



LE GEMMA

Sommaire

- | | |
|---|--------|
| 1. - CONCEPTS DE BASE | Page 2 |
| 2. - LES « RECTANGLES-ÉTATS » | Page 3 |
| 3. - DÉFINITIONS DES « ÉTATS DE MARCHES ET D'ARRÊTS » | Page 4 |
| 4. - MÉTHODE D'UTILISATION DU GEMMA | Page 5 |
| 5. - FINALITÉ DU GEMMA | Page 7 |



Local technique d'une station de pompage.



Chaîne de remplissage et de bouchage.

LE GEMMA

Le sigle **GEMMA** signifie **G**uide d'**É**tude des **M**odes de **M**arches et d'**A**rrêts. Il constitue une méthode d'approche des Modes de Marches et d'Arrêts des systèmes, fondée sur quelques concepts de base matérialisés par un Guide graphique.

Le GEMMA a été élaboré par l'ADEPA (Agence nationale pour le Développement de la Production Automatisée).

1. - CONCEPTS DE BASE

La démarche proposée comporte deux temps :

- le recensement des différents modes de marches et d'arrêts envisagés pour la machine étudiée, et la mise en évidence des enchaînements qui les relient ;
- la détermination des conditions de passage (ou d'évolution) d'un mode à l'autre.

1.1. - Système en ordre de marche

Le guide graphique GEMMA, est constitué de deux zones (fig. 1) :

- une zone correspondant à l'état « hors énergie » de la partie commande (PC) : elle ne figure que par principe ;
- une zone permettant de décrire ce qui se passe lorsque la partie commande (PC) fonctionne normalement « sous énergie » : c'est la zone qui couvre la quasi-totalité du guide graphique.

On peut franchir la frontière dans l'autre sens par coupure d'énergie sur PC.

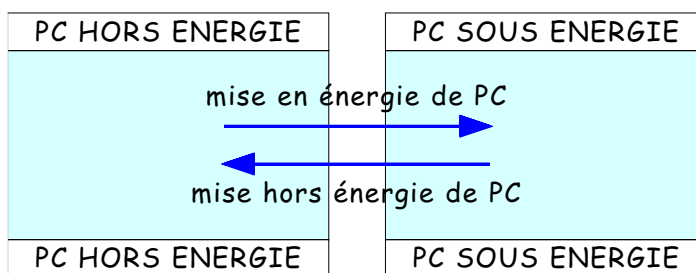


Fig. 1 - Deux zones bien distinctes (PC = Partie Commande).

Les modes de marche et d'arrêt ne peuvent être perçus et traités que par une PC en ordre de marche.

1.2. - Marche en production

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 (fig. 2).

La zone de production se situe dans la zone partie commande (PC) sous énergie.

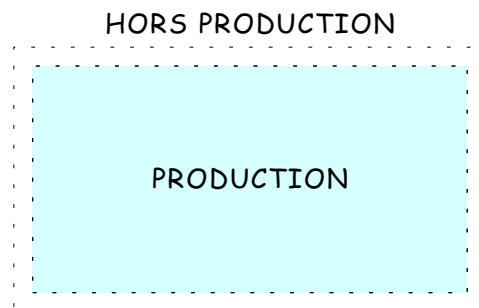


Fig. 2 - La zone de production est entourée d'une double ligne de traits pointillés.

1.3. - Familles de modes de marches et d'arrêts

On peut classer en trois grandes familles les modes de marches et d'arrêts d'un système automatisé (fig. 3).

a. Famille A

Une marche automatique fonctionne rarement 24 heures sur 24. Il est nécessaire de l'arrêter de temps à autre, pour des raisons extérieures au système (la journée est finie) ou bien par manque d'approvisionnement.

On classera dans cette famille tous les modes conduisant à (ou traduisant) un état d'arrêt du système pour des raisons extérieures. Ils sont regroupés dans une zone A, « procédures d'Arrêt », du guide graphique.

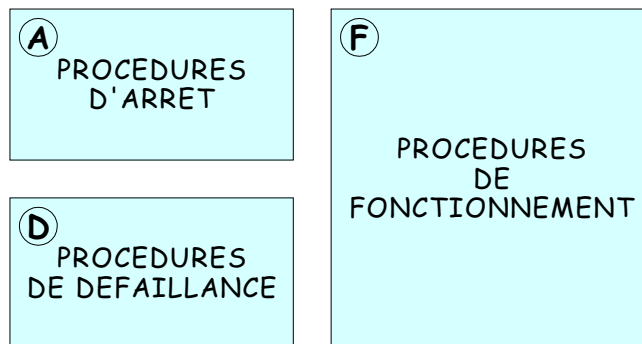


Fig. 3 - Disposition des familles A, F et D.

b. Famille F

On groupe dans cette famille tous les modes ou états qui sont indispensables à l'obtention de la valeur ajoutée, ou, autrement dit, tous ceux sans lesquels on ne peut pas techniquement ou fonctionnellement obtenir la valeur ajoutée pour laquelle la machine est prévue.

Ces modes sont regroupés dans le guide graphique dans une zone F, « **procédures de Fonctionnement** ».

Les modes préparatoires à la production, de réglages ou, de tests, peuvent faire partie de cette famille.

Exemples :

- préciser le nombre de rangées et la hauteur des cartons à manipuler pour un palettiseur ;
- préchauffage des différents bains (dégraissage et brunissage) pour une chaîne de traitement de surface.

c. Famille D

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

On regroupera dans cette famille tous les modes conduisant à (ou traduisant) un état d'arrêt du système pour des **raisons intérieures** au système, autrement dit, à cause de défaillances de la partie opérative.

Ces modes sont regroupés dans une zone D, « **procédures de Défaillance** », du guide graphique.

2. - LES « RECTANGLES-ÉTATS »

Sur le guide graphique GEMMA (fig. 4, page 8), chaque mode de marche ou d'arrêt désiré peut être décrit dans l'un des « rectangles-états » prévu à cette fin.

2.1. - Position du « rectangle-état »

La position d'un « rectangle-état » sur le guide graphique définit :

- son appartenance à l'une des trois familles : procédures de fonctionnement, d'arrêt ou de défaillance ;
- le fait qu'il soit « en » ou « hors » production (fig. 5).

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 (nom spécifique à la machine étudiée) à l'intérieur du « rectangle-état » correspondant.

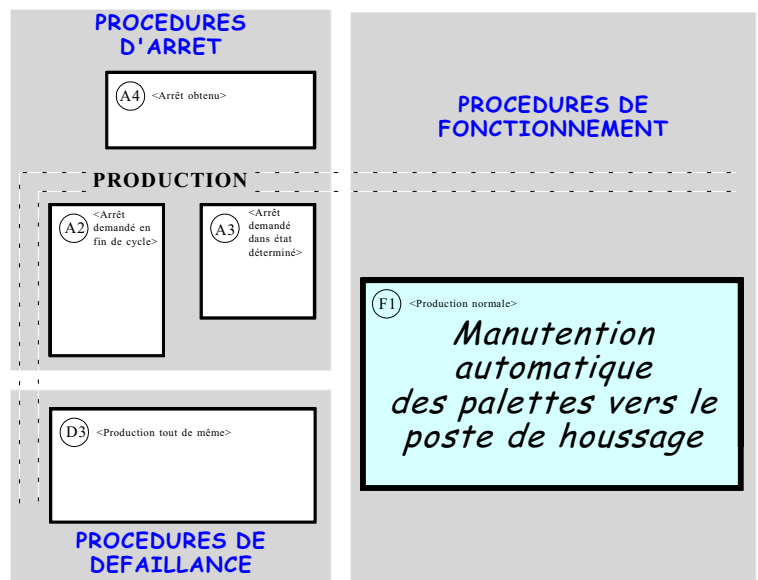


Fig. 5 - Position d'un « rectangle-état ».

2.2. - Exemple de « rectangle-état »

A6 est le repère du « rectangle-état » (fig. 6). A signifie que l'état proposé fait partie des procédures d'Arrêt. Les principales possibilités de liaisons orientées d'état à état sont indiquées en trait pointillé.

2.3. - Utilisation d'un « rectangle-état »

Un « rectangle-état » retenu se complète de façon manuscrite : en précisant l'opération exécutée propre à la machine étudiée ; en surlignant la (les) liaison(s) orientée(s) ; en indiquant la (les) condition(s) d'évolution (fig. 7).

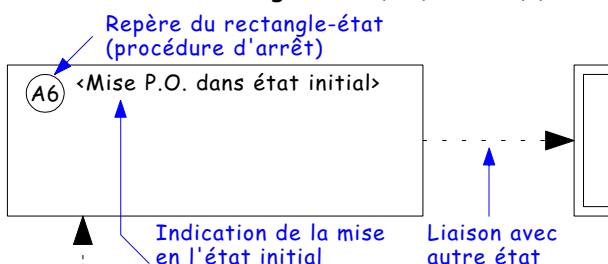


Fig. 6 - Exemple d'un « rectangle-état » proposé.

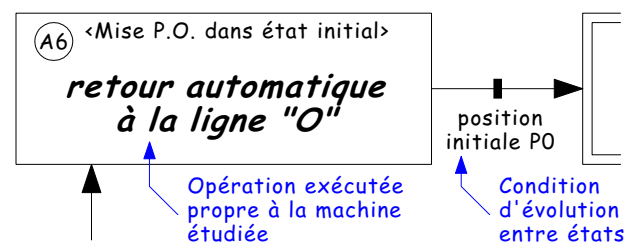


Fig. 7 - Exemple d'un « rectangle-état » retenu.

3. - DÉFINITIONS DES « ÉTATS DE MARCHES ET D'ARRÊTS »

3.1. - Les états F

Ce sont les états de marches situés dans la zone « **procédures de Fonctionnement** » du guide GEMMA.

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 **GRAF CET de production**.

F2 « Marche de préparation »

Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale : préchauffage de l'outillage, remplissage de la machine, mises en routes diverses, etc.

F3 « Marche de clôture »

C'est l'état nécessaire pour certaines machines devant être vidées, nettoyées, etc., en fin de journée ou en fin de série.

F4 « Marche de vérification dans le désordre »

Cet état, permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine, sans respecter l'ordre du 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 ; selon le cas, la machine produit ou ne produit pas.

F6 « Marche de test »

Les machines de contrôle, de mesure, de tri... comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement : la « Marche de test » F6 permet ces opérations de réglage ou d'étalonnage.

3.2. - Les états A

Situés dans la zone « **procédures d'Arrêt** », ces états 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 GRAF CET : c'est pourquoi, comme une étape initiale, ce « rectangle-état » est entouré d'un double cadre.**

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 continue de produire 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 A4.

A4 « Arrêt obtenu »

La machine est alors arrêtée en une autre position que la fin du cycle.

A5 « Préparation pour remise en route après défaillance »

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

A6 « Mise P.O. dans état initial »

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

A7 « Mise P.O. dans état déterminé »

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

3.3. - Les états D

Ce sont les états de Marches et d'Arrêts situés dans la zone « procédures de Défaillance » du guide GEMMA.

D1 « Arrêt 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 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 défaillance de la machine : on aura alors une « production dégradée », ou une « production forcée », ou une production aidée par des opérateurs non prévue en « Production normale ».

4. - MÉTHODE D'UTILISATION DU GEMMA

Avec le GEMMA, l'étude des modes de marches et d'arrêts est prévue dès la conception de la machine et intégrée dans sa réalisation. Après l'établissement du GRAFCET de production normale (GPN), on met en œuvre le guide graphique GEMMA pour la sélection des modes de marches et d'arrêts.

