

# Séquence n°1

C111-19-T-S1-E4c

## SERIE S SCIENCES DE L'INGENIEUR GENIE ÉLECTRIQUE

Durée de l'épreuve : 2 heures.

*Les calculatrices ne sont pas autorisées  
Les fiches de Formalisation sont autorisées*

← Indiquez votre nom et prénom... et votre classe →

**/28  
+ 3 pts bonus**

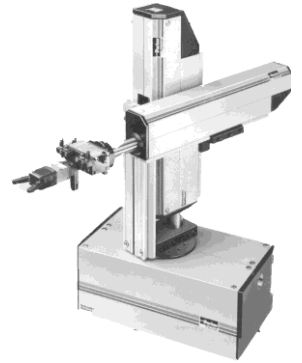
Ce feuillet sera rendu à la fin de l'épreuve avec votre feuille de copie.

**Votre note :**

Toutes les réponses doivent être justifiées.

### GRAFCET

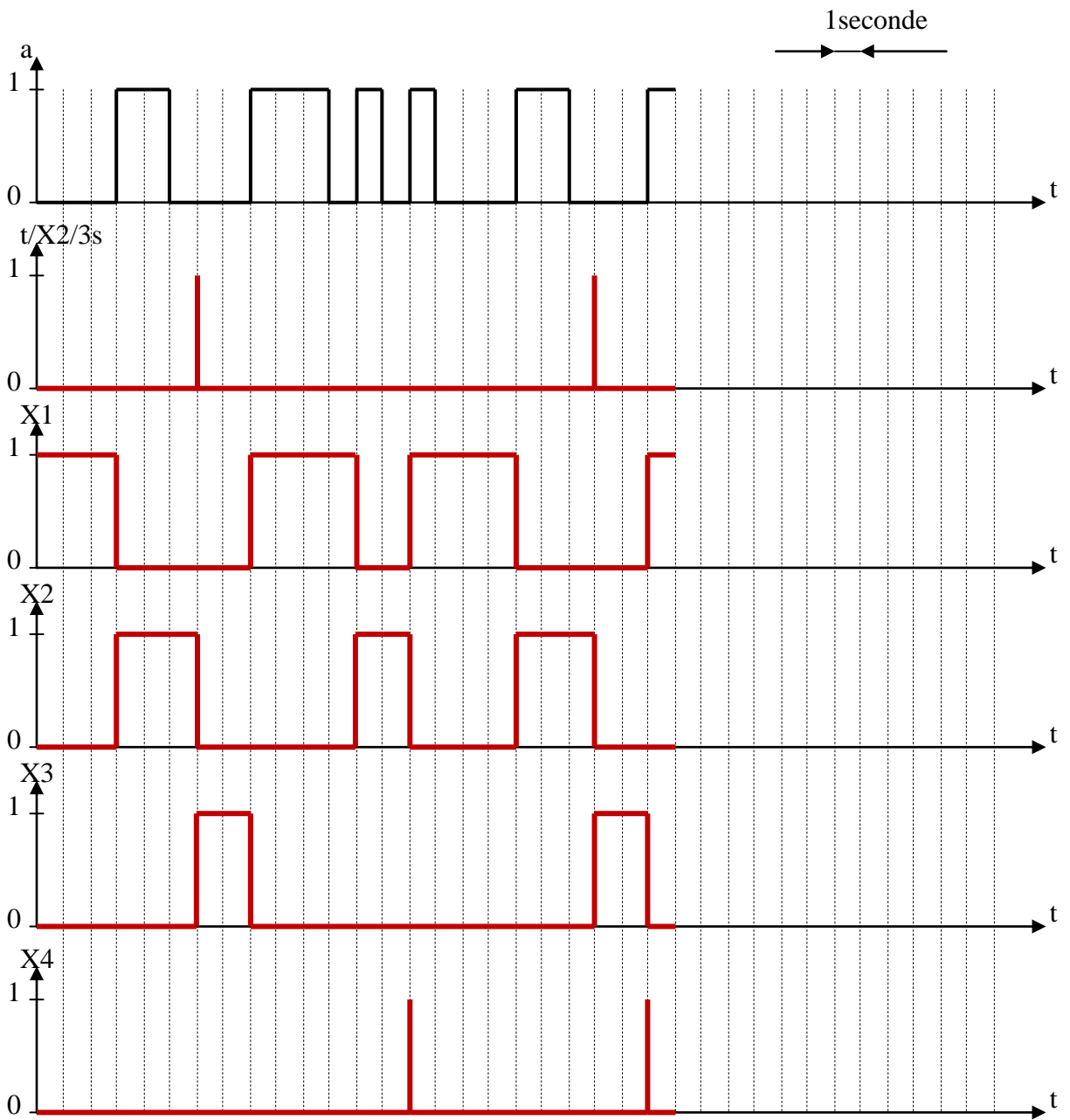
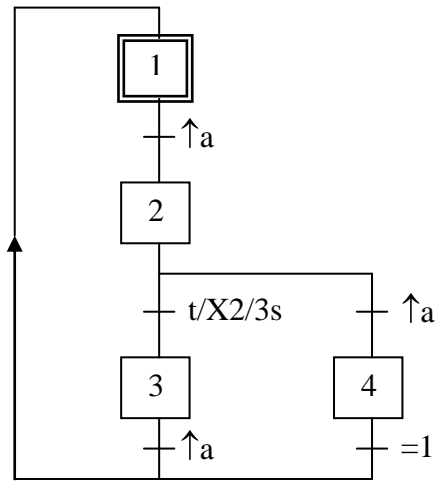
(EVALUATION DES SAVOIR-FAIRE)



**Elaborer un diagramme décrivant l'enchaînement temporel des différentes tâches.**

**Difficulté : \***

1. Compléter les chronogrammes (*page suivante*) relatifs aux variables internes X1, X2, X3 et X4 et à la variable externe liée au temps, à partir de l'analyse du GRAFCET et du chronogramme relatif à l'entrée « a ».



