

Le GRAFCET – Construction et Evolution

I. Définition.

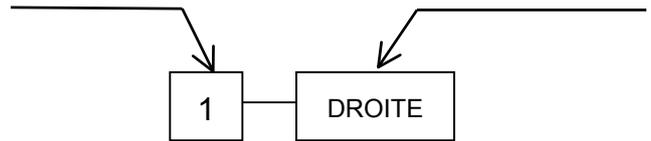
Le GRAFCET est un modèle graphique de représentation du cycle logique d'un système automatisé.
GRAFCET : GRAPhe Fonctionnel de Commande – Etape – Transition.

II. Principaux éléments du GRAFCET.

Le GRAFCET se compose d'étapes, de transitions et de liaisons orientées.

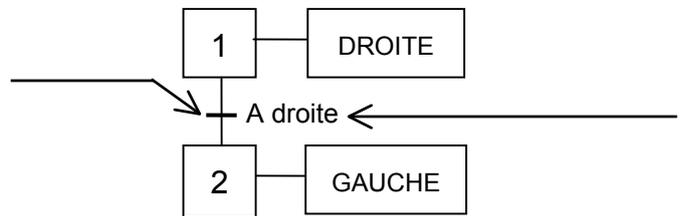
1. Etape et action.

Chaque **étape** est représentée par _____ (deux étapes différentes ne doivent pas avoir le même nombre) auquel est associé un ou plusieurs _____ destinés à décrire les **actions**. Une étape est soit active, soit inactive ; lorsqu'elle est active toutes les actions associées sont exécutées.



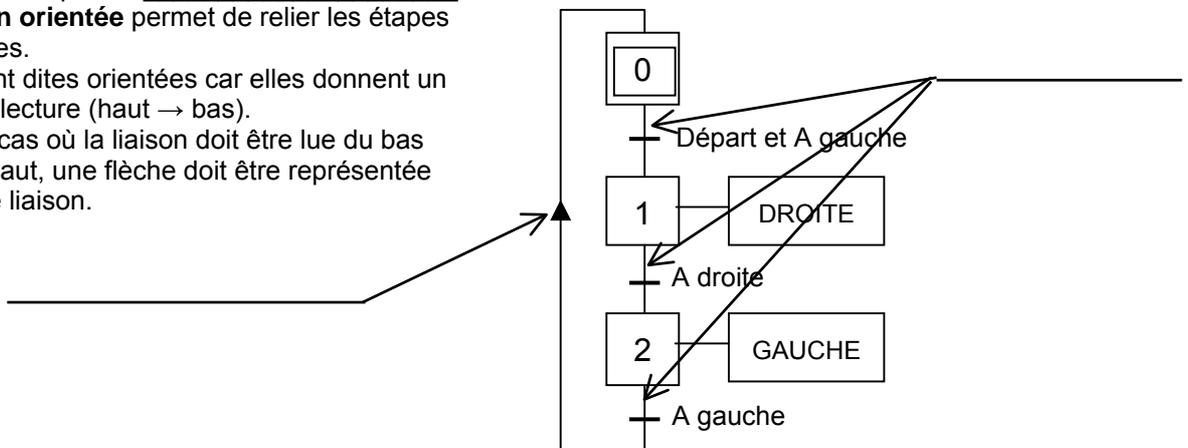
2. Transition et réceptivité.

La **transition** est représentée par un _____ tracé sur une ligne reliant deux étapes. La réceptivité associée est écrite sous forme littérale ou sous forme logique. Elles indiquent la possibilité de passer d'une étape à une autre.



3. Liaison orientée.

Représentée par un _____, la **liaison orientée** permet de relier les étapes entre elles. Elles sont dites orientées car elles donnent un sens de lecture (haut → bas). Dans le cas où la liaison doit être lue du bas vers le haut, une flèche doit être représentée sur cette liaison.



III. Règles d'évolution.

▪ Règle 1 - La situation initiale.