4.1. - Sélection des modes de marches et d'arrêts

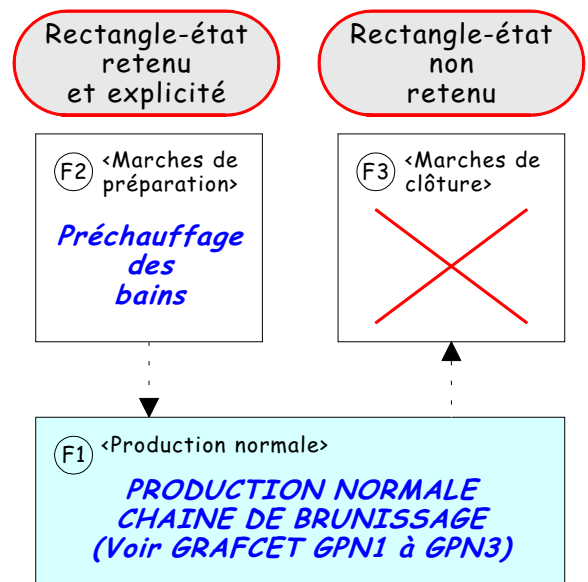
a. Envisager tous les « rectangle-états »

Avec ses « rectangles-états », le guide graphique constitue une « check list » (liste de vérification) des différents types de modes de marches et d'arrêts nécessaires en automatisation industrielle courante.

Pour une machine donnée, il est donc important d'examiner le cas de chaque « rectangle-état » (fig. 8) :

- si le mode proposé est retenu, il sera précisé en langage littéral de fonctionnement propre à la machine, dans le « rectangle-état » ;
- si le mode proposé n'est pas nécessaire pour la machine, une croix est portée dans le « rectangle-état », pour bien signifier qu'il n'est pas retenu.

Fig. 8 - « Rectangle-état » retenu : F2,
« Rectangle-état » non retenu : F3.



b. Rechercher les évolutions d'un état à l'autre

Deux états essentiels, définis dès le début de l'étude, se retrouvent sur toutes les machines (fig. 4) :

- l'état A1, dit « Arrêt dans état initial », ou « état repos » de la machine ;
- l'état F1, mode de « Production normale » pour lequel la machine a été conçue.

En partant de chacun des deux états essentiels, A1 et F1, on recherche les évolutions vers les autres états :

- on commence par démarrer la machine, c'est à dire par passer de A1 à F1, en se posant la question suivante : une « Marche de préparation » F2 est-elle nécessaire ?
- on arrête alors la machine au choix :
 - en fin de cycle, circuit : F1 → A2 → A1
 - dans une autre position, circuit : F1 → A3 → A4
- on examine ensuite les cas de défaillance :
 - avec « Marche ou arrêt en vue d'assurer la sécurité » D1
 - avec « Production tout de même » D3
 - etc.

4.2. - Conditions d'évolution entre modes de marches et d'arrêts

Les modes de marches et d'arrêts ayant été sélectionnés et explicités, il convient de préciser les informations permettant le passage d'un état vers 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 vers l'autre s'effectue de deux façons (fig. 9) :

- soit avec une **condition d'évolution** qui est portée sur la liaison orientée entre les deux états et concrétisée par un capteur sur machine ou par un auxiliaire de commande sur pupitre ;
- soit sans condition d'évolution (si cela n'apporte aucune information complémentaire).

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

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

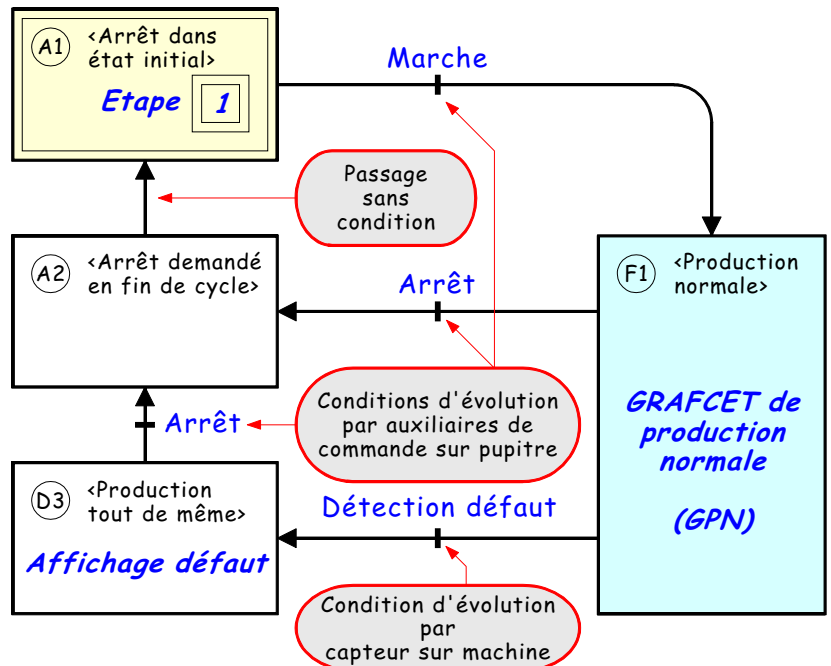


Fig. 9 - Différentes conditions d'évolution.



Fig. 10 - Exemple de capteur.

Détecteur de proximité inductif.

Applications : contrôle de positionnement, déplacement, déformation.



Fig. 11 - Exemple de capteur.

Interrupteur métallique XCK-M.

Applications : ateliers de fabrication et machines de conditionnement.

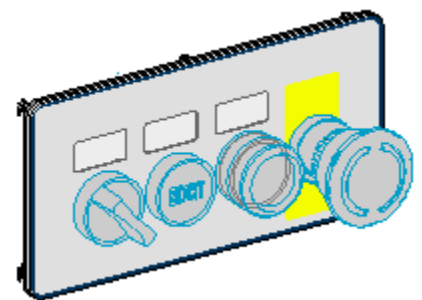


Fig. 12 - Auxiliaires de commande.

5. - FINALITÉ DU GEMMA

5.1. - Réaliser le GRAFCET de CONDUITE (GC)

Le GRAFCET de CONDUITE (GC) doit permettre d'assurer la bonne marche du système automatisé en intégrant les dispositions précisées par le GEMMA lors de l'étude des modes de marches et d'arrêts.

5.2. - Définir le pupitre de commande

La conception et l'organisation du pupitre de commande (fig. 13) découle directement des conditions d'évolution des modes de marches et d'arrêts formalisés par le GEMMA.

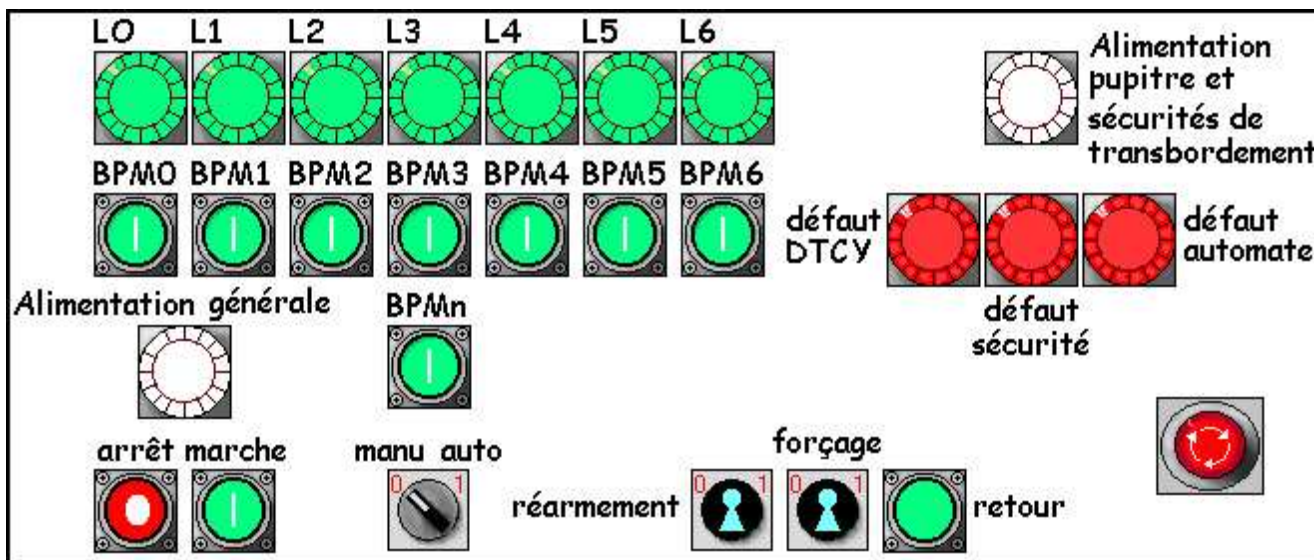
Le choix et la localisation des organes de dialogue (boutons, voyants, etc.) tiennent compte des spécifications de conduite et de sûreté, des règles de l'art (normes, réglementations) et des objectifs ergonomiques.

Fig. 13 - Réalisation du pupitre de commande pour une manutention de palettes en sortie de lignes (chaîne de conditionnement du lait dans une coopérative).

- 7 voyants **verts** (L0 à L6) indiquant que la navette est au droit des lignes 1 à 6 ou de la ligne 0 ;
- 8 boutons-poussoirs **verts** (BPM0 à BPMn) pour les commandes manuelles des moteurs ;
- 1 voyant lumineux **blanc** pour indiquer si l'installation est en service ;
- 1 bouton-poussoir **vert** pour mettre le système sous tension (marche) ;
- 1 bouton-poussoir **rouge** pour mettre le système hors tension (arrêt) ;
- 1 bouton tournant à serrure (2 positions fixes) pour le "réarmement" ;
- 1 bouton tournant à serrure (2 positions fixes) pour le "forçage" ;
- 1 bouton poussoir **vert** à impulsion "retour" pour l'état initial ;
- 1 bouton poussoir "coup de poing" **rouge** (arrêt d'urgence à verrouillage brusque, déverrouillage par clé) intégré au pupitre ;
- 3 voyants lumineux **rouges** pour les défauts ("DTCY", "sécurité", "automate") ;
- 1 voyant lumineux **blanc** pour signaler l'alimentation du pupitre et des sécurités de transbordement.



- 1 avertisseur sonore **AV** placé sur pupitre.



