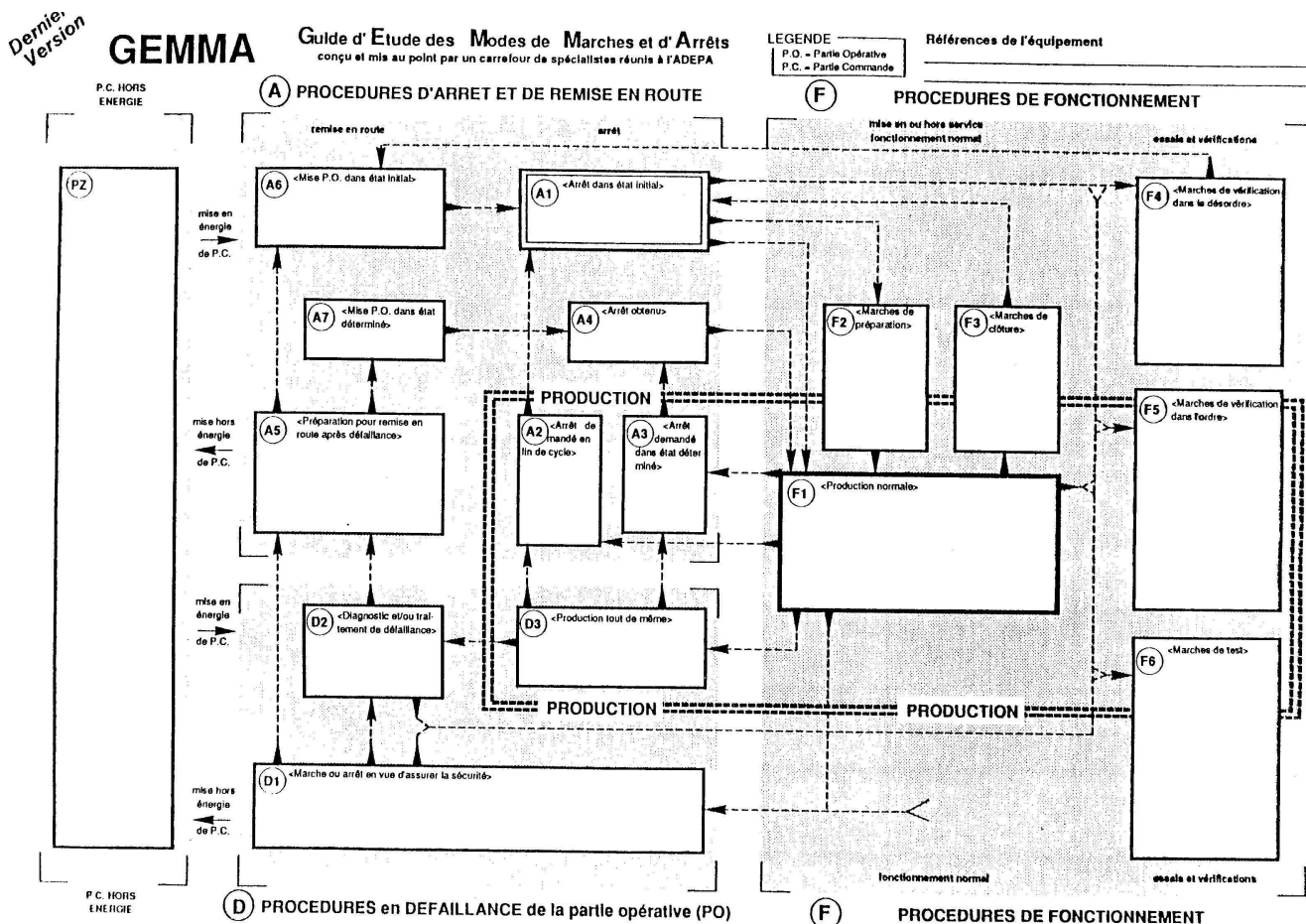
I.2. Besoin d'une approche guidée

Le plus souvent lors de l'étude d'un système automatisé, les besoins en Modes de Marches et d'Arrêts sont peu ou mal exprimés. Après réalisation du système, c'est alors aux prix de modifications et tâtonnements coûteux qu'il faut répondre à ces besoins essentiels. Le concepteur a donc besoin d'une approche guidée et systématique, du type "**CHECK-LIST**", pour prévoir dès l'étude et envisager les conséquences tant pour la partie opérative que pour la partie commande du système à réaliser. Pour les Modes de Marches et d'Arrêts, le GEMMA répond à ces besoins: c'est un outil méthode qui définit un vocabulaire précis, en proposant une approche guidée systématique pour le concepteur: le guide graphique du GEMMA fondé sur quelques concepts de bases.

I.3. La grille

Voir page suivante

¹ ADEPA : Agence pour le Développement de la Productique à l'industrie



II. CONCEPTS DE BASE

Un système automatisé de production (S.A.P) peut être décomposé symboliquement en trois parties distinctes

La partie opérative (P.O.) regroupant les mécanismes, les effecteurs, les actionneurs, les pré-actionneurs et les capteurs

La partie relation (P.R.) regroupant les commandes opérateurs et les composants de signalisation, de visualisation et de communication (réseau)

La partie commande (P.C.) regroupant tous les composants et constituants permettant le traitement des informations en provenance de la PO. et de la P.R. La PC après traitement émet des ordres destinés aux préactionneurs de la PO. et aux composants de signalisation, de visualisation et de communication de la PR.

II.1. Concept n°1

Les procédures de marches et d'arrêt ainsi que les procédures en défaillance sont vues par une partie commande (P.C.) en ordre de marche.

Tous ces modes et procédures concernent le S.A.P. c'est à dire l'ensemble partie opérative, partie relation, partie commande tels qu'ils sont vus par la partie commande en état de marche. La P.O par l'effet des procédures retenues, pourra se trouver dans une ou plusieurs des situations suivantes

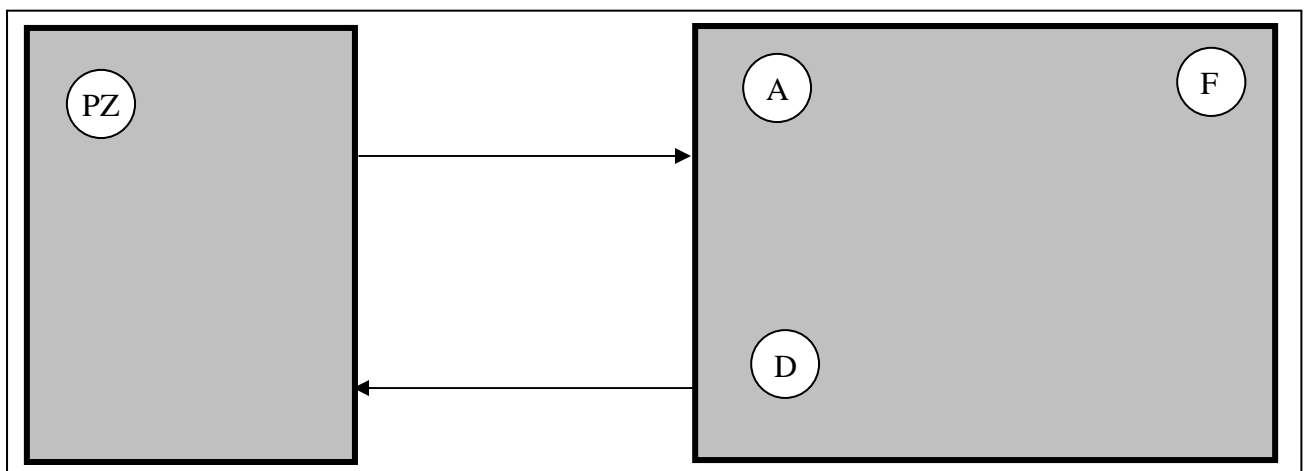
- soit hors ou en énergie,
- soit en fonctionnement normal ou ... l'arrêt,
- soit en arrêt définitif ou non après défaillance.

La grille originale du GEMMA proposée par l'ADEPA est divisée en deux zones principales

- une zone PZ correspondant à l'état inopérant de la partie commande vis à vis de la partie opérative
- une zone regroupant toutes les procédures exécutables lorsque la partie commande fonctionne normalement.

Le passage d'une zone à l'autre s'effectue par mise hors ou en énergie de la partie commande (PC.).

La mise en énergie d'une PC programmable est une chose, son état de marche en est une autre. Un A.P.I peut être en énergie sans être pour autant opérationnel c'est à dire apte à exécuter le programme. Tout en étant opérationnel, l'A.P.I peut être actif ou inactif. Il est actif (mode RUN) si la lecture cyclique du programme et le traitement des instructions sont en cours, l'unité centrale étant en service. Il est inactif si le processeur de l'unité centrale est arrêté (mode STOP). Les procédures de contrôle internes prévues par le constructeur bloqueront le processeur si une anomalie est détectée. Dans cette optique, le contenu de la zone PZ ainsi que les conditions d'évolution doivent être reconsidérés.



II.2. Concept n°2

Un système automatisé est conçu fondamentalement pour produire une certaine valeur ajoutée.

