

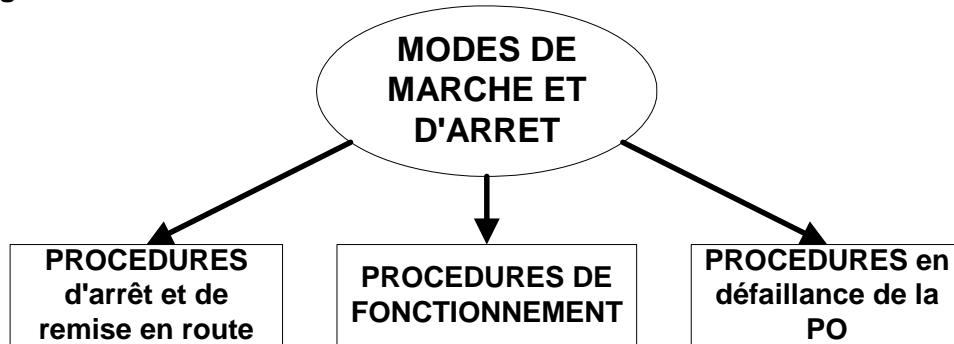
LE GEMMA

I – INTRODUCTION :

Un système automatisé est conçu dans le but de produire de la valeur ajoutée. Il est alors dans une situation dite de « **PRODUCTION NORMALE** ».

Pendant son cycle de vie, un système ne produit pas en continu ; il tombe en panne, il doit subir des opérations de maintenance ou de réglage, etc.

On définit alors **3 grandes familles de modes de marche et d'arrêt**.



Cette formalisation des modes de marche et d'arrêt (caractérisant l'état de fonctionnement d'un système automatisé) a abouti en 1981, sous l'impulsion de l'ADEPA, à un guide graphique : le GEMMA (Guide d'Etude des Modes de Marche et d'arrêt).

Ces modes de marche et d'arrêt concernent :

- ⇒ Les défauts de production de l'équipement automatisé
- ⇒ Les différentes phases d'exploitation de la machine
- ⇒ Les états et procédures de mise en sécurité sur défaut, sur défaillance ou sur consigne de sécurité

Des normes françaises et européennes réglementent et définissent les modes de marche et d'arrêt relatifs à la sécurité des machines.

Le GEMMA, c'est :

- ⇒ Un outil graphique avec une présentation de type check-list
- ⇒ Un vocabulaire précis désignant des modes de marche et d'arrêt types, en relation avec la désignation retenue par l'utilisateur de l'application
- ⇒ Une forme graphique de grille support, structurée en zones de rectangles états liés entre eux par des liaisons suggérées

II – CONCEPTS DE BASE :

La démarche proposée comporte 2 temps :

- ⇒ Le recensement des différents modes envisagés et la mise en évidence des enchaînements qui les relie
- ⇒ La détermination des conditions de passage d'un mode à l'autre

21 – Système en ordre de marche :

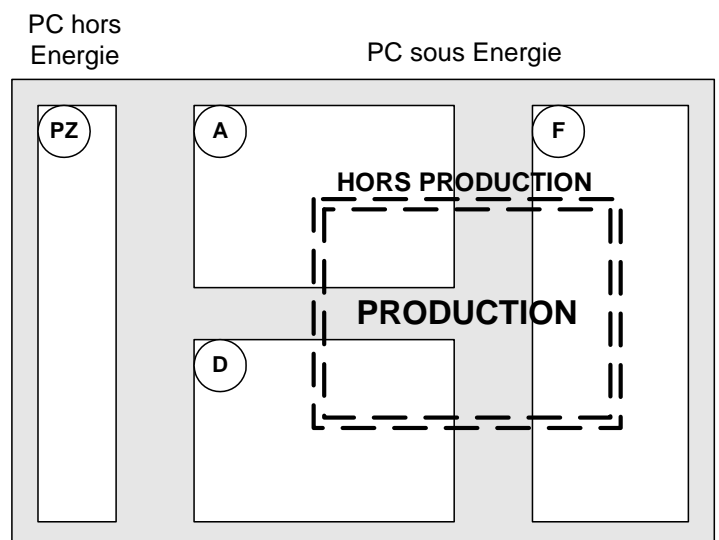
Le GEMMA est situé dans 2 zones :

Une zone correspondant à l'état « **HORS ENERGIE** » de la PC. Elle ne figure que par principe.

