



# SAM AUTOMATISATION\_GRAFCET

CONCEPTS DE BASE

PROJET 7

HAA

# Sommaire

- Historique
- Eléments graphiques de base
- Notion d'Etapes, Transitions & Réceptivités
- Points de vue
- Règles d'évolution et postulat temporel
- Structures de base
- Actions associées aux étapes

# Historique

---

1977 : L'AFCET (*Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique, actuellement remplacée par Société Informatique de France*) propose les bases d'un outil de modélisation graphique appelé **GRAFCET** (**Graphe Fonctionnel de Commande des Étapes et Transitions**)

1982 : NF C03-190 (Norme française)

1987 : IEC/CEI 848, norme internationale (reprend une partie de la norme NF)

2002 : IEC/CEI 60 848, langage de spécification GRAFCET pour les diagrammes fonctionnels en séquence. La dernière mise à jour a eu lieu en août 2003.

# Eléments graphiques de base

---

Le GRAFCET est un outil graphique permettant la description structurée et hiérarchisée du fonctionnement séquentiel des systèmes automatisés.

➤ Il établit une correspondance à caractère séquentiel et combinatoire entre :

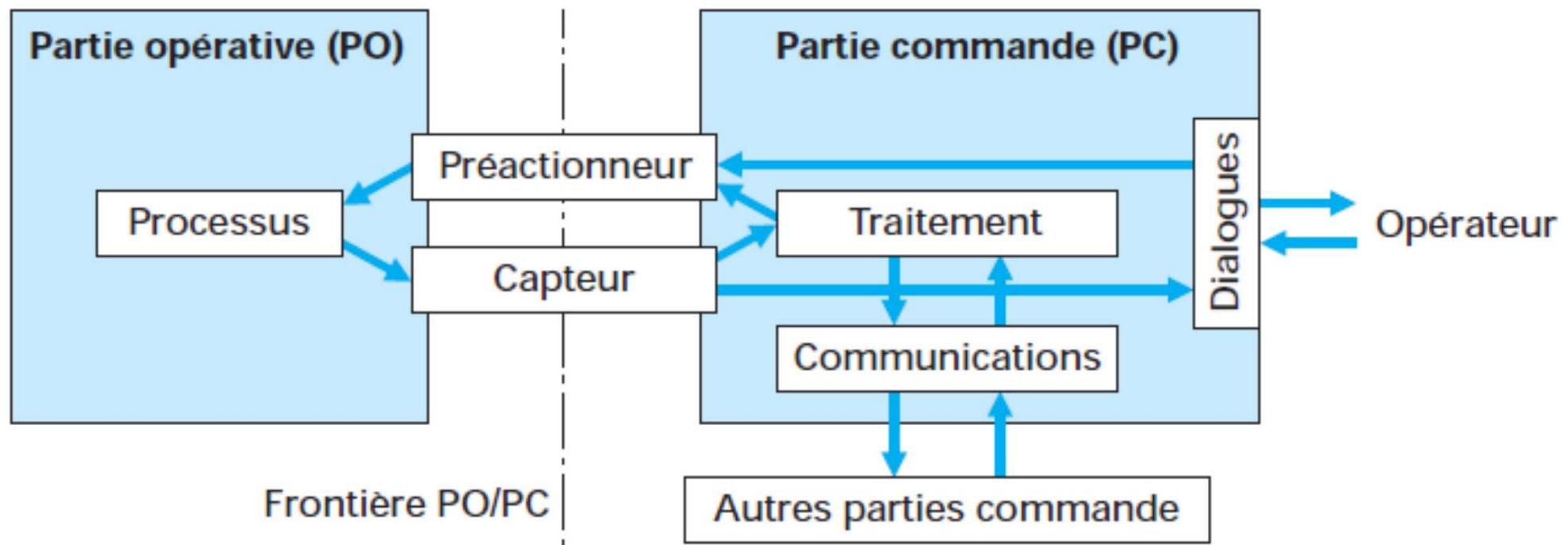
- Les **ENTREES** : Partie Opérative  $\xrightarrow{information(s)}$  la Partie Commande
- Les **SORTIES** : Partie Commande  $\xrightarrow{information(s)}$  Partie Opérative.

➤ Le langage GRAFCET est défini par un ensemble constitué :

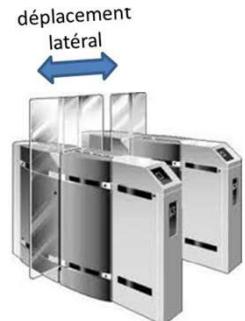
- des **étapes**, associées à des **actions** ;
- des **transitions**, associées à des **réceptivités** ;
- des **liaisons orientées** reliant les étapes et les transitions;
- des **interprétations**, traduisant les comportements de la partie commande vis-à-vis de ses entrées/sorties, et, caractérisées par les actions associées aux étapes et les réceptivités associées aux transitions.

# Eléments graphiques de base

## Structure d'un système automatisé



# Eléments graphiques de base



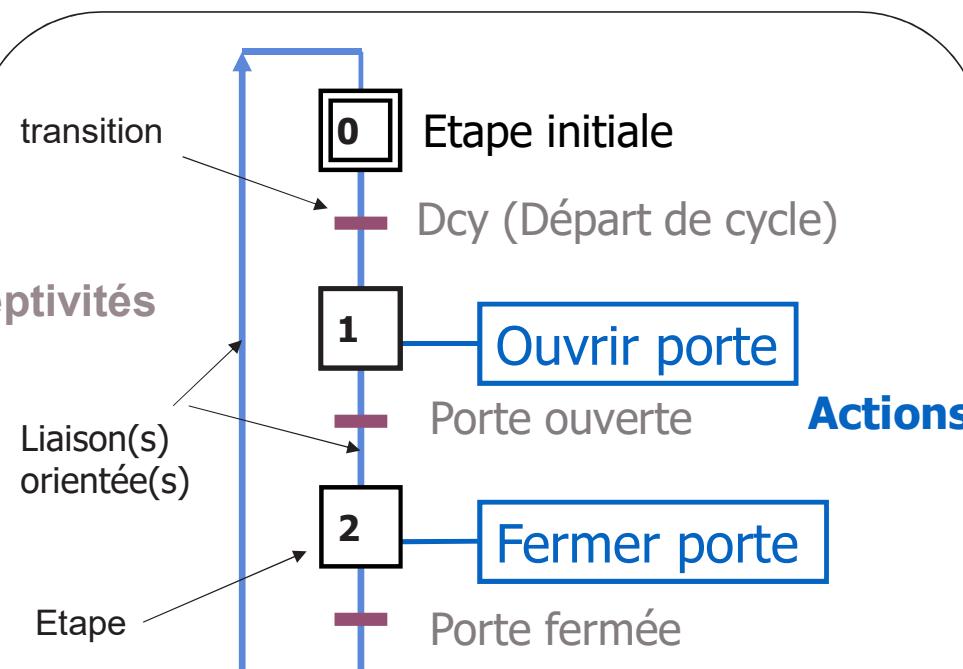
## Exemple de grafcet (illustration)

### Entrées

r0: réceptivité associée à la transition Dcy et ouverture demandée

r1: réceptivité associée à la porte ouverte

r2: réceptivité associée à la porte fermée



### Sorties

Déplacement porte sens ext.

