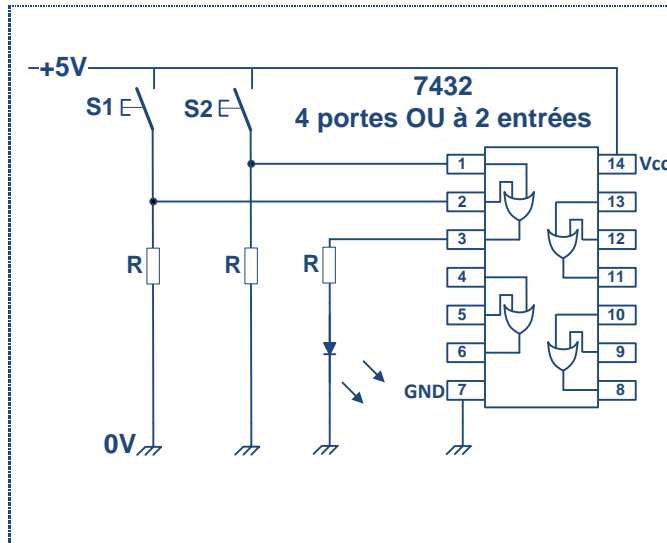




Nous venons de voir la place importante des fonctions logiques dans le monde de l'électricité. Il manque une application que je ne développerai pas mais que je donne à titre d'information : **Les circuits intégrés logiques.**

### Les fonctions logiques se trouvent sous forme:

- Câblées : circuits électriques.
- Programmées : informatique ou automatisme (informatique industrielle)
- Intégrées dans des circuits logiques (idem forme câblée) : **voir ci-dessous**

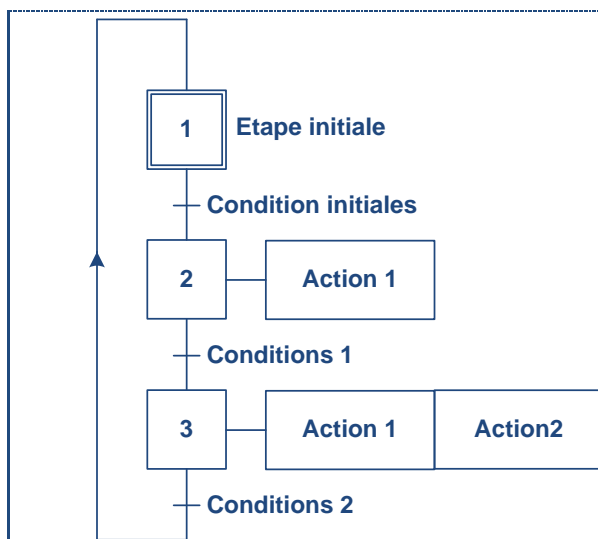


Bien qu'ils permettent de traiter les mêmes applications que les circuits logiques programmés, Les circuits intégrés logiques sont cantonnés à des applications plus légères car ils entrent dans la catégorie de la logique câblée et en possèdent tous les défauts. La réalisation d'une application doit être étudiée au cas par cas et nécessitent un matériel spécifique pour sa mise en œuvre : logiciel CAO pour l'étude du circuit imprimé, réalisation du circuit imprimé, mise en place et soudure des composants.

### Logique séquentielle :

Nous venons de voir qu'en logique combinatoire, l'ordre dans lequel sont effectuées les actions sur les variables d'entrée n'a pas d'importance sur la/les variables de sortie : ainsi les commande marche et arrêt sont indépendantes l'une de l'autre, et du moment où elles sont effectuées.

En logique séquentielle, le système automatisé décrit un cycle composé d'actions qui s'effectuent dans un ordre préétabli qui ne peut pas être changé lors de son fonctionnement : ainsi le cycle de trois étapes représenté ci-dessous est figé (soit par programmation soit par le câblage).



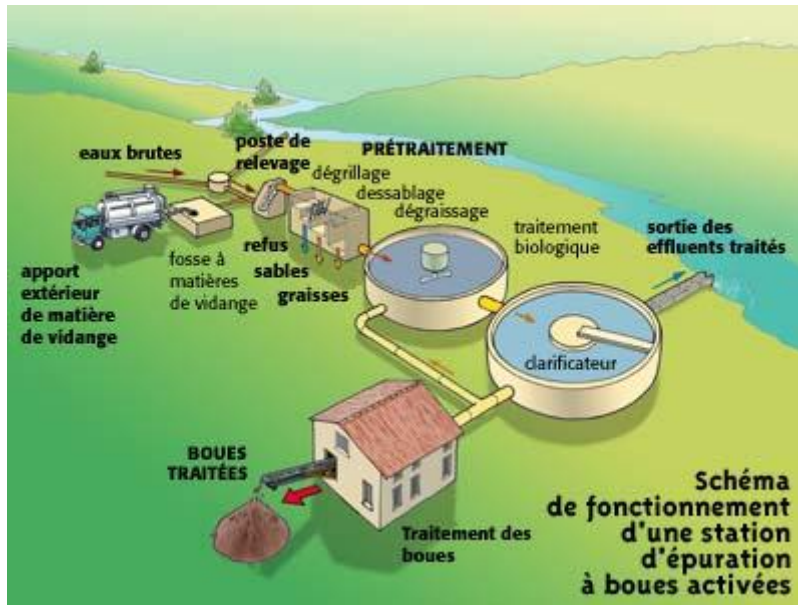
L'action 1 associée à l'étape 2 ne pourra être lancée que si l'étape initiale est « active » et que les conditions initiales de départ de cycle réunies.