Une zone permettant de décrire ce qui se passe lorsque la PC est normalement « **SOUS ENERGIE** ». C'est la zone qui occupe la quasi-totalité du guide graphique.

La mise sous énergie et dans un état initial de la PC permet le franchissement de la frontière entre les 2 zones ; la PO pouvant se trouver hors ou sous énergie.

Le franchissement inverse entre les 2 zones s'effectue par la mise hors énergie de la PC.



LE GEMMA

Il résulte alors que :

Les modes de marche et d'arrêt ne peuvent être perçus et traités qu'en présence d'une partie commande en ordre de marche.

22 – Marche en production :

Le système sera en production si la valeur ajoutée pour laquelle il a été conçu est obtenue.

Le système sera hors production dans le cas contraire.

La zone de production se situe dans la zone PC sous énergie.

Les rectangles états situés à l'intérieur des pointillés « PRODUCTION » correspondent à des modes de marche pour lesquels la machine produit de la valeur ajoutée.

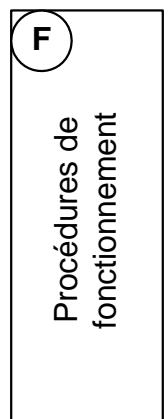
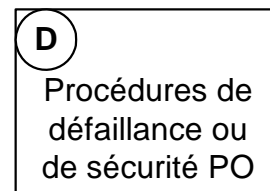
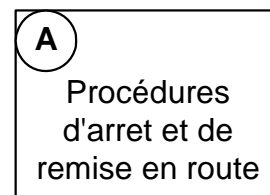
23 – Les 3 familles de procédures :

On peut classer en 3 grandes familles les modes de marche et d'arrêt d'un système automatisé. Ces 3 familles correspondent à chacune des zones du GEMMA.

231 – La 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 (journée finie par exemple) 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 GEMMA.

**232 - La famille F :**

On groupe dans cette famille tous les modes ou états qui sont indispensables à l'obtention de la valeur ajoutée.

Ce sont tous les états sans lesquels on ne peut pas techniquement ou fonctionnellement obtenir la valeur ajoutée pour laquelle la machine est prévue. Ces modes sont regroupés dans une zone F, « procédures de fonctionnement » du GEMMA.

Les modes préparatoires à la production, de réglage, de tests font partie de cette famille : préchauffer un outillage de moulage (marche de préparation), régler et contrôler lors d'opérations d'usinage.

233 – La famille D :

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

On classera dans cette famille tous les modes conduisant à (ou traduisant) un état d'arrêt du système pour des raisons intérieures au système ; c'est à dire à cause de défaillances de la PO. Ils sont regroupés dans une zone D, « procédures en Défaillance » du GEMMA.

24 – Les rectangles états :

Sur le GEMMA, chaque mode de marche ou d'arrêt désiré peut être décrit dans **des rectangles états** prévus à cet effet.

La position d'un rectangle état sur le GEMMA définit :

- ⇒ Son appartenance à l'une des 3 familles : arrêt, fonctionnement, défaillance
- ⇒ Le fait qu'il soit en ou hors production

En pratique, pour une machine donnée, on ne choisira parmi les états proposés par le guide que ceux qui sont nécessaires. On précisera le nom de chacun des états retenus à l'intérieur du rectangle état correspondant.

