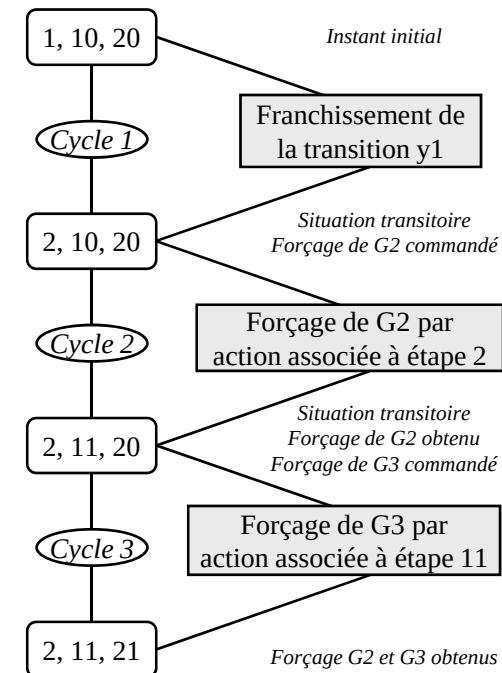
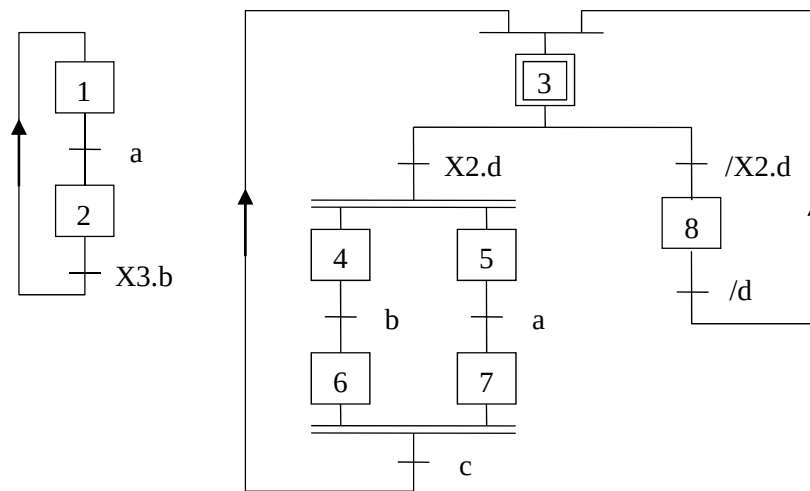


Systemes à Evénements Discrets

Grafcet



Forme Générale de F :

$$X_{kt+1} = \sum CF_{amkt} \vee (X_{kt} \wedge \neg \sum CF_{avkt})$$

Grafcet

(IEC 60 848)



ORIGINE



Groupe « Systèmes Logiques » de l'AF CET (Michel BLANCHARD) travaille sur la représentation du Cahier des Charges d'un Système Logique

Numéros 41-42
automatique et informatique
Novembre-Décembre 1977

**Pour une représentation normalisée
du cahier des charges d'un automatisme logique**

par le Groupe de travail Systèmes logiques de l'AF CET (*)

*Décembre 1977 : publication dans la revue
« Automatique et Informatique Industrielle »*



gr**AF**CET

GRAphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes-**T**ransitions



*« Comprendre, maîtriser et appliquer le Grafcet »
par M. BLANCHARD, CEPADUES Editions*



**Introduction du GRAFCET dans les programmes d'enseignement
(2^{ème} Cycle L.T. + B.T.S.)**



**NORME FRANCAISE
ENREGISTREE**

**SCHEMAS, DIAGRAMMES, TABLEAUX
Diagramme fonctionnel « GRAFCET »
pour la description
des systèmes logiques de commande**

**NF
C 03-190
Juin 1982**



Grafcet (IEC 60 848)

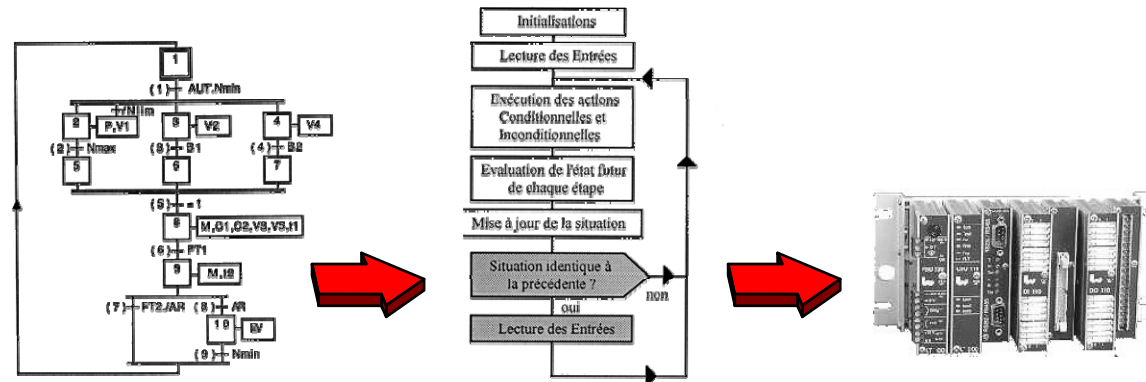


ORIGINE (suite)

1983

« Les Interprétations Algébriques et Algorithmiques et les Temporisations du Grafcet »

Document de Synthèse édité par l'AFCET, Groupe « Systèmes Logiques », juin 1983



1987

« Formalisation d'Extensions du Grafcet : Macro-Etape et Forçage »

Document de Synthèse édité par l'AFCET, Groupe « Systèmes Logiques », janvier 1987

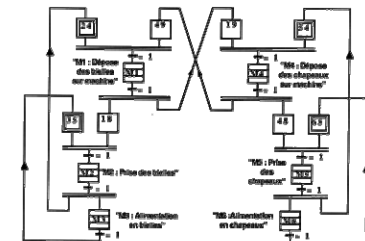
1988

Norme Internationale International Standard

Etablissement des diagrammes fonctionnels
pour systèmes de commande
Preparation of function charts
for control systems

CEI
IEC
848
Première édition
First edition
1988

 Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия



Grafcet

(IEC 60 848)



ORIGINE (suite)



Groupe « *Systemes Logiques* » → Groupe « *GRAFCET* »
Activités de travaux de recherche, publications, congrès, universités d'été, ...



DOCUMENTATION ET SYMBLES GRAPHIQUES	Etablissement des diagrammes fonctionnels pour systèmes de commande Diagramme fonctionnel «GRAFCET» Extension des concepts de base	UTE C 03-191 Juin 1993
--	---	------------------------------



*Intensification des travaux de recherche sur les bases formelles
 du Grafcet, extension de la communauté scientifique, congrès
 MSR, publications, nouveaux ouvrages, diffusion, site WEB
 dédié au Grafcet, cours en ligne, ...*

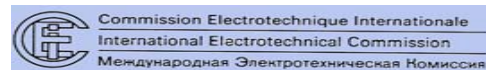


Groupe « *GRAFCET* » → Groupe « *COSED* » du Club EEA ...



Norme Internationale International Standard

Langage de spécification Grafcet pour
 diagrammes fonctionnels en séquence
*Grafcet specification language for
 sequential function charts*



CEI
 IEC
 60 848
 Deuxième édition
 Second edition
 2002



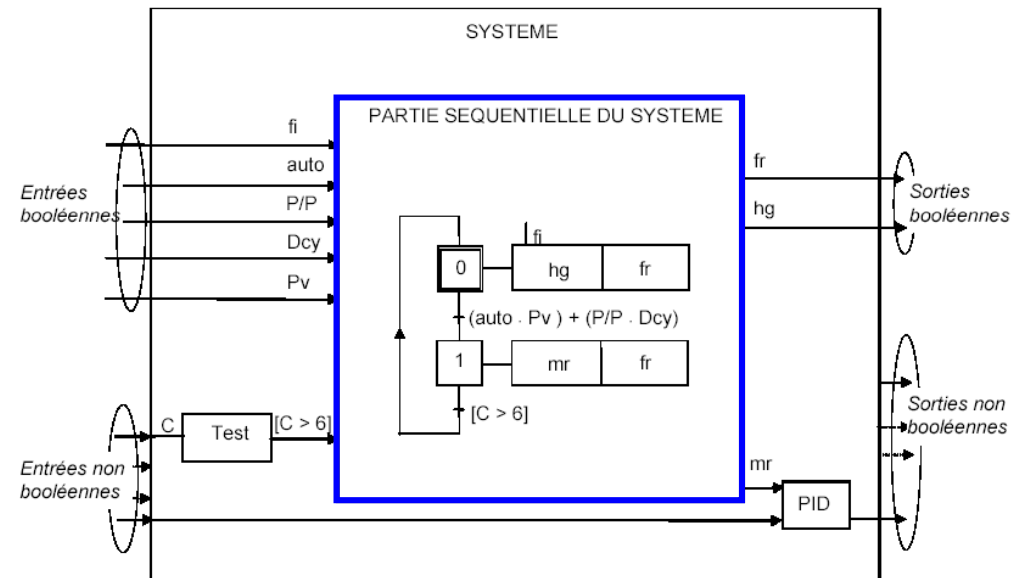
Grafcet

(IEC 60 848)



DÉFINITIONS

Le **GRAFCET** est un outil graphique destiné à spécifier les **comportements attendus de systèmes séquentiels** ou de **parties séquentielles de systèmes**, en spécifiant les actions à effectuer et leur enchaînement conditionné par des événements ou par des conditions (prédicats).



Des **outils industriels d'implantation**, les **API** (Automates Programmables Industriels) ou les **SNCC** (Systèmes Numériques de Contrôle Commande), permettent la **réalisation programmée** de comportements spécifiés en Grafcet. L'écriture des programmes traitant les entrées/sorties TOR se fait alors dans un **langage graphique proche (et inspiré) du Grafcet**.

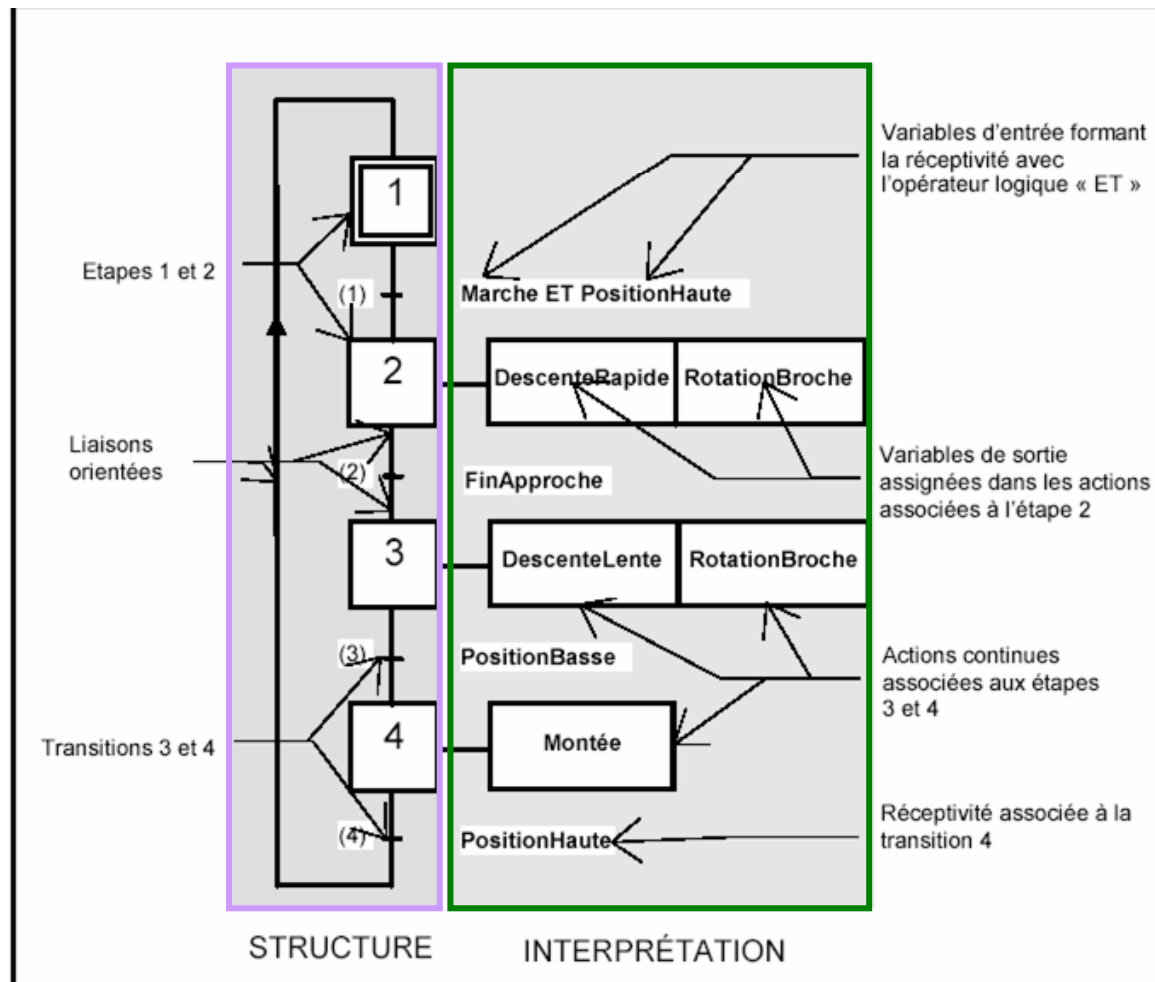


Mais attention ! Ce langage de programmation (voir chapitre suivant) proche du Grafcet (SFC) dispose d'une SYNTAXE et d'une SÉMANTIQUE différentes !!!

DÉFINITIONS

STRUCTURE

permet de décrire
les évolutions
possibles
entre situations



INTERPRETATION

Relations entre les
variables d'entrée,
la structure et les
variables de sortie



Partie du GRAFCET
permettant de faire la
relation entre :

– les variables d'entrées et
la structure, par les
RÉCEPTIVITÉS

– les variables de sorties et
la structure, par les
ACTIONS

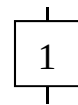
Grafcet

(IEC 60 848)

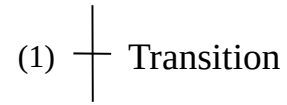


STRUCTURE GRAFCET

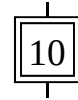
SYNTAXE DE BASE



Étape



Transition



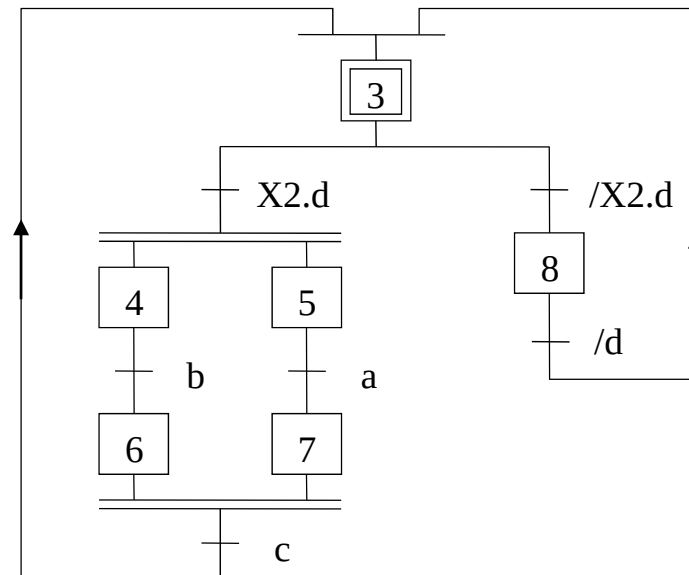
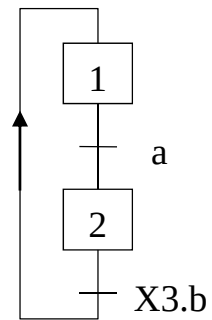
Étape initiale



Liaisons orientées

+ **Règle de syntaxe** : Alternance étape / transition

EXEMPLES DE GRAFCET



STRUCTURE GRAFCET

ÉTAPES

Élément du langage GRAFCET utilisé pour définir la **situation** de la partie séquentielle d'un système. Une étape est soit **active**, soit **inactive**. L'ensemble des étapes actives d'un grafcet à un instant donné représente la **situation** de ce grafcet à l'instant considéré.

N°	Symbole	Description
[1]		Etape: A un instant donné une étape est soit active, soit inactive. L'ensemble des étapes actives définit la situation du système à l'instant considéré. Le rapport longueur/largeur est arbitraire, bien qu'un carré soit recommandé. Les étapes sont identifiées par un repère, par exemple alphanumérique. L'astérisque au centre de la moitié supérieure du symbole général doit être remplacé par le repère attribué à l'étape.  EXEMPLE 1: « Etape 2 »  EXEMPLE 2: « Etape 3 représentée dans son <u>état actif</u> » NOTE Il peut être utile d'indiquer quelles sont les étapes actives à un instant donné en marquant ces étapes par un point. Ce point n'appartient pas au symbole d'étape et est seulement employé à des fins d'explication.
[2]	X*	Variable d'étape: L'état actif ou inactif d'une étape peut être représenté respectivement par les valeurs logiques «1» ou «0» d'une variable booléenne X* dans laquelle l'astérisque * doit être remplacé par le repère de l'étape considérée. EXEMPLE: « Variable d'étape de l'étape 8 » X8
[3]		Etape initiale: Cette notation indique que cette étape participe à la situation initiale. NOTE 1 Les règles du symbole 1 sont applicables. NOTE 2 Une étape initiale peut-être «instable», voir 4.9.2.  EXEMPLE: « Étape initiale 12 »

STRUCTURE GRAFCET

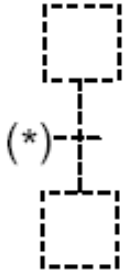
ÉTAPES (suite)

[4]		Etape encapsulante: Cette notation indique que cette étape contient d'autres étapes dites encapsulées. NOTE 1 Les règles du symbole 1 sont applicables. NOTE 2 Les propriétés et les exemples d'utilisation de l'étape encapsulante sont présentés en 7.3.
[5]		Etape encapsulante initiale: Cette notation indique que cette étape encapsulante participe à la situation initiale. NOTE Une étape encapsulante initiale contient au moins une étape encapsulée initiale.
[6]		Macro étape: Représentation unique d'une partie détaillée de grafcet, appelée <i>expansion</i> de la macro-étape. NOTE Les propriétés et les exemples d'utilisation de la macro-étape sont présentés en 7.4.

STRUCTURE GRAFCET

TRANSITIONS

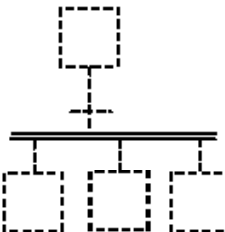
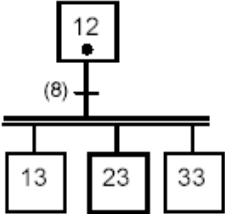
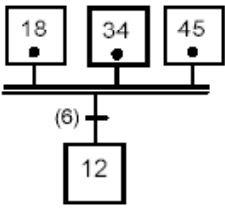
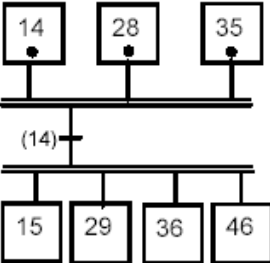
Une transition indique la possibilité d'**évolution d'activité** entre deux ou plusieurs étapes. Cette évolution s'accomplit par le **franchissement** de la transition.

N°	Symbole	Description
[7]		Transition entre deux étapes: Une transition est représentée par un trait perpendiculaire aux liaisons joignant deux étapes. NOTE 1 La transition est <u>validée</u> lorsque l'étape amont est active (voir règle d'évolution N° 2, 4.5.2). NOTE 2 Il n'y a toujours qu'une seule transition entre deux étapes (voir 4.4). NOTE 3 Il est possible, pour des raisons de représentation graphique, de placer des transitions sur des segments de liaison horizontaux (voir annexe B: figure B.5, grafcet partiel G1).
[8]		Repère de transition: La transition peut comporter un repère, placé généralement à sa gauche, qu'il ne faut pas confondre avec la réceptivité associée à la transition. L'astérisque doit être remplacé par le repère alphanumérique de la transition.

