

# LE GRAFCET

## I/ INTRODUCTION

Le **GRAFCET** (GRAPhe Fonctionnel de Commande Etape Transition) est un outil de description graphique des automatismes décrit par la norme NF (UTE) C 03-190 + R1. Il permet de définir de manière séquentielle l'évolution des sorties (Parties opératives) en fonction des entrées.

- Un GRAFCET ne peut être élaboré que si au préalable on a :
- ♦Définit le système et les fonctions qu'il doit remplir
  - ♦Définit la frontière entre la partie opérative et la partie commande
  - ♦Définit les entrées et les sorties qui seront associées à la partie commande

- Il peut être élaboré selon deux niveaux :
- ♦**Niveau I**: spécifications fonctionnelles. On décrit l'enchaînement des étapes sans préjuger de la technologie. En général on utilise des mots ou des abréviations compréhensibles de tous pour décrire les entrées/sorties
  - ♦**Niveau II**: on ajoute les spécifications technologiques et opérationnelles. Il est lié directement aux technologies employées (capteurs, pré-actionneurs, unité de traitement...).

**Remarque** : Le GRAFCET était conçu au départ comme un outil de spécification de cahier des charges pour devenir finalement un outil pour la programmation des automates programmables.

## II/ CONSTITUANTS D'UN GRAFCET (RAPPELS DE 2<sup>NDE</sup> ISI)

### II.1/ Les étapes



Une étape décrit une tâche de l'automatisme à un moment donné. La succession des étapes et donc des tâches, décrit le fonctionnement global de l'automatisme.



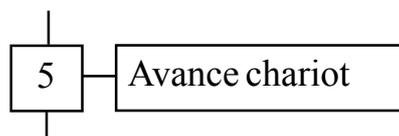
L'étape est représentée par un carré comportant un numéro. Chaque étape d'un GRAFCET comporte un numéro différent.

L'étape initiale d'un GRAFCET est représentée par deux carrés emboîtés.

**La liaison entre les étapes est en général toujours orientée de haut vers le bas. Si ce n'est pas le cas (reprise de séquence) une flèche doit indiquer le sens de lecture.**

### II.2/ Actions associées

A la plupart des étapes, sont associées des actions représentées par un, ou plusieurs rectangles, situés à droite de l'étape et reliés par une liaison (**Avance chariot** dans l'exemple). **Les actions ne sont effectives que lorsque l'étape est active.**

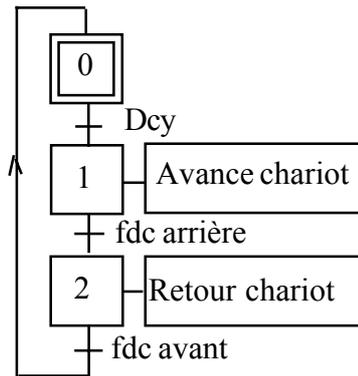


### II.3/ Transitions

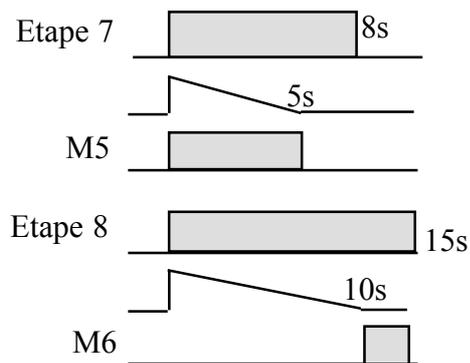
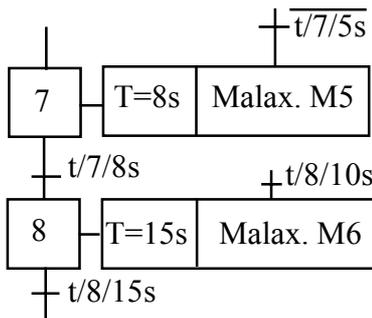
Elles sont **obligatoires entre deux étapes** car elles sont la condition nécessaire pour actionner l'étape suivante.

**A chaque transition est associé une réceptivité constituée d'une condition logique. Si la condition est vraie, l'étape suivante est actionnée et l'étape initialement active est désactivée (Règle 2).**

Dans l'exemple ci-contre, une action sur le bouton **Dcy** provoque l'**avance du chariot**. Lorsque ce dernier a atteint le fin de course arrière, le chariot revient et s'arrête lorsque le fin de course avant est activé.



**Remarque :** On associe quelques fois (surtout dans le cas d'actions temporisées) directement des transitions à des actions, lorsqu'une étape commande plus d'une action. Dans ce cas, pour que l'action soit vraie, il faut que l'étape soit active et que la transition associée à cette action soit vraie.

