

# LE GRAFCET

---

<b>PRESENTATION DE L'OUTIL.</b>	<b>1</b>
<b>PARTIES CONSTITUTIVES D'UN SYSTEME.</b>	<b>4</b>
<b>I - Définition et symbolisation.</b>	<b>12</b>
1 - Etape	12
2 - Actions associées à l'étape	12
3 - Classification des actions	13
4 - Transition	19
5 - Réceptivité associée à la transition	20
6 - Prise en compte du temps	20
7 - Réceptivité avec prise en compte des changements d'états	22
<b>STRUCTURES DE BASES</b>	<b>23</b>
1 - Liaisons orientées	23
Initialisation :	24
2 - franchissement d'une transition	25
3 - évolution des étapes actives	25
4 - Séquence unique	26
5 - Séquences simultanées	27
6 - Sélection de séquence	28
7 - Reprise de séquence	29
8 - Utilisation des compteurs/décompteurs	30
9-Macro étape	31
9 - Réutilisation d'une même séquence	32
<b>NOTION DE FORÇAGE</b>	<b>33</b>
<b>TERMINOLOGIE.</b>	<b>35</b>



## Présentation de l'outil.

---

Lorsque les spécifications fonctionnelles auxquelles doit répondre un automatisme sont exprimées en langage courant, il y a risque permanent d'incompréhension entre rédacteur et lecteur.



Les moyens de représentation utilisés jusqu'à présent (littérale, logique, organigramme) ne suffisent plus ou traduisent plus souvent la façon dont l'automatisme est réalisé plutôt que son fonctionnement. C'est pourquoi il est utile de disposer d'un outil de représentation de ces spécifications qui soit :

- normalisé
- dépourvu d'ambiguïté
- et cependant facile à comprendre et à utiliser.

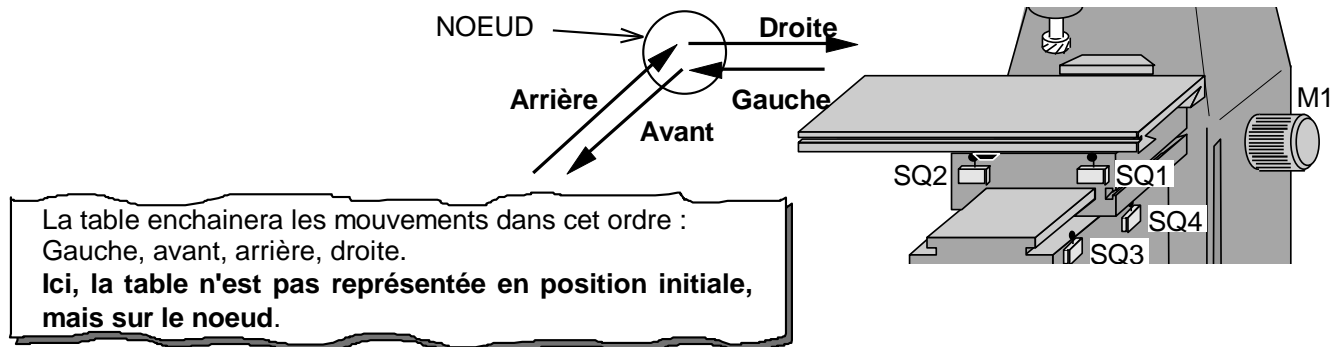
Deux organismes l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) et l'ADEPA (Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée) ont élaboré un diagramme fonctionnel.

le **GRAFCET** (**GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition).

Dans les schémas réalisés dans les cours précédemment, 2 logiques de commande ont été utilisées :

- une **logique combinatoire** dans laquelle une même information conduit à un seul résultat ;
- une **logique séquentielle** dans laquelle il arrive qu'une même information entraîne des résultats différents (ex : Schéma avec nœud).

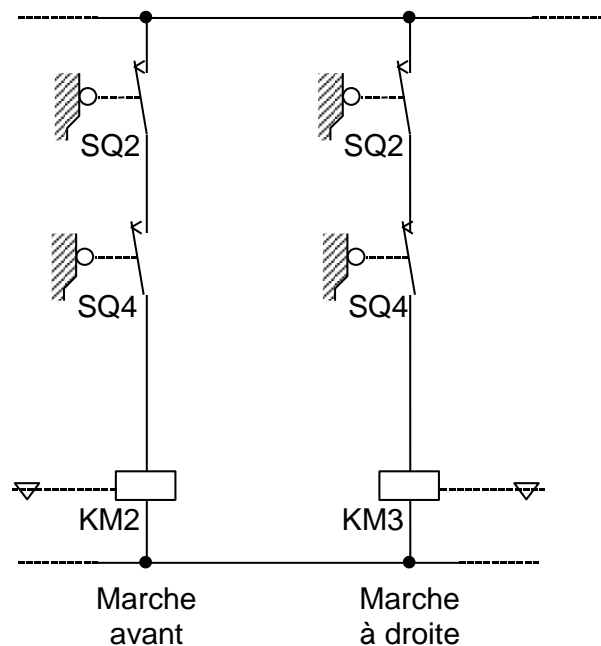
## Contrôler un double passage ("nœud")



Au départ de chaque mouvement les fins de course actionnés sont :

- pour la marche gauche SQ1 et SQ4
  - pour la marche avant **SQ2 et SQ4**
  - pour la marche arrière SQ2 et SQ3
  - pour la marche droite **SQ2 et SQ4**
- ➔ **Noeud**

La marche avant et la marche droite débutent par la même combinaison de variables :



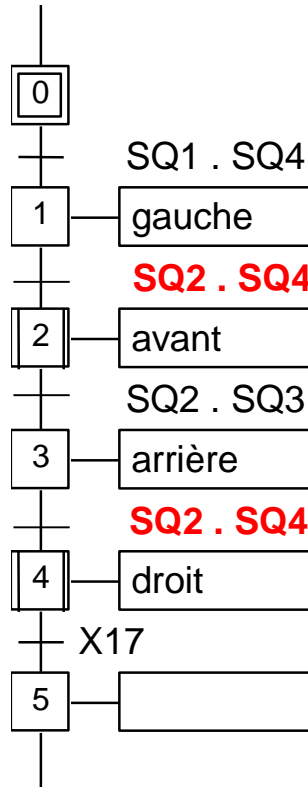
Elles sont commandées en même temps ce qui ne correspond pas au cahier des charges.

Il est nécessaire pour différencier ces ordres :

- de rajouter une autre variable sur chacun des mouvements concernés. Ces variables seront issues d'un relais auxiliaire (Comme un relais ne peut prendre que **deux états**, il ne peut différencier que **deux mouvements**.)
- L'utilisation du diagramme **Grafcet**, basé sur la notion d'*étape* et de *transitions* simplifie la synthèse des automatismes séquentiels en tenant compte du fait que :

- ✓ parmi le grand nombre d'informations disponibles, peu sont significatives à un instant donné.

Il impose une démarche rigoureuse, éventuellement hiérarchisée, évitant ainsi les incohérences, les conflits dans le fonctionnement



La complexité croissante des systèmes automatisés nécessite l'utilisation de la logique séquentielle dans toutes les phases de cycle afin d'éviter les aléas de fonctionnement.

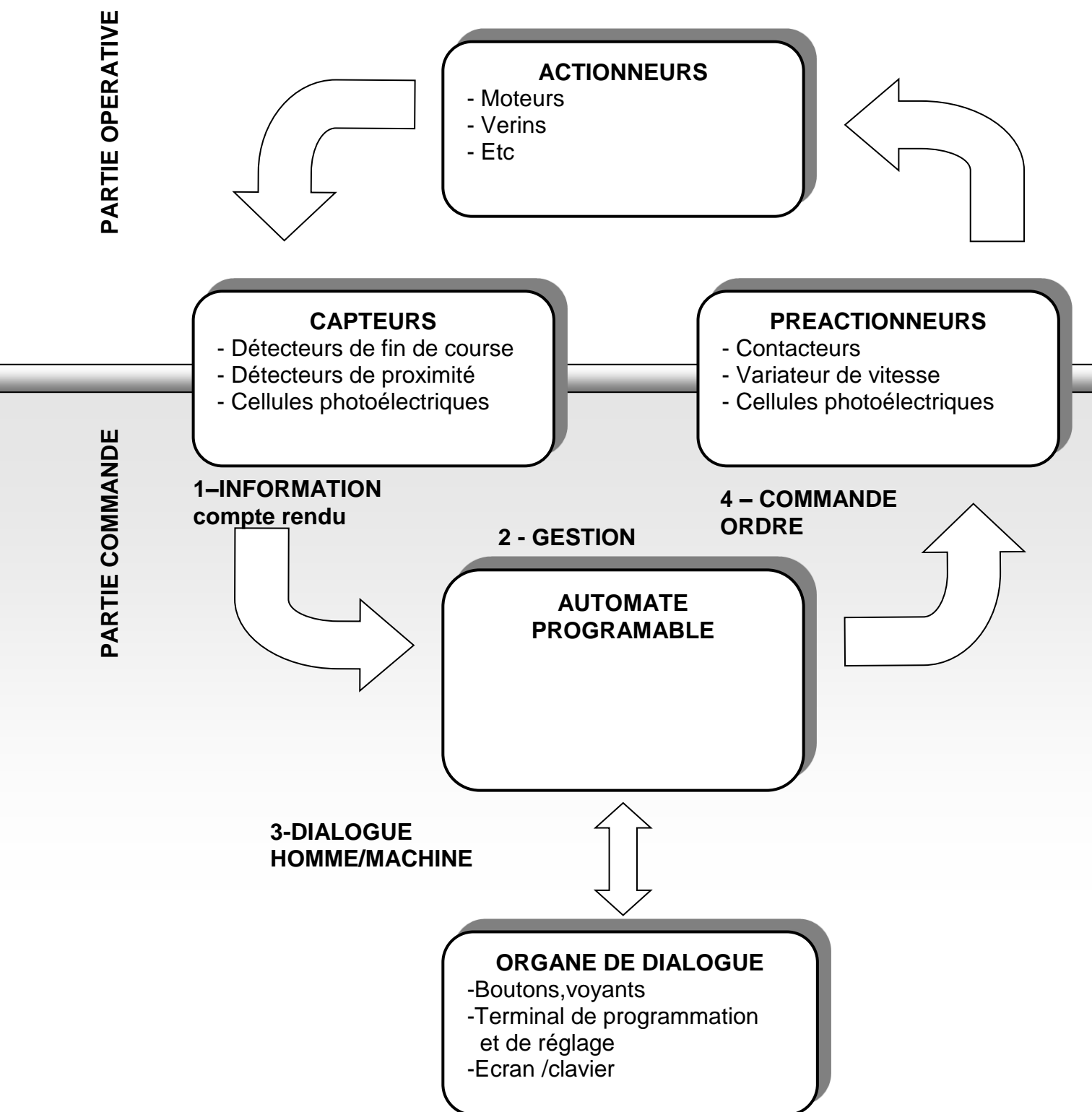
L'évolution des technologies (Servo, pas à pas, automates) a permis de généraliser l'utilisation de mémoires mécaniques, électromécaniques ou électroniques comme conditions supplémentaires au passage à la phase suivante.