STRUCTURE GRAFCET

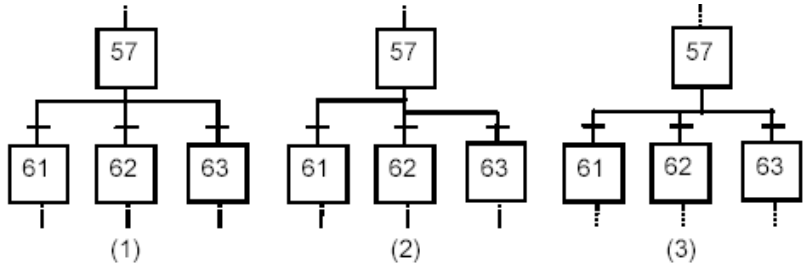
TRANSITIONS (suite)

*Transition
validée*

[9]		Synchronisation en amont et/ou aval d'une transition: Lorsque plusieurs étapes sont reliées à la même transition, les liaisons orientées d'entrée et/ou de sortie de ces étapes sont regroupées en amont ou en aval par le symbole de synchronisation représenté par deux traits parallèles horizontaux. NOTE La référence du symbole de synchronisation est le paragraphe 9.2.2.5 de l'ISO 5807.  EXEMPLE 1: Transition d'une étape (12) vers plusieurs (13,23,33). La transition (8) est validée lorsque l'étape (12) est active.  EXEMPLE 2: Transition de plusieurs étapes (18,34,45) vers une (12). La transition (6) n'est validée que lorsque <i>toutes</i> les étapes amont sont actives.  EXEMPLE 3: Transition de plusieurs étapes (14,28,35) vers plusieurs (15,29,36,46). La transition (14) n'est validée que lorsque <i>toutes</i> les étapes amont sont actives.
-----	--	---

STRUCTURE GRAFCET

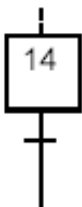
LIAISONS ORIENTÉES

N°	Symbole	Description
[10]		Liaison orientée de haut en bas: Les voies d'évolution entre les étapes sont indiquées par des liaisons orientées reliant les étapes aux transitions et les transitions aux étapes. Les liaisons orientées sont horizontales ou verticales. Des liaisons obliques sont toutefois permises dans les cas exceptionnels où elles apportent plus de clarté au diagramme. Les croisements de liaisons verticales et horizontales sont admis s'il n'existe aucune relation entre ces liaisons. En conséquence, de tels croisements doivent être évités lorsque les liaisons correspondent à la même évolution. EXEMPLE: Les trois représentations sont admissibles, mais les représentations 2 et 3 sont recommandées pour éviter la confusion entre croisement sans et avec liaison.  (1) (2) (3)
[11]		Liaison orientée de bas en haut: Par convention le sens d'évolution est toujours du haut vers le bas. Des flèches doivent être utilisées si cette convention n'est pas respectée ou si leur présence peut apporter une meilleure compréhension.

STRUCTURE GRAFCET

LIAISONS ORIENTÉES (suite)

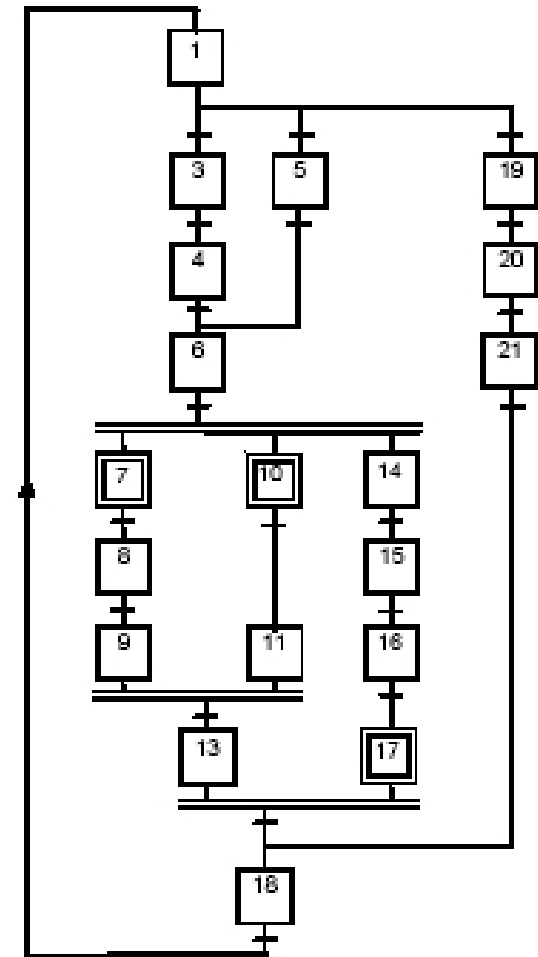
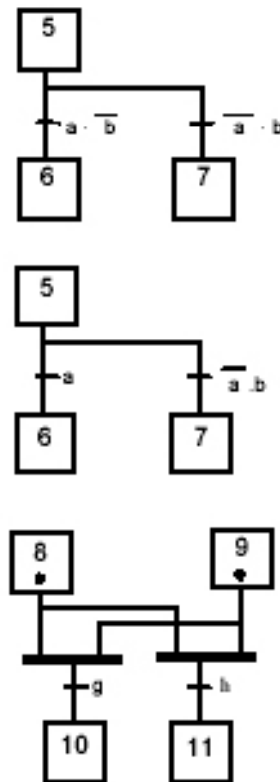
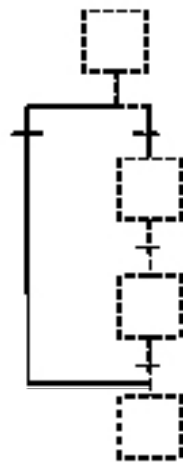
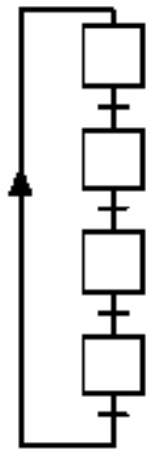
Repère et Renvoi de Liaison

[12]		Repère de liaison: Lorsqu'une liaison orientée doit être interrompue (par exemple dans des dessins complexes ou dans le cas de représentation sur plusieurs pages), le repère de l'étape de destination ainsi que le repère de la page à laquelle elle apparaît doivent être indiqués. L'astérisque doit être remplacé par le repère de liaison. EXEMPLE: Evolution vers l'étape 83 de la page 13.  Etape 83 Page 13
------	--	---

STRUCTURE GRAFCET

Règle de Syntaxe : Alternance Étape-Transition

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



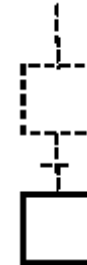
STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières



ETAPE SOURCE

Une étape source est une étape qui ne possède aucune transition amont.



ETAPE PUIITS

Une étape puits est une étape qui ne possède aucune transition aval.



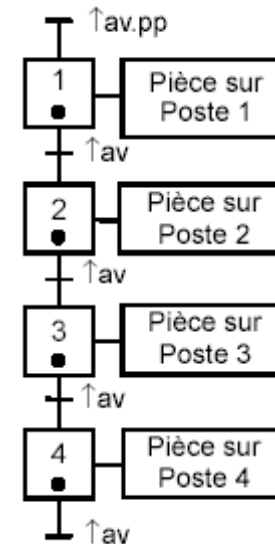
TRANSITION SOURCE

Une transition source est une transition qui ne possède aucune étape amont. Par convention, la transition source est toujours validée et est franchie dès que sa réceptivité * est vraie.



TRANSITION PUIITS

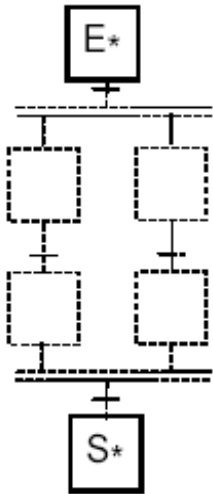
Une transition puits est une transition qui ne possède aucune étape aval.



STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières

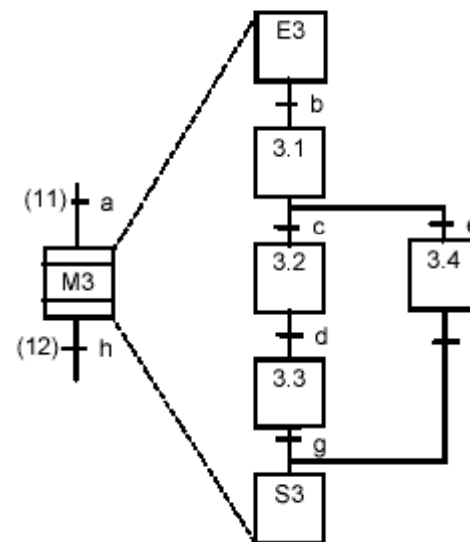
MACRO-ETAPE

[6]		Macro-étape (rappel du symbole général 6): Représentation unique d'une partie détaillée de grafcet, appelée <i>expansion</i> de la macro-étape. La macro-étape ne possède pas toutes les propriétés des autres types d'étapes (symboles 1 à 5), car seule son étape de sortie (voir symbole 43) valide ses transitions aval. Il convient que l'astérisque soit remplacé par le repère de la macro-étape.
[43]		Expansion de la macro-étape: L'expansion d'une macro-étape M* est une partie de grafcet munie d'une étape d'entrée E* et d'une étape de sortie S*. L'étape d'entrée E* devient active lorsque l'une des transitions amont de la macro-étape est franchie. La ou les transitions aval de la macro-étape ne sont validées que lorsque l'étape de sortie S* est active. NOTE 1 L'expansion d'une macro-étape peut comporter une ou plusieurs étapes initiales. NOTE 2 L'expansion d'une macro-étape peut comporter une ou plusieurs macro-étapes.

STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières

MACRO-ETAPE (suite)



EXEMPLE:

Macro-étape M3 représentée avec son expansion:

Le franchissement de la transition 11 active l'étape d'entrée E3 de la macro-étape M3.

La transition 12 ne sera validée que lorsque l'étape de sortie S3 sera active.

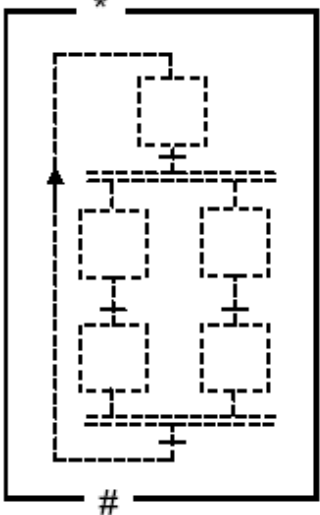
Le franchissement de la transition 12 désactive l'étape S3.

[44]	XM*	Variable de macro-étape: Une macro-étape est dite active lorsque l'une au moins de ses étapes est active, elle est conséquemment dite inactive lorsque aucune de ses étapes n'est active. L'état actif ou inactif d'une macro-étape peut être représenté respectivement par les valeurs logiques « 1 » ou « 0 » d'une variable XM* dans laquelle l'astérisque * doit être remplacé par le nom de la macro-étape considérée.
------	-----	--

STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières

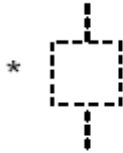
ETAPE ENCAPSULANTE

N°	Symbole	Description
[4]		Étape encapsulante (rappel du symbole 4): Cette notation indique que cette étape contient d'autres étapes dites encapsulées dans une ou plusieurs encapsulations de cette même étape encapsulante. L'étape encapsulante possède toutes les propriétés de l'étape, il convient que l'astérisque soit remplacé par le repère d'étape. Une étape encapsulante peut donner lieu à une ou plusieurs encapsulations possédant chacune au moins une étape active lorsque l'étape encapsulante est active, et ne possédant aucune étape active lorsque l'étape encapsulante est inactive.
[39]		Représentation graphique d'une encapsulation: Une encapsulation # d'une étape encapsulante * peut être représentée par le grafcet partiel des étapes encapsulées, ceint d'un cadre sur lequel est placé en haut à gauche le nom * de l'étape encapsulante, et en bas à gauche le repère # de l'encapsulation représentée. Dans une encapsulation, il convient que l'ensemble des étapes encapsulées constitue un grafcet partiel dont le nom peut servir de repère à l'encapsulation correspondante.

STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières

ETAPE ENCAPSULANTE (suite)

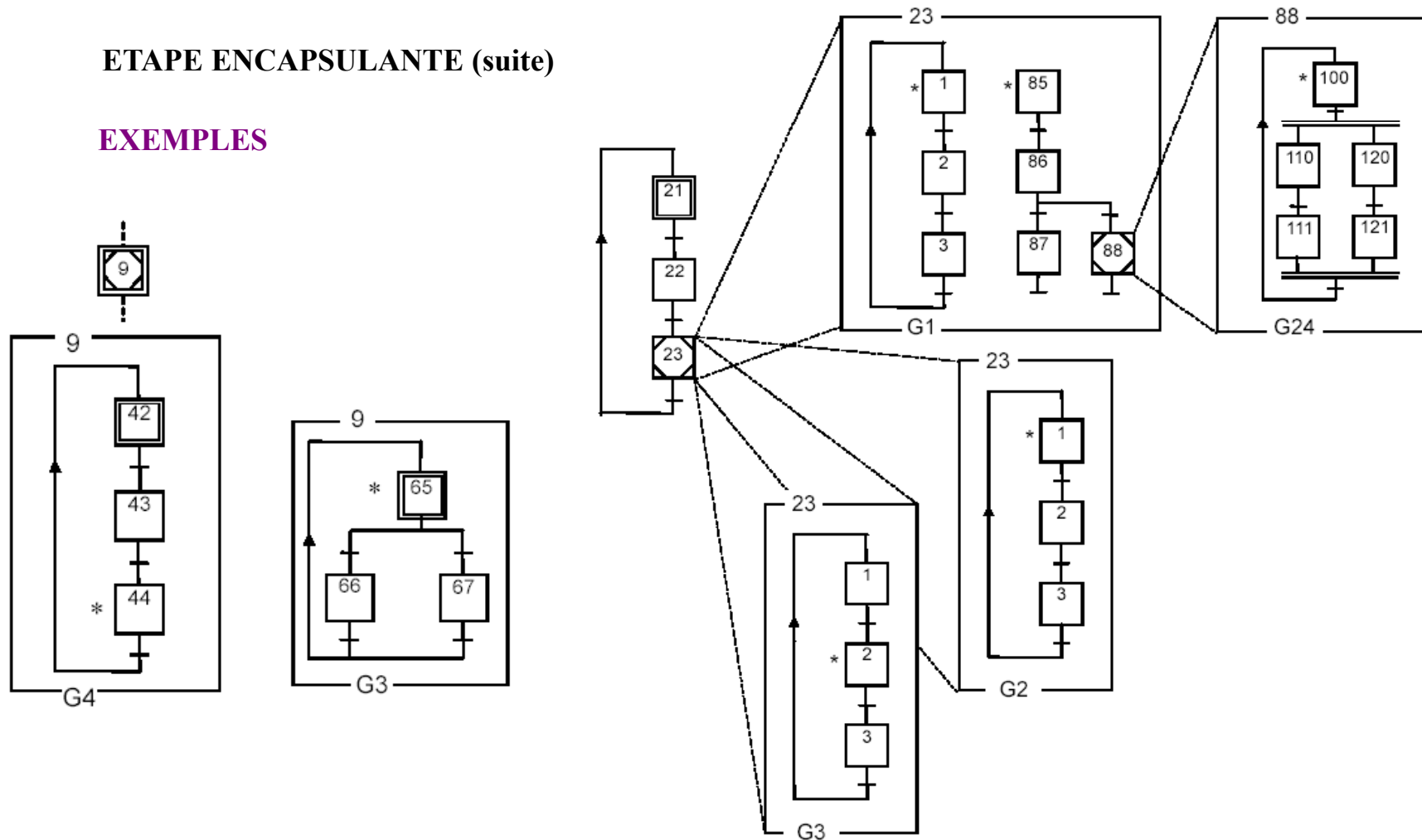
N°	Symbole	Description
[5]		Etape encapsulante initiale (rappel du symbole 5): Cette représentation indique que cette étape participe à la situation initiale. Dans ce cas, l'une, au moins, des étapes encapsulées dans chacune de ses encapsulations doit être également une étape initiale.
[42]		Lien d'activation, symbole général. Représenté par un astérisque à gauche des symboles d'étapes encapsulées, le lien d'activation indique quelles sont les étapes encapsulées actives à l'activation de l'étape encapsulante. Il ne faut pas confondre le lien d'activation avec l'indication des étapes initiales qui peuvent être encapsulées. Il est toutefois possible qu'une étape initiale encapsulée possède également un lien d'activation. La désactivation d'une étape encapsulante a pour conséquence la désactivation de toutes ses étapes encapsulées. Cette désactivation est souvent le fait du franchissement d'une transition aval de l'étape encapsulante, mais peut également résulter de tout autre moyen de désactivation (forçage ou encapsulation de niveau supérieur).
[41]	X*/X#	Désignation élémentaire d'une encapsulation: On peut indiquer par une expression littérale qu'une étape # est encapsulée dans une étape encapsulante * en utilisant les variables d'étape et sans nommer l'encapsulation. NOTE Cette notation convient pour désigner une suite hiérarchique d'étapes encapsulées les unes dans les autres, elle permet également une identification relative des étapes par niveau d'encapsulation. EXEMPLE: X4/X25/X12 désigne l'encapsulation de l'étape 12 dans l'étape 25, elle même encapsulée dans l'étape 4.

STRUCTURE GRAFCET

Structures Particulières

ETAPE ENCAPSULANTE (suite)

EXEMPLES

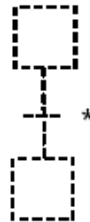
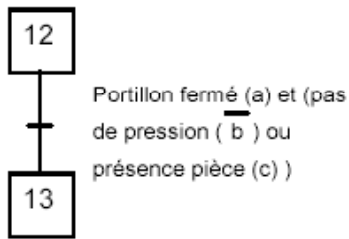
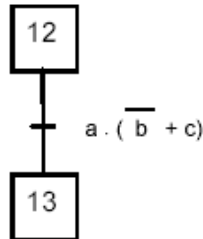


INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (ou Conditions de Transition)

Élément du langage GRAFCET
associé à une **transition**, la
réceptivité exprime le **résultat**
d'une expression booléenne.

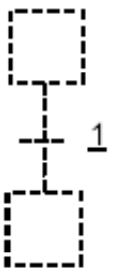
Une réceptivité est
soit **vraie**, soit **fausse**.

N°	Symbole	Description
[13]		Réceptivité associée à une transition: Une proposition logique, appelée réceptivité, qui peut être vraie ou fausse, est associée à chaque transition. S'il existe une variable logique correspondante, elle est égale à 1 quand la réceptivité est vraie et égale à 0 quand la réceptivité est fausse. La proposition logique formant la réceptivité est constituée d'une ou plusieurs variables booléennes (variable d'entrée, variable d'étape, valeur d'un prédicat, etc.). L'astérisque doit être remplacé par la description de la réceptivité associée à la transition sous forme d'un texte, d'une expression booléenne, ou à l'aide de symboles graphiques.  EXEMPLE 1: Description de la réceptivité par un texte.  EXEMPLE 2: Réceptivité décrite par une expression booléenne.

INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS

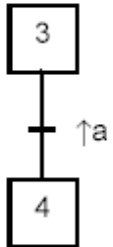
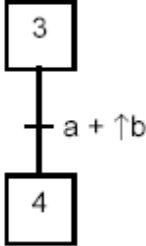
(suite)

[14]		Réceptivité toujours vraie: La notation « <u>1</u> » indique que la réceptivité est toujours vraie. NOTE Dans ce cas, l'évolution est dite toujours fugace (voir 4.9.2), le franchissement de la transition n'est conditionné que par l'activité de l'étape amont.
------	---	--

Extrait de la norme IEC 60848

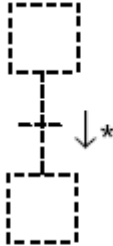
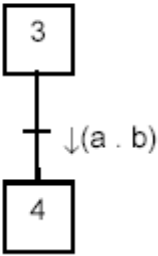
INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (suite)

[15]		Front montant d'une variable logique: La notation « $\uparrow$ » indique que la réceptivité n'est vraie qu'au changement d'état de la variable * (front montant: passage de la valeur 0 à la valeur 1, voir la note de 4.6). Cette notation est générale et s'applique à toute proposition logique, qu'il s'agisse d'une variable élémentaire ou d'une combinaison de plusieurs variables booléennes.  EXEMPLE 1: La réceptivité associée à la transition n'est vraie que lorsque a passe de l'état 0 à l'état 1. NOTE En application de la règle d'évolution N° 2, la transition n'est franchie que sur un front montant de a postérieur à la validation de la transition par l'activité de l'étape 3.  EXEMPLE 2: La réceptivité associée à la transition n'est vraie que lorsque a est vraie ou que b passe de l'état 0 à l'état 1.
------	---	---

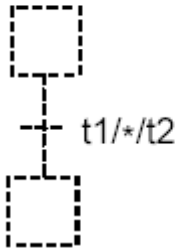
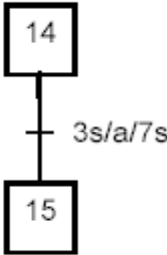
INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (suite)

[16]		Front descendant d'une variable logique: La notation «$\downarrow$» indique que la réceptivité n'est vraie qu'au changement d'état de la variable * (front descendant: passage de la valeur 1 à la valeur 0, voir la note de 4.6). Cette notation est générale et s'applique à toute proposition logique, qu'il s'agisse d'une variable élémentaire ou d'une combinaison de plusieurs variables booléennes.  EXEMPLE: La réceptivité associée à la transition n'est vraie que lorsque le produit logique «$a \cdot b$» passe de l'état 1 à l'état 0.
------	---	---

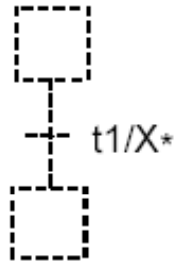
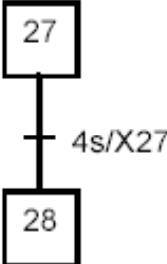
INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (suite)

[17]		Réceptivité dépendante du temps: La notation «t1/*t2» indique que la réceptivité n'est vraie qu'après un temps t1 depuis l'occurrence du front montant ($\uparrow^*$) de la variable temporisée et redevient fausse après un temps t2 depuis l'occurrence du front descendant ($\downarrow^*$). L'astérisque doit être remplacé par la variable que l'on désire temporiser, par exemple une variable d'étape ou une variable d'entrée. t1 et t2 doivent être remplacés par leur valeur réelle exprimée dans l'unité de temps choisie. La variable temporisée doit rester vraie pendant un temps égal ou supérieur à t1 pour que la réceptivité puisse être vraie. NOTE Cette notation est celle de l'opérateur à retard défini par la CEI 60617-12 (symbole n° 12-40-01).  EXEMPLE: La réceptivité associée à la transition n'est vraie que 3 s après que a passe de l'état 0 à l'état 1, elle ne redevient fausse que 7 s après que a passe de l'état 1 à l'état 0.
------	---	--

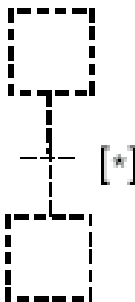
INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (suite)

[18]		Simplification usuelle du symbole 17: L'utilisation la plus courante est la temporisation de variable d'étape avec un temps $t2$ égal à zéro, ainsi la réceptivité devient fausse dès la désactivation de l'étape temporisée *. L'astérisque doit être remplacé par le repère de l'étape que l'on désire temporiser. L'étape temporisée doit rester active pendant un temps supérieur ou égal à $t1$ pour que la réceptivité puisse être vraie. Il est possible d'utiliser cette notation lorsque l'étape temporisée n'est pas l'étape amont de la transition.  EXEMPLE: La réceptivité associée à la transition sera vraie 4 s après l'activation de l'étape 27, et sera fausse du fait du franchissement de la transition qui désactive l'étape amont. Dans ce cas, la durée d'activité de l'étape 27 est de 4 s.
------	---	--

INTERPRÉTATION GRAFCET

RÉCEPTIVITÉS (suite)

N°	Symbole	Description
[19]		Valeur booléenne d'un prédicat: La notation «[*]» signifie que la valeur booléenne du prédicat constitue la variable de réceptivité. Ainsi, lorsque l'assertion « est vérifiée, le prédicat vaut 1, dans le cas contraire, il vaut 0. L'astérisque doit être remplacé par l'assertion que l'on veut tester. La variable booléenne de prédicat peut être associée à d'autres variables logiques pour constituer une proposition logique de réceptivité.

Extrait de la norme IEC 60848

32

— [C1 = 3]

33

56

— [t > 8°C] . k

57

64

— b + [R1 ≠ 24]

65

INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS

AVANT-PROPOS SUR LES ACTIONS : Les actions permettent d'établir le lien entre la structure du grafcet et les sorties. **Deux modes** de sortie, **MODE CONTINU** ou **MODE MÉMORISÉ**, décrivent comment les sorties dépendent de l'évolution et des entrées du système.

MODE CONTINU **ASSIGNATION SUR ETAT** **ACTION ASSOCIÉE À ÉTAPE**

Variable de sortie = vraie
si étape active et condition d'assignation vérifiée
sinon Variable de sortie = faux

Règle d'assignation : Pour une *situation* donnée, les valeurs des sorties relatives aux actions *continues* sont assignées :

- à la **valeur vraie**, pour chacune des sorties relatives aux actions associées aux étapes actives et pour lesquelles les conditions d'assignation sont vérifiées,
- à la **valeur fausse**, pour les autres sorties (qui ne sont pas assignées à la valeur vraie).

MODE MÉMORISÉ **AFFECTATION SUR ÉVÉNEMENT** **ACTION ASSOCIÉE À ÉVÉNEMENT INTERNE**

Variable de sortie prend et garde la valeur imposée si l'un des événements internes se produit

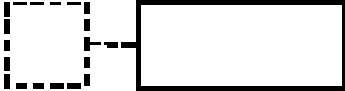
Des **REPRÉSENTATIONS EXPLICITES** sont nécessaires (activation d'étape, désactivation d'étape, franchissement d'une transition, etc.) pour décrire l'association des actions à ces événements.

Règle d'affectation: La valeur d'une sortie, relative à une action mémorisée et associée à un événement, est affectée à la valeur indiquée si l'événement interne (conjonction d'une situation et d'un événement d'entrée) spécifié se produit; à l'initialisation la valeur de cette sortie est nulle.

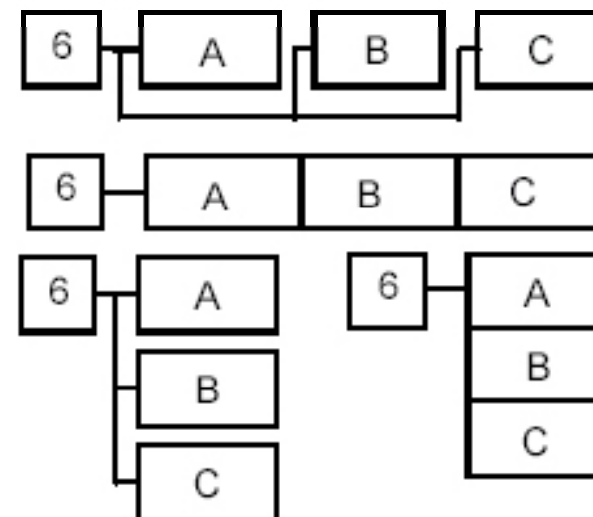
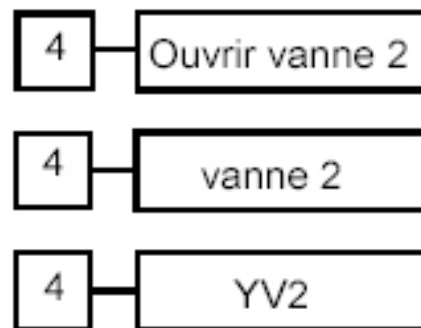
INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS

ACTIONS CONTINUES

N°	Symbole	Description
[20]		Action continue: Une action continue est nécessairement associée à une étape. Plusieurs actions peuvent être associées à une même étape. Le rapport longueur/largeur est arbitraire, bien qu'un rectangle de hauteur égale à l'étape soit recommandé. A défaut d'une symbolisation explicite d'action mémorisée (symboles 27 à 30), le symbole général rectangulaire associé à une étape désigne toujours une <i>action continue</i>.

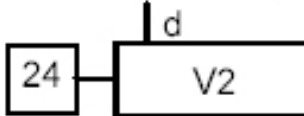
Extrait de la norme IEC 60848



INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

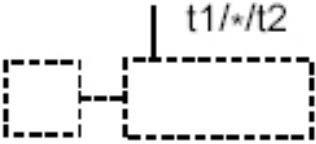
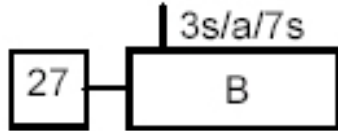
ACTIONS CONTINUES CONDITIONNELLES

N°	Symbole	Description
[22]		Condition d'assignation: Une proposition logique, appelée condition d'assignation, qui peut être vraie ou fausse, conditionne toute action continue. L'absence de notation signifie que la condition d'assignation est toujours vraie. L'astérisque doit être remplacé par la description de la condition d'assignation sous forme d'un texte, ou d'une expression booléenne entre des variables d'entrées et/ou des variables internes. La condition d'assignation ne doit <u>jamais</u> comporter de front de variable (voir les symboles 15 et 16), car l'action continue n'est évidemment pas mémorisée, l'assignation sur événement n'ayant aucun sens (voir 4.8.2). EXEMPLE 1: La sortie V2 est assignée à la valeur vraie lorsque l'étape 24 est active <u>et</u> lorsque la condition d'assignation d est vraie. Dans le cas contraire, la sortie V2 est assignée à la valeur fausse. Autrement dit (sous forme d'une équation booléenne): $V2 = X24 \cdot d$  NOTE X24 est la variable d'étape reflétant l'activité de l'étape 24. EXEMPLE 2: La sortie V2 est assignée à la valeur vraie lorsque l'étape 24 est active (la condition d'assignation étant toujours vraie). Dans le cas contraire, la sortie V2 est assignée à la valeur fausse. Autrement dit (sous forme d'une équation booléenne): $V2 = X24$ 

INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

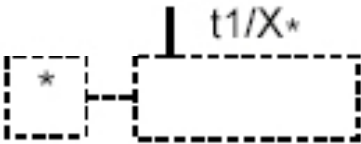
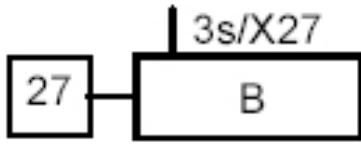
ACTIONS CONTINUES CONDITIONNELLES

[23]		Condition d'attribution dépendante du temps: La notation «t1/*/t2» indique que la condition d'attribution n'est vraie qu'après un temps t1 depuis l'occurrence du front montant ($\uparrow^*$, voir symbole 15) de la variable temporisée * et redevient fausse après un temps t2 depuis l'occurrence du front descendant ($\downarrow^*$, voir symbole 16). L'astérisque doit être remplacé par la variable que l'on désire temporiser, par exemple une variable d'étape ou une variable d'entrée. t1 et t2 doivent être remplacés par leur valeur réelle exprimée dans l'unité de temps choisie. La variable temporisée doit rester vraie pendant un temps égal ou supérieur à t1 pour que la condition d'attribution puisse être vraie. NOTE Cette notation est celle de l'opérateur à retard défini par la CEI 60617-12 (symbole n° 12-40-01). EXEMPLE: La condition d'attribution n'est vraie que 3 s après que «a» passe de l'état «0» à l'état «1», elle ne redevient fausse que 7 s après que «a» passe de l'état «1» à l'état «0».  La valeur de la sortie B dépend de l'activité de l'étape 27 <u>et</u> de la valeur de la condition d'attribution (voir règles d'attribution en 4.8.1).
------	---	---

INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

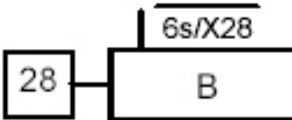
ACTIONS CONTINUES CONDITIONNELLES

N°	Symbole	Description
[24]		Action retardée: L'action retardée est une action continue dont la condition d'assignation n'est vraie qu'après une durée t1 spécifiée depuis l'activation de l'étape associée *, dans le but de retarder l'assignation à la valeur vraie de la sortie correspondante. EXEMPLE: La sortie B est assignée à la valeur vraie lorsque 3 s se sont écoulées depuis l'activation de l'étape 27.  NOTE Si la durée d'activité de l'étape 27 est inférieure à 3 s, la variable de sortie B n'est pas assignée à la valeur vraie.

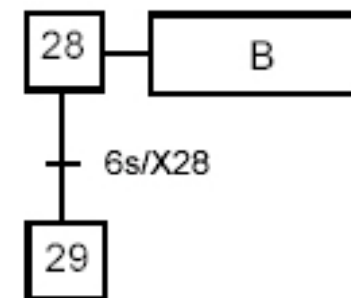
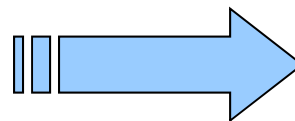
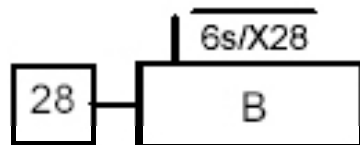
INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

ACTIONS CONTINUES CONDITIONNELLES

[25]		Action limitée dans le temps: L'action limitée dans le temps est une action continue dont la condition d'assignation n'est vraie que pendant une durée $t1$ spécifiée depuis l'activation de l'étape * à laquelle elle est associée, dans le but de limiter la durée d'assignation à la valeur vraie de la sortie correspondante. EXEMPLE 1: La sortie B n'est assignée à la valeur vraie que pendant 6 s depuis l'activation de l'étape 28.  NOTE Si la durée d'activité de l'étape 28 est inférieure à 6 s, la variable de sortie B est assignée à la valeur vraie uniquement pendant la durée d'activité de l'étape 28.
------	---	--

Extrait de la norme IEC 60848



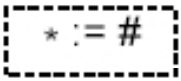
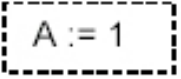
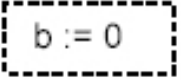
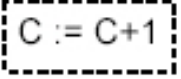
INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

ACTIONS MÉMORISÉES

La spécification des événements associés aux actions mémorisées est nécessaire pour indiquer quand l'affectation des sorties correspondantes se produit. **4 moyens de description** permettent de spécifier différents ensembles d'événements internes associés à des actions mémorisées.

1

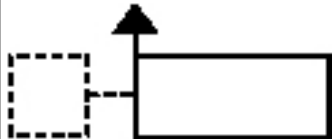
N°	Symbole	Description
[26]		Affectation de la valeur # à une variable * : Le libellé indique, dans une action mémorisée, la mise à la valeur # d'une variable *, lorsqu'un des événements associés à l'action se produit (voir règle d'affectation en 4.8.2). L'action mémorisée supportant cette affectation doit <u>obligatoirement</u> être associée à la description d'événements internes (symboles 27 à 30). L'affectation peut être décrite de manière littérale à l'intérieur du rectangle d'action.    EXEMPLE 1: Mise à la valeur vraie d'une variable booléenne A. Le libellé « A:= 1 » permet de décrire l'affectation de la valeur 1 à une variable booléenne A lorsque l'un des événements associés à l'action se produit. EXEMPLE 2: Mise à la valeur fausse d'une variable booléenne b. Le libellé « b:= 0 » permet de décrire l'affectation de la valeur 0 à une variable booléenne b lorsque l'un des événements associés à l'action se produit. EXEMPLE 3: Incrémentation d'un compteur Le libellé « C:= C+1 » permet de décrire l'affectation de la valeur C+1 à une variable numérique C lorsque l'un des événements associés à l'action se produit.

INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

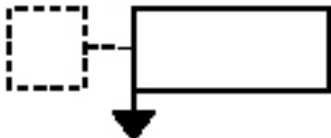
ACTIONS MÉMORISÉES

2

[27]		Action à l'activation: Une action à l'activation est une action mémorisée associée à l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence l'activation de l'étape liée à cette action. La représentation traditionnelle de l'action par un rectangle est complétée, au côté gauche, d'une flèche symbolisant l'activation de l'étape. 37 — B := 0 EXEMPLE: La variable booléenne B est affectée à la valeur 0 lorsque l'un des événements, conduisant à l'activation de l'étape 37, se produit.
------	---	---

Extrait de la norme IEC 60848

3

N°	Symbole	Description
[28]		Action à la désactivation: Une action à la désactivation est une action mémorisée associée à l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence la désactivation de l'étape liée à cette action. La représentation traditionnelle de l'action par un rectangle est complétée, au côté gauche, d'une flèche symbolisant la désactivation de l'étape. 24 — K := 1 EXEMPLE: La variable booléenne K est affectée à la valeur 1 lorsque l'un des événements, conduisant à la désactivation de l'étape 24, se produit.

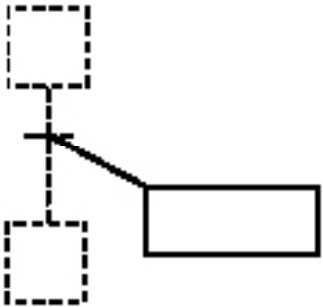
Extrait de la norme IEC 60848

INTERPRÉTATION GRAFCET

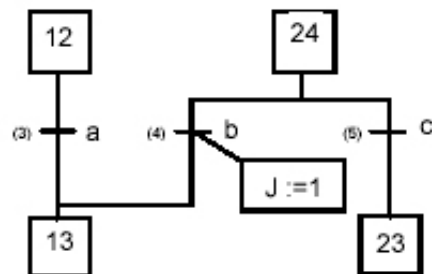
ACTIONS (suite)

ACTIONS MÉMORISÉES

4

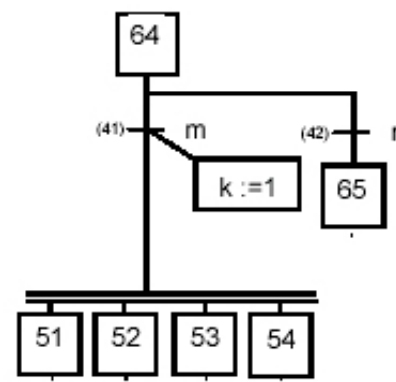
[29]		Action au franchissement: Une action au franchissement est une action mémorisée associée à l'ensemble des événements internes qui ont chacun pour conséquence le franchissement de la transition à laquelle l'action est reliée. La représentation traditionnelle de l'action par un rectangle est complétée par un trait oblique reliant l'action à la transition.
------	---	---

Extrait de la norme IEC 60848



EXEMPLE 1: La variable booléenne J est affectée à la valeur 1 lorsque l'un des événements conduisant au franchissement de la transition 4, se produit.

NOTE 1 On ne peut obtenir aucun effet équivalent en associant une action à l'activation de l'étape 13 ou une action à la désactivation de l'étape 24.



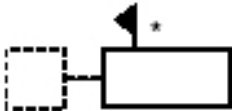
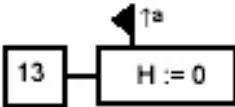
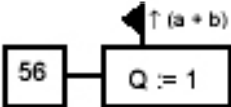
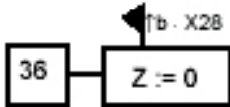
EXEMPLE 2: La variable booléenne K est affectée à la valeur 1 lorsque l'un des événements conduisant au franchissement de la transition 41, se produit.

NOTE 2 On peut obtenir un effet équivalent en associant une action identique à l'activation des étapes 51, 52, 53 ou 54.

