

## **CHAPITRE 4 : COMMANDE EN LOGIQUE CABLEE**

### **-I-SYNTHESE DE LA PARTIE COMMANDE**

Généralités et exemple	76
-1- Technologie pneumatique	77
-2- Technologie électrique	78
-3- Technologie électronique	80

### **-II- MATERIALISATION DE GRAFCET PAR DES SEQUENCEURS**

-1- Correspondance grafcet-logigramme	82
-2- Cas des divergences et convergences	85
-a-Aiguillage	
-b-Séquences simultanées	

### **-III- LE SEQUENCEUR ELECTRONIQUE A BASCULES**

-1- Grafcet linéaire ou à séquence unique	87
-2- Grafcets à séquences multiples	89
-3- Conclusions	92

### **-IV- LE SEQUENCEUR ELECTRIQUE**

-1-Exemple et schéma de principe du module d'étape	93
-2-Représentation et disposition des E/S chez Télémécanique	94
-3-Séquenceur ou association de modules d'étapes	96
-4-Schéma de câblage électrique	96
-5-Réalisation de fonctions logiques dans le câblage de grafcet	99

### **-V- LE SEQUENCEUR PNEUMATIQUE**

-1-Généralités	104
-2-Comparaison des techniques développées	105
-3-Mise en cascade des modules	106
-4-Câblage de grafcets à séquences multiples	108

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- F.Degoulange & al « Automatismes », classes de première et terminale E,F,BT- formation permanente, édit Dunod, Paris 1983.
- 2- J.Perrin & al «Automatique industrielle », édit Dunod, Paris 1982.
- 3- Y.Lecourtier & B.Saint-Jean « Introduction aux automatismes industriels », édit Masson 1989.
- 4- M.Pinot & al « Du grafcet au automates programmables », édit.Foucher, Paris 1986.

