

Rappels sur la Norme GRAFCET - NF EN 60848

Olivier Company*

GMP, Semestre 3, année 2016-2017

1 Termes et définitions

Action : L'action est un élément du langage GRAFCET. L'action, associée à une étape, indique le comportement d'une variable de sortie de la partie séquentielle du système. Elle est notée dans un rectangle.

Événement d'entrée : Événement caractérisé par le changement de valeur d'une ou plusieurs variables d'entrée de la partie séquentielle du système.

Événement interne : Une définition simplifiée d'un événement interne est :

- soit le changement d'état d'une variable interne caractérisé par :
 - activation d'une étape
 - **ou** la désactivation d'une étape
- **ou alors** caractérisé par le franchissement d'une transition.

Interprétation : L'interprétation fait la relation entre :

- les variables d'entrée
- la structure
- les variables de sortie

Pour faire cette interprétation, il est nécessaire de connaître et d'appliquer les règles d'évolution d'un grafcet (paragraphe 2.2), d'assignation et d'affectation des variables de sortie (paragraphe 3.2).

Structure : La structure d'un grafcet permet de décrire les évolutions possibles entre les situations. La structure est le *squelette* d'un grafcet. Elle est composée des éléments suivants :

- les étapes
- les transitions
- liaisons orientées

Situation : Désignation de l'état du système spécifié par un grafcet et caractérisé par la liste des étapes actives à l'instant considéré.

Étape : L'étape est un élément du langage grafcet. Les étapes sont utilisées pour définir la situation de la partie séquentielle d'un système. Une étape est soit active, soit inactive. Plusieurs étapes peuvent être actives simultanément.

Évolution fugace : Il s'agit de l'évolution caractérisée par le franchissement de plusieurs transitions successives à l'occurrence d'un unique événement d'entrée.

Transition : La transition est un élément du langage grafcet. Elle indique la possibilité d'évolution d'activité entre plusieurs étapes.

Réceptivité : La réceptivité est un élément du langage grafcet. Elle est associée à une transition et exprime le résultat d'une expression booléenne. Une réceptivité est soit vraie, soit fausse. Cette condition logique est composée de :

- variables d'entrée
- variables internes
- prédicats (exemple : $[C \leq 12]$)

2 Les règles

2.1 Règle de syntaxe

Il y a une règle de syntaxe relative à la structure d'un grafcet :

L'alternance étape-transition et transition-étape doit toujours être respectée quel que soit le parcours choisi (dans le sens des liaisons orientées)

*IUT Nîmes, Département GMP, Université Montpellier (company@lirmm.fr)

2.2 Règles d'évolution

Règle 1 : La **situation initiale**, choisie par le concepteur, est la situation à l'instant initial.

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

- lorsque la transition est **validée**
- **et que** la réceptivité associée à cette transition est vraie.

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.

Règle 4 : Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

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

3 Compléments

3.1 Spécification des événements

Un événement est caractérisé par le changement d'état d'une ou plusieurs variables d'entrée. Le changement d'une variable d'entrée peut correspondre :

- à son passage de 0 à 1. On utilisera alors l'opérateur **front montant** pour détecter ce changement.
- à son passage de 1 à 0. On utilisera alors l'opérateur **front descendant** pour détecter ce changement.

Attention, une variable utilisée sans front montant, ni front descendant, peut conduire à une évolution fugace (avec les conséquences décrites dans le paragraphe suivant sur l'affectation des sorties de la partie commande).

3.2 Modes de sortie

Il y a deux modes possibles pour affecter les sorties :

Mode continu ou assignation (sur état) : En mode continu, une action est associée à une étape. Quand l'étape correspondante est active la variable de sortie associée est vraie. Quand une variable de sortie est utilisée en mode continu, la connaissance de la situation d'un grafcet permet de savoir quel est l'état de cette variable. Ce point facilite par exemple la connaissance des actions à mener dans le cas d'un arrêt d'urgence. Par contre, l'action doit être répétée sur plusieurs étapes si on souhaite par exemple piloter l'avance permanente d'un tapis roulant.

Mode mémorisé ou affectation (sur événement) : En mode mémorisé, une variable de sortie prend l'état spécifié et le conserve indépendamment de la poursuite de l'activité de l'étape qui a spécifié cet état. Cet état est conservé tant qu'une modification de cet état n'est pas demandée par un ordre mémorisé depuis une autre étape. Dans ce mode, la connaissance de la situation d'un grafcet ne permet pas de connaître l'état des sorties utilisées en mode continu. Par contre l'écriture est simplifiée dans le cas de sorties ne devant pas changer d'état entre beaucoup de situations (par exemple, avance continue d'un tapis roulant ou pilotage de l'électrovanne d'alimentation en air d'un système dont la partie opérative comporte des actionneurs pneumatiques).

