

III. Modèles dérivés :

Le GRAFCET

Description

GRAFCET = **GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes – **T**ransitions
(Normes internationales IEC 60 848 et IEC 6 1131 → Respect de la syntaxe!)

Sert à modéliser le comportement attendu de systèmes en vue de réaliser leur programme de commande (Dérivé des automates à états finis de Moore).

Éléments de base :

- éléments graphiques :
 - Les étapes
 - Les transitions
 - Les liaisons orientées

 - Les actions associées aux étapes
 - Les réceptivités associées aux transitions

- règles d'évolution.

Éléments graphiques de base

➤ ETAPE

- Une étape correspond à un état dans lequel le comportement de tout ou partie du système est invariant vis à vis de ses entrées / sorties.
- Une étape est soit active, soit inactive.
- L'ensemble des étapes actives d'un Grafcet à un instant donné définit la situation de ce Grafcet à cet instant.

➤ ACTION

- Une ou plusieurs actions peuvent être associées à chaque étape.
- Une action traduit ce qui doit être fait chaque fois que l'étape à laquelle elle est associée est active.

Éléments graphiques de base

➤ TRANSITION

- Une transition indique la possibilité d'évolution entre deux étapes. Cette évolution se fait par franchissement de la transition.
- Une transition est soit validée soit non validée.

➤ RECEPTIVITE

- Une réceptivité est associée à chaque transition. C'est une fonction logique des variables externes et/ou de variables internes.
- Une réceptivité est soit vraie soit fausse.

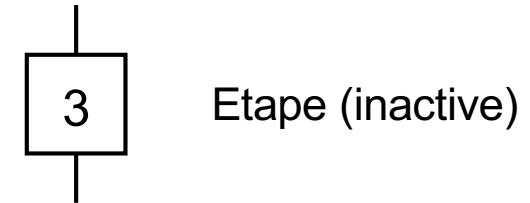
➤ LIAISON ORIENTEE

- Les liaisons orientées relient les étapes aux transitions et les transitions aux étapes et indiquent le sens des évolutions.

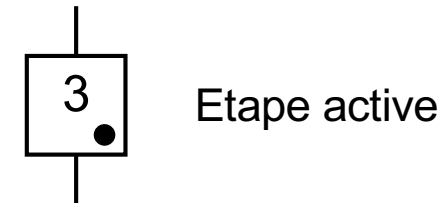
REPRESENTATION GRAPHIQUE DES ELEMENTS D' UN GRAFCET

➤ Représentation d' une étape : carré identifié par un repère alphanumérique.

- L' entrée est figurée à la partie supérieure et la sortie à la partie inférieure de chaque symbole d' étape.



- Un point est placé dans la partie inférieure des symboles des étapes actives.



- Les étapes initiales se représentent par un double carré.

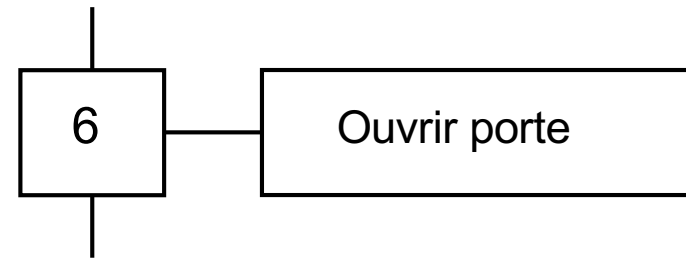
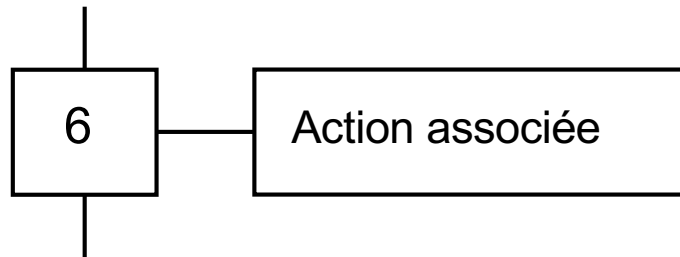


- On note X_i la variable d' activité de l' étape i :
 - Si $X_i = 1$, l' étape est active,
 - Si $X_i = 0$, l' étape est inactive.

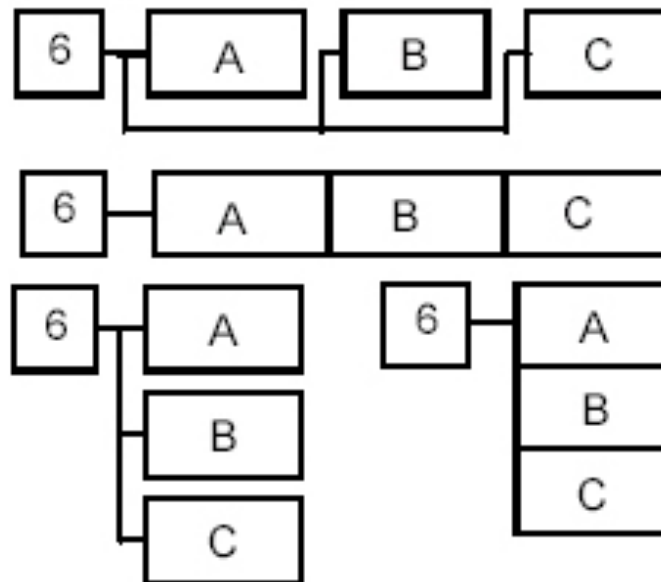
X_3

- Représentation d'une action : expression littérale ou symbolique à l'intérieur d'un rectangle relié au symbole de l'étape.