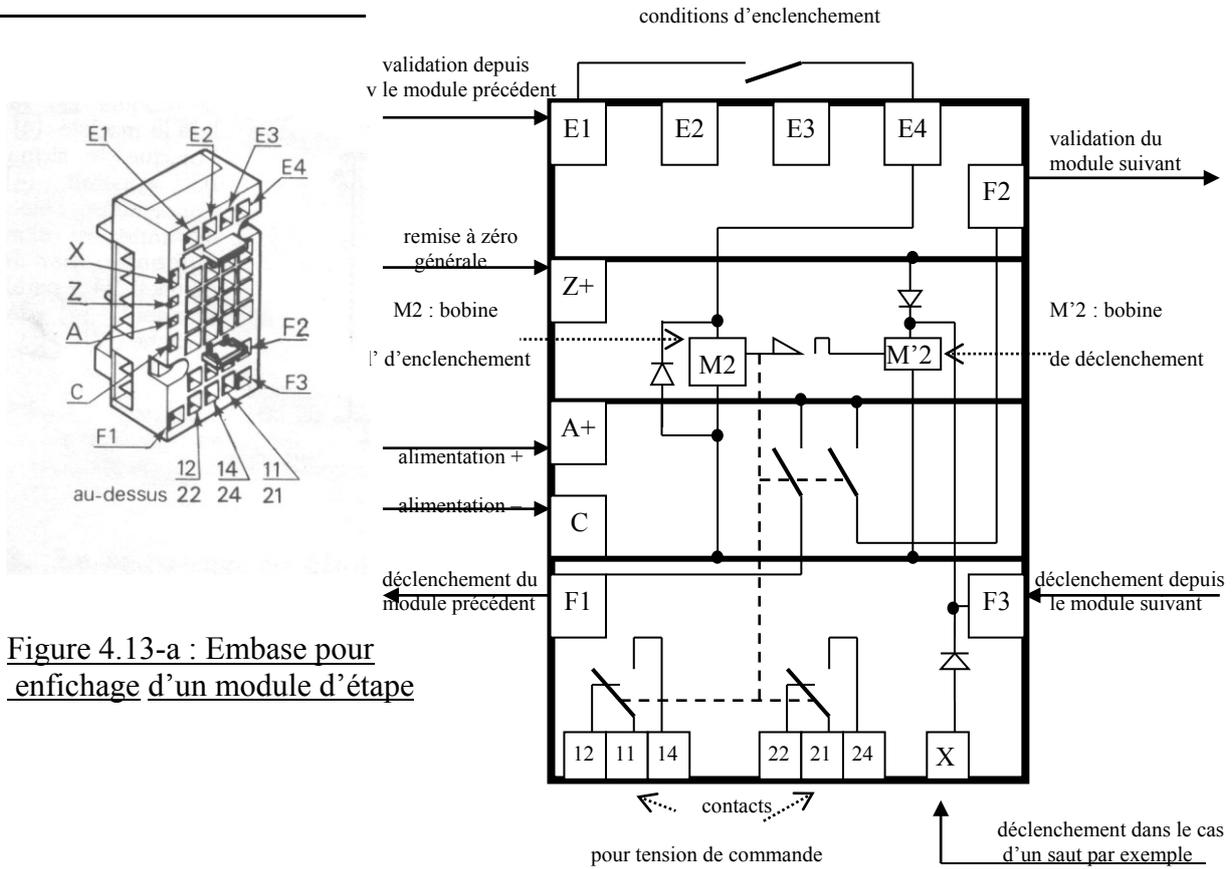


Figure 4.13-a : Embase pour enfichage d'un module d'étape

Figure 4.13-b : Schéma interne d'un module d'étape (doc Télémécanique)

**Séquenceur ou association de modules d'étapes**

Le séquenceur est conçu sous forme de modules relais (ou modules d'étapes) montés sur des embases fixées sur des racks, et le fonctionnement est le même que si on les enfichait les uns dans les autres. Ainsi seul le premier module a besoin d'être alimenté, et les connexions entre modules sont automatiquement réalisées (par « enfichage interne »). Seul le câblage des entrées (informations capteurs) et des sorties (commandes des préactionneurs) a besoin d'être réalisé.