INTERPRÉTATION GRAFCET

ACTIONS (suite)

ACTIONS MÉMORISÉES

N°	Symbole	Description
[30]		Action sur événement: Une action sur événement est une action mémorisée associée à chacun des événements internes décrits par l'expression $*$, à condition que l'étape, à laquelle l'action est reliée, soit active. La représentation traditionnelle de l'action par un rectangle est complétée, sur le côté haut, d'un symbole indiquant que l'action est conditionnée à l'occurrence d'un des événements internes spécifiés par l'expression $*$. Il est impératif que l'expression logique $*$, qui doit décrire un ensemble d'événements internes, comporte un ou plusieurs fronts de variables d'entrée.  13 — $\uparrow a$ $H := 0$ EXEMPLE 1: La variable booléenne H est affectée à la valeur 0 lorsque l'un des événements, représentés par «$\uparrow a$» se produit <u>et que simultanément</u> l'étape 13 est active. NOTE L'ensemble d'événements d'entrée représentés par l'expression «$\uparrow a$» combiné avec l'activité de l'étape 13, représente effectivement un ensemble d'événements internes (voir définition 3.6).  56 — $\uparrow (a + b)$ $Q := 1$ EXEMPLE 2: la variable booléenne Q est affectée à la valeur 1 lorsque l'un des événements, représentés par «$\uparrow (a + b)$» se produit <u>et que simultanément</u> l'étape 56 est active.  36 — $\uparrow b \cdot X28$ $Z := 0$ EXEMPLE 3: la variable booléenne Z est affectée à la valeur 0 lorsque l'un des événements, représentés par «$\uparrow b$» se produit <u>et que simultanément</u> les étapes 36 et 28 sont actives.

Grafcet (IEC 60 848)



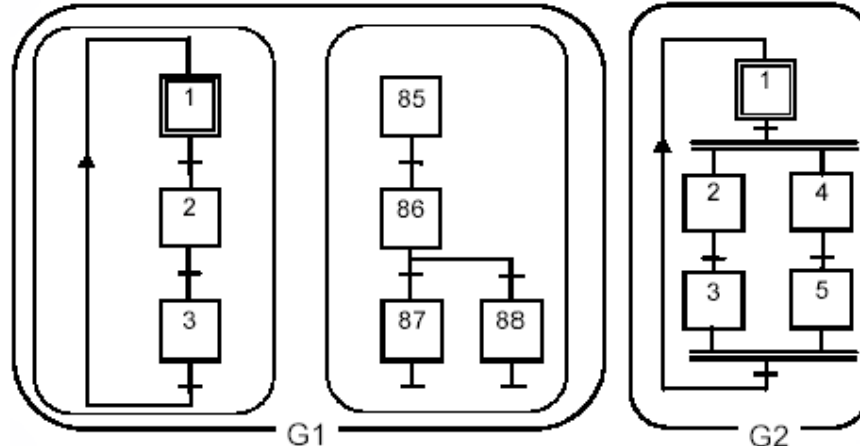
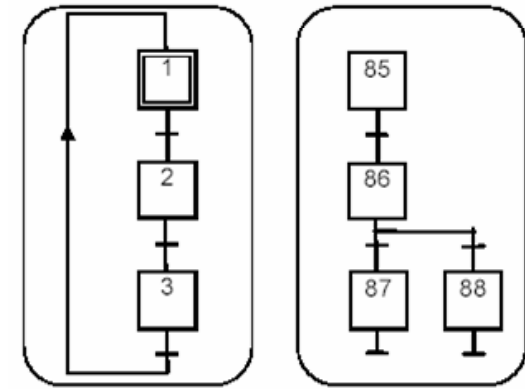
INTERPRÉTATION GRAFCET

FORÇAGE

PARTITION DE GRAFCET

GRAFCET CONNEXE

Un **grafcet connexe** est une structure de grafcet telle qu'il existe toujours une suite de liens (alternance d'étapes et de transitions) entre deux éléments quelconques, étape ou transition, de ce grafcet.



GRAFCET PARTIEL

Un **grafcet partiel** est composé d'un ou plusieurs grafcets connexes, cette composition résultant de critères méthodologiques de structuration appliqués pour décrire le comportement attendu.

G*	Désignation d'un grafcet partiel:
	La lettre G désigne par convention un grafcet partiel.
	Il convient que l'astérisque soit remplacé par le nom du grafcet partiel.

GRAFCET GLOBAL

Le **grafcet global** est l'ensemble de tous les grafcets partiels qui ensemble décrivent le comportement attendu de la partie séquentielle d'un système. Un grafcet global a **au moins une étape initiale** et sa **situation n'est jamais vide**.

INTERPRÉTATION GRAFCET

FORÇAGE

ORDRE DE FORÇAGE

FORÇAGE GRAFCET

Le forçage permet d'**imposer une situation** spécifique à un grafcet partiel donné, à partir de la situation d'un autre grafcet partiel.

[38]		Ordre de forçage d'un grafcet partiel: Symbole dans lequel l'astérisque doit être remplacé par une situation d'un grafcet partiel (symboles 34 à 37). Associé à l'activité d'une étape d'un grafcet partiel hiérarchiquement supérieur, l'ordre de forçage est un ordre interne qui permet d'imposer une situation à un grafcet partiel hiérarchiquement inférieur. L'ordre de forçage est représenté dans un double rectangle associé à l'étape pour le différencier d'une action. Le forçage est un ordre interne, dont l'exécution est prioritaire sur l'application des règles d'évolution. Le grafcet forcé ne peut pas évoluer tant que dure l'ordre de forçage, on dit alors que le grafcet est figé. L'utilisation des ordres de forçage dans une spécification implique une structuration hiérarchique en grafkets partiels telle que tout grafcet partiel forçant soit de niveau hiérarchique supérieur à celui de tous les grafkets partiels forcés.
------	---	--

Grafcet

(IEC 60 848)

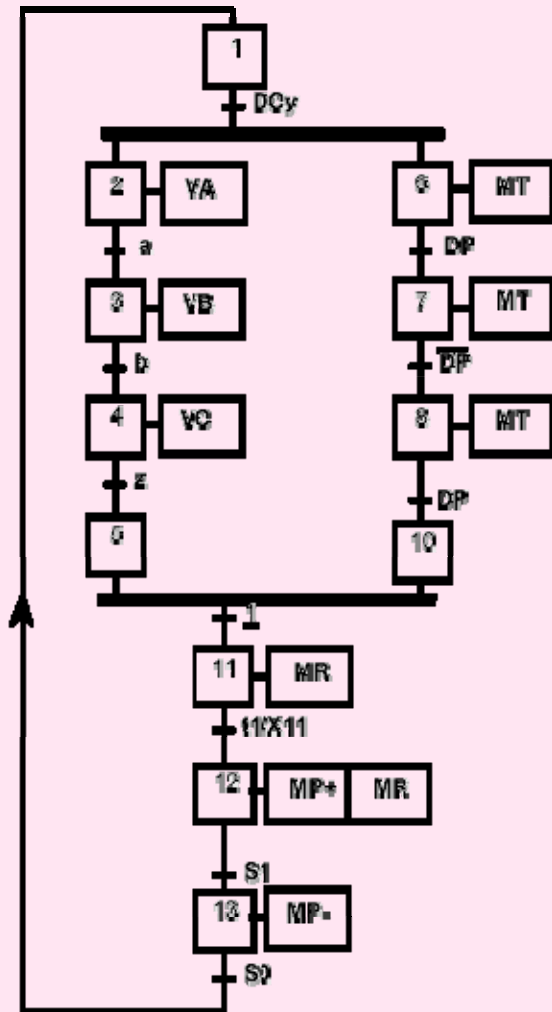
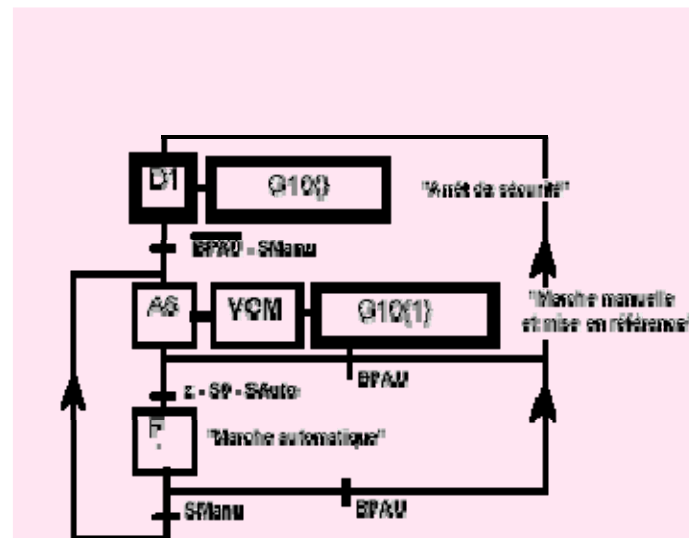
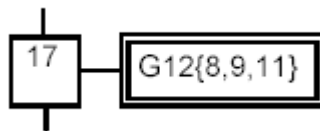


INTERPRÉTATION GRAFCET

FORÇAGE

ORDRE DE FORÇAGE

EXEMPLES



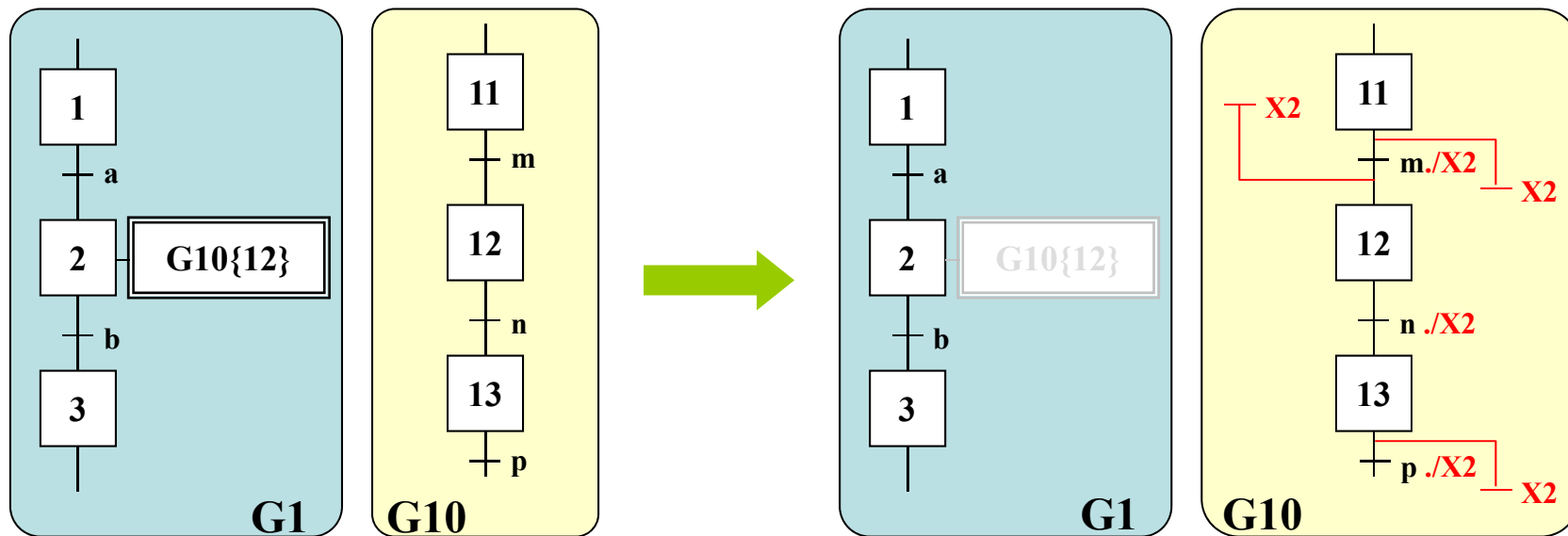
G10 : Grafcet partiel du cycle automatique

INTERPRÉTATION GRAFCET

FORÇAGE

ORDRE DE FORÇAGE

Équivalent structurel de l'ordre de forçage



SÉMANTIQUE D'ÉVOLUTION

Règle 1 : SITUATION INITIALE

La situation initiale est caractérisée par les étapes actives au début du fonctionnement.

Règle 2 : FRANCHISSEMENT D'UNE TRANSITION

Une transition est dite **VALIDÉE** lorsque toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition sont actives. Une transition est **FRANCHISSABLE** lorsque la transition est validée ET lorsque la réceptivité associée à cette transition est vraie. Une transition franchissable est obligatoirement franchie.

Règle 3 : ÉVOLUTION DES ÉTAPES ACTIVES

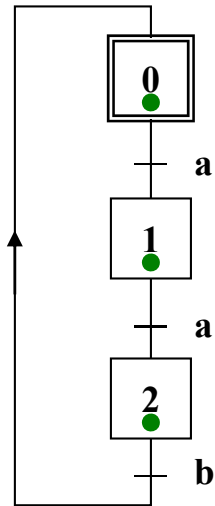
Le franchissement d'une transition entraîne **SIMULTANÉMENT** l'ACTIVATION de toutes les étapes immédiatement suivantes et la DÉSACTIVATION de toutes les étapes immédiatement précédentes reliées à cette transition.

Règle 4 : ÉVOLUTIONS SIMULTANÉES

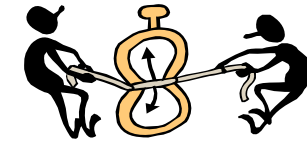
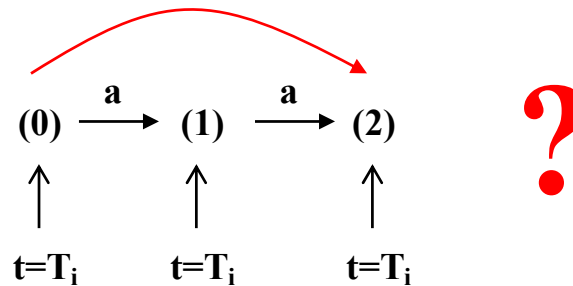
Plusieurs transitions **SIMULTANÉMENT** franchissables sont simultanément FRANCHIES.

Règle 5 : ACTIVATION ET DÉSACTIVATION SIMULTANÉE D'UNE ÉTAPE

Si une même étape est **SIMULTANÉMENT** ACTIVÉE et DÉSACTIVÉE, elle reste ACTIVE.



POSTULAT TEMPOREL

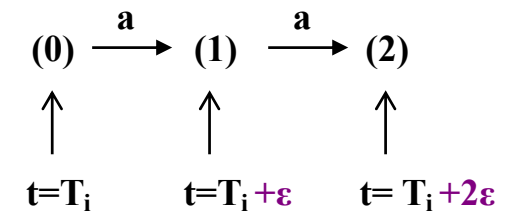
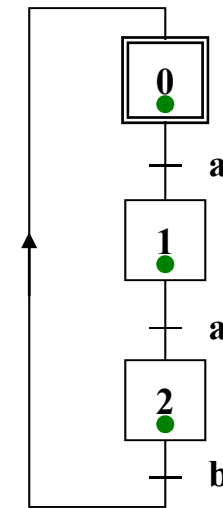


SYNCHRONISME FAIBLE : La durée de franchissement d'une transition (ou d'activité d'une étape) peut être aussi petite que l'on veut mais **NON NULLE** (objectif de réactivité : synchronisme par rapport aux entrées/sorties)

DISCRÉTISATION DU TEMPS : Les valeurs des entrées, des sorties, des états ne sont considérés qu'à des **DATES DISTINCTES** T_i . Deux événements externes non corrélés ne peuvent pas se produire à une même date.

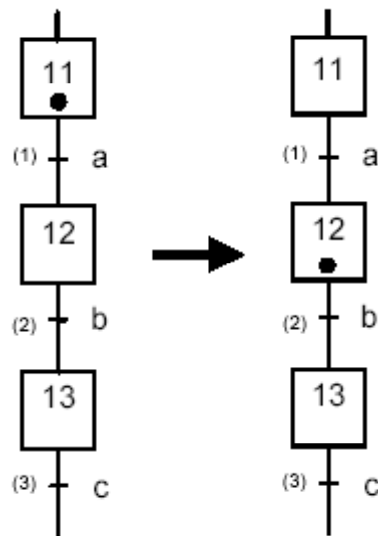
SYNCHRONISME D'ÉVOLUTION : (Règle 4)

Plusieurs transitions **SIMULTANÉMENT** franchissables sont simultanément **FRANCHIES** (synchronisme interne)



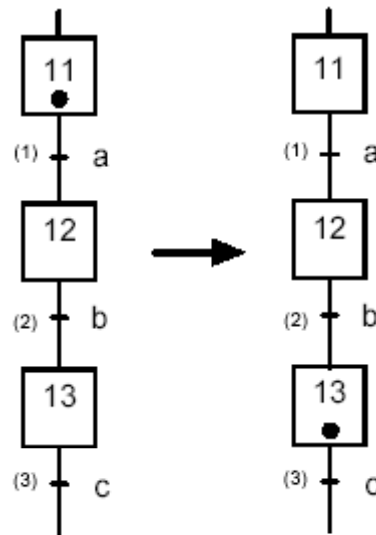
APPLICATION DES RÈGLES D'ÉVOLUTION

Évolutions non fugaces



Dans le cas général, l'évolution est non fugace, c'est-à-dire que l'événement d'entrée ne provoque qu'un seul pas d'évolution (le franchissement simultané d'une ou plusieurs transitions).

Évolutions fugaces

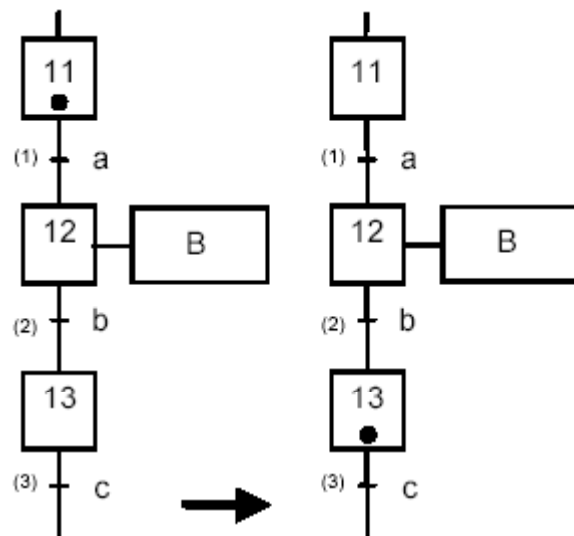


Les étapes intermédiaires correspondantes, dites étapes *instables*, ne sont pas activées, mais on considère qu'elles ont été «virtuellement» activées et désactivées le long du chemin d'évolution intuitive, et de même que les transitions correspondantes ont été «virtuellement» franchies.

Dans certains cas, l'application des règles d'évolution peut conduire à franchir successivement des transitions (en plusieurs pas d'évolution) si les réceptivités associées aux transitions postérieures sont déjà vraies lors du franchissement de la ou des premières transitions considérées. L'évolution correspondante, dite fugace, utilise le chemin parcouru pour indiquer comment on passe d'une situation antérieure à une situation postérieure.