C'est la justification principale de la construction du système. Cette production peut être variée: modification des produits, contrôle, manutention, l'expérience montre que l'on peut toujours la caractériser pour un système donné de façon unique et précise. Ce sera le premier critère:

On dira que le système est en production si la valeur ajoutée pour laquelle le système a été conçu est obtenue, on dira que le système est hors production dans le cas contraire.

II.3. Concept n°3

On peut classer en trois grandes familles les modes de Marches et d'Arrêts d'un système automatisé.

FAMILLE F.

On groupe dans cette famille les modes ou états qui sont indispensables à l'obtention de la valeur ajoutée, ou, autrement dit, tous ceux sans lesquels on ne sait pas techniquement ou fonctionnellement obtenir la valeur ajoutée pour laquelle la machine est prévue. Ces modes sont regroupés dans le guide graphique dans la zone F " **Procédures de Fonctionnement**"

Notons que l'on ne produit pas forcément dans tous les modes de cette famille: ils peuvent être préparatoire à la production, ou servir aux réglages ou aux tests, ils n'en demeurent pas moins indispensables. On ne sait pas faire du moulage en coquille sans préchauffer le moule.

FAMILLE A.

Une machine automatique fonctionne rarement 24H/24: il est nécessaire de l'arrêter de temps à autres, pour des raisons extérieures au système, tout simplement parce que la journée est finie par exemple.

L'expérience montre qu'il est souvent délicat de concevoir les équipements automatiques pour qu'ils arrêtent correctement le processus qu'ils contrôlent.

On classera dans cette famille tous les modes conduisant à un état d'arrêt du système pour des raisons extérieures. Ils sont regroupés dans la zone A " **Procédures d'Arrêt**" du guide graphique.

FAMILLE D

Il est rare qu'un système automatisé fonctionne sans incidents pendant toute sa vie: il est indispensable de prévoir les défaillances.

On regroupera dans cette famille tous les modes conduisant à un état d'arrêt du système pour des raisons intérieures au système, autrement dit, à cause de défaillance de la partie opérative. Ces modes sont représentés dans la zone D " **Procédures de Défaillance**" du guide graphique.

II.4. Les rectangles états

Sur le guide graphique GEMMA chaque mode de marche ou d'arrêt désiré peut être décrit dans l'un des "rectangles états" prévus à cette fin.

La position d'un rectangle état sur le guide défini:

- son appartenance à l'une des 3 familles
- le fait qu'il soit "EN" ou "HORS" production.

Le rectangle état porte une désignation de marche ou d'arrêt utilisant un vocabulaire ne pouvant prêter à confusion. C'est à dessein qu'ont été écartées, pour ces dénominations générales, les expressions communément utilisées pour dénommer les modes de marches ou d'arrêts.

Par contre, ces expressions pourront être employées dans le "langage machine", précisant dans le cadre des rectangles états les modes de marches et d'arrêts choisis pour une machine déterminée.

Le guide du GEMMA porte des rectangles états dans lesquels seront exprimés les différents états de marches et d'arrêts pris par la machine étudiée. En pratique pour une machine donnée, on ne choisira parmi les états proposés par le guide que ceux qui sont nécessaires, et on précisera le nom de chacun des états retenus, à l'intérieur du rectangle état correspondant.

Le rectangle état représentant un mode de fonctionnement, on ne peut, à tout instant n'être que dans un seul rectangle état. Le GEMMA est conçu pour une PC UNIQUE pilotant une PO UNIQUE, il y a unicité du mode.

II.5. signification des rectangles états de la zone "procédures de fonctionnement, Famille F**F1 « production normale »**

Dans cet état, la machine produit ce pour lequel elle a été conçue. C'est à ce titre que le rectangle état a un cadre particulièrement renforcé. On fait correspondre cet état un GRAFCET que l'on appelle GRAFCET de production normale. L'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: préchauffage de l'outillage, remplissage de la machine, 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 fonction permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine, sans respecter le cycle.

F5 « marche de vérification dans l'ordre »

Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme voulu par la personne effectuant la vérification, la machine pouvant produire ou ne pas produire

F6 « marche de test »

Les machines de contrôle, de tri, comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement: la marche de test permet ces opérations.

II.6. Les états A situés dans la zone "Procédures d'arrêt de la PO" correspondent à des arrêts normaux ou à des marches conduisant à des arrêts normaux

A1 « arrêt dans l'état initial »

C'est l'état repos de la machine. Il correspond en général à la situation initiale du GRAFCET de production. Ce rectangle état est entouré d'un double carré. Pour une étude plus facile de l'automatisme, il est recommandé de représenter la machine dans cet état initial.

A2 « arrêt demandé en fin de cycle »

Lorsque l'arrêt est demandé, la machine produit jusqu'à la fin du cycle. A2 est donc un état transitoire vers l'état A1.

A3 « arrêt demandé dans un 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 l'état A4.

A4 « arrêt obtenu »

La machine est arrêtée dans une autre position que la fin de cycle.

A5 « Préparation pour remise en route après défaillance »

C'est dans cet état que l'on possède à toutes les opérations nécessaires à une remise en route après défaillance (dégagements, nettoyage, etc ...)

A6 « mise PO dans état initial »

La machine étant en A6, on remet la PO, manuellement ou automatiquement, dans une position pour un redémarrage dans l'état initial.

A7 « mise PO dans état déterminé »

La machine étant en A7, on remet la PO en position pour un redémarrage autre que l'état initial.

II.7. Les états D sont ceux situés dans la zone "procédures en défaillance" de la PO

D1 « marche ou arrêt en vue d'assurer la sécurité »

C'est l'état pris lors d'une sécurité, ou l'on prévoit non seulement les arrêts, mais aussi les cycles de dégagements, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance.

D2 « diagnostic et/ou traitement de défaillance »

C'est dans cet état que la machine peut être examinée après défaillance et qu'il peut être apporté un traitement permettant la défaillance.

D3 « production tout de même »

Il est parfois nécessaire de continuer la production même après défaillance de la machine, on aura alors une "production dégradée" ou "production forcée", ou une production aidée par des opérateurs non prévus en production normale.

III. UTILISATION DE LA GRILLE

Le GRAFCET et le GEMMA sont deux outils méthodologique pour le cahier des charges des automatismes séquentiels. Le GEMMA est non seulement une méthode systématique pour sélectionner les Modes de Marches et d'Arrêts lors de la conception d'une machine, mais aussi un moyen pratique

pour les représenter et les exploiter. En mettant en œuvre le GEMMA dans l'étude, les Modes de Marches et d'Arrêts sont prévus dès la conception et intégrés dans la réalisation.

L'étude du GEMMA complétée par les procédures de sécurités doit être ébauchée la plus tôt possible afin que le choix des composants de la PO et de la PR ne soit pas remis en cause au moment de la réalisation. On peut envisager une organisation du type ci-dessous.

- * étude du processus
- * partition des tâches fonctionnelles
- * Grafcet système
 - grafcet des tâches opératives
 - grafcet de coordination des tâches
- * étude du GEMMA et des procédures de sécurités
- * définition de la technologie des préactionneurs et actionneurs
- * Grafcet GLOBAL
 - grafcet de sécurité
 - grafcet de conduite machine
 - grafcet de production normale
- * logiciel d'application

III.1. La grille

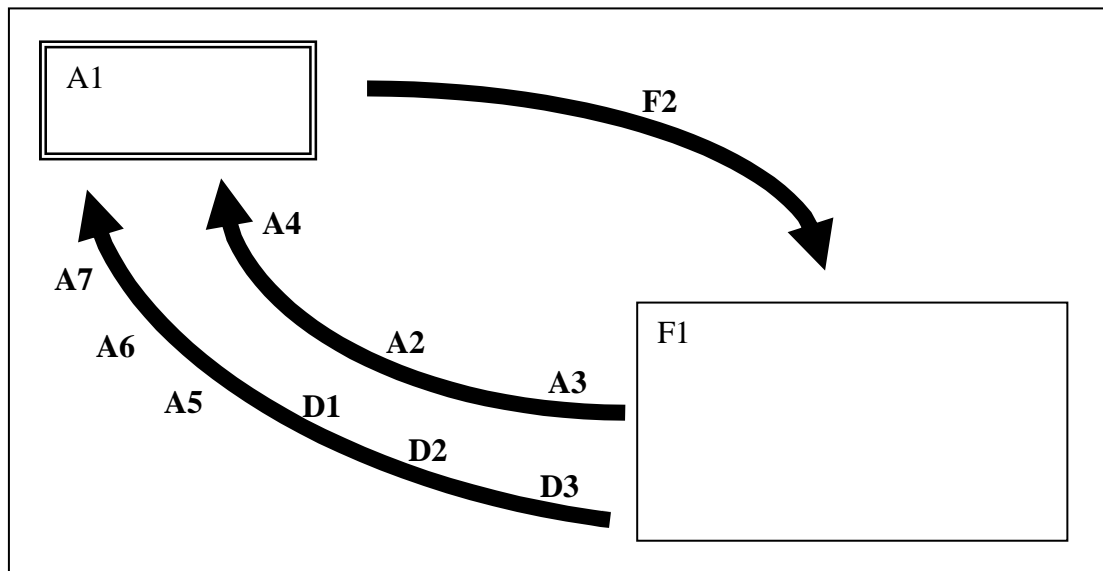
L'observation de la grille nous amène à remarquer particulièrement 2 rectangles états différents des autres :

Production normale [F1].