La situation initiale du GRAFCET caractérise le comportement initial de la partie commande vis à vis de sa partie opérative et correspond à l'étape active au début du fonctionnement.

Remarque: une étape initiale se représente par un _____.



▪ Règle 2 - Conditions de franchissement d'une transition.

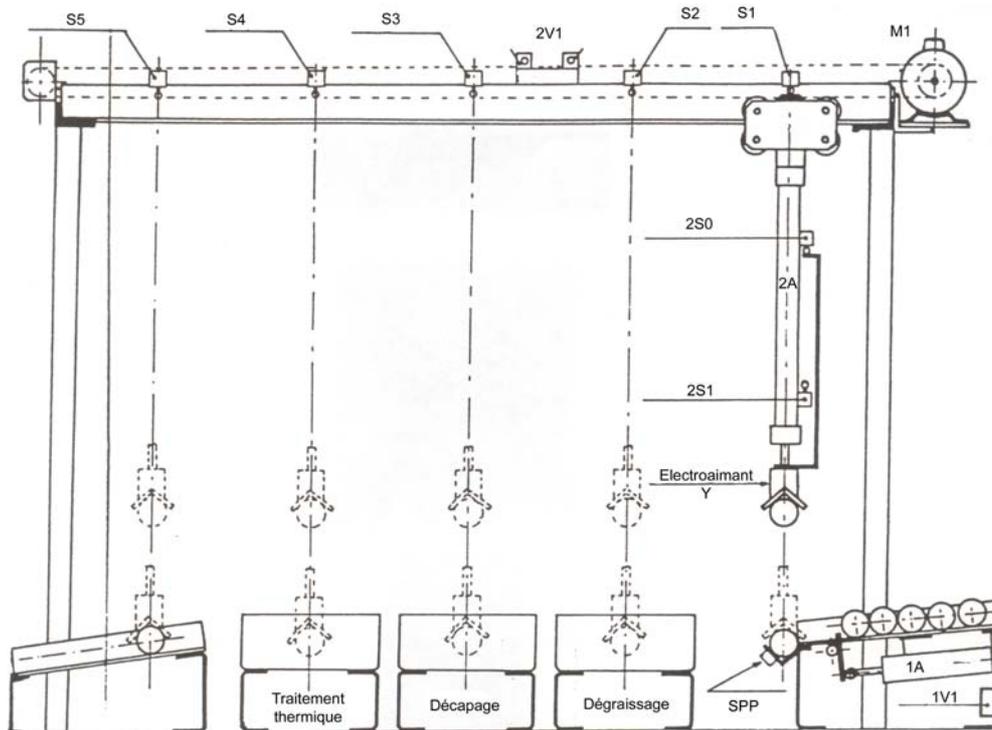
Le franchissement d'une transition ne peut se produire que si la transition est validée (étapes immédiatement précédentes actives) et si la réceptivité est vraie (équation logique associée égale à 1). Si les deux conditions ont réunies, la transition devient franchissable et est obligatoirement franchie. S'applique alors la règle 3.

▪ Règle 3 - Procédure de franchissement d'une transition.

Le franchissement d'une transition entraîne en même temps l'activation de toutes les étapes suivantes et la désactivation de toutes les étapes immédiatement précédentes.

GRAF CET – Chaîne de traitement (reprise de séquence)

I. Présentation du système.



Une chaîne de traitement pour tube se compose :

- d'une rampe d'approvisionnement actionnée par un vérin simple effet
- d'un vérin double effet de manutention avec prise de pièces par électroaimant.
- ce vérin est solidaire d'un chariot de translation
- de trois bacs (dégraissage, décapage, traitement thermique)
- d'une rampe d'évacuation par gravité.

Fonctionnement.

- le vérin simple effet 1A approvisionne la chaîne avec un tube
- le vérin double effet 2A descend et remonte le tube
- puis s'effectue une translation pour positionner le tube au-dessus d'un des trois bacs
- le vérin descend le tube dans le bac
- et le vérin remonte le tube pour aller au bac suivant ou à la rampe d'évacuation.

