

Hiérarchisation des Grafquets

Olivier Company*

GMP, Semestre 3, année 2016-2017

1 But

Pour les systèmes complexes ou pour les systèmes nécessitant une gestion des modes de marche, il n'est pas possible de décrire leur fonctionnement de manière simple et compréhensible à l'aide d'un seul grafquet. Plusieurs grafquets sont donc utilisés et il devient nécessaire de distinguer plusieurs niveaux de grafquets. En effet, par exemple, nous ne pouvons pas considérer de la même manière :

- un grafquet décrivant une tâche (qui n'est utilisée que de temps en temps)
- et la gestion de la sécurité de la machine (qui doit pouvoir être activée à n'importe quel instant) et qui doit être prioritaire.

La **hiérarchisation** consiste à donner différents niveaux de priorité à chacun des grafquets. Cela a comme avantage :

- de faciliter une conception modulaire
- d'intégrer de manière simple les modes de marche et d'arrêt (qui seront abordés dans les prochains cours)
- de gérer les interactions entre les grafquets

Dans cette optique, les modes de fonctionnement sont gérés par des grafquets simples et spécialisés :

- Grafquet de surveillance ou de sécurité : gère la sécurité de la machine
- Grafquet de conduite : permet de sélectionner les différents modes de marche (manuel, auto, réglage, cycle par cycle...)
- Grafquets correspondant à chacun des modes de marche : préparation, production normale, vérification dans le désordre...
- Grafquets correspondant à des tâches effectuées dans le système et pouvant être appelés depuis un ou plusieurs modes de marche

Il existe deux outils permettant de mettre en oeuvre cette hiérarchisation :

- Le **forçage**
- L'**encapsulation**.

Avant d'aller plus loin dans la présentation de ces deux outils, nous devons définir le vocabulaire relatif à différents types de grafquets.

2 Les différents grafquets

Un **grafquet connexe** (voir Figure 1) est un grafquet dans lequel il existe un lien graphique entre tous les éléments qui le constituent.

Un **grafquet partiel** (voir Figure 1) est un ensemble de un ou plusieurs grafquets connexes. Un grafquet partiel est désigné par la lettre G suivie d'un repère alphanumérique (exemples : G1, GPN,...). Un grafquet partiel est dit **actif** lorsque au moins une de ses étapes est active. L'activité d'un grafquet est présente dans la variable *XG_{nom du grafquet}* qui vaut 1 quand le grafquet partiel est actif et 0 sinon.

Le **grafquet global** est le grafquet qui décrit le **fonctionnement complet** du système. Il inclut donc tous les grafquets partiels relatifs au système décrit.

3 Forçage

L'ordre de **forçage** est un ordre interne à la PC. Son application est prioritaire sur celle des règles d'évolution (en particulier transition franchissable). **Le grafquet forcé ne peut pas évoluer tant que l'ordre de forçage est présent.** On dit alors que le grafquet forcé est figé.

Le forçage implique un niveau hiérarchique strictement plus élevé pour le grafquet partiel qui émet le forçage par rapport à celui qui le reçoit. Ceci implique que si le grafquet G10 émet un ordre de forçage vers le grafquet G100 (le niveau hiérarchique de G10 est alors supérieur à celui de G100), alors le grafquet G100 ne doit pas comporter d'émission d'ordre de forçage vers G10.