5

### Lister les entrées et les sorties

Analyser et interpréter le GRAFCET fourni en décrivant depuis une situation donnée, la suite des situations atteintes au cours de l'évolution

### Exercice de synthèse – Doseur malaxeur automatique

Difficulté : \*\*

### Présentation de l'exemple

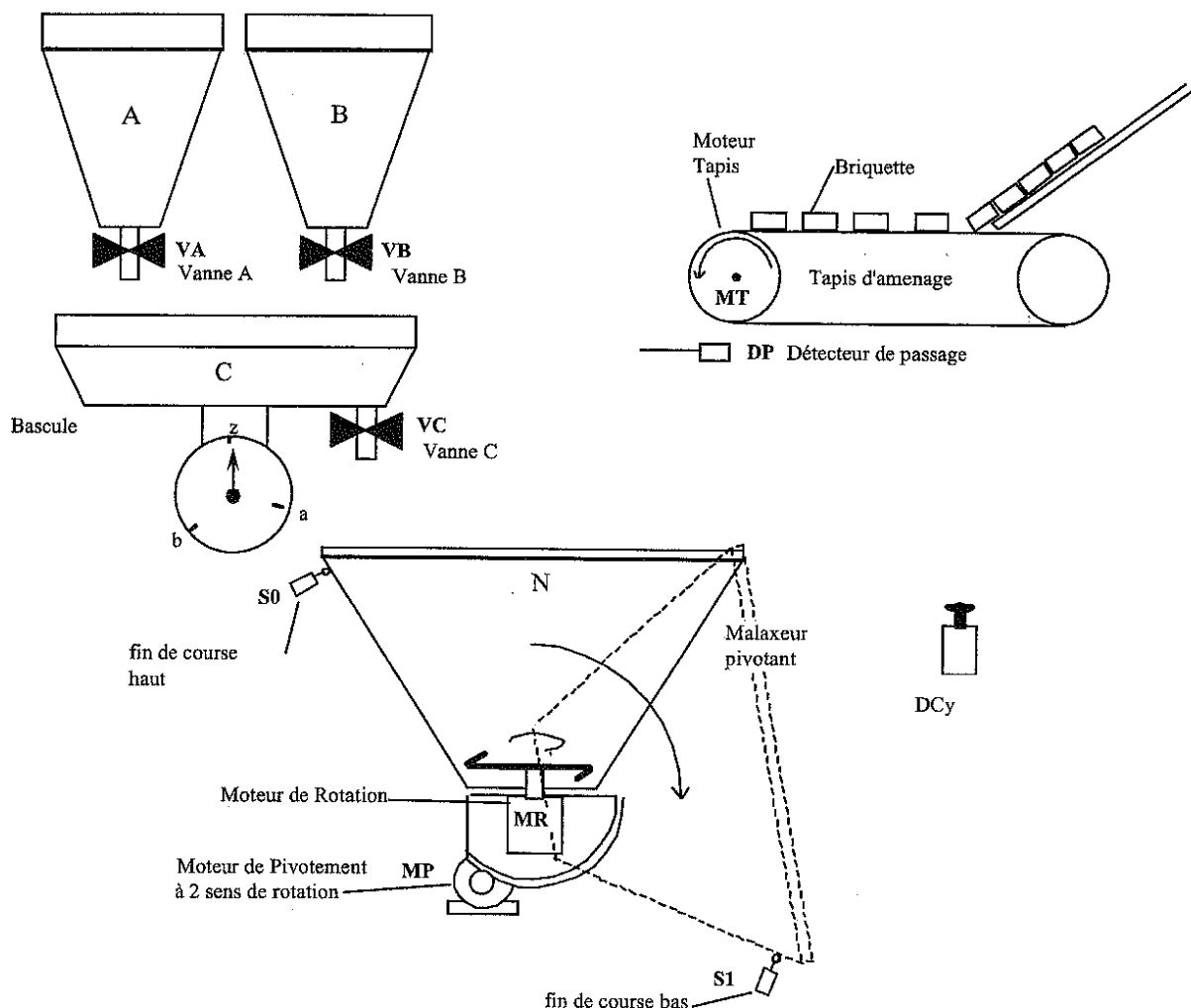
Un malaxeur N reçoit des produits A et B préalablement dosés par une bascule C et des briquettes solubles amenées une par une par un tapis. L'automatisme décrit ci-dessous permet de réaliser un mélange comportant ces trois produits.

### Déroulement du cycle

L'action sur le bouton « Départ Cycle » provoque **simultanément** le pesage des produits et l'arrivée des briquettes de la façon suivante :

- Dosage du produit A jusqu'au repère « a » de la bascule, puis dosage du produit B jusqu'au repère « b » suivi de la vidange de la bascule C dans le malaxeur,
- Arrivée de deux briquettes.

Le cycle se termine par la rotation du malaxeur **et** son pivotement final au bout d'un temps t1, la rotation du malaxeur étant maintenue pendant la vidange.



Représentation schématique du doseur malaxeur

2. Quelle structure GRAFCET évoque le terme « simultanément » et le terme « et » ?

1

Ces termes évoquent une simultanéité de fonctionnement que l'on traduit en GRAFCET par une structure ET