Mnémoniques des préactionneurs et actionneurs.

Préactionneurs	Actions	Actionneurs	Ordres
1V1-14	1A+	1A	Approvisionnement tube
2V1-12	2A-	2A	Montée de l'électro-aimant de prise de pièce
2V1-14	2A+	2A	Descente de l'électro-aimant de prise de pièce
KM2	M1V	M1	Déplacement du chariot vers l'avant
KM3	M1R	M1	Déplacement du chariot vers l'arrière
KM4	MY	Y	Prise de pièce
T1	T1	T1	Temporisation sortie vérin 1A

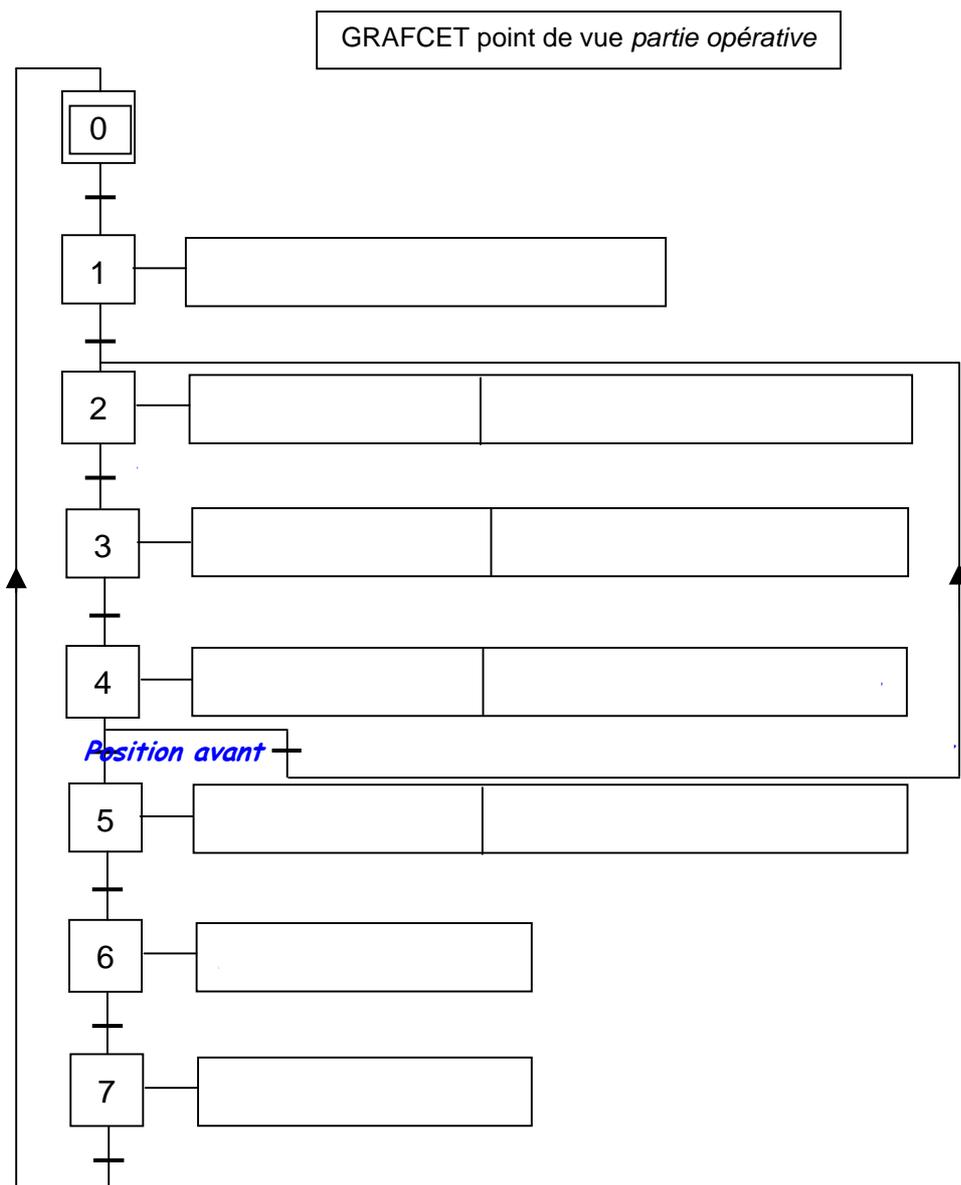
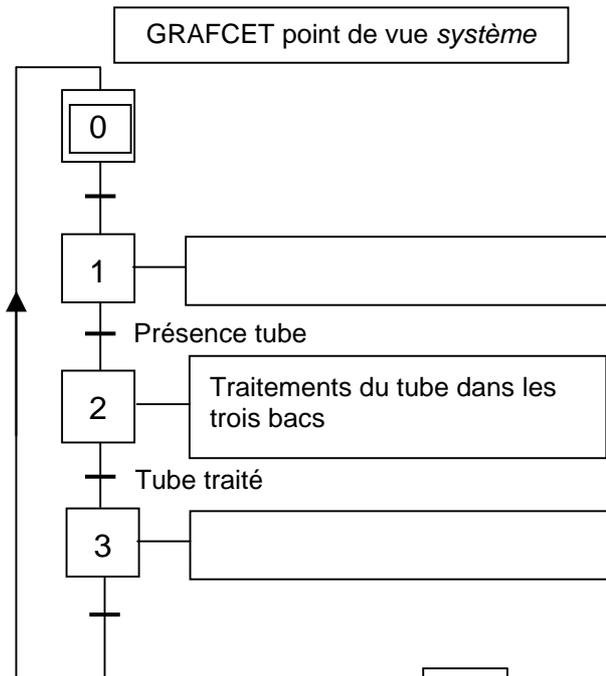
Mnémoniques des capteurs.