LE GEMMA

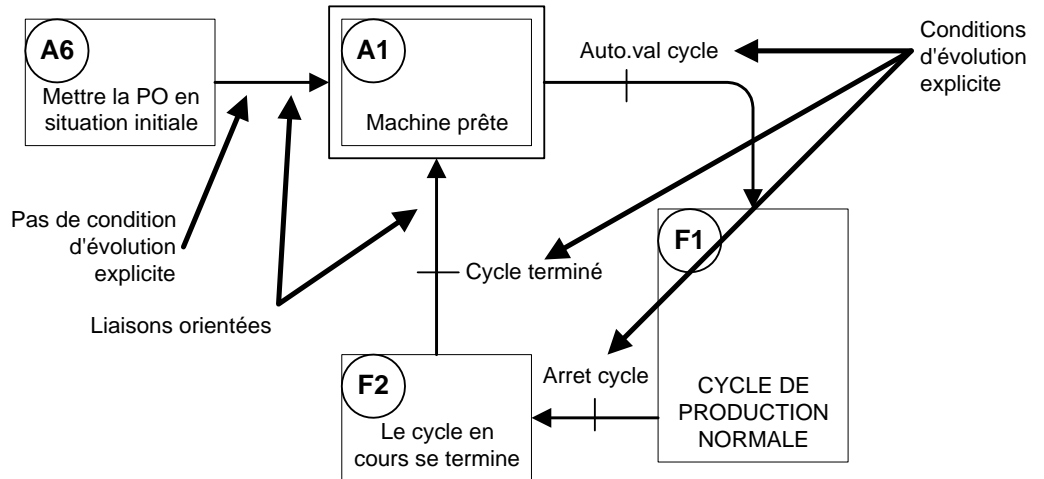
Exemple : F2 est un repère de rectangle état. F signifie que l'état proposé fait partie des procédures de fonctionnement.

Un rectangle état s'utilise en complétant de façon manuscrite l'opération exécutée et les conditions d'évolution.

25 – Passage d'un mode à un autre :

On peut passer d'un état à un autre :

⇒ **Avec une condition d'évolution :** la condition d'évolution est portée sur la liaison orientée entre les rectangles états. La condition peut être liée à l'action sur un bouton du pupitre opérateur ou à l'activation de capteurs sur la machine.



⇒ **Sans condition explicite :** dans certains cas d'évolution entre rectangles états, l'écriture d'une condition d'évolution n'apporterait pas d'information utile.

III – DEFINITIONS DES ETATS :

31 – Etats de marche : famille F :

Repère	Désignation	Description
F1	PRODUCTION NORMALE	Dans cet état, la machine produit normalement : c'est l'état pour laquelle elle a été conçue. Le rectangle état qui correspond à F1 a un cadre très épais. On fait souvent correspondre à cet état un GRAFCET que l'on appelle GRAFCET de base. A cet état ne correspond pas nécessairement une marche automatique
F2	MARCHE DE PREPARATION	Cet état est utilisé pour les machines nécessitant une préparation préalable à la production normale : préchauffage d'outillage, remplissage de machine, mises en route diverses, etc.
F3	MARCHE DE CLOTURE	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 VERIFICATION DANS LE DESORDRE	C'est l'état qui permet de vérifier certaines fonctions ou certains mouvements sur la machine sans respecter l'ordre du cycle
F5	MARCHE DE VERIFICATION DANS L'ORDRE	Dans cet état, le cycle de production peut être exploré au rythme voulu par la personne effectuant les vérifications, la machine étant ou non en train de produire
F6	MARCHE DE TEST	Les machines de contrôle, de mesure, de tri, etc. comportent des capteurs qui doivent être réglés ou étalonnés périodiquement. La marche de test F6 permet ces opérations de réglage ou d'étalonnage

LE GEMMA**32 – Etats de défaillance : famille D :**

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 dégagements, les procédures et précautions nécessaires pour éviter ou limiter les conséquences dues à la défaillance
D2	DIAGNOSTIC ET/OU TRAITEMENT DE DEFAILLANCE	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 MEME	Il est parfois nécessaire de continuer la production même après une défaillance de la machine : on aura alors une production dégradée ou une production forcée ou encore une production aidée par des opérateurs non prévus en production normale

33 – Etats arrêts : famille A :