L'action 1 prend fin lorsque la condition 1 est vraie ( $C1 = 1$ ) : l'étape 3 est désormais activée.

Cette représentation d'un cycle s'appelle le **GRAFSET**, elle permet non seulement décrire les séquences d'un cycle mais aussi d'effectuer sa programmation sur les automates actuels qui comprennent toutes les structures de ce langage.

Le **grafcet** ci-contre est linéaire mais d'autres

structures existent et seront développées plus loin dans le cours.



Source ADEME

**Situation** : Reprenons l'exemple précédent : Le système de pompage étudié est situé dans une station d'épuration (**Poste de relevage**): les pompes de relevage sont chargées de remonter les eaux usées stockées dans un réservoir jusqu'à une zone de dessablage chargée de retenir les sables qui ne sont pas dégradables. Les eaux usées sont amenées dans le réservoir par gravité. Le réservoir de stockage se situe à un niveau plus bas que les sites de traitement et de rejet dans le circuit de distribution : d'où le nom de pompe ou poste de relevage.

#### Situation du réservoir de stockage :

Le réservoir de stockage des eaux usées est équipé d'une pompe de relevage qui est immergée grâce aux rails de guidage prévus à cet effet.

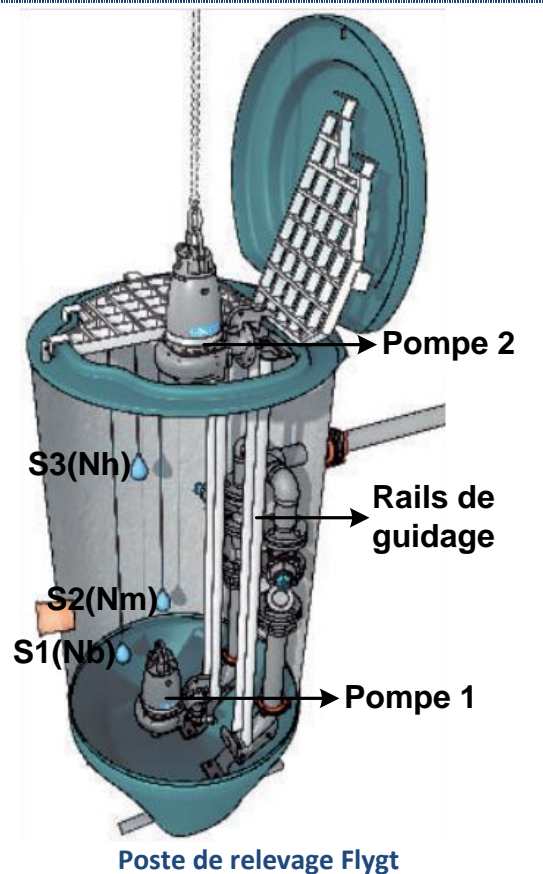
#### Détection du niveau :

Trois capteurs de niveau sont chargés de réguler le niveau d'eau dans le réservoir : **S1** (niveau bas), **S2** (niveau moyen), **S3** (niveau haut).

#### Travail demandé :

On désire ajouter une deuxième pompe de relevage pour sécuriser et rendre l'équipement plus performant. De plus, il est prévu une permutation du fonctionnement des pompes pour éviter le non fonctionnement prolongé de l'une ou l'autre des machines.

Le fonctionnement en mode automatique de l'installation existante est décrit dans le graphe ci-dessous.



### Fonctionnement de la pompe 1 : Fig.1

Le **grafcet** ci-contre, proche de l'exemple donné dans le cours, nous montre que la pompe travaille uniquement entre le niveau moyen et haut : ne perdons pas de vue que le but est de vider le réservoir.

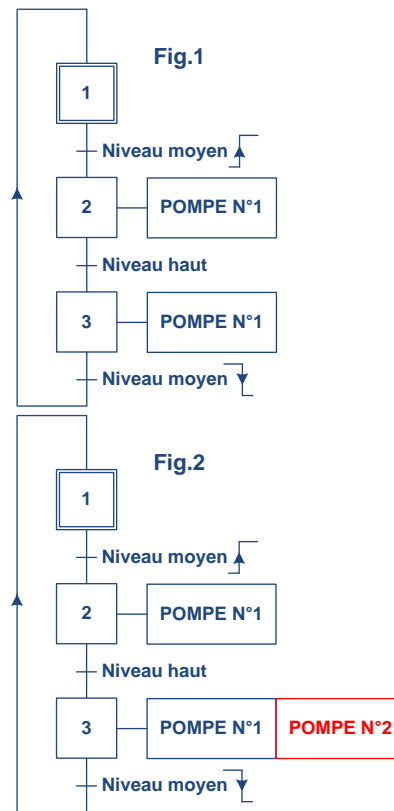
### Détail du fonctionnement :

A la fermeture de S2 la pompe 1 se met en fonctionnement, continue de pomper si le niveau de l'eau atteint S3 et ne sera mise hors tension qu'à l'ouverture de S2.