Dans ces conditions on réalise un véritable **automatisme séquentiel**.

Afin de décrire, concevoir, réaliser et exploiter cet automatisme, ce langage commun permet une représentation graphique et structurée :

A chaque niveau de la description, ce diagramme peut être affiné et corrigé sans nécessiter la remise en cause des parties déjà étudiées.

Parties constitutives d'un système.



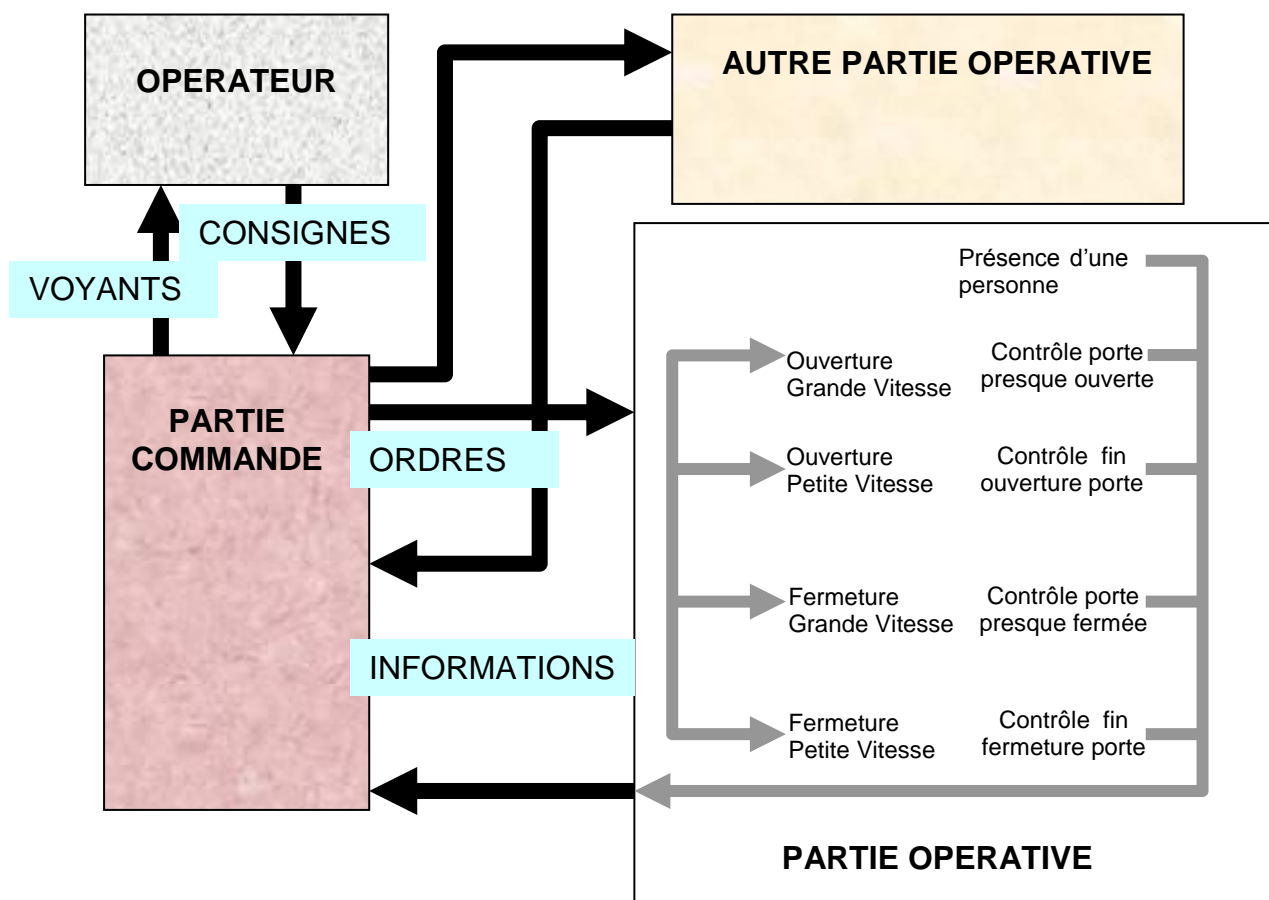
## Partie opérative – partie commande.

Un système automatisé se compose en deux parties interdépendantes :

- ❑ *La partie opérative* : c'est le processus à automatiser.
- ❑ *La partie commande* : c'est l'automatisme qui, en fonction des entrées, élabore en sortie des ordres externes destinés à la partie opérative, ou à des éléments extérieurs.

### Exercice introductif.

Nous allons étudier l'automatisation d'une porte d'accès à un atelier.



Composition de la partie opérative

La partie opérative représentée ci-dessus très schématiquement se compose :

- D'une porte motorisée
- De capteurs de position de la porte
- D'un capteur de présence d'une personne devant la porte



**Fonctionnement général du système.**

Une personne se présente devant la porte.

Un capteur de présence la détecte et demande à l'automate l'ordre du pilotage d'ouverture de la porte.

La porte s'ouvre alors en grande vitesse.

Puis arrivée proche de la position de fin d'ouverture, la porte s'ouvre en petite vitesse.

Arrivée en butée d'ouverture, la porte s'arrête automatiquement.

Lorsqu'il n'y a plus de présence de la personne, l'ordre de fermeture de la porte est donnée par l'automate.

La porte se referme alors en grande vitesse.

Puis arrivée proche de la position de fin de fermeture, la porte se ferme en petite vitesse.

Arrivée en butée de fermeture, la porte s'arrête automatiquement.

Si en cours de fermeture, il y a action sur le capteur de fin d'ouverture ou de fin de fermeture, le cycle n'est pas modifié pour autant.

Ces actions ne pourront être obtenues que si la partie commande émet les ordres convenables au moment voulu.

**Etude de la partie commande.**

Considérons la porte arrêtée dans l'attente d'une nouvelle présence d'une personne.

La porte est immobile et l'ouverture de celle-ci ne sera commandée par l'automate qu'après réception de l'information «présence d'une personne ».

Cependant, cette même information, si elle est renouvelée par erreur pendant l'ouverture de la porte, n'aura aucun effet sur le comportement de la partie commande. Nous dirons que l'automate était réceptif dans le premier cas pour l'information «présence d'une personne » et qu'il ne l'était plus dans le second.

Nous dirons que la partie commande demeure dans une «étape » tant que son comportement est constant.

Elle reste dans cette étape jusqu'à ce que les informations pour lesquelles elle est «réceptive » provoquent le franchissement d'une «transition » conduisant à une nouvelle étape ou la partie commande adoptera alors un nouveau comportement.

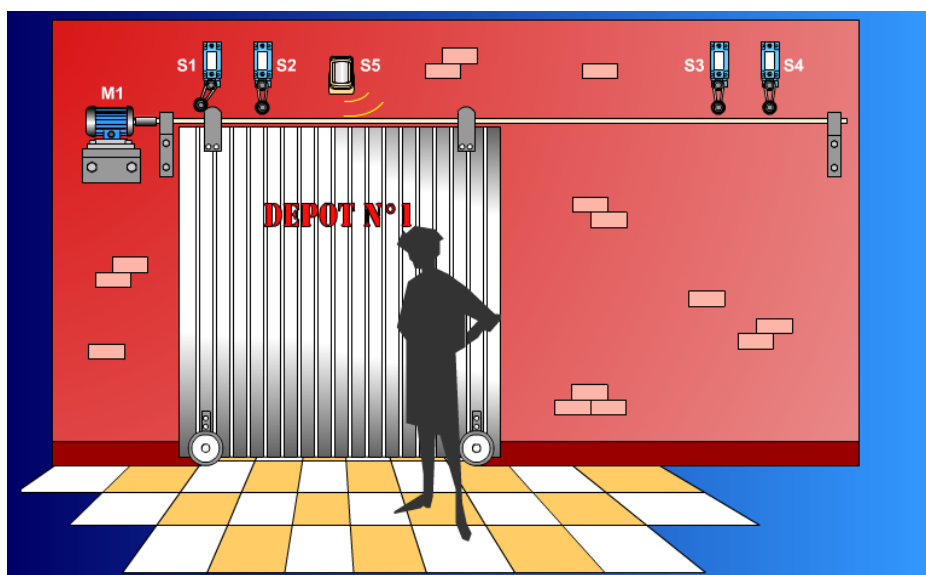
Nous pouvons maintenant représenter le fonctionnement d'une partie commande comme une succession alternée d'étapes et de transitions.

En conséquence, nous associerons :

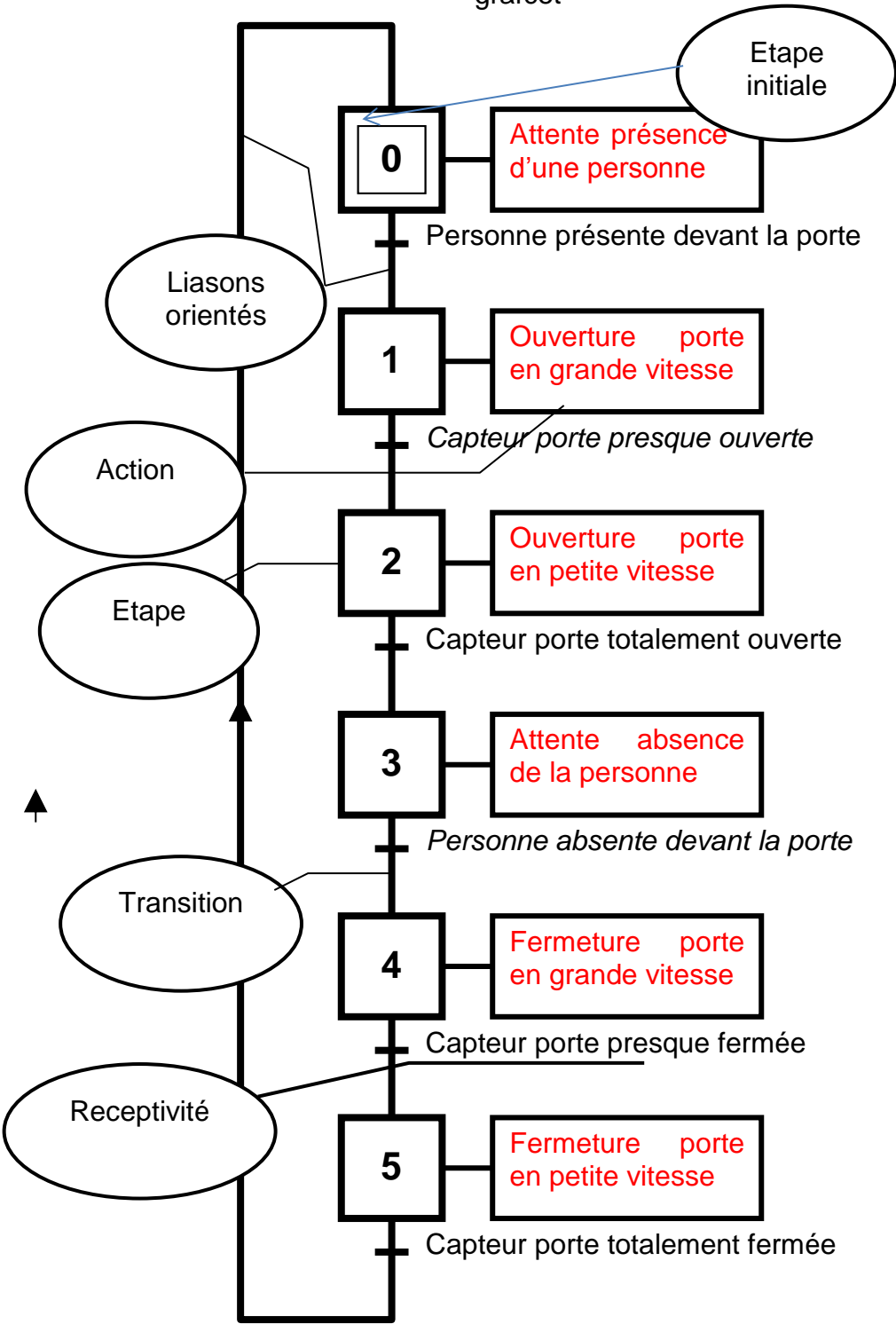
- ✓ à chaque étape, les actions à effectuer.
- ✓ à chaque transition, les informations permettant leur franchissement sous forme d'une condition logique appelée réceptivité.