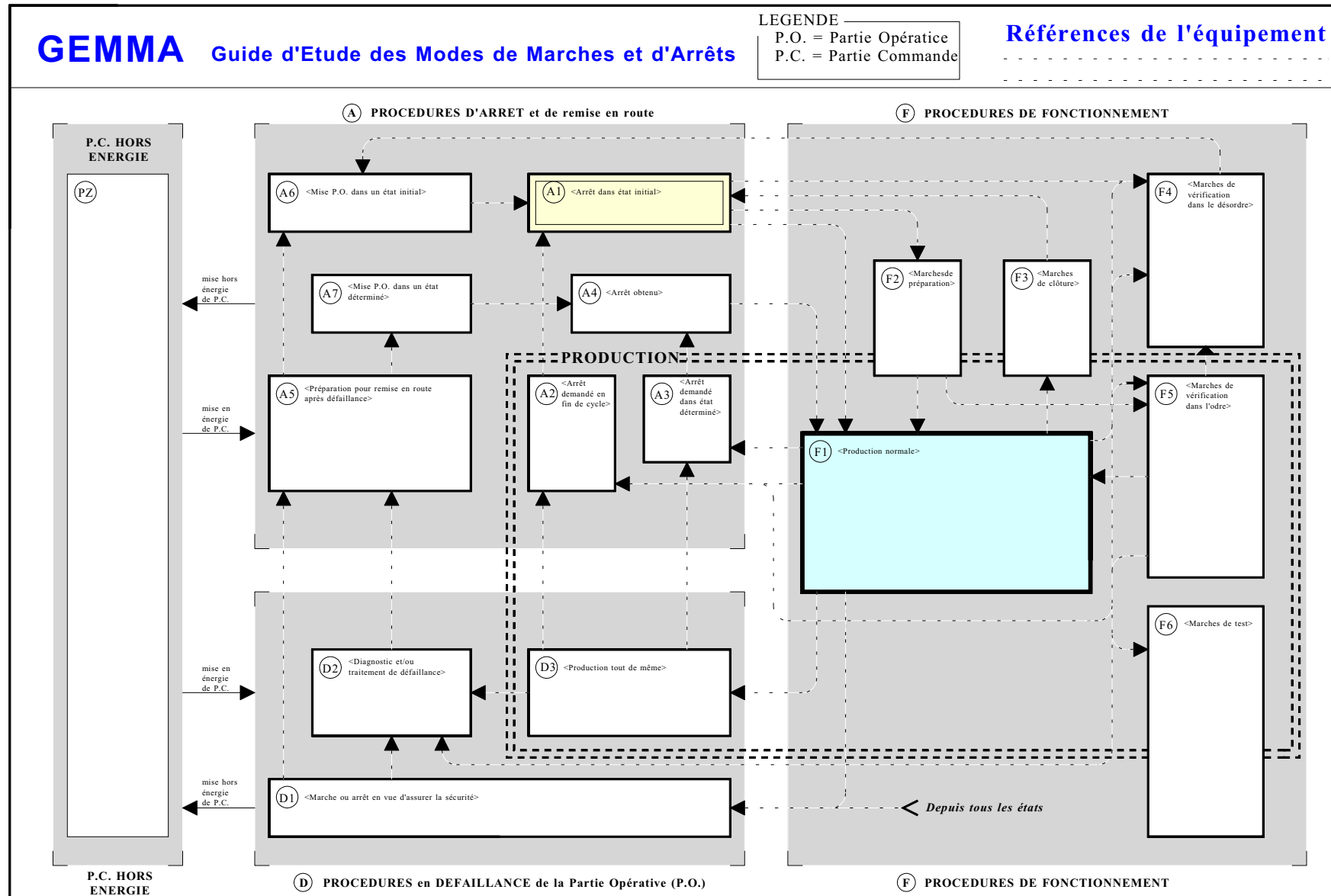
AU0



AU6

- 7 boîtiers d'arrêt d'urgence (bouton rouge sur fond jaune) intégrés sur les lignes de production (lignes 1 à 6 et ligne 0).

Fig. 4 - Guide pratique du GEMMA (d'après ADEPA)



Exemple : traitement de surface

1. - Mise en situation

1.1. - But des traitements de surface

Les traitements de surface sont utilisés pour modifier les caractéristiques de la surface d'une pièce dans le but de lui donner des qualités nouvelles : améliorer les propriétés mécaniques (dureté, frottement, résistance à l'usure, au grippage, à la fatigue...), la résistance à la corrosion, l'esthétique et certains comportements (conductivité électrique, réflexion de la lumière, conduction de la chaleur...).

Tableau. 1 - Différents types de traitements de surface.

Par enlèvement de matière	Par traitements thermiques		Par traitements mécaniques	Peintures et vernis
Dégraissage Sablage Émerissage Décapage Polissage Gravure Usinage ...	Sans apport de matière	Trempe superficielle	Corroyage Écrouissage Grenailage Microbillage Galetage Martelage ...	À l'huile Aux vernis gras Aux résines alkydes Nitrocellulosiques Acryliques Produits broyés Produits bitumeux Produits à l'eau Mastics Enduits ...
	Avec apport de matière	Traitements thermochimiques Traitements électrolytiques Métallisation Émaillage Soudage Dépôt de plastiques ...		

Fig. 1 - Traitement de surface sur métaux.
Revêtements dits "techniques" par voies électrolytique, chimique ou par pulvérisation.



Fig. 2 - Traitement de surface sur métaux.
Nickelage chimique, zingage et phosphatation de l'acier.



Fig. 3 - Tôlerie pour le bâtiment.
Galvanisation à chaud (protection 25 ans, anti-feu accru, résistance abrasion).



1.2. - Exemple 1 : décapage chimique (CADEPAP Industrie)

• **Descriptif du process**

Décapage par immersion en bains chimiques appropriés à chaque pièce et chaque type de peinture, suivi d'un rinçage à pression variable et d'une passivation chimique ou mécanique.



Fig. 4 - Pièces avant et après étamage.



• **Moyens techniques et capacités de traitement :**

Décapage des peintures :

- bain mort en alcalin à chaud, capacité : 2000 X 1000 X 1000 ;
- bain avec effet mécanique par tonneau en alcalin chaud, capacité : 1100 X 400 X 400 ;
- bain mort en solvant chloré acide à température ambiante, capacité : 2000 X 1100 X 100.

Délaquage sur aluminium et pièces électrozinguées :

- bain mort en solvant chloré alcalin à température ambiante, capacité : 730 X 500 X 300.

Décalaminage :

- bain mort acide, capacité : 3500 X 1000 X 1000.

• **Protection :**

- inhibiteur de corrosion ;
- huilage ;
- étuvage.

• **Applications :**



Fig. 5 - Les différents procédés de décapage chimique permettent d'éliminer tout type de revêtement (peinture, cata., etc...) pour le reconditionnement ou la remise en peinture de pièces dites "Sensibles" du type tôlerie fine, pièces en acier électrozingué, pièces en aluminium, etc...

1.3. - Exemple 2 : étamage (CADEPAP Industrie)



Fig. 6 - Exemples de pièces étamées.



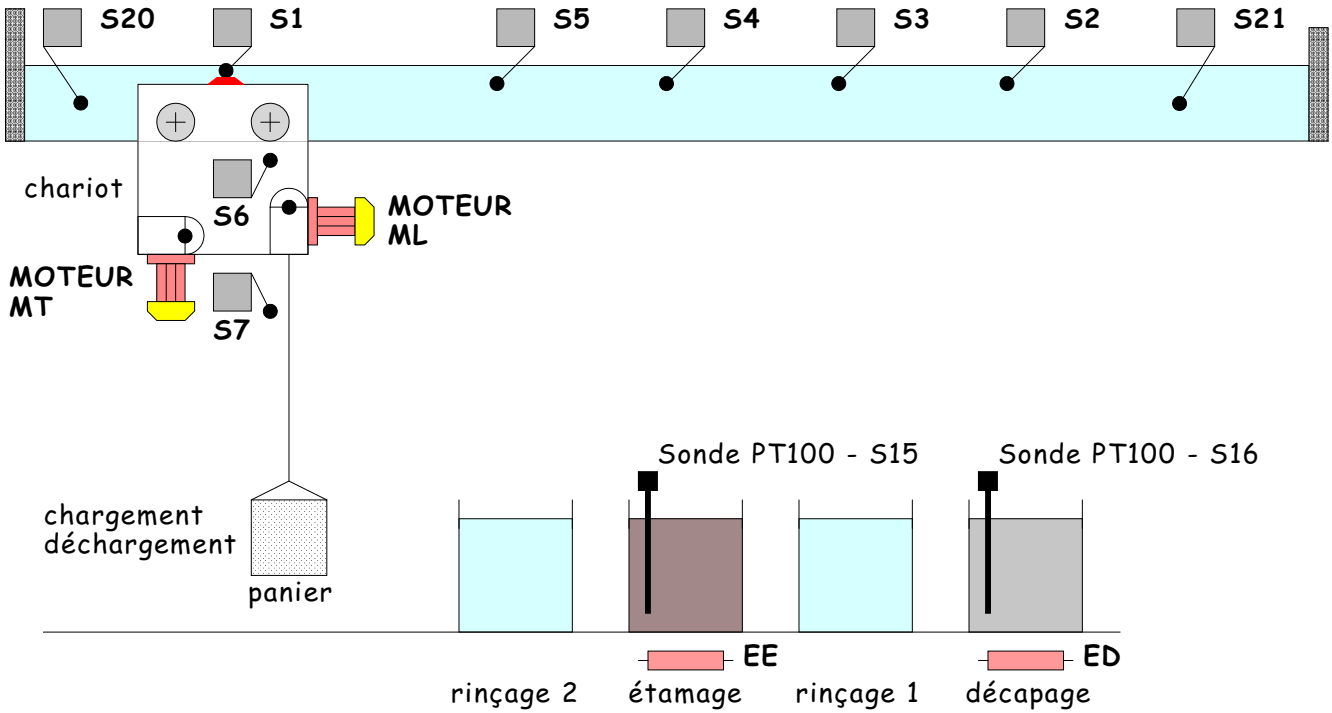
Fig. 7 - Bain d'étamage.

• **Caractéristiques recherchées :**

- brasabilité (soudabilité) ;
- aptitude au contact électrique ;
- amélioration de la qualité d'insertion, limitation des frottements ;
- résistance au vieillissement et tenue à la corrosion ;
- apport de brasure.

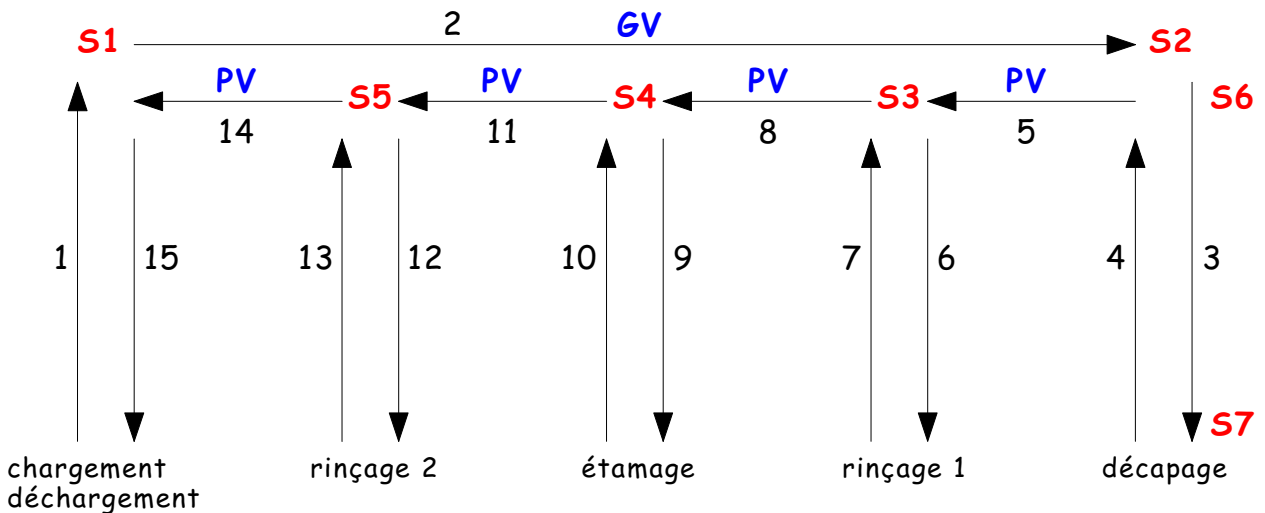
2. - Présentation de la chaîne de traitement de surface (étamage précédé d'un décapage)

2.1. - Vue d'ensemble de la partie opérative (P.O.)



Information : les opérations de chargement et de déchargement des pièces à traiter sont effectuées manuellement par l'opérateur chargé de conduire la machine.