C'est le mode automatique, c'est à dire le mode de fonctionnement principal du système. Le détail de ce mode est défini par un grafcet ne prenant en compte dans la description ni la façon de démarrer ni celle de s'arrêter, c'est la version appelée "GRAFCECT de base". Le mode F1 est celui dans lequel nous chercherons le plus à rester.

Arrêt dans état initial [A1].

C'est le deuxième mode stratégique d'une application. Arrêt, prêt à redémarrer pour produire. Les principaux déplacements consisteront à passer de A1 vers F1 et de F1 vers A1. Pour aller d'un mode à l'autre plusieurs chemins sont possibles. Tous forment des boucles.



La mise en œuvre des différentes boucles implique deux éléments:

Sélection des rectangles états de la boucle.

- si le mode proposé est retenu, il sera précisé en langage machine dans le rectangle état retenu.
- si le mode proposé n'est pas nécessaire, une croix sera portée dans le rectangle état.

Evolution d'un état à l'autre.

On peut passer d'un état à l'autre de deux manières:

- avec une condition d'évolution: elle est portée sur la liaison orientée entre états (bouton du pupitre ou capteur machine)
- sans condition explicite: l'écriture d'une condition n'apporterait aucune information utile dans certaines évolutions.

Avec les conditions provenant de l'opérateur apparaissent les besoins en boutons au pupitre. Aux conditions ne provenant pas de l'opérateur doivent correspondre des capteurs sur la machine (sécurité, défaut ...).

III.2. Boucles Marche / Arrêt

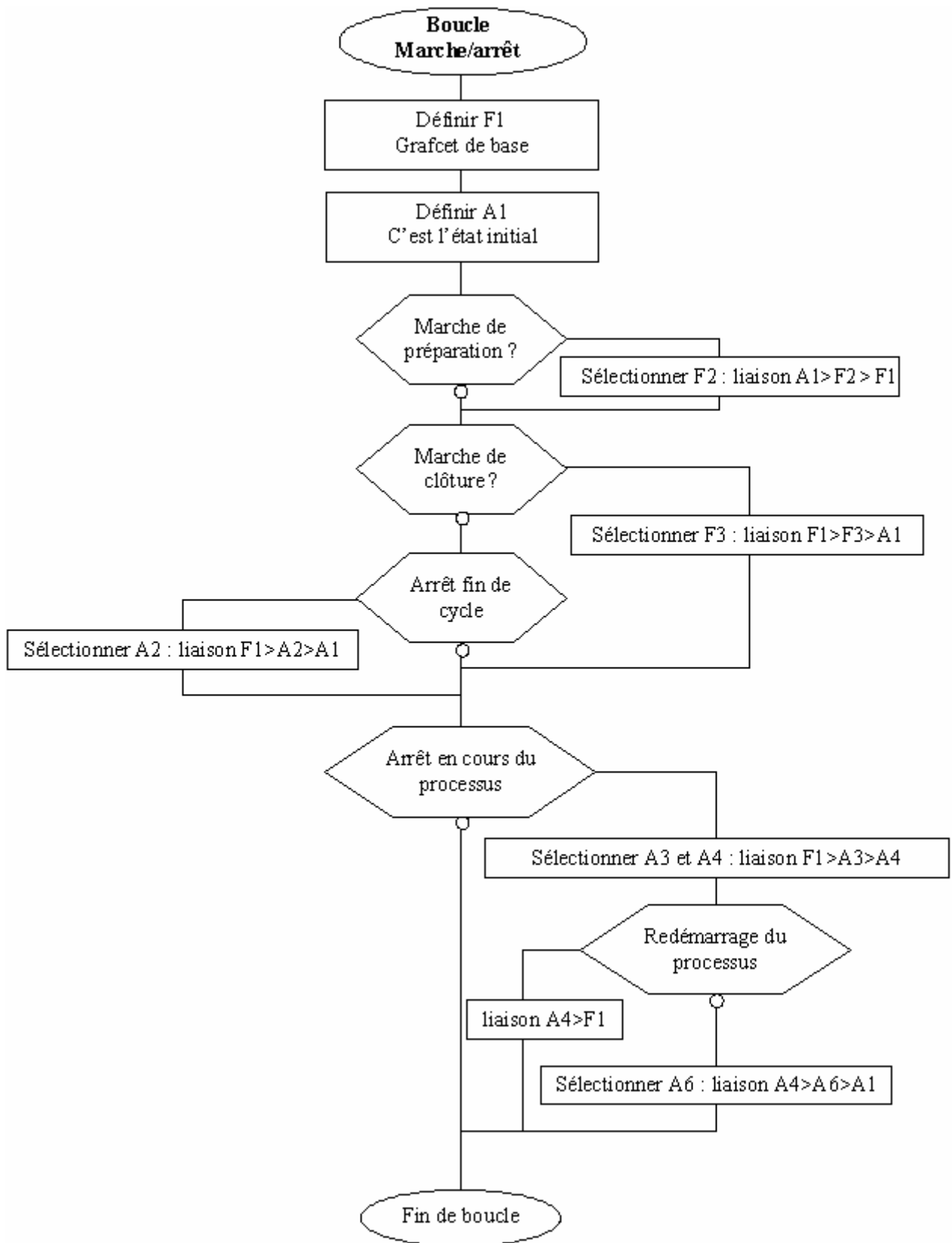
L'organigramme guide pour la conception de la boucle marche/arrêt. Il existe beaucoup de variante possible, d'autant plus qu'il est possible de créer à ce niveau d'autres modes ou liaisons à condition de respecter les concept de base du GEMMA.

Lors de la construction de la boucle marche/arrêt le système est supposé initialisé, c'est le rôle du mode A6 "mise PO dans état initial". A la mise sous tension de la PC on atteindra souvent ce mode.

Une coupure d'énergie ou une défaillance de la PC amène à quitter la partie production, quelque soit le mode en cours, pour se retrouver dans la zone hors énergie de gauche.

Au retour de l'énergie, on quittera cette zone pour un mode d'arrêt ou de défaillance pour;

- D2 si c'est une panne de la PC qui est la cause de l'arrêt
- A5 si une préparation est nécessaire
- A7 si on redémarre dans un état déterminé
- A6 si le redémarrage se fait en position initiale.



III.3. Boucles de défaillance

La norme EN60204 distingue trois catégories d'arrêts :

Catégorie 0 :

L'arrêt est obtenu par suppression immédiate de l'énergie de puissance sur les actionneurs (arrêt non contrôlé).

Catégorie 1 :

L'arrêt est contrôlé en maintenant l'énergie de puissance sur les actionneurs pour obtenir l'arrêt des actionneurs, ensuite les actionneurs sont mis hors énergie de puissance lorsque l'arrêt est effectué.

Catégorie 2 :

L'arrêt est effectué en maintenant l'énergie de puissance sur les actionneurs.

L'article §9.2.5.4 de la norme EN 60204 apporte les précisions suivantes

Le choix de la catégorie doit être déterminé en fonction de l'évaluation du risque entraîné par le S.A.P.

Si un arrêt est du à l'action sur un bouton d'arrêt d'urgence, il doit être réalisé avec des composants électromécaniques câblés ou dépendre d'une logique électronique (matériel, logiciel, transmission par un réseau) spécifique sécurité.

En effet certains API sont actuellement considérés par les normes comme capables d'assurer la sécurité liée à une demande d'arrêt d'urgence (CPU xxxF de Siemens).

L'arrêt de la production peut aussi être du à une défaillance, trois niveaux de défaillance, liés aux types d'arrêts provoqués, peuvent être distingués.

NIVEAU 0 :

Met en cause la sécurité de l'homme et de la machine, doit être traité suivant le mode « catégorie 0 » ou « catégorie 1 ». La reprise après un arrêt de ce type passe par l'opérateur en mode manuel.

NIVEAU 1 :

La défaillance qui arrête la production $F1 > D2$. Sans urgence, qui après traitement permet le redémarrage.