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

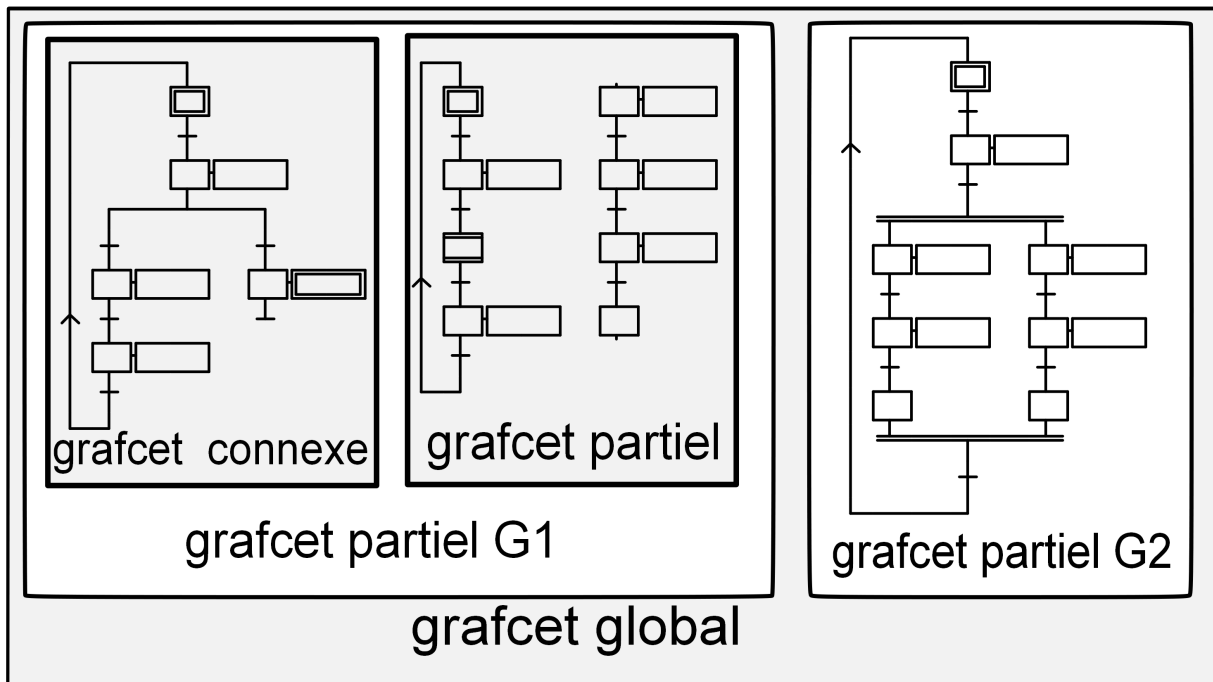


FIGURE 1 – Les différents grafquets

Les ordres de forçage sont émis à l'intérieur du grafcet global.

L'ordre de forçage est représenté par un double rectangle associé à une étape du grafcet partiel forçant (figure 2).

L'ordre s'écrit G_{nom} du grafcet partiel forcé{ situation forcée }. Il existe quatre ordres de forçage particuliers :

- ordre d'initialisation : $G_j\{INIT\}$. Les étapes initiales du grafcet partiel forcé sont activées et toutes les autres sont désactivées.
- forçage à la situation vide : $G_j\{\}$. Toutes les étapes du grafcet partiel forcé sont désactivées. Ce grafcet partiel ne pourra redevenir actif que s'il comporte une transition source ou si il reçoit un autre ordre de forçage à une situation non vide.
- forçage à la situation donnée : $G_j\{10,30,58\}$. Les étapes du grafcet partiel forcé dont la liste est donnée entre les accolades sont activées et toutes les autres sont désactivées.
- figeage : $G_j\{*\}$. Le grafcet partiel forcé est *figé* dans la situation qu'il avait au moment où l'ordre de forçage est émis.

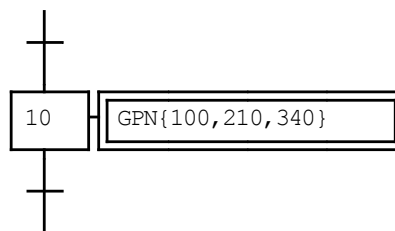


FIGURE 2 – Exemple d'ordre de forçage

4 Encapsulation

Un grafcet partiel peut être encapsulé (figure 3) par une étape encapsulante. Lors de l'activation de l'étape encapsulante, l'une au moins des étapes encapsulées est activée. La structuration d'un grafcet global peut ainsi être réalisée par des liens d'encapsulation.

L'encapsulation comporte au moins une étape marquée d'un astérisque. Elle indique l'étape qui sera activée au même instant que l'étape encapsulante (lien d'activation). Une encapsulation peut contenir, à son tour, une étape encapsulante. Une encapsulation peut être désignée par le symbole $X_{repère}/G_{nom}$ du grafcet. La désignation élémentaire permet de désigner une suite hiérarchique d'étapes encapsulées les unes dans les autres(exemple $X_{repère 1}/X_{repère 2}/X_{repère 3}$).

Une étape encapsulante peut également être initiale, alors si tel est le cas, une au moins des étapes encapsulées doit aussi être initiale. Il ne faut pas faire la confusion entre le lien d'activation et d'éventuelles étapes initiales à l'intérieur de l'encapsulation.

La désactivation de l'étape encapsulante a pour conséquence la désactivation de toutes les étapes encapsulées (les règles d'évolution ne s'appliquent plus aux étapes encapsulées).

Une étape encapsulante peut encapsuler plusieurs encapsulations de même niveau. Par contre, une encapsulation ne peut être relative qu'à une et une seule étape encapsulante.