2.2. - Descriptif du cycle de production normale



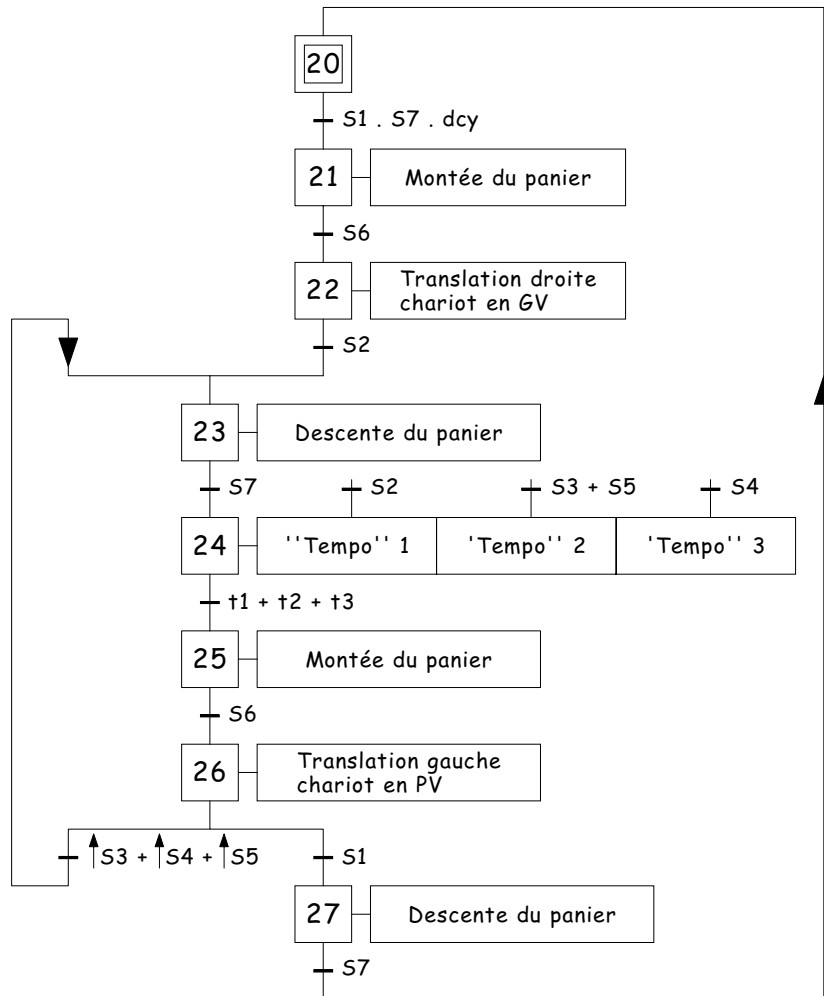
2.3. - GRAFCET de production normale (GPN)

"Tempo" 1 (décapage) = 20 secondes.

"Tempo" 2 (rinçages 1 et 2) = 30 secondes.

"Tempo" 3 (étamage) = 3 minutes

"dcy" : bouton-poussoir à impulsion (DEPART CYCLE).



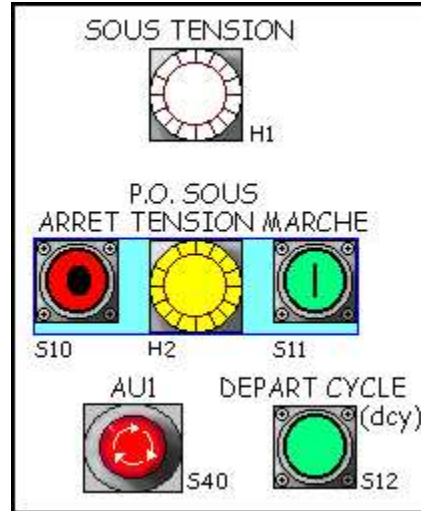
2.4. - Choix technologiques et première définition du pupitre de commande

- **Alimentation** : 3 X 400 V + N + PE.
- **Mouvement de levage** :
 - actionneur : moteur-frein asynchrone triphasé (ML) ;
 - réducteur de vitesse ;
 - préactionneur : contacteur-inverseur (KMDE - KMMO).
- **Mouvement de translation du chariot** :
 - actionneur : moteur-frein asynchrone triphasé bi-vitesse par bobinages séparés (MT) ;
 - préactionneurs : contacteurs-inverseurs (KMDR - KMGA et KMPV - KMGV).
- **Chauffage des bains** : réchauffeurs (EE et ED) de chez Vulcanic + régulateurs + relais statiques.
- **Capteurs** :
 - S1 à S5 : interrupteurs de position à tige à galet (XCR A15 de chez Schneider) ;
 - S6 et S7 : interrupteurs de position à tige carrée (XCR E18 de chez Schneider) ;
 - S20 et S21 : interrupteurs de position à levier à galet (XC1 AC116 de chez Schneider) ;
 - S15 et S16 : sondes PT100 de chez Vulcanic.

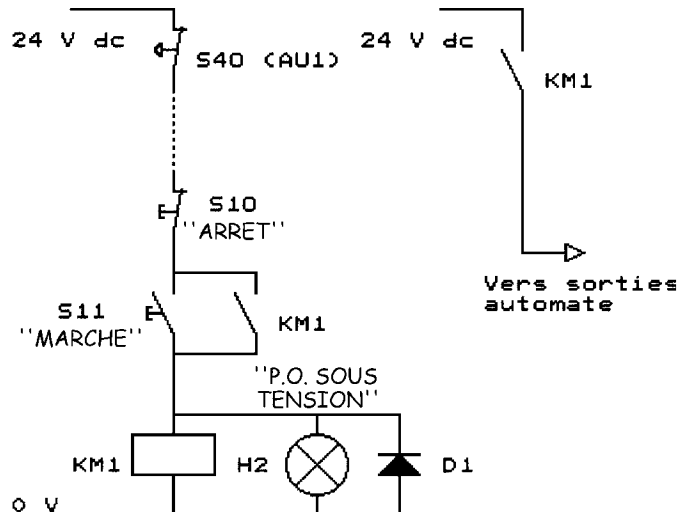
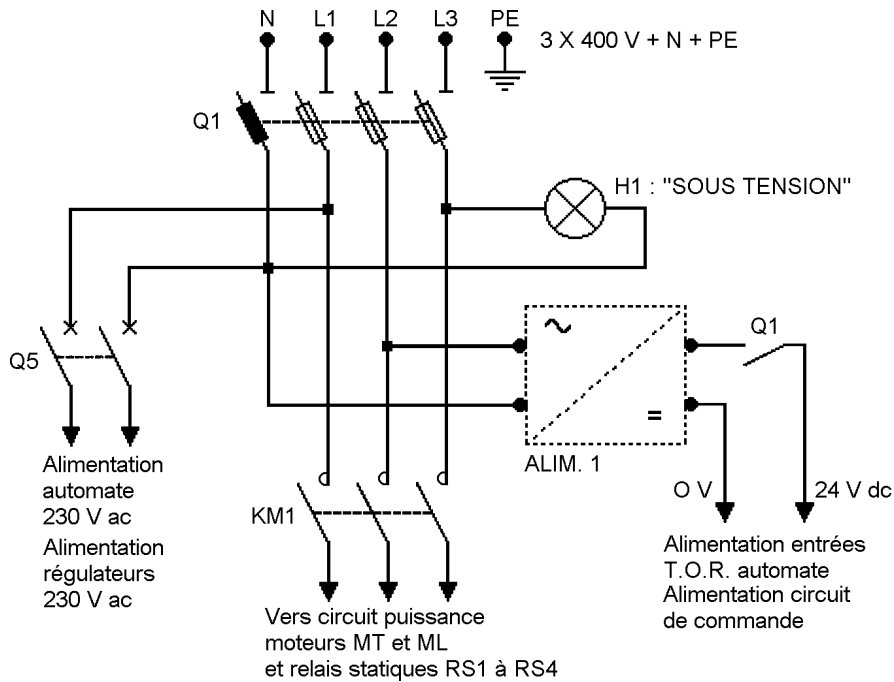
• Unités de commande et de signalisation :

- H1 : voyant lumineux blanc à DEL intégrée.
XB4 BVM1 de chez Schneider.
- S10 - H2 - S11 : bouton-poussoir à double touche à impulsion avec DEL intégrée [1 poussoir affleurant vert (marquage 1), 1 voyant lumineux jaune, 1 poussoir dépassant rouge (marquage 0).
XB4 BW84B5 de chez Schneider.
- S12 : bouton-poussoir à impulsion à poussoir affleurant vert.
XB4 BA31 de chez Schneider.
- S40 : bouton "coup de poing" Arrêt d'urgence
XB4 BS9445 de chez Schneider

Fig. 8 - Première définition du pupitre de commande.

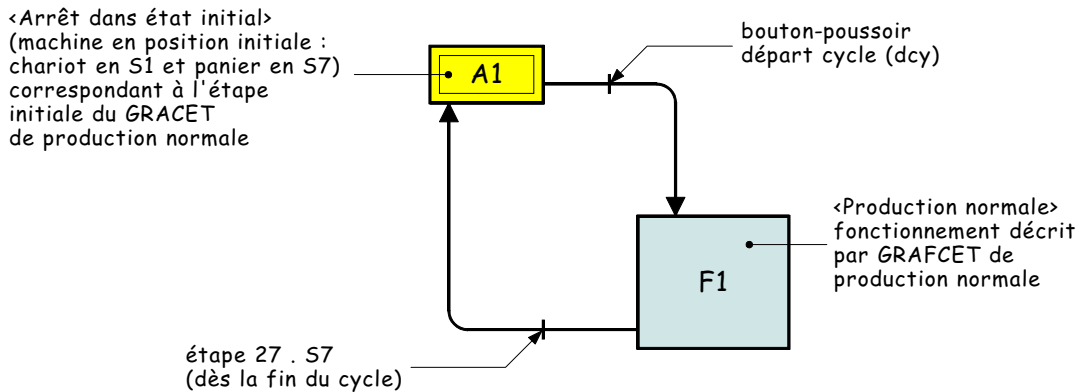


2.5. - Schémas des alimentations



2.6. - Etude des modes de marche et d'arrêt

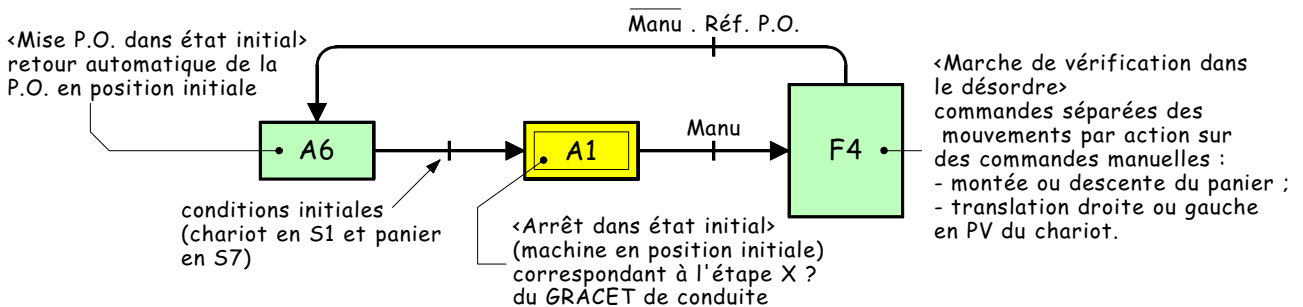
2.6.1. - Marche de production cycle par cycle



Fonctionnement

- A chaque fin de cycle, l'opérateur doit appuyer sur le bouton-poussoir **départ cycle (dcy)**.
- Un appui permanent sur celui-ci entraîne la répétition des cycles.