De cette manière le fonctionnement de la partie commande nécessaire à la presse sera décrit ainsi :

<b>Etape 0</b>	<b>action</b>	<b>attente présence d'une personne</b>
<b>Transition 0 – 1</b>	<b>réceptivité</b>	<b>personne présente devant la porte</b>
<b>Etape 1</b>	<b>action</b>	<b>ouverture porte en grande vitesse</b>
<b>Transition 1 – 2</b>	<b>réceptivité</b>	<b>capteur porte ouverte</b>
<b>Etape 2</b>	<b>action</b>	<b>ouverture porte en petite vitesse</b>
<b>Transition 2 – 3</b>	<b>réceptivité</b>	<b>capteur porte totalement ouverte</b>
<b>Etape 3</b>	<b>action</b>	<b>attente absence de la personne</b>
<b>Transition 3 – 4</b>	<b>réceptivité</b>	<b>personne absente devant la porte</b>
<b>Etape 4</b>	<b>action</b>	<b>fermeture de la porte en grande vitesse</b>
<b>Transition 4 – 5</b>	<b>réceptivité</b>	<b>capteur porte presque fermée</b>
<b>Etape 5</b>	<b>action</b>	<b>fermeture porte en petite vitesse</b>
<b>Transition 5 – 0</b>	<b>réceptivité</b>	<b>capteur porte totalement fermée</b>



Il s'avère plus commode de représenter ce fonctionnement sous forme graphique, d'où le «grafcet »



Le grafcet montre :

- ✓ Les liaisons d'étape à transition et de transition à étape
- ✓ Les étapes et leurs actions associées
- ✓ Les transitions et leur réceptivité associée

Notons que nous avons attribué un rôle particulier à l'une des étapes.

### **L'étape initiale.**

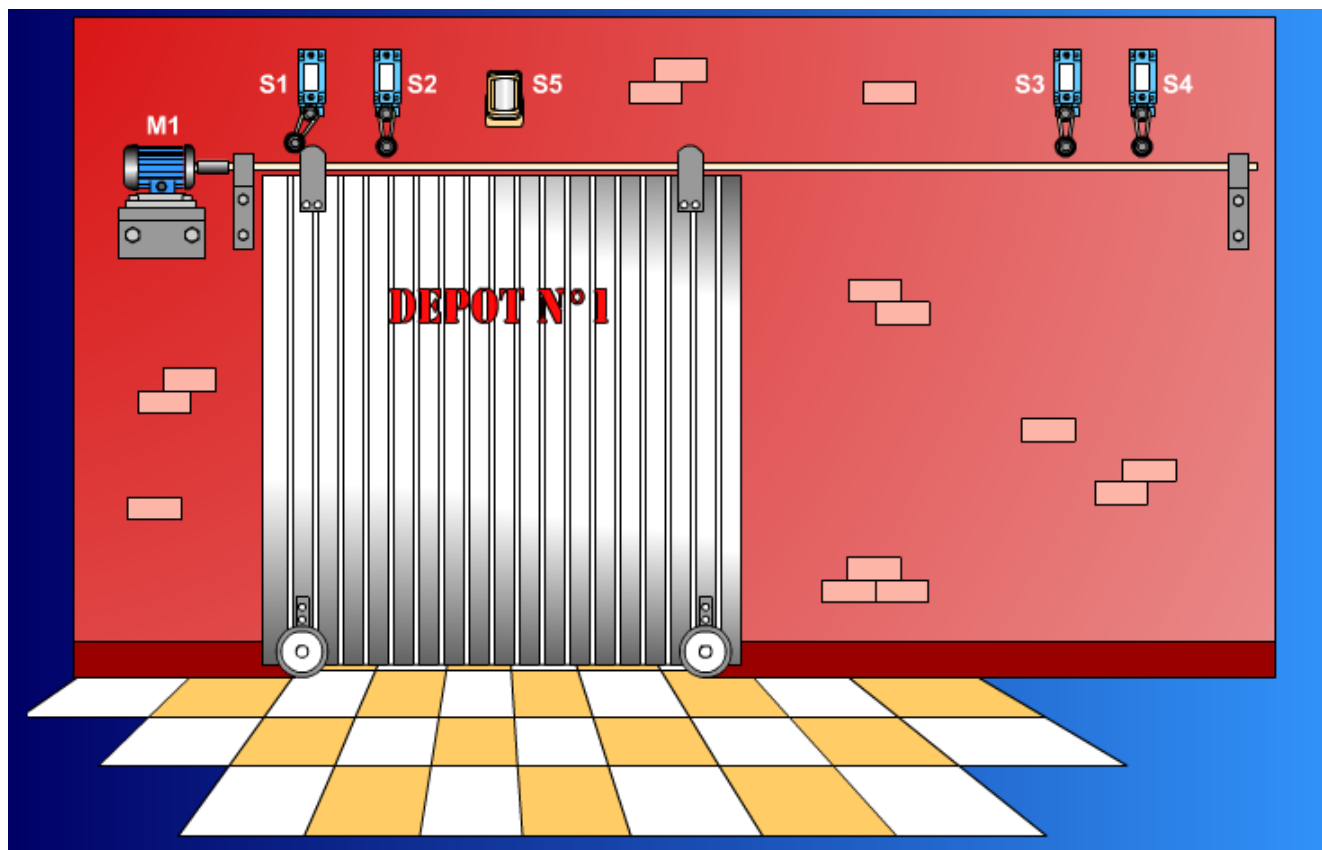
Le choix de cette étape est imposé par des considérations fonctionnelles liées à la partie opérative.

### **Ce grafcet ne tient pas compte des spécifications technologiques.**

Il permet un dialogue entre le concepteur de la partie mécanique de la machine et la personne devant concevoir l'automatisation, et ceci quelle que soit la technologie utilisée dans l'automatisme.

### **C'est un grafcet fonctionnel.**

Il convient maintenant de préciser le choix technologique des capteurs et des actionneurs



### **INFORMATIONS**

Déroulement du cycle :

**S1** : Porte totalement fermée

**S2** : Passage en fermeture PV

**S3** : Passage en ouverture PV

**S4** : Porte totalement ouverte

**S5** : Présence d'une personne devant la porte

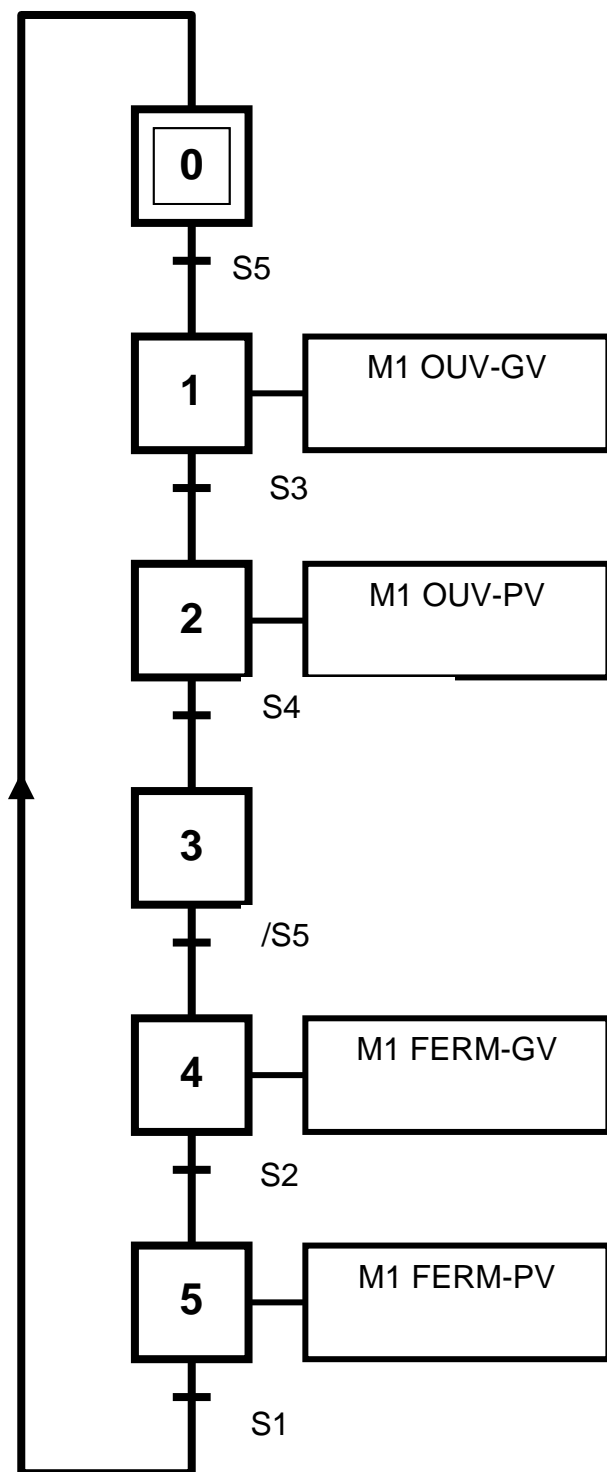
### **ORDRES**

**M1 OUV-GV** : Ouverture porte en Grande Vitesse

**M1 OUV-PV** : Ouverture porte en Petite Vitesse

**M1 FERM-GV** : Fermeture porte en Grande Vitesse

**M1 FERM-PV** : Fermeture porte en Petite Vitesse



La technologie des détecteurs et des actionneurs étant définie, les appareils étant repérés, on peut établir un grafcet (voir ci-contre) avec une forme simplifiée d'écriture.