Remarque 1 : Le concepteur doit choisir le mode pour chacune des variables de sortie. Autrement dit, il est interdit d'avoir une variable de sortie qui est utilisée à certains endroits en mode continu et à d'autres endroits en mode mémorisé.

Remarque 2 : Pour éviter l'indétermination sur les sorties, on ne doit pas laisser la possibilité d'émettre à la fois un ordre mémorisé qui demande à une sortie de prendre la valeur vraie et un ordre qui demande à cette sortie de prendre la valeur faux. Pour cela, les ordres mémorisés doivent être émis uniquement à l'occurrence d'un événement **et** le concepteur doit vérifier que deux ordres mémorisés contradictoires ne peuvent pas être émis simultanément.

Remarque 3 : Lors d'une évolution fugace, seuls les ordres mémorisés sont émis (Les ordres continus ne sont pas émis).

4 Les symboles

Les principaux éléments déjà connus du langage grafcet sont rappelés dans la table 1.

Quelques symboles non vus dans le cours sont présentés dans la table 2. D'autres symboles seront vus dans la partie hiérarchisation.

5 Exercice - Recherche d'erreurs

Recherchez les erreurs ou les *fautes de goût* dans le grafcet de la figure 1

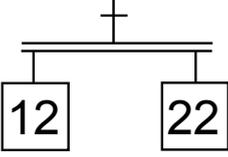
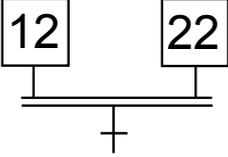
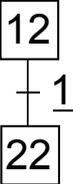
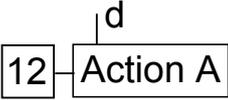
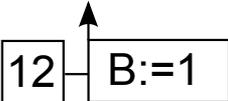
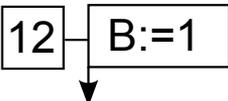
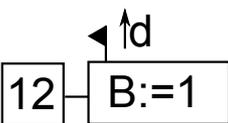
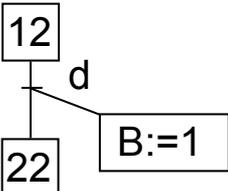
Symbole	Description
	Etape (étape 12 dans l'exemple). A des fins d'explication, on peut indiquer par un point les étapes actives à un instant donné
X12	Variable booléenne contenant l'état de l'étape (étape 12 dans cet exemple)
	Etape initiale(étape initiale 12 dans l'exemple). Elle participe à la situation initiale. Cette étape est active au démarrage de la partie commande. Après ce démarrage, elle se comporte comme toutes les étapes
	Synchronisation en aval d'une transition (divergence en ET)
	Synchronisation en amont d'une transition (convergence en ET)
	Réceptivité toujours vraie. Provoque obligatoirement une évolution fugace
$5s/a/2s$	Temporisation. $5s/a/2s$ est une variable booléenne qui devient vraie $5s$ après que la variable a soit devenue vraie et qui devient fausse $2s$ après que la variable a soit devenue fausse. On peut omettre la deuxième partie de cette expression. Dans ce cas, $5s/a$ devient vraie $5s$ après que la variable a soit devenue vraie et devient fausse en même temps que la variable a .
$[C = 3]$	Résultat booléen d'un prédicat. S'utilise comme toutes les autres variables booléennes. Autres possibilités : $[C \leq 3]$, $[C \neq 3]$, $[C \geq 3]$, $[C > 3]$, $[C < 3]$
	Action continue. Elle est nécessairement associée à une étape. La sortie correspondant à <i>Action A</i> est vraie quand l'étape 12 est active
	L'action conditionnelle ne concerne que les actions continues. De plus, la condition booléenne associée (ici d) ne peut pas comporter de front montant ou descendant. L'ordre <i>ActionA</i> est émis quand l'étape 12 est active et que la variable booléenne d est vraie.
	Action mémorisée à l'activation. La sortie B devient (ou reste) vraie à l'instant où l'étape 12 est activée. Elle conserve cette valeur tant qu'une action mémorisée $B := 0$ n'est pas rencontrée.
	Action mémorisée à la désactivation. La sortie B devient (ou reste) vraie à l'instant où l'étape 12 est désactivée. Elle conserve cette valeur tant qu'une action mémorisée $B := 0$ n'est pas rencontrée.
	Action mémorisée sur événement. La sortie B devient (ou reste) vraie, si l'étape 12 est active, à l'instant où la variable booléenne d devient vraie. La sortie B conserve cette valeur tant qu'une action mémorisée $B := 0$ n'est pas rencontrée. L'expression booléenne doit se comporter comme un front (montant ou descendant) d'une variable.
	Action mémorisée au franchissement. Lors du franchissement de la transition à laquelle l'action mémorisée est reliée, la sortie B devient (ou reste) vraie.