Capteurs	Correspondance	Capteurs	Correspondance
S1	Position arrière	SPP	Présence pièce
S2	Position dégraissage	2S ₀	Tube en position haute
S3	Position décapage	2S ₁	Tube en position basse
S4	Position traitement	SDCY	Départ de cycle
S5	Position avant		

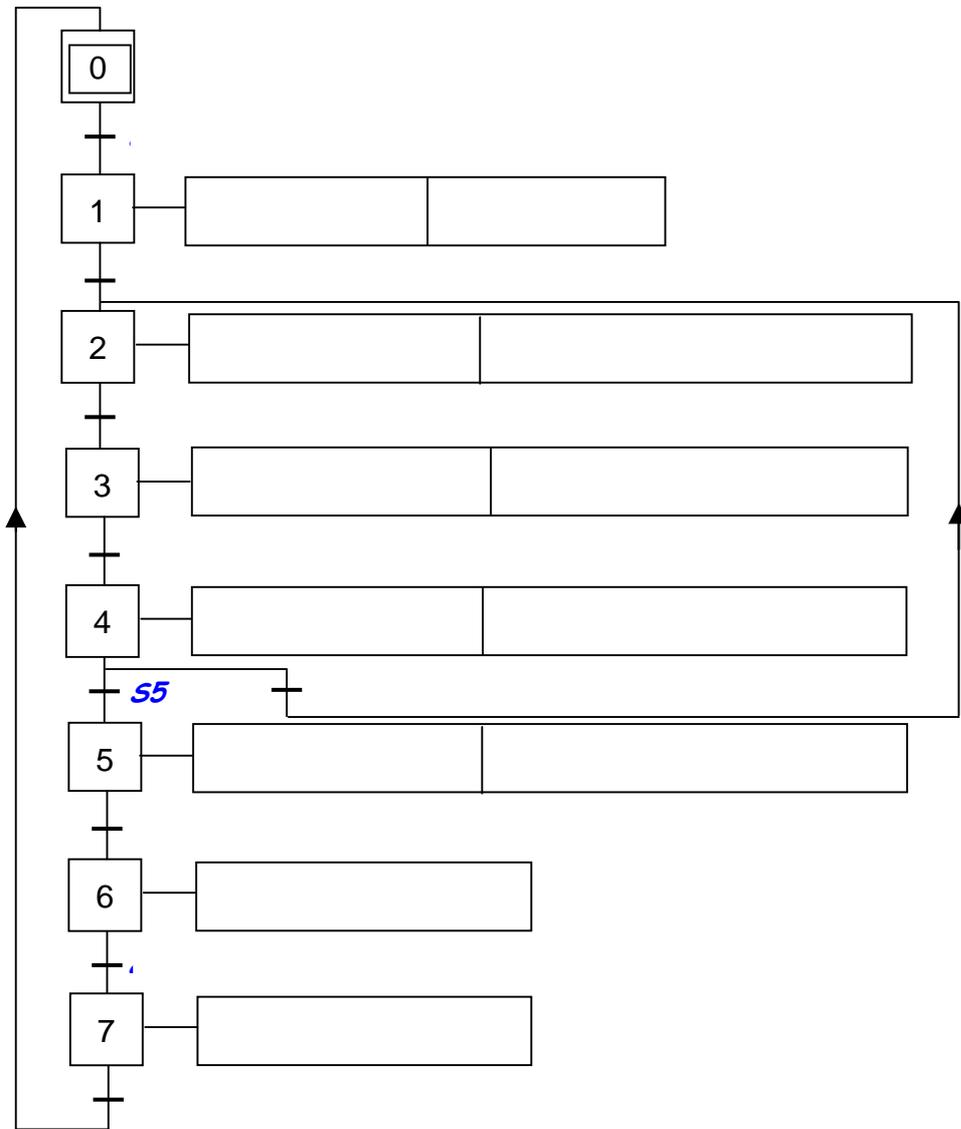
Remarque: le vérin 1A n'a pas de capteur de position. Sa sortie est donc temporisée à 3 secondes pour permettre au tube de venir en butée. La rentrée de 1A libère un tube qui tombe sur le vé de prise de pièce.

II. Questions.

1. Compléter le GRAFCET point de vue système.
2. Compléter le GRAFCET point de vue partie opérative.
3. Compléter le GRAFCET point de vue partie commande.