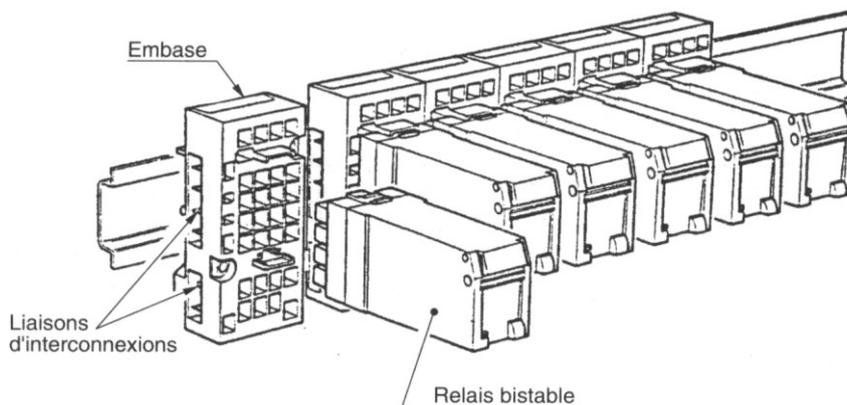


Figure 4.14 : Séquenceur électrique câblé

## -V-LE SEQUENCEUR PNEUMATIQUE

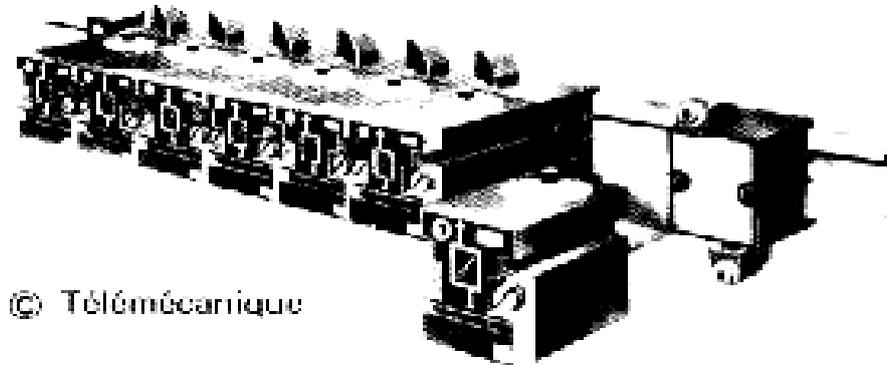


Figure 4.16 : Séquenceur pneumatique câblé

### -1-Généralités

La cellule de base est une mémoire pneumatique à remise à zéro prioritaire. On associe à cette mémoire une cellule ET et une cellule OU qui sont soit installées dans l'embase (Télémécanique), soit sur la mémoire elle-même (Crouzet), ou simplement extérieures.

Télémécanique préfère la remise à zéro indépendante de chaque mémoire, ce qui impose qu'il y ait toujours une mémoire à 1, et autorise qu'il y en ait plusieurs à 1 sous réserve qu'elles soient séparées d'au moins une mémoire (inexistence de 2 mémoires consécutives à 1). Ceci permet de traiter les grafjets qui possèdent de très longues séquences où plusieurs étapes sont actives en même temps (pour rester en accord avec la théorie du grafjet où une seule étape par séquence est active à la fois, cette longue séquence est considérée comme plusieurs séquences en cascade et prises en charge chacune par un séquenceur).

Crouzet met en cascade les remises à zéro de toutes les mémoires aval, ce qui interdit d'avoir plus d'une mémoire à 1, permet de démarrer systématiquement avec toutes les mémoires à zéro, et sur la première mémoire du bloc séquenceur.

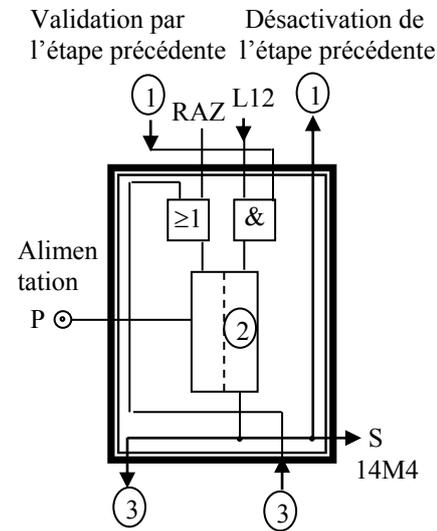
Climax utilise des mémoires à tiroir. Le passage d'une mémoire à l'autre se fait par une remise à zéro de la mémoire amont, avant l'activation de la mémoire aval.

L'avantage de tous ces composants « intégrés » est la rapidité de mise en œuvre et la possibilité de transposition directe du grafjet.

**-2- Comparaison des techniques développées**

Figures 4.17

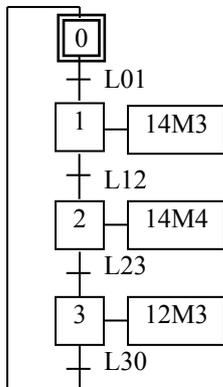
**-a-Module théorique**



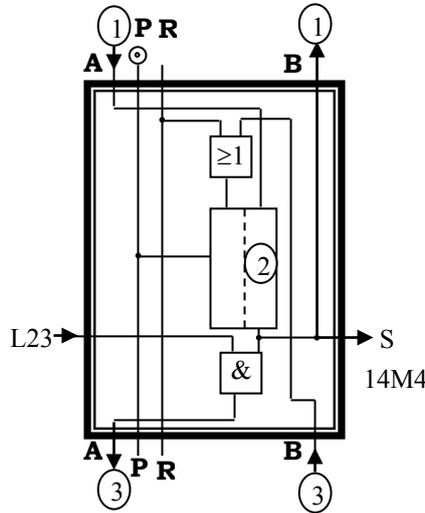
Désactivation par l'étape suivante    Validation de l'étape suivante

La cellule ET et la cellule OU concernent l'enclenchement ou le déclenchement de la mémoire d'étape.