NIVEAU 2 :

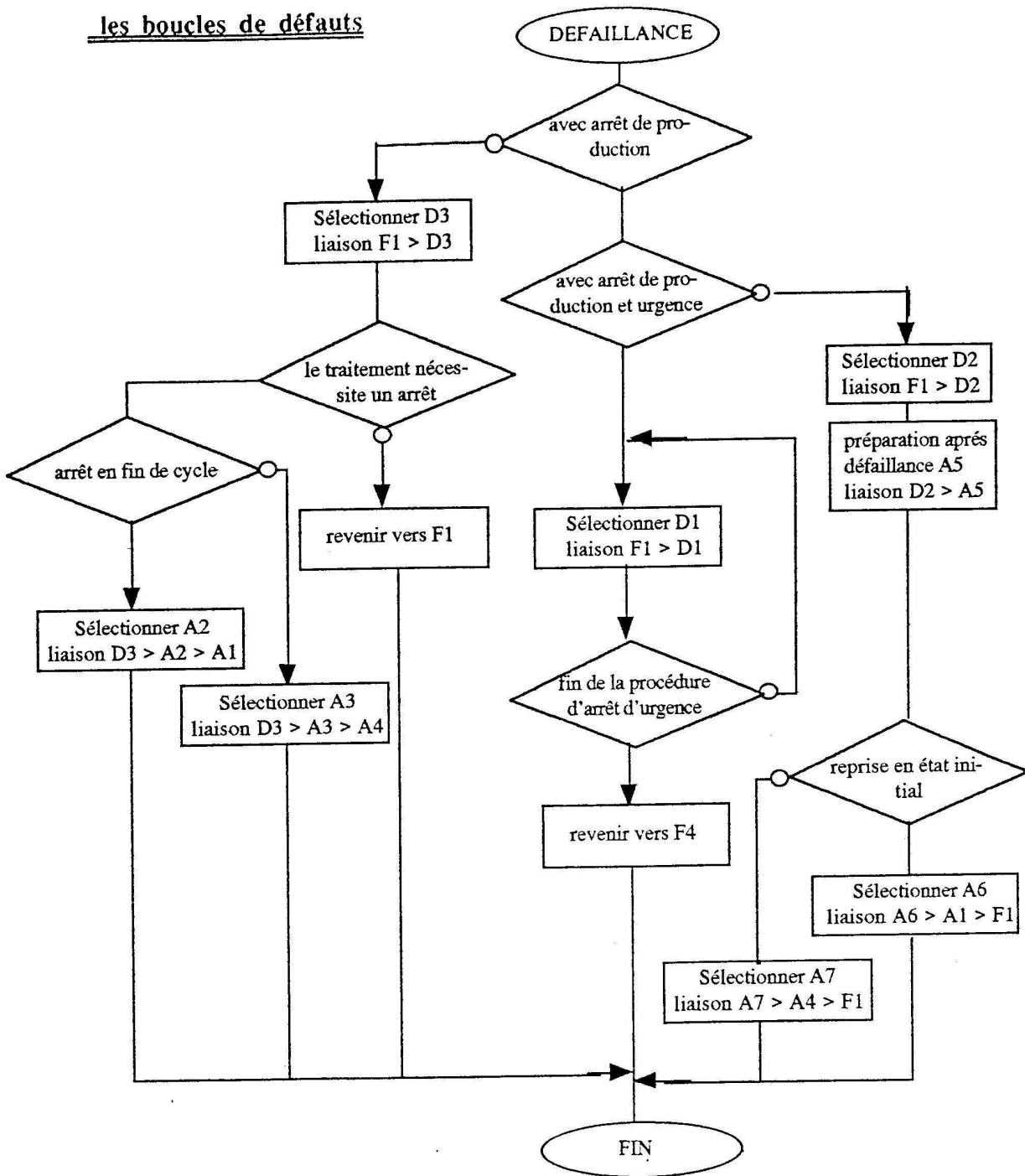
La défaillance qui n'arrête pas la production, qui la ralenti seulement ou en diminue la qualité (marche dégradée) $F1 > D3$. L'arrêt de la production n'est pas du à la défaillance directement mais à son traitement.

REMARQUES:

Plus la boucle s'éloigne de la case F1, plus l'arrêt est « sérieux », donc plus la remise en route est longue. Il est possible de créer de nouvelles cases si beaucoup de défaillances sont identifiées et ne peuvent se regrouper.

Le GEMMA prévoit l'action d'une défaillance mais incite aussi à travailler le retour à la production d'ou l'intérêt de raisonner par boucle.

les boucles de défauts



III.4. Les autres boucles

Après les boucles principales de marche/arrêt et de défaillances ; il reste les modes auxiliaires qui généralement ne permettent pas la production. Le mode de vérification imposent donc un arrêt de production et interdisent un retour en F1 sans un passage à l'état initial.

F4 : Marches de vérification dans le désordre :

C'est ce que l'on appelle couramment le mode MANUEL. La boucle de base est du type ci-dessous



F5 : Marche de vérification dans l'ordre :

C'est le mode pas à pas classique

F6 : Marche de test :

C'est une variante de la marche de production normale qui a pour but de tester un composant de la production.

Dans un premier temps, il est possible d'envisager tous les modes, mais il est bien évident qu'en accord avec *l'utilisateur*, on ne retiendra que ceux qui représentent un réel intérêt, le rapport possibilités/prix de revient doit être pris en compte.

L'unicité de mode du GEMMA impose qu'une partie commande ne peut être que dans un seul mode à la fois. Dans le cas d'une installation à plusieurs sous ensemble, on peut définir un GEMMA par sous ensemble, le fonctionnement global de l'installation étant représenté par un autre GEMMA de niveau hiérarchique supérieur.

Extraits des directives machines U.E successives 89/392 - 91/368 - 89/655**92-767, art. 1.2.3; 93-40, art. R. 233-18 : Mise en marche**

La mise en marche d'une machine ne doit pouvoir être obtenue que par l'action (volontaire) d'un opérateur sur un organe de service prévu à cet effet, sauf si cette mise en marche, obtenue autrement, ne présente aucun risque pour les opérateurs concernés. Il en est de même pour la remise En marche après arrêt, quelle qu'en soit l'origine.

92-767, art. 1.2.4; 93-40, art. R. 233-27 et R. 233-28 Dispositif d'arrêt**93-40, art. R. 233-27 Arrêt normal**

Chaque poste de travail ou partie d'équipement de travail doit être munie d'un organe de service permettant d'arrêter, en fonction des risques existants, soit tout l'équipement de travail, soit une partie seulement, de manière que l'opérateur soit en situation de sécurité. L'ordre d'arrêt doit avoir priorité sur les ordres de mise en marche. L'arrêt de la machine ou de ses éléments dangereux étant obtenu, l'alimentation en énergie des actionneurs concernés doit être interrompue.

93-40, art. R. 233-28 Arrêt d'urgence

Chaque machine doit être munie d'un ou de plusieurs dispositifs d'arrêt d'urgence clairement identifiables, accessibles et en nombre suffisant, permettant d'éviter des situations dangereuses risquant ou entraînant de se produire.

92-767, art. 1.2.4

Le dispositif doit provoquer l'arrêt du processus dangereux en un temps aussi réduit que possible sans créer de risques supplémentaires et éventuellement déclencher ou permettre de déclencher certains mouvements de sauvegarde. Lorsque, après avoir déclenché un ordre d'arrêt, on cesse d'actionner l'organe de service commandant l'arrêt d'urgence, cet ordre doit être maintenu par un blocage du dispositif d'arrêt d'urgence jusqu'à son déblocage volontaire. Le déblocage du dispositif d'arrêt ne doit pouvoir être obtenu que par une manœuvre appropriée et ce déblocage ne doit pas remettre la machine en marche, mais seulement autoriser un redémarrage.

92-767, art. 1.2.5 Sélecteur de mode de marche

Le mode de marche sélectionné doit avoir priorité sur tous les autres systèmes de commande, à l'exception de l'arrêt d'urgence. Si la machine a été conçue et construite pour permettre son utilisation selon plusieurs modes de commande ou de fonctionnement présentant des niveaux de sécurité, différents, tels que les modes de fonctionnement permettant le réglage, l'entretien, l'inspection, elle doit être munie d'un sélecteur de mode de marche verrouillable dans chaque position. Chaque position du sélecteur ne doit correspondre qu'à un seul mode de commande ou de fonctionnement

92-767, art. 1.2.6 : Défaillance de l'alimentation en énergie

L'interruption, le rétablissement après une interruption, ou la variation de l'alimentation en énergie de la machine, quelque en soit le sens, ne doivent pas créer de situations dangereuses. En particulier, il

ne doit y avoir ni mise en marche intempestive, ni empêchement de l'arrêt si un ordre en a déjà été donné, demandé, ni chute ou éjection d'un élément mobile de la machine ou d'une pièce tenue par celle-ci, ni empêchement de l'arrêt automatique ou manuel des éléments mobiles quels qu'ils soient, ni interruption de l'efficacité des dispositifs de protection.

92-767, art. 1.2.7: Défaillance du circuit de commande

Un défaut affectant la logique du circuit~ de commande, ou une défaillance ou une détérioration du circuit de commande, ne doit pas créer de situation dangereuse.

Les recommandations sont les mêmes qu'a l'article 1.2~6.

92-767, art. 1.2.8 Logiciels

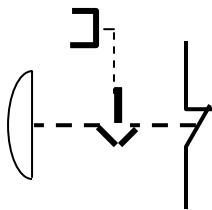
Les Logiciels de dialogue entre l'opérateur et le système de commande ou de contrôle d'une machine doivent être conçus de façon conviviale.