Ce grafcet est destiné essentiellement au concepteur de l'automatisme qui pourra, lorsque le schéma sera élaboré, et quelle que soit la technologie employée établir un grafcet plus affiné pour permettre à la maintenance d'intervenir avec un maximum d'efficacité.

En résumé :

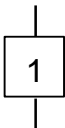
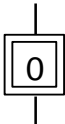
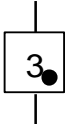
Le fonctionnement d'un automatisme peut-être représenté graphiquement par un ensemble

- ♦ D'étapes auxquelles sont associées des actions
- ♦ De transitions auxquelles sont associées des réceptivités
- ♦ De liaisons orientées.

## I - Définition et symbolisation.

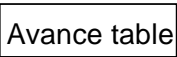
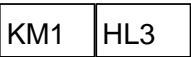
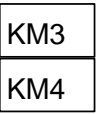
### 1 - Etape

Une étape caractérise un état stable de la machine à un instant donné et suivant l'évolution du système.

Symbole	Description	Commentaires
	<b>Etape</b> : l'entrée d'une étape est figurée à la partie supérieure et la sortie à la partie inférieure. <i>Une étape peut avoir plusieurs entrées et plusieurs sorties</i>	Une étape est : 3 soit <b>active</b> 3 soit <b>inactive</b> .
	<b>Etape initiale</b> .	C'est la <b>première étape</b> d'un GRAFCET.  Elle correspond généralement à la position de repos de la partie commande du système.  Cela permet de repérer le point de départ pour la lecture du grafcet.
	<b>Etape active</b> : Elle permet de préciser la situation d'un GRAFCET à un instant donné.	L'ensemble des étapes actives définit la situation de la partie commande.

### 2 - Actions associées à l'étape

Ce sont les actions exécutables lorsque l'étape est active.

Symbole	Description	Commentaires
  	<b>Action</b> : elle peut être décrite de façon littérale, ou symbolique.	Elles peuvent être : <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>externes</b> si elles correspondent aux ordres émis par la partie commande (préactionneurs) vers la partie opérative ou vers les éléments extérieurs</li> <li>▪ <b>internes</b> si elles concernent des fonctions telles que temporisation ou comptage.</li> </ul>

Une étape ne comportant aucune indication peut correspondre à un comportement d'attente d'un événement externe (changement d'état d'une entrée) ou interne (activation d'une autre étape, fin d'une temporisation, etc...)

Mais les actions peuvent également décrire des tâches confiées à d'autres systèmes logiques ou analogiques.

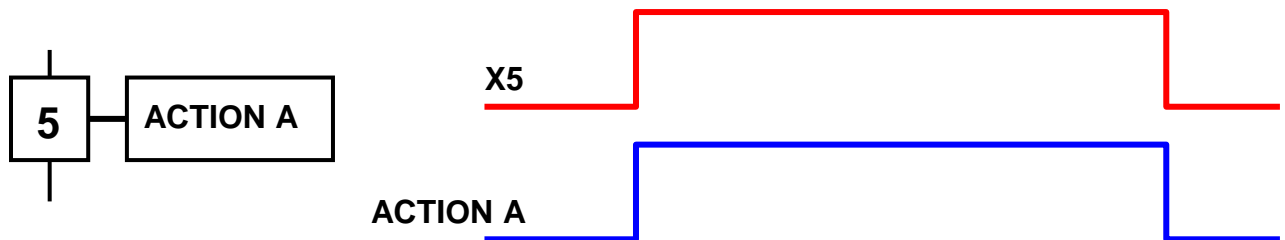
### **3 - Classification des actions**

Pour cette classification, le critère retenu sera la durée de l'action comparativement à la durée d'activité de l'étape.

**Par convention, dans les exemples ci-après, X5 correspond à l'état l'étape 5.**

Exemple : X11 =1 étape 11 active

a) Action continue

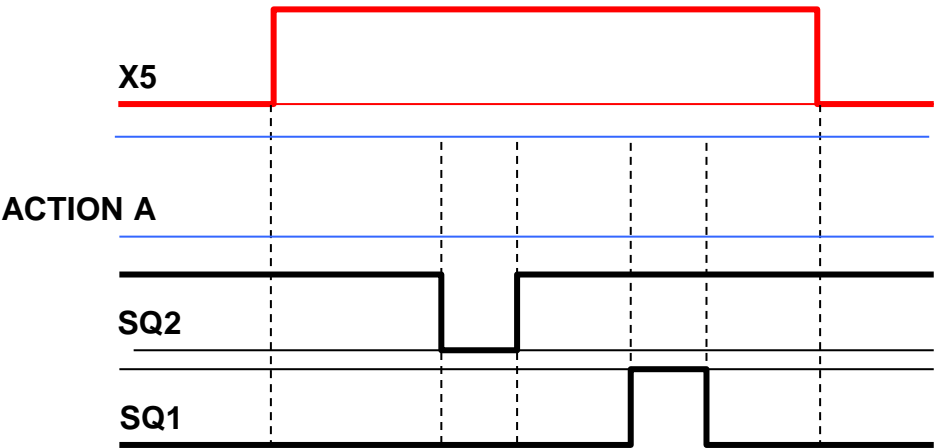




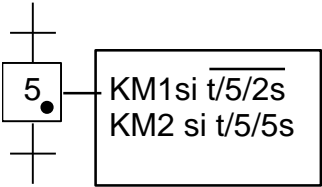
Action conditionnelle

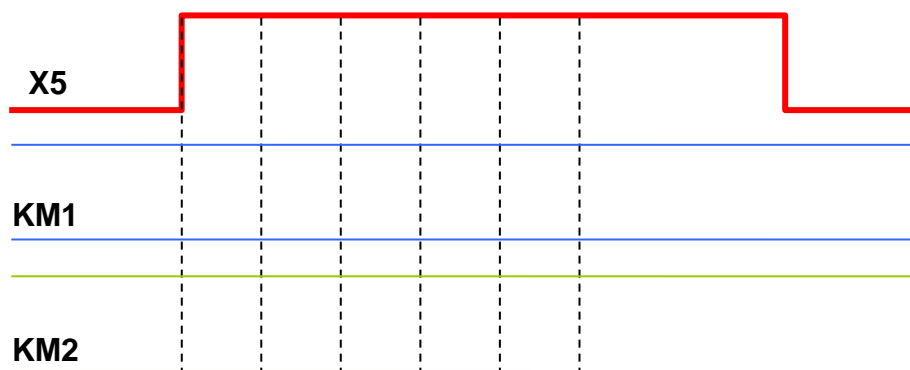
C'est une action dont l'exécution est soumise à une condition logique.

Symbole	Description	Commentaires
	<p>L'action associée à l'étape 5 sera exécutée si</p> <p>le fin de course SQ1 n'est pas actionné</p> <p>le fin de course SQ2 est actionné.</p>	<p>Ces actions conditionnelles sont particulièrement importantes car elles permettent dans une étape de réaliser un <b>combinatoire locale</b> pouvant tenir compte des sécurités (relatives à un mouvement par exemple).</p> <p>Elles sont utilisées surtout pour :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ intégrer des sécurités,</li><li>▪ autoriser des marches manuelles,</li><li>▪ supprimer des étapes d'attentes.</li></ul>



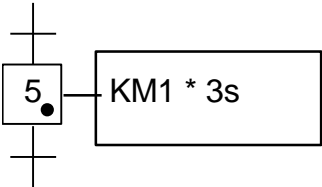
b) Action temporisée

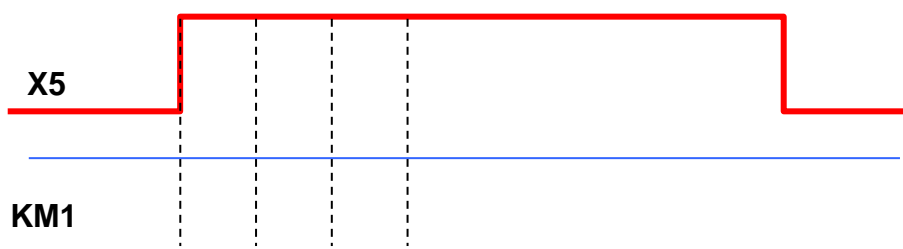
Symbole	Description	Commentaires
	<p>KM1 associé à l'étape 5 sera exécuté pendant 2 secondes.</p> <p>KM2 associé à l'étape 5 sera exécuté après 5 secondes</p>	<p>C'est un cas particulier très fréquemment rencontré dans les applications, le temps intervenant alors comme condition logique. L'indication du temps s'effectue par la notation générale « t / i / q » qui fixe après la lettre « t » le repère « i » fixant l'origine du temps et sa durée.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cette locution prend la valeur logique « 1 » dès que « q » secondes se sont écoulées depuis la dernière activation de l'étape « i ».</li> </ul>



Si la durée de l'activation de l'étape est inférieure à la durée de la temporisation, l'action KM2 n'est pas réalisée.

c) Action impulsionnelle

Symbole	Description	Commentaires
	KM1 associé à l'étape 5 sera exécuté pendant 3 secondes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elle n'est pas exécutée une nouvelle fois si l'étape reste activée.</li> </ul>



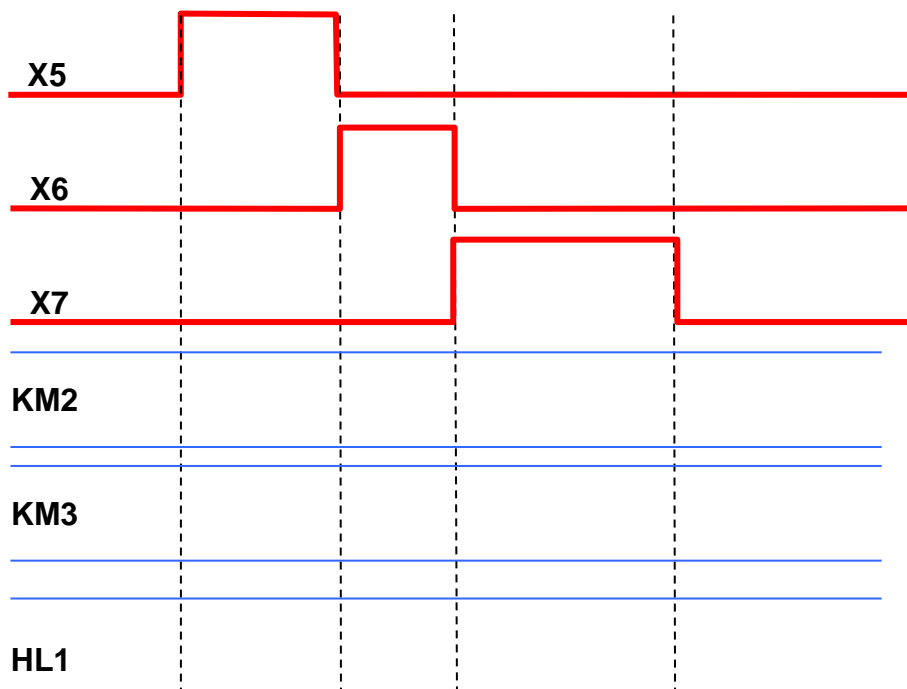
Comme dans le cas de l'action temporisée, cette action est subordonnée à l'activation de l'étape à laquelle elle est rattachée, donc la durée de l'action est limitée :

A la durée de l'impulsion

A l'activation de l'étape si cette durée est inférieure à l'impulsion.