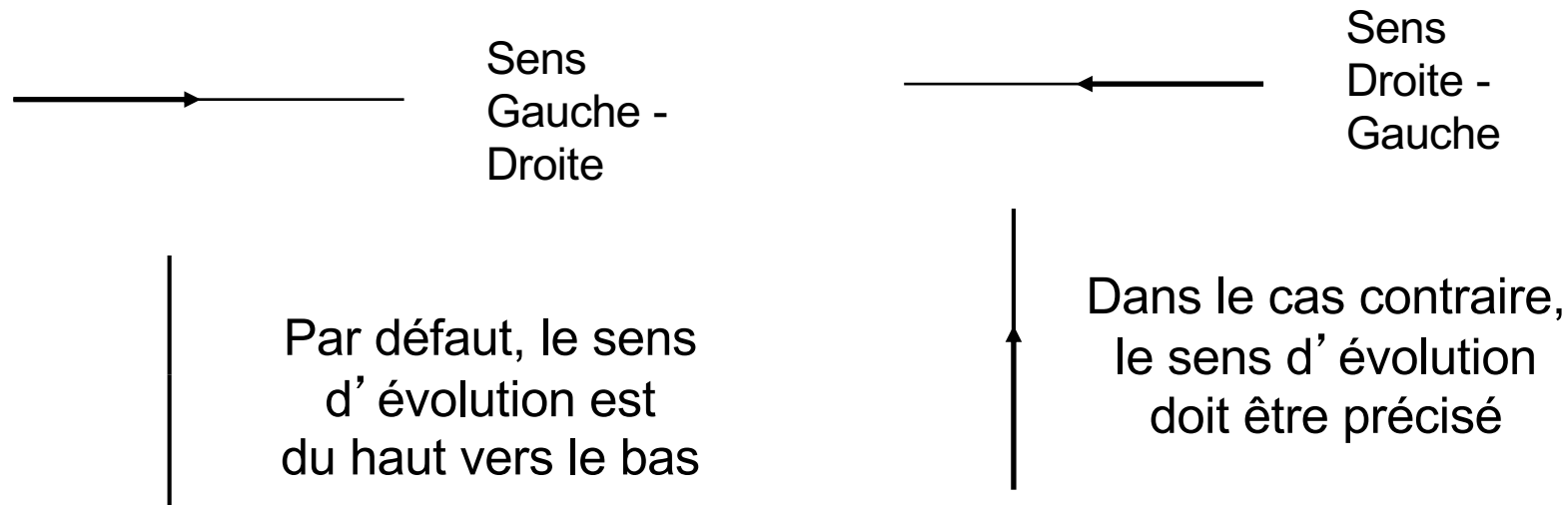
Exemple :



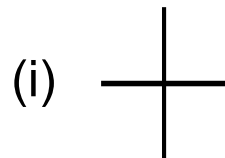
- Représentations équivalentes de plusieurs actions associées à une même étape :



➤ Représentation d'une liaison orientée : lignes horizontales ou verticales fléchées.

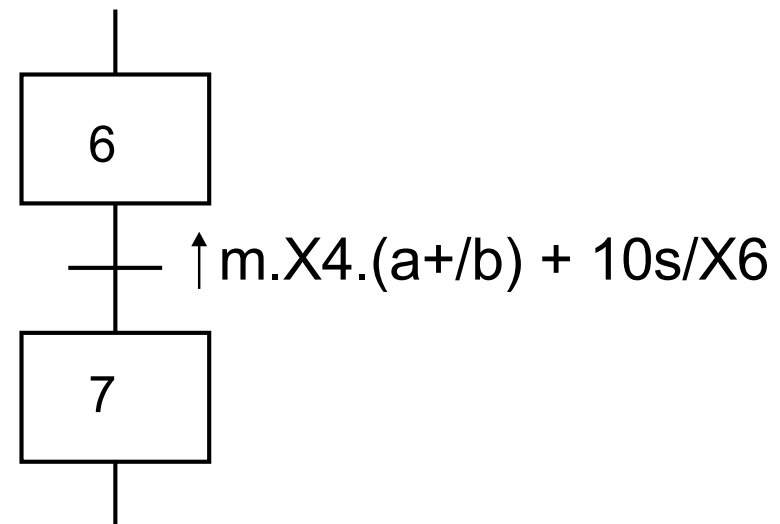
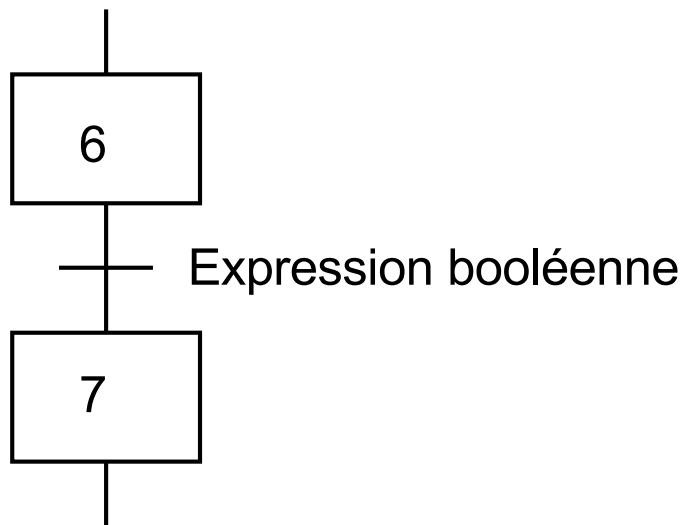


➤ Représentation d'une transition: trait perpendiculaire à la liaison orientée joignant 2 étapes.