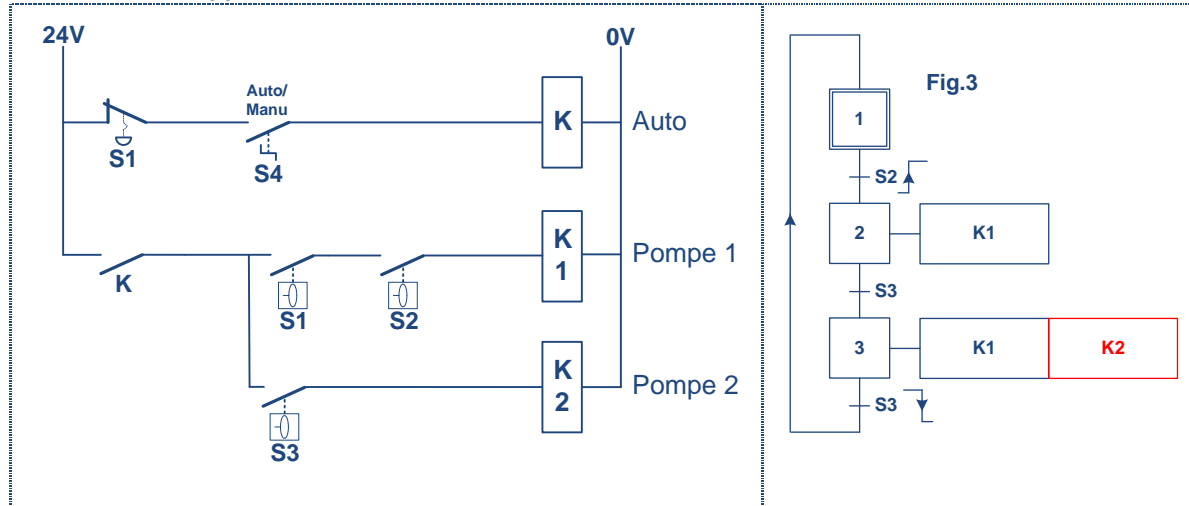
### Ajout de la pompe 2 : Fig.2

On désire ajouter une **pompe 2** pour « aider » la **pompe 1** lorsque le niveau de l'eau dépasse le niveau du détecteur **S3**, pour cela, une deuxième action est ajoutée à l'étape 3 : les deux actions sont effectuées simultanément.

**Conclusion** : on ne voit pas pour l'instant l'intérêt de développer un outil comme le **grafcet** pour résoudre ce problème d'automatisme, car la solution **électrique ou LADDER** est relativement simple à mettre en œuvre comme il est montré ci-dessous.