**-d-Exemple de grafcet à câbler**



**-b-Module Télémécanique**

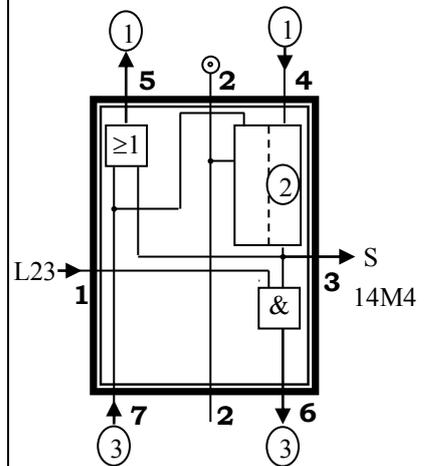


R : remise à zéro  
P : alimentation  
S : sortie vers les préactionneurs

- La cellule ET concerne la validation du module suivant. Par conséquent la réceptivité à câbler est la réceptivité suivante.
- La cellule OU concerne la désactivation du module courant.

- Il faut câbler la boucle de validation et la boucle de désactivation.
- Il faut valider le dernier module après un arrêt d'urgence.
- Il faut au moins trois modules.

**-c-Module Crouzet**



- La cellule ET concerne la validation du module suivant. Par conséquent la réceptivité à câbler est la réceptivité suivante.
- La cellule OU concerne le module précédent, et le signal remet à zéro tous les modules précédents. La mémoire est à effacement prioritaire.

- Pas de boucle à câbler.
- Pas de validation d'un module après un arrêt d'urgence.
- Deux modules suffisent pour fonctionner.

**-3-Mise en cascade des modules ou câblage de grafcet**

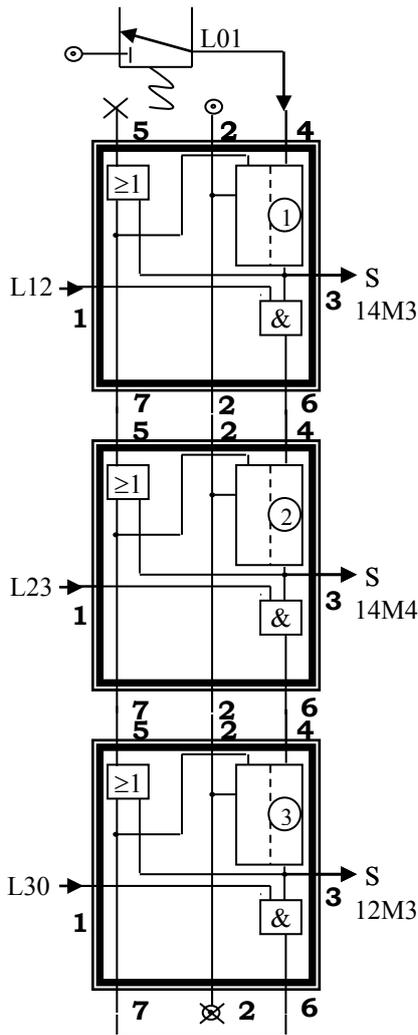
Il s'agit de câbler le séquenceur correspondant au grafcet précédent. La disposition des entrées / sorties facilite le câblage en emboîtant les modules les uns dans les autres.

**-3-a- Modules Crouzet**

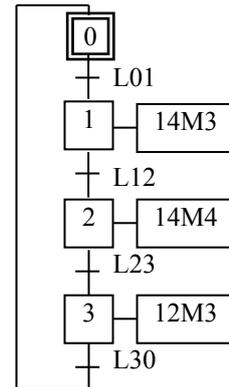
L'association d'une mémoire à l'étape initiale est inutile. Dès l'apparition du signal L01, la mémoire du module numéro 1 se met à 1 et le cycle peut commencer.

