

## INITIATION A LA TECHNOLOGIE PNEUMATIQUE & TUTORIEL DU PROGICIEL Pfff Série de 6 vidéos youtube

Cette série de vidéos est réalisée à la demande des étudiants de L3 automatique, pour pallier des lacunes en technologie pneumatique (dont l'enseignement est théoriquement pris en charge dans le module actionneurs). Compte tenu du fait qu'on ne peut occulter la technologie pneumatique de l'installation en automatique, cette série va faciliter l'étude et le câblage en électropneumatique.

### Part1: Initiation à Pfff et Etude des composants pneumatiques

Lien vidéo de initiation TechnPneum part 1 18mn31s: <https://youtu.be/jg8y0zTe4r0>

- Vérin double effet, distributeurs 4/2 bistable et 3/2 monostable, sources d'énergie, fin de course à galet
- Câblage de cycle AR par vérin DE, 2 distributeurs 4/2 bistable et 2 capteurs fin de course à galet

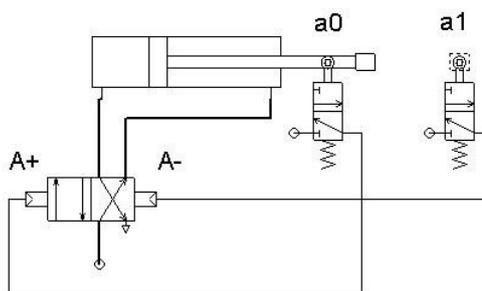


Figure 1 Cycle AR

### Part2: Câblage de cycle Aller-Retour avec composant monostable

Lien vidéo de initiation TechnPneum part 2 20mn39s: <https://youtu.be/gKQZW8IKCDw>

#### 2.1° Etude des autres composants de la librairie de Pfff

- 2.1.a Commandes manuelles du distributeur 3/2: galet & ressort de rappel, BP, bouton & accrochage
- 2.1.b Distributeurs monostables et bistables 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 : principes de fonctionnement
- 2.1.c Cellules logiques (ET, OU, NON), fonction mémoire par bascule SR
- 2.1.d Le vérin simple effet

#### 2.2° câblage du cycle AR avec 4/2 mono et mémoire bistable

Maintenant il s'agit de remplacer le 4/2 bistable de la partie 1 par un 4/2 monostable couplé avec une bascule SR (mémoire bistable). Cette mémoire sera mise à 1 au début du cycle et remise à 0 à la fin de la course aller.

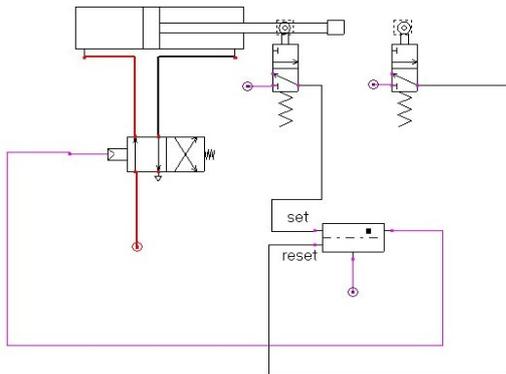


Figure 2.2 Cycle AR avec 4/2 mono et bascule SR

### Part3: Cycle carré & Notions de graficets à cycles répété et unique

Lien vidéo de initiation TechnPneum part 3 10mn52s: <https://youtu.be/IPGIiHKJFY>

#### 3.1° Cycle carré bouclé répété (mode automatique) avec distributeurs 4/2 bistables

En s'inspirant du cycle AR (parties 1 et 2), réaliser un cycle carré répété avec 2 vérins DE, 2 distributeurs 4/2 bistables, 2 capteurs fin de course à galet

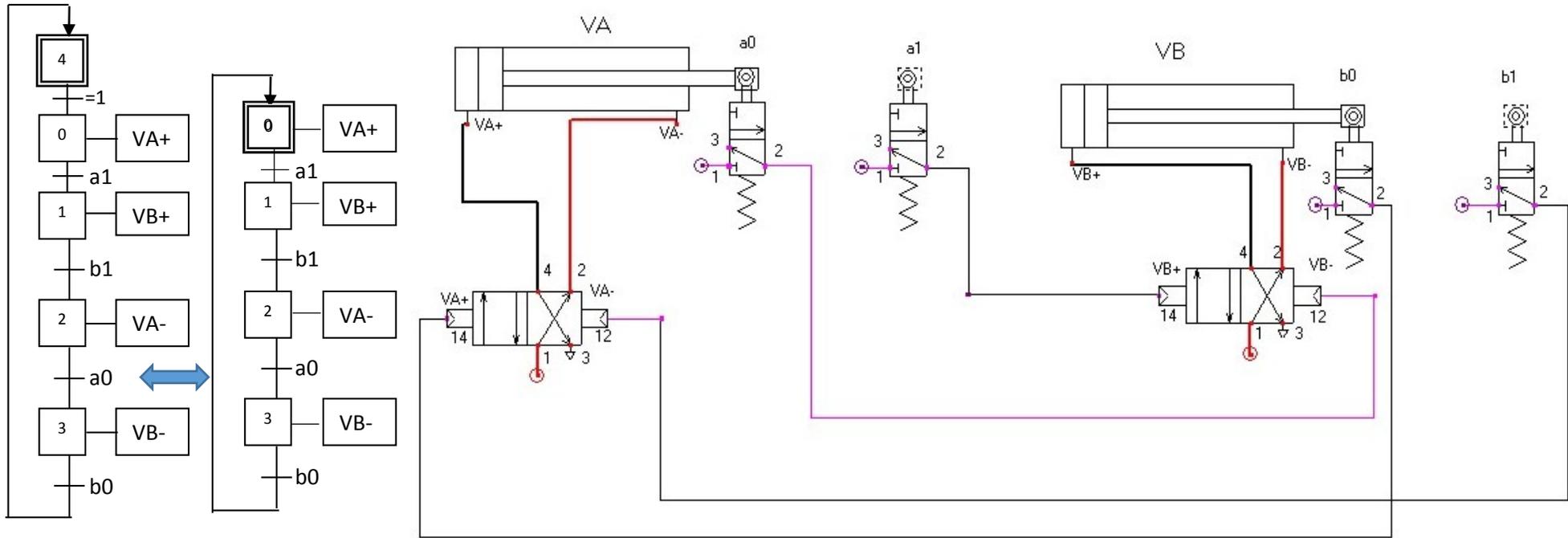
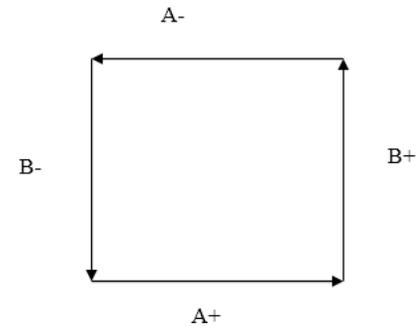