3. Dénombrer les entrées et les sorties de ce système.

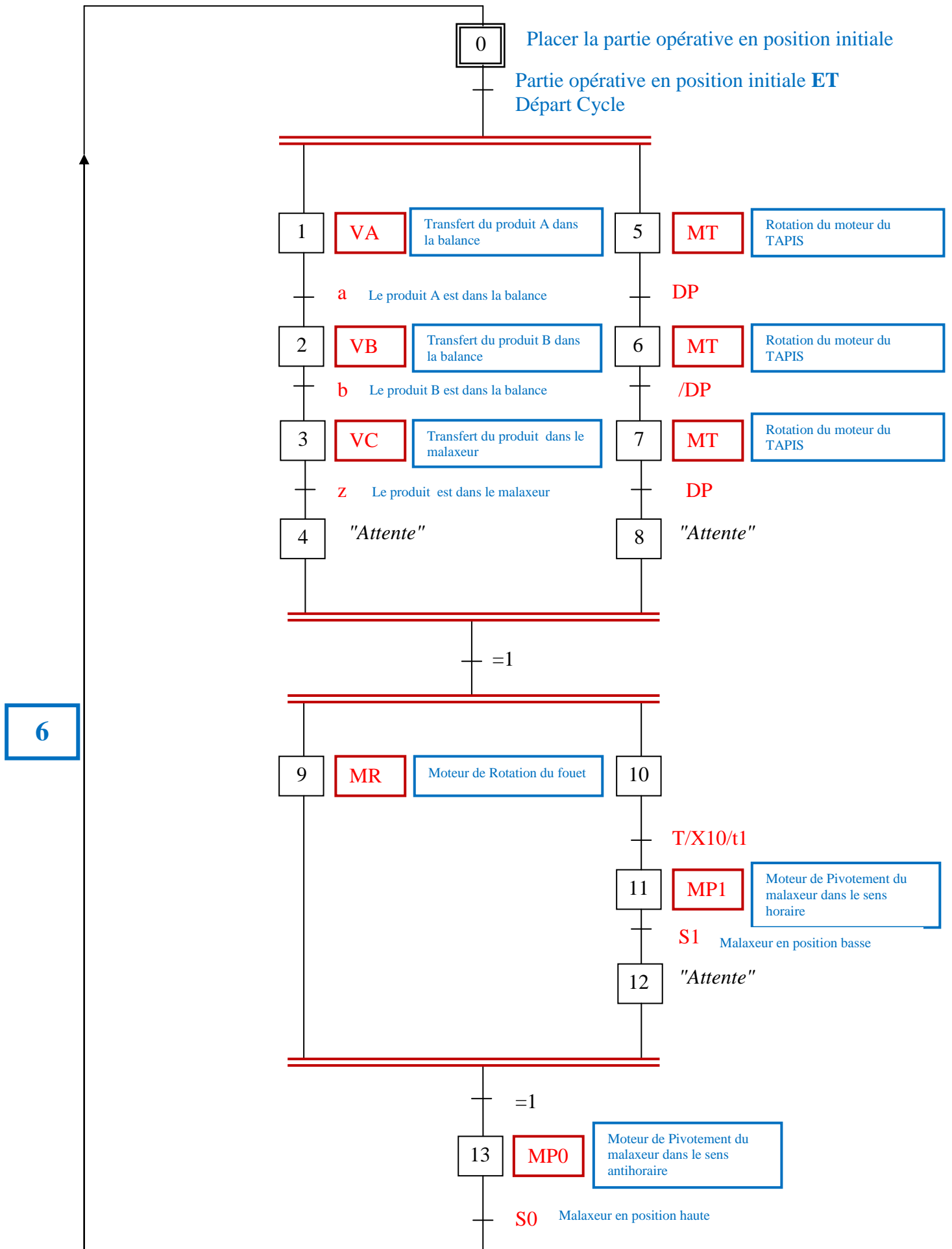
Entrées	Sorties
<b>Dcy</b> : bouton poussoir Départ de Cycle	<b>Vanne A</b> : transfert du produit A dans la balance
<b>Capteur z</b> : la balance est vide	<b>Vanne B</b> : transfert du produit B dans la balance
<b>Capteur a</b> : le produit A est dans la balance	<b>Vanne C</b> : transfert du produit C dans le malaxeur
<b>Capteur b</b> : le produit B est dans la balance	<b>MR</b> : moteur de rotation du fouet du malaxeur
<b>Fin de course S0</b> : le malaxeur est en position haute	<b>MP</b> : moteur de pivotement du malaxeur (MP0 et MP1)
<b>Fin de course S1</b> : le malaxeur est en position basse	<b>MT</b> : moteur du tapis des briques
<b>Détecteur DP</b> : le passage d'une brique est détecté	

1

4. La situation initiale ainsi que le squelette du GRAFCET sont donnés (*page suivante*). Proposez un GRAFCET décrivant le fonctionnement du système, point de vue Partie Opérative avec des expressions littérales. Les réceptivités, les actions et les divergences/convergences sont à compléter.

\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*

## Point de vue Partie Opérative avec des expressions littérales



## Analyser et interpréter le GRAFCET fourni

### Exercice de synthèse – Gestion du temps dans un parking

Difficulté : \*\*

#### Problématisation

L'étude proposée consiste à analyser la gestion du temps par un automate et la synchronisation d'une description GRAFCET.

La gestion en temps réel du fonctionnement d'un parking est réalisée par une horloge.

Ce parking peut recevoir 15 véhicules. Il est ouvert tous les jours de 8 heures à 12 heures et de 14 heures à 20 heures. Les véhicules qui sont entrés dans le parking pendant les heures d'ouverture doivent pouvoir en ressortir à tout moment (de 00:00 à 23:59).

Deux feux indiquent l'état du parking :

Un feu vert indique que le parking est ouvert et qu'il reste des places libres,

Un feu rouge qui peut avoir deux significations. Soit le feu est rouge clignotant, dans ce cas le parking est ouvert mais plein, soit le feu est rouge fixe, dans ce cas le parking est fermé.

Deux capteurs "entrée" et "sortie" placés dans le sol, comptent et décomptent les véhicules entrants et sortants du parking.

Remarque : les graphes "reset horloge", "ouverture parking", "fermeture parking" sont des graphes de réglage de l'horloge et ne jouent aucun rôle dans le fonctionnement normal du parking.

#### Questions

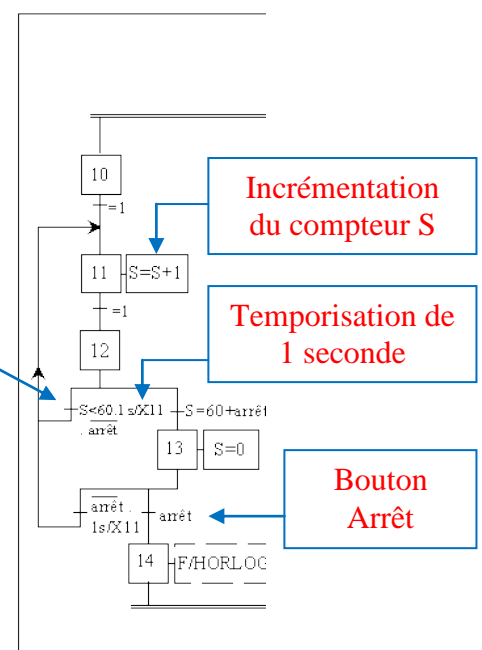
5. Analysez le fonctionnement du GRAFCET de gestion du temps (Horloge). Expliquez succinctement le mécanisme utilisé pour gérer le temps avec ce GRAFCET.