➤ Représentation d'une réceptivité: expression booléenne de variables externes et/ou internes, notée de façon symbolique ou littérale, à droite de la transition.

Exemple :

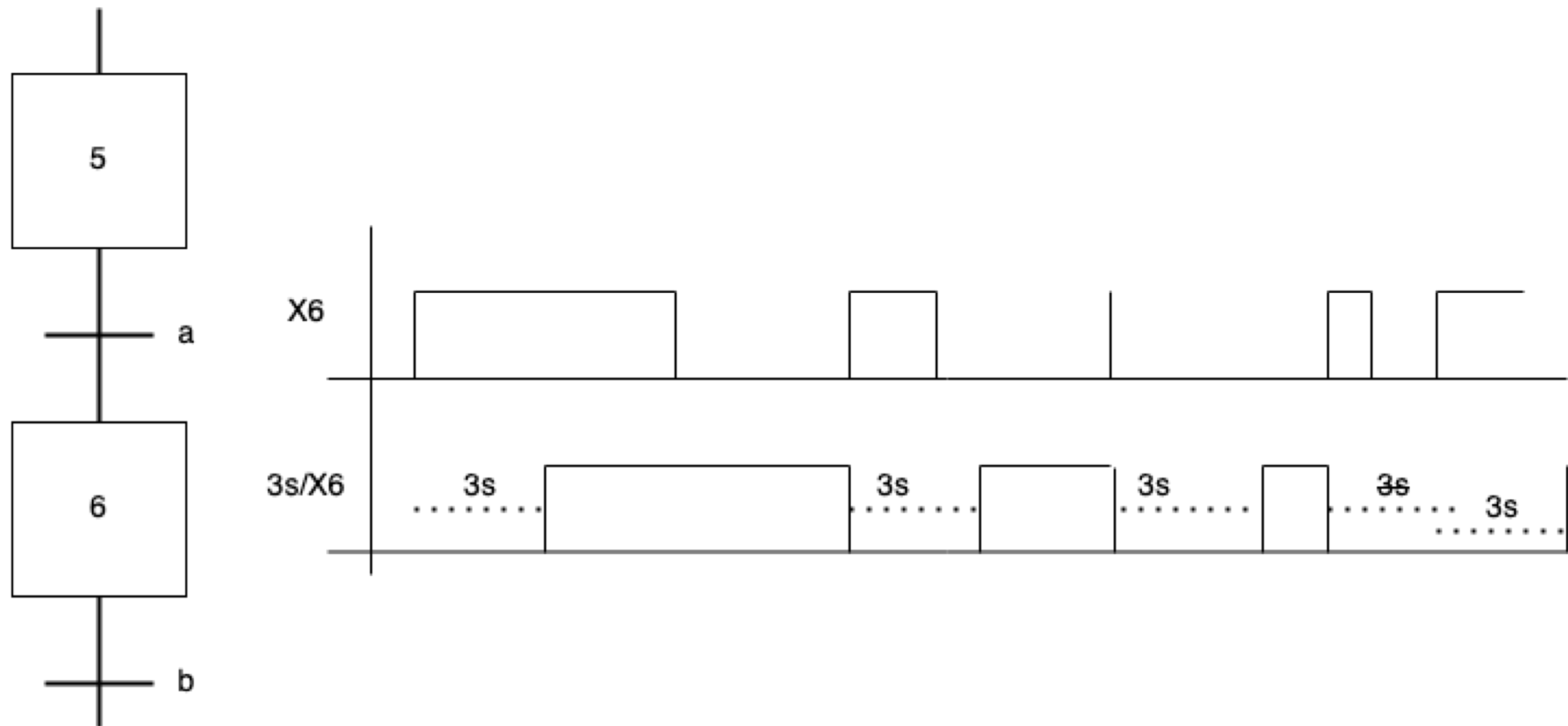


Variable Temps :