Figure 3.1 Cycle carré bouclé répété



### 3.2 Cycle carré unique avec 4/2 bistables, cellules ET et bouton poussoir

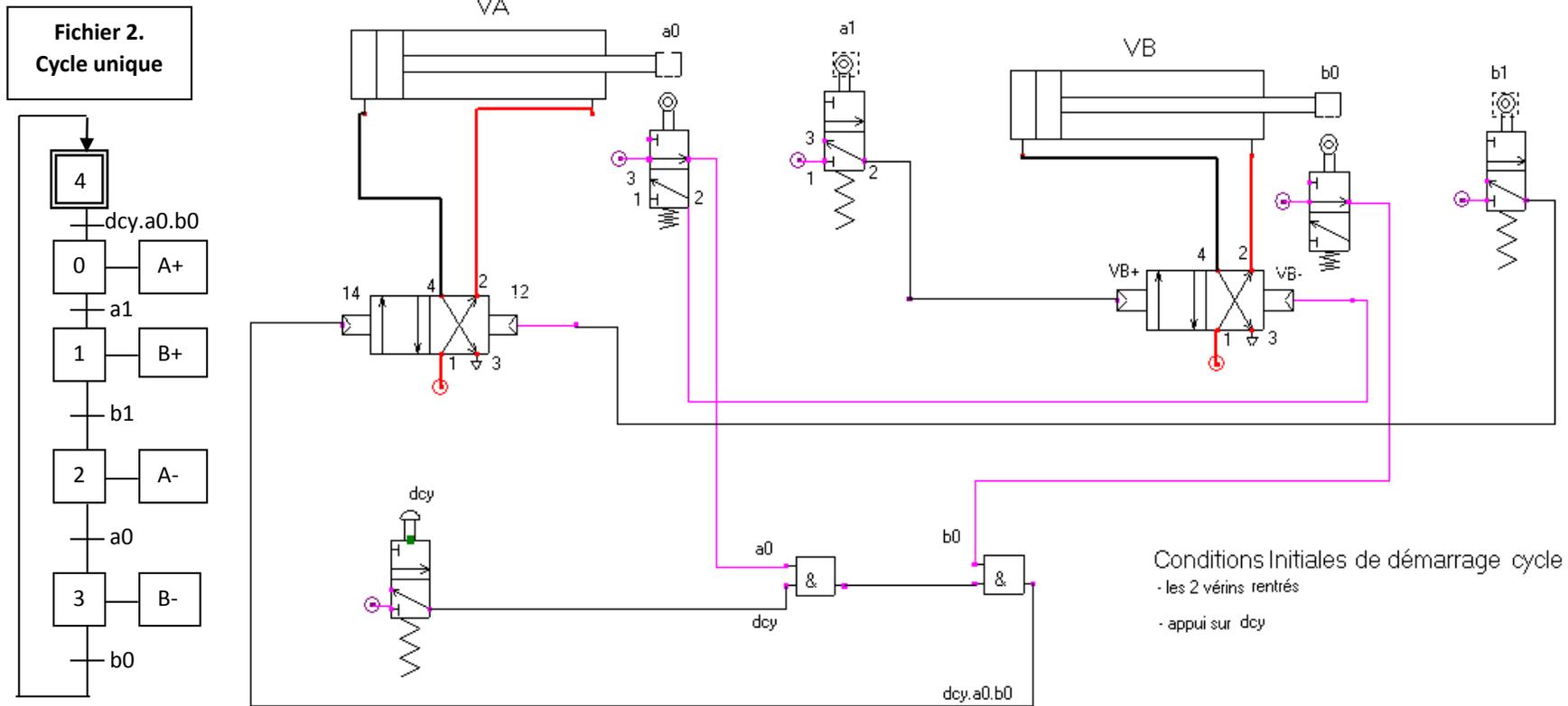


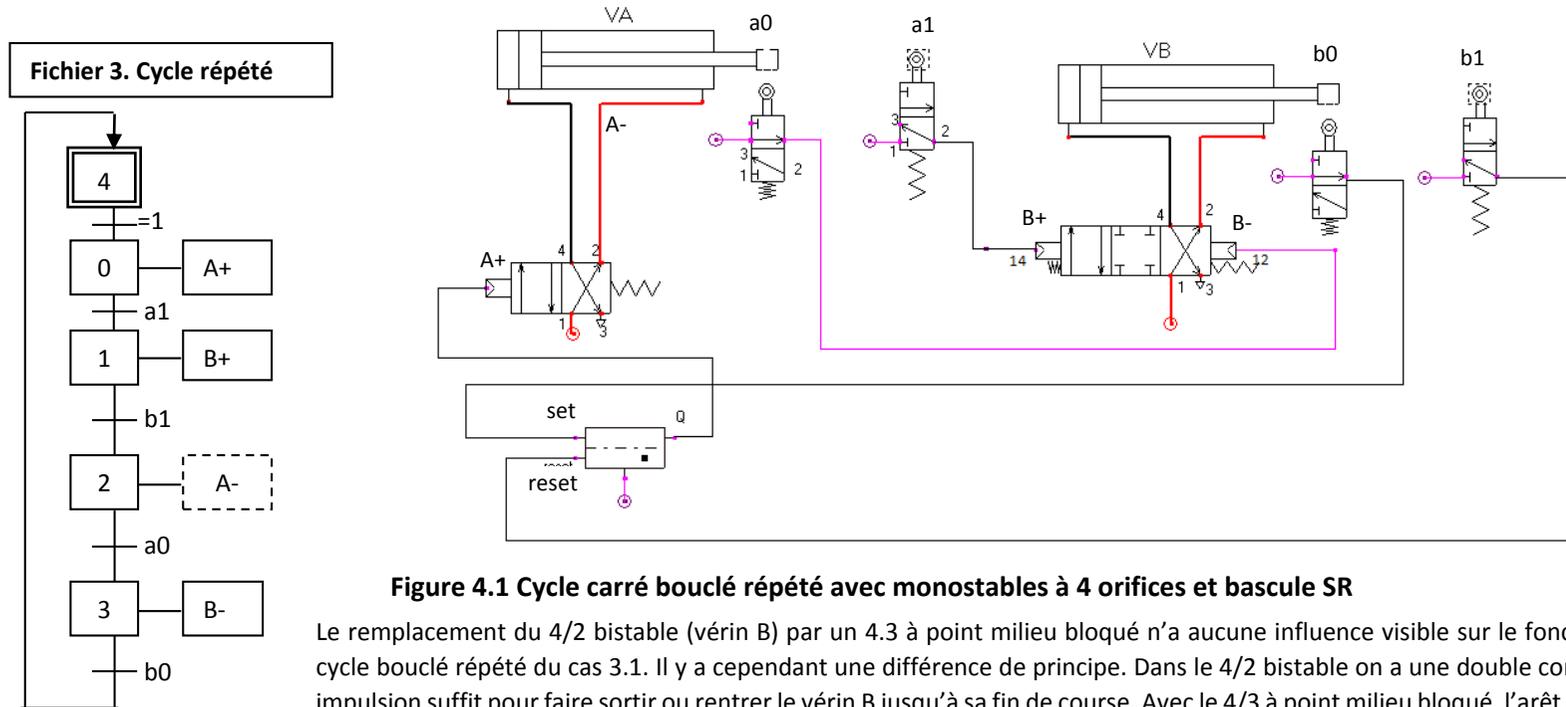
Figure 3.2 Cycle carré unique bouclé

## Part 4: Cycle carré bouclé répété (mode automatique) à composants monostables

Lien vidéo de initiation TechnPneum vidéo 4 23mn37s: <https://youtu.be/NlhfbmiN9s>

### 4.1 Cycle carré répété à distributeurs monostables 4/2 et 4/3 et mémoire SR

On va remplacer les 4/2 bistables par un 4/2 monostable couplé à une mémoire bistable et un 4/3 monostable à centre bloqué.