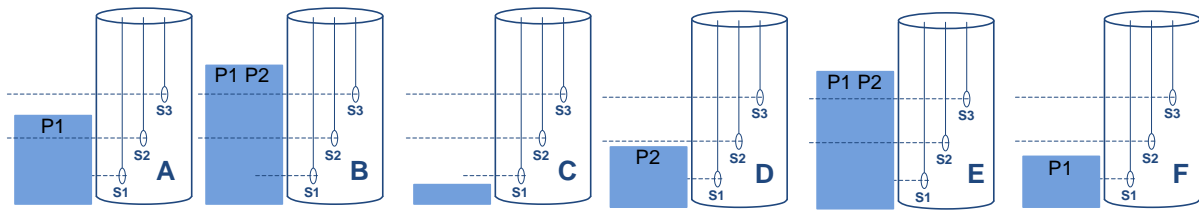


### Schéma développé :

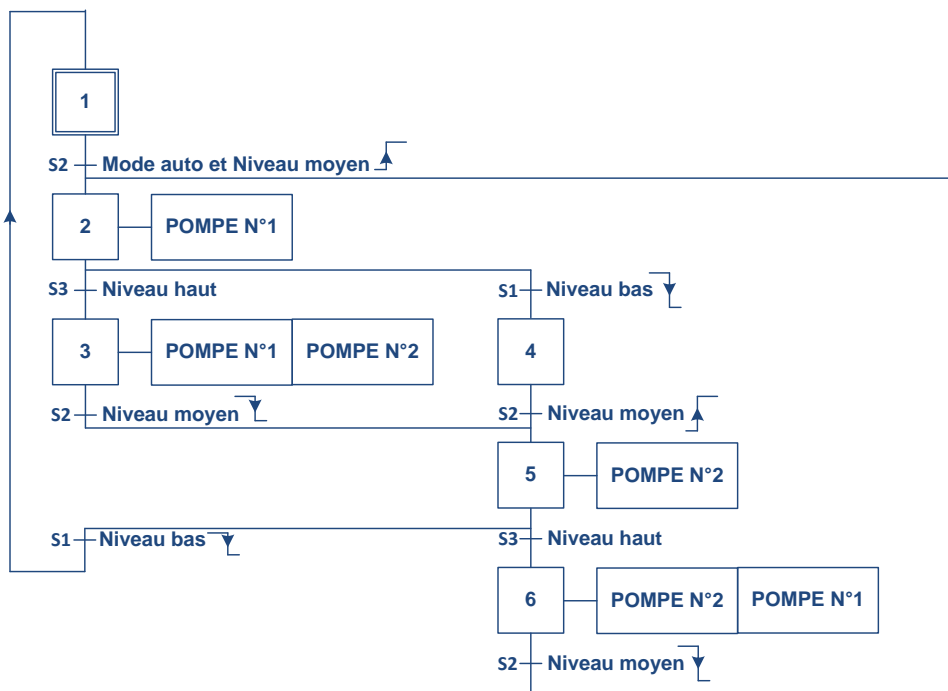


Etudions la dernière partie du cahier des charges :

Celui-ci prévoit la **permutation du fonctionnement des pompes** afin d'équilibrer leur temps de fonctionnement : **Fig.4**



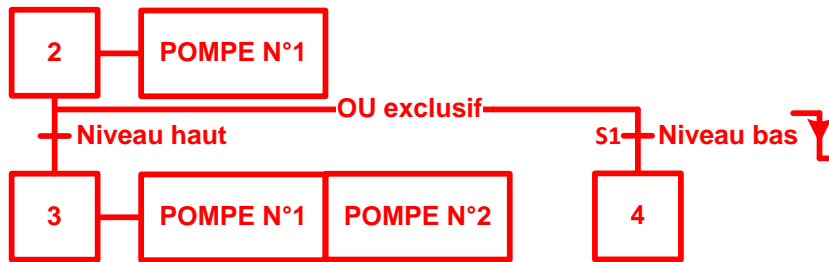
Grafct fonctionnel de la station de pompage :



Décodons la structure du grafct :

|  |  |
|--|--|
|  | <p>La pompe 1 démarre lorsque le niveau de l'eau passe S2 : <b>Schéma A</b> ; à ce moment deux solutions peuvent se produire :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Soit le niveau de l'eau continue d'augmenter et atteint S3 : <u>évolution de l'étape 2 vers l'étape 3</u></li> </ol> <p style="text-align: right;"><b>schéma B</b></p>  |
|  | <ol style="list-style-type: none"> <li>2) Soit le niveau baisse et passe sous S1: <u>évolution de l'étape 2 vers l'étape 4</u></li> </ol> <p style="text-align: right;"><b>schéma C</b></p> <p>Lorsqu'une étape n'est associée à aucune action cela signifie qu'aucune « machine » ne fonctionne et que l'automatisme attend un « évènement » : Ici, que l'eau remonte jusqu'au niveau moyen S2.</p> |

Le choix des 2 solutions possibles **schéma B** OU **C** constitue une **divergence en OU exclusif** : 1 seul choix est possible.



La divergence permet à l'automatisme de choisir entre deux cycles. Deux cycles peuvent aussi converger vers un seul : dans ce cas nous parlerons de **convergence** comme au point décrit ci-dessous.

**Décodage** : Lors de la descente du niveau d'eau (ouverture de S2), la pompe 2 est alimentée au lieu de la pompe 1 qui fonctionnait lors de l'étape 2 : la permutation a eu lieu.



Vous avez maintenant tous les éléments qui vous permettent le décodage du fonctionnement de la station de relevage.

### L'équipement doit-il être réalisé en logique câblée ou programmée ?

Un coup d'œil au fonctionnement donné par le grafcet permet de proscrire la version câblée car seul le rôle de S3 est clair : mise en route de P1 et P2. En revanche, la permutation de P1 et P2 en logique câblée demeure obscure et demande une bonne expérience du schéma électrique pour être réalisée car elle dépend aussi des choix technologiques qui sont faits: je vous donnerai une solution possible.

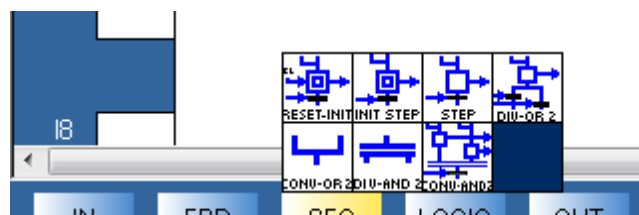
### Solution programmée :

La solution proposée fait encore appel au module logique **Zelio** qui intègre aussi le langage grafcet : en situation réelle nous choisirions un « vrai » automate programmable plus « performant » du point de vue du nombre d'entrées et de sorties. D'autre part, l'automatisme serait rendu **communicant** pour être surveillé et commandé à distance, nous verrons tout cela dans la deuxième partie.