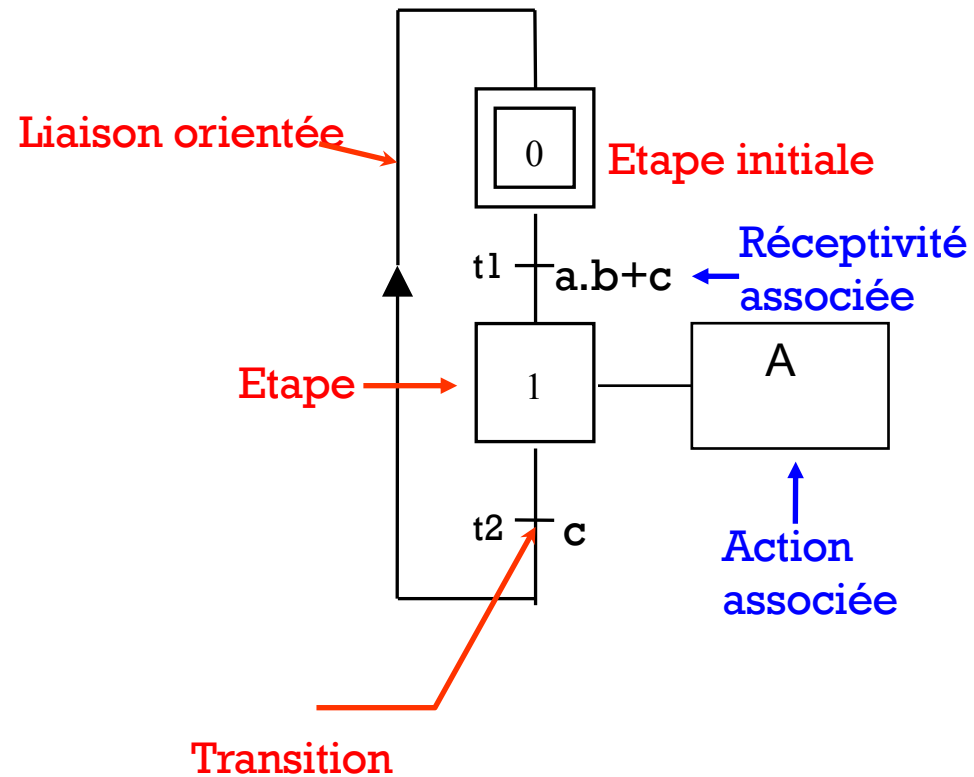
Variable booléenne notée Δ/Xi qui vaut 1 s'il s'est écoulé un temps au moins égal à Δ depuis la dernière fois que l'étape i est passée de l'état inactif à l'état actif.

Variable Temps :

Variable booléenne notée Δ/Xi (ou $T/Xi/\Delta$) qui vaut 1 s'il s'est écoulé un temps au moins égal à Δ depuis la dernière fois que l'étape i est passée de l'état inactif à l'état actif.



REPRESENTATION GRAPHIQUE DES ELEMENTS D' UN GRAFCET :



Les règles du Grafcet

1 Règle de syntaxe :

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

5 Règles d'évolution :

- Règle 1 : Situation initiale
- Règle 2 : Franchissement d'une transition
- Règle 3 : Evolution des étapes actives
- Règle 4 : Evolutions simultanées
- Règle 5 : Activation et désactivation simultanées d'une même étape.

5 règles d'évolution

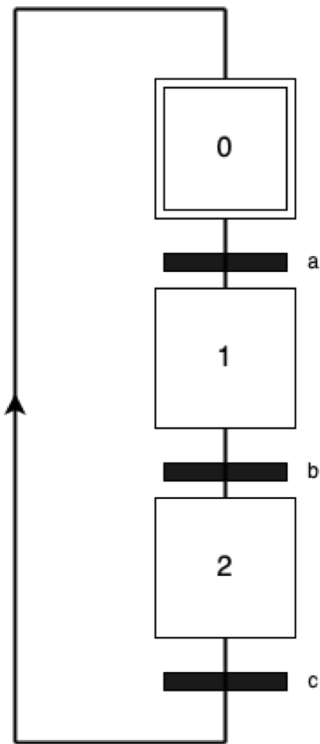
Règle 1 : Situation initiale du grafcet

- caractérise le COMPORTEMENT INITIAL de la partie commande vis à vis de son environnement.
- correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.
- traduit généralement un comportement de repos.

5 règles d'évolution

Règle 1 : Situation initiale du grafcet

- caractérise le COMPORTEMENT INITIAL de la partie commande vis à vis de son environnement.
- correspond aux étapes actives au début du fonctionnement.
- traduit généralement un comportement de repos.



À $t=0$:

- Etape 0 active ($X_0 = 1$)
- Etapes 1 et 2 non actives ($X_1 = X_2 = 0$)

Notation : $S_0(0)$ situation où seule l'étape 0 est active

5 règles d'évolution

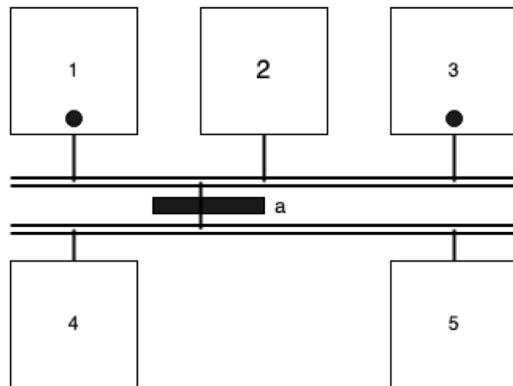
Règle 2 : Franchissement d'une transition

- Une transition est dite VALIDEE lorsque **toutes** les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.
- La transition devient FRANCHISSABLE :
 - Lorsque la transition est VALIDEE;
 - ET QUE la réceptivité associée à cette transition est VRAIE.
- Lorsque la transition est FRANCHISSABLE, elle est alors OBLIGATOIREMENT FRANCHIE.