**Figure 4.1 Cycle carré bouclé répété avec monostables à 4 orifices et bascule SR**

Le remplacement du 4/2 bistable (vérin B) par un 4/3 à point milieu bloqué n'a aucune influence visible sur le fonctionnement par rapport au cycle bouclé répété du cas 3.1. Il y a cependant une différence de principe. Dans le 4/2 bistable on a une double commande. A chaque fois une impulsion suffit pour faire sortir ou rentrer le vérin B jusqu'à sa fin de course. Avec le 4/3 à point milieu bloqué, l'arrêt de la commande fait revenir le distributeur à la position médiane qui va arrêter l'évolution du vérin. On ne peut ni faire sortir ni rentrer le vérin à la main, car les orifices du distributeur sont bloqués. Dès que la commande réapparaît le vérin continue son déplacement de la position où il s'est arrêté. Comme cette notion de coupure de la commande revient en simulation à arrêter l'horloge, on ne voit donc effectivement aucune différence de fonctionnement avec le cas 3.1.

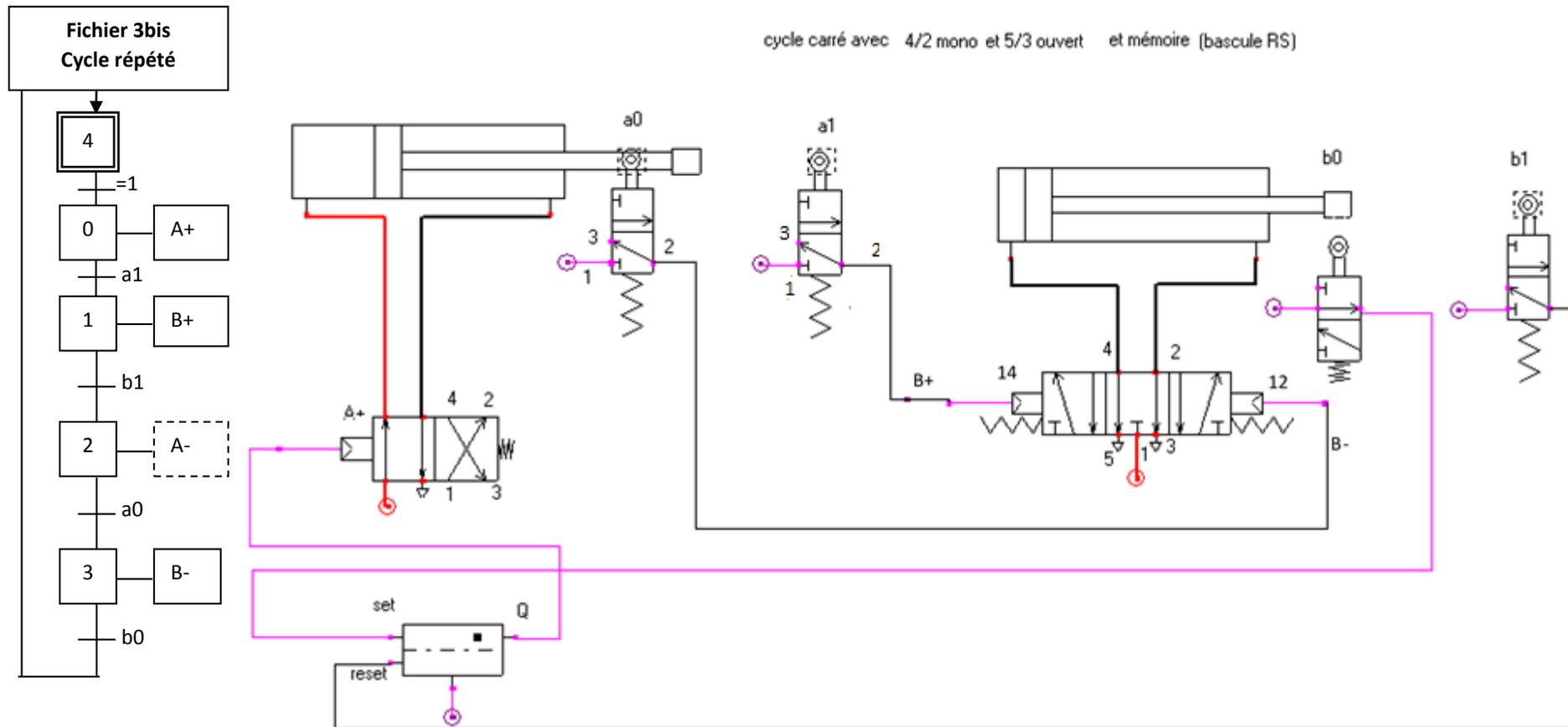
Par contre le remplacement du distributeur du vérin A par un monostable 4/2 nécessite une adaptation pour que le système continue de fonctionner comme dans le cas 3.1. En effet dès que le signal a1 apparaît, la commande B+ est activée et le ressort de rappel devra ramener le distributeur à la position de repos qui commande A-. Pour que le vérin A ne puisse rentrer que quand le vérin B est en fin de course, on a besoin d'une mémoire (bascule SR) qui maintient la commande A+ tant que l'information b1 n'est pas arrivée. Dès que cette information arrive, elle fait un reset de la mémoire. Ainsi la commande VA+ disparaît permettant au ressort de travailler et de ramener le distributeur monostable à son état de repos, ce qui envoie le signal A- sur le vérin.

Par conséquent l'utilisation de la mémoire a permis d'avoir un **fonctionnement du système identique à celui du cas 3.1**. On observe cependant un temps de retard dans l'affichage des mouvements du vérin A dû à la mémoire.

On aura donc au final le même grafset que dans le cas 3.1, avec une différence : la commande A- n'existe pas (en pointillés sur le grafset), puisqu'on a affaire à un monostable (c'est le ressort qui fait le travail).

On aura donc au final le même grafset que dans le cas 3.1, avec une différence : la commande A- n'existe pas (en pointillés sur le grafset), puisqu'on a affaire à un monostable (c'est le ressort qui fait le travail).

#### 4.2 Cycle carré bouclé répété avec distributeurs monostables 4/2 et 5/3 (à point milieu libre à l'échappement)



Le remplacement du distributeur 4/3 (du vérin B) par un 5/3 à point milieu libre n'a aucune influence visible sur le fonctionnement.