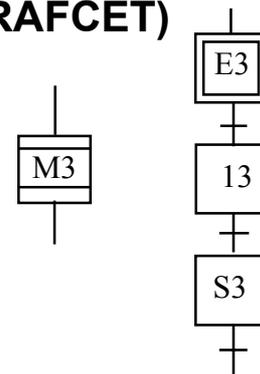


### II.4/ La macro-étape (ME) (extension du GRAFCET)

Une macro-étape **Mi** est l'unique représentation d'un ensemble unique d'étapes et de transitions nommé "expansion de Mi".

Une macro-étape obéit aux règles suivantes:

- l'expansion de ME comporte une étape particulière (et une seule) dite étape d'entrée et une étape particulière (et une seule) dite étape de sortie.
- l'étape d'entrée a la propriété suivante: tout franchissement d'une transition amont de la macro-étape, active l'étape d'entrée de son expansion.
- l'étape de sortie a la propriété suivante: elle participe à la validation des transitions aval de la macro-étape.
- en dehors des transitions amont et aval de ME, il n'existe aucune liaison structurale entre, d'une part une étape ou une transition de l'expansion ME, et d'autre part, une étape ou une transition n'appartenant pas à ME.



### III/ REGLES D'ÉVOLUTION D'UN GRAFCET (RAPPELS)

**Règle 1 :** Les étapes INITIALES sont celles qui sont actives au début du fonctionnement. On les représente en doublant les côtés des symboles. A la mise en route de l'automate, toutes les étapes initiales sont actives.

**Règle 2 :** Une TRANSITION est soit validée, soit non validée (et pas à moitié validée). Elle est validée lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes sont actives. Elle ne peut être FRANCHIE que lorsqu'elle est validée et que sa réceptivité est vraie. Elle est alors obligatoirement franchie.

**Règle 3 :** Le franchissement d'une transition entraîne simultanément  
 • l'activation de toutes les étapes immédiatement suivante  
 • et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes

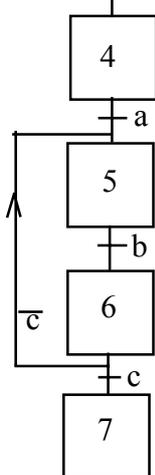
**Règle 4 :** Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies

**Règle 5 :** Si au cours du fonctionnement de l'automatisme, une même étape doit être désactivée et activée en même temps, elle reste active.

### IV/ LES LIAISONS

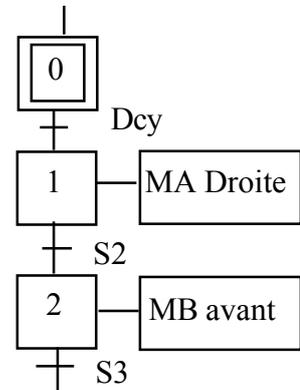
#### IV.1/ GRAFCET linéaire

Les étapes sont actives les unes après les autres, sans branchement conditionnel. Seule une étape est active à la fois.



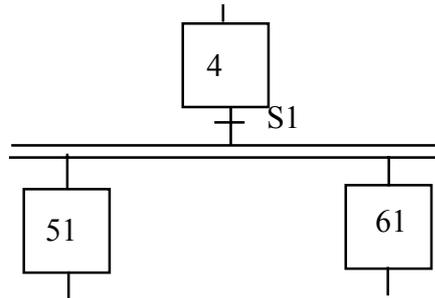
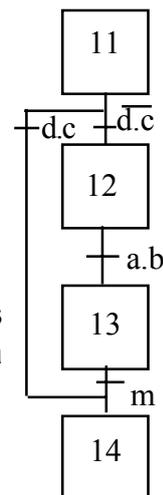
#### IV.2/ Reprise de séquence

Pour ce type de séquence, les étapes à reprendre sont associées à une liaison orientée de bas vers le haut.



#### IV.3/ Saut d'étape

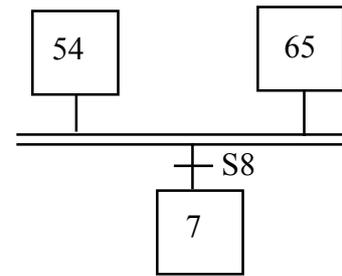
Si la condition **d.c** est vrai les étapes 12 et 13 ne seront pas validées et on passera directement de 11 à 14. Lorsque 14 sera activé, 11 sera désactivé (**Règle 3**)



#### IV.4/ Séquences simultanées (divergence et convergence en ET)

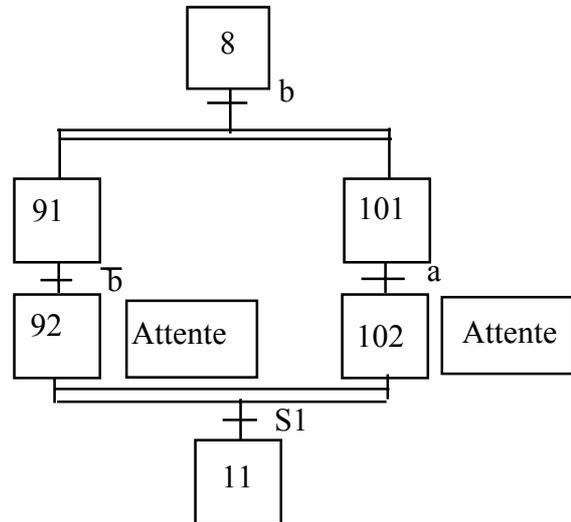
Lorsque la réceptivité **S1** est vrai, les étapes **51** et **61** sont activées simultanément.