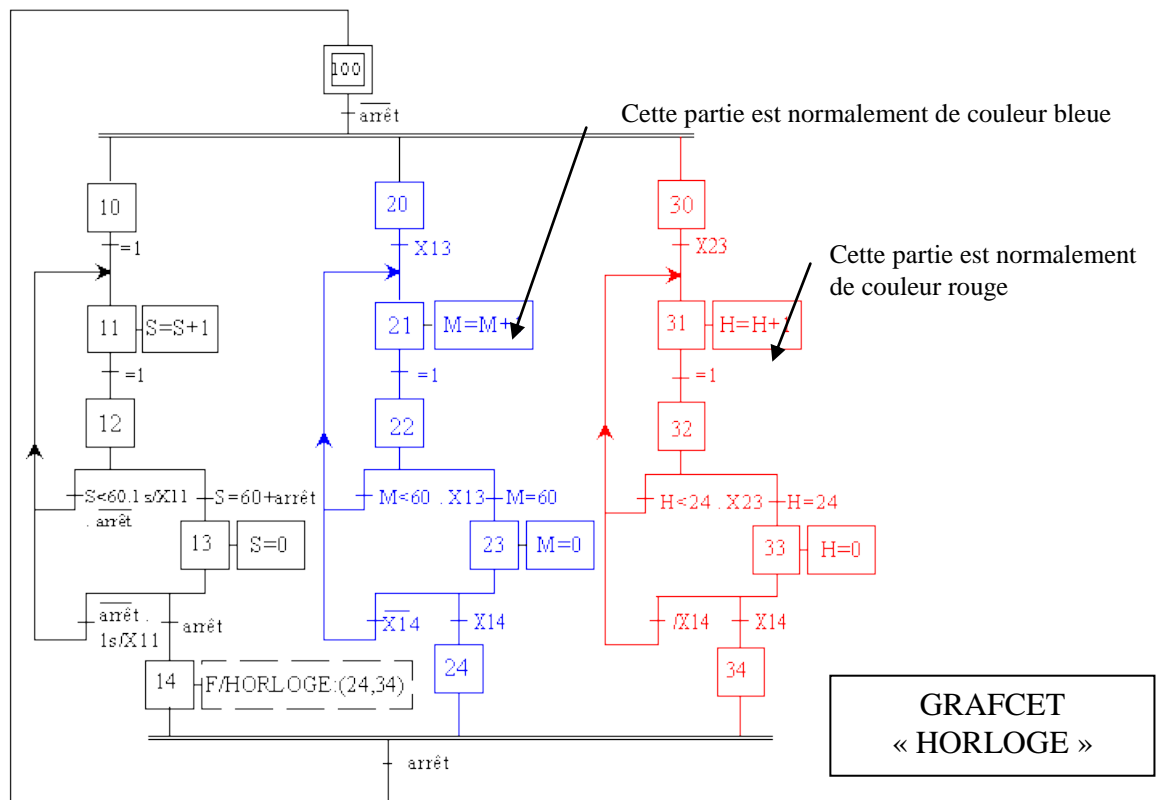
On peut interpréter le GRAFCET « Horloge » en trois parties : la gestion des secondes, des minutes et des heures.

Prenons l'exemple de la gestion des secondes...

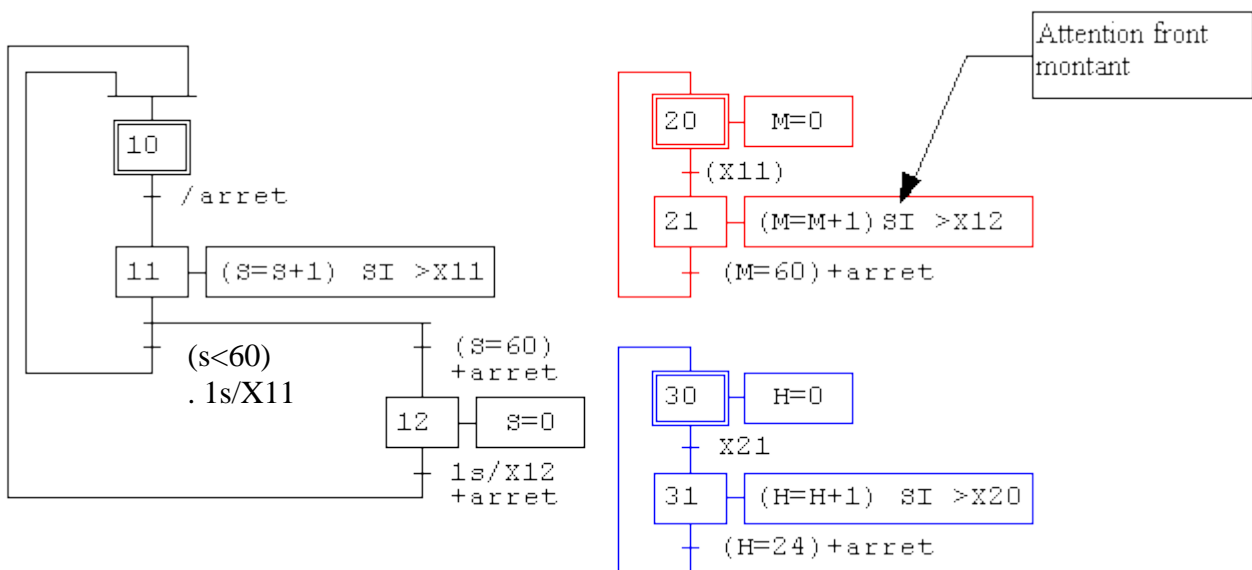
3

Le compteur S s'incrémente de 1 toutes les secondes tant que le contenu de S est inférieur à 60.  
Lorsque S=60, le compte est placé à 0 et le compte M (pour les minutes) est incrémenté de 1.  
L'appui sur le bouton « Arrêt » force les étapes 24 et 34 et permet de revenir à l'étape initiale 100.