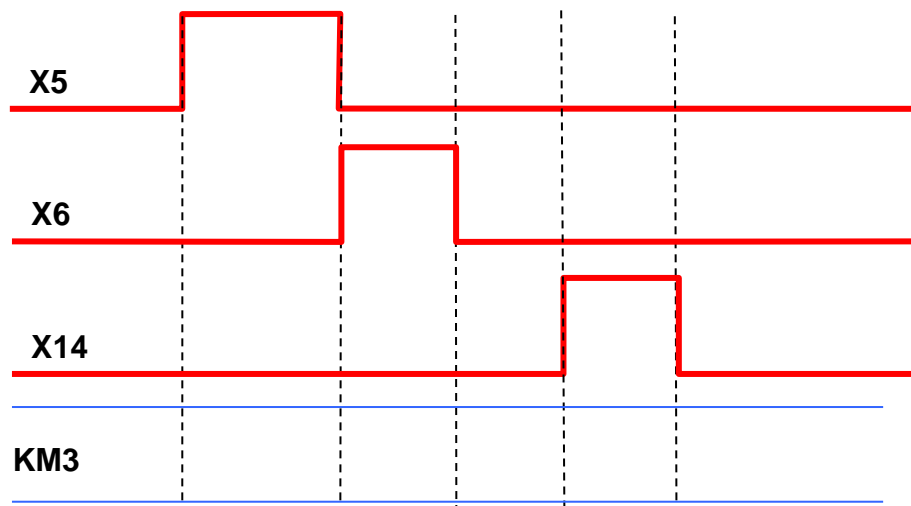
d) Effet maintenu par actions continues non mémorisées

Symbole	Description	Commentaires
<pre> graph TD     S5[5] --- SB4[SB4] --- KM3_5[KM3]     S6[6] --- SQ4[SQ4] --- KM3_6[KM3] --- KM2[KM2]     S7[7] --- SQ8[SQ8] --- KM3_7[KM3] --- HL1[HL1]         </pre>	<p>C'est la répétition de l'action dans toutes les étapes concernées qui assure la continuité de l'effet.</p>	<p>Cette description par actions continues successives présente les caractéristiques suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ L'action doit être précisée à chaque étape où l'effet correspondant doit être maintenu.</li> <li>▪ L'effet de l'action s'interrompt dès la désactivation de la dernière étape à laquelle il a été associé.</li> </ul>




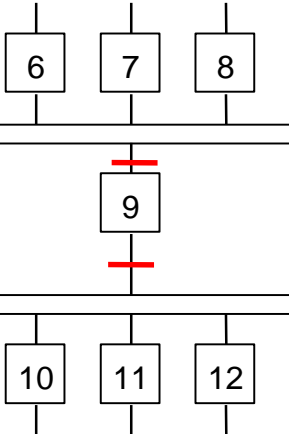
e) Effet maintenu par actions mémorisées

Symbole	Description	Commentaires
	<p>Les actions sont précisées dans les états où doit s'effectuer le début (mise à l'état logique 1) ou la fin (mise à l'état logique 0) de l'effet.</p> <p>Ces actions de commande d'enclenchement ou de déclenchement, peuvent être continues ou de durée limitée.</p>	<p>Cette description d'un effet maintenu correspond à une mémorisation des ordres de commande, effectuée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Soit par la partie opérative proprement dite (préactionneur à mémoire).</li> <li>▪ Soit par une mémoire auxiliaire de la partie commande (mémorisation de l'ordre).</li> </ul>



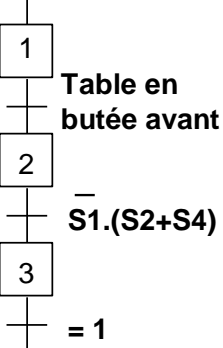
#### 4 - Transition

Une transition indique la possibilité d'évolution entre étapes.

Symbole	Description	Commentaires
 	<p><b>Transition</b> : elle est représentée par une barre perpendiculaire à la liaison entre deux étapes.</p>	<p>L'évolution entre deux étapes s'accomplit par le <b>franchissement</b> de la transition.</p> <p>Une transition est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>3 soit <b>validée</b>,</li> <li>3 soit <b>non validée</b>.</li> </ul> <p>La transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement reliées à cette transition sont actives.</p> <p>Lorsque plusieurs étapes sont reliées à la même transition, les liaisons orientées correspondant à ces étapes sont regroupées en amont et / ou en aval sur deux traits horizontaux.</p>

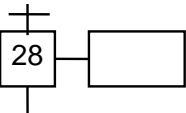
### 5 - Réceptivité associée à la transition

A chaque transition est associée une proposition logique **d'organes binaires** qui peut être vraie ou fausse.

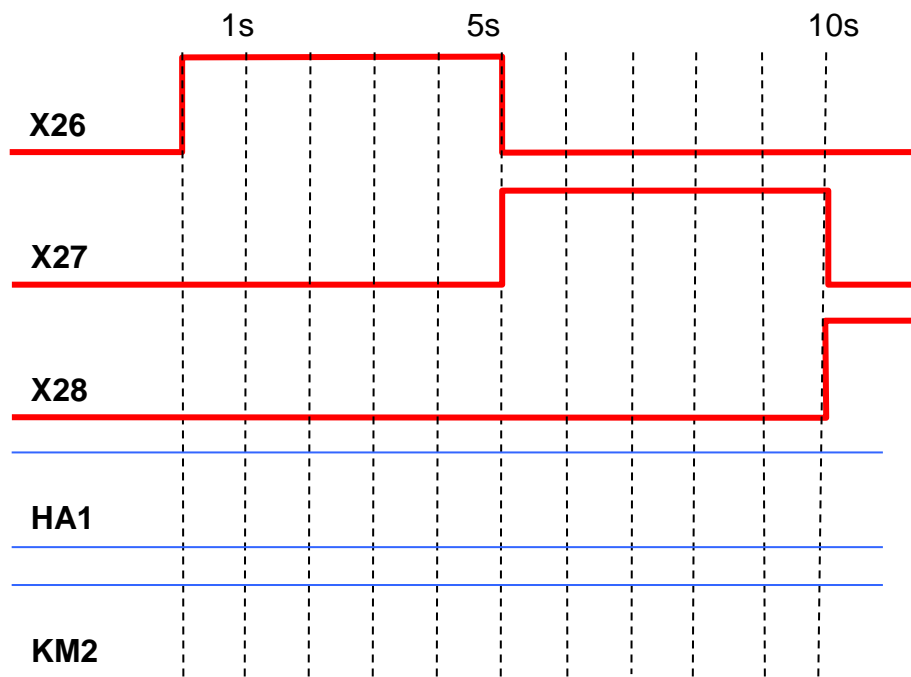
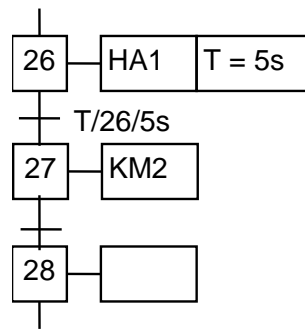
Symbole	Description	Commentaires
	<p><b>La réceptivité</b> est écrite de façon :</p> <p>littérale ou symbolique</p> <p>Lorsqu'il n'y a pas de conditions associées à une transition, la réceptivité est dite <b>toujours vraie</b> et notée <b>= 1</b></p>	<p>Parmi toutes les informations disponibles à un instant donné, la réceptivité regroupe uniquement <b>celles qui sont nécessaires</b> au franchissement de la transition.</p>

### 6 - Prise en compte du temps

L'origine d'un temps peut figurer parmi les actions associées à une étape. La fin du temps sera utilisée **comme réceptivité** généralement dans la transition suivante pour maintenir une étape ou retarder l'évolution de la séquence.

Symbole	Description	Commentaires
	<p>T/X26/5s : signifie que 5 secondes vont s'écouler avant l'activation de l'étape 27</p>	<p>Parmi toutes les informations disponibles à un instant donné, la réceptivité regroupe uniquement <b>celles qui sont nécessaires</b> au franchissement de la transition.</p>

Démonstration.

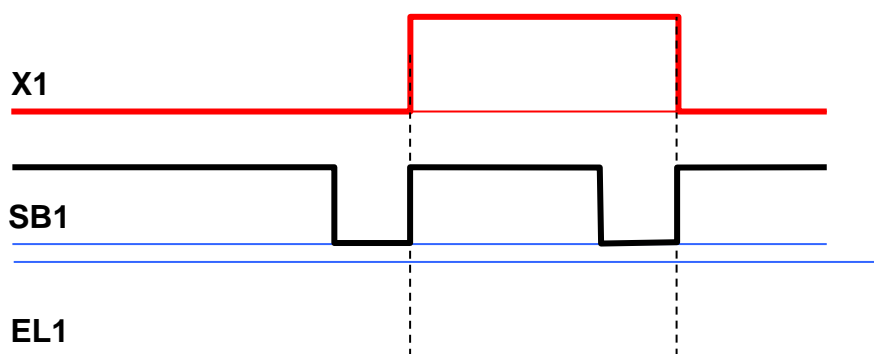
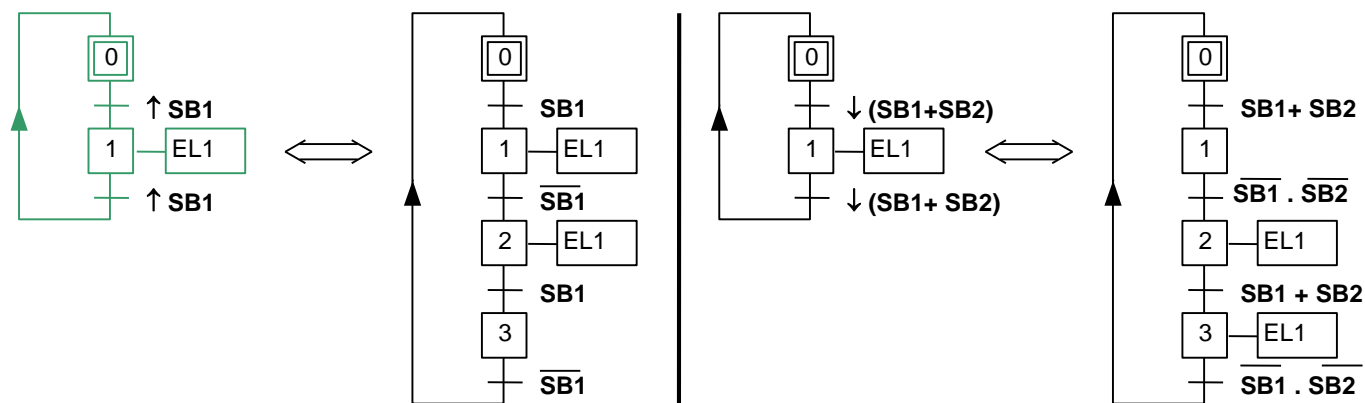




### 7 - Réceptivité avec prise en compte des changements d'états

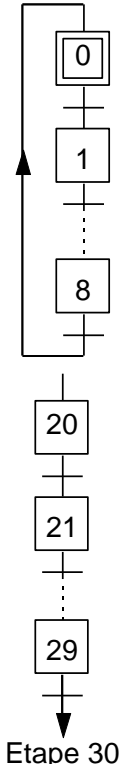
Il peut s'avérer nécessaire dans les réceptivités, de prendre en compte le changement d'état logique d'un organe binaire :

- le début de l'action sur l'organe sera noté  $\uparrow$  (front montant),
- l'arrêt de l'action sur l'organe sera noté  $\downarrow$  (front descendant).