### Symbolisation utilisée par le logiciel :

Bien qu'elle diffère sensiblement d'un logiciel de programmation à l'autre, on reconnaît facilement la structure du **grafcet** car elle répond à une norme graphique et fonctionnelle universelle.

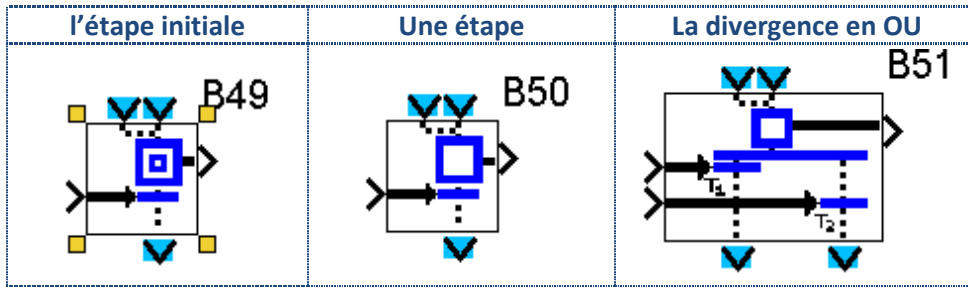
Ainsi, la bibliothèque de symboles du logiciel du progiciel de programmation des modules **Zelio** est la suivante :



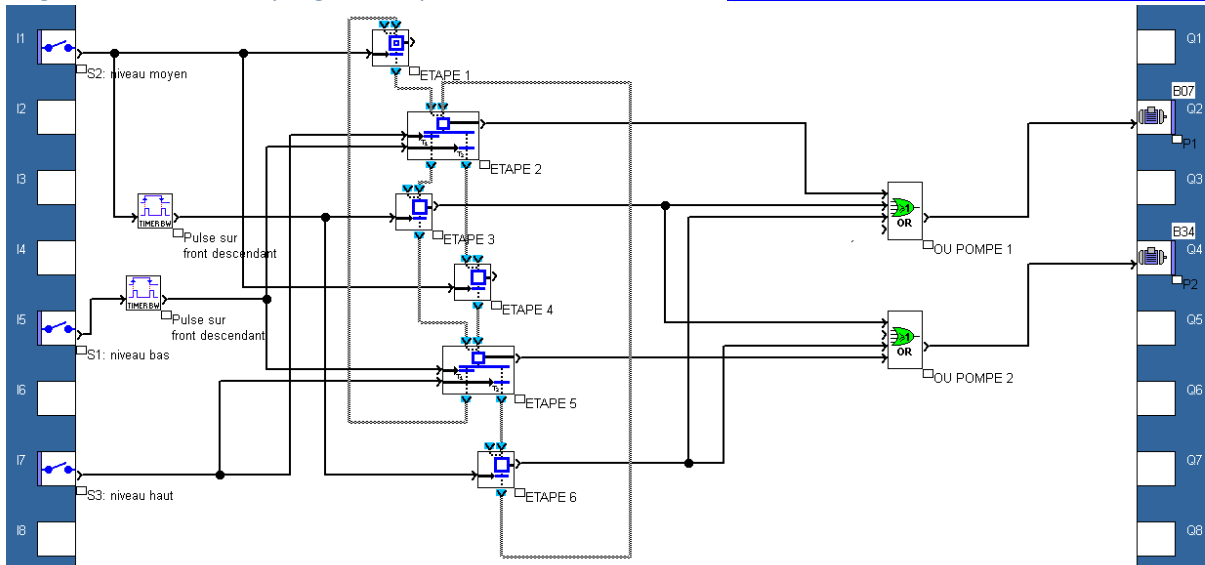
On reconnaît:

Marc Sanchez

<http://electrotechnique.fr>

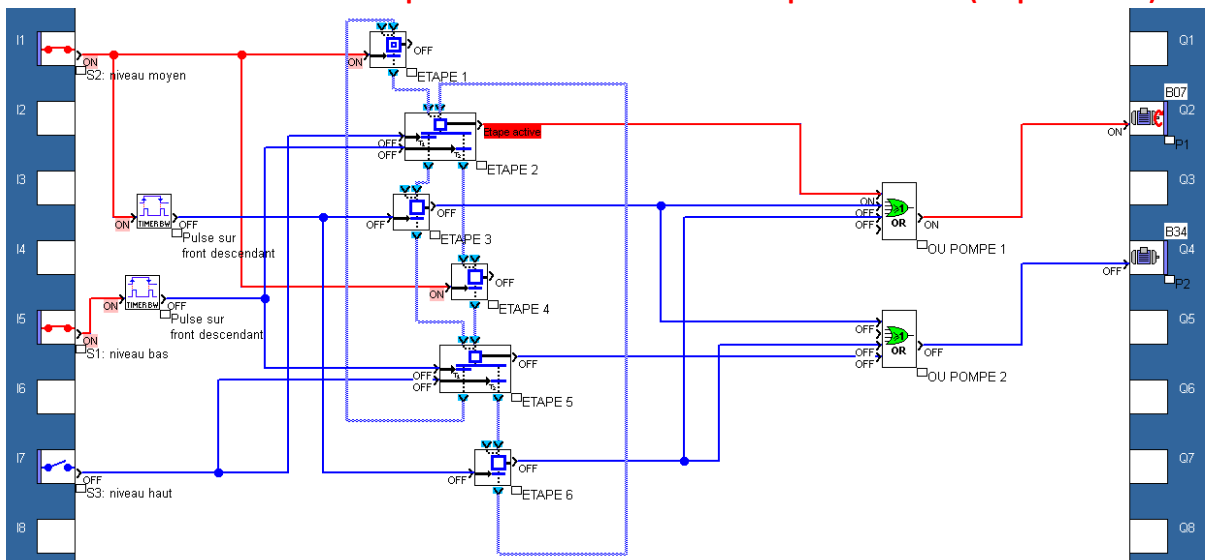


Le grafset fonctionnel programmé pour le module zelio est : [quelques précisions en fin du document](#)

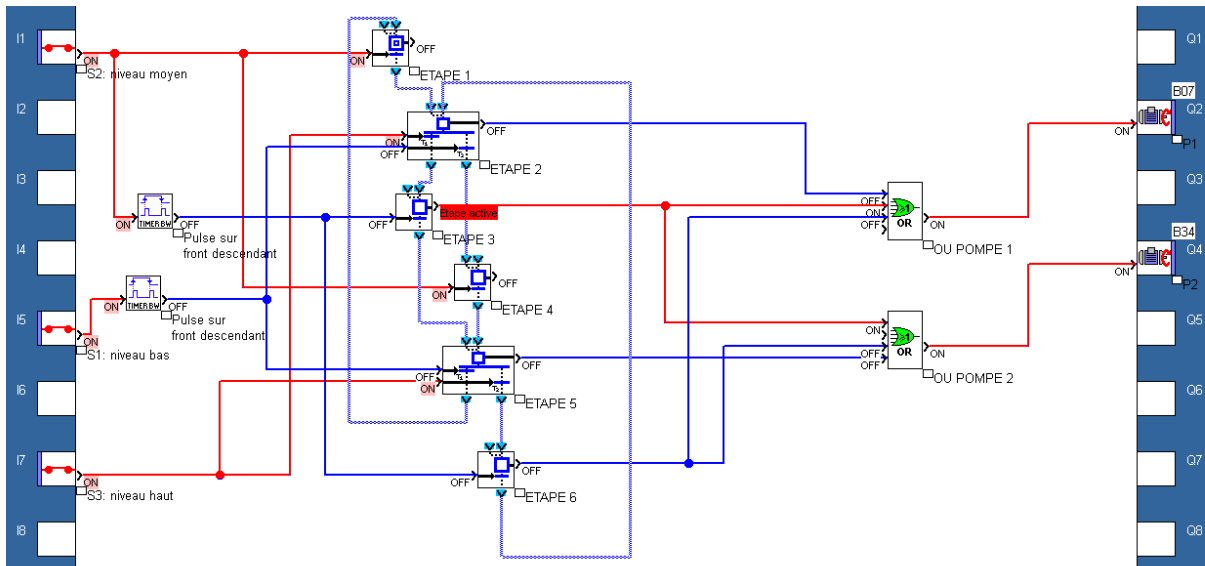


Simulation du fonctionnement du grafset:

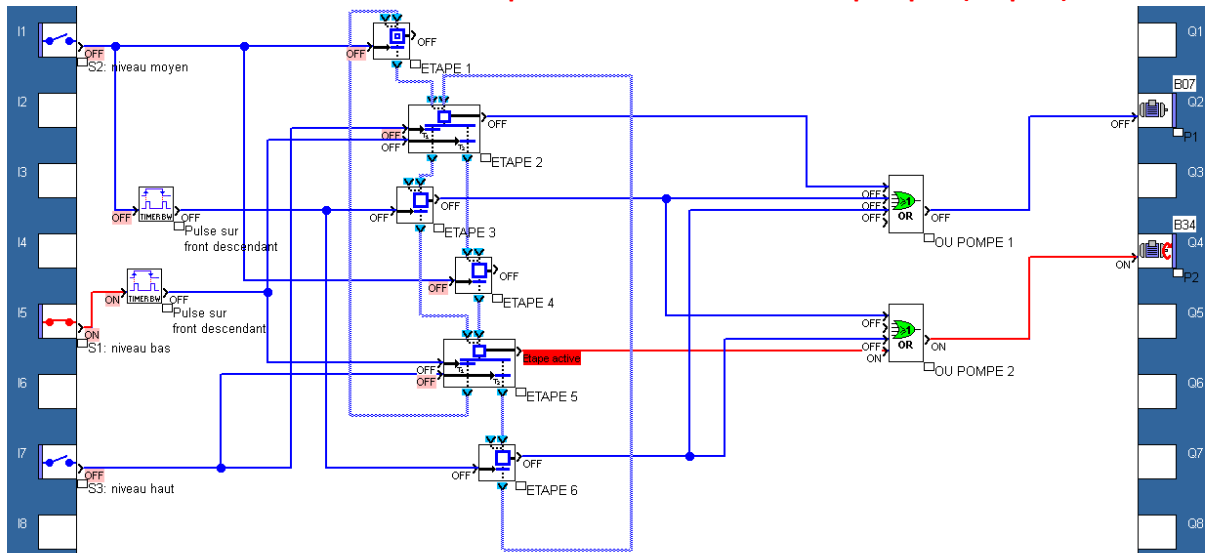
**Niveau S1 et S2 atteints à la première mise en service : Pompe1 en service (étape 2 active)**