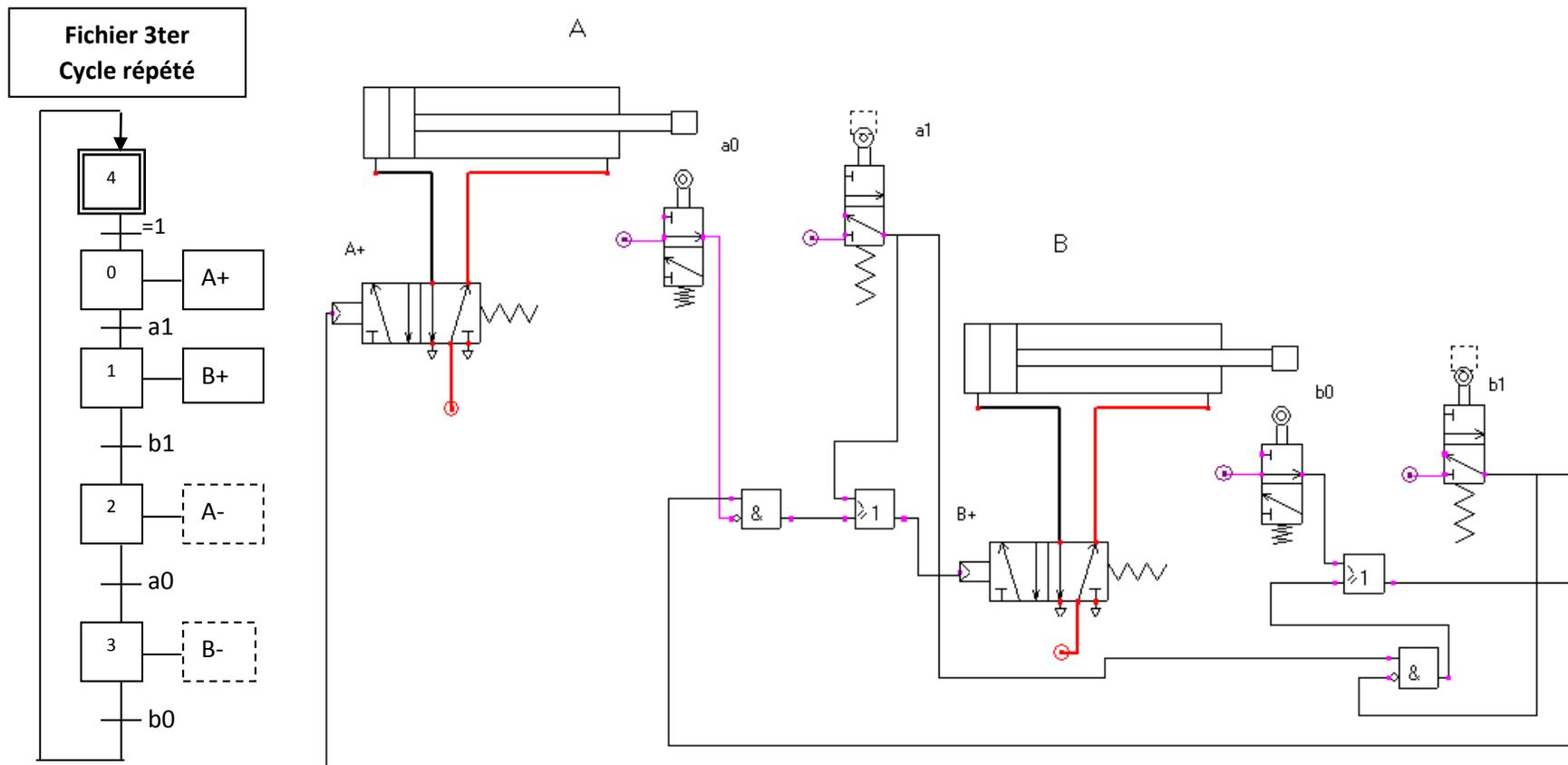
Il y a cependant une légère différence. Avec le 4/3 à point milieu bloqué, l'arrêt de la commande fait revenir le distributeur à la position médiane qui va arrêter l'évolution du vérin. On ne peut ni faire sortir ni rentrer le vérin à la main, car les orifices du distributeur sont bloqués. Dans le cas du 5/3 à point milieu libre à l'échappement, après arrêt de la commande, les 2 chambres du vérin sont reliées à la pression atmosphérique via les orifices d'échappement. Contrairement au cas précédent on peut pousser ou tirer manuellement la tige du vérin et faire sortir l'air emmagasiné dans la chambre.

Dans les deux cas dès que la commande réapparaît le vérin continue son déplacement de la position où il s'est arrêté. Comme cette notion de coupure de la commande revient à arrêter l'horloge, on ne voit donc effectivement aucune différence de fonctionnement avec le cas 4.1. Comme dans le cas précédent on observe un temps de retard (dû à la mémoire) dans l'affichage des mouvements du vérin A.

**Par conséquent on a exactement le même fonctionnement et le même grafcet que le dans le cas 4.1.**

### 4.3 Cycle carré bouclé répété avec distributeurs 5/2 monostables et cellules

cycle répété avec 5/2 mono et cellules logiques



Le remplacement des deux distributeurs bistables par deux distributeurs monostables, nécessite une adaptation pour que le système continue de fonctionner comme dans le cas du cycle carré 3.1. Au lieu d'utiliser une bascules SR comme dans les cas 4.1 et 4.2 (figures 3 et 3 bis), ici on se contente de cellules : une cellule OU et une cellule ET à entrée inverseuse pour chaque distributeur.

**On obtient un fonctionnement du système identique à celui des cas 4.1 et 4.2, sans l'inconvénient du ralentissement du vérin A (dû à l'introduction de la mémoire).**

**Au final on aura donc le même séquençage sur le grafcet que le dans le cas 3.1, avec une différence : les commandes A- et B- n'existent pas (en pointillés sur le grafcet), puisqu'on a affaire à des monostables : ce sont les ressorts de rappel des distributeurs qui font le travail de commande de retour des vérins.**

## Part 5: Grafcet en cycle automatique, mémoire d'étape et séquenceur

Lien vidéo de initiation TechnPneum vidéo 5 47mn31s: <https://youtu.be/BGKehOB8Hgl>

Reprenons le schéma du cycle carré de l'exemple 3.1 avec des distributeurs 4/2 bistables. Nous voulons obtenir un fonctionnement automatique commandé par un séquenceur qui correspond au grafcet du cas 3.1. Pour cela on utilise : un bouton Dcy de démarrage cycle, un bouton Raz de remise à zéro ou d'arrêt, des modules ou mémoires d'étapes.

Le module d'étape câblé dans le progiciel est celui de télémechanique dont le schéma de principe est donné ci-contre (pour une étape de grafcet numéro 2).

Numéros 1, 2 et 3 : numéros d'étapes successives d'un grafcet

R : remise à zéro

P : alimentation en pression

S : sortie vers les préactionneurs activée à l'étape 2

A1 : entrée d'activation venant du module d'étape 1

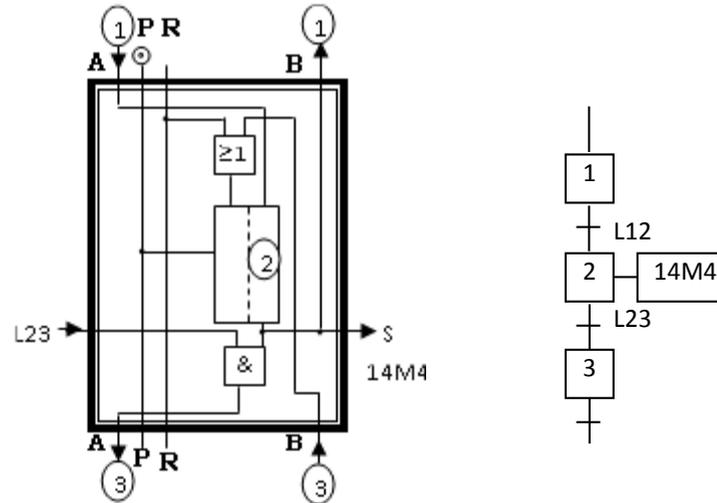
B1 : sortie de désactivation allant vers le module d'étape 1