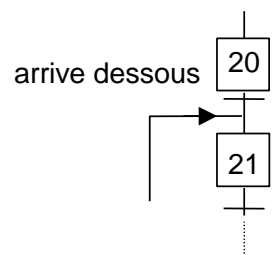
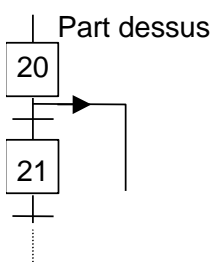


### 1 - Liaisons orientées

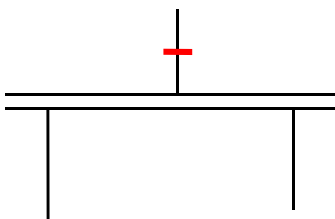
Une liaison orientée relie toujours une étape à une transition et inversement.

Symbole	Description	Commentaires
	<p><b>Liaison orientée</b> : des flèches sont utilisées pour préciser le sens de la lecture, si nécessaire.</p>	<p>Dans les GRAFCETS importants, il est possible d'utiliser ces liaisons orientées comme <b>renvois</b>.</p> <p>Des flèches et des repères indiqueront, pour chaque liaison, le sens, l'étape ou la transition d'origine ou de destination, les numéros de folios.</p>

### Règles mnémotechniques des renvois



règle du par-dessus, arrive dessous



L'environnement immédiat d'une double barre ne comporte qu'un trait de transition.

---

## Règles de syntaxe

L'alternance **étape transition** et **transition étape** doit toujours être respectée pour chaque séquence parcourue, par exemple :

- deux étapes ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une transition ;
- deux transitions ne doivent jamais être reliées directement, elles doivent être séparées par une étape.

Par convention, l'écriture et la lecture d'un GRAFCET s'effectuent toujours de **haut en bas**.

## Règles d'évolution

Elles définissent les conditions dans lesquelles les étapes peuvent être activées ou désactivées.

### Initialisation :

Elle correspond au passage d'une situation où aucune étape n'est active, à une situation où **au moins une étape est active**.

La ou les étapes activée(s) sont les **étapes initiales**.

Le GRAFCET se trouve alors en **situation initiale**, ce qui caractérise le comportement initial de la partie commande vis à vis de la partie opérative et correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.

Elles correspondent généralement à un comportement de repos de la partie opérative.

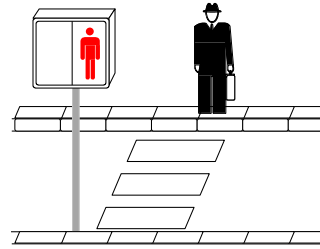
Des actions peuvent être associées aux étapes initiales.

## 2 - franchissement d'une transition

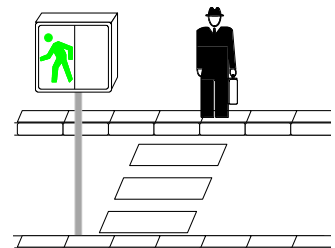
Une transition est soit validée, soit non validée. Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives (toutes les étapes s'il y a plusieurs séquences).

Elle ne peut être franchie que :

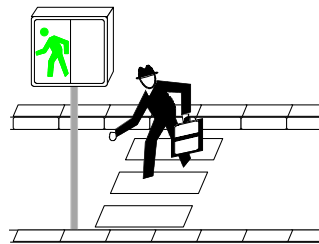
- lorsque la **transition** est **validée**



- **ET** que la **réceptivité** associée à cette transition est **vraie**.



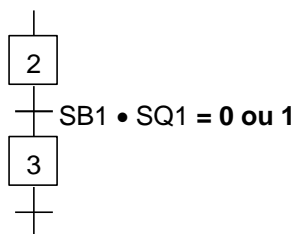
Lorsque ces deux conditions sont réunies, la transition est obligatoirement franchie



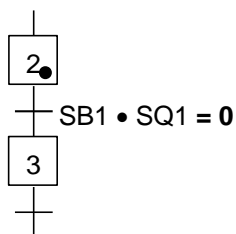
La **durée** de franchissement d'une transition est considérée aussi petite que l'on veut, mais **non nulle**, car en pratique, cette durée est imposée par la technologie utilisée pour la réalisation de l'automatisme.

## 3 - évolution des étapes actives

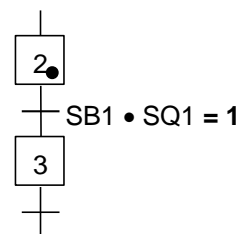
Le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'**activation de toutes les étapes immédiatement suivantes**, et la **désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes**.



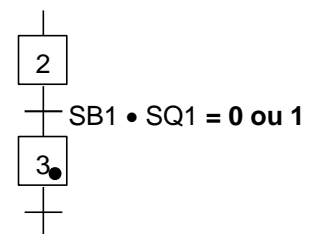
Transition non validée



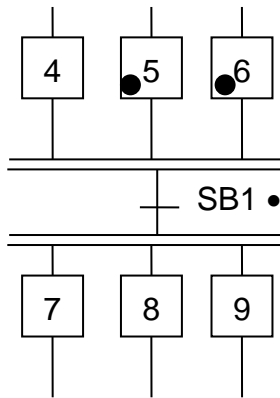
Transition validée



Transition franchissable



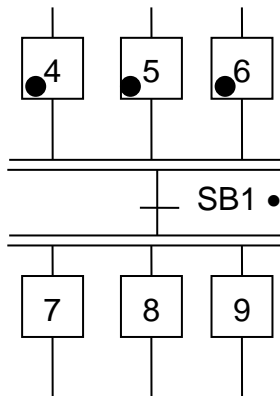
Transition franchie



Evolution entre plusieurs étapes :

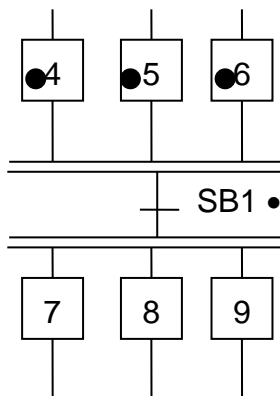
Transition non validée

Bien que les étapes 5 et 6 soient actives, la transition est non validée car l'étape 4 est inactive.



Transition validée

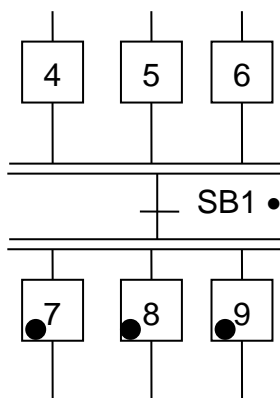
Les étapes 4, 5 et 6 sont actives et la transition est validée mais n'est pas franchissable car la réceptivité associée SB1 et SQ1 = 0.



Transition franchissable

A partir de la situation précédente la transition devient franchissable dès que la réceptivité SB1 et SQ1 = 1.

**Elle est alors obligatoirement franchie**



Transition franchie

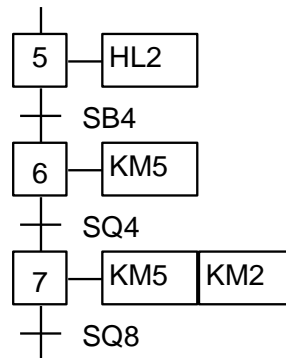
Le franchissement de la transition active les étapes 7, 8 et 9 et désactive les étapes 4, 5 et 6.

**Les transitions suivantes sont alors validées.**

#### **4 - Séquence unique**

Une séquence unique est composée d'une suite d'étapes pouvant être activées les unes **après** les autres.

Chaque étape n'est suivie que par une seule transition, et chaque transition n'est validée que par une seule étape.



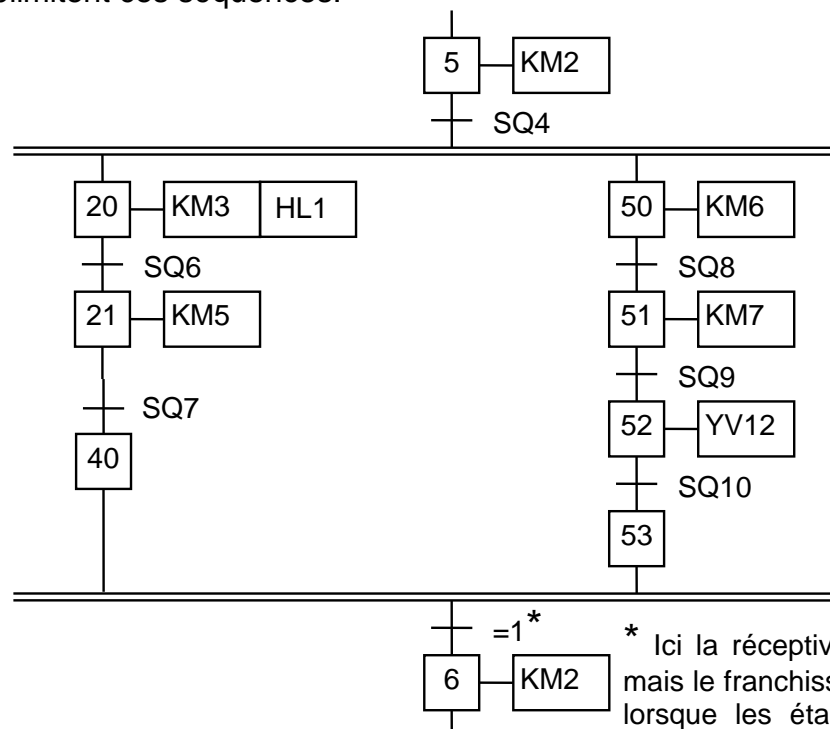
### 5 - Séquences simultanées

Lorsque le franchissement d'**une transition** conduit à activer **plusieurs séquences** en même temps, ces séquences sont dites **séquences simultanées**.

Après l'activation simultanée de ces séquences, l'évolution des étapes de chacune des séquences devient alors **indépendante**.

Les **étapes finales** de ces séquences simultanées, souvent après attente réciproque, seront **désactivées simultanément** par le franchissement d'une **même transition**.

Une **divergence en ET** et une **convergence en ET** représentées l'une et l'autre par un **double trait** délimitent ces séquences.



\* Ici la réceptivité est toujours vraie, mais le franchissement ne se fera que lorsque les étapes 40 et 53 seront actives (transition validée).