Comme vous venez de le constater, le GRAFCET de gestion du temps est complexe. Je vous propose d'analyser les trois GRAFCET synchronisés de gestion du temps (Horloge2).



S, M et H représentent 3 compteurs.

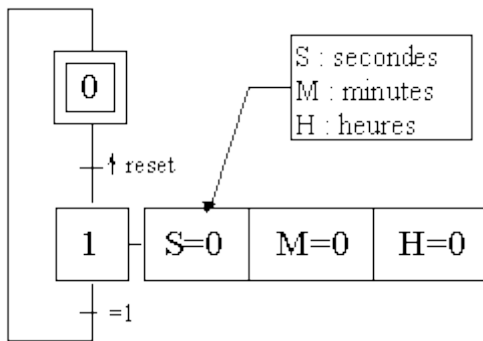
6. Leur fonctionnement diffère-t-il du fonctionnement de l'horloge ? Justifier votre réponse.

1

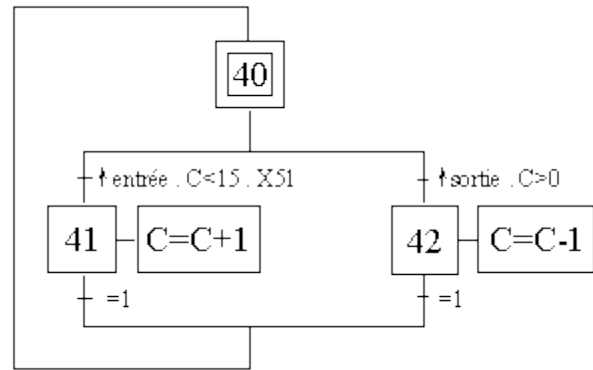
On obtient le même type de fonctionnement. Il s'agit toujours d'une gestion de 3 GRAFCET avec pour chacun d'entre eux la gestion des secondes, des minutes et des heures.

Les GRAFCET suivants présentent l'ensemble des GRAFCET nécessaires au fonctionnement du système.

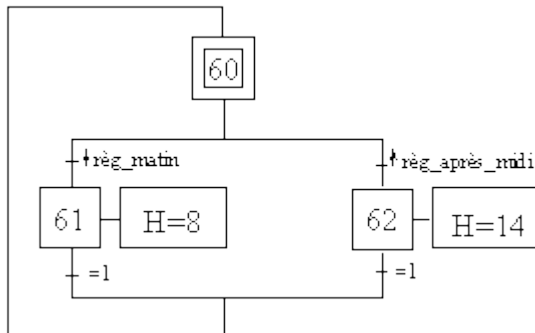
### Grafcet du "reset horloge"



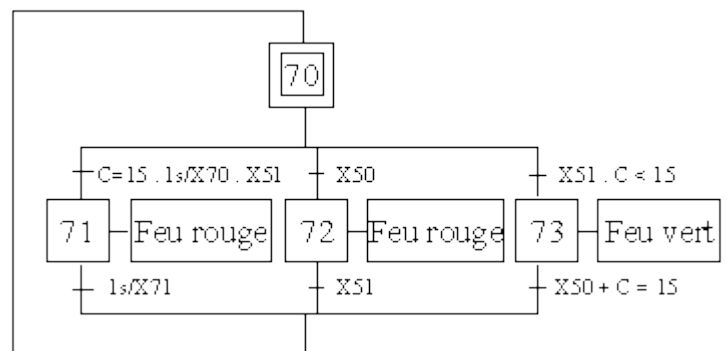
### Grafcet de comptage des voitures



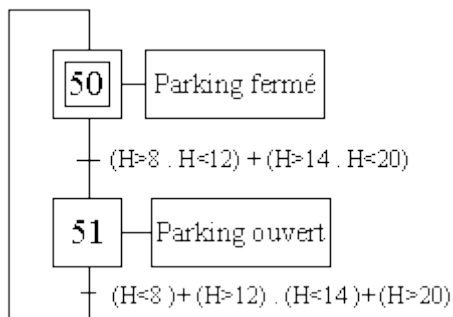
### Grafcet d'ouverture du parking



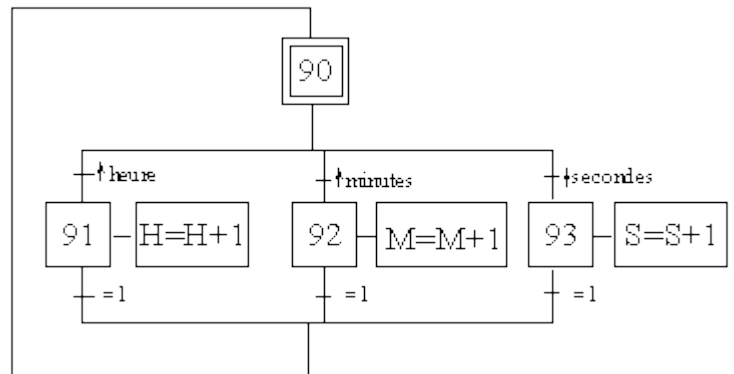
### Grafcet d'état des feux



### Grafcet d'état du parking



### Grafcet de réglage de l'horloge



7. Définir les GRAFCET qui subissent l'influence du GRAFCET d'état du parking.

2

Les GRAFCET subiront l'influence du GRAFCET d'état du parking par ses variables internes donc essentiellement X50 et X51. Deux GRAFCET sont concernés :

- Le GRAFCET de comptage des voitures,
- Le GRAFCET d'état des feux.

2

8. Expliquez l'influence du GRAFCET d'état du parking sur ces GRAFCET.

**GRAFCET de comptage des voitures :** Les voitures ne sont comptées que si le parking est ouvert.  
**GRAFCET d'état des feux :** Si le parking est fermé alors le feu est rouge. Si le parking est ouvert, deux possibilités : le feu est rouge clignotant (étape 71) si le parking est plein, ou vert si le parking contient encore des places (étape 73).



**Exercice de synthèse – Sécurité « Homme mort »**

Difficulté : \*\*\*

L'Homme Mort est une sécurité installée dans les systèmes où il est nécessaire de vérifier que l'opérateur est toujours vigilant.