L'arrêt d'urgence d'après la norme NF EN 418

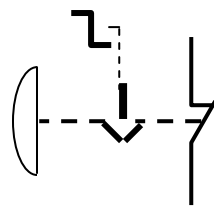
Sa fonction le destine à parer ou à atténuer les risques découlant de l'apparition de phénomènes dangereux pouvant porter atteinte à des personnes, à la machine ou aux opérations de fabrication en cours. L'arrêt d'urgence est déclenché par une action humaine unique si l'arrêt normal ne peut être obtenu. Les risques envisagés peuvent résulter d'anomalies dans le fonctionnement dues, par exemple, à des dysfonctionnements, à une modification de la qualité des produits, à des erreurs humaines, etc .

Suivant norme NF C 03-103

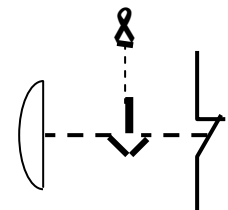
déverrouillage en tirant



déverrouillage en tournant

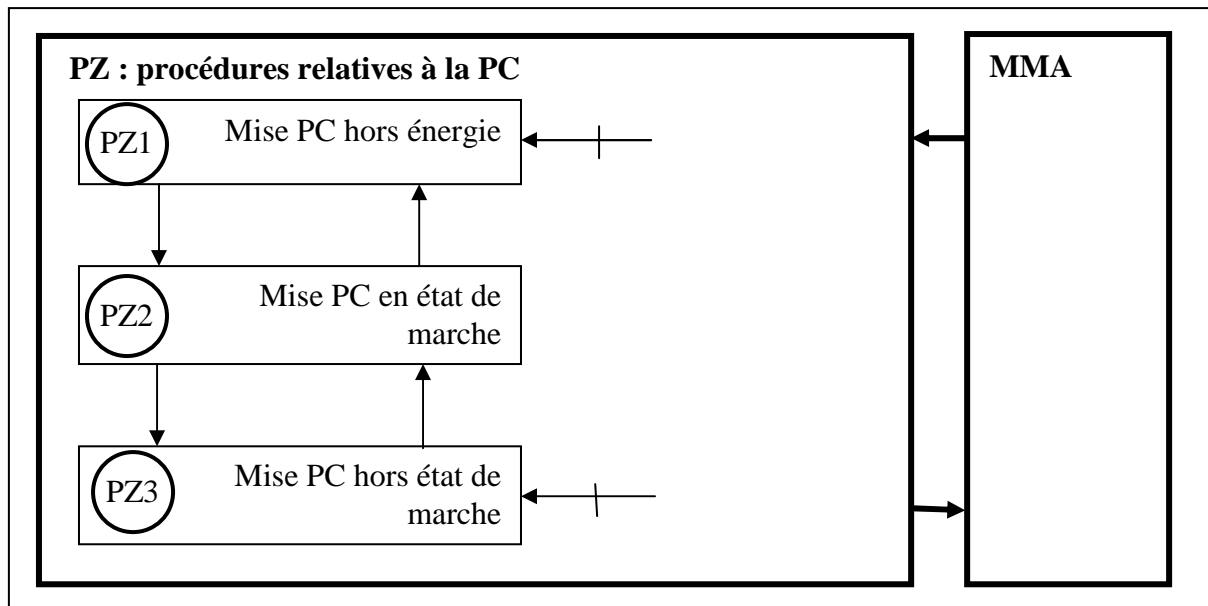


déverrouillage par clé



IV. LES ETATS PZ

Nous étudierons le cas général d'une PC réalisée avec un Automate Programmable Industriel:



IV.1. PZ1 : mise PC hors énergie

Volontairement par coupure de la liaison avec le réseau d'alimentation toujours en énergie. La coupure est obtenue :

- soit par la manoeuvre d'un sectionneur,
- soit la mise au repos d'un contacteur intermédiaire autoalimenté ou non.

La mise hors énergie volontaire est absolument déconseillée lorsque le système se trouve dans la zone production

Accidentellement par coupure du réseau d'alimentation (EDF ou interne à la société)

S'il s'agit d'une microcoupure, la durée de la mise hors énergie peut alors être prise en compte dans l'état PZ2.

Dans l'état PZ1, il faut indiquer quelles sont les procédures souhaitées concernant la partie opérative, par exemple

- la mise hors énergie électrique de la P.O. Si celle-ci n'est pas liée à la mise hors énergie de la P.C.
- l'arrêt sur place ou la terminaison des mouvements en cours,
- le blocage mécanique des charges suspendues, etc.

IV.2. PZ2 : mise PC en état de marche

La partie commande est en énergie ainsi que la partie relation. La mise en énergie de la P.R. a été faite en même temps que celle de la PC., la P.R. étant branchée sur la même source que la PC., ou alors de façon totalement indépendante. De toutes manières, **il faut que la P.R. soit en service avant ou dès que la P.C. est alimentée**. L'état du S.A.P. est ainsi connu par l'intermédiaire des voyants de signalisation et des écrans des terminaux de dialogue. Ceci est important pour la surveillance permanente du système.

En ce qui concerne les A.P I., une procédure interne de test est lancée automatiquement dès la mise en énergie. Il s'agit des autotests : autodiagnostic et autocontrôle. Sont habituellement vérifiés

- la concordance de la configuration réelle avec la configuration en mémoire,
- les défauts sur les cartes d'entrées-sorties,
- la présence ou le changement de la cartouche mémoire du programme d'application,
- la bonne exécution du programme en mémoire,
- l'état de la batterie ou de la pile de sauvegarde de la mémoire RAM,
- les débordements surveillés par le chien de garde,
- etc.

Si à la fin du contrôle, le résultat de ces tests est positif, la P.C. est activée automatiquement (mode RUN) sinon elle reste inactive (mode STOP)

Lorsque l'API est en mode RUN la PC est ACTIVE. En mode STOP la PC est dite INACTIVE

La condition "PC active" est nécessaire pour passer de la zone PZ à la zone modes de marches et d'arrêt. Le programme de démarrage qui à pour but d'imposer une situation particulières aux grafjets et aux sorties pré actionneurs devra être exécuté dès la mise en RUN.

IV.3. PZ3 : mise PC hors état de marche

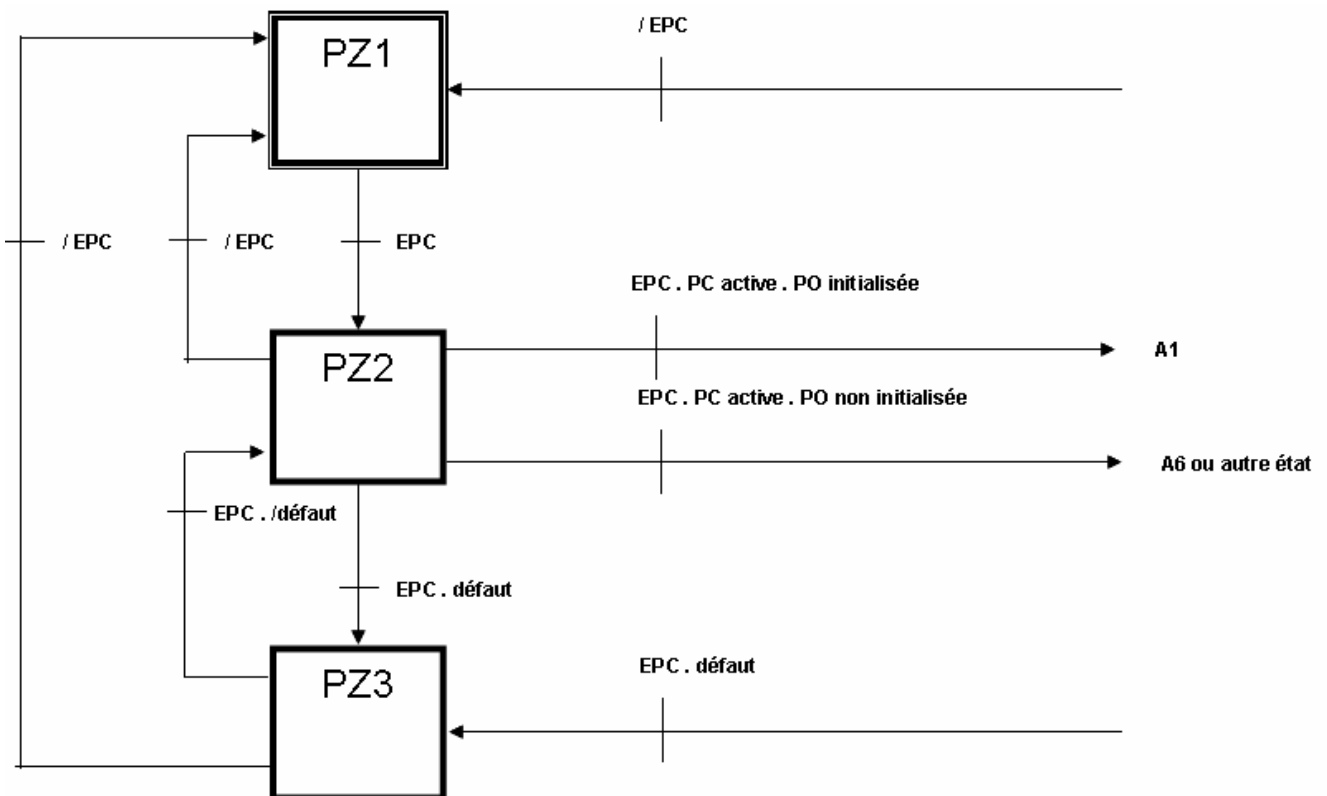
Dans cet état la PC est en énergie mais n'est pas opérationnelle (mode STOP). On peut soit :

Passer en PZ1 par coupure d'énergie

Passer en PZ2 si il y a les moyens du supprimer les défauts

Les visualisations en face avant de l'UC de l'API renseignent sur le type de défauts, mémoire, entrées-sorties, chien de garde, etc.