Comme la cellule ET concerne le module suivant, et qu'il n'y a pas de module associé à l'étape zéro, alors pour la dernière étape du grafcet, on a bouclé la sortie 6 de la cellule ET du module M3 sur l'entrée 7 de la cellule OU du même module. Ainsi lorsque la réceptivité L30 est vraie, le module d'étape M3 et tous les modules précédents sont désactivés et le cycle s'arrête. Dès que L01 réapparaît le cycle peut recommencer.

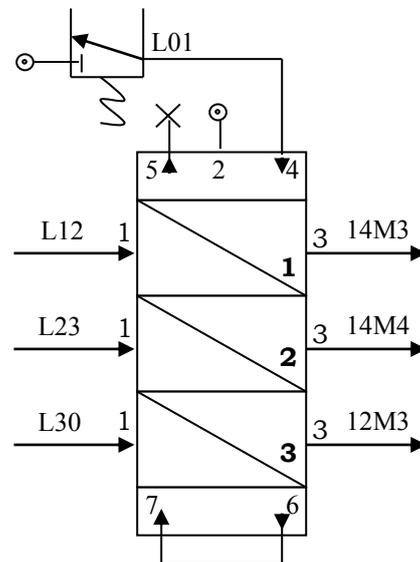
*Figure 4.17-b : Schéma de câblage des modules*



*Figure 4.17-a : Grafcet à câbler*



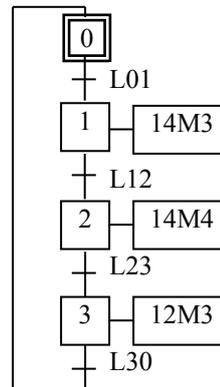
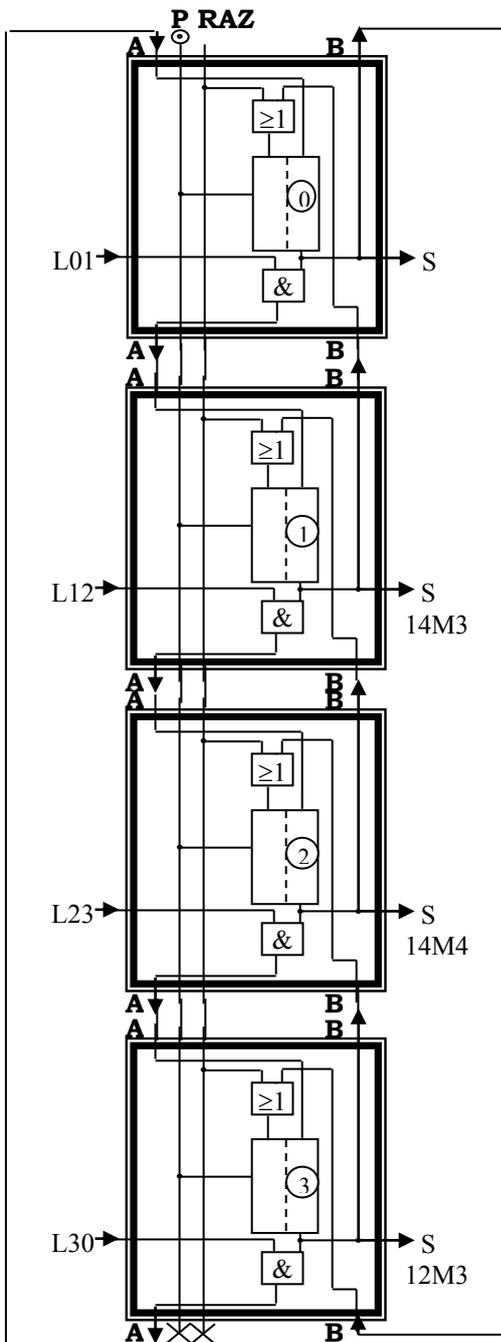
*Figure 4.17-c : Représentation schématique simplifiée*