Repère	Désignation	Description
A1	ARRET DANS L'ETAT INITIAL	C'est l'état repos de la machine. Il correspond en général à une situation initiale du GRAFCET. 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	ARRET DEMANDE 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	ARRET DEMANDE DANS UN ETAT DETERMINE	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 arrêtée en une autre position que la fin de cycle.
A5	PREPARATION POUR REMISE EN ROUTE APRES DEFAILLANCE	C'est dans cet état que l'on procède à toutes les opérations (dégagements, nettoyages, etc.) nécessaires à une remise en route après défaillance.
A6	MISE PO EN ETAT INITIAL	La machine étant en A6, on remet manuellement ou automatiquement la PO en position pour un redémarrage dans l'état initial.
A7	MISE PO DANS ETAT DETERMINE	La machine étant en A7, on remet la PO en position pour un redémarrage dans une position autre que l'état initial.

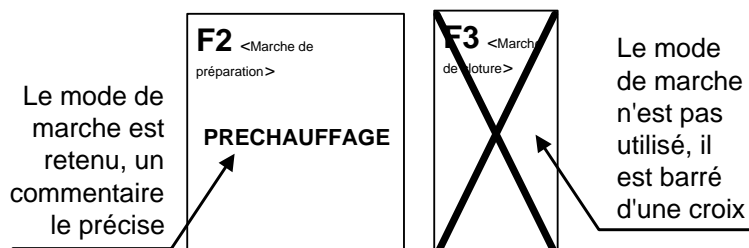
IV – METHODE D'UTILISATION ET DE LECTURE DU GEMMA :

Avec le GEMMA, l'étude des modes de marche et d'arrêt est prévue dès la conception et intégrée dans la réalisation. Après l'établissement du GRAFCET opérationnel de base, on met en œuvre le GEMMA pour la sélection des modes de marche et d'arrêt.

41 – Visualisation des modes de marche et d'arrêt :

On sélectionne les modes de marche ou d'arrêt utilisés sur la machine en indiquant dans les rectangles états correspondant un commentaire en langage utilisateur.

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.



LE GEMMA**42 – Possibilités d'évolution entre les différents modes :**

Deux états essentiels se retrouvent sur toutes les machines :

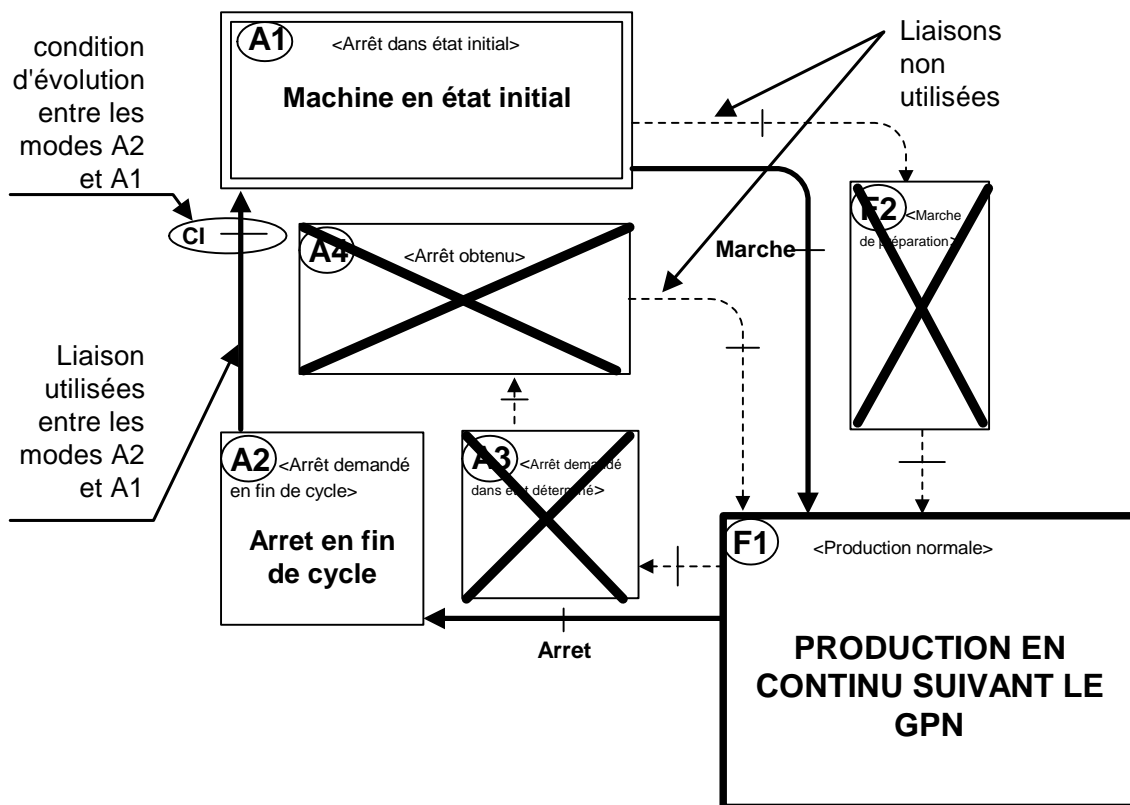
- ⇒ **L'état A1 qui correspond à l'état initial de la machine**
- ⇒ **Le mode F1 qui correspond à une production normale de la machine**