2.6.2. - Marche de vérification dans le désordre et mise P.O. dans état initial



Fonctionnement

- La machine étant à l'arrêt en position initiale (rectangle-état A1), l'opérateur sélectionne le mode **Manu** (rectangle-état F4), il lui est alors possible de commander les différents mouvements dans le désordre.
- Le retour automatique de la P.O. en position initiale s'effectue de la manière suivante : /**Manu** et impulsion sur un bouton-poussoir à impulsion **Réf. P.O.** (rectangle-état A6).
- Les conditions initiales étant réunies, la machine se retrouve de nouveau en position initiale (rectangle-état A1).

Remarque 1 :

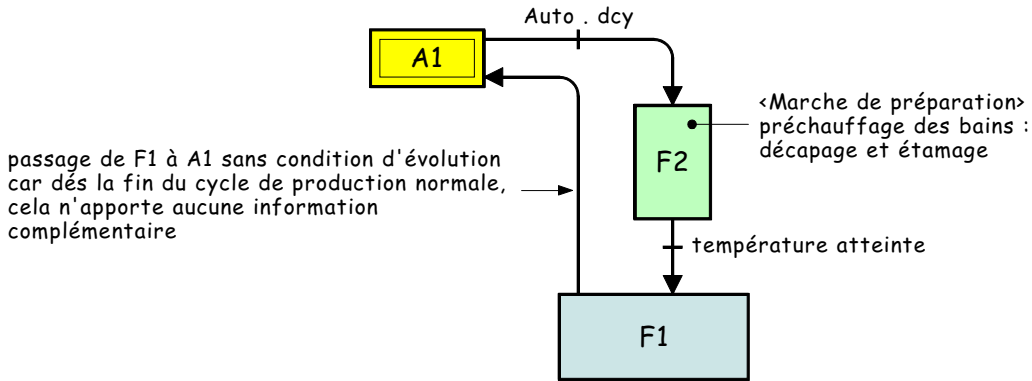
- Des unités (ou auxiliaires) de commande et de signalisation seront à rajouter sur le pupitre de commande :
 - bouton tournant : **Manu (S28)** ;
 - bouton-poussoir à impulsion : **Réf. P.O. (S29)** ;
 - 4 boutons-poussoirs pour la commande séparée des mouvements (**S22 à S25**).
 - Voyant **H3 "Machine prête"** si les conditions initiales sont réunies (C.I. = S1 . S7 = "1")

Remarque 2 :

- Le GRAFCET de conduite (GC) permettra d'assurer la bonne marche du système automatisé en intégrant ces modes de marche ("Marche de vérification dans le désordre et mise P.O. dans état initial") proposés par le GEMMA.

2.6.3. - Marche de préparation (préchauffage des bains)

Il est nécessaire de préchauffer les bains (décapage et étamage) avant de lancer la production normale. Cette procédure de fonctionnement sera décrite dans le rectangle-état F2 <Marche de préparation>.



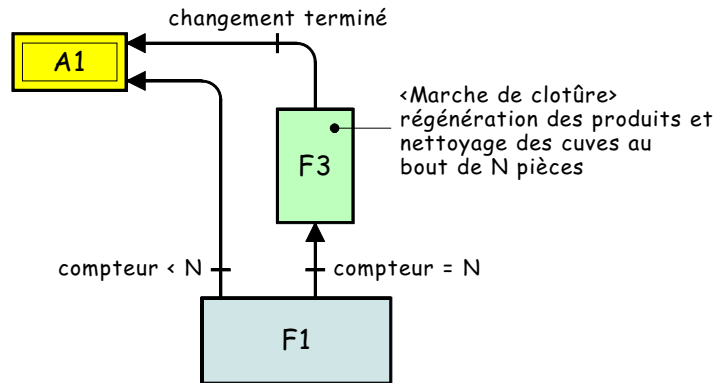
Remarques :

- Auto est un bouton-tournant à manette à 2 positions fixes (Auto - Manu) (S28).
- L'information "température atteinte" dans les bains est fournie par les régulateurs de température.

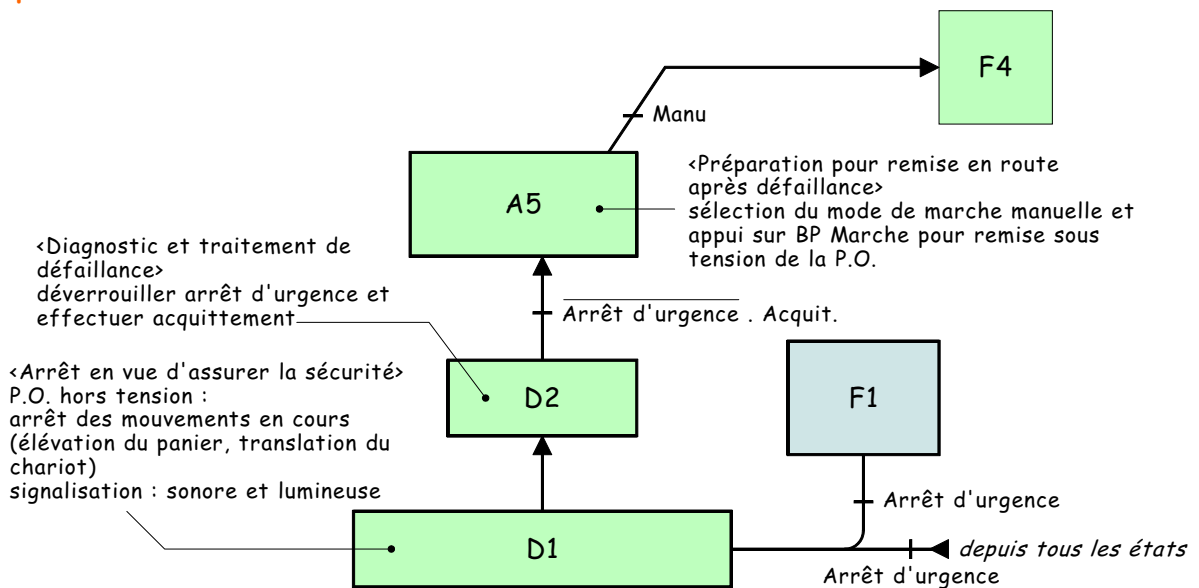
2.6.4. - Marche de clotûre (régénération des produits et nettoyage des cuves)

Cette opération est à réaliser au bout d'un certain nombre de pièces traitées (N = nombre de pièces), un comptage est donc nécessaire, il sera effectué dans le GRAFCET de production normale.

Remarque : un bouton-poussoir à impulsion changement terminé (S27) est à rajouter sur le pupitre de commande.



2.6.5. - Arrêt en vue d'assurer la sécurité, diagnostic et traitement de défaillance, préparation pour remise en route après défaillance



2.6.5.1. - Arrêt en vue d'assurer la sécurité des biens et des personnes (traitement de l'arrêt d'urgence). Généralités

a) Intérêt d'un arrêt d'urgence

L'arrêt d'urgence doit permettre d'assurer la sécurité dans les cas suivants :

- incident de production (exemple : mauvais positionnement d'une pièce dans le panier) ;
- incident sur la machine (exemple : défaillance mécanique d'un organe) ;
- sécurité de l'utilisateur et des tiers (remarque : l'opérateur doit avoir une vision complète sur la machine) ;
- ...

La commande d'un arrêt d'urgence peut provenir :

- d'une intervention humaine (bouton **AU** placé sur le pupitre de commande) ;
- de la détection d'une sur-course [remarque : cela peut être envisagé sur la machine étudiée (interrupteurs de position **S20** et **S21**)] ;
- action sur un chasse-corps situé sur une navette d'un transbordeur de ligne ;
- d'une coupure d'énergie ;
- ...

b) Effet d'un arrêt d'urgence sur la partie opérative :

- arrêt normal en fin de mouvement ;
- cycle de dégagement (exemple : assurer le retour d'une unité de perçage puis desserrer la pièce sur une machine à percer automatique) ;
- blocage d'un mouvement (exemple : utilisation d'un bloqueur permettant l'arrêt d'un vérin en cours de course) ;
- mise hors tension de la P.O. [pour notre exemple : arrêt des mouvements en cours (élévation du panier et translation du chariot), le moteur d'élévation est équipé d'un frein à manque de courant].
- ...

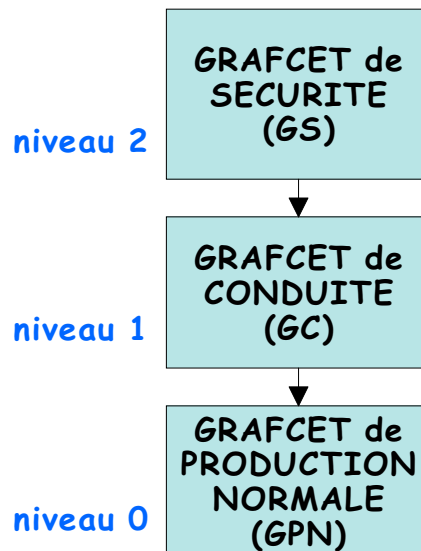
c) Où et comment traiter l'arrêt d'urgence ?

- L'arrêt d'urgence, « ordre prioritaire », doit faire évoluer le système quelle que soit la situation (GRAF CET : étape ; GEMMA : depuis tous les états) dans laquelle il se trouve.
- L'arrêt d'urgence sera traité dans le GRAFCET de SECURITE, hiérarchiquement supérieur au GRAFCET de CONDUITE, lui même hiérarchiquement supérieur au GRAFCET de PRODUCTION NORMALE.

Fig. 9 - Hiérarchie entre GRAFCET.

Remarques :

- Deux boutons "coup de poing" arrêt d'urgence et déverrouillage par clé (**AU1** et **AU2**) sont à prévoir pour la machine étudiée, **AU1** est placé sur le pupitre de commande, **AU2** sera installé à proximité de la machine.
($AU = AU1 + AU2 \Rightarrow /AU = /AU1 . /AU2$).
- Une signalisation [lumineuse (**H4**) et sonore (**H5**)] sera également à prévoir suite à l'arrêt d'urgence.



2.6.5.2. - Diagnostic et traitement de défaillance, préparation pour remise en route après défaillance

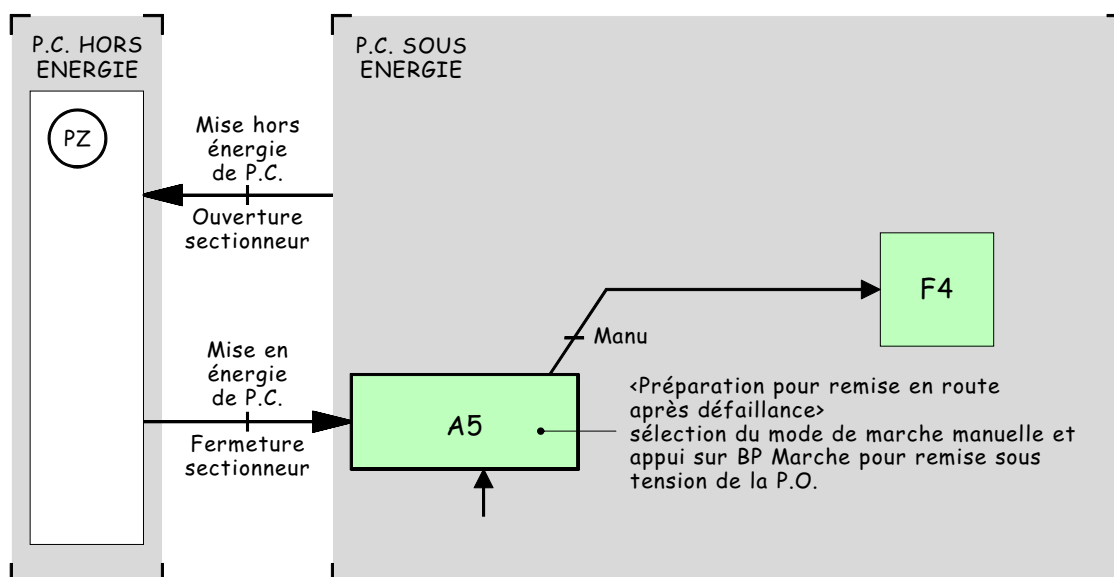
Après avoir diagnostiqué la cause de l'arrêt d'urgence (exemple : mauvais positionnement d'une pièce pour la machine étudiée) et après avoir effectué le traitement adéquat (exemple : pièce remise correctement dans le panier pour la machine étudiée), il est alors possible de préparer la machine pour une remise en route.