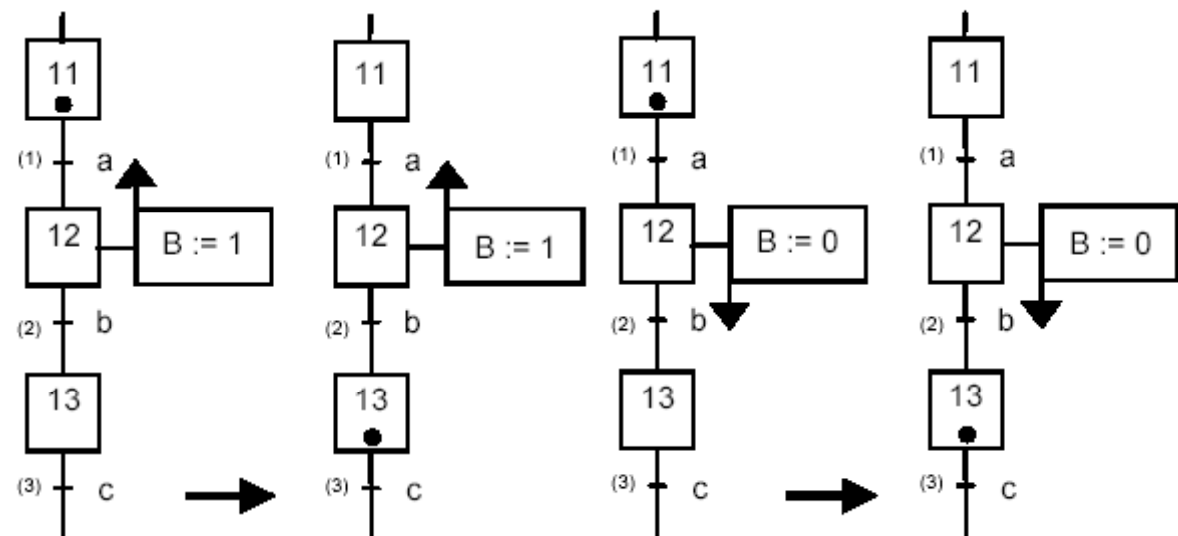
APPLICATION DES RÈGLES D'ÉVOLUTION

Conséquence d'une évolution fugace sur les assignations



L'assignation d'une valeur de sortie par une action continue associée à une étape, qui à l'occasion d'une évolution fugace est une étape instable, n'est pas effective puisque l'étape n'est pas réellement activée.

Conséquence d'une évolution fugace sur les affectations



L'affectation à une valeur déterminée d'une sortie par une action mémorisée (symbole 26) associée à une étape, qui à l'occasion d'une évolution fugace est une étape instable, est effective puisque cette affectation est associée aux événements déclenchant cette évolution.

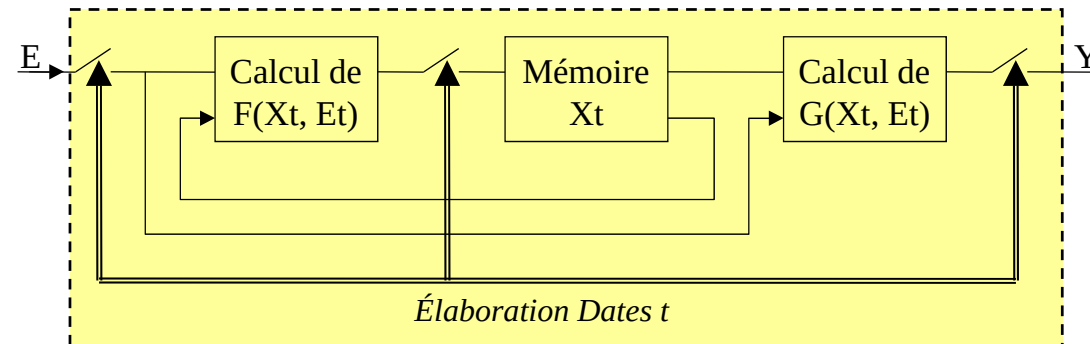


FORME ALGÈBRIQUE DU MODÈLE GRAFCET



$$X_{t+1} = f(X_t, E_t)$$

$$Y_t = g(X_t, E_t)$$



Forme Générale de F :

$$X_{kt+1} = \sum CF_{amkt} \vee (X_{kt} \wedge \neg \sum CF_{avkt})$$

avec

X_{kt} : état étape k (à la date t)

CF_{amkt} : condition de franchissement d'une transition amont à l'étape k

CF_{avkt} : condition de franchissement d'une transition aval à l'étape k

en sachant que $CF_{it} = R_{it} \wedge \prod X_{amit}$

avec R_{it} : réceptivité associée à la transition i (à la date t)



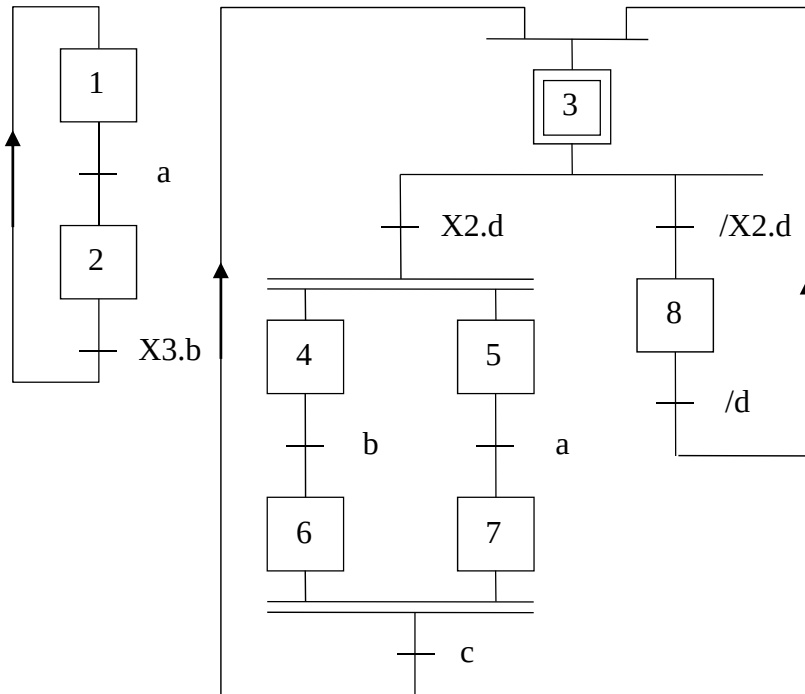
FORME ALGÈBRIQUE DU MODÈLE GRAFCET



Forme Générale de F :

$$X_{kt+1} = \sum CF_{amkt} \vee (X_{kt} \wedge \neg \sum CF_{avkt})$$

Exemple :



$$X_{1t+1} = (b \wedge X_{2t} \wedge X_{3t}) \vee (X_{1t} \wedge \neg a)$$

$$X_{2t+1} = (a \wedge X_{1t}) \vee (X_{2t} \wedge \neg (X_{3t} \wedge b))$$

$$X_{3t+1} = ((c \wedge X_{6t} \wedge X_{7t}) \vee (X_{8t} \wedge \neg d)) \vee (X_{3t} \wedge \neg d)$$

$$X_{4t+1} = (d \wedge X_{2t} \wedge X_{3t}) \vee (X_{4t} \wedge \neg b)$$

$$X_{5t+1} = (d \wedge X_{2t} \wedge X_{3t}) \vee (X_{5t} \wedge \neg a)$$

$$X_{6t+1} = (b \wedge X_{4t}) \vee (X_{6t} \wedge \neg (X_{7t} \wedge c))$$

$$X_{7t+1} = (a \wedge X_{5t}) \vee (X_{7t} \wedge \neg (X_{6t} \wedge c))$$

$$X_{8t+1} = (d \wedge \neg X_{2t} \wedge X_{3t}) \vee (X_{8t} \wedge d)$$

$$\begin{cases} X_{30} = 1 \\ X_{10} = X_{20} = X_{40} = X_{50} = X_{60} = X_{70} = X_{80} = 0 \end{cases}$$



INTERPRÉTATIONS SYNCHRONES / ASYNCHRONES AU PASSAGE À LA RÉALISATION



La réalisation programmée de la spécification algébrique d'un modèle Grafcet est supportée par un « moteur d'exécution » de type **CYCLIQUE**.

```
< Initialize Memory >  
For each sampling cycle do  
  < Read Inputs >  
  < Instr 1 >  
  < Instr 2 >  
  ...  
  < Instr i >  
  < Instr i+1 >  
end
```

*Dans un même cycle programme, le résultat
d'exécution d'une instruction est utilisé par la suivante*



*Un programme met en œuvre une **RELATION
D'ORDRE** entre les instructions qui le composent.*

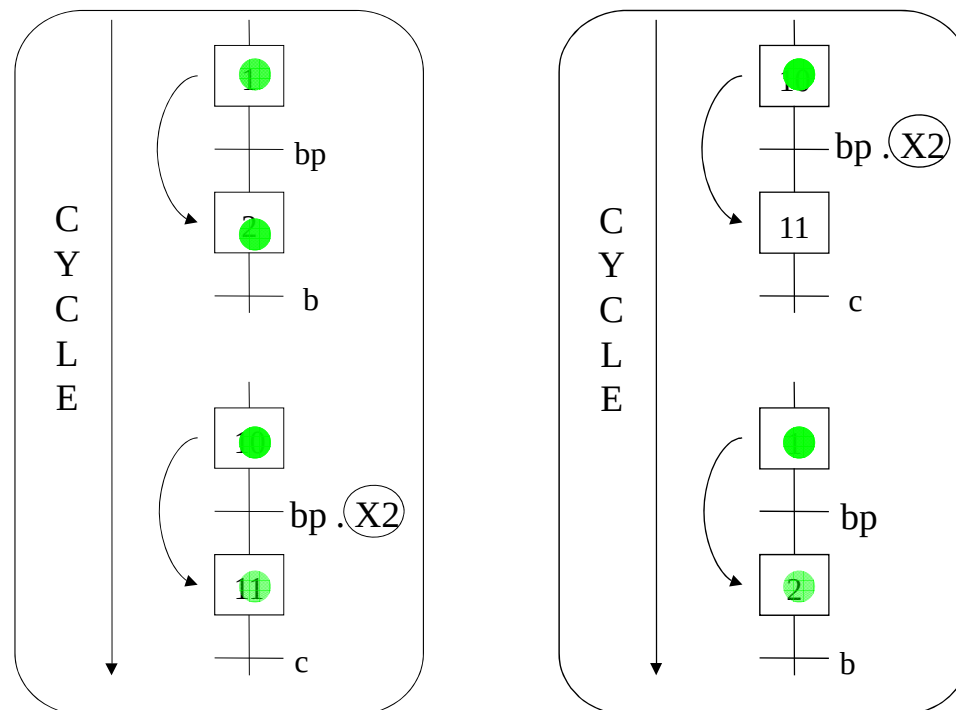
Dans le cas où une instruction correspond à la traduction d'une équation algébrique :

- la **RÉALISATION** sera **SYNCHRONES** (par rapport aux entrées/sorties) puisque les entrées seront considérées à des **INSTANTS DISCRETS** (en début de chaque cycle), les sorties pourront être vues comme produites dans le même instant que les entrées qui les ont provoquées,
- l'**ÉVOLUTION** quant à elle sera **ASYNCHRONES** puisque l'évaluation d'un état interne prendra en compte toutes les évolutions des autres états au moment où elles surviennent. Dans ce cas, si l'ordre dans lequel vont être exécutées ces instructions est changé, le comportement du programme sera différent.



INTERPRÉTATIONS SYNCHRONES / ASYNCHRONES AU PASSAGE À LA RÉALISATION

SYNCHRONISME D'ÉVOLUTION ?



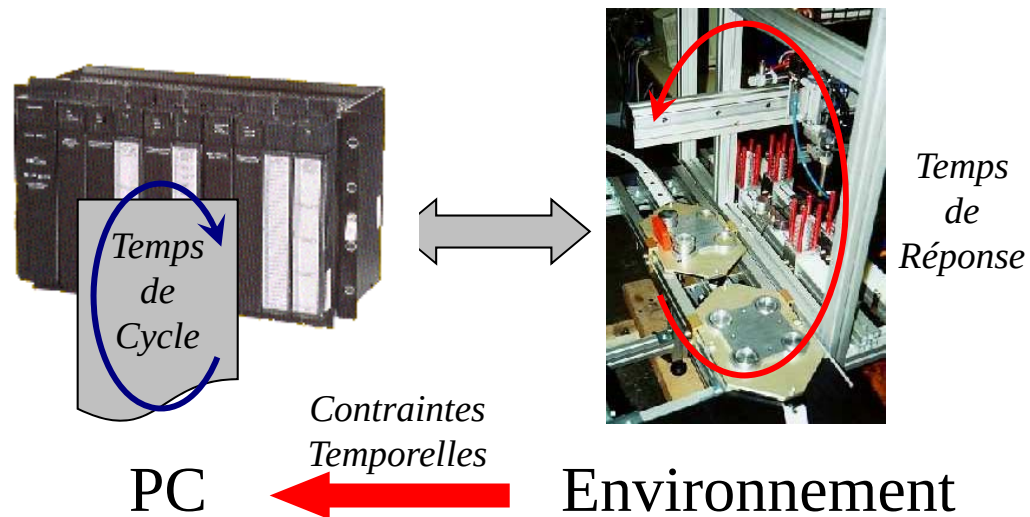
Selon l'ordre utilisé, le résultat n'est pas le même !!!

Comment respecter une évolution synchrone dans un environnement à évolution asynchrone ?



INTERPRÉTATIONS SYNCHRONES / ASYNCHRONES AU PASSAGE À LA RÉALISATION

SYNCHRONISME EXTERNE, REACTIVITE ?



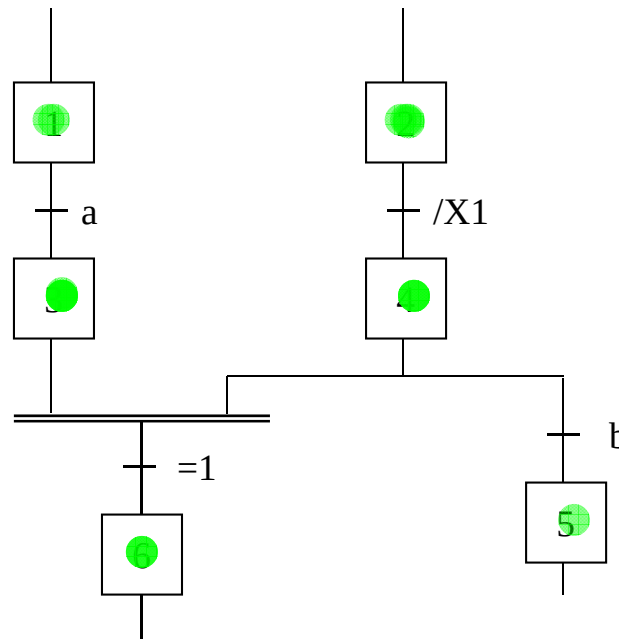
En théorie : durée de franchissement aussi petite que l'on veut ...

En pratique : durée fixée à l'implantation (temps de cycle)

Comment garantir la réactivité ?



INTERPRÉTATIONS SYNCHRONES / ASYNCHRONES AU PASSAGE À LA RÉALISATION



a passe à vrai *suivi de près* par b

Hypothèse 1 :

le temps de réponse de la PC est
au minimum 3 fois plus court que
l'intervalle de temps entre la
variation de a et celle de b

Situation atteinte : (6)

Hypothèse 2 :

le temps de réponse de la PC est
du même ordre que l'intervalle
de temps entre la variation de a
et celle de b



INDÉTERMINISME !!!

Le résultat ne dépend pas de
la variation des entrées
(a suivi de b) mais de l'instant
relatif d'apparition de b !

- b n'est pas encore présent

Situation atteinte : (6)

- b est déjà présent

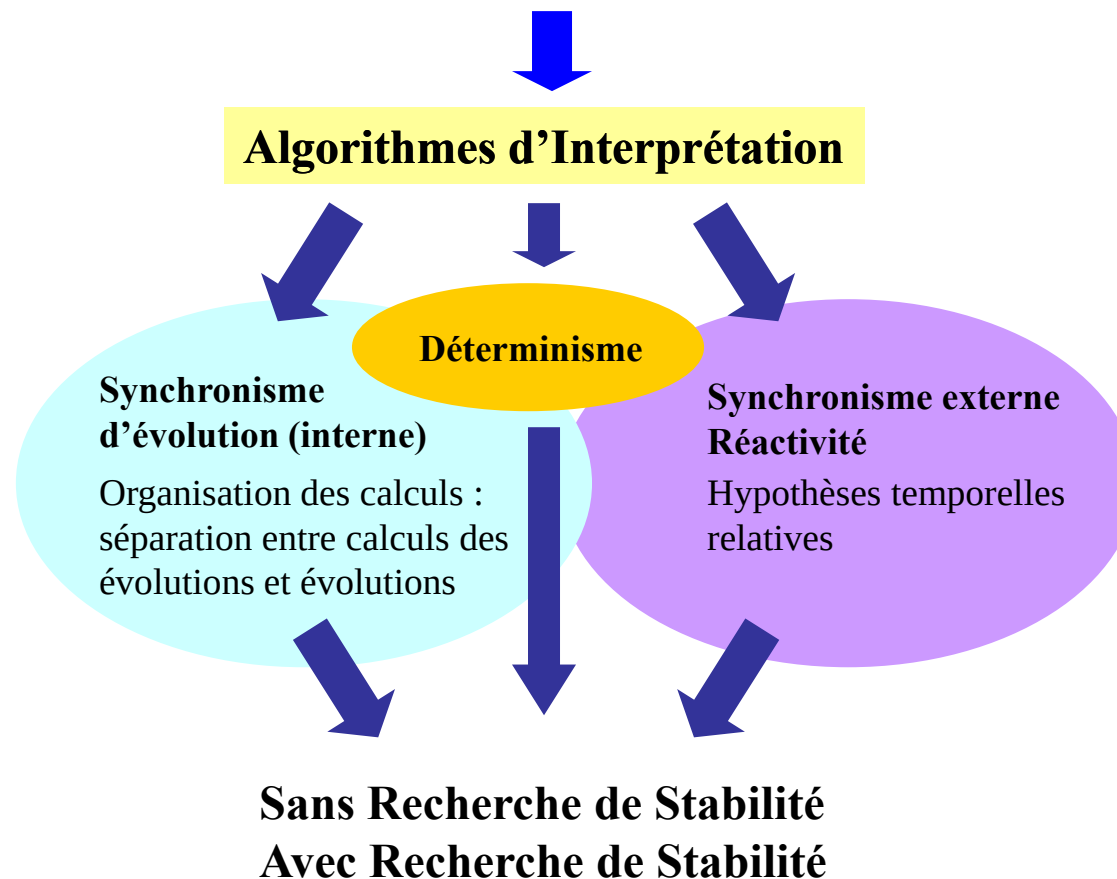
Situation atteinte : (5, 6)