A3 : sortie d'activation allant vers le module d'étape 3

B3 : entrée de désactivation venant du module d'étape 3

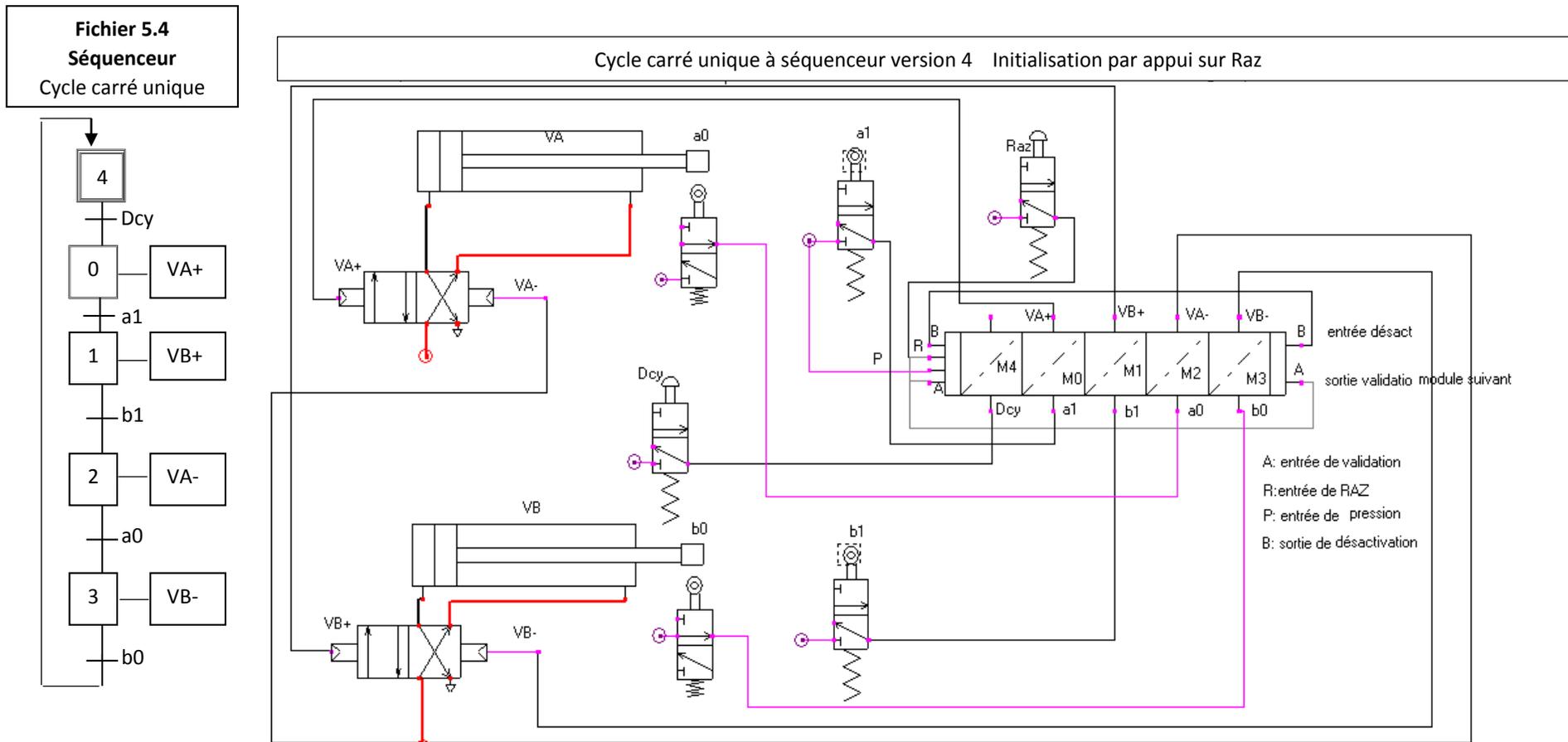
L23 : entrée de capteur de validation du module 3

(situé sur la transition entre les étapes 2 et 3)



Une des possibilités de réalisation est décrite par le schéma de câblage de la figure 5.1 suivante (fichier 5.4).

### 5.1 Séquenceur en cycle unique avec bouton de démarrage cycle et remise à zéro



On démarre du schéma du grafctet de la figure 3.1 du cycle carré bouclé pour réaliser un cycle unique commandé par séquenceur. A chaque étape du grafctet on fait correspondre un module d'étape. Comme on a affaire à un grafctet séquentiel, le schéma est très simple et l'ensemble des mémoires d'étapes constitue le séquenceur. La boucle du grafctet correspond à la boucle du module M3 sur le module M4.

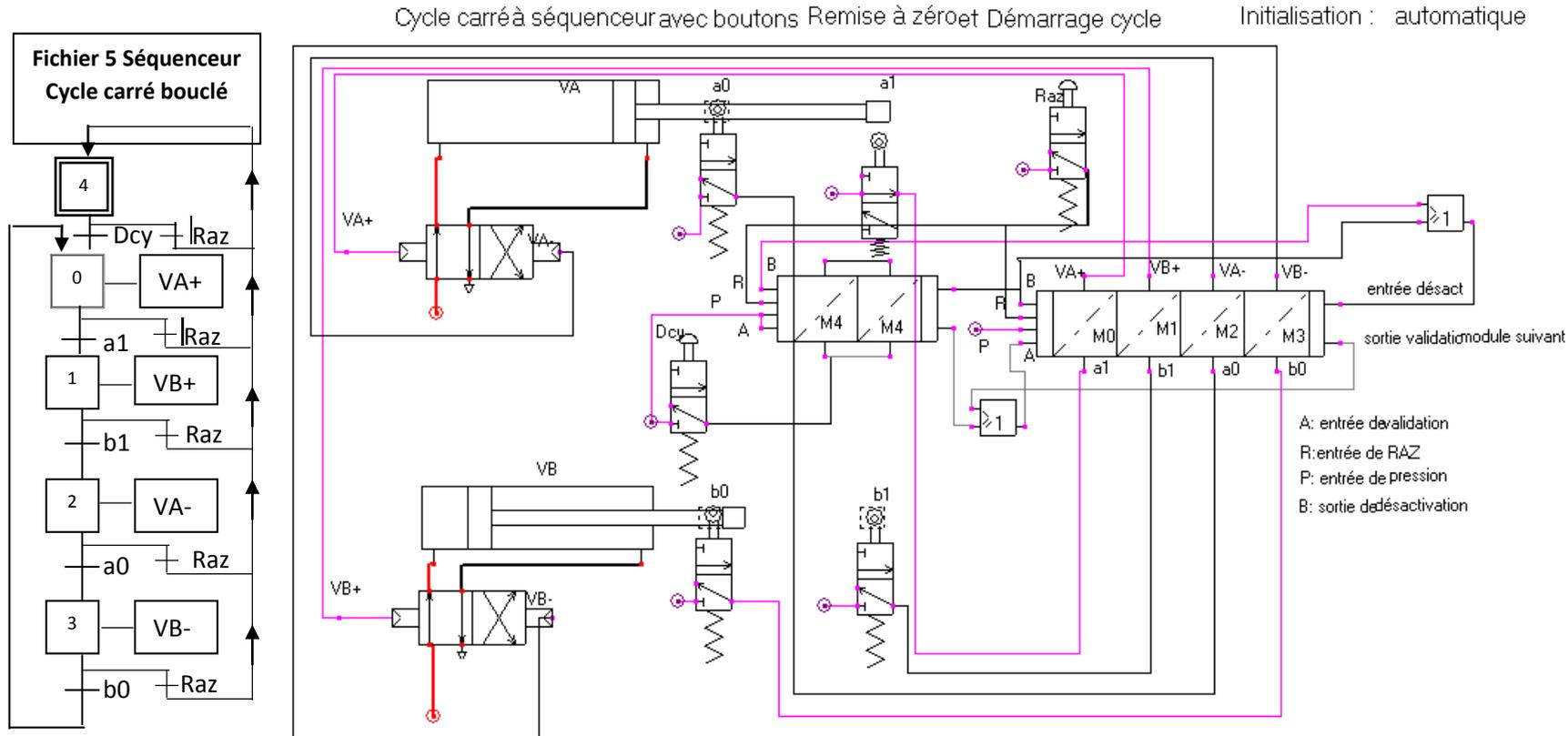
La condition de démarrage du cycle du séquenceur est l'activité du module d'étape M4. Pour traduire cette notion d'activité inconditionnelle de l'étape initiale du grafctet, on valide M4 à l'instant initial en reliant sa borne A d'entrée soit à la pression soit au signal Raz. Dans le premier cas l'initialisation est automatique (pas besoin d'appuyer sur un bouton) et le module M4 est validé en permanence, ce qui ne gêne aucunement le fonctionnement cyclique. Dans le second cas (cf. figure 5.4) elle nécessite l'appui sur le bouton Raz.