Fonctionnement

- La P.O. étant hors tension (rectangle-état D2), l'opérateur doit déverrouiller l'arrêt d'urgence (**AU1 + AU2**).
- Un acquittement de la part de l'opérateur est obligatoire (bouton-poussoir à impulsion **Acquit.**) afin qu'il puisse prendre conscience des conséquences de son geste. Cela entraîne l'évolution suivante : état D2 à état A5.
- En l'état A5, la remise sous tension de la P.O. s'effectue de la manière suivante :
 - sélection du mode de marche manuelle obligatoire (**Manu**) ;
 - impulsion sur le bouton poussoir **Marche** pour remise sous tension de la P.O. ;
 - cela entraîne l'évolution suivante : état A5 à état F4.

Remarque : un bouton-poussoir à impulsion **Acquit.** (S30) est à rajouter sur le pupitre de commande.

2.6.6. - Evolution : partie commande (P.C.) hors énergie ← → partie commande (P.C.) sous énergie



Fonctionnement

La fermeture du sectionneur entraîne :

- l'alimentation de l'automate (automate en RUN ⇒ mise à "1" des étapes initiales) ;
- l'alimentation des entrées T.O.R. de l'automate ;
- l'alimentation du circuit de commande.

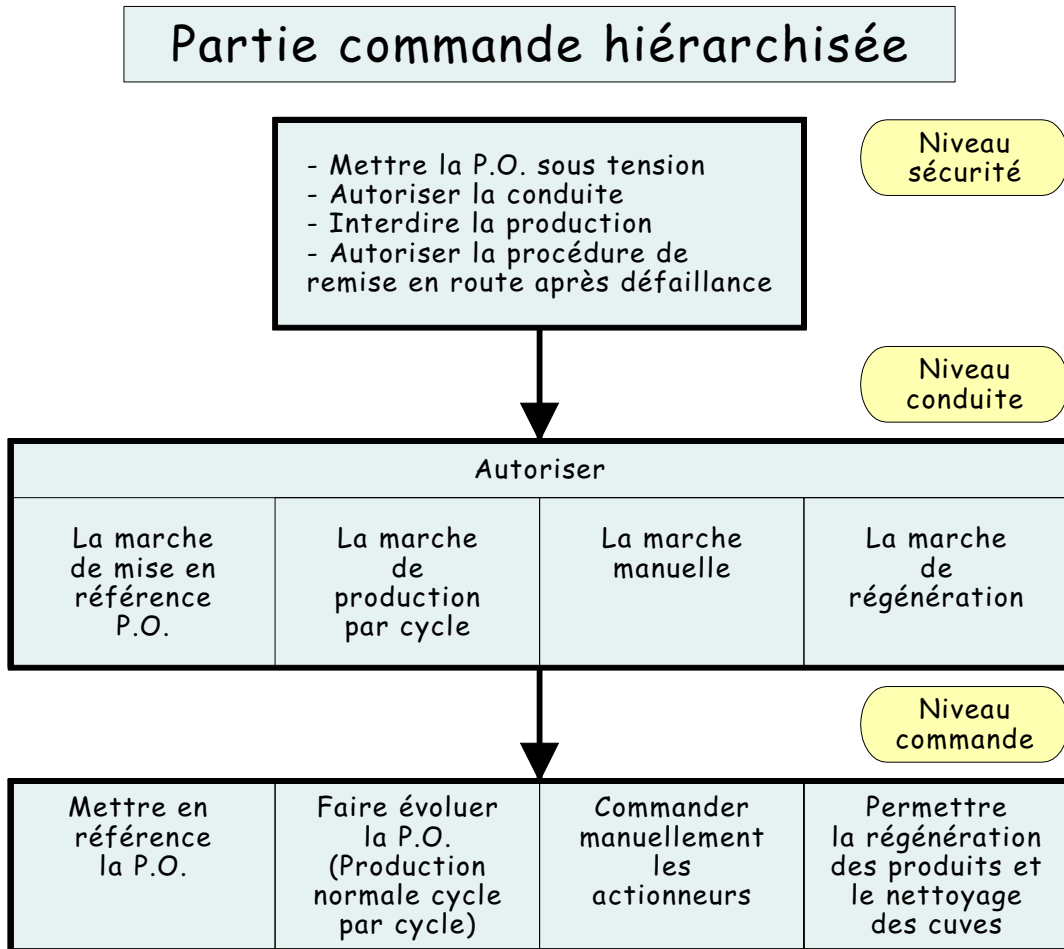
2.6.7. - Réalisation du GEMMA complet

Voir page 15.

2.7. - Hiérarchisation de la P.C.

2.7.1. - Organisation

La figure ci-dessous préfigure l'allure des différents GRAFCET dans les différents niveaux.



2.7.2. - Niveau sécurité

GRAFCET de SECURITE ou de SURVEILLANCE (GS)

Mise sous tension P.O. : BP **S11**.

P.O. sous tension : contacteur **KM1**.

Mise hors tension P.O. : BP **S10**.

Signalisation sonore : sirène **H5**.

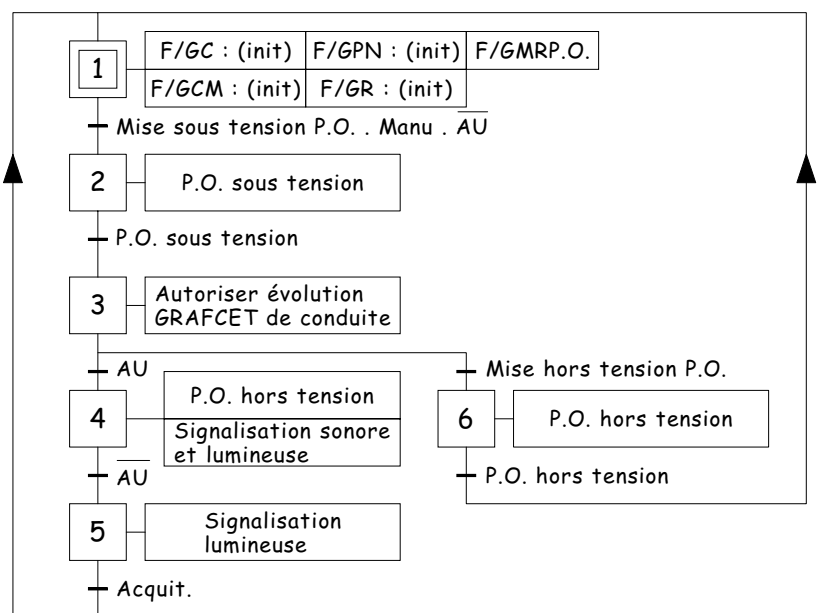
Signalisation lumineuse : voyant **H4**.

Acquit. : BP **S30**.

$AU = AU1 + AU2 \Rightarrow /AU = /AU1 . /AU2$

AU1 : BP coup de poing **S40**.

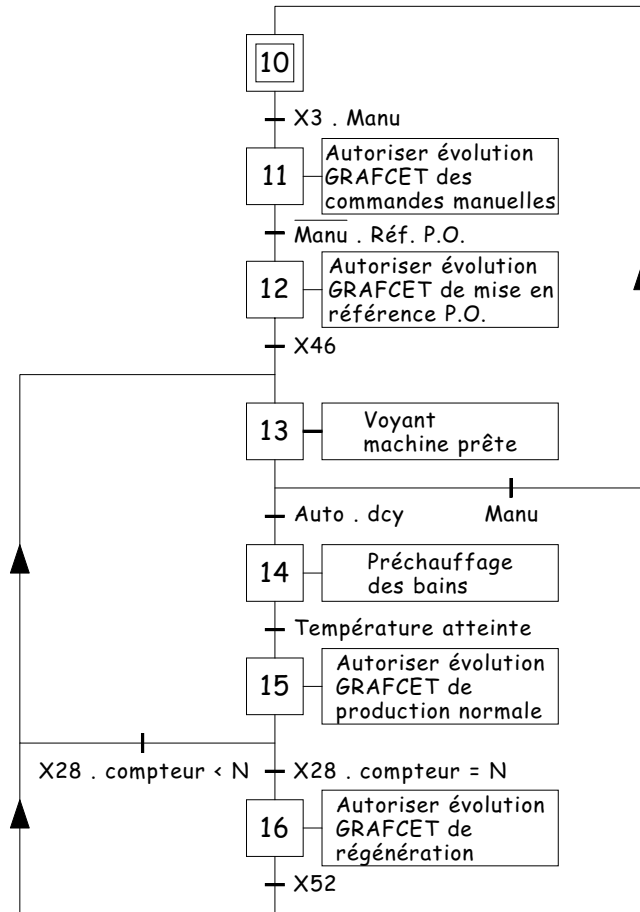
AU2 : BP coup de poing **S41**.



GEMMA

2.7.3. - Niveau conduite

GRAFCEC de CONDUITE (GC)



X3 : niveau sécurité.

X46 : niveau commande (GRAFCEC de MISE en REFERENCE P.O.).

X28 : niveau commande (GRAFCEC de PRODUCTION NORMALE).

X52 : niveau commande (GRAFCEC de REGENERATION).

N = nombre de pièces traitées, l'incrémentation du compteur s'effectue au niveau commande (GRAFCEC de PRODUCTION NORMALE).

Manu/Auto : bouton tournant (**S28**).

Réf. P.O. : bouton-poussoir (**S29**).

dcy : bouton-poussoir (**S12**).