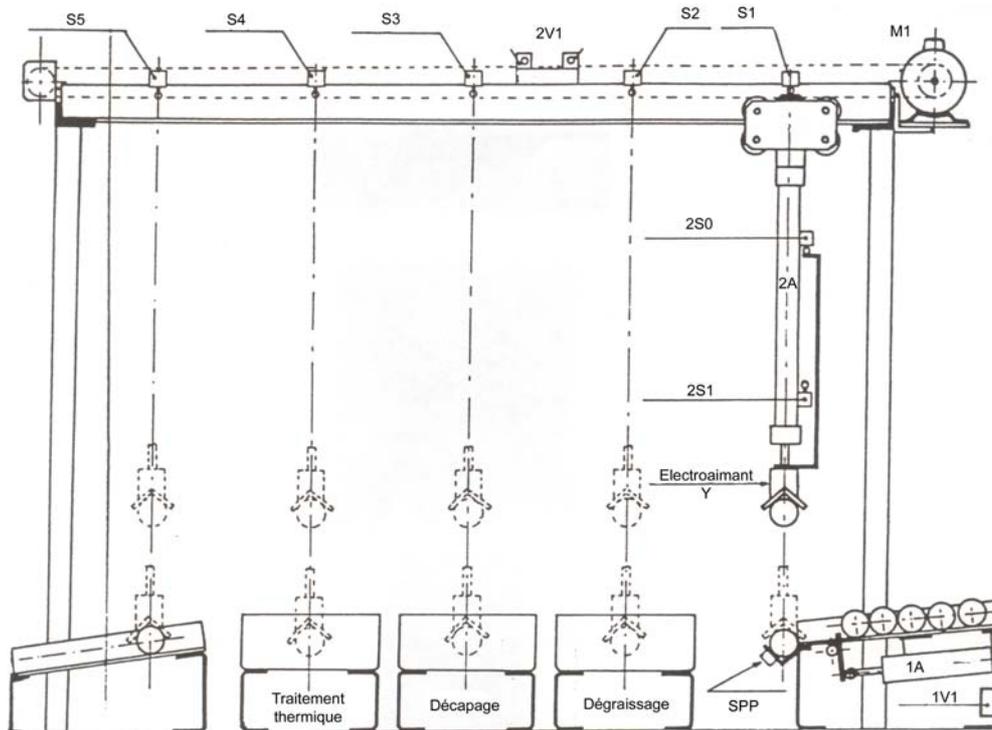


GRAFCET point de vue *partie commande*



GRAF CET – Chaîne de traitement (reprise de séquence)

I. Présentation du système.



Une chaîne de traitement pour tube se compose :

- d'une rampe d'approvisionnement actionnée par un vérin simple effet
- d'un vérin double effet de manutention avec prise de pièces par électroaimant.
- ce vérin est solidaire d'un chariot de translation
- de trois bacs (dégraissage, décapage, traitement thermique)
- d'une rampe d'évacuation par gravité.

Fonctionnement.

- le vérin simple effet 1A approvisionne la chaîne avec un tube
- le vérin double effet 2A descend et remonte le tube
- puis s'effectue une translation pour positionner le tube au-dessus d'un des trois bacs
- le vérin descend le tube dans le bac
- et le vérin remonte le tube pour aller au bac suivant ou à la rampe d'évacuation.

Mnémotechniques des préactionneurs et actionneurs.

Préactionneurs	Actions	Actionneurs	Ordres
1V1-14	1A+	1A	Approvisionnement tube
2V1-12	2A-	2A	Montée de l'électro-aimant de prise de pièce
2V1-14	2A+	2A	Descente de l'électro-aimant de prise de pièce
KM2	M1V	M1	Déplacement du chariot vers l'avant
KM3	M1R	M1	Déplacement du chariot vers l'arrière
KM4	MY	Y	Prise de pièce
T1	T1	T1	Temporisation sortie vérin 1A