Lors de la convergence, si les étapes **54** et **65** sont actives et que la condition **S8** est vraie, l'étape **7** est activée tandis que **54** et **65** sont désactivées.



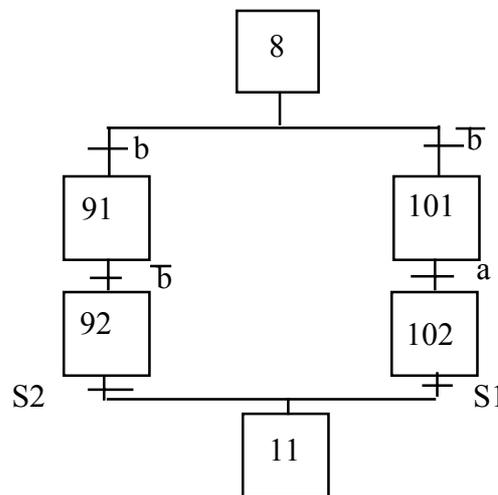
**Remarque 1:** une seule transition permet l'activation ou la désactivation des branches du Grafcet.

**Remarque 2 :** pour terminer chaque branche d'une séquence simultanée, il est souvent nécessaire de terminer la branche par une étape d'attente



### IV.5/ Séquences exclusives (divergence et convergence en OU)

Selon la réceptivité, une seule branche du GRAFCET (91 ou 101 dans l'exemple) sera activée.



## VI/ LA REPRÉSENTATION MULTI-GRAPHE

Dans des automatismes complexes, il est impensable de définir l'ensemble des opérations par un seul grafcet. Sa complexité nuirait à un fonctionnement sans erreur et à une maintenance aisée.

Aussi procède-t-on souvent à un découpage de l'automatisme en tâches élémentaires, qui sont traitées chacune par un grafcet distinct (GRAFCET partiel).

**Exemple:**

Sur une chaîne d'assemblage de voiture, deux tâches distinctes (au minimum) sont réalisées (à partir du moment où le cycle est dans sa phase de fonctionnement normale):

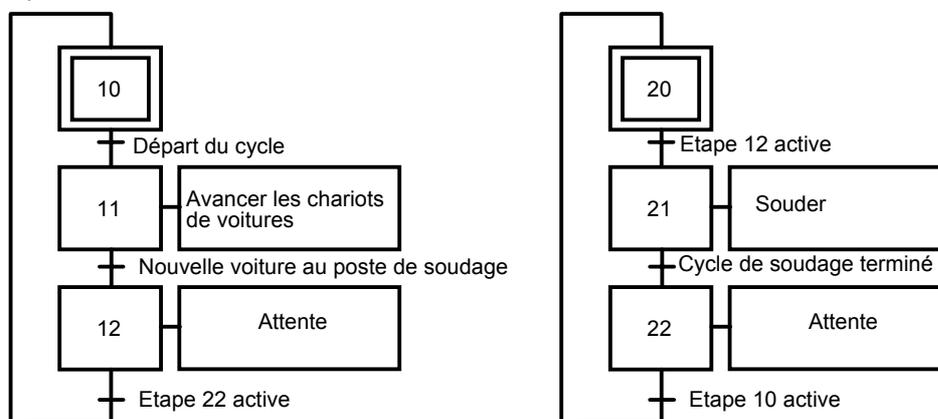
- ✓ transfert des voitures
- ✓ soudage

Chacune de ces tâches peut donc être associée à un GRAFCET:



Dans un GRAFCET synchronisé, à chaque tâche correspond un GRAFCET indépendant.

L'exemple précédent pourrait être écrit de la manière suivante (GRAFCET Niveau I):



On remarque que chaque tâche correspond à un GRAFCET particulier et que celui-ci comporte bien sûr une étape initiale active à la mise en route de l'automate. Le GRAFCET de gauche (Etapes 10 à 12) gère le déplacement des voitures tandis que le deuxième GRAFCET ne gère que le cycle de soudage. L'étape 21 ne s'active que lorsque l'étape 12 est active (donc la voiture en place). De la même manière, l'étape 10 est à nouveau active à la fin du cycle de soudage (Etape 22 active). On remarquera l'importance des étapes d'attente dans un GRAFCET comme celui-ci.

On remarque qu'en mode multigraphe, le nombre d'étapes est généralement plus important qu'en mode monographe, ce qui n'a que peu d'importance avec l'utilisation des automates programmables.

## VI RÉFÉRENCES DOCUMENTAIRES

- **Mémotech** Initiation aux sciences de l'ingénieur pages 76
- **Mémotech** Sciences de l'ingénieur pages 296