En partant de chacun des 2 états essentiels A1 et F1, on recherche les évolutions vers les autres états :

- ⇒ On commence par démarrer la machine, c'est à dire de 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 arrêt d'urgence D1
 - Avec production tout de même → D3 → etc.

Des liaisons entre les rectangles états sont proposées en pointillé sur le GEMMA. On repasse en trait fort les liaisons utilisées en ajoutant les conditions d'évolution.

Dans l'exemple qui suit, on pourra passer de l'état A1 vers le mode F1 si l'on a la consigne de marche.

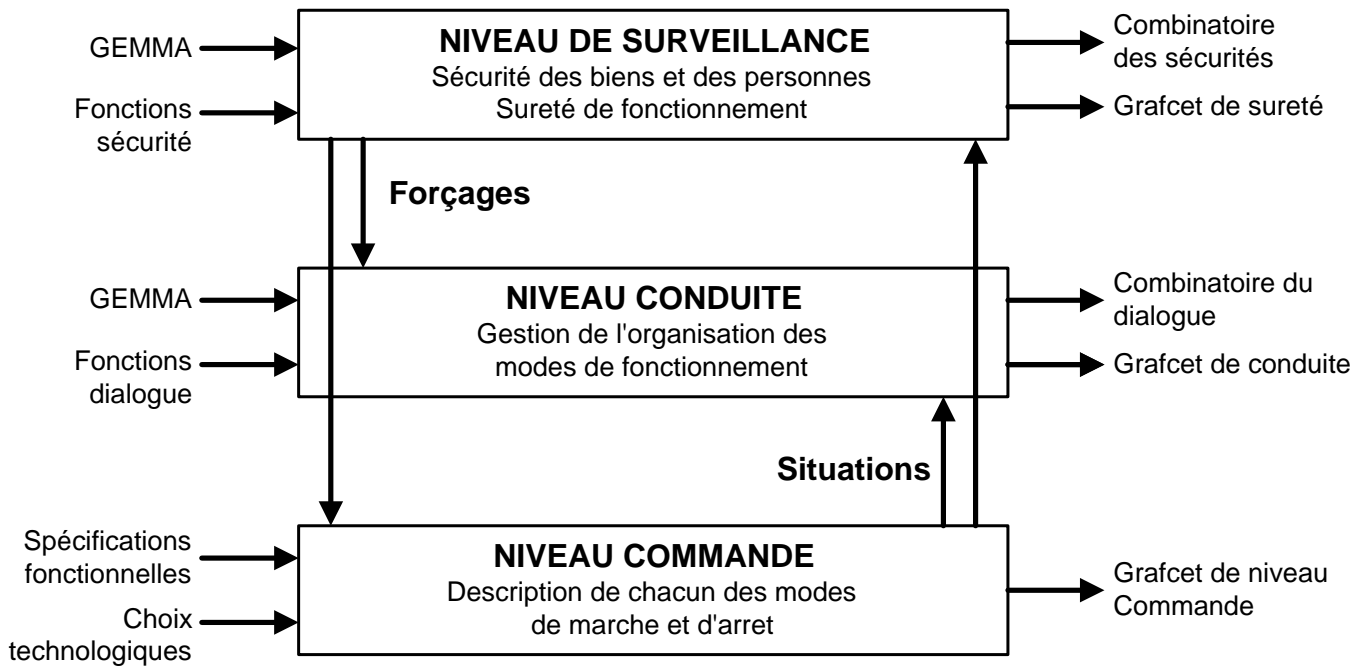