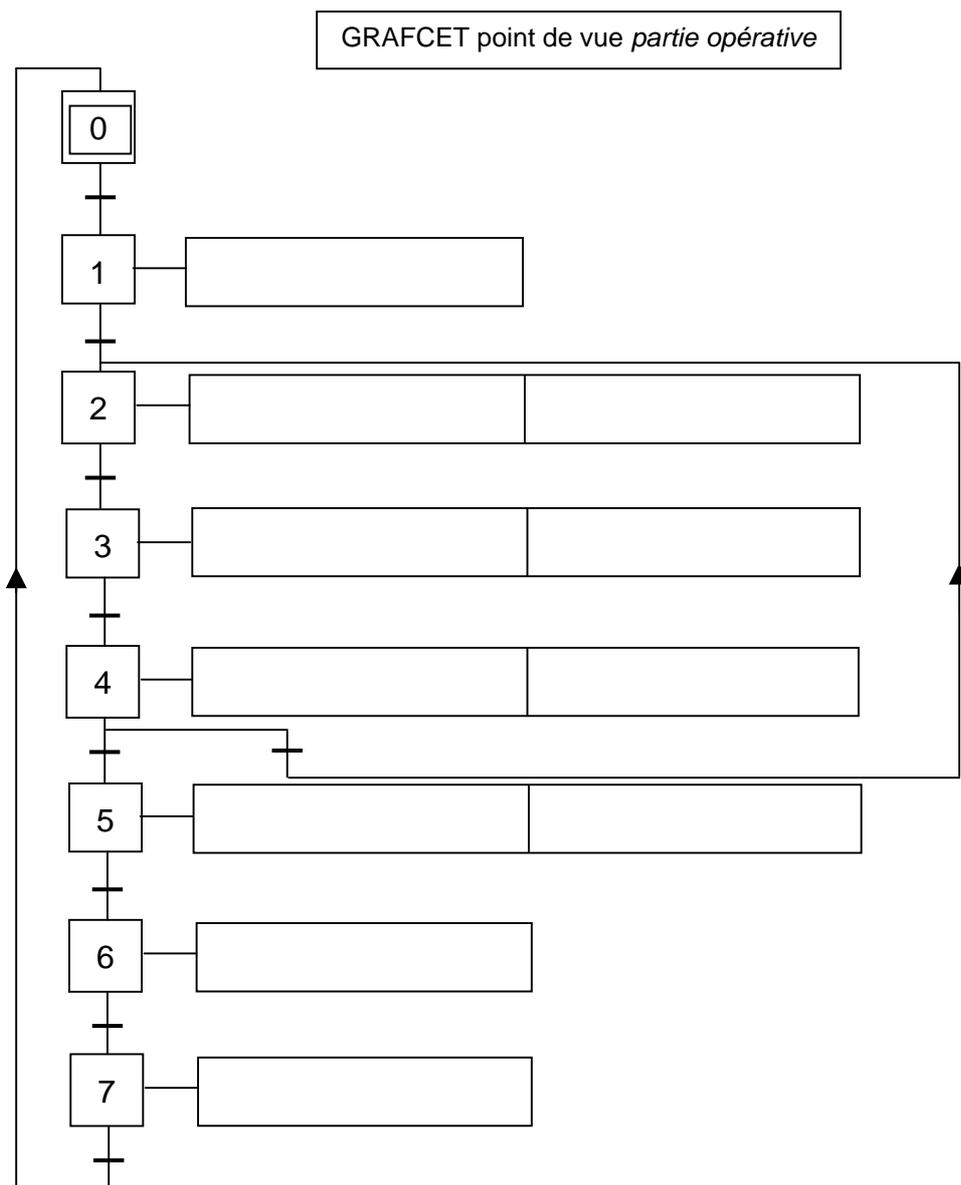
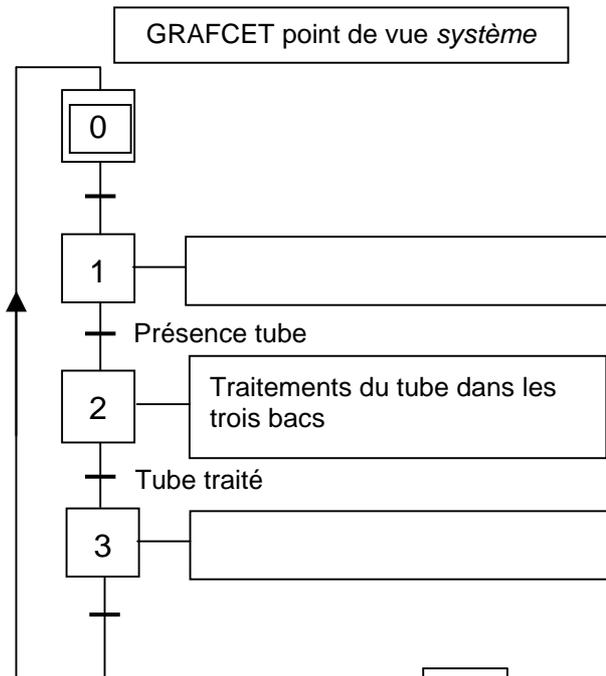
Mnémotechniques des capteurs.