Déplacement porte sens int.

### Dispositifs techniques:

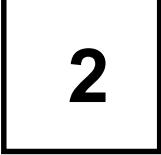
- Capteurs: présence, butée fin de course, bouton poussoir, etc.

### Dispositifs techniques:

- Pré actionneurs: contacteur, distributeur, etc.
- Actionneurs: moteur, vérin, etc.

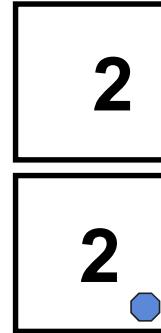
# Notion d'Etapes

---

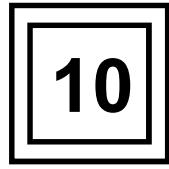


Soit  $X_2$  la variable de l'étape 2

$X_2 = 0$  (Etape inactive)



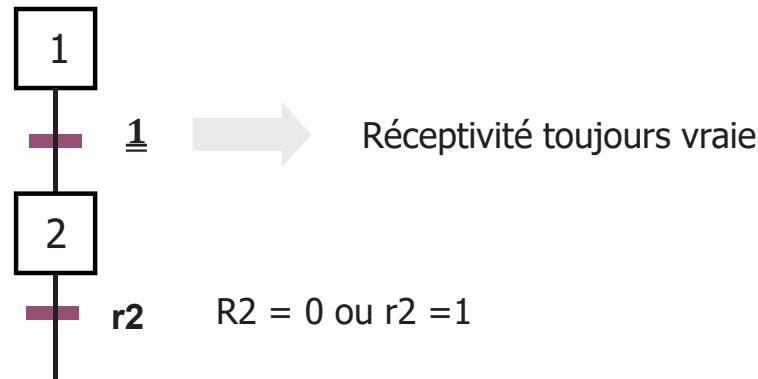
$X_2 = 1$  (Etape active)



Symbole d'une étape initiale

# Réceptivités et transitions

- Une transition représente le moment de passage entre 2 étapes
- Une réceptivité représente les conditions de passage (ou de franchissement) d'une transition



la réceptivité est une condition logique booléenne, et qui est composée de variables d'entrées

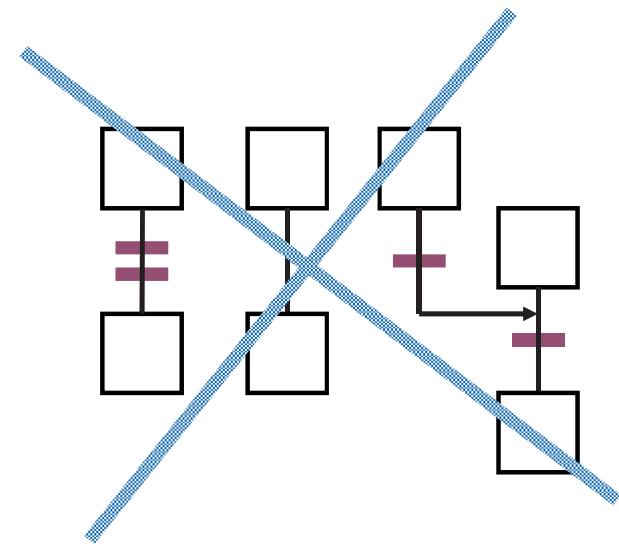
# Règle De Syntaxe

L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée quelle que soit la séquence\* parcourue.

\* : une séquence est un bloc d'étapes successives où chaque étape est suivie d'une seule transition et chaque transition n'est validée que par une seule étape.

- Deux étapes ou deux transitions ne doivent jamais être reliées par une liaison orientée ;
- Une liaison orientée relie obligatoirement une étape à une transition ou une transition à une étape.

**Entre deux étapes, on doit trouver une transition et une seule!**



# Points de vue

---

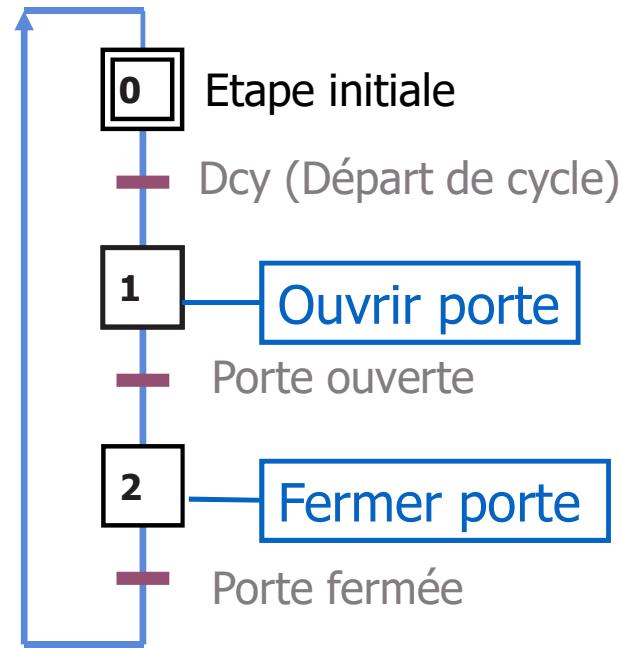
Le Grafcet peut être formalisé en décrivant le point de vue de celui-ci sur différentes parties du système (C'est comme si le Grafcet 'regardait' un certain périmètre du système).

- **Point de vue PC** (Partie commande) : Le grafcet regarde ce qui se passe sur les commandes et les capteurs du système
- **Point de vue PO** (Partie Opérative) : Le Grafcet regarde ce qui se passe physiquement sur les actionneurs et pré-actionneurs du système
- **Point de vue système** : Le GrafCET regarde ce qui se passe d'un point de vue macro sur la machine.