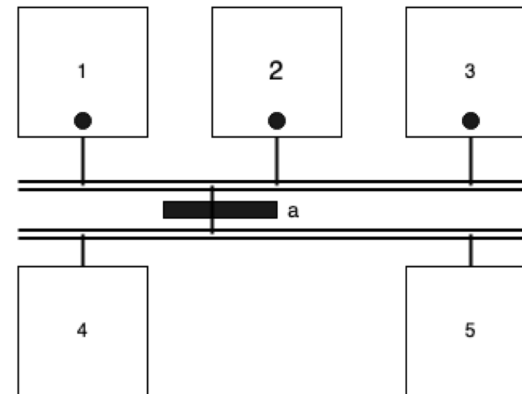
5 règles d'évolution

Règle 2 : Franchissement d'une transition

- Une transition est dite VALIDÉE lorsque **toutes** les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives.
- La transition devient FRANCHISSABLE :
 - Lorsque la transition est VALIDÉE;
 - ET QUE la réceptivité associée à cette transition est VRAIE.
- Lorsque la transition est FRANCHISSABLE, elle est alors OBLIGATOIREMENT FRANCHIE.



Transition Non Validée
Donc Non Franchissable



Transition Validée
Franchissable si $a=1$

5 règles d'évolution

Règle 3 : Evolution des étapes actives

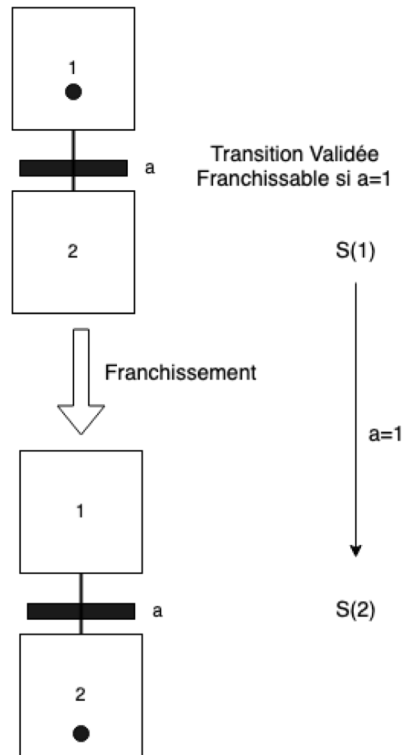
- Le franchissement de la transition entraîne
SIMULTANEMENT :
 - l' activation de TOUTES les étapes immédiatement suivantes,
 - ET
 - la désactivation de TOUTES les étapes immédiatement précédentes.

5 règles d'évolution

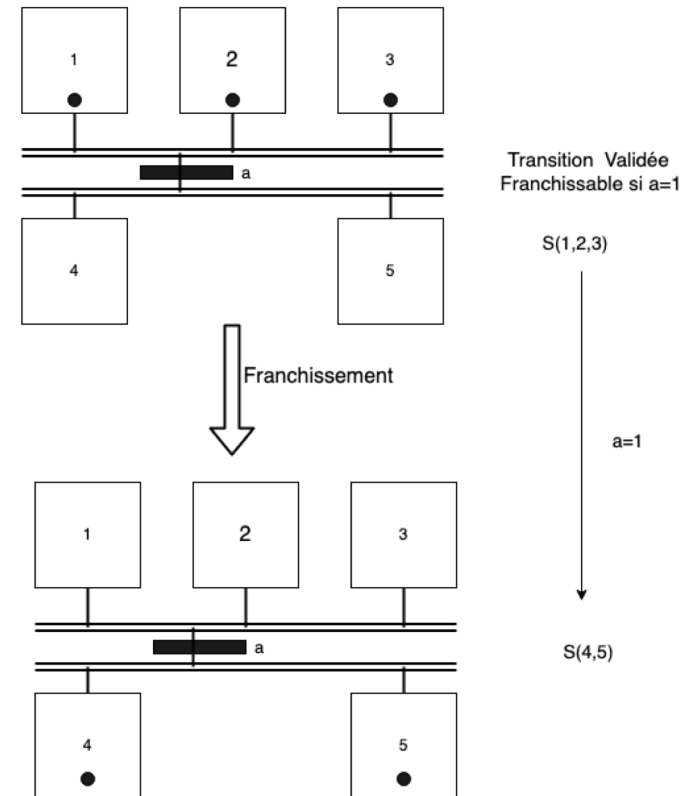
Règle 3 : Evolution des étapes actives

- Le franchissement de la transition entraîne SIMULTANEMENT :
 - l'activation de TOUTES les étapes immédiatement suivantes,
 - ET
 - la désactivation de TOUTES les étapes immédiatement précédentes.