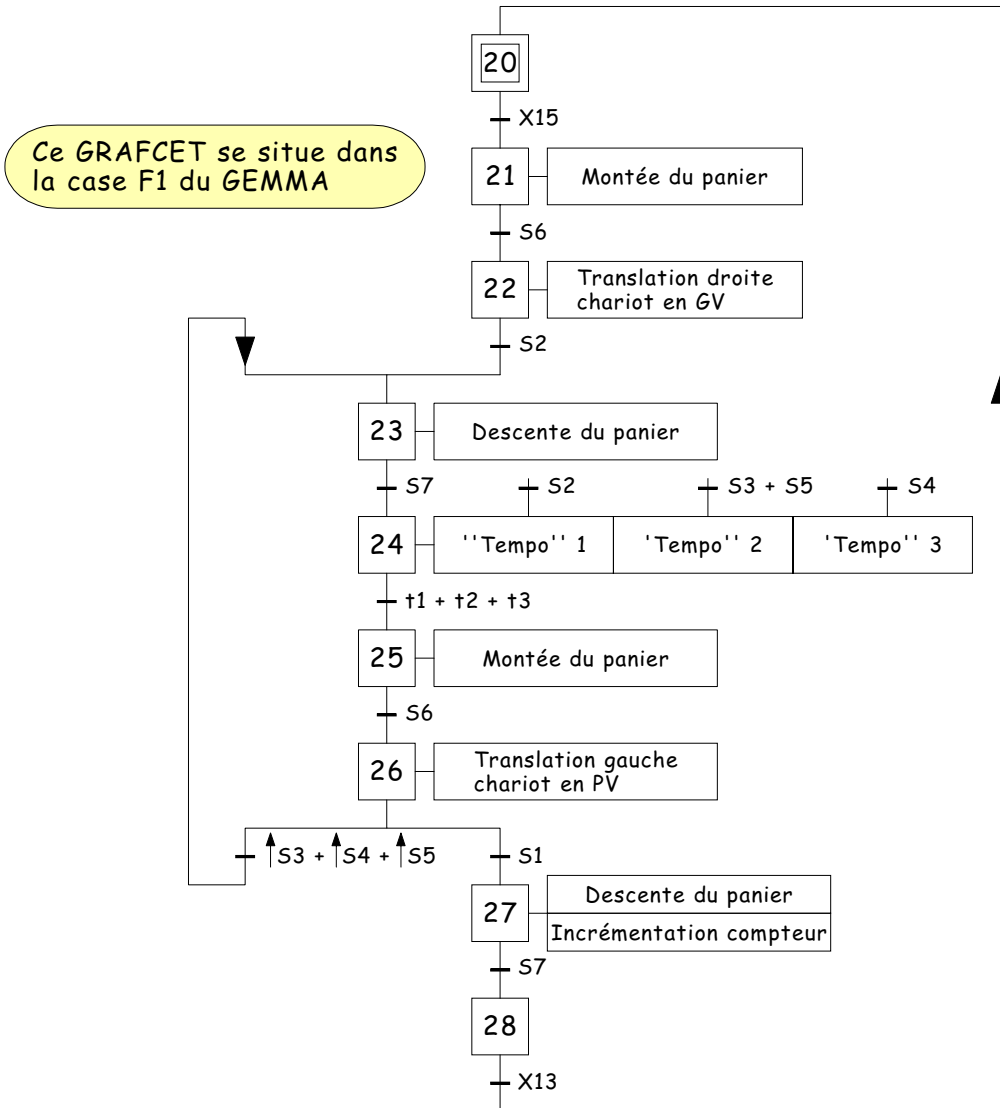
Machine prête : voyant (**H3**)

température atteinte : informations fournies par les régulateurs de température (raccordées en série).

GEMMA

2.7.4. - Niveau commande

2.7.4.1. - GRAFCET de PRODUCTION NORMALE cycle par cycle (GPN)



X15 est une information du GRAFCET de CONDUITE autorisant la marche cycle par cycle.

X13 est une information du GRAFCET de CONDUITE indiquant que la machine est prête.

2.7.4.2. - GRAFCET des COMMANDES MANUELLES (GCM)

X11 est une information du GRAFCET de CONDUITE autorisant les commandes manuelles.

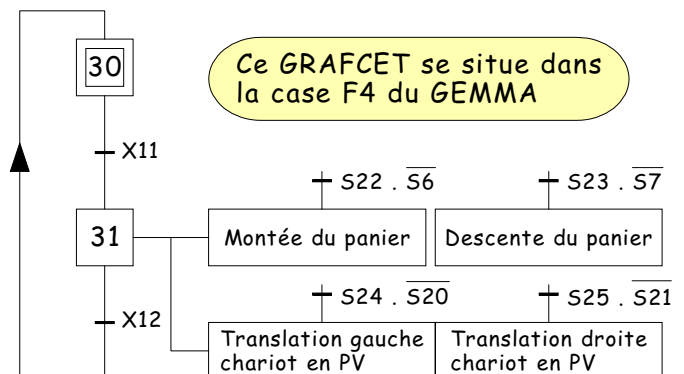
X12 est une information du GRAFCET de CONDUITE autorisant la mise en référence de la P.O.

↑ (Montée panier) : bouton-poussoir (S22).

↓ (Descente panier) : bouton-poussoir (S23).

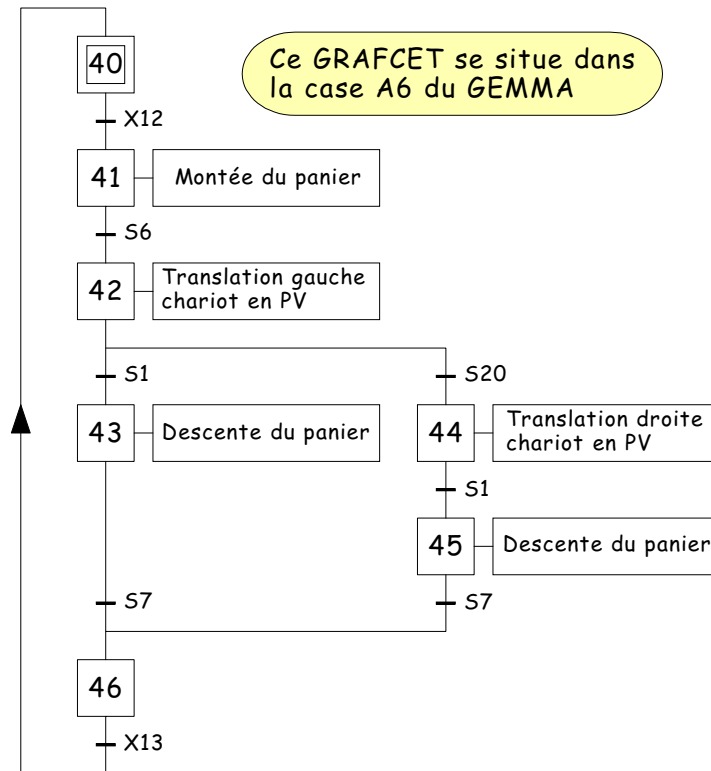
← (Translation gauche) : bouton-poussoir (S24).

→ (Translation droite) : bouton-poussoir (S25).



GEMMA

2.7.4.3. - GRAFCET de MISE en REFERENCE P.O. (GRMP.O.)

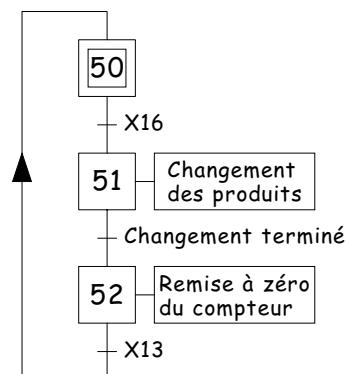


X12 est une information du GRAFCET de CONDUITE autorisant la mise en référence de la P.O.

X13 est une information du GRAFCET de CONDUITE indiquant que la machine est prête.

2.7.4.4. - GRAFCET de REGENERATION (GR)

Ce GRAFCET se situe dans la case F3 du GEMMA



X16 est une information du GRAFCET de CONDUITE autorisant le cycle de régénération.

X13 est une information du GRAFCET de CONDUITE indiquant que la machine est prête.

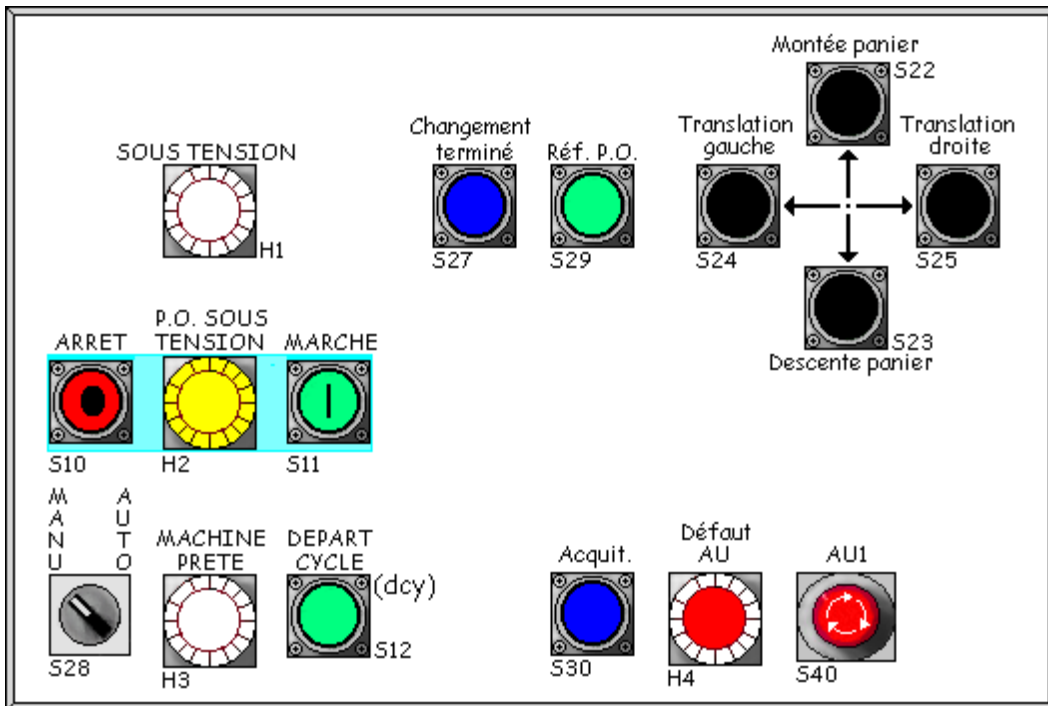
Changement terminé : bouton-poussoir (S27).

2.8. - Définition finale du pupitre de commande

Sirène (H5) placé à proximité du pupitre de commande.
XVS B1 de chez Schneider.



Pupitre de commande.