# Points de vue

---

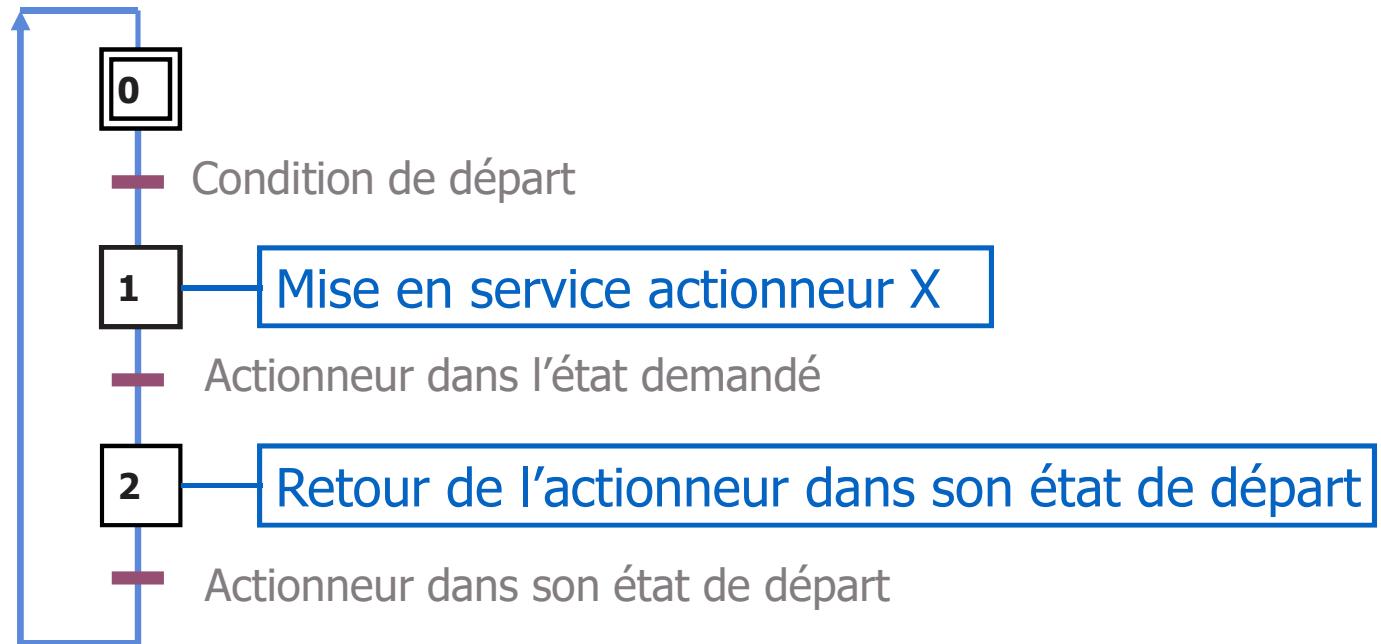
## Exemple de Grafcet PC



# Points de vue

---

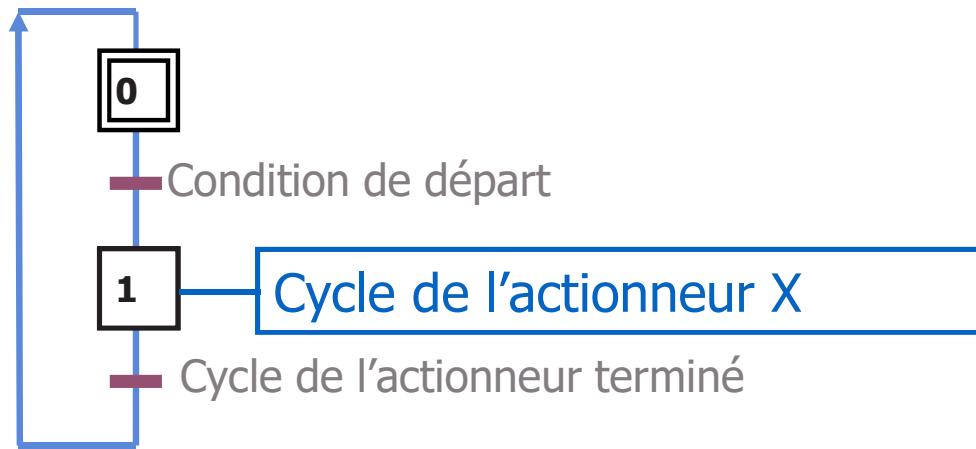
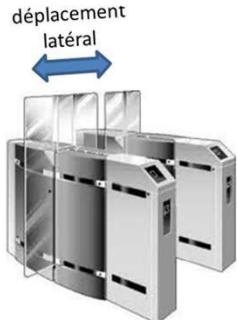
## Exemple de Grafcet PO



# Points de vue

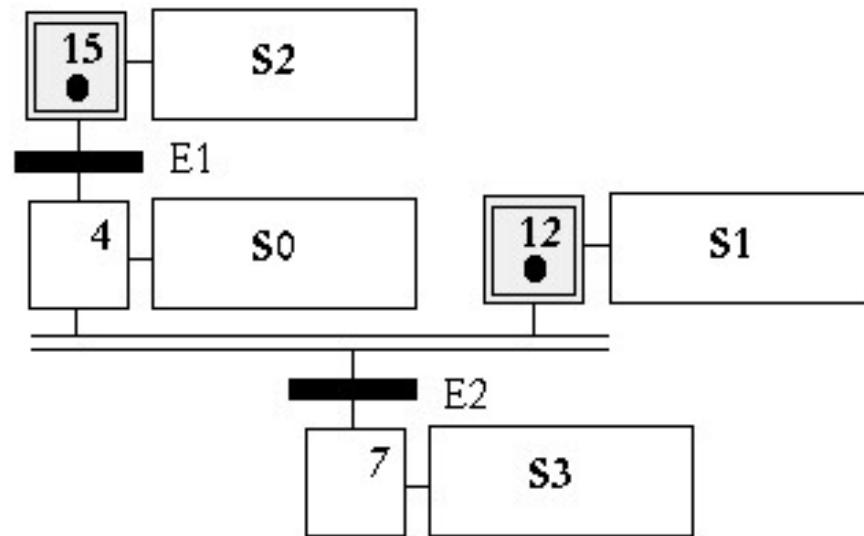
---

## Exemple de Grafcet système



## Règles d'évolution – Situation initiale

**Règle 1 :** la situation initiale, choisie par le concepteur, est la situation à l'instant initial. Elle est décrite par l'ensemble des étapes actives à cet instant.