TABLE 1 – Les symboles déjà connus

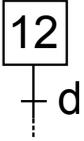
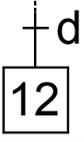
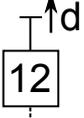
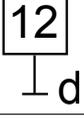
Symbole	Description
	<p>Étape source. Une étape source est une étape qui ne possède aucune transition amont. Pour qu'elle ait une chance d'être active il faut soit :</p> <ul style="list-style-type: none"> — qu'il s'agisse d'une étape initiale — qu'elle fasse l'objet d'un ordre de forçage — qu'elle fasse partie des étapes activées d'une encapsulation
	<p>Étape puits. Une étape puits est une étape qui ne possède aucune transition aval. La désactivation d'une étape puits n'est possible que par :</p> <ul style="list-style-type: none"> — un ordre de forçage — la désactivation de l'étape encapsulante quand l'étape puits fait partie d'une encapsulation
	<p>Transition Source. Par définition, une transition source est toujours validée. Elle est donc franchie à chaque instant ou la réceptivité qui lui est associée est vraie. Il est donc fortement souhaitable que la réceptivité qui lui est associée soit de type front (montant ou descendant)</p>
	<p>Transition puits. Une transition puits est une transition qui ne possède aucune étape aval.</p>

TABLE 2 – Les symboles déjà connus

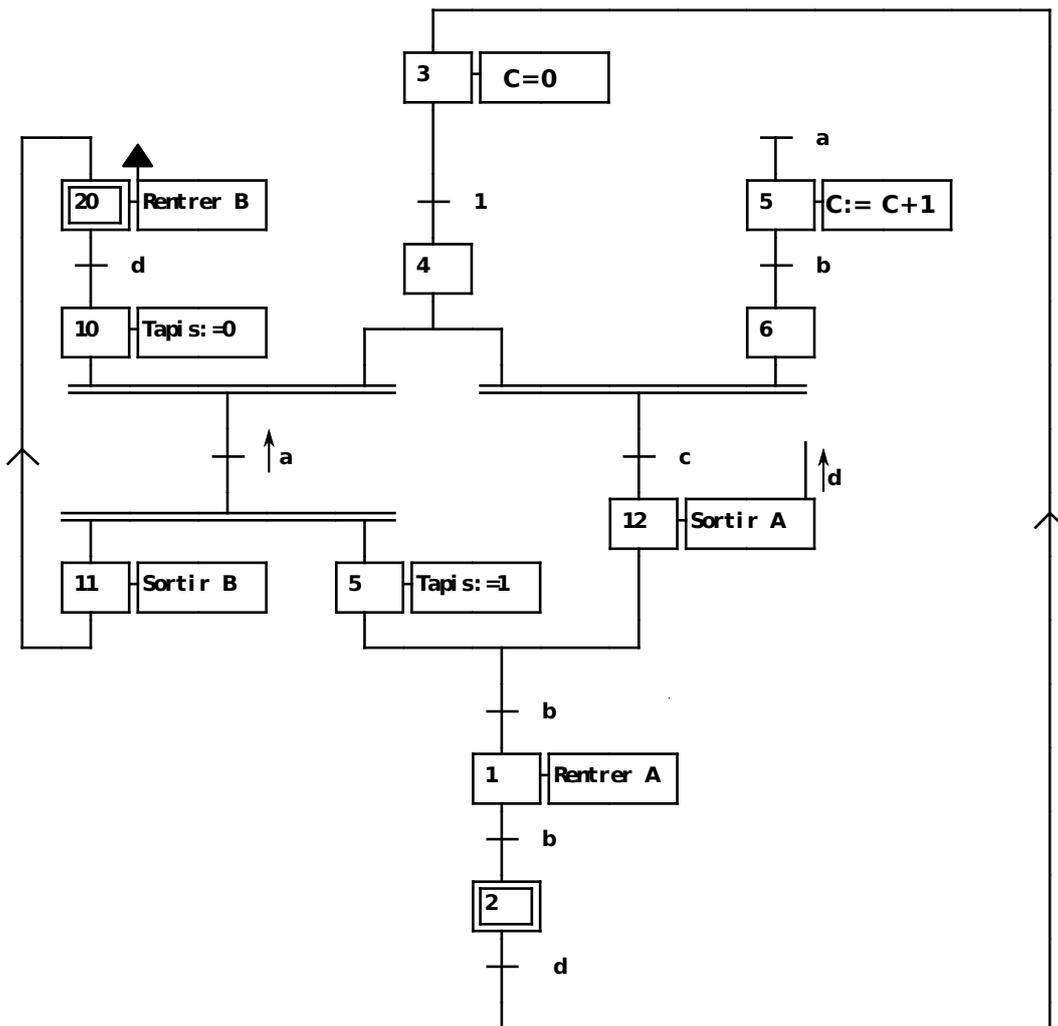


FIGURE 1 – Ce qu'il ne faut pas faire