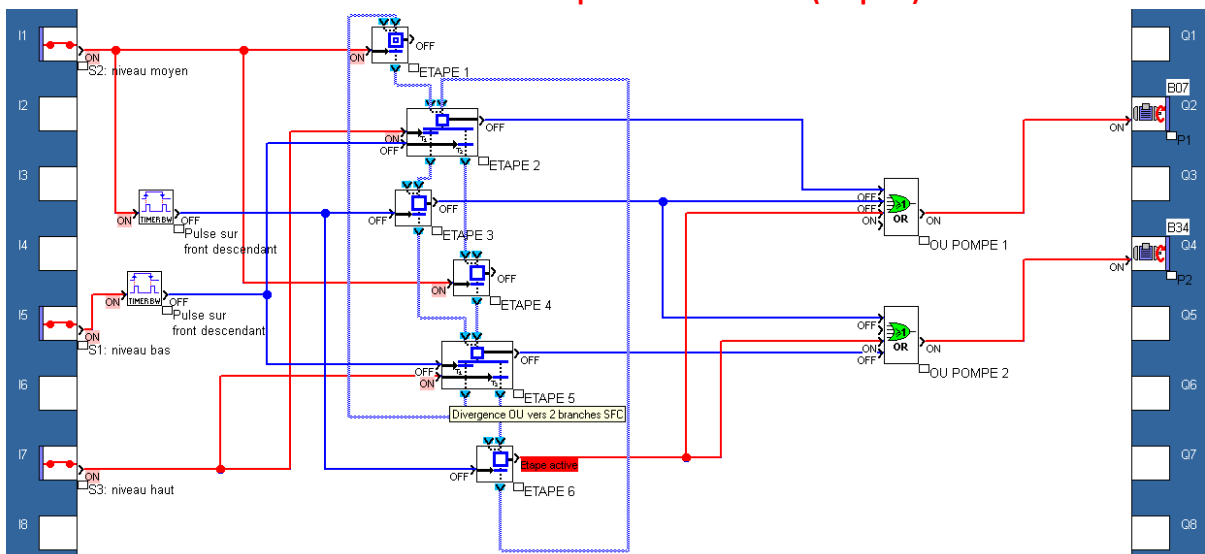
**Niveau S3 atteint: Pompe1 et 2 en service (étape 3)**



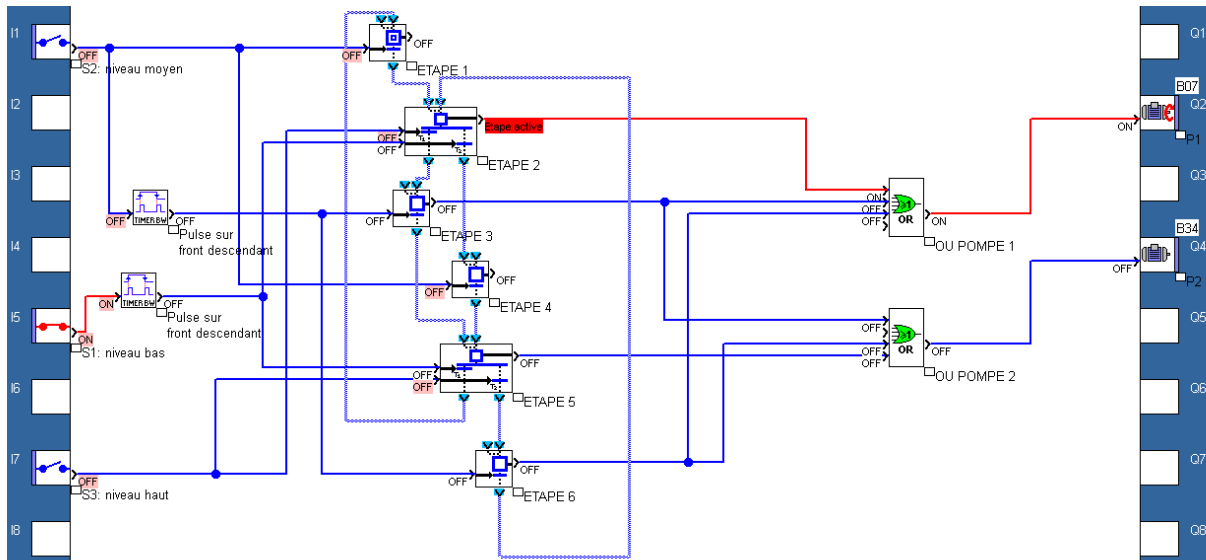
**Niveau descend sous S2: Pompe2 en service et arrêt de la pompe1 (étape 5)**