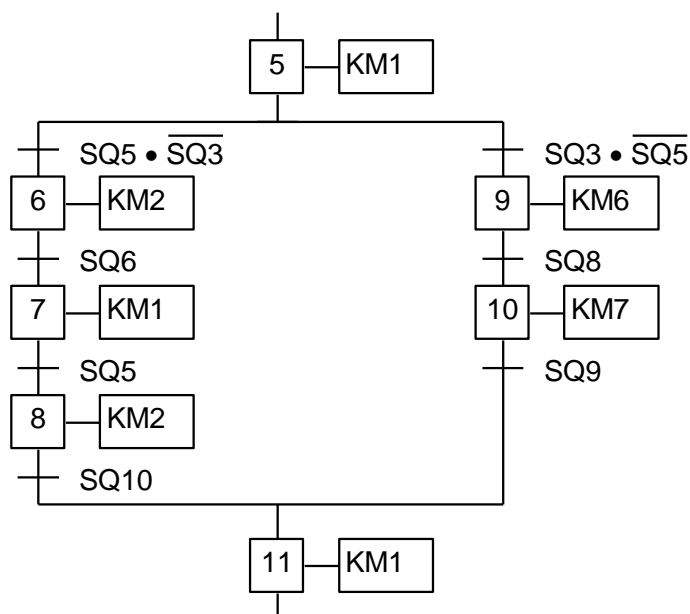
---

## 6 - Sélection de séquence

Une **sélection ou un choix** entre plusieurs séquences se représente à partir d'une étape par autant de symboles de transition qu'il y a d'évolutions possibles.

La **fin de ces séquences** vers une séquence commune se représente par autant de symbole de transition qu'il y a de séquences à regrouper.

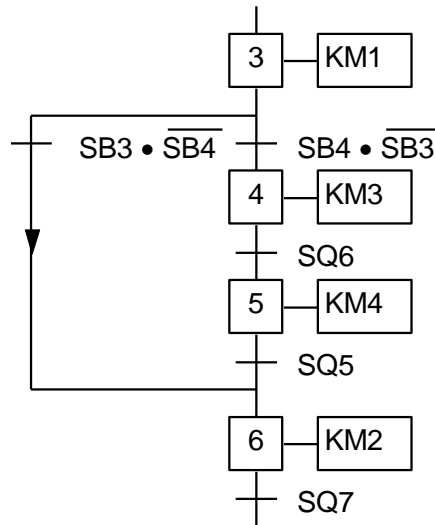
Une **divergence en OU** et une **convergence en OU**, représentées l'une et l'autre par un **trait** horizontal délimitent l'aiguillage.



---

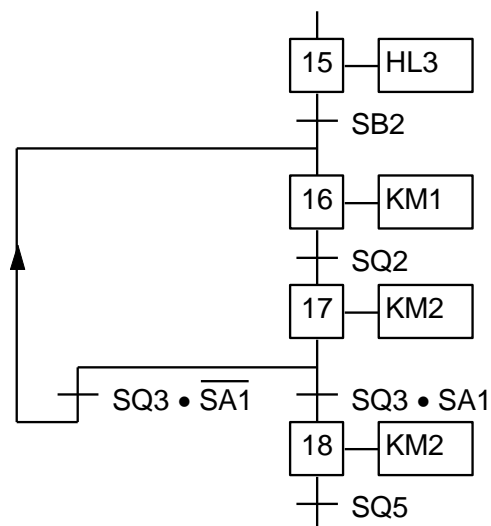
### Saut d'étape

Le saut d'étape permet de s'affranchir d'une ou plusieurs étapes lorsque les actions à effectuer dans ces étapes deviennent, sous certaines conditions, inutiles.



### 7 - Reprise de séquence

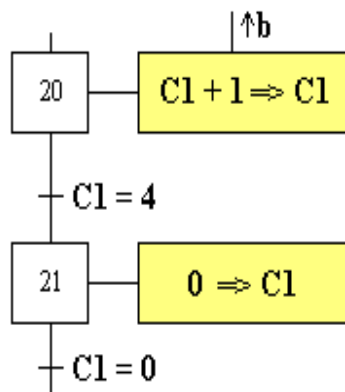
La reprise de séquence permet de recommencer une même séquence tant que la condition fixée pour la quitter n'est pas remplie.



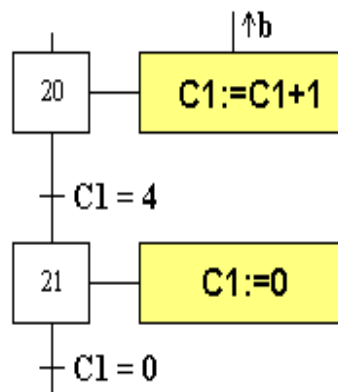


## 8 - Utilisation des compteurs/décompteurs

ancienne représentation:



nouvelle représentation (affectation):



La transition 20 - 21 est franchie lorsque le contenu du compteur C1 est égal à 4.  
Le compteur est incrémenté sur front montant du signal b.  
Il est mis à zéro à l'étape 21.

### Fonctionnement :

- Lorsque l'on a atteint l'étape associée à l'action du compteur, alors on prend la valeur courante du compteur et l'on rajoute +1 à lui-même.
- Ensuite, dans les transitions, on écrit un test de la valeur courante du compteur par rapport à une valeur donnée.
- Lorsque l'utilisation du compteur est terminée, alors on écrit zéro dans la valeur courante (RAZ).
- L'utilisation d'un « décompteur » est identique hors mis le fait que l'on soustrait -1 à la valeur courante du décompteur.

### Remarques :

- L'incrémement ou la décrémentation d'un compteur n'est pas toujours réalisée par un front montant lié à l'action (**b** ci-dessus), elle peut être réalisée sur un simple passage par l'étape grafcet qui contient le compteur/décompteur.
- Le test de la valeur du compteur peut également être réalisé à d'autres transitions que celle située immédiatement après l'étape de comptage/décomptage.
- Le test de la valeur du compteur/décompteur peut être réalisé sur une valeur totale atteinte ou sur une valeur intermédiaire. Dans ce cas il faudra utiliser des fonctions de comparaison dans la réceptivité (=, <, >, <=, >=).

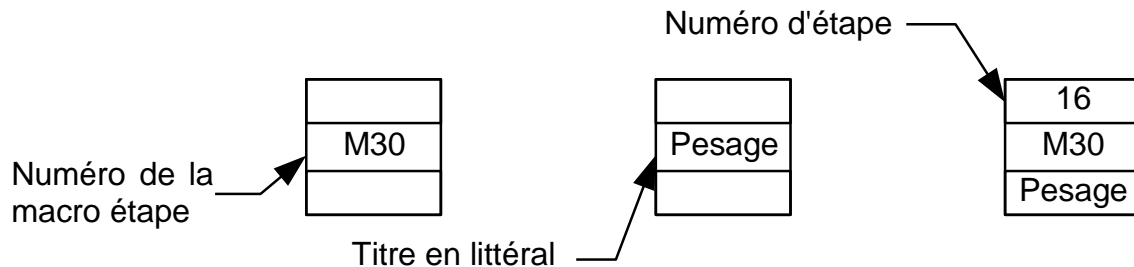
La remise à zéro du compteur/décompteur peut être aussi réalisée à n'importe quelle étape du grafcet. L'essentiel est qu'elle soit réalisée au moment le plus opportun dans le cycle.  
Très souvent, elle a lieu à l'étape initiale du grafcet.

## 9-Macro étape

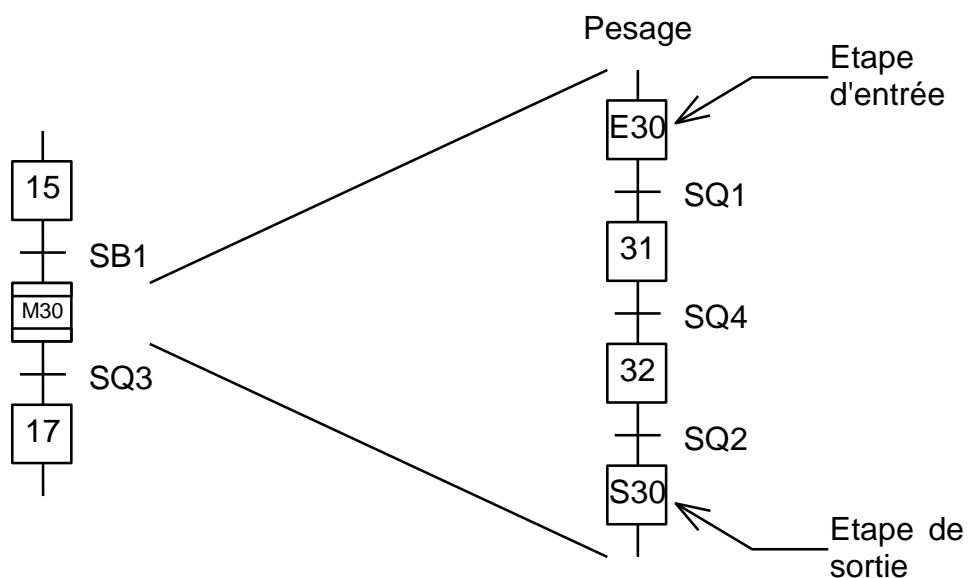
Les automatismes complexes font apparaître certains inconvénients liés à l'obligation de décrire la totalité de la commande sur le même grafcet.

Une macro étape (ME) est la représentation **condensée et unique** d'un ensemble d'étapes et de transitions.

Différentes représentations sont possibles :



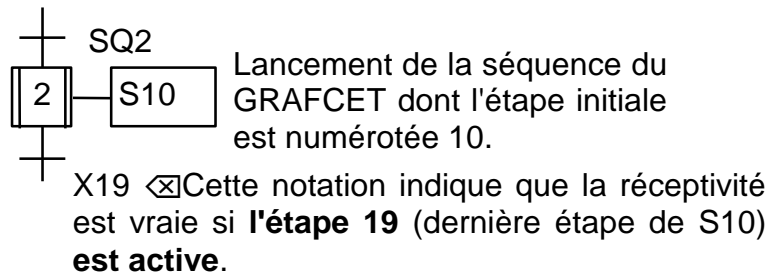
Elle s'insère dans un graphe comme une étape et en respecte les règles d'évolution. Son développement est nommé **expansion de la macro étape**.