Boucle de mise en ou hors état de marche de la PC



V. ENERGIES DE PUISSANCE

La majorité des systèmes automatisés sont actuellement basés sur un mixage d'énergie électrique et pneumatique. La distinction entre énergie de puissance et énergie de commande se fait arbitrairement par les valeurs de tensions ou de pressions utilisées.

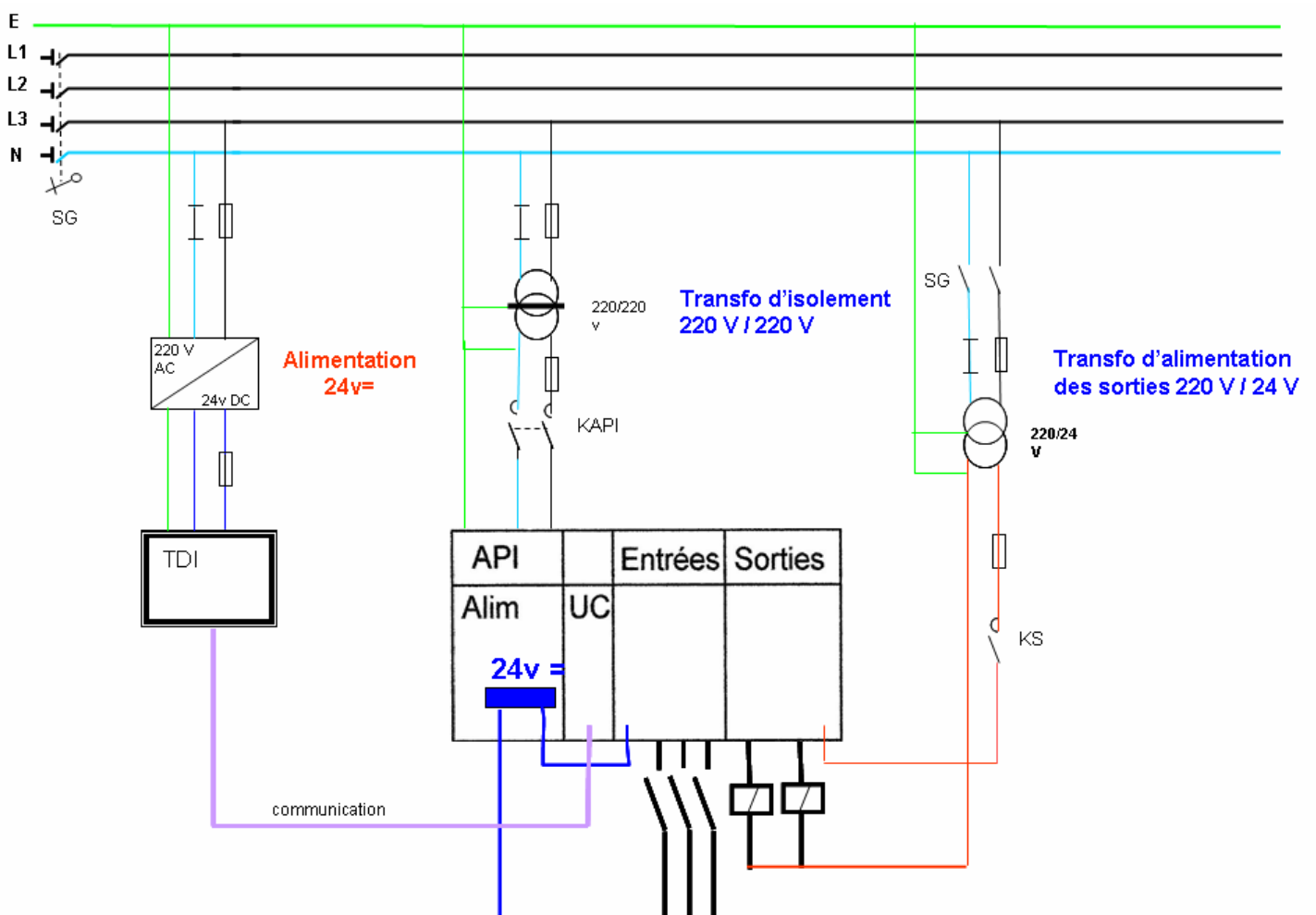
Les principales énergies de puissances utilisées sont:

- Électrique, 220/240 monophasé et 380/400 triphasé
- Pneumatique, valeur industrielle entre 5 et 8 bars
- Hydraulique, pression de 25 à 250 bars, plus dans les systèmes de presse

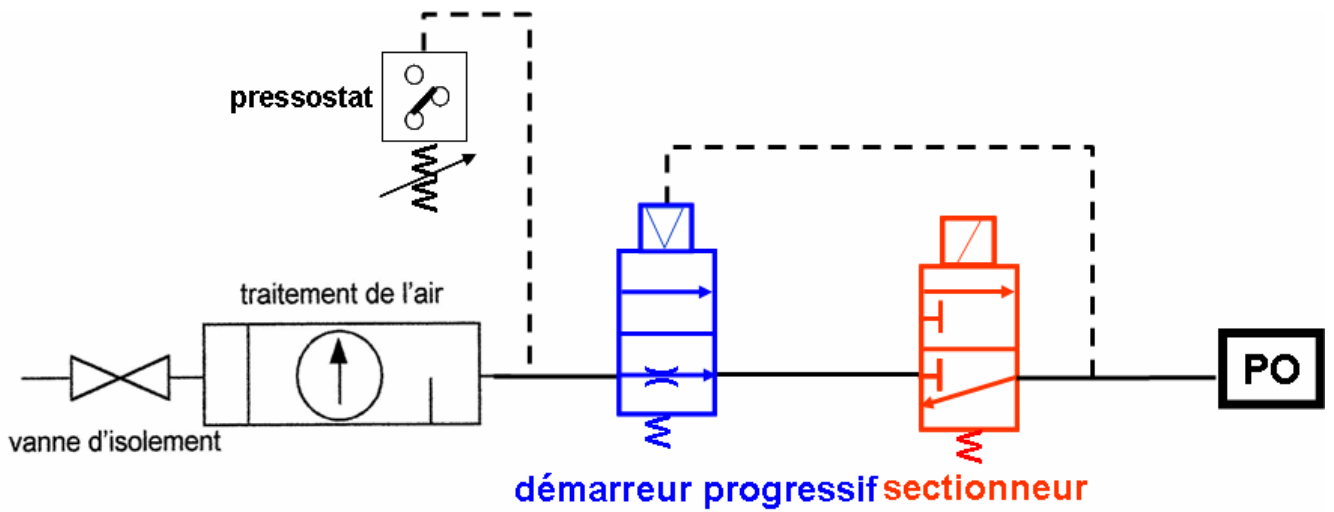
Essentiellement électrique, les tensions utilisées en commande vont de 5V à 48V, continu ou alternatif. Généralement on utilise le 24V alternatif pour la partie électromécanique des pré actionneurs et pour le circuit câblé de mise en service du système

Le 24V continu, généralement fourni par l'API, servira à l'alimentation des entrées via les capteurs