INTERPRÉTATIONS SYNCHRONES / ASYNCHRONES AU PASSAGE À LA RÉALISATION

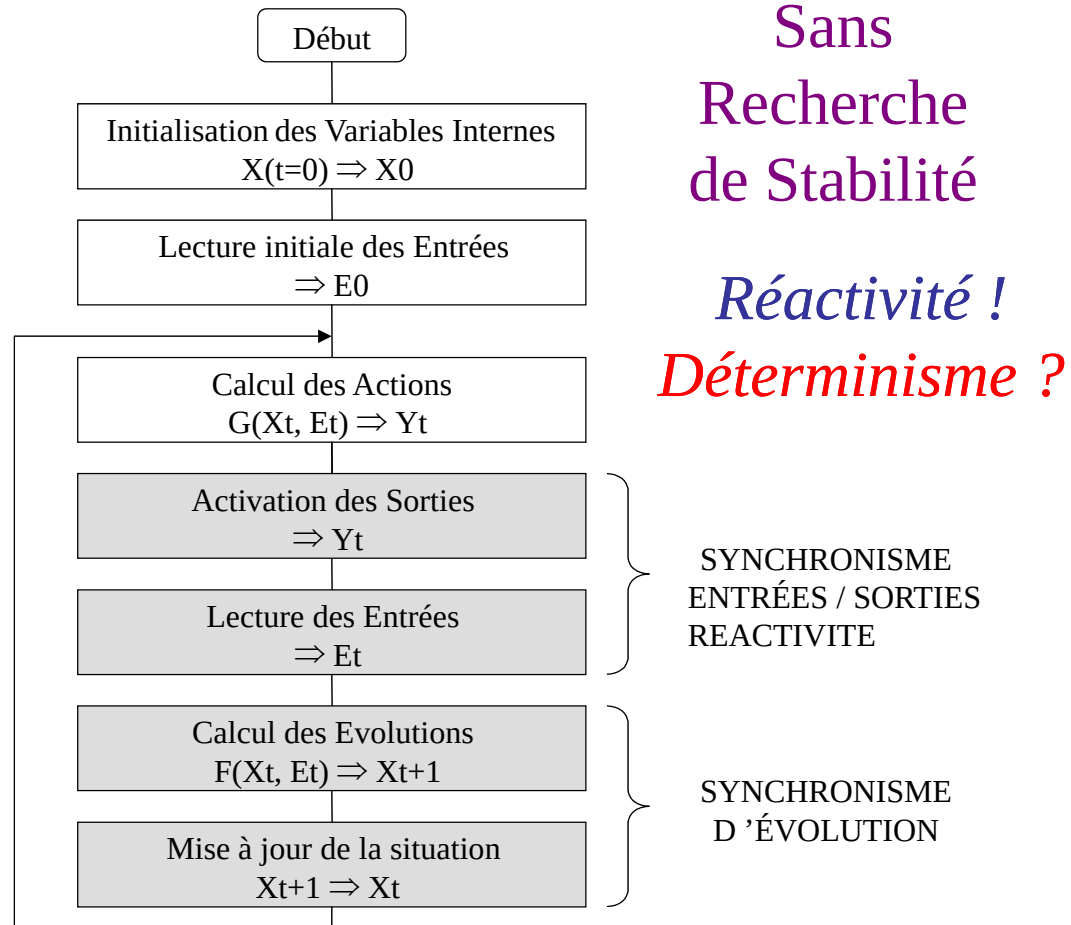


Passage d'une spécification
Grafcet à sa réalisation



ALGORITHMES D'INTERPRÉTATION

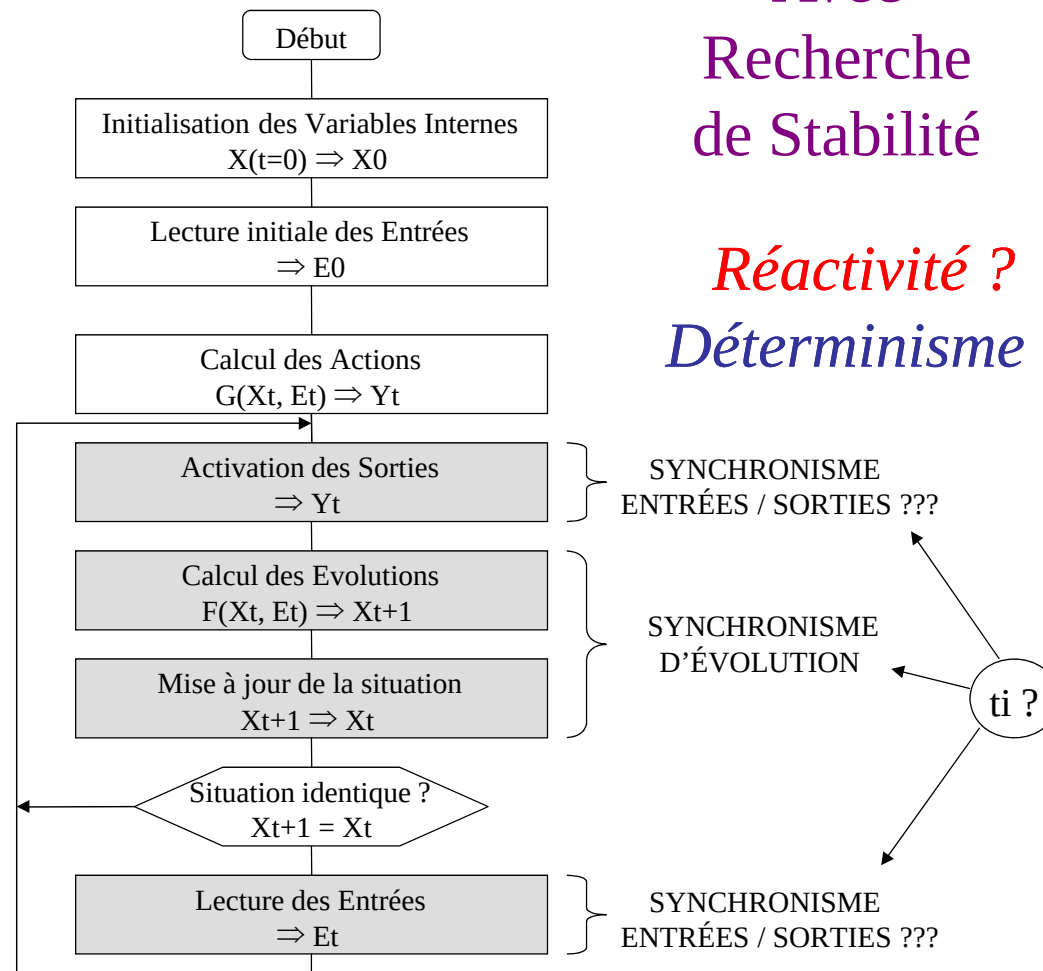
*L'hypothèse pour laquelle peut raisonnablement s'appliquer cette organisation est de considérer que le **temps de réponse** du support de réalisation est suffisamment court de sorte qu'une **SITUATION STABLE** est atteinte entre deux variations des entrées.*



ALGORITHMES D'INTERPRÉTATION

Avec
Recherche
de Stabilité

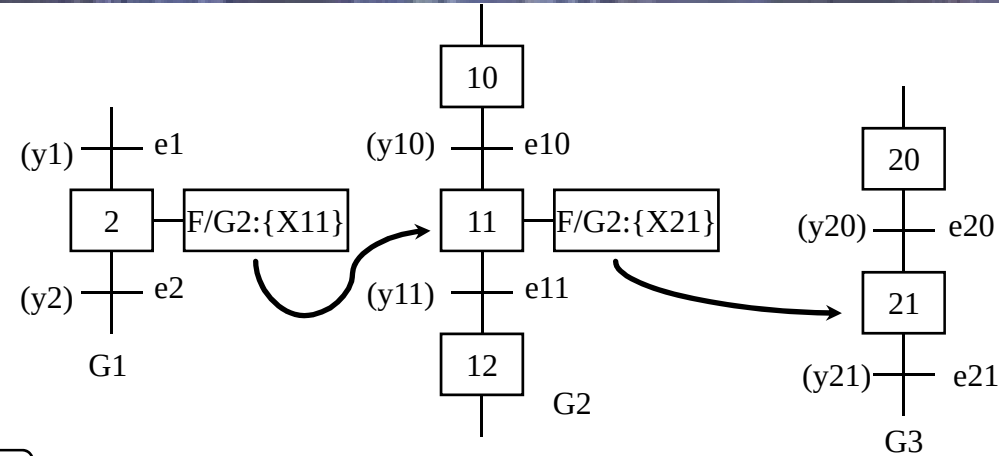
Réactivité ?
Déterminisme !



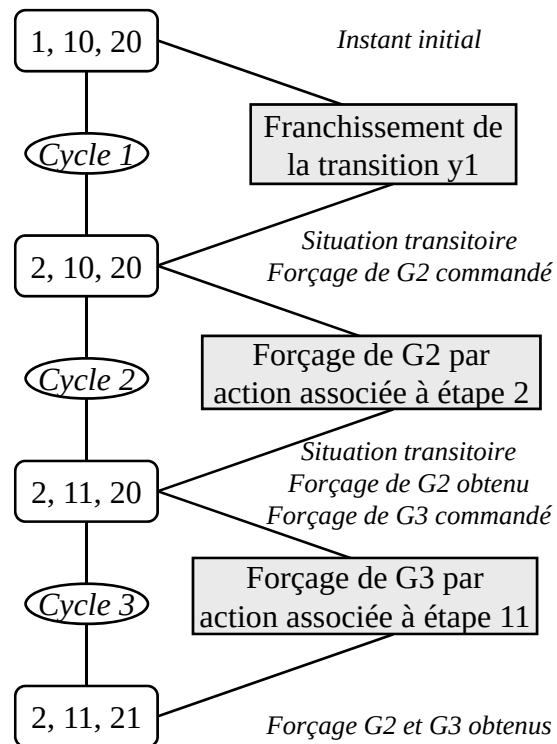
Grafcet (IEC 60 848)



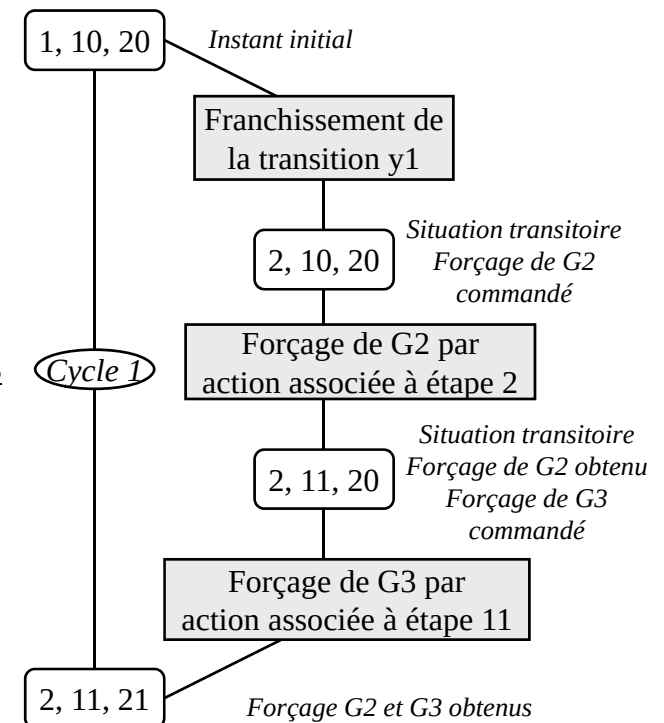
Exemple : forçage



Sans recherche
des états stables

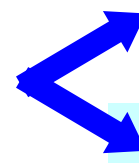


Avec recherche
des états stables



EVOLUTION DU POSTULAT TEMPOREL ET « JOUEUR » GRAFCET

**Synchronisme d'évolution (interne)
Réactivité (Synchronisme externe)
Déterminisme**



PB de REALISATION ?

OU

PB du MODELE ?



Organisation des relations avec l'environnement (entrées, sorties)

Ordre d'application des règles d'évolution

Prise en compte de la Réactivité et du Déterminisme

...

**sont des compléments indispensables au MODELE
(interprétation unique de la spécification par rapport au
besoin exprimé OU par rapport aux futures utilisations :
réalisation, maintenance, ...)**



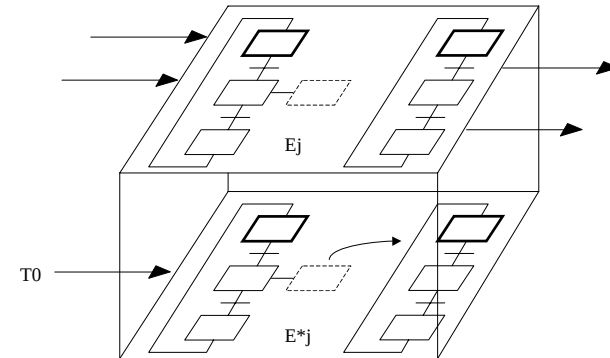
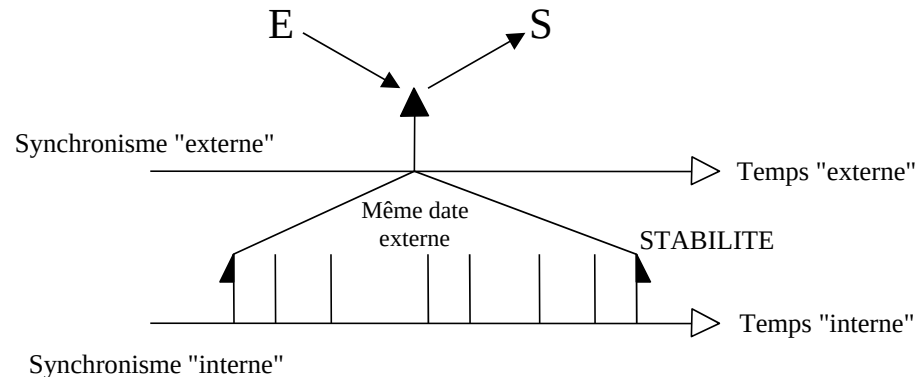
« JOUEUR » GRAFCET

+ EVOLUTION DU POSTULAT TEMPOREL

EVOLUTION DU POSTULAT TEMPOREL ET « JOUEUR » GRAFCET

Proposition d'un nouveau POSTULAT TEMPOREL: UTE C03-191 (Avril 1993)

La frontière du système définit une partition de l'univers en un **INTERNE** et un **EXTERNE** caractérisés chacun par une ECHELLE DE TEMPS. Ces deux échelles de temps, interne et externe, sont sans mesure commune.



Postulat Temporel Externe (Causalité à temps nul)

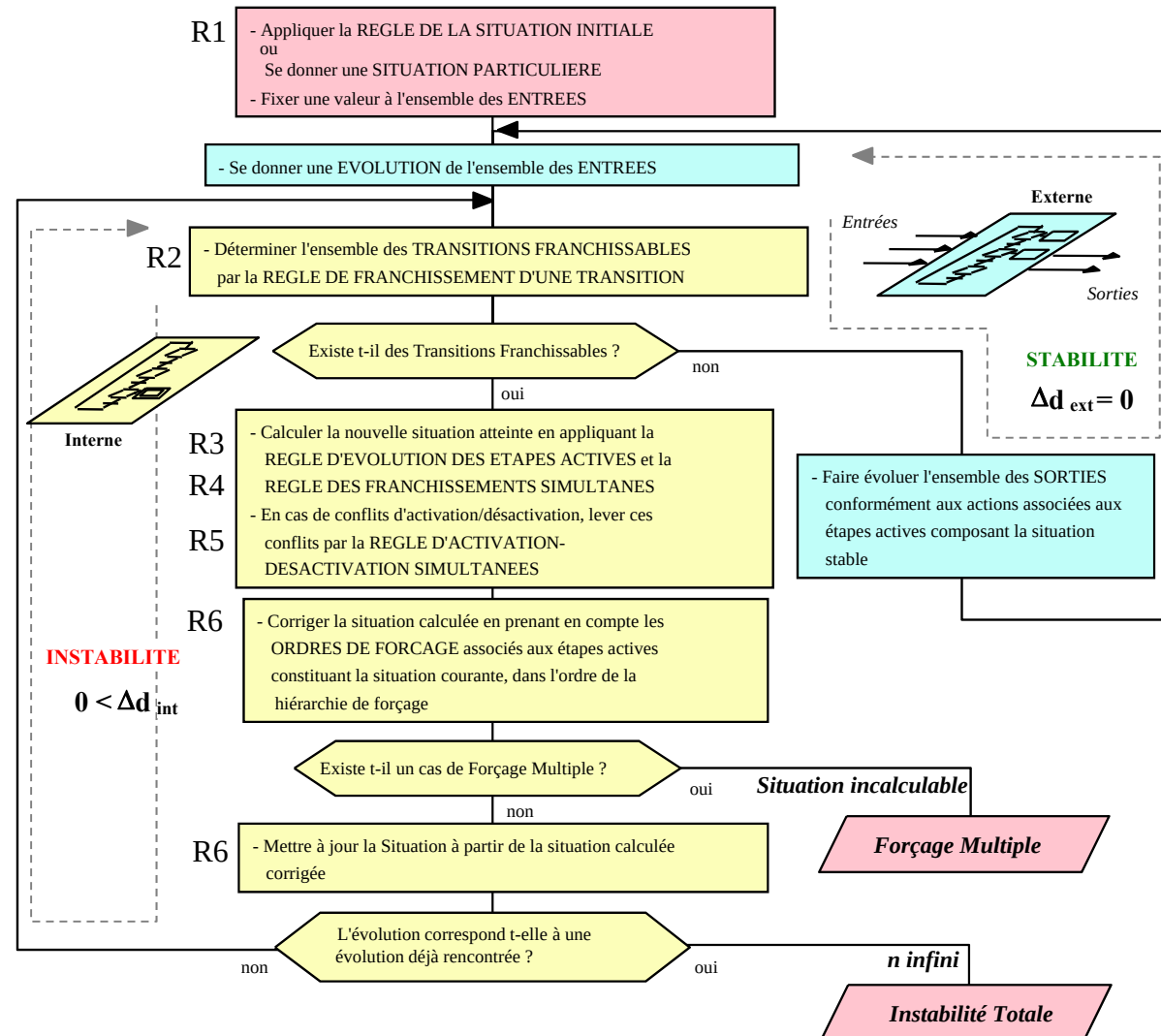
A l'échelle de temps externe, tout changement d'état des entrées est pris en compte par le modèle, dès son apparition. La totalité des conséquences de cet événement sur le modèle est déterminé à **durée nulle**. Depuis l'extérieur du modèle, les événements d'entrées et les états de sorties qui en résultent sont vus à la même date.

Postulat Temporel Interne

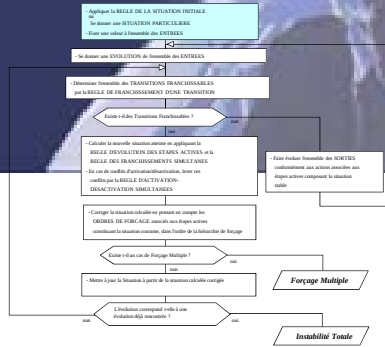
A l'échelle de temps interne, la durée séparant l'instant où une transition est franchissable de l'instant où elle est franchie est aussi petite qu'il est nécessaire mais **non nulle**.