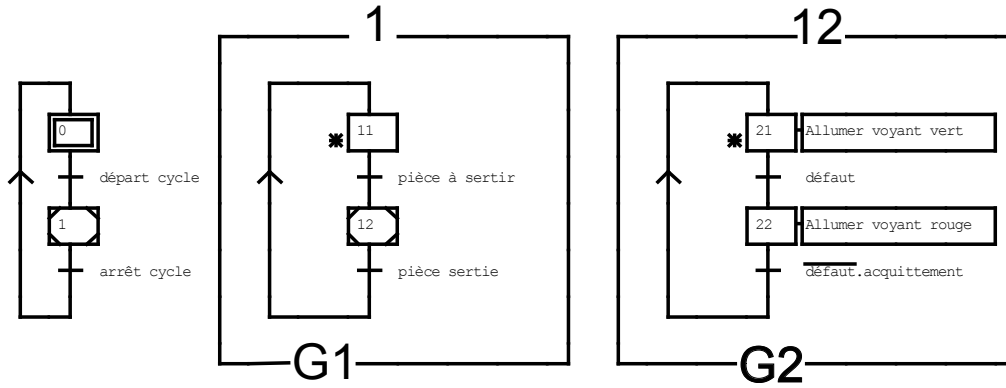


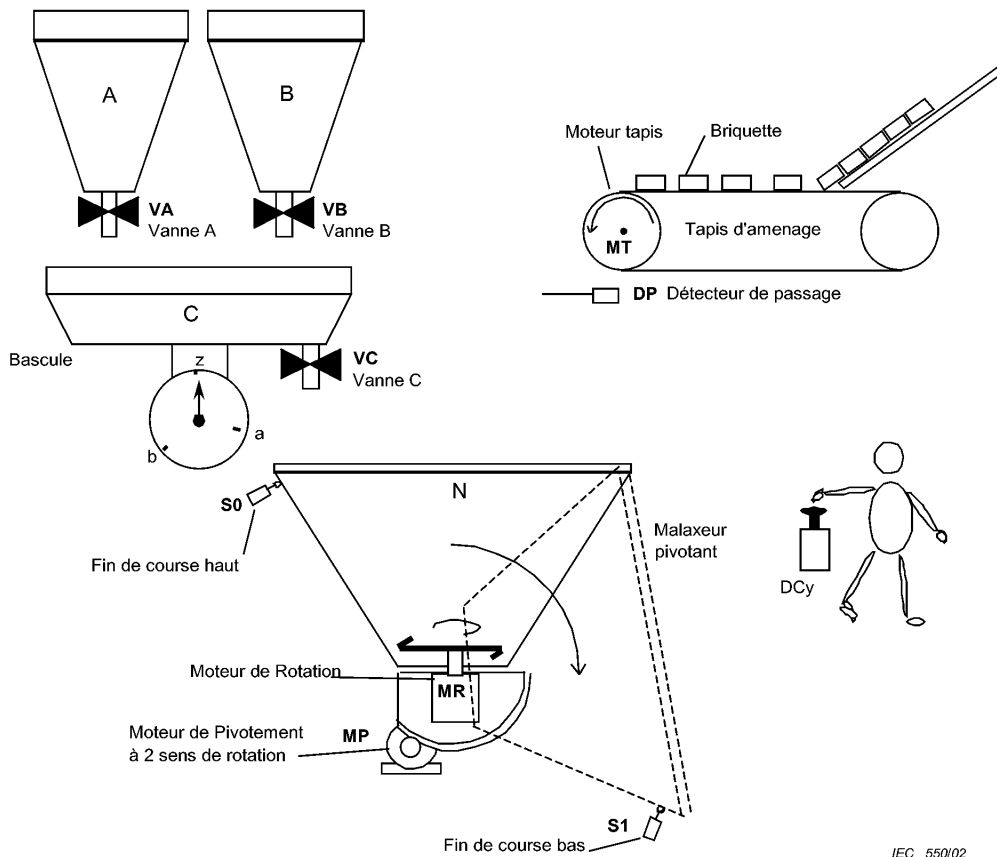
FIGURE 3 – Exemple d'encapsulations successives

5 Exercice

Un malaxeur N reçoit des produits A et B préalablement dosés par une bascule C et des briquettes solubles amenées une par une sur un tapis. La machine de la figure 4 permet de réaliser le mélange de ces trois produits.