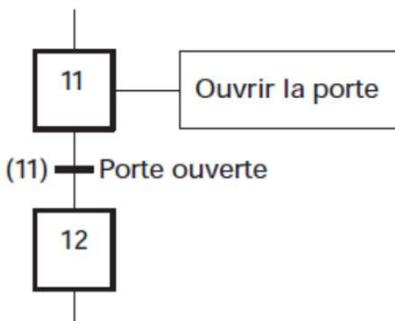
Ici, la situation initiale est :  
 $\{15, 12\}$

# Règles d'évolution – Franchissement d'une transition

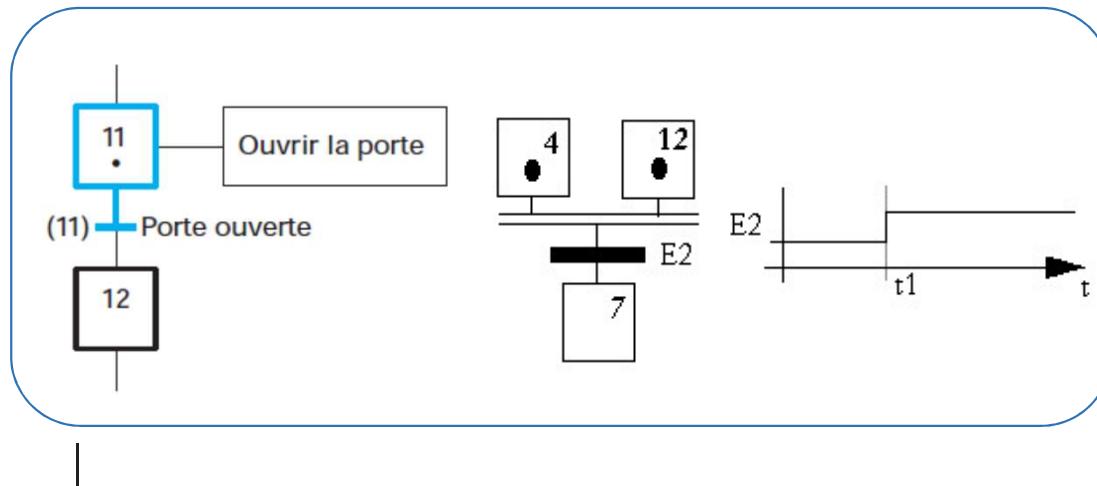
**Règle 2 :** une transition est dite validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Le franchissement d'une transition se produit lorsque:

- la transition est validée ;
- la réceptivité associée à cette transition est vraie.

## non franchissables

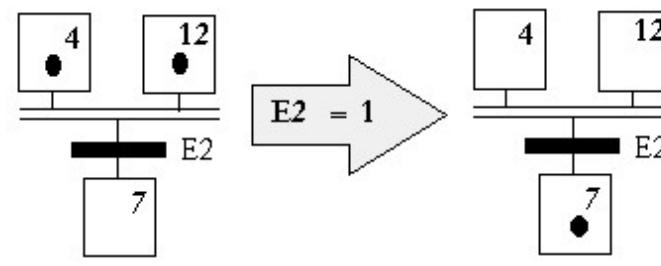
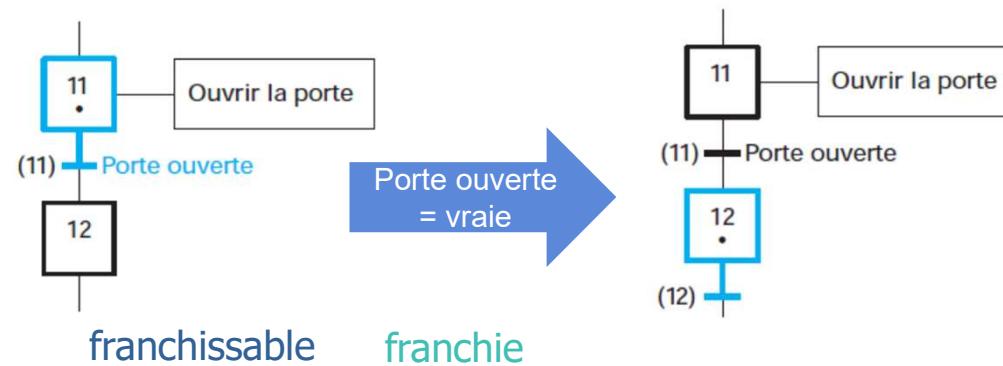


## franchissables



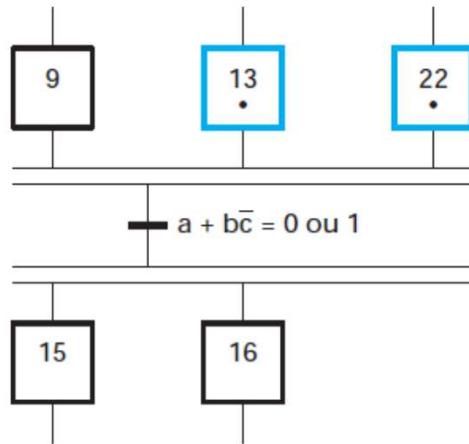
# Règles d'évolution – Evolution des étapes actives

**Règle 3 :** le franchissement d'une transition entraîne simultanément l'activation de toutes les étapes immédiatement suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

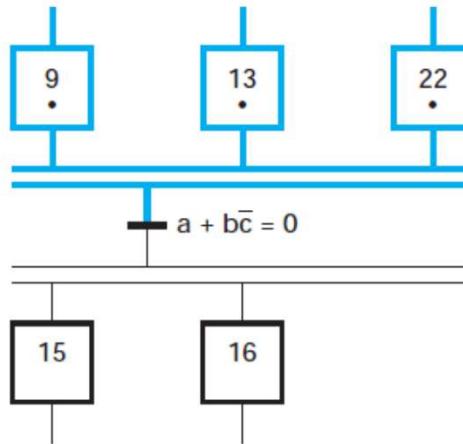


# Règles d'évolution - Evolutions Simultanées

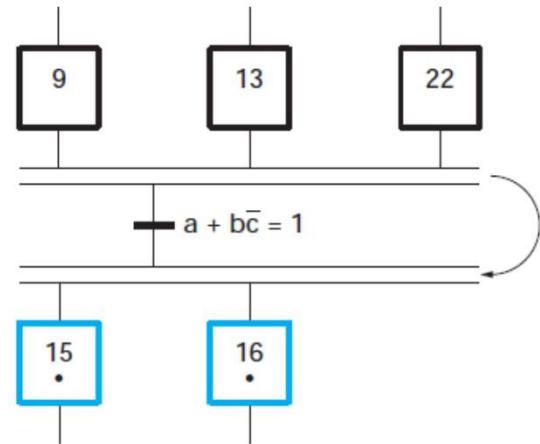
**Règle 4:** Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies