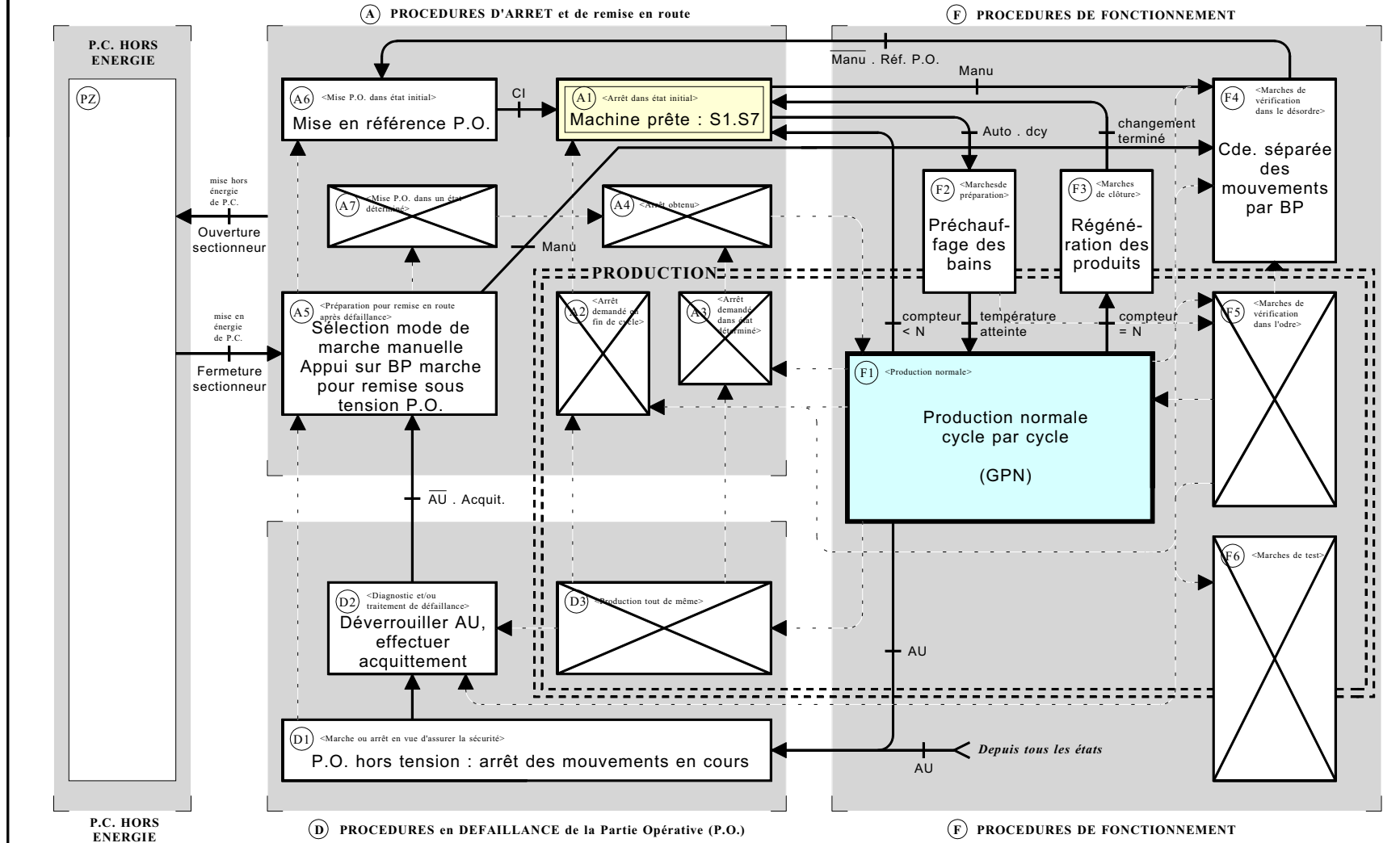


Boîtier d'arrêt d'urgence AU2 (S41) placé à proximité de la machine.

GEMMA Guide d'Etude des Modes de Marches et d'Arrêts

LEGENDE
 P.O. = Partie Opérative
 P.C. = Partie Commande

Références de l'équipement
 Traitement de surface



TRAITEMENT TEMPOREL DES MODES DE MARCHES ET D'ARRETS : GEMMA

Exercice N° 1 (vous devez barrer les mauvaises réponses)

QCM 01 : Donner la procédure correspondant à l'état nécessaire pour certaines machines qui doivent être vidées, nettoyées, ... en fin de journée ou en fin de série.

- Rép.** : marche de préparation ;
 marche de vérification dans l'ordre ;
 marche de clôture.

QCM02 : Donner, pour un arrêt de la machine dans un état autre que la fin du cycle, la procédure correspondante.

- Rép.** : arrêt obtenu ;
 mise PO dans état initial ;
 mise PO dans un état déterminé.

QCM 03 : Donner la procédure qui conduit à avoir une production dégradée, forcée bien qu'aidée par des opérateurs.

- Rép.** : marche de test ;
 mise PO dans un état déterminé ;
 production tout de même.

QCM 04 : Un fonctionnement cycle par cycle est-il considéré comme une procédure de marche normale ?

- Rép.** : oui ; non.

QCM 05 : Pour un système automatisé l'étude détaillée de ses modes de marches et d'arrêts peut-elle réduire le nombre des auxiliaires de commande ou des capteurs initialement prévus dans le GRAFCET de base ?

- Rép.** : oui ; non.

Exercice N° 2

Placez dans chaque blanc du texte ci-contre un des éléments de la liste ci-dessous :

- ◆ opérative
- ◆ procédures d'arrêts
- ◆ liaisons
- ◆ d'arrêts
- ◆ évolution
- ◆ arrêts
- ◆ production
- ◆ modes
- ◆ rectangle-état
- ◆ détaillée
- ◆ Etude
- ◆ de conduite
- ◆ fonctionnement
- ◆ conditions
- ◆ défaillance

La conception des systèmes automatisés impose l'étude de ses différents de marches et .
 Le GEMMA, Guide d' des Modes de Marches et d'Arrêts permet cette étude détaillée à partir de trois familles de procédures :

- ◆ famille F, procédures de
 - ◆ famille A, procédures d'
 - ◆ famille D, procédures de
- L'exploitation de ce document tient compte :
- ◆ de la zone d'intérêt :
 - ◆ en partie
 - ◆ ou en partie commande
 - ◆ du critère de production :
 - ◆ en production
 - ◆ hors
 - ◆ des six procédures de fonctionnement
 - ◆ des sept
 - ◆ des trois procédures de

Chaque procédure est affectée à un . Suivant l'exploitation du système le passage d'une procédure à une autre se traduit par des entre les rectangles.

Sur ces liaisons s'inscrivent les préalable à cette

Dans l'exploitation du système automatisé le GEMMA et le GRAFCET constituent des documents de référence.

GEMMA

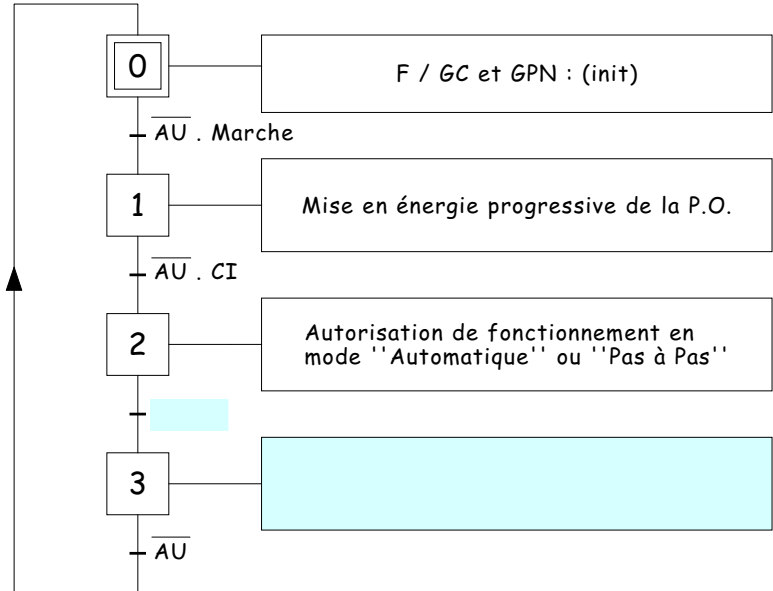
Exercice N° 3 : SYSTEME PALETTIC [complémentarité entre le GEMMA et les GRAFCETS de SECURITE (GS) et de Conduite (GC)]

3.1. - On donne :

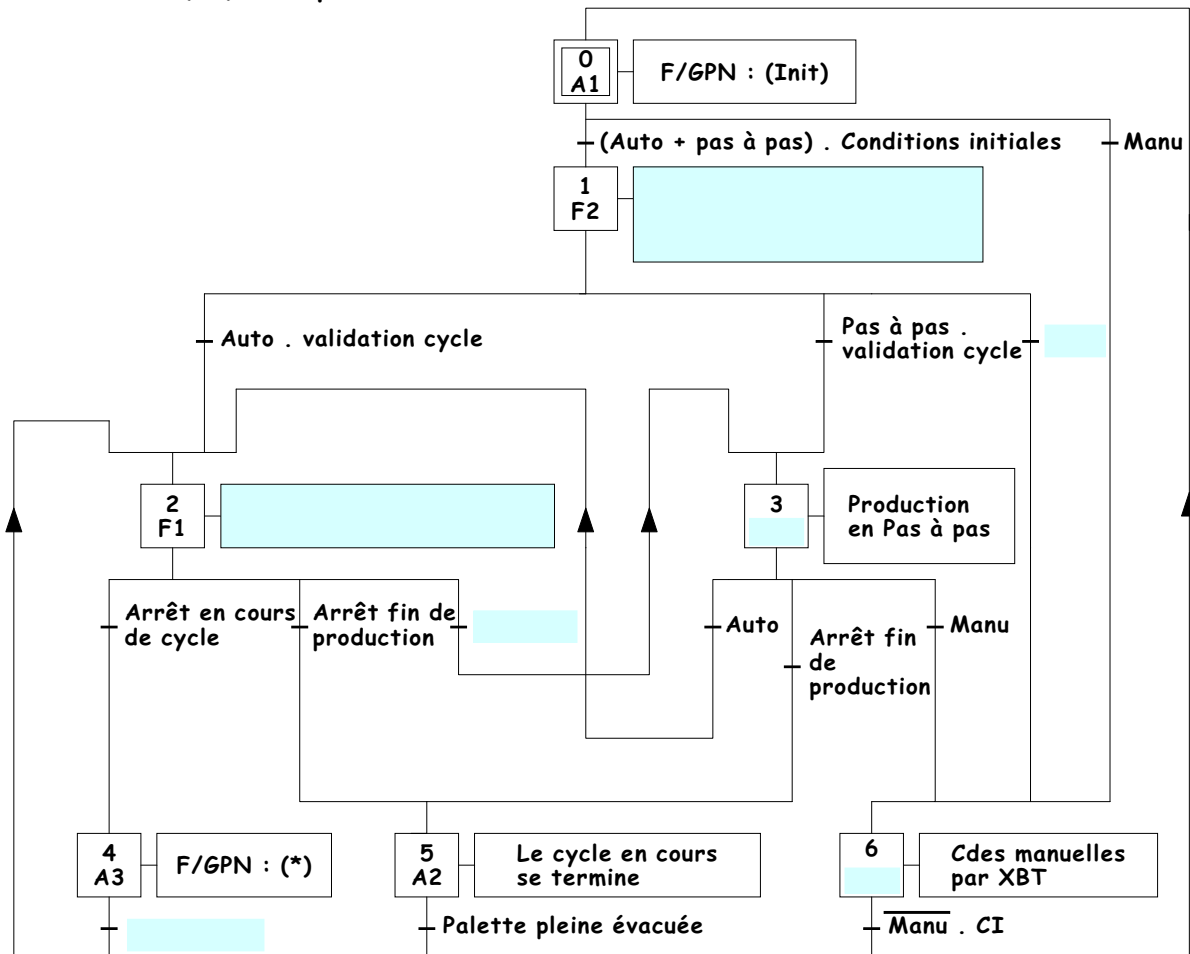
- le GRAFCET de SECURITE incomplet (GS) ;
- le GRAFCET de CONDUITE incomplet (GC) ;
- le GEMMA.

GRAFCET de Sécurité (GS) incomplet

Information : ce GRAFCET est réceptif à une consigne d'arrêt de sécurité (arrêt d'urgence AU).



GRAFCET de Conduite (GC) incomplet



GEMMA

3.2. - Travail demandé :

a) A l'aide du GEMMA : compléter le GRAFCET de Sécurité (GS) et le GRAFCET de Conduite (GC)

Remarque : ne pas oublier de préciser le repère des rectangles d'états du GEMMA associé aux étapes 3 et 6 du GC.

b) La P.O. étant initialisée, l'opérateur doit maintenant procéder à certains réglages afin d'obtenir la production automatique d'une palette de 5 rangées de 2 cartons (hauteur des cartons : 130 mm). Entourer en rouge sur le GEMMA le rectangle d'état correspondant à cette procédure.

c) Le système étant maintenant en production normale. En cours de cycle, l'opérateur actionne le bouton "arrêt d'urgence" S3 situé sur le pupitre de commande. Que se passe-t-il ? Préciser le repère du rectangle d'état correspondant à cette procédure de défaillance. Expliquer de façon chronologique, à l'aide du GEMMA, les opérations à effectuer pour retrouver l'état précédent.