**Niveau S3 atteint: Pompe1 et 2 en service (étape 6)**



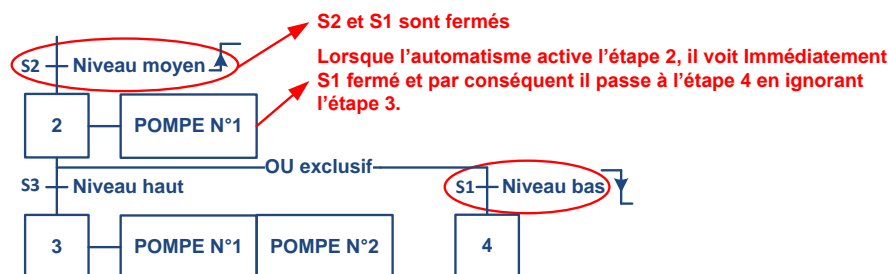
**Niveau descend sous S2: Pompe1 en service et arrêt de la pompe2 (étape 2)**



Quelques précisions sur le programme :

| Détails graphiques des étapes   | étape |
|---|-------|
| <p>Les étapes possèdent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 entrées hautes et une seule sortie basse pour effectuer les liaisons entre étapes.</li> <li>• 1 entrée transition (gauche) pour raccorder les entrées.</li> <li>• 1 sortie d'étape (droite) pour raccorder les actions : sorties.</li> </ul> |       |

Une difficulté de cette étude est le point suivant :

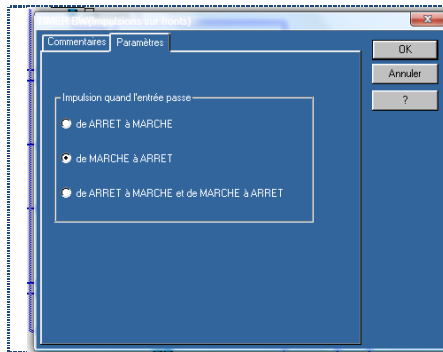


Pour contrer cette difficulté les développeurs ont trouvé une astuce de programmation qui permet de générer des « fronts », c'est-à-dire des impulsions dans des conditions spécifiques :

Dans le cas présent, **l'ouverture de S1 doit provoquer l'activation de l'étape 4** :

|  |   |
|--|---|
|  | <p>Comme le symbole l'indique, ce module programmable est capable de générer une impulsion à la fermeture et/ou à l'ouverture du capteur qui est connecté sur son entrée : dans le cas qui nous intéresse, l'impulsion doit apparaître lors de l'ouverture de l'entrée.</p> |
|--|---|





Paramétrage de l'impulsion

Les portes logiques OU permettent l'alimentation des sorties en respectant les relations suivantes :

- **Pompe 1 = étape 2 ⊕ étape 3 ⊕ étape 6**
- **Pompe 2 = étape 3 ⊕ étape 5 ⊕ étape 6**

Précision sur le raccordement d'un relais logique ou d'un automate programmable :

Un automate ou un relais logique possède des entrées sur lesquelles sont raccordées les variables d'entrées : BP, inters, capteur T.O.R, capteur analogique, etc.

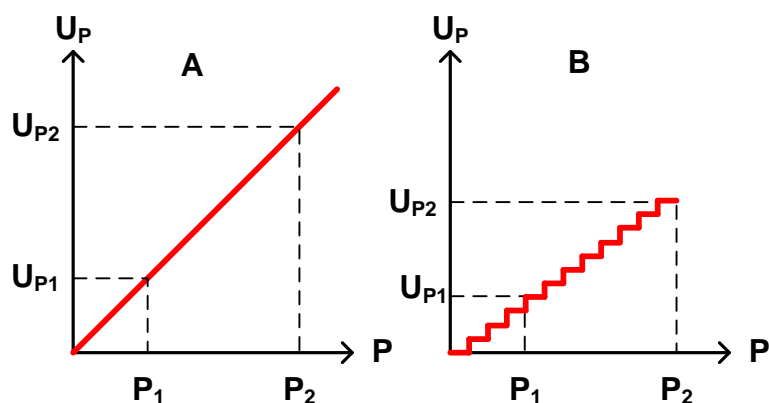
Le principe retenu pour le câblage des entrées est universel : il consiste à relier l'entrée à un potentiel pour lequel elle est prévue de fonctionner. L'appareil que nous avons choisi pour cette application possède des entrées 230V :

**Lorsque l'entrée se trouve soumise à 230V, l'état logique correspondant est égal à 1.**

### Capteur T.O.R, analogique ou numérique

Il existe des **capteurs analogiques ou numériques**: ou l'information donnée à l'automate varie avec la grandeur physique que le capteur d'entrée est chargé de contrôler.

**Exemple** : un capteur de pression dont l'image **P** est renvoyée à l'automate sous forme d'une tension analogique **(A)** ou numérique **(B)**.



**A SUIVRE**