**(a)** transition non validée :  
étape 9 inactive



**(b)** transition validée :  
étapes 9, 13 et 22 actives



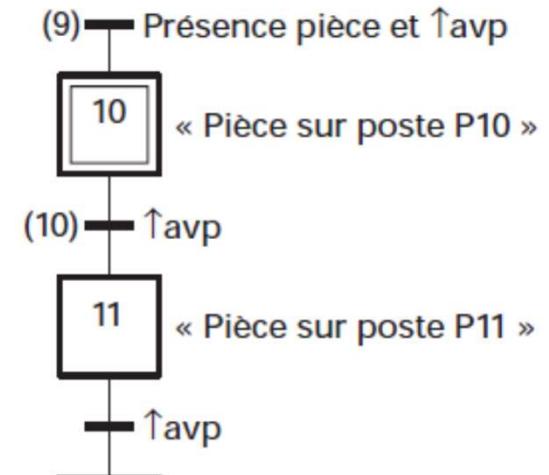
**(c)** transition franchie :  
étapes 9, 13 et 22 inactives ; étapes 15, 16 actives

# Règles d'évolution – activation/désactivation simultanées

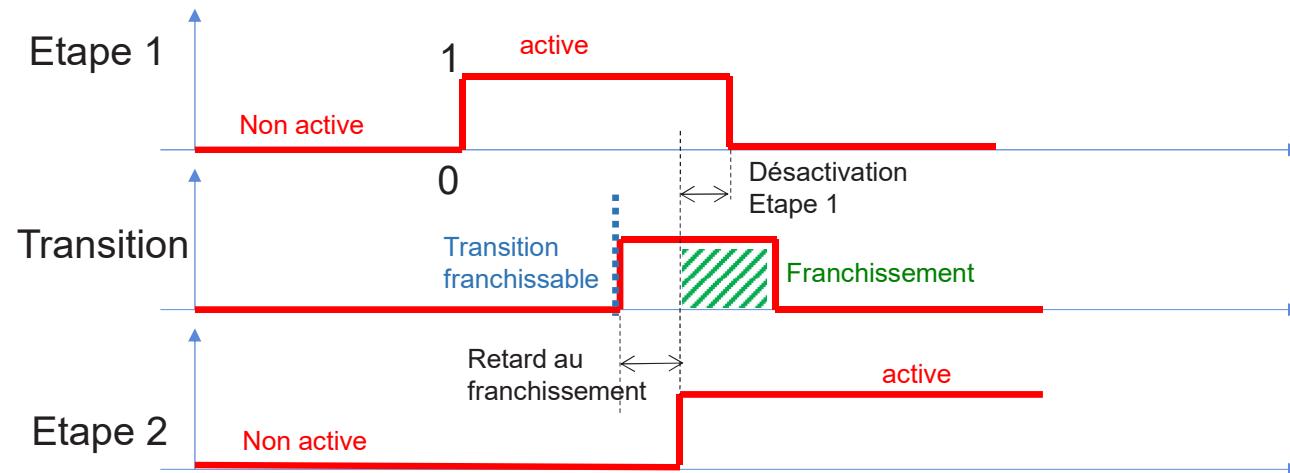
**Règle 5 :** si, au cours du fonctionnement, une étape active est simultanément activée et désactivée, alors elle reste active.

**Cas d'un process à transfert linéaire sur des postes de travail successifs, fonctionnant par avance pas à pas:**

- Chaque étape active représente la présence d'une pièce sur le poste correspondant;
- La présence d'une pièce à l'entrée et une avance d'un pas du transfert entre postes ( $\uparrow\text{avp}$ ) active l'étape 10 par le franchissement de la transition source (9)
- Une deuxième avance d'un pas aura pour conséquence l'activation de l'étape 11 et la désactivation simultanée de l'étape 10 si aucune pièce ne se présente à l'entrée du transfert...



# Postulat Temporel

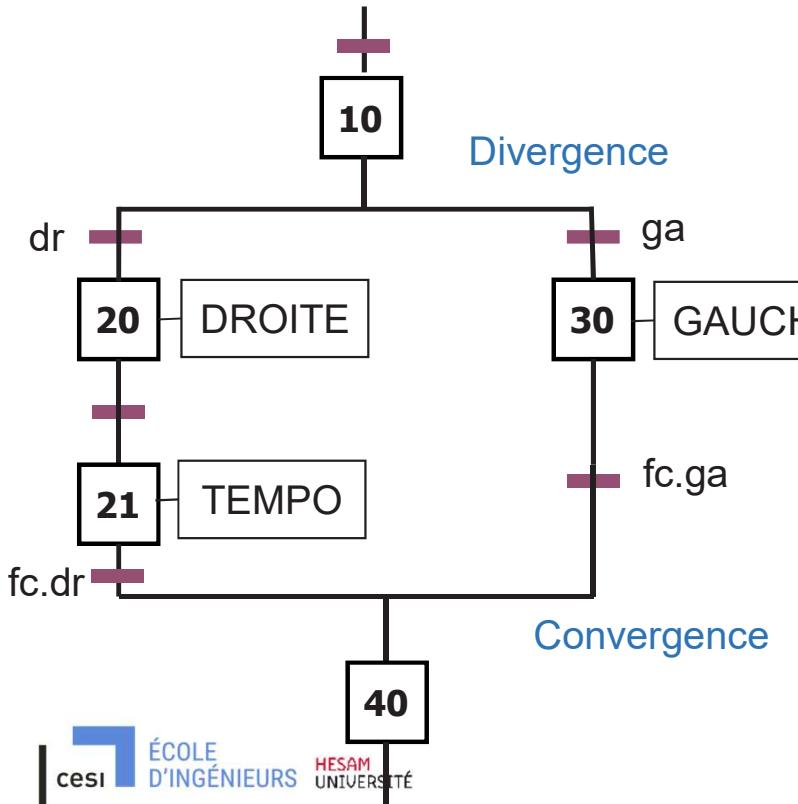


A l'échelle du temps interne, la durée séparant l'instant où une transition est franchissable de l'instant où elle est franchie (appelée durée d'évolution) est aussi petite que nécessaire. elle est théoriquement nulle mais ne l'est pas en réel.