**V – DU GEMMA VERS LE GRAFCET :**

Le gemma permet une description fonctionnelle des modes de marche et d'arrêt. Pour assurer la prise en compte de ces spécifications par la PC, on adopte une description incluant notamment le grafcet.

51 – Hiérarchisation des fonctions de commande :

Il est possible d'effectuer une partition des fonctions de la PC en différents niveaux. Chacun de ces niveaux met en œuvre différents outils de description (combinatoire, grafcet).

LE GEMMA

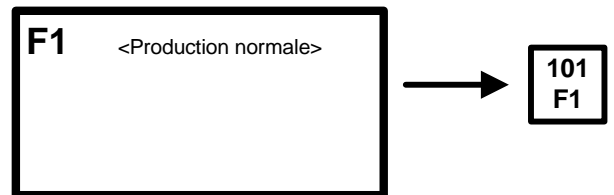


52 – Méthode de construction du grafcet de conduite :

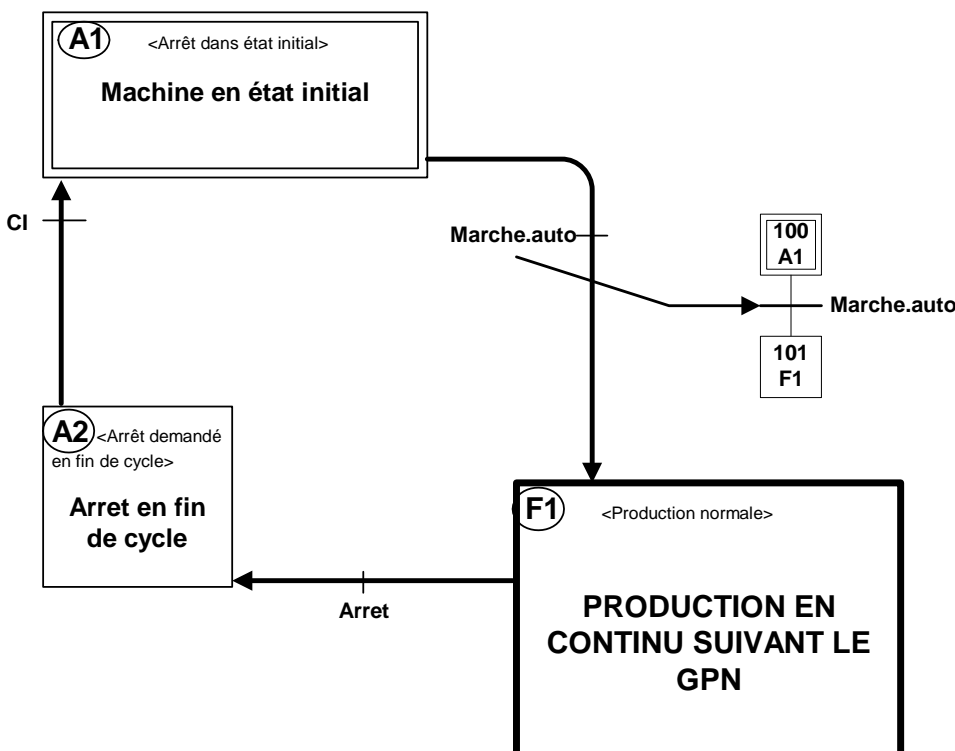
Le niveau conduite correspond à l'ensemble des modes de fonctionnement du GEMMA ainsi que leurs procédures d'arrêt.