A la fin du cycle, le module M3 boucle sur le module M4. En appuyant ensuite sur Dcy, le cycle se répète sans avoir besoin d'appuyer à nouveau sur Raz.

Dès qu'on détecte Raz en cours de fonctionnement, le séquenceur est réinitialisé (tous ses modules sont remis à zéro). Après appui sur Dcy, le séquenceur passe, selon le cas, de M4 à M0 ou M1 ou M2 ou M3, en fonction de l'état des valeurs des capteurs sur ses entrées.

Pendant qu'une action est exécutée, dès qu'on détecte Raz, le grafctet retourne à l'étape initiale (tous les modules réinitialisés) mais l'action en cours continue : le vérin continue à sortir ou à rentrer car nous avons affaire à des distributeurs bistables. On peut dire que nous avons affaire à des actions mémorisées. Une solution pour éviter que les actions continuent quand on appuie sur un bouton d'arrêt d'urgence (ce qui peut être dangereux), est d'utiliser soit des bloqueurs soit des distributeurs à 3 positions partout (des 4/3 à point milieu bloqué au lieu de 4/2).

## 5.2 Cycle carré bouclé répété commandé par séquenceur avec bouton de démarrage cycle et arrêt d'urgence



Partant du grafcet précédent du cycle unique, on va y introduire deux modifications : réaliser un grafcet bouclé répété et prendre en compte la remise à zéro du séquenceur par le bouton Raz. Ce bouton joue le rôle de bouton d'arrêt d'urgence, en plus à la réinitialisation du séquenceur.

Le grafcet a besoin de l'information Dcy pour démarrer, puis il boucle indéfiniment jusqu'à l'appui sur Raz qui le renvoie à l'étape initiale 4. Les boucles de retour Raz du grafcet sont prises en compte dans le séquenceur par le branchement en cascade des bornes R (remise à zéro) des modules d'étapes au bouton poussoir Raz. On n'a pas besoin de branchement supplémentaire.

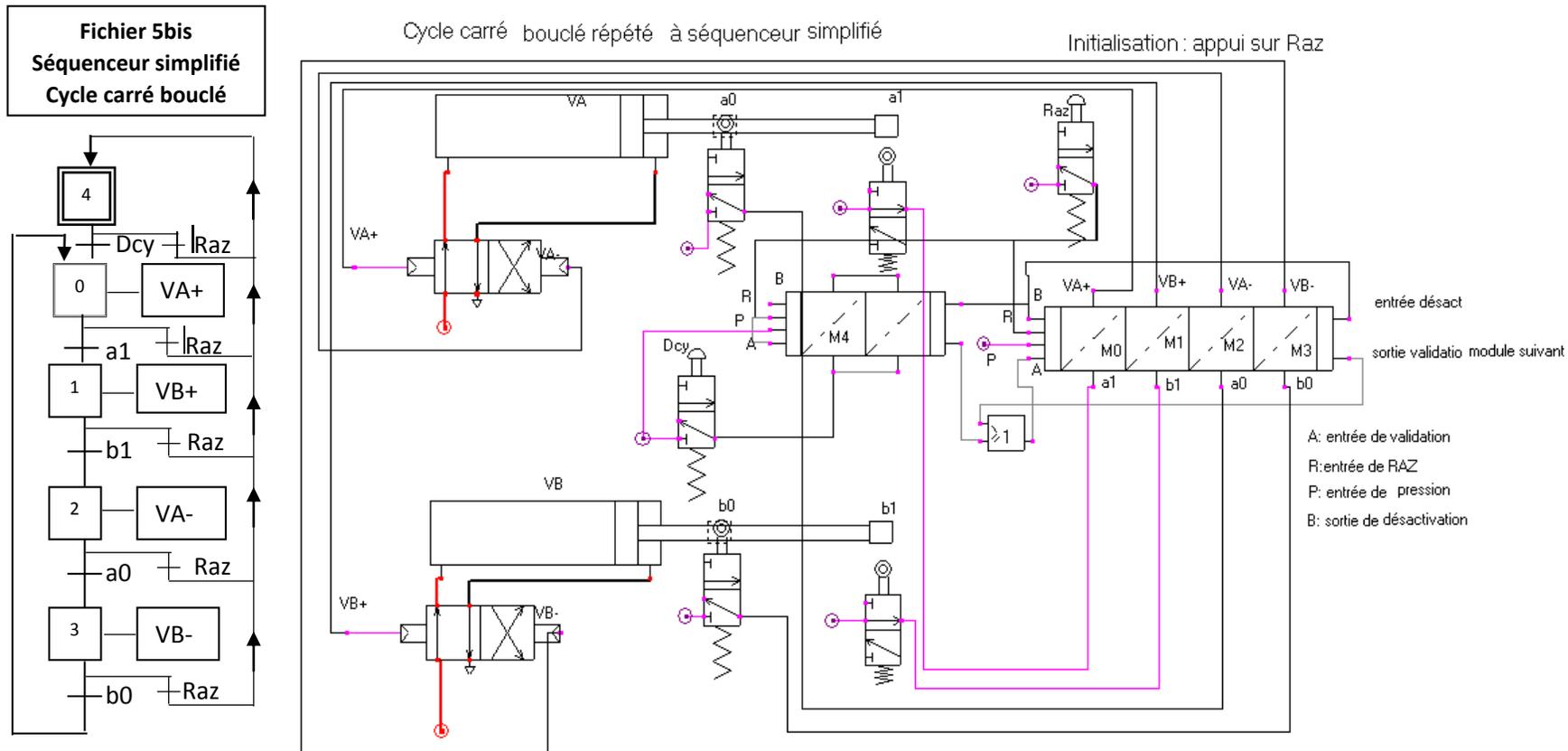
Comme l'étape 3 boucle sur l'étape 0, on a besoin de séparer les modules M4 et M0 pour y introduire la boucle. Dans la bibliothèque de Pfff il n'y a pas de module d'étape, mais le minimum est un séquenceur à 2 étapes (pas de grafcet de moins de 2 étapes). D'où la représentation de l'étape 4 par un module M4 double.