A l'origine, ce système a été installé dans les cabines de conduite de trains. On se propose d'étudier l'installation de cette sécurité sur un camion oléoserveur permettant d'alimenter en carburant les avions sur les aéroports. Une poignée à distance permet de commander l'ouverture de la vanne de remplissage.

Compte tenu des dangers, l'opérateur doit maintenir et valider en permanence la commande, pour cela :

- L'opérateur doit actionner et maintenir la poignée ("Hom").
- Au bout de 180s, un voyant clignote pour l'avertir de relâcher la poignée, il a alors 20s pour la relâcher et la serrer de nouveau dans un délai de 2s (cette action permet de vérifier que l'opérateur ne bloque pas la poignée !).
- Le cycle de 180s redémarre.
- A tout moment, dès qu'il desserre la poignée, il a un délai de 2s pour la resserrer avant la fermeture de la vanne.
- Si la vanne se ferme, l'opérateur doit valider par un bouton ("acq") avant de pouvoir reprendre le chargement.

9. Donnez les entrées et les sorties du système.

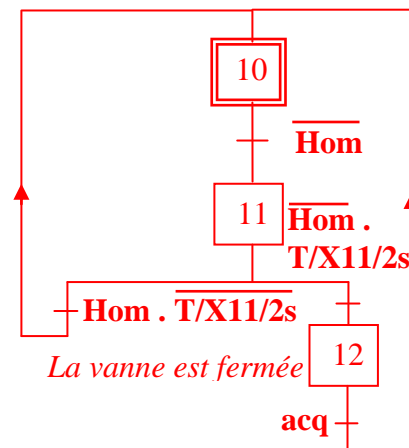
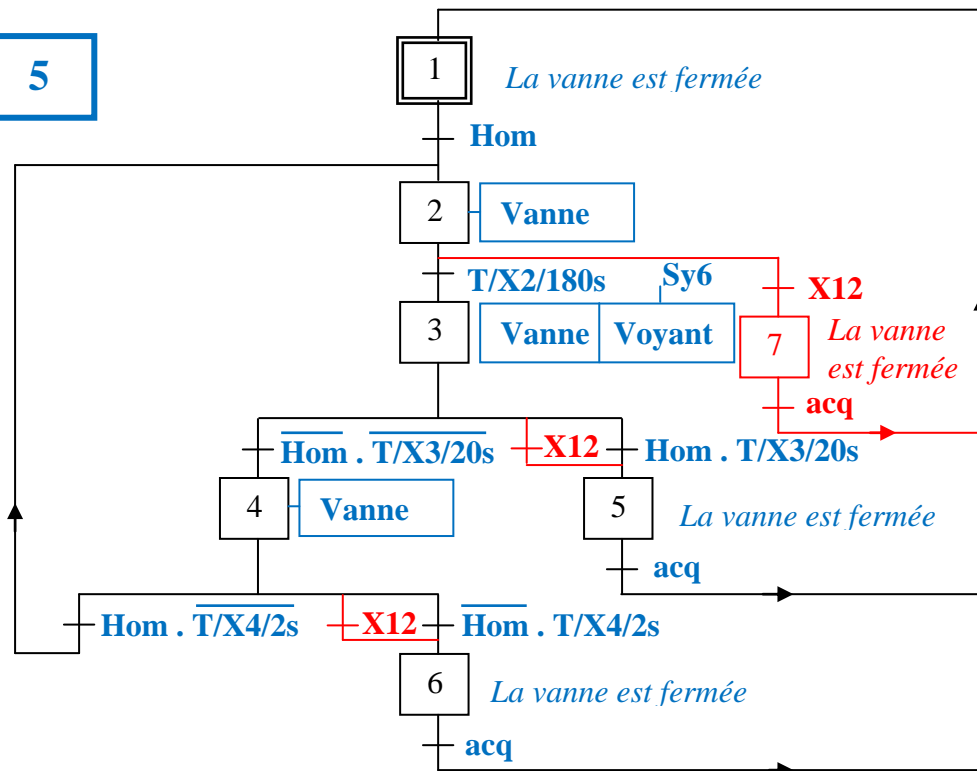
2

Entrées : - La poignée « Hom »,  
- Le bouton de validation « acq »

Sorties : - Voyant,  
- Vanne de remplissage : Vanne

10. A partir de la description du système, proposez un GRAFCET point de vue commande.

5



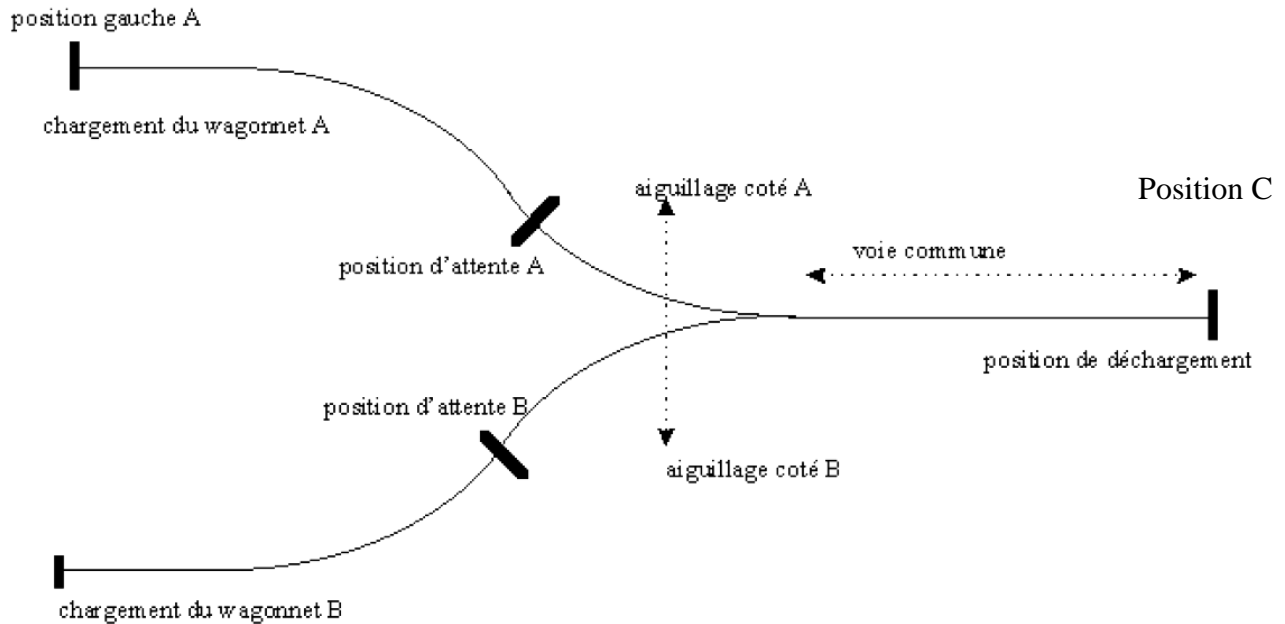
Voir les commentaires en fin de document