# Structures de base

## Convergence & Divergence en OU

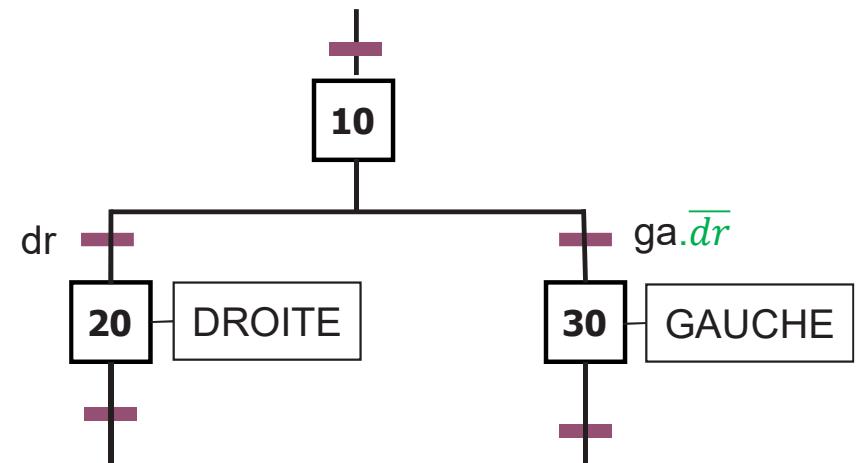
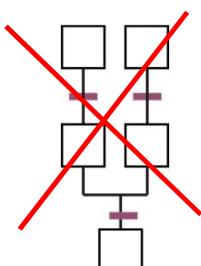
OU = séquence alternative



! Si  $dr = ga = 1 \Rightarrow ?$

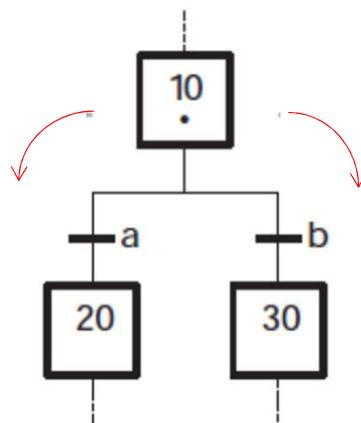
! Si  $dr = ga = 1 \Rightarrow$  Conflit

On doit inhiber une des réceptivités par le complément de l'autre

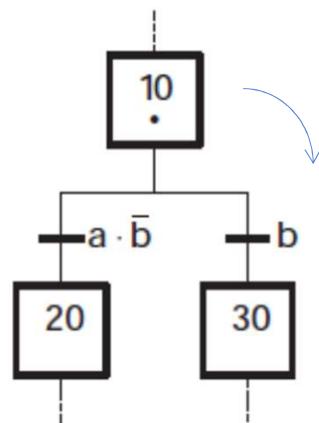


# Structures de base

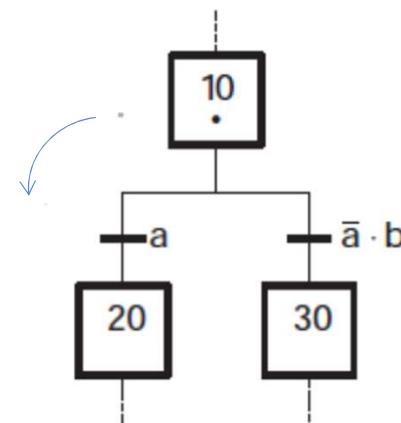
## Sélection de séquences – règle des priorités



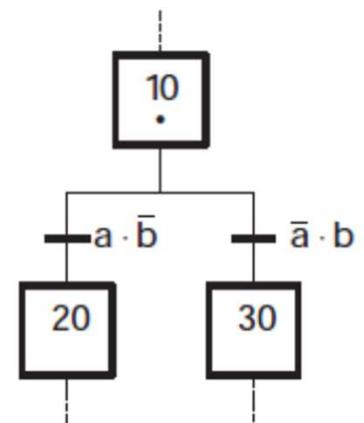
Conflit



Priorité à la  
séquence de droite



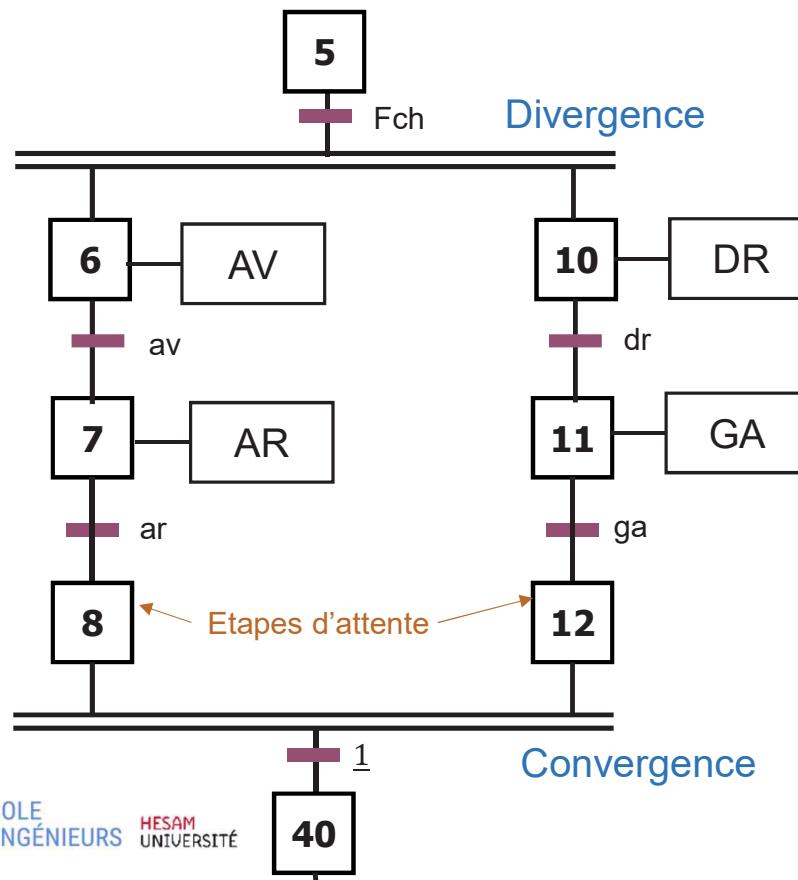
Priorité à la séquence  
de gauche



Evolution impossible

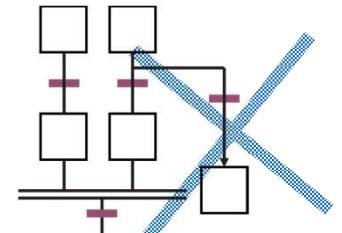
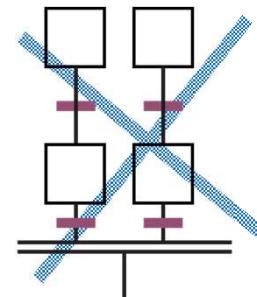
# Structures de base