EVOLUTION DU POSTULAT TEMPOREL ET « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET



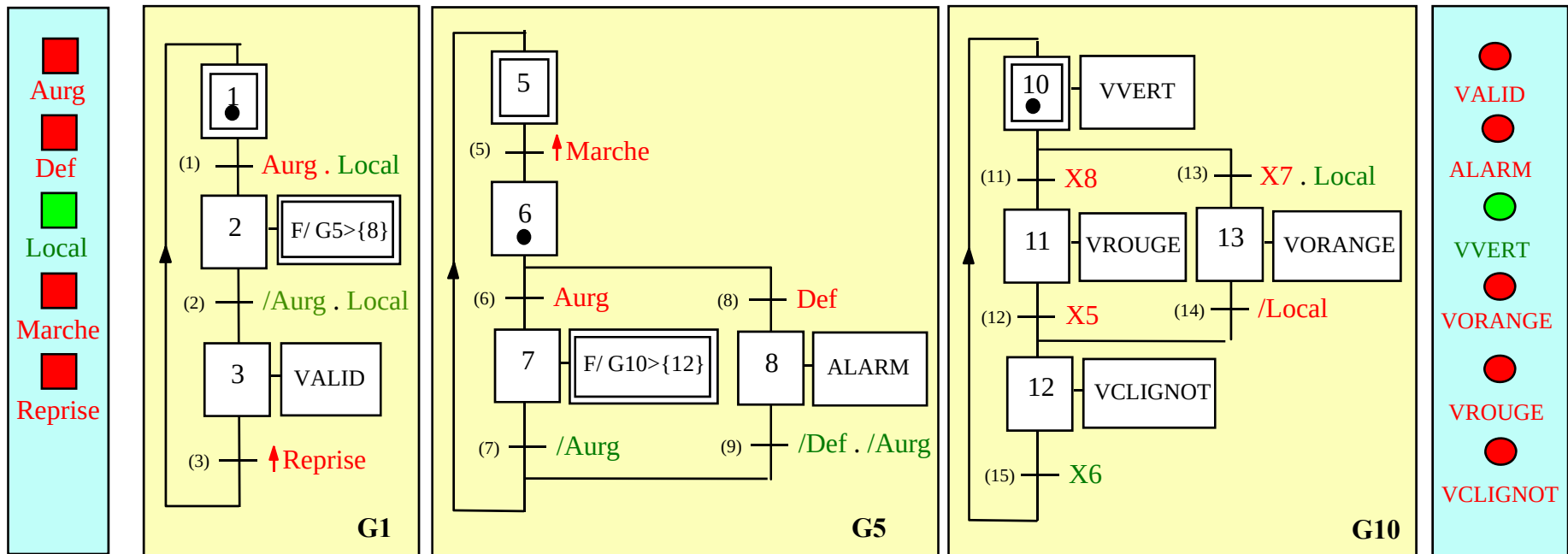
Grafcet (IEC 60 848)



EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

- Appliquer la Règle de la Situation Initiale ou se donner une situation particulière
- Fixer une valeur à l'ensemble des Entrées

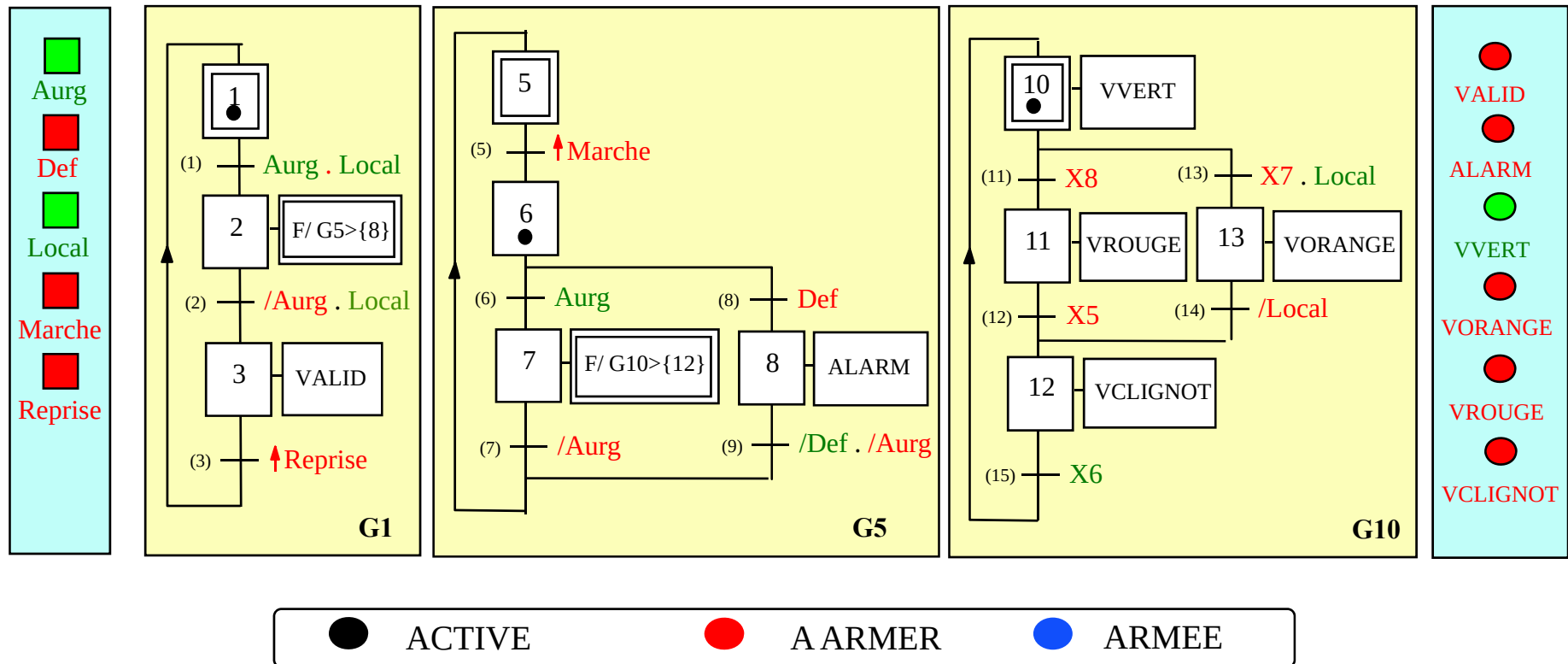
"JOUEUR" GRAFCET



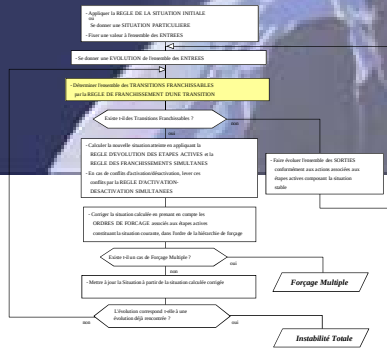
● ACTIVE

● A ARMER

● ARMEE



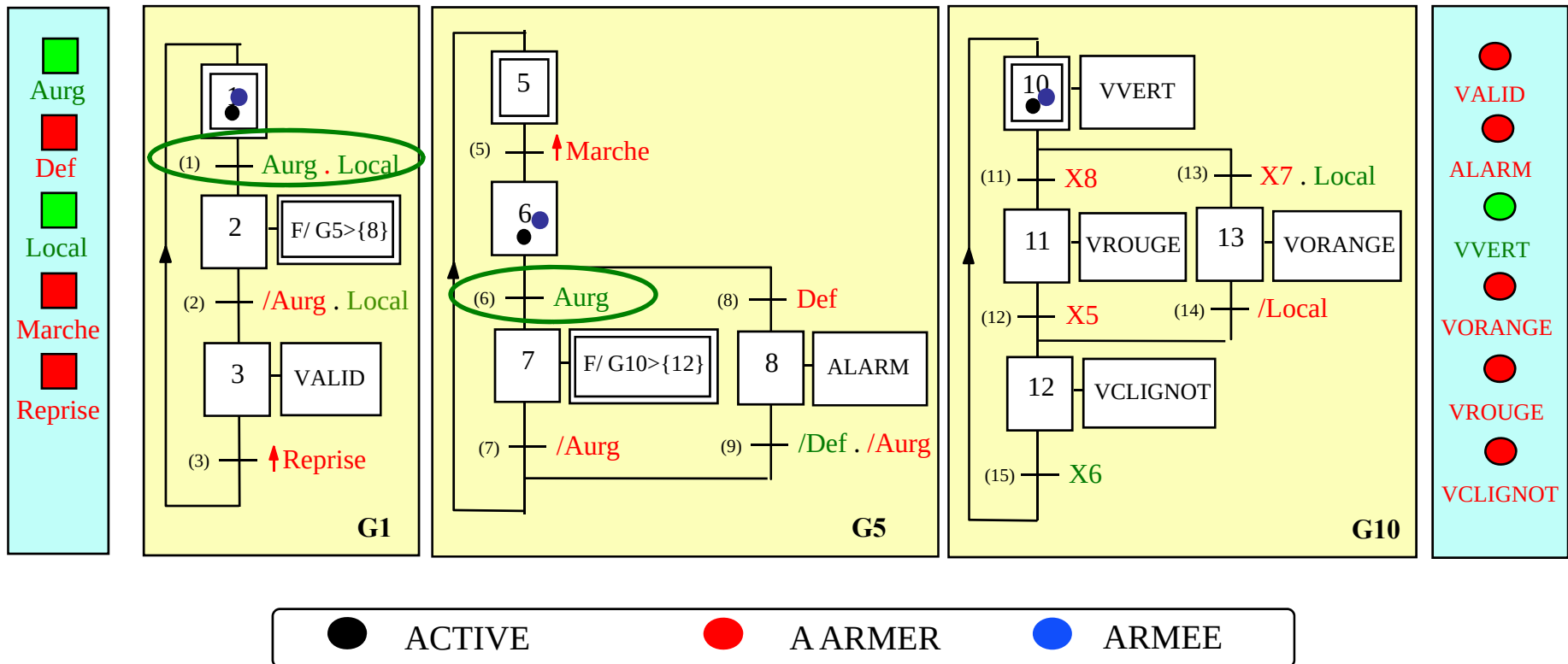
Grafcet (IEC 60 848)



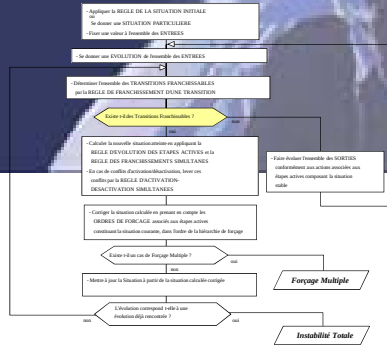
EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

Déterminer l'ensemble des TRANSITIONS FRANCHISSABLES par la REGLE DE FRANCHISSEMENT D'UNE TRANSITION

"JOUEUR" GRAFCET



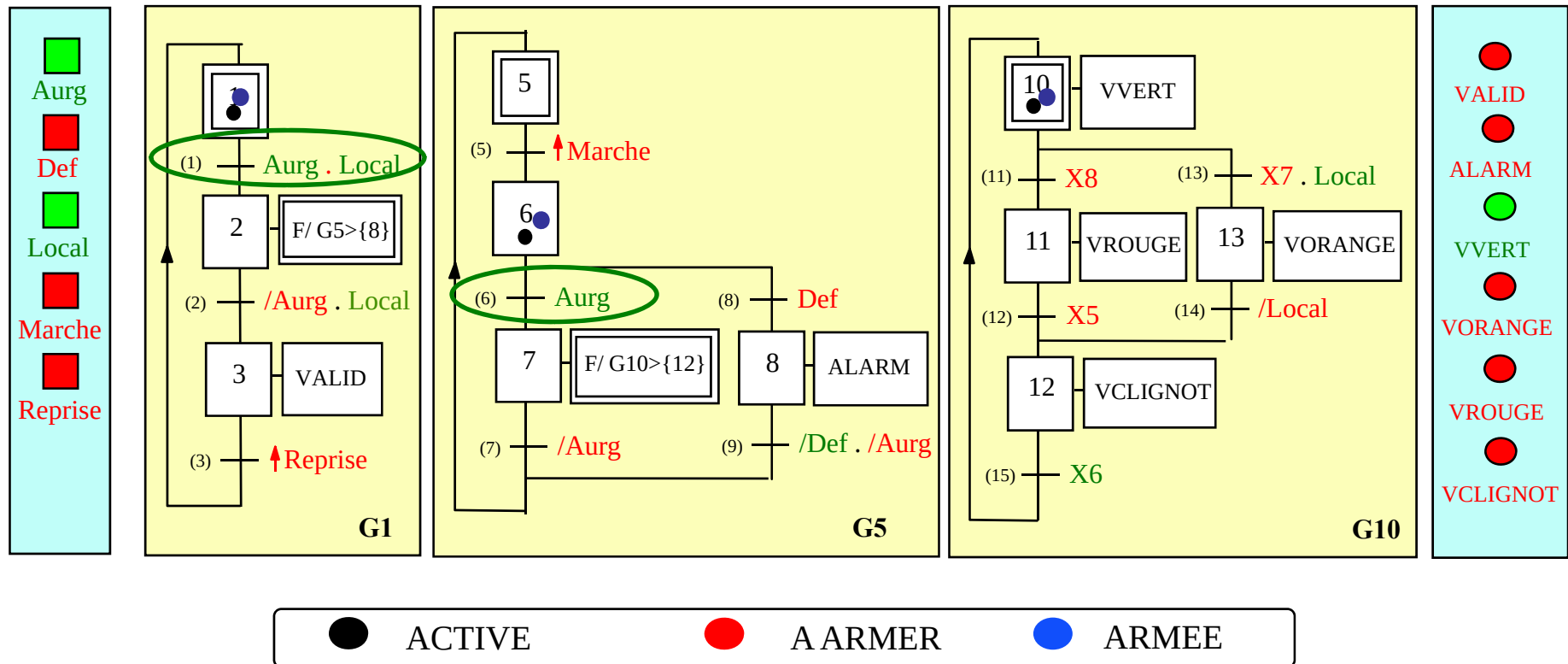
Grafcet (IEC 60 848)



EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET

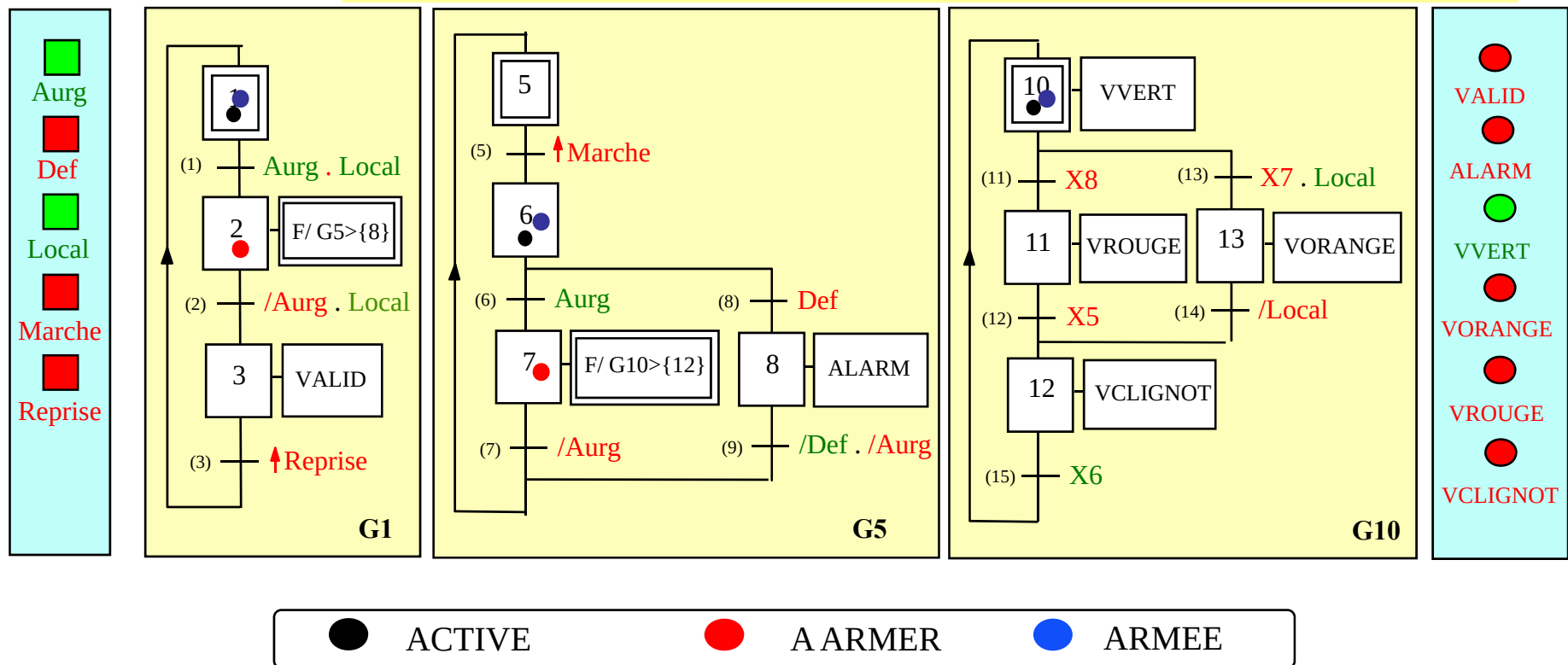
Existe t-il des Transitions Franchissables ?



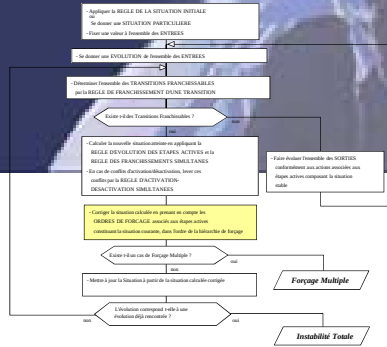
"JOUEUR" GRAFCET

EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

- **Calculer la nouvelle situation atteinte en appliquant la REGLE D'EVOLUTION DES ETAPES ACTIVES et la REGLE DES FRANCHISSEMENTS SIMULTANES**
- **En cas de conflits d'activation/désactivation, lever ces conflits par la REGLE D'ACTIVATION / DESACTIVATION SIMULTANEEES**



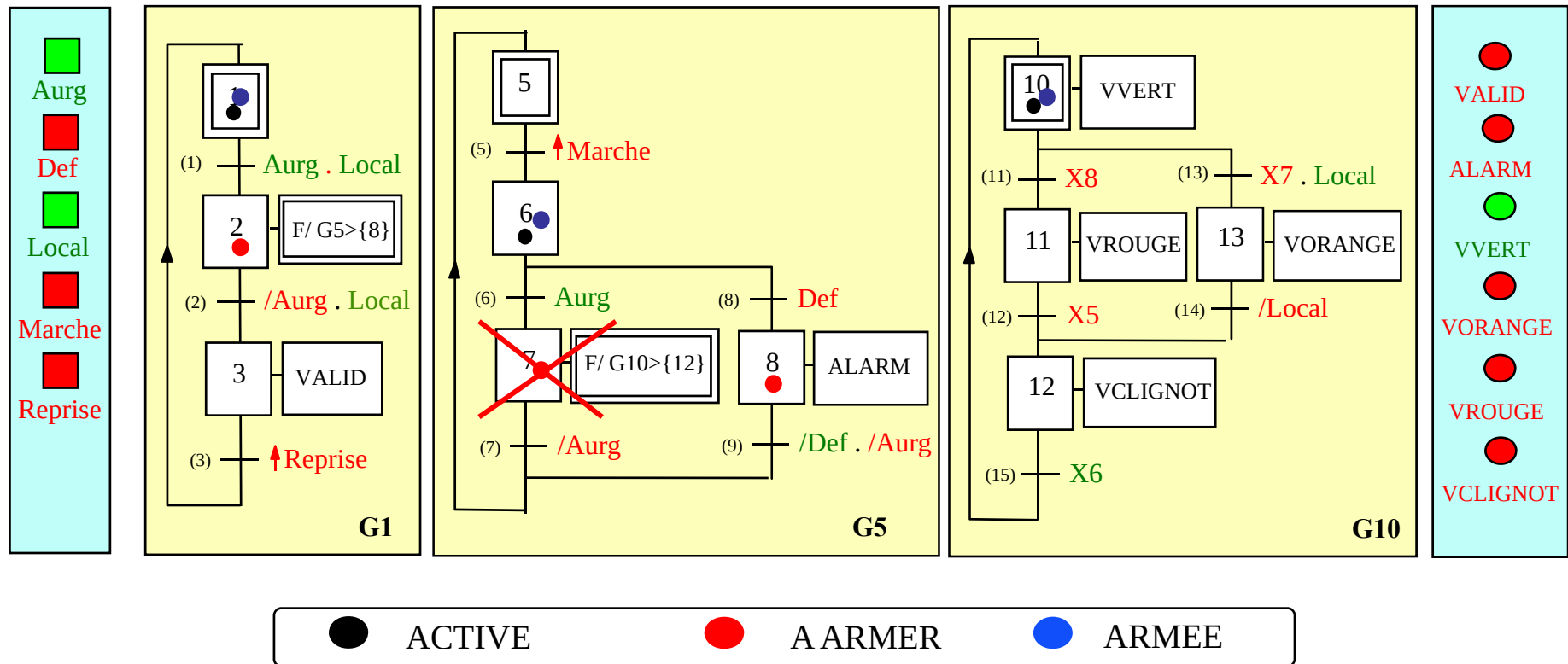
Grafcet (IEC 60 848)



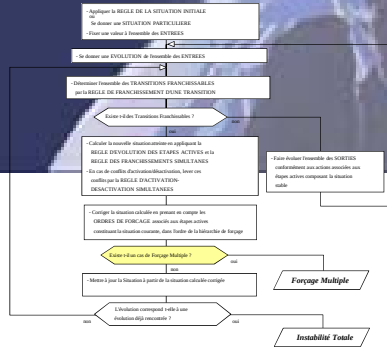
EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET

- Corriger la situation calculée en prenant en compte les ORDRES DE FORÇAGE associés aux états actifs constituant la situation courante, dans l'ORDRE DE LA HIERARCHIE DE FORÇAGE



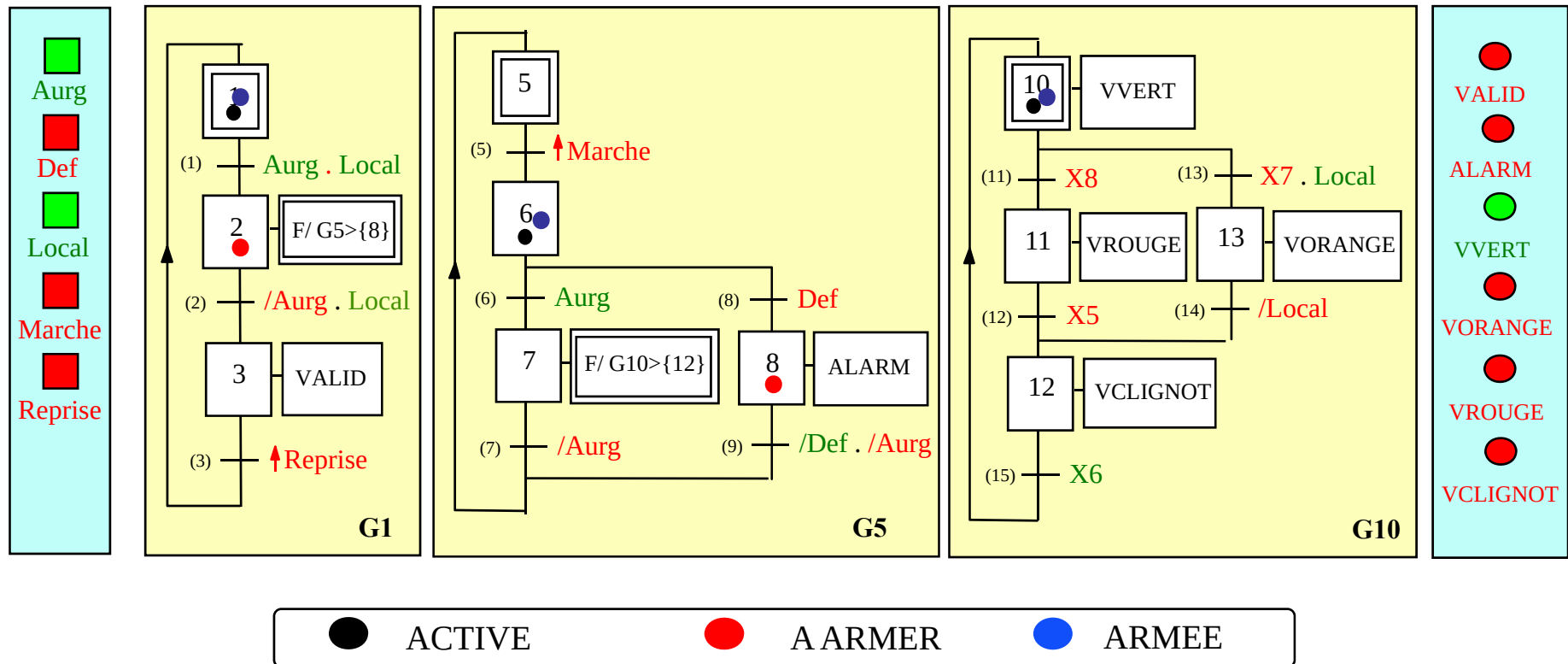
Grafcet (IEC 60 848)



EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET

Existe-t-il un cas de forçage multiple ?





EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

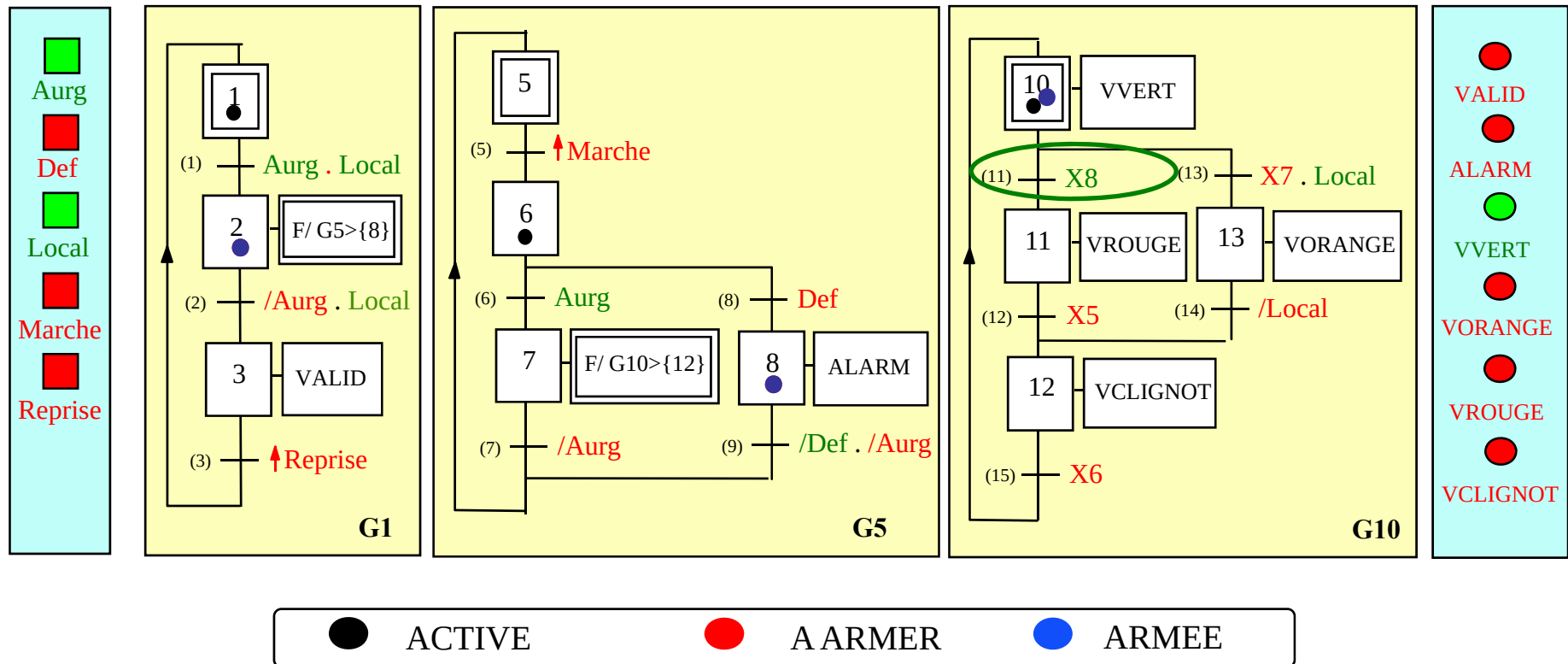
Mettre à jour la Situation à partir de la Situation calculée corrigée



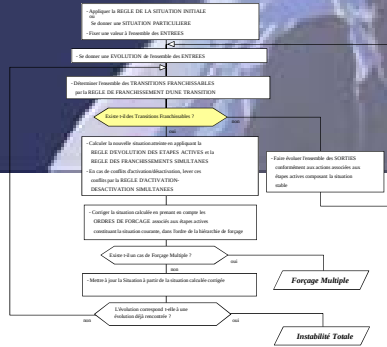
"JOUEUR" GRAFCET

EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

Déterminer l'ensemble des TRANSITIONS FRANCHISSABLES par la REGLE DE FRANCHISSEMENT D'UNE TRANSITION



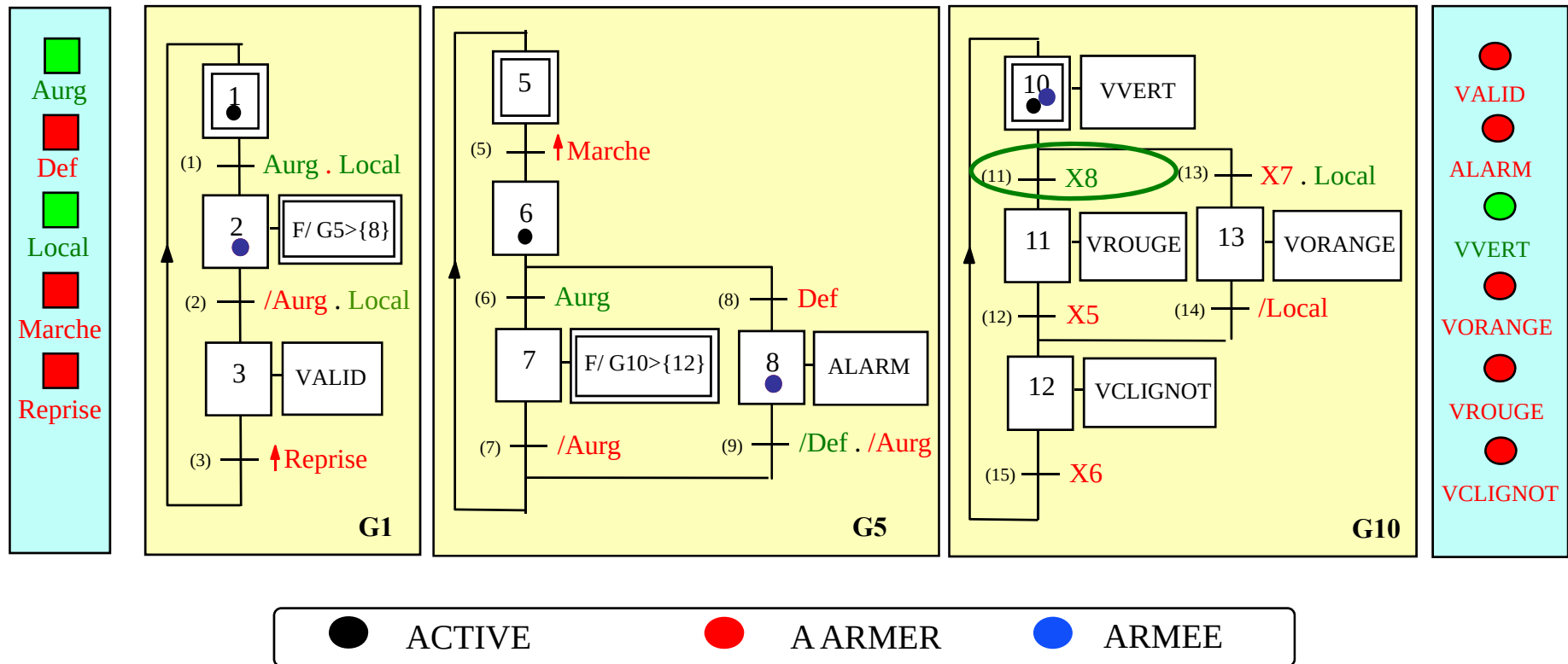
Grafcet (IEC 60 848)



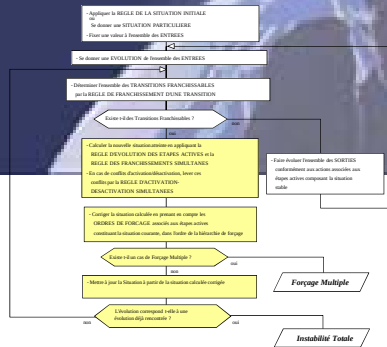
EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET

Existe t-il des Transitions Franchissables ?



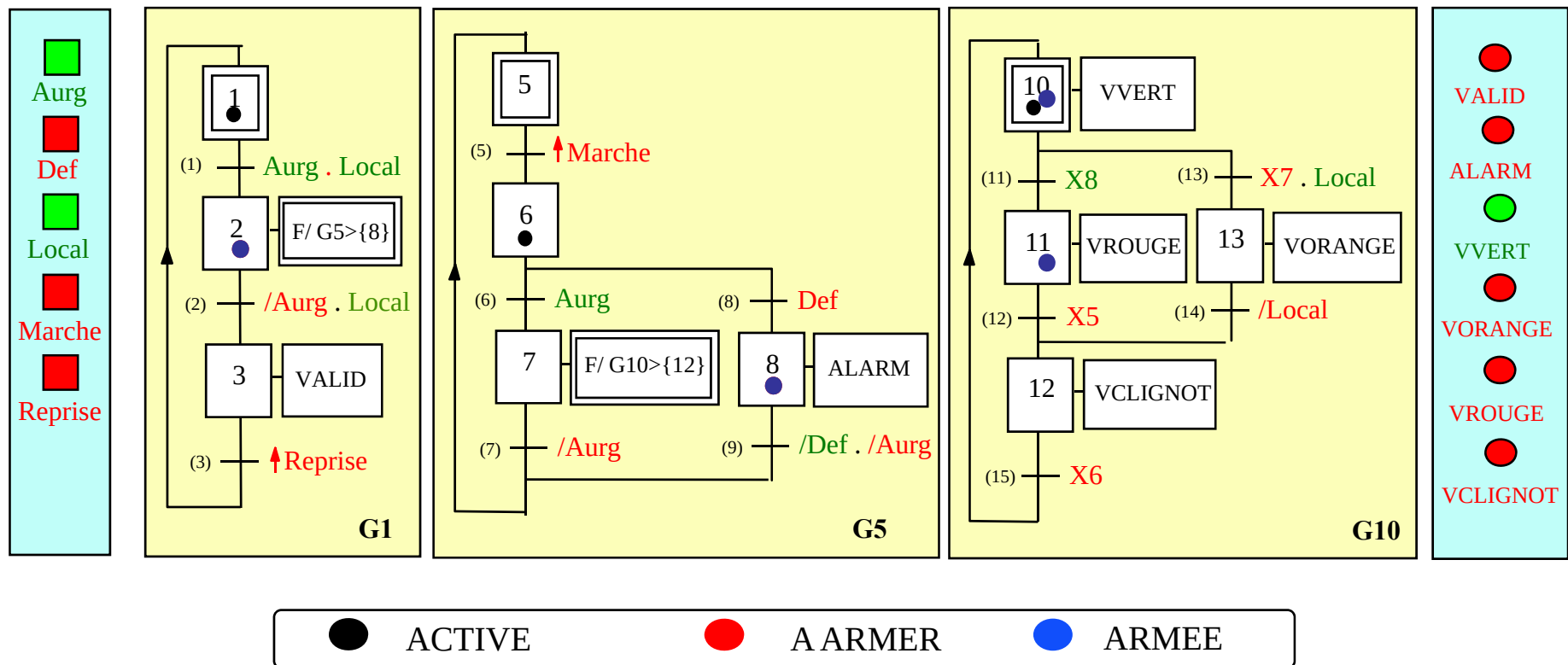
Grafcet (IEC 60 848)



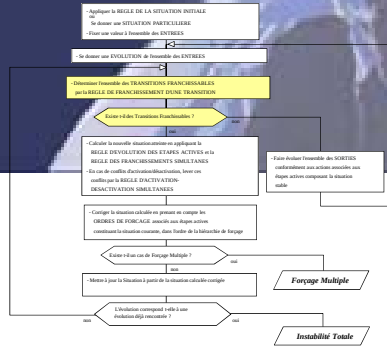
EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

"JOUEUR" GRAFCET

Réitération d'application des REGLES D'EVOLUTION



Grafcet (IEC 60 848)

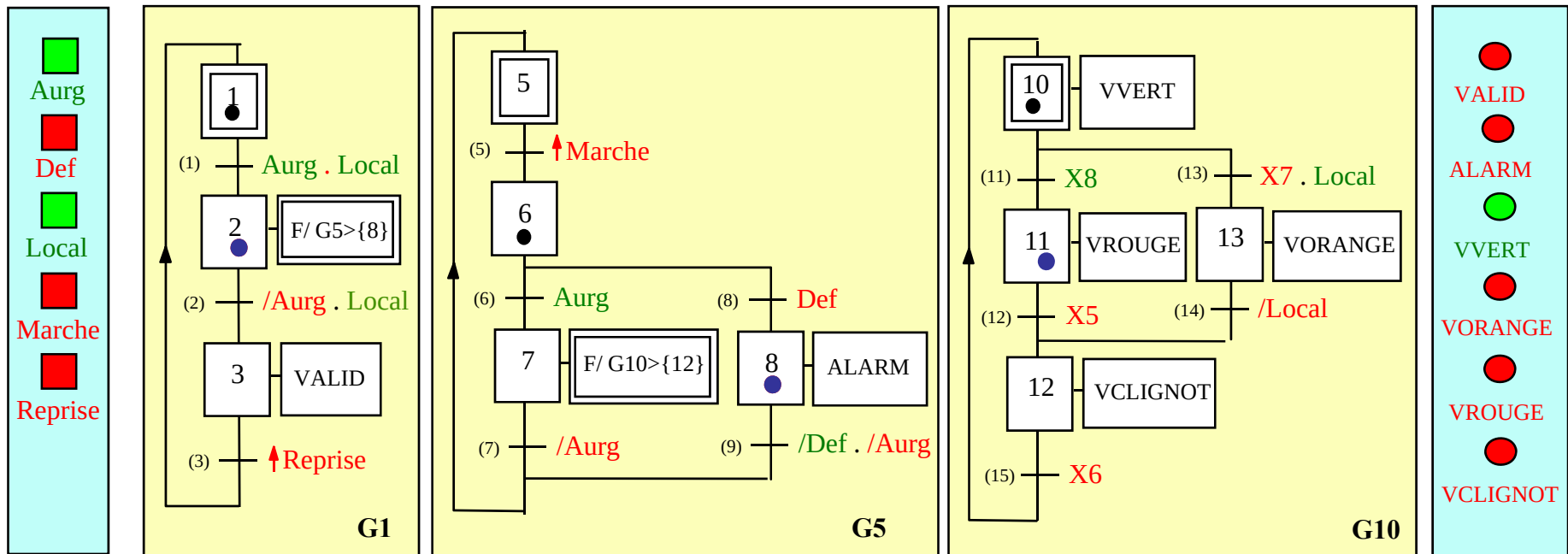


EXEMPLE D'APPLICATION DU « JOUEUR » GRAFCET

Déterminer l'ensemble des TRANSITIONS FRANCHISSABLES
par la REGLE DE FRANCHISSEMENT D'UNE TRANSITION

Existe-t-il des Transitions Franchissables ?

"JOUEUR"
GRAFCET



ACTIVE



A ARMER



ARMEE

FORMALISATION ALGÈBRIQUE du Grafcet muni des 2 échelles de temps (Externe et Interne)

Modèle « interne » : $E_i^* = \left[\underbrace{(A_i^* \vee (E_i^* \wedge \neg D_i^*))}_{\text{Formalisation cl}} \wedge \underbrace{\left(\prod_{j=F1}^{j=Fm} \neg E_j^* \right)}_{\text{Aucune étape porteuse d'un forçage n'est active}} \wedge \neg T_0 \right]$

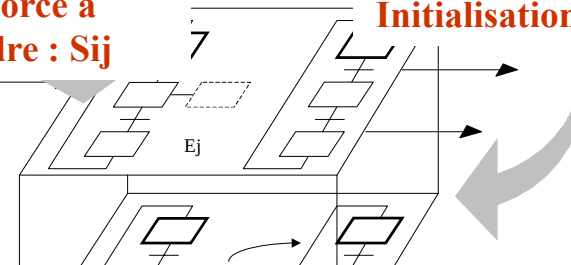
∨

Modèle « externe » :

$$E_i = (E_i^* \wedge Z) \vee (E_i \wedge \neg Z)$$

Etat forcé à atteindre : S_{ij}

Initialisation



En cas de forçage, les situations forcées sont atteintes

Stabilité :

$$Z = \prod_{g=1}^{g=p} \left[\prod_{i=1}^{i=n} \left(\sum_{j=F1}^{j=Fmg} E_i^* \wedge \left[S_{ii} \wedge E_i^* \right) \vee (\neg S_{ii} \wedge \neg E_i^*) \right] \right]$$

Ni à armer, ni à désarmer Simultanément activée et désactivée

Pour chaque graphe g Pour chaque étape du graphe g

$$\vee \prod_{j=F1}^{j=Fmg} \neg E_j^* \wedge \left[\underbrace{(\neg A_i^* \wedge \neg D_i^*)}_{\text{Pas de forçage, aucune étape à activer, aucune étape à désactiver}} \vee (A_i^* \wedge D_i^*) \right] \wedge \neg T_0$$

Grafcet

(IEC 60 848)



CONCLUSION SUR LE GRAFCET

BON MODELE DE SPECIFICATION

(expression de Synchronisations, Parallélisme, ...,
lecture unique avec le « Joueur », vérifications formelles
de propriétés, ..., Normes et Usage Industriel)

MAIS ...

PAS BON LANGAGE DE REALISATION

d'autant plus, si on veut qu'il respecte les nouveaux
postulats temporels ... et l'assurance d'une réalisation
REACTIVE et DETERMINISTE quelles que soient
les conditions de réalisation et les applications ...

L'idéal serait sûrement
d'implémenter
l'automate équivalent
au modèle GRAFCET
(graphe des situations
accessibles)