La condition de démarrage du cycle du séquenceur est l'activité du module d'étape M4. Pour traduire cette notion d'activité inconditionnelle de l'étape initiale du grafcet, on valide M4 à l'instant initial en reliant sa borne A d'entrée soit à la pression soit au signal Raz. Dans le premier cas (cf. figure 5.2) l'initialisation est automatique (pas besoin d'appuyer sur un bouton) et le module M4 est validé en permanence, ce qui ne gêne aucunement le fonctionnement cyclique. Dans le second cas (cf. figure 5.3) l'initialisation nécessite l'appui sur le bouton Raz.

A la fin du cycle le module M3 boucle sur le module M0. Le module M4 ne sera réactivé qu'après détection du signal Raz. Si on détecte Raz pendant qu'une action est exécutée, le grafcet retourne à l'étape initiale et le séquenceur est remis à zéro (donc tous les modules d'étapes) mais l'action en cours continue : le vérin continue à sortir ou à rentrer car nous avons affaire à des distributeurs bistables.

En appuyant ensuite sur Dcy, le séquenceur passe selon le cas, de M4 à M0 ou M1 ou M2 ou M3, en fonction de l'état des valeurs des capteurs sur les entrées du séquenceur.

### 5.3 Cycle carré bouclé répété commandé par séquenceur simplifié avec bouton de démarrage cycle et remise à zéro



On peut optimiser le matériel et simplifier le câblage du schéma précédent, en supprimant la boucle de désactivation du module M3 par le module M4. Cette boucle est en effet inutile, car la détection de Raz remet automatiquement tous les modules à zéro.

En reliant la borne A du module M4 à la borne Raz, l'initialisation se fait par appui sur le bouton Raz. Puis pour démarrer on appuie sur Dcy. Le fonctionnement se déroule de manière cyclique comme dans le cas 5.1.

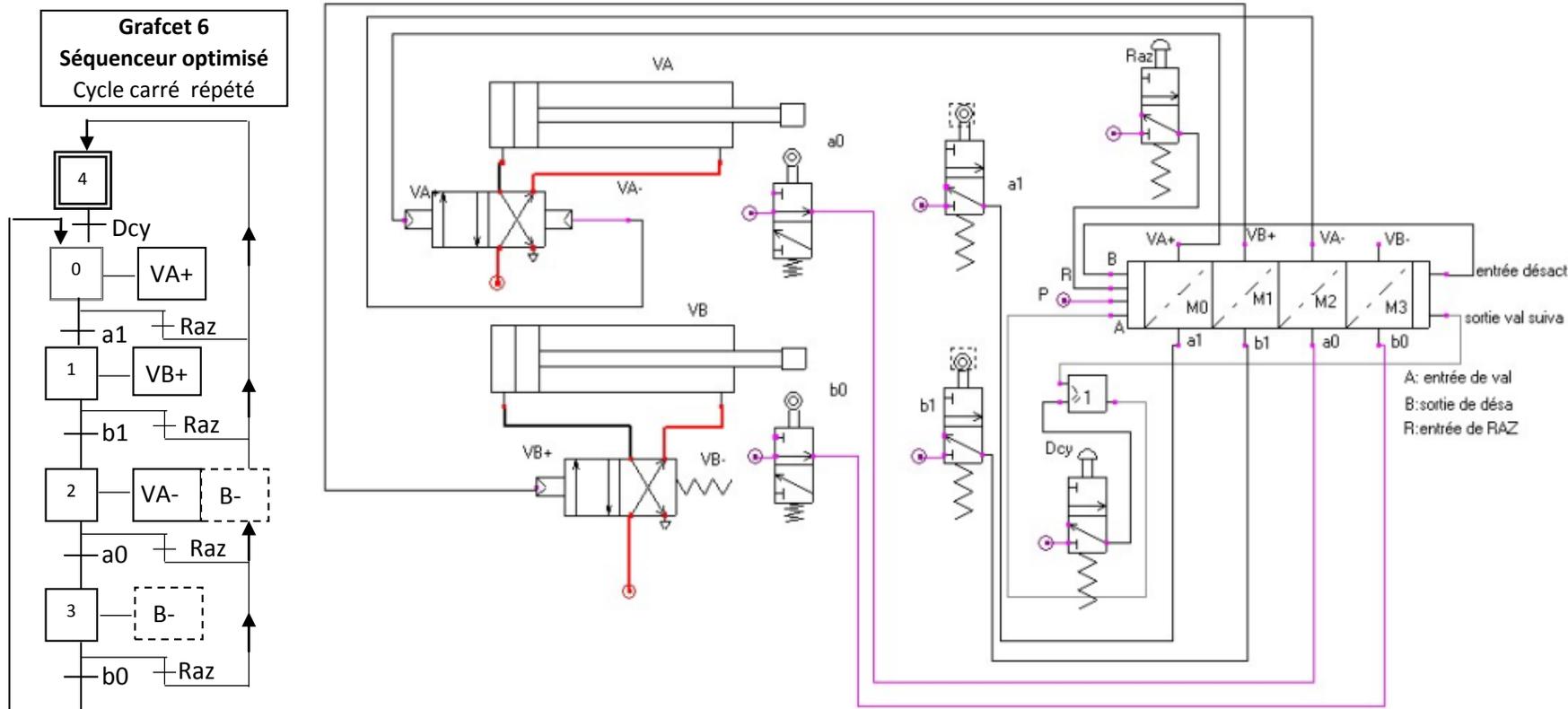
**Le grafset et le fonctionnement sont identiques à ceux du cas 5.2.**



## Part 6: Optimisation de montage par simplification de grafcet et de séquenceur

Lien vidéo de initiation TechnPneum vidéo 6 :

### 6.1 Cycle carré bouclé répété (automatique) avec séquenceur, distributeur 4/2 mono, boutons de Raz et Dcy



On veut pousser l'optimisation encore plus par rapport au cas 5.4, en remplaçant le 4/2 bistable du vérin B par un 4/2 monostable. Ainsi la commande B- du vérin sera assurée par le ressort de rappel, ce qui entraîne la non utilisation de la sortie de commande du module M3. Vérifions si c'est exactement le même fonctionnement.