## Convergence & Divergence en ET



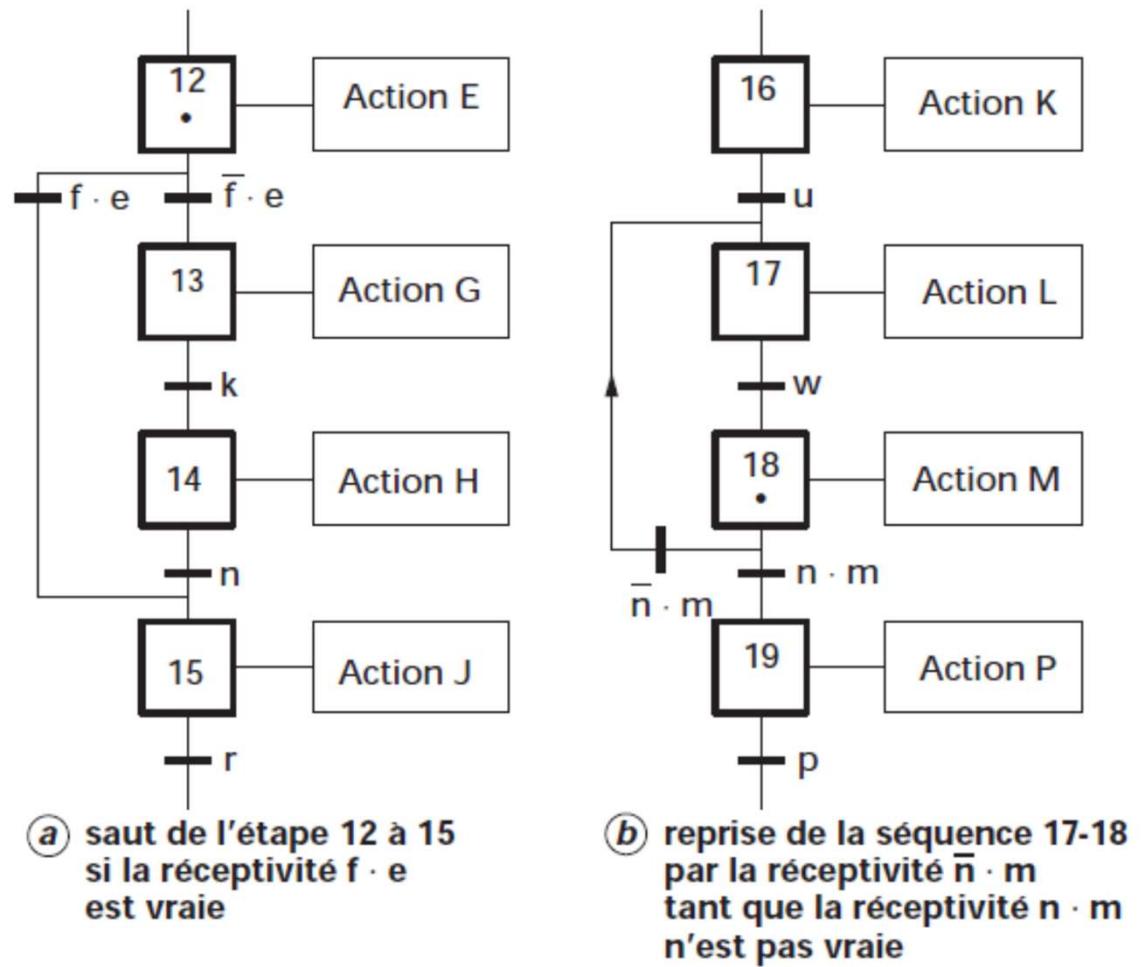
ET = simultanément satisfait-e-s et validé-e-s

- **Divergence:** Lorsque l'étape 5 est active et Fch est vraie, les étapes 6 et 10 sont actives et le cycle se poursuit indépendamment pour chaque séquence
- **Convergence:** La transition 1 ne pourra être validée et franchie que lorsque les transitions ar **ET** ga ont été franchies.



# Structures de base

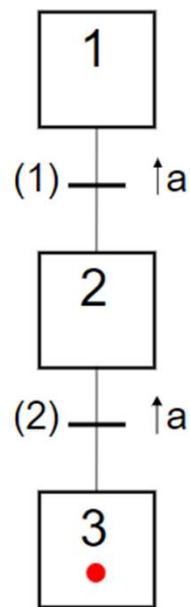
## Saut d'étapes et reprise de séquence



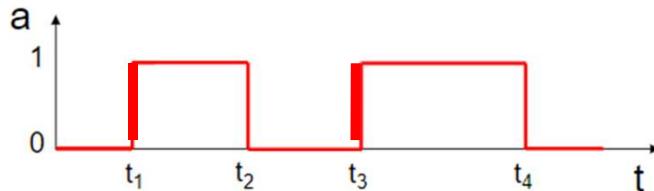
# Les actions

## Evènement d'entrée – Action sur front

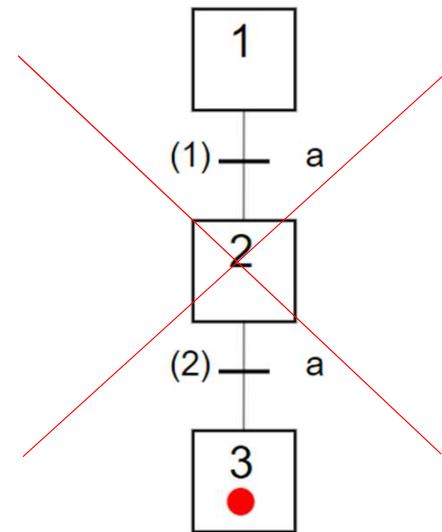
L'événement se produit à la date du changement d'état des variables d'entrée (front montant noté ↑ ou front descendant noté ↓) qui le caractérisent