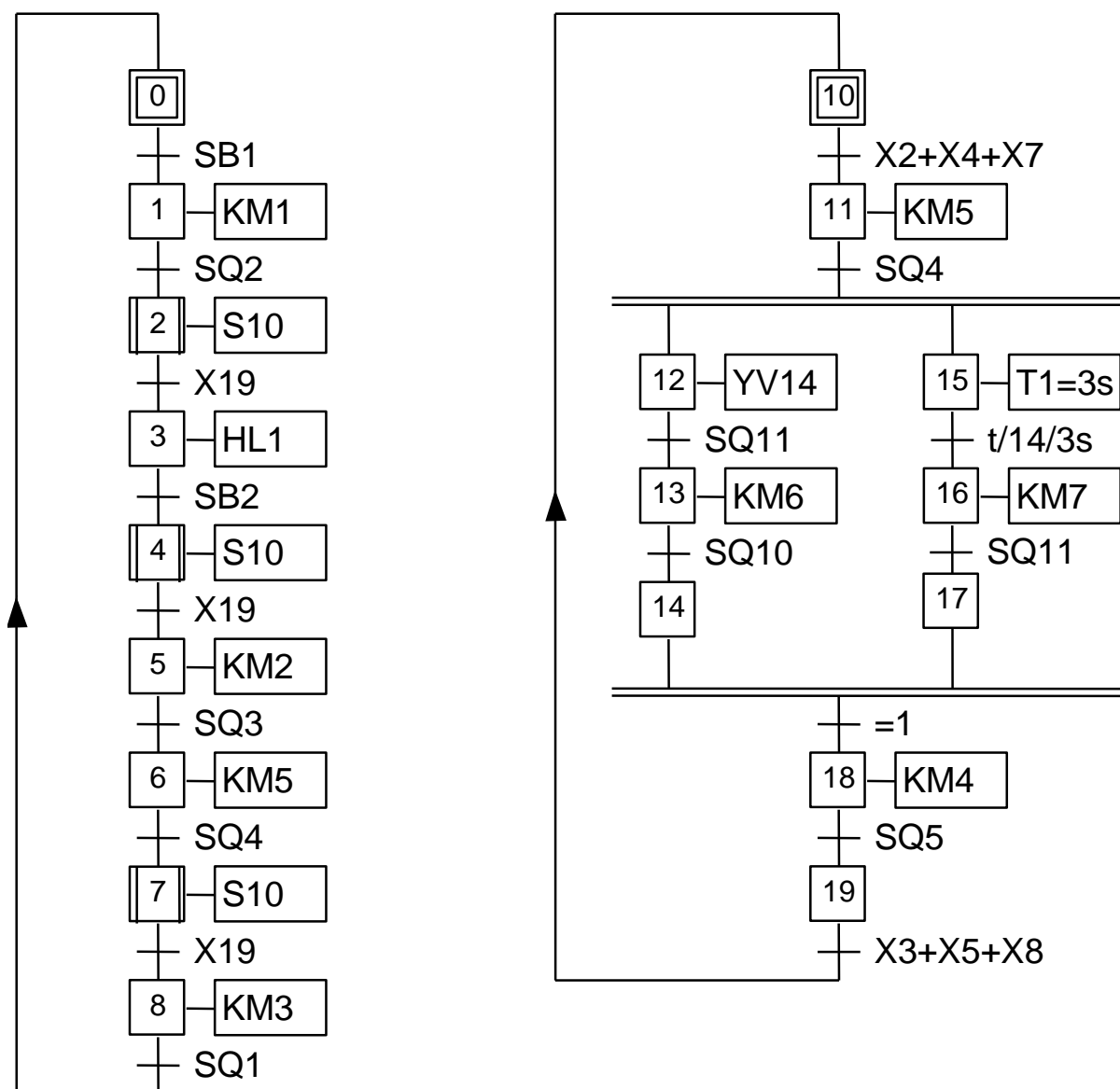
L'emploi des macro étapes facilite la représentation et l'analyse d'un graphe.  
L'expansion décrit en détail son contenu.

## 9 - Réutilisation d'une même séquence

Si une séquence doit être utilisée plusieurs fois dans un GRAFCET (notion de tâche) elle constitue un GRAFCET à part entière auquel il est fait appel chaque fois qu'apparaît le symbole ci dessous.



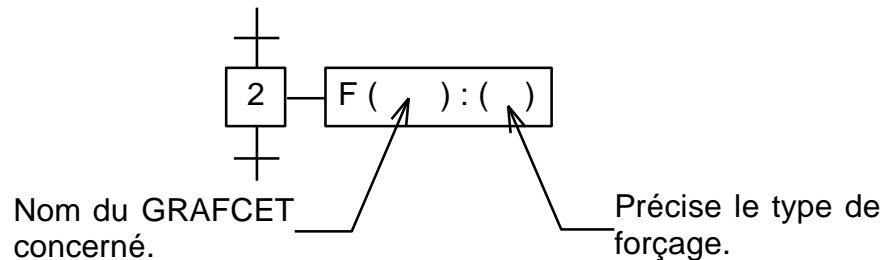
Exemple :



Cette présentation permet d'économiser des étapes (donc du matériel) et de simplifier la lecture et l'écriture.

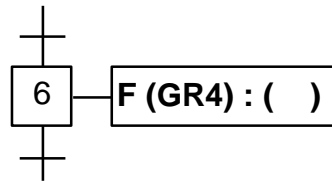
- (a) En automatique les événements tels qu'arrêt d'urgence ou de sécurité, coupure d'énergie sur la partie opérative, arrêt avec reprise, etc, sont imprévisibles et donc difficilement représentables en GRAFCET.

Pour les traiter il existe une action associée à une étape : le forçage.

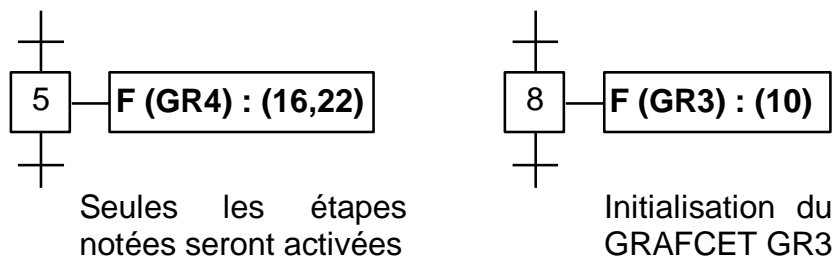


Il peut être utilisé pour :

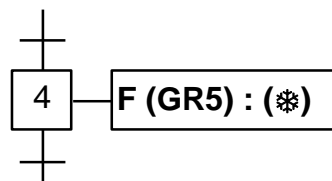
- **Désactiver** toutes les étapes d'un GRAFCET (forçage à 0) ;



- **Activer** des étapes (forçage à 1) et désactiver les autres ;



- **Figier** un GRAFCET ;



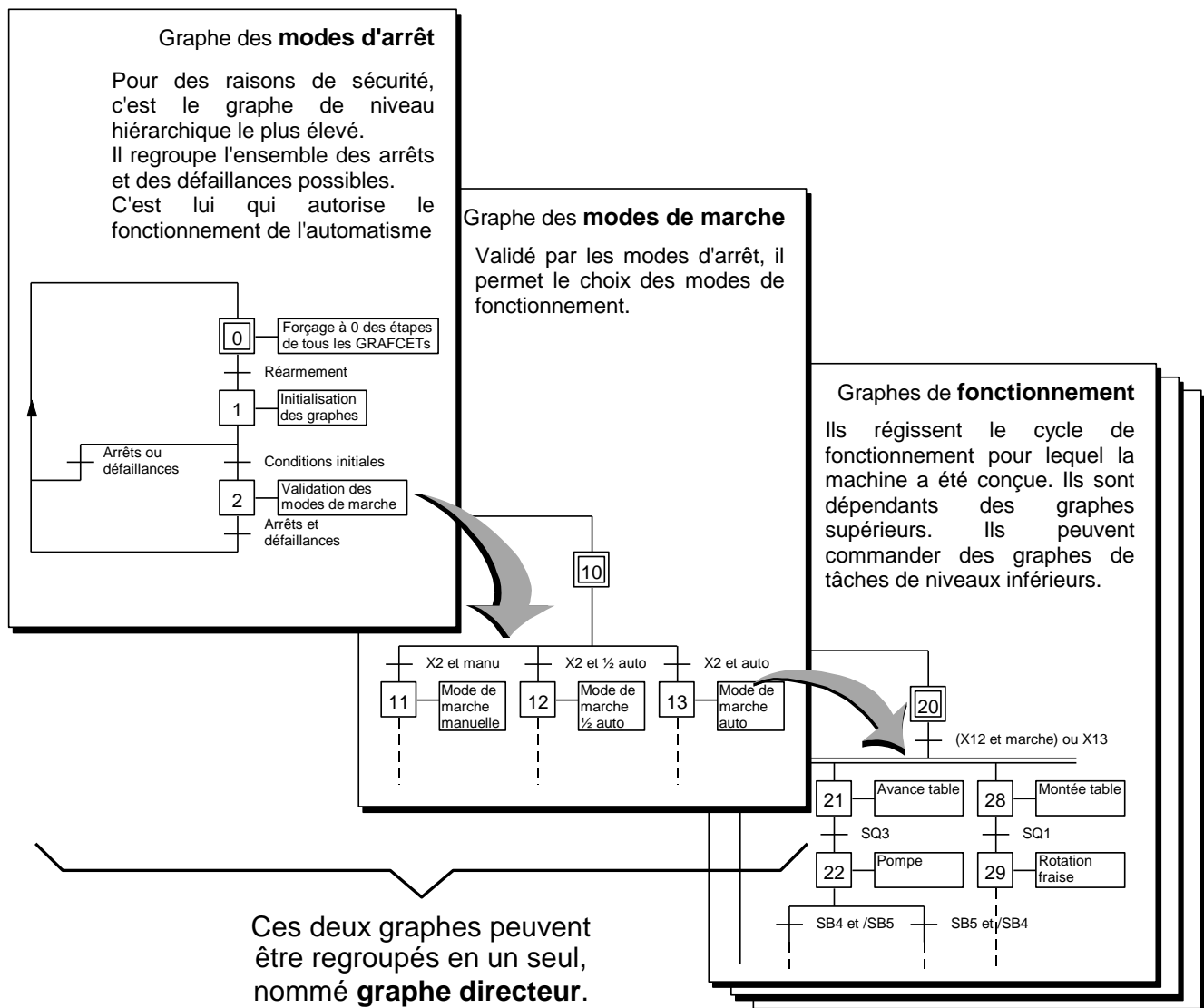
Les étapes actives restent activées et leurs **actions associées sont suspendues**.  
Les étapes inactives ne peuvent pas être activées.

(b) Hiérarchisation des GRAFCETS

Dans les paragraphes précédents, le GRAFCET principal autorise le lancement du GRAFCET de tâche. Il est donc de niveau **hiérarchiquement supérieur**.

Les ordres de forçage et figeage sont aussi émis par des graphes de niveau supérieur.

Lors de la conception d'un automatisme, les GRAFCETS seront souvent hiérarchisés selon la structure suivante :



**TERMINOLOGIE.**

**GRAFCET** : association française pour la Cybernétique Economique et Technique.

**ADEPA** : Agence Nationale pour le Développement de la Production Automatisée.

**GRAFCET** : Graphe de Commande Etape Transition.

**GEMMA** : Guide d'Etude des Modes de Marches de d'Arrêts.

Grafcet :

- début 1975
- Michelin et éducation Nationale 1980
  
- Outil graphique Normalisé France
- Enseigné dans les écoles techniques
- Simple
- Rigoureux
- Facilement modifiable
- Accessible à tous
- Outil de dialogue et de communication entre populations de formations différentes