L'action sur le bouton DCy (départ cycle) provoque simultanément le pesage des produits et l'aménagement des briquettes de la façon suivante :

- le dosage du produit A jusqu'au repère a de la bascule, puis le dosage du produit B jusqu'au repère b de la bascule. A la fin de ces opérations, il y a vidange de la bascule C dans le malaxeur.
- aménagement de briquettes



IEC 550/02

FIGURE 4 – Représentation schématique du doseur malaxeur

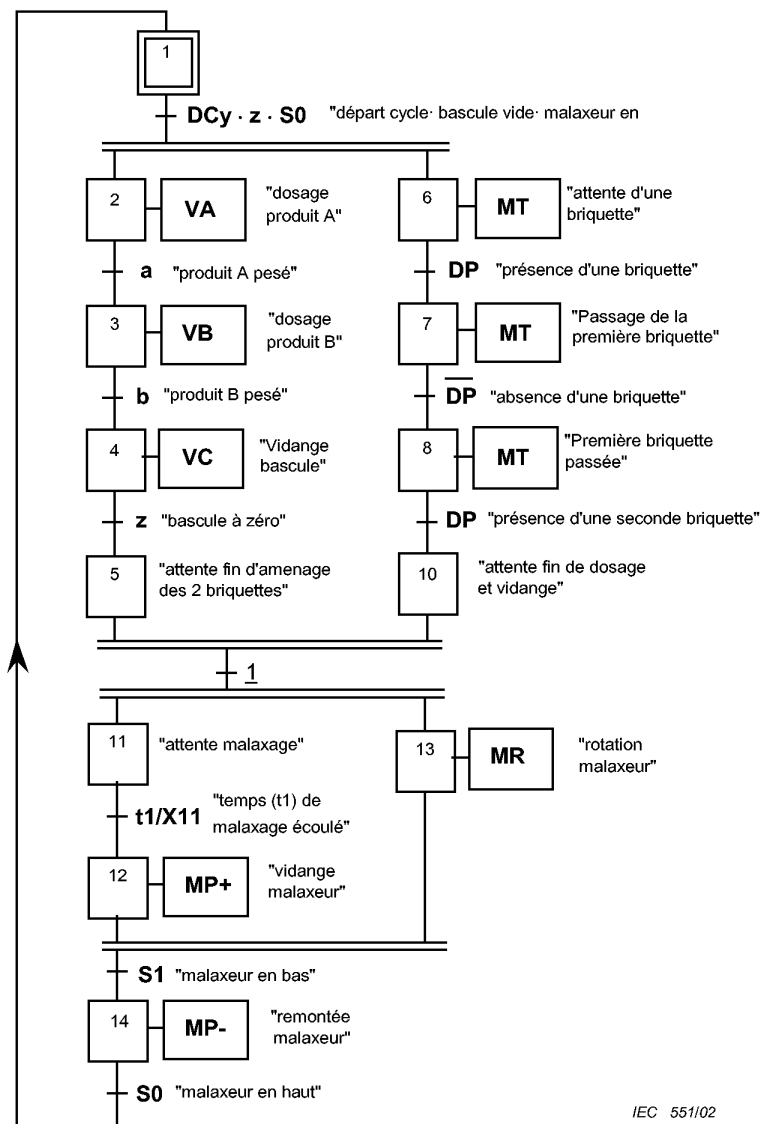
Le cycle se termine par la rotation du malaxeur et son pivotement au bout d'un temps t_1 . La rotation du malaxeur est maintenue pour accélérer la vidange.

Les entrées/sorties de la partie commande sont données par la table 1.

Entrées		Sorties	
DCy	Départ Cycle	MT	Moteur Tapis
DP	Détection de Passage	MR	Moteur Rotation du malaxeur
a	Poids liquide A atteint	MP+	Moteur de Pivotement (sens vidange)
b	Poids liquide A+B atteint	MP-	Moteur de pivotement (sens remontée)
z	Bascule vide	VA	Ouverture vanne A
S0	Malaxeur en haut	VB	Ouverture vanne B
S1	Malaxeur en bas	VC	Ouverture vanne C

TABLE 1 – Entrées et sorties

Le grafcet décrivant le fonctionnement de la partie séquentielle du système est donné sur la figure 5.



IEC 551/02

FIGURE 5 – Grafcet du doseur malaxeur

- **Question 1** : Donner une version plus simple du grafcet en utilisant des actions continues et des actions mémorisées.
- **Question 2** : Identifier 3 tâches distinctes dans le grafcet.
- **Question 3** : Ecrire le grafcet avec 3 macro-étapes correspondant aux trois tâches.
- **Question 4** : Ecrire le grafcet principal dialogant avec 3 grafcet décrivant les 3 tâches.
- **Question 5** : Ecrire un grafcet de niveau hiérarchique supérieur lançant les 3 tâches par forçage.
- **Question 6** : Ecrire un grafcet lançant les 3 tâches en utilisant des étapes encapsulantes.