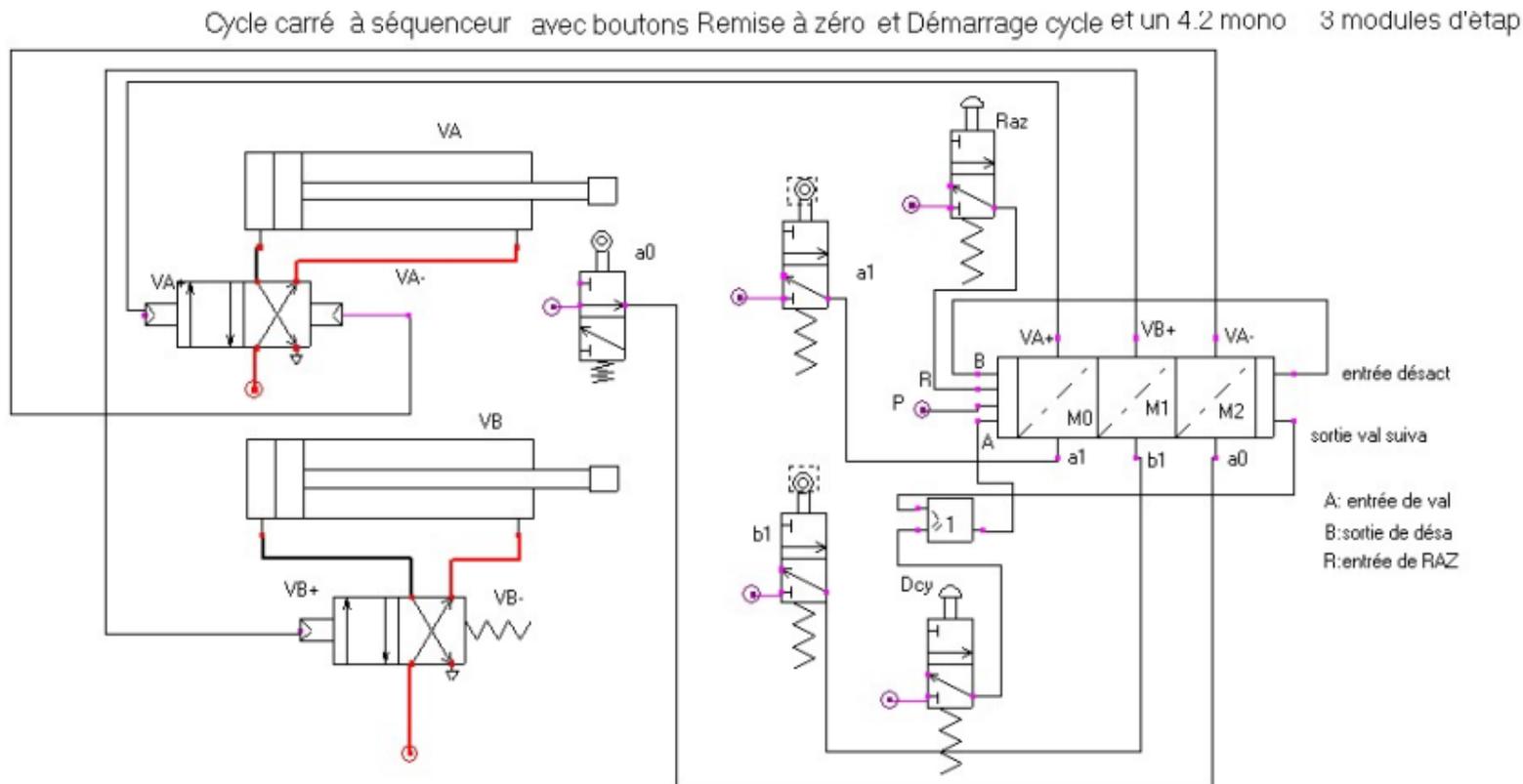
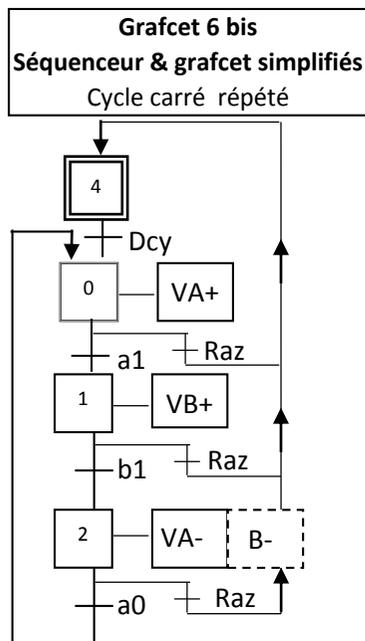
Dès que b1 est actif le module M2 est activé et la commande de rentrée des vérins a lieu simultanément : VA- par la commande du séquenceur, et B- via le ressort de rappel du distributeur. B- aura un cycle d'horloge de retard sur VA- car il faut d'abord libérer le ressort pour que la commande soit effective.

Le vérin A continue son mouvement de rentrée jusqu'à la fin de course a0. L'apparition du signal a0 désactive M2 et active M3. Mais la commande B- était déjà active (en même temps que A-) et le vérin B est arrivé en fin de course rentrée presque en même temps que le vérin A (*retard d'un cycle d'horloge*). Donc dès que M3 est activé il reçoit le signal b0, ce qui active le module M0 immédiatement après. Et la commande VA+ devient opérationnelle.

Attention ! La commande VA+ n'aura pas lieu avant la détection par b0 de la fin de la commande B- du vérin B via le ressort .

**Par conséquent le grafcet et le fonctionnement du système sont légèrement différents de celui du cas 5.4 (fichier 5ter).**

## 6.2 Cycle carré avec gracet et séquenceur simplifiés : carre\_sequenceur\_Raz+Rep\_4/2mono\_3modules



On peut continuer dans l'optimisation en supprimant dans le schéma 6 le module d'étape M3 puisqu'il ne produit pas de commande. En effet comme le distributeur B est un monostable, la commande VB- issue de M3 n'a plus de raison d'exister. Si on supprime M3 alors le signal b0 qui permettait à M3 de valider M0 n'est plus utile. Donc par rapport au cas 5.3, on va supprimer aussi le capteur b0. D'où le grafcet 6bis. Vérifions si c'est exactement le même fonctionnement que dans le cas 6.1.

Dès que b1 est actif le module M2 est activé et la commande de rentrée des vérins a lieu simultanément : VA- par la commande du séquenceur, et B- via le ressort de rappel du distributeur. B- aura un cycle d'horloge de retard sur VA- car il faut d'abord libérer le ressort pour que la commande soit effective.

Le vérin A continue son mouvement de rentrée jusqu'à la fin de course a0. L'apparition du signal a0 désactive M2 et active M0. Dès que M0 est activé, la commande VA+ devient opérationnelle. Mais la commande B- continue jusqu'à la fin de course du vérin B, car elle est commandée via le ressort qui n'est pas contrôlé.

Contrairement au cas 6.1, ici la commande VA+ peut théoriquement avoir lieu avant la fin de la commande B- du vérin B. Si les vérins sont identiques, elle ne peut pas avoir lieu car B- a un cycle de retard sur VA-, et il y a 3 cycles entre VA- et VA+.

**Par conséquent le fonctionnement du système est identique à celui du cas 6.1.**

**Au final la seule différence avec le grafcet du schéma 6 (cas 6.1) est la suppression de l'étape 3 (et par conséquent du module d'étape correspondant).**