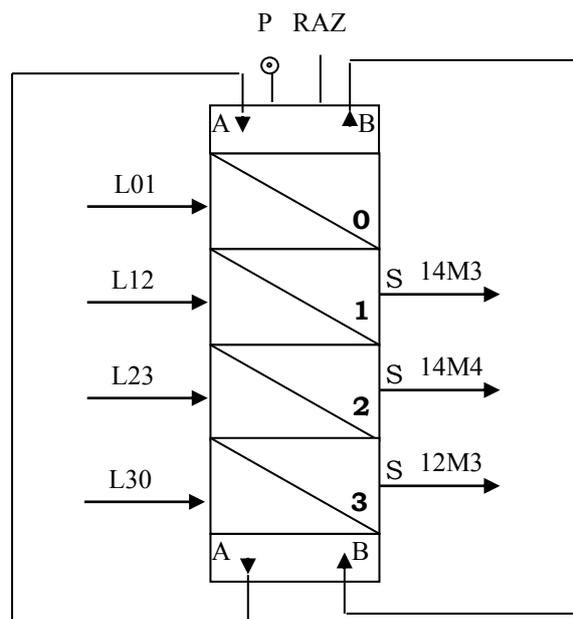
-3-b- Modules Télémécanique

Le câblage est facilité par le principe de l'association d'une mémoire à chaque étape. Ainsi contrairement aux modules Crouzet, l'association d'une mémoire M0 à l'étape initiale est obligatoire. On remarque également les liaisons entre les modules M0 et M3 pour câbler la boucle de validation et la boucle de désactivation.

*Figure 4.18-b : Schéma de câblage des modules*      *Figure 4.18-a : Grafcet à câbler*