Exemple 1:



Exemple 2 :



5 règles d'évolution

Règle 4 : Evolutions simultanées

- Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

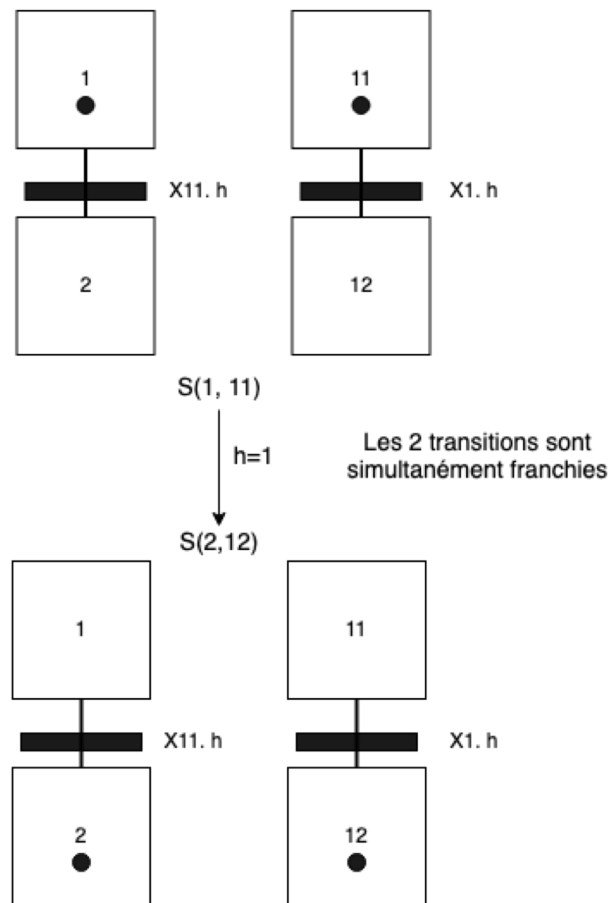
Règle 5 : Activation – désactivation simultanée d'une étape

- Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active.

5 règles d'évolution

Règle 4 : Evolutions simultanées

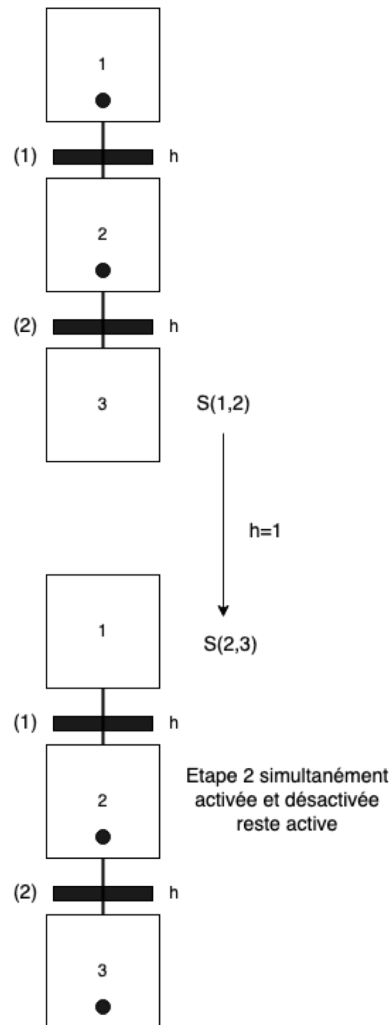
- Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.



5 règles d'évolution

Règle 5 : Activation – désactivation simultanée d'une étape

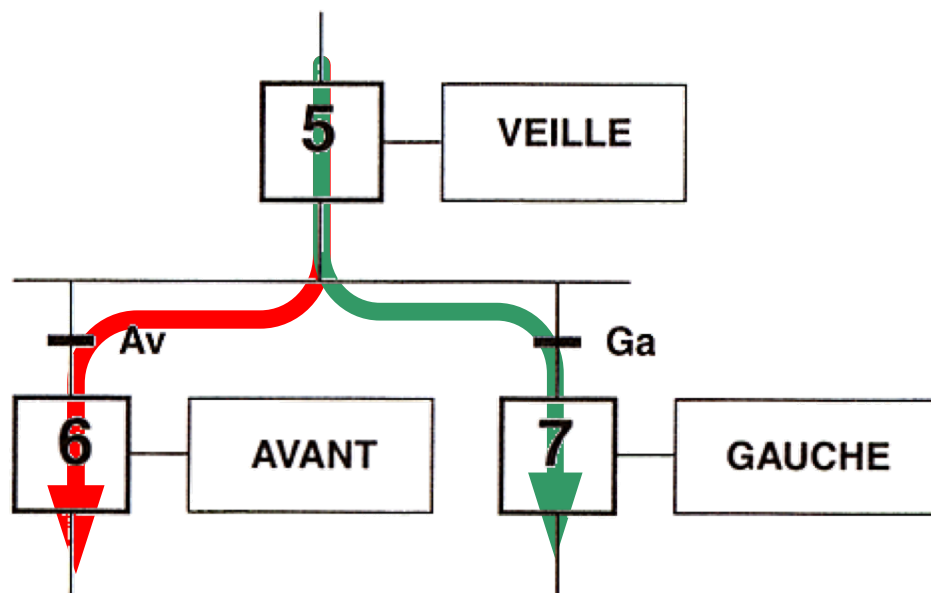
- Si au cours du fonctionnement, une même étape doit être activée et désactivée simultanément, elle reste active.