V.1. Schéma générique d'une alimentation électrique

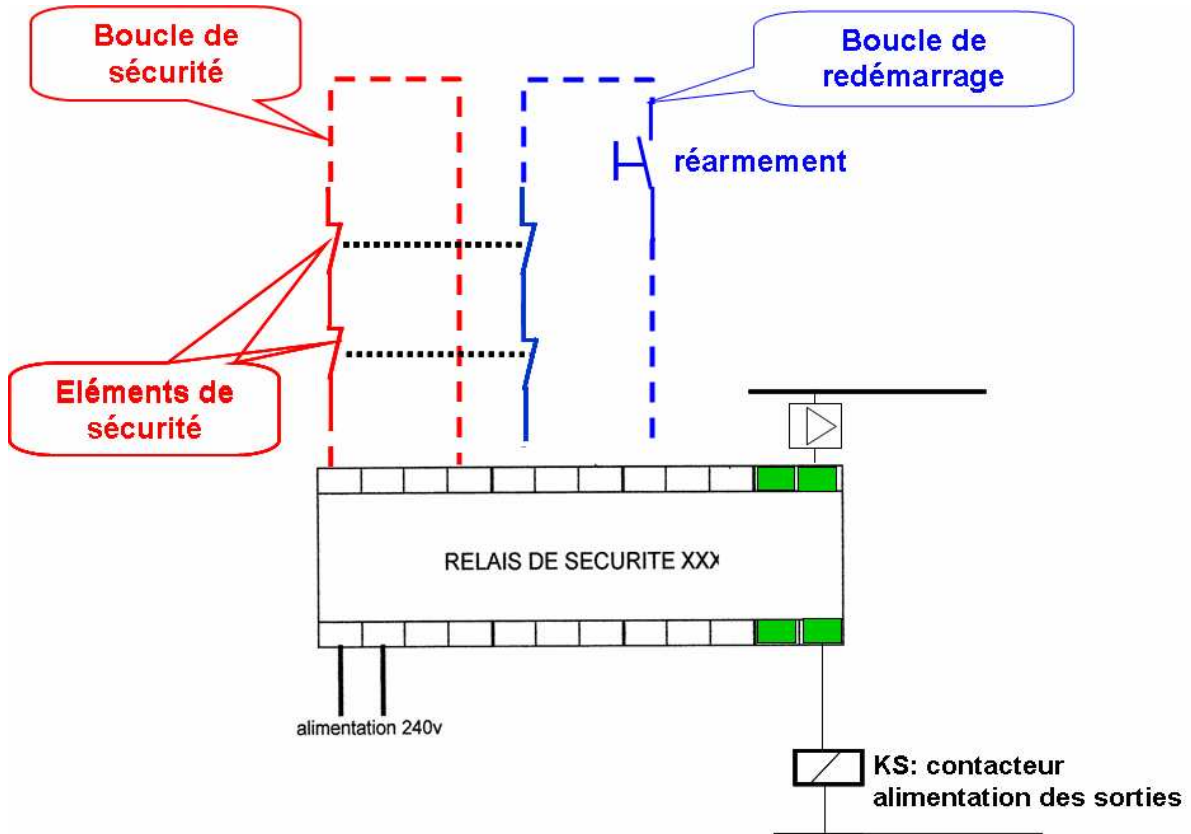


V.2. Schéma générique d'une alimentation pneumatique



V.3. Élément de sécurité pour coupures d'énergies

L'automate programmable ordinaire ne pouvant être utilisé comme organe de sécurité, la norme impose les sécurités câblées. L'utilisation de module de sécurité se généralise dans les systèmes automatisés. Chargés de la surveillance de tous les éléments de sécurité (capteurs de surcourse, énergie, arrêt d'urgence,) il interrompt tout fonctionnement et oblige à un réarmement manuel.

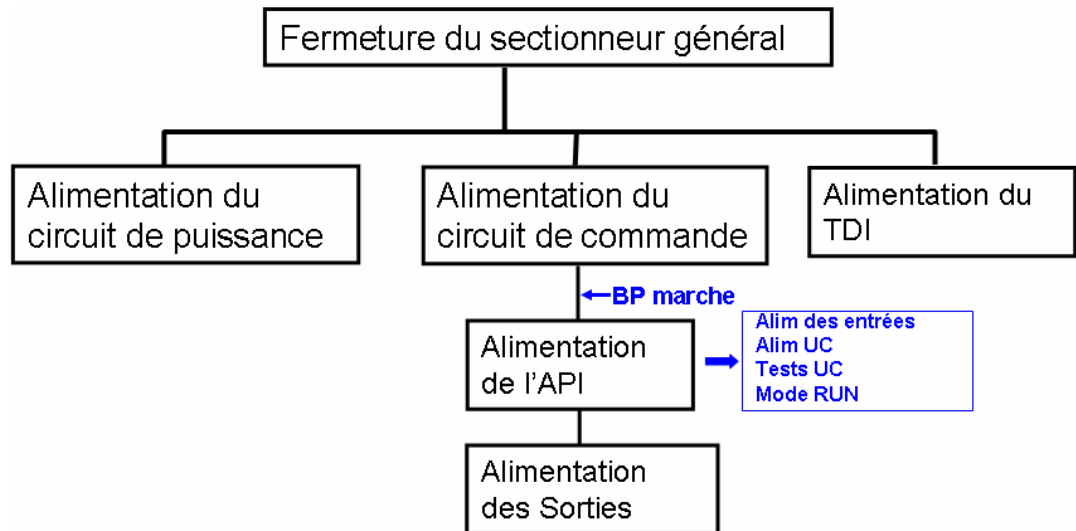


VI. MISE EN SERVICE D'UN SYSTEME

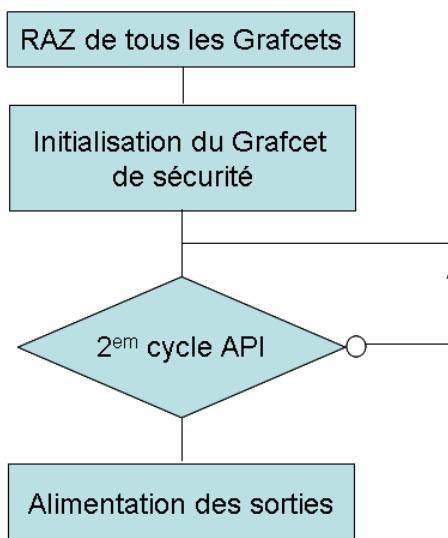
La mise en énergie d'un système automatisé piloté par un automate programmable doit se faire en respectant un ordre chronologique, symbolisé par le diagramme et les schémas de principe suivant (voir pages annexes).

L'application logicielle est elle aussi soumise à un minimum de méthodologie au moment de la mise sous tension. L'organigramme ci-dessous indique le principe de la partie logicielle gérant la mise sous tension.

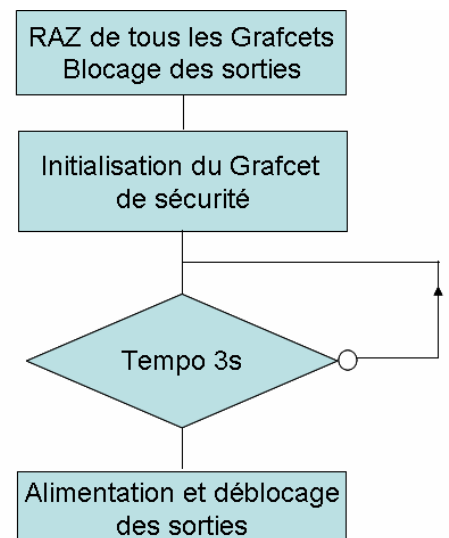
Le matériel



Le logiciel



Alimentation des entrées par alimentation dédiée



Alimentation des entrées par alimentation intégrée à l'Unité Centrale de l'Automate

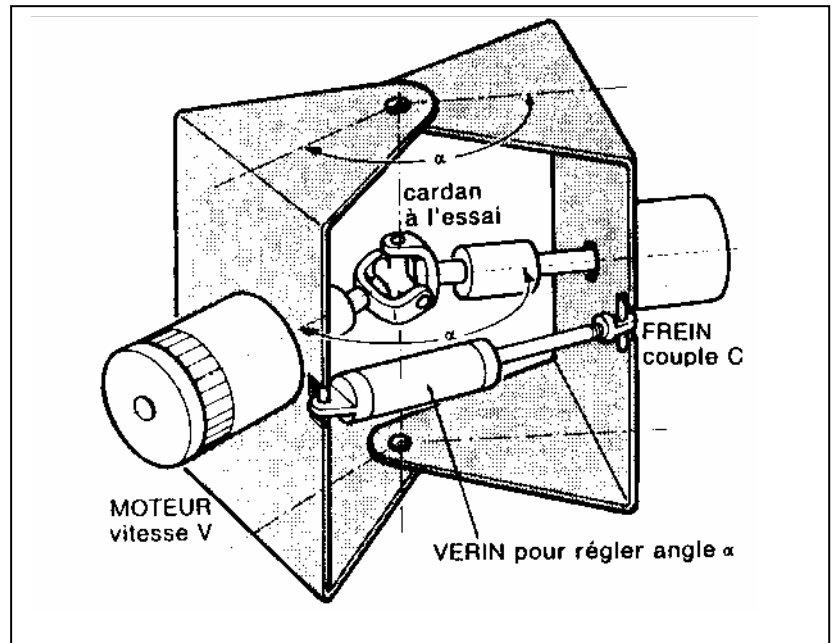
VII.EXEMPLES

VII.1. tests de cardans

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 3 facteurs ainsi maîtrisés pour tester la transmission cardan sont donc :

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



Très longs, les essais tournent 24 h sur 24 selon un programme enregistré sur bande magnétique, 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, ... Périodiquement, le programme demande une dépose et un contrôle de la transmission avant d'autoriser la poursuite des essais.

Utilisation du GEMMA

En mode production, la machine met en oeuvre le programme enregistré. Le passage en production se fait à partir de l'état initial par :

- La frappe du mot "exécution" au clavier, à ce moment là il y a une mise à l'heure à faire avant le départ de l'essai. Puis, le sélecteur étant sur le mode "auto", l'action sur le bouton poussoir "marche". A tout moment l'arrêt de la machine peut être obtenu par l'action sur le BP "arrêt" ou le passage en mode "manu". Le mode auto et l'action sur BP marche relance le système en production.

Un signal "fin d'essai" provoque l'arrêt, la cassette est terminée.

Lorsque le programme demande la dépose et le contrôle de la transmission, un signal "fin de série essai" provoque l'arrêt. Après contrôle et remontage l'action sur BP marche relance la machine.