La réceptivité  $\uparrow a$  n'est vraie que lors du changement d'état (0 -1) de la variable a



La transition (2) est validée, mais la réceptivité  $\uparrow a$  n'est plus vraie, il faudra attendre  $t_3$  pour la franchir

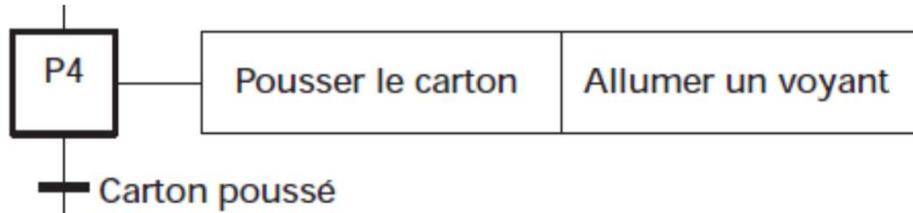


! Sans les fronts, à  $t_1$ , on active également l'étape 3!

# Les actions

## Actions continues

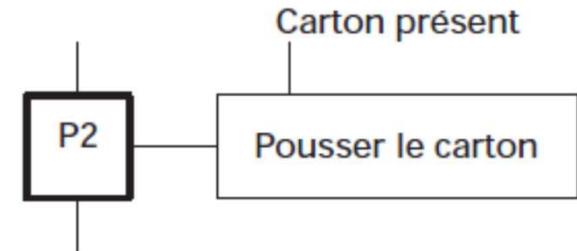
### Actions simultanées



Les variables d'action « Pousser le carton » et « Allumer le voyant » sont associées à l'étape P4 et seront donc simultanément assignées à la valeur vraie lorsque l'étape P4 sera active :

**Pousser le carton = Allumer le voyant = XP4.**

### Action(s) conditionnée(s)



La variable de sortie « Pousser le carton » est assignée à la valeur vraie si l'étape P2 est active et si le carton est présent.

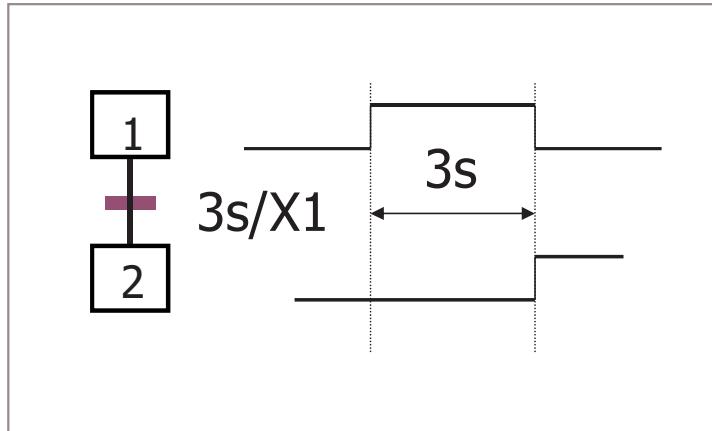
Son équation logique est :

**Pousser le carton = XP2 . (carton présent)**

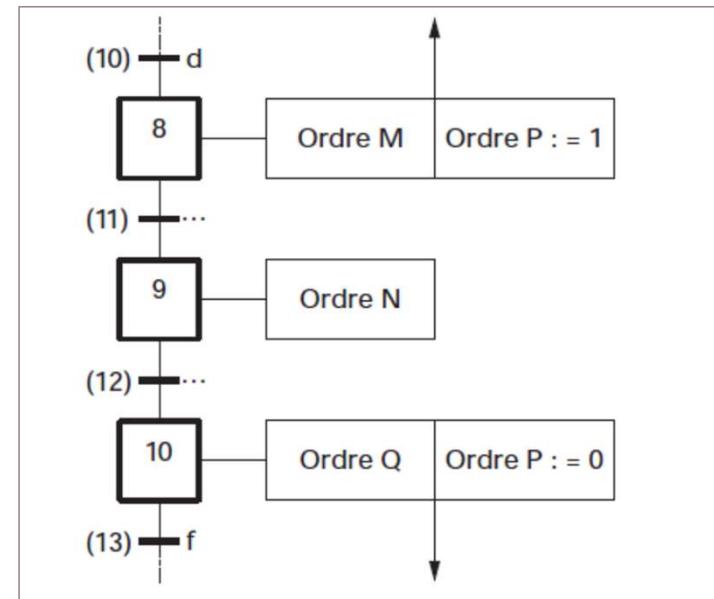
# Les actions

## Autres actions associées aux étapes

### Action(s) temporisée(s)



### Action(s) mémorisée(s)

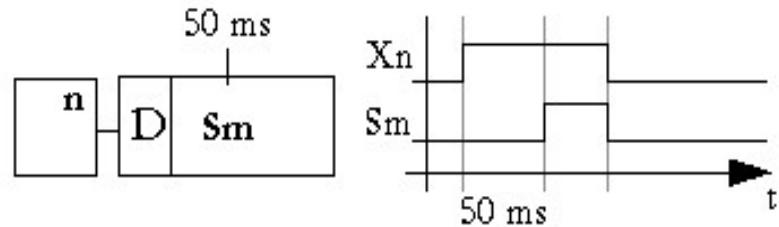


l'action « Ordre P » sera mémorisée à l'état 1 dès l'activation de l'étape 8 et restera dans cet état jusqu'à la désactivation de l'étape 10. Le symbole « := » précise l'affectation de la variable de sortie à une valeur donnée.

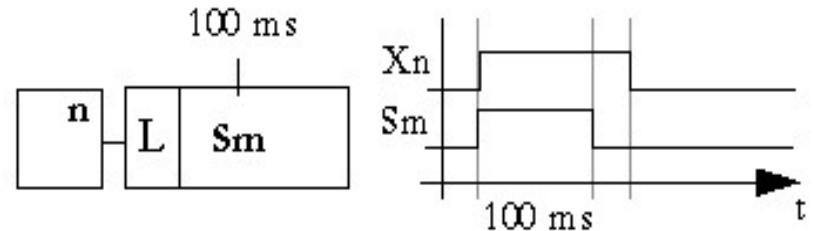
# Les actions

## Autres actions associées aux étapes

Action retardée, Type D  
(Delayed)



Action à durée limitée, Type L (Limited)



*Pour aller plus loin,*

- *GRAFCET réalisation technologique*
- *GRAFCET structuration et application*



CAMPUS  
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR  
ET DE FORMATION PROFESSIONNELLE