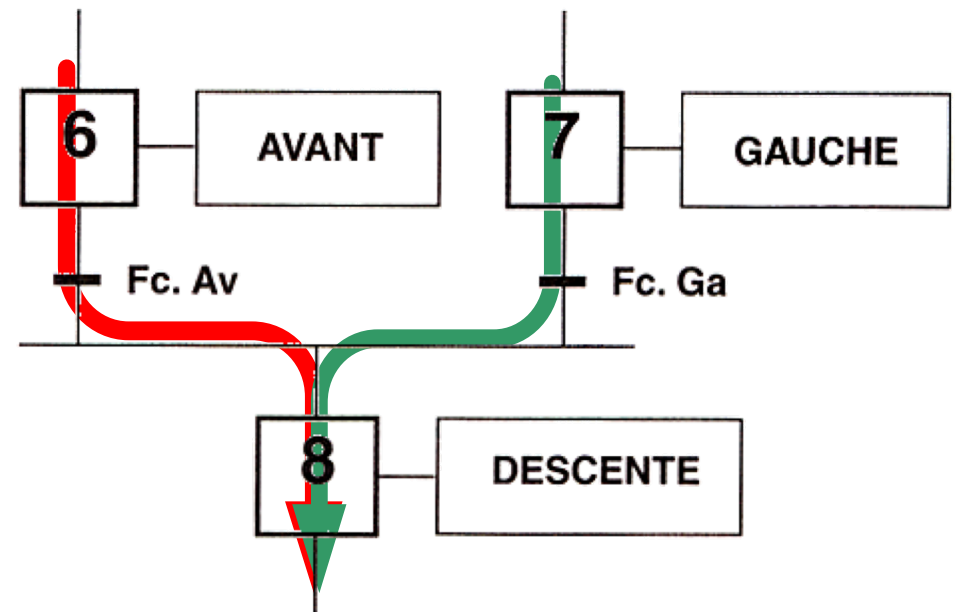
Structures en OU

- Séquences ALTERNATIVES : **une branche OU** une autre branche
- Une transition par branche
- La branche en OU est représentée par un **simple trait horizontal**