Le grafcet de conduite décrira les possibilités d'évolution entre les modes de fonctionnement. Il ne décrira pas les procédures de marche ou d'arrêt de sécurité.

⇒ **Tout d'abord, on associe à chaque rectangle état une étape du grafcet de conduite :**

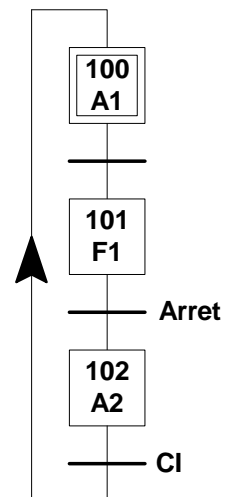


⇒ **Les possibilités d'évolution sont décrites par réceptivités associées à des transitions :**



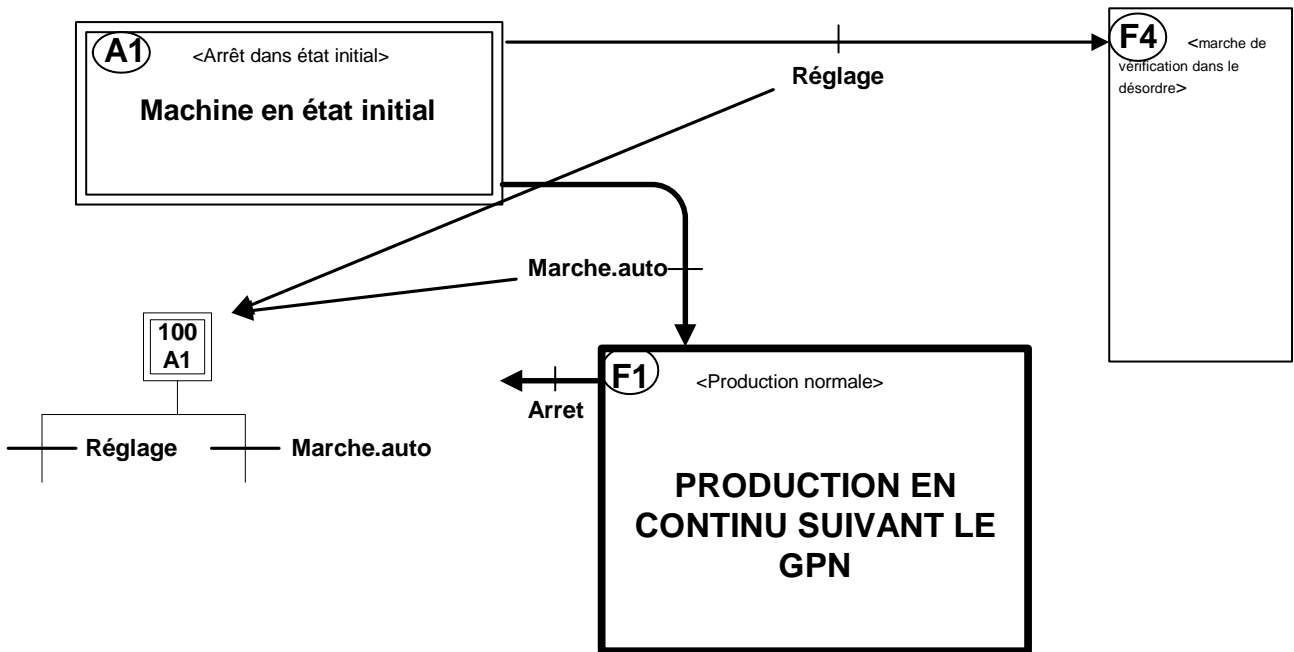
⇒ **On associe une séquence du grafcet à une boucle du GEMMA :**

Pour la boucle du GEMMA ci-dessus, on obtient la séquence ci-contre :



LE GEMMA

⇒ Plusieurs possibilités d'évolution issues d'un rectangle état seront caractérisées par un choix de séquences multiples au niveau du grafcet de conduite.