*Figure 4.18-c : Représentation schématique simplifiée*



**-4-Câblage de grafkets à séquences multiples**

GRAFKET

SEQUENCEURS

modules d'étapes Crouzet

modules d'étapes Télémécanique

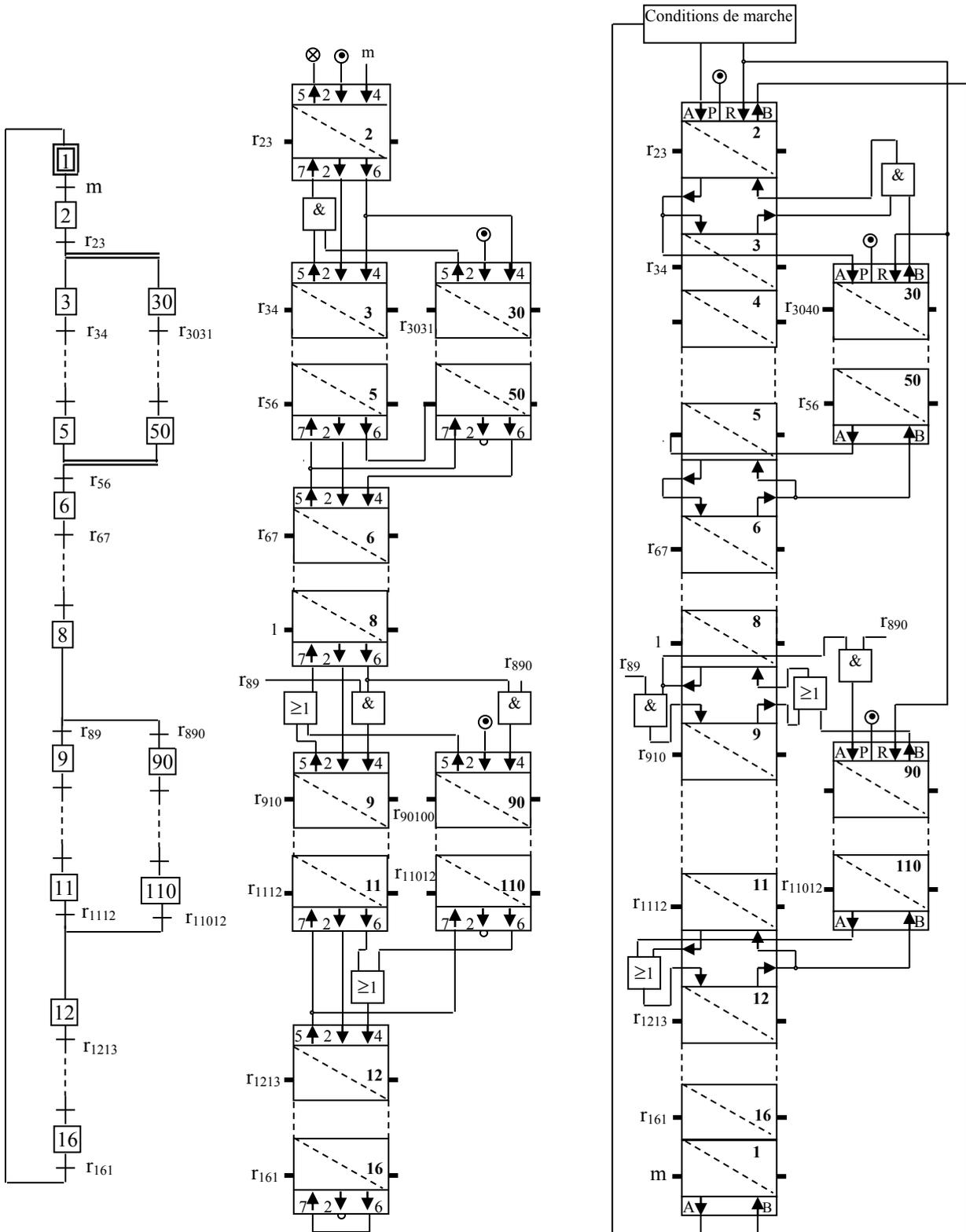


Figure 4.19 : Grafket à séquences multiples et séquenceurs correspondants

### Remarques

- On notera l'existence d'un module d'étape initiale chez Télémécanique et son absence chez Crouzet.
- Pour la séquence simultanée, la divergence en ET est réalisée par l'introduction d'une cellule ET dans le circuit de désactivation du module d'entrée numéro 2. La convergence en ET est réalisée en affectant la réceptivité commune de sortie  $r_{56}$  à un des modules, puis on considère sa sortie comme entrée de réceptivité du second module, et enfin ce dernier valide le module correspondant à l'étape de sortie de la séquence simultanée. On aurait pu obtenir le même résultat en introduisant une cellule ET pour valider le module de sortie, laquelle est pilotée par les sorties des deux modules.
- Pour l'aiguillage, la divergence en OU est réalisée par l'introduction de deux cellules ET pour la validation des modules, et une cellule OU pour la désactivation du module d'entrée. Il est utile de noter que la réceptivité pour ce module d'entrée est mise à un, et donc obligatoirement reliée à l'arrivée de pression. La convergence en OU est réalisée par l'introduction d'une cellule OU dans le circuit de validation du module de sortie.
- Les étapes d'entrée/sortie des séquences multiples sont symétriques et jouent le même rôle. Pour illustrer cela, sur les schémas de câblage de la séquence simultanée, la réceptivité  $r_{56}$  est volontairement disposée sur le module 5 dans le câblage des modules crouzet, alors quelle est disposée sur le module 50 pour Télémécanique.
- Par conséquent le câblage des modules d'entrée/sortie des aiguillages et séquences simultanées peut être modifié, notamment suivant la structure des réceptivités  $r_n$ .
- On notera chez télémécanique l'utilisation de modules de dérivation. Par ailleurs les conditions de marche nous donnent un ordre relié à l'entrée de remise à zéro de tous les modules. Enfin pour rester conforme au grafcet, et si les conditions de sécurité le permettent, on peut directement valider le module 2 par le module 1 sous le contrôle de la réceptivité « m » correspondant au bouton de mise en marche.