Divergence en OU



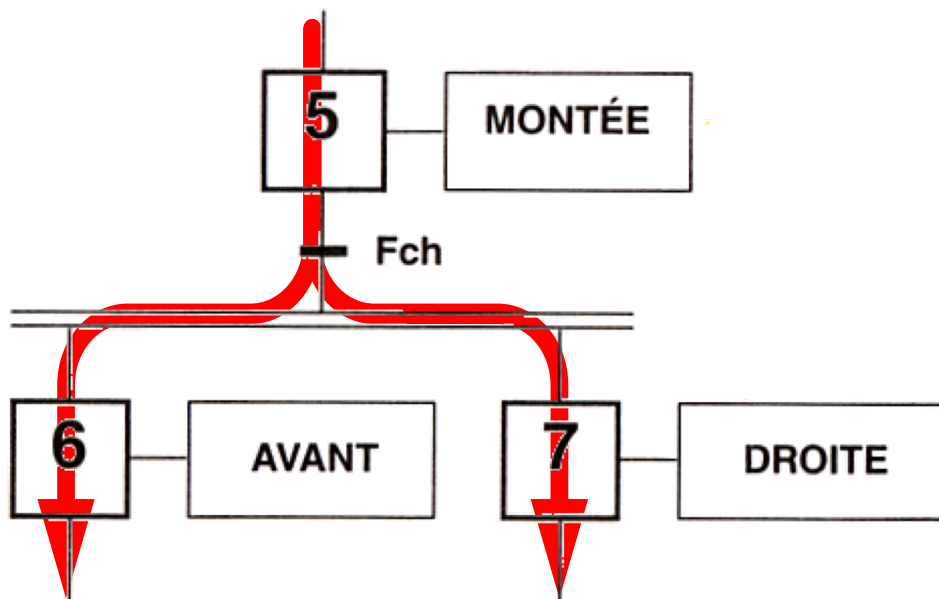
Convergence en OU



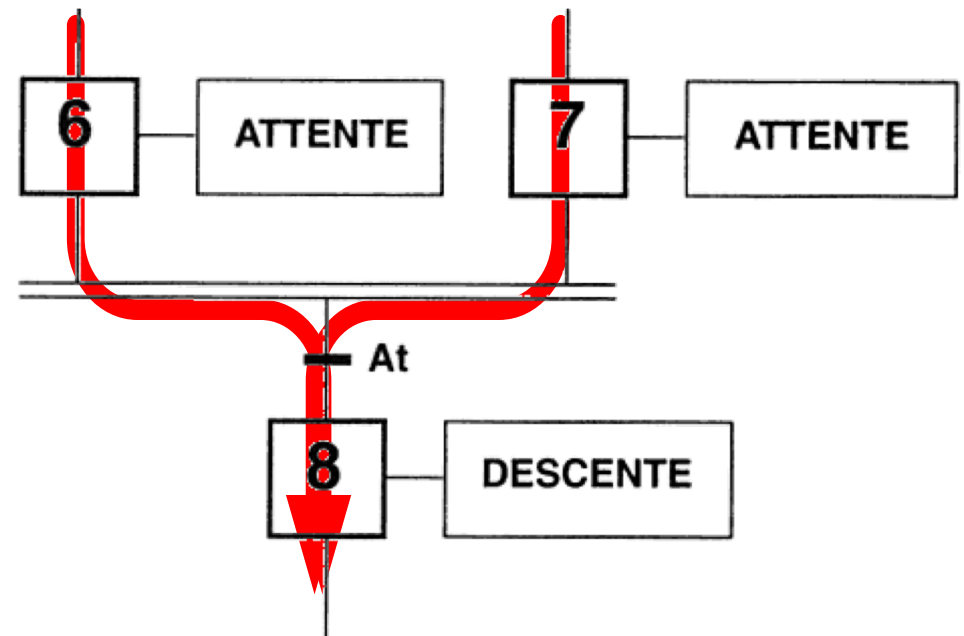
Structures en ET

- Séquences SIMULTANÉES : **une branche ET une autre branche**
- Une **SEULE** transition
- La branche en ET est représentée par un **double trait horizontal**

Divergence en ET (Parallélisme)



Convergence en ET (Synchronisation)



Les actions associées

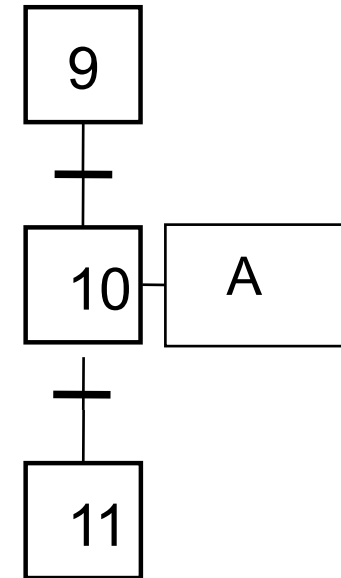
Différents types d'actions associées aux étapes :

- Actions continues ou normal (N - Normal)
- Actions conditionnelles (C – Conditional)
- Actions retardées (D - Delay)
- Actions limitées dans le temps (L – Time Limited)
- Actions mémorisées (S – Set ; R - Reset)

Action continue (N)

L'action est exécutée tant que l'étape à laquelle elle est associée est active.

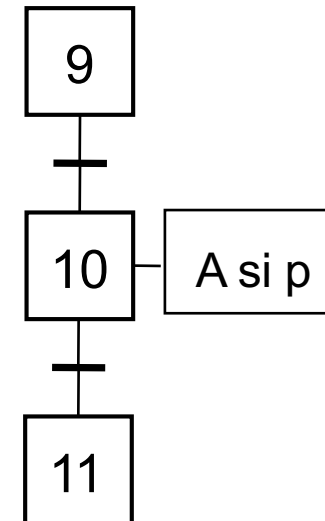
$$A = X_{10}$$



Action conditionnelle (C)

L'action est exécutée quand l'étape associée est active et que la condition logique est vraie.

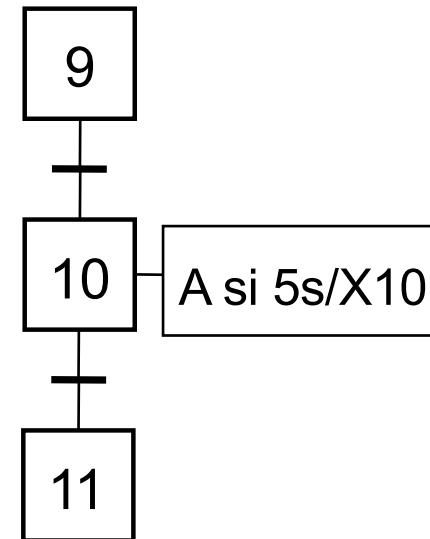
$$A = X_{10} \cdot p$$



Action retardée (D)

L'action est exécutée après un délai obtenu par une temporisation lancée dès l'activation de l'étape associée.

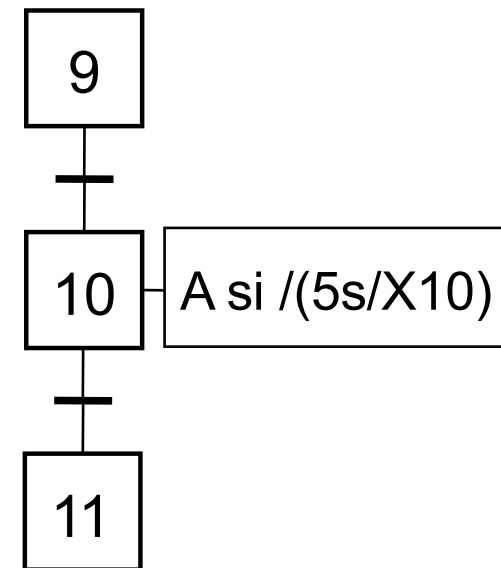
$$A = X_{10} \cdot (5s/X_{10})$$



Action limitée dans le temps (L)

L'action est exécutée dès l'activation de l'étape associée mais sa durée limitée dans le temps peut être plus courte que celle de l'étape associée.

$$A = X_{10} \cdot \overline{(5s/X_{10})}$$



Action mémorisée (S/R)

L'effet de l'action est maintenue pendant plusieurs étapes. Le début et la fin de l'action sont définis à 2 étapes différentes.

Set(A)=X₁₀

Reset(A)=X₁₃