## Exercice de synthèse – Partage de ressources ou Sémaphore

Difficulté : \*\*\*\*

---

Deux wagonnets alimentent le skip de déchargement d'un haut-fourneau en empruntant une voie commune.



Le cycle correspondant à un chariot est le suivant :

- dès que l'opérateur donne l'ordre de « départ cycle » (Dcy), le wagonnet considéré effectue automatiquement son chargement et démarre au signal fin de chargement (Fc).
- Le wagonnet se dirige ensuite vers la partie commune où il s'arrête à une position d'attente si la voie commune est occupée, sinon il faut positionner l'aiguillage sur la position correcte et le chariot continue.
- Arrivé à la position de déchargement automatique, il attend le temps nécessaire avant de retourner à la position initiale (attente 10 s).
- Chaque déchargement de wagonnet est comptabilisé en vue d'une gestion journalière.

Les capteurs et actionneurs utilisés sont donnés par le tableau ci-après.

Capteurs		Actionneurs	
dcya	départ wagonnet A	ava	avance wagonnet A
dcyb	départ wagonnet B	avb	avance wagonnet B
paa	position d'attente A	aga	commande aiguillage sur pos A
pab	position d'attente B	agb	commande aiguillage sur pos B
paga	aiguillage en A	ara	retour wagonnet A
pagb	aiguillage en B	arb	retour wagonnet B
pdc	wagonnet en C		
fdch	fin de déchargement		
pca	wagonnet A en position de chargement		
pcb	wagonnet B en position de chargement		

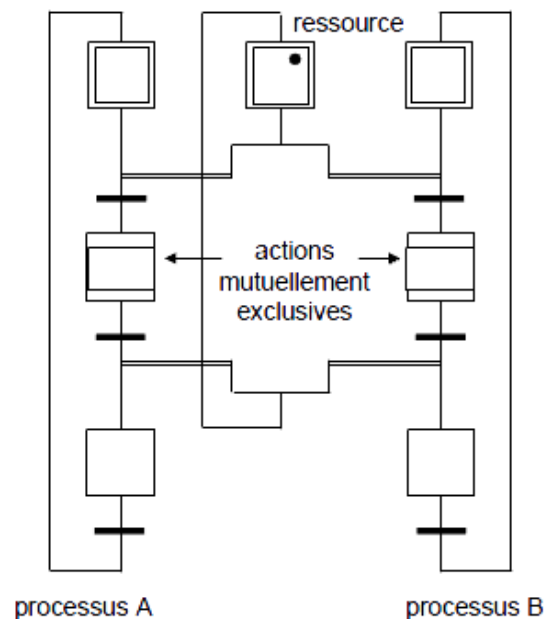
Dans les problèmes de ce type la disponibilité de la ressource commune ne peut pas être détectée par un capteur, mais uniquement par l'état du GRAFCET *d'où la difficulté !*

La structure proposée pour résoudre ce problème est la suivante :

### Schéma de mutuelle exclusion

- ❑ Utilisé pour l'attribution d'une ressource unique.  
Exemple: Une voie unique
- ❑ Chaque Grafcet accède à cette ressource par une séquence exécutée en mutuelle exclusion.
- ❑ La gestion de cette ressource se fait via l'attribution d'un jeton qui peut être représenté par une activité.
- ❑ Le fonctionnement des *divergences OU* non exclusives correspond à l'attribution de tels jetons