Si la machine s'écarte de plus de 10% des valeurs de consignes de V , C ou α , le système se met en défaillance sans arrêter les essais, les défauts et l'heure sont affichés. Lorsque l'opérateur survient, il peut alors :

- soit arrêter la machine
- soit acquitter, et dans ce cas la machine revient en production normale

l'AU ou le dépassement des valeurs maximum de V et C provoque la coupure d'énergie. Affichage de la cause d'arrêt. L'action sur BP arrêt provoque la RAZ des consignes avant le redémarrage, l'action sur BP acquit autorise la remise en énergie.

CORRECTION VOIR PP

VII.2. 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.

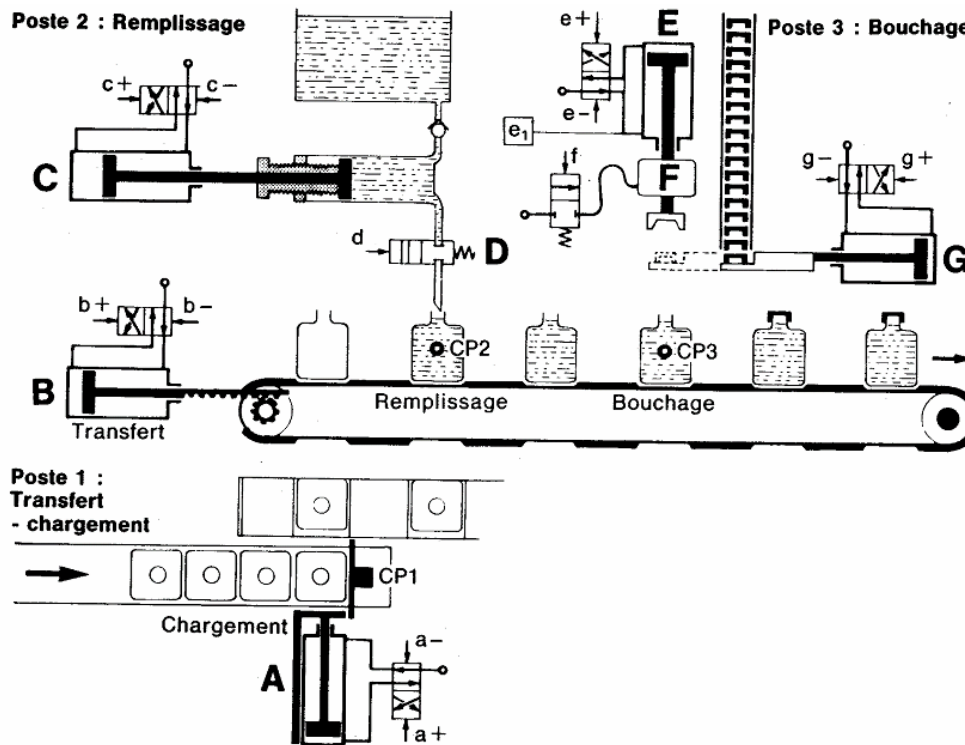


Figure 4 : Machine à remplir et à boucher

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.

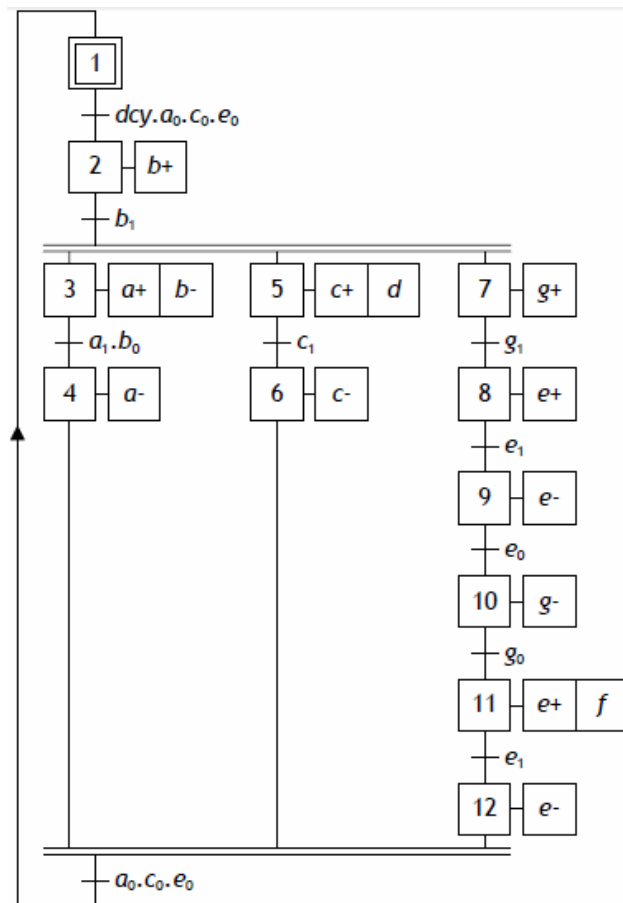


Figure 5 : GRAFCET du fonctionnement normal de la machine à remplir et à boucher

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'appui 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.

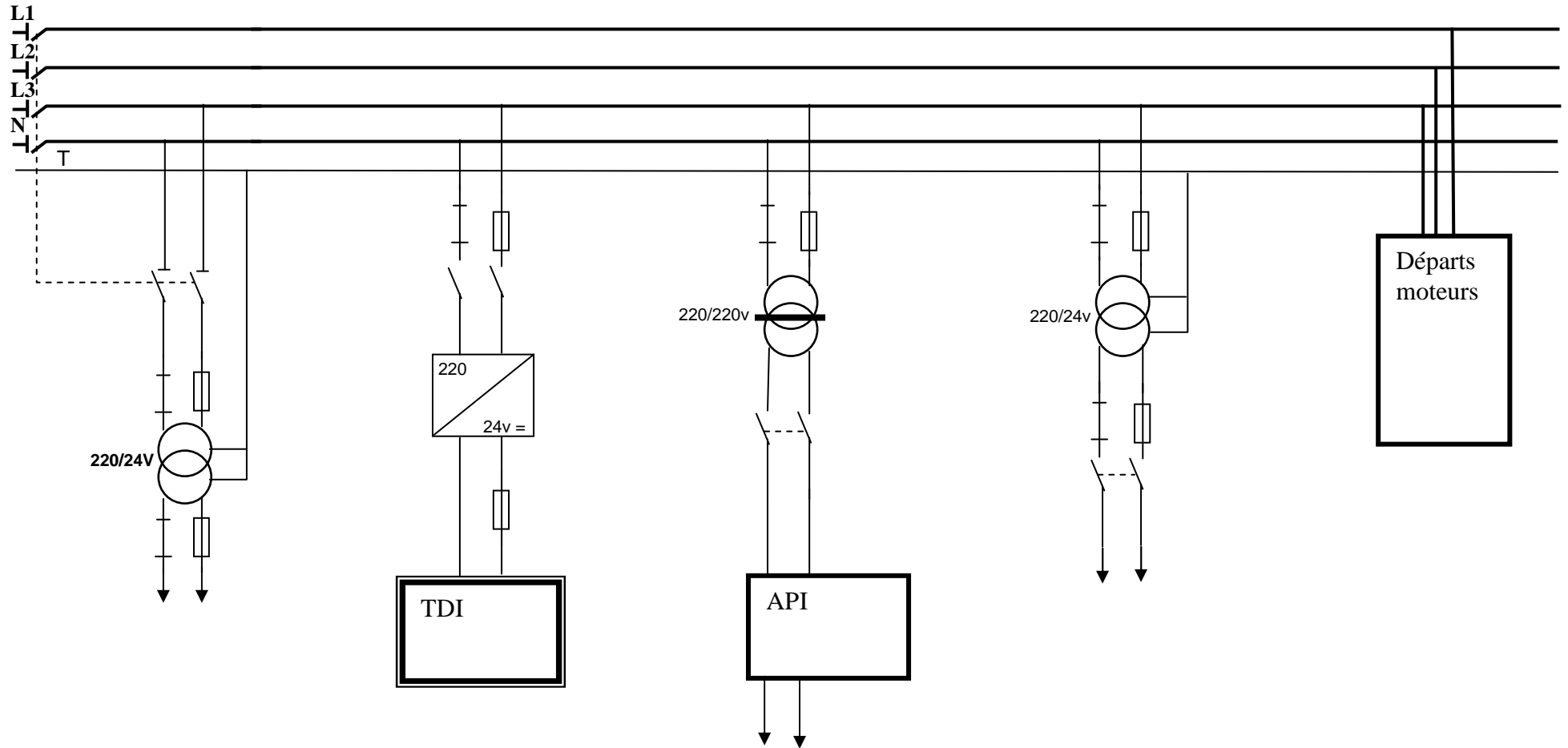
En cas de problèmes majeurs, l'opérateur pourra stopper la machine instantanément par appuis sur le bouton « arrêt d'urgence » (AU). L'arrêt d'urgence est de type figeage. Lors de l'arrêt d'urgence, il faut fermer la vanne *D* de remplissage pour éviter que le réservoir se vide par gravité. Suite à l'arrêt 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.

CORRECTION VOIR PP



Annexe