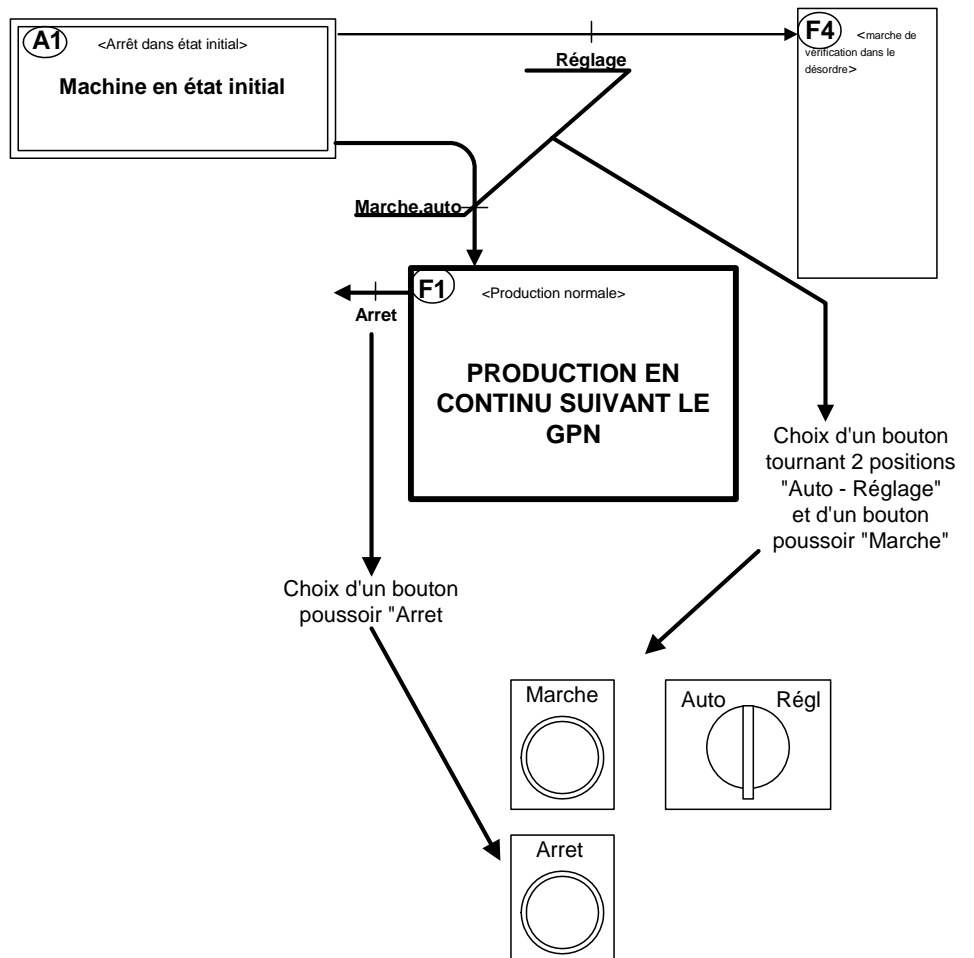
VI – GEMMA ET FONCTION DIALOGUE :

Lorsque le système est en phase d'exploitation, sa conduite est menée par l'opérateur à partir du pupitre. Le pupitre regroupe l'ensemble des éléments qui permettent d'accéder aux différents modes de marche et d'arrêt. Il sera donc conçu parallèlement à l'élaboration du GEMMA.

Le concepteur dispose d'un ensemble de composants technologiques tels que :

- ✎ Boutons poussoirs
- ✎ Boutons tournants à 2 ou 3 positions
- ✎ Voyants
- ✎ Boutons coup de poing
- ✎ Terminaux de dialogues, etc.

Dès qu'une information issue du pupitre apparaît sur le GEMMA, elle nécessite le choix d'un élément du pupitre.



LE GEMMA

REFERENCE DE L'EQUIPEMENT

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