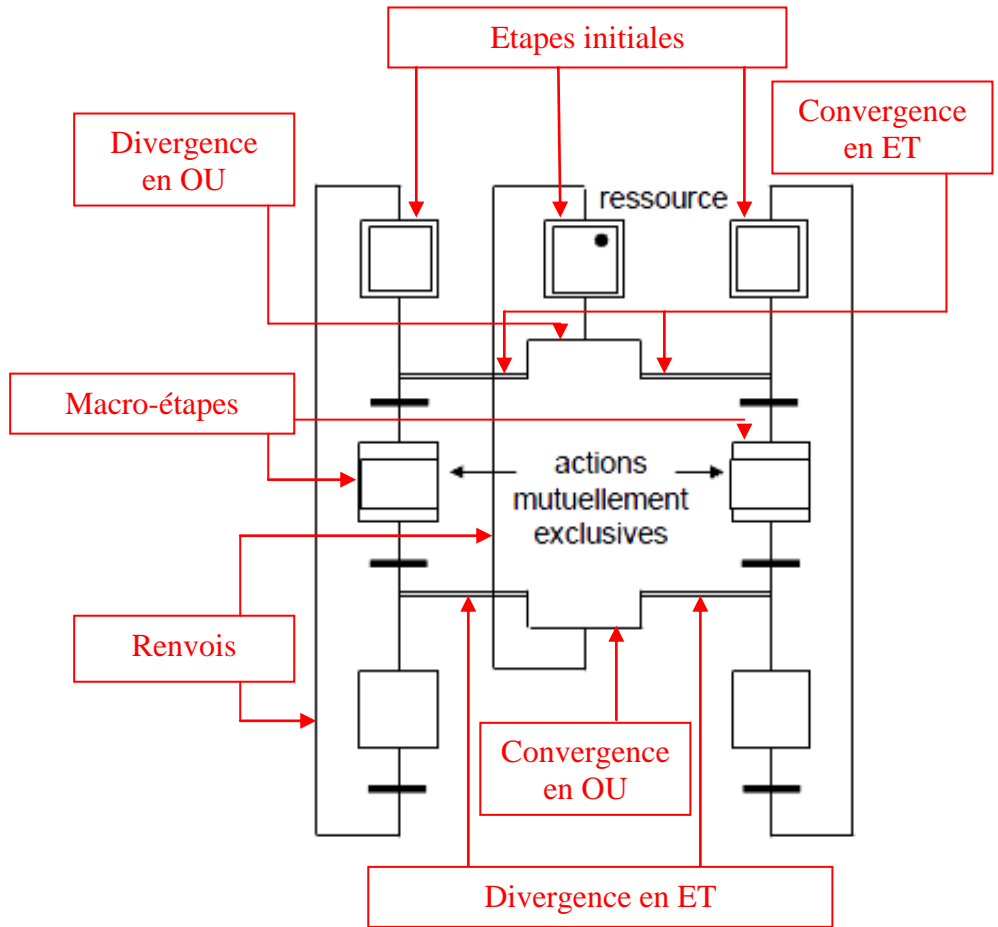
### Mutuelle exclusion



Avez-vous reconnu les différentes structures utilisées dans le GRAFCET illustrant la mutuelle exclusion...

11. Indiquez sur le GRAFCET ci-contre :

- Les étapes initiales [1],
- Les macro-étapes [2],
- Les divergences en ET [3],
- Les convergences en ET [4],
- Les divergences en OU [5],
- Les convergences en OU [6],
- Les renvois [7].



1  
bonus

12. Où pensez-vous placer les fonctionnements relatifs aux chariots A et B ?

1  
bonus

Les fonctionnements relatifs des chariots A et B font parties des actions pouvant être simultanément réalisées tant que ceux-ci restent sur leur voie respective.

Les branches de gauche et de droite, excepté les macro-étapes réaliseront ce fonctionnement.

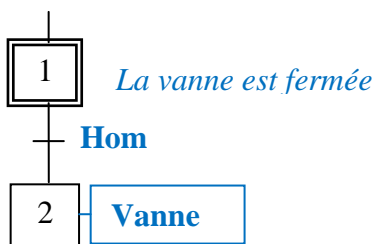
1  
bonus

13. Où pensez-vous placer le fonctionnement relatif à la ressource commune ?

La ressource commune représente la gestion de la voie commune, c'est donc une action ou une série d'actions qui doivent rester exclusives. Les macro-étapes réaliseront ces actions. On peut vérifier qu'elles sont effectivement exclusives l'une à l'autre car leur fonctionnement est issu d'une divergence en OU (obligatoire exclusive)

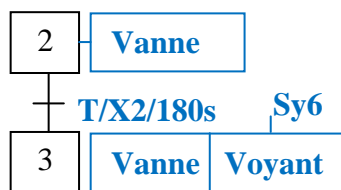
## Commentaires explicatifs Question n°10

Dans un premier temps, la condition « *A tout moment, dès qu'il desserre la poignée, il a un délai de 2s pour la resserrer avant la fermeture de la vanne* » n'est pas traitée.



Passage de l'étape 1 (étape initial) à l'étape 2

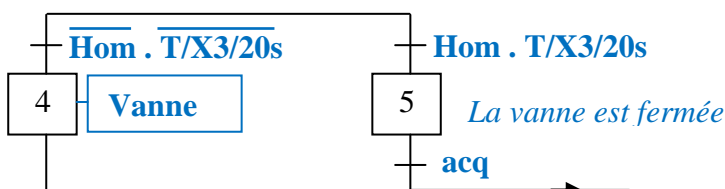
L'appui sur la manette « Hom » permet l'ouverture de la vanne.



Passage de l'étape 2 à l'étape 3

L'activation de l'étape 2 est limitée dans le temps par la présence de la réceptivité T/X2/180s : après 180s de l'activation de l'étape 2, l'étape 3 est activée.

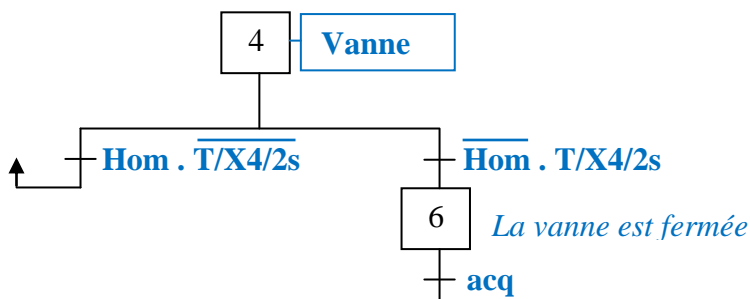
Le voyant clignote (présence d'une condition associée à l'action « Voyant », SY6 est une horloge interne de 1 s) et la vanne est maintenue ouverte.



Passage de l'étape 3 à l'étape 4 ou 5

Si l'opérateur relâche la manette « Hom » avant 20s ( $\overline{T/X3/20s}$  est alors vrai), la vanne reste ouverte. Sinon, la vanne se ferme.

Une temporisation associée à une divergence en OU permet d'obtenir ce fonctionnement.



Passage de l'étape 4 et retour ou étape 6

Le formalisme est identique au cas précédent.

Si l'opérateur appuie sur la manette « Hom » avant 2s ( $T/X4/2s$  est alors vrai), le cycle recommence. Sinon, la vanne se ferme et l'opérateur doit appuyer sur le bouton « acq » pour refaire un cycle normal.

Dans un deuxième temps, la condition « *A tout moment, dès qu'il desserre la poignée, il a un délai de 2s pour la resserrer avant la fermeture de la vanne* » est intégrée.

Un nouveau GRAFCET est réalisé. Son rôle est d'agir sur le GRAFCET principal pour forcer la fermeture de la vanne quelque soit l'avancement du fonctionnement.

L'absence d'appui sur « Hom » est détecté (il s'agit de **Hom**), une temporisation de 2s permet d'identifier un nouvel appui sur « Hom » avant 2 secondes.

L'étape 12 est représentative de la position fermée de la vanne. Sa variable interne X12 agit à différents endroits du GRAFCET principal pour déplacer le fonctionnement vers l'étape initiale.