Capteurs	Correspondance	Capteurs	Correspondance
S1	Position arrière	SPP	Présence pièce
S2	Position dégraissage	2S ₀	Tube en position haute
S3	Position décapage	2S ₁	Tube en position basse
S4	Position traitement	SDCY	Départ de cycle
S5	Position avant		

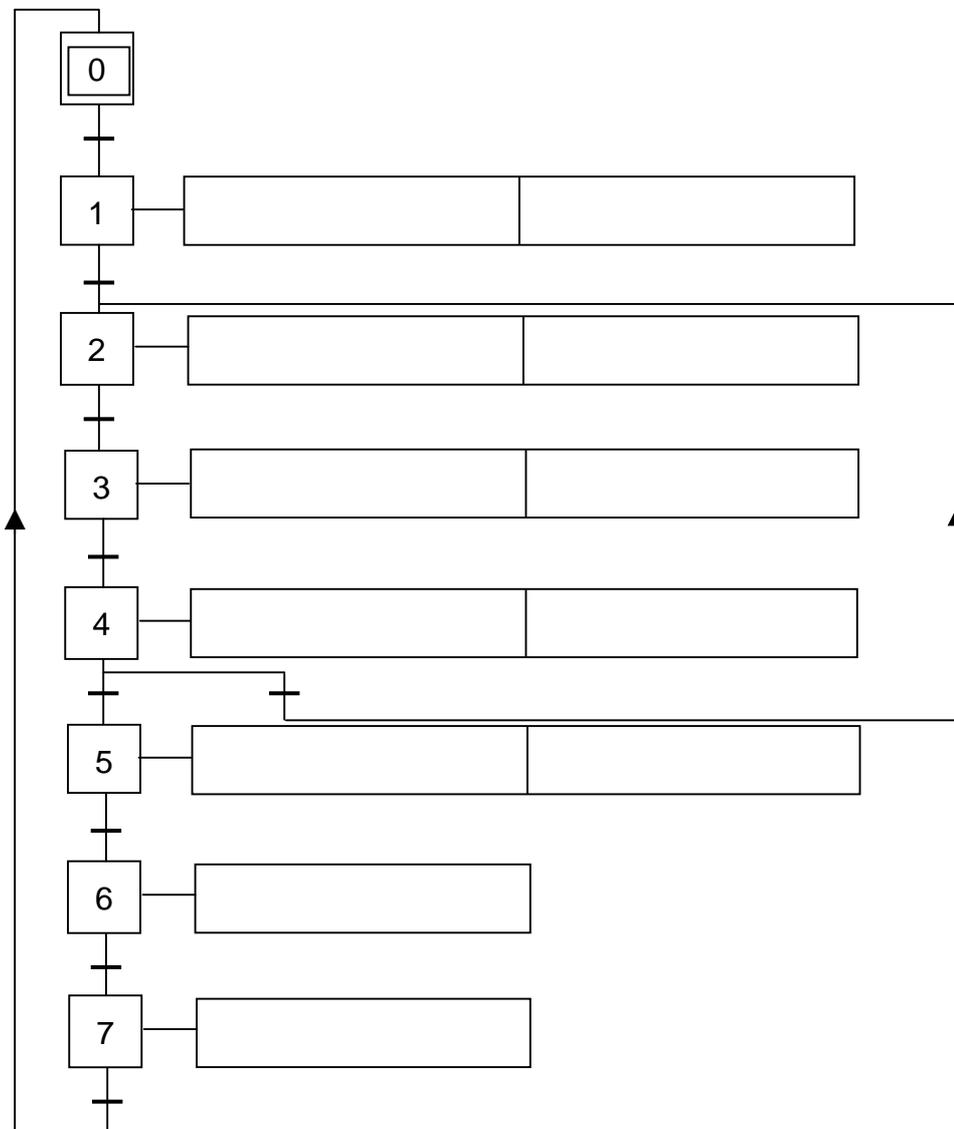
Remarque: le vérin 1A n'a pas de capteur de position. Sa sortie est donc temporisée à 3 secondes pour permettre au tube de venir en butée. La rentrée de 1A libère un tube qui tombe sur le vé de prise de pièce.

II. Questions.

1. Compléter le GRAFCET point de vue système.
2. Compléter le GRAFCET point de vue partie opérative.
3. Compléter le GRAFCET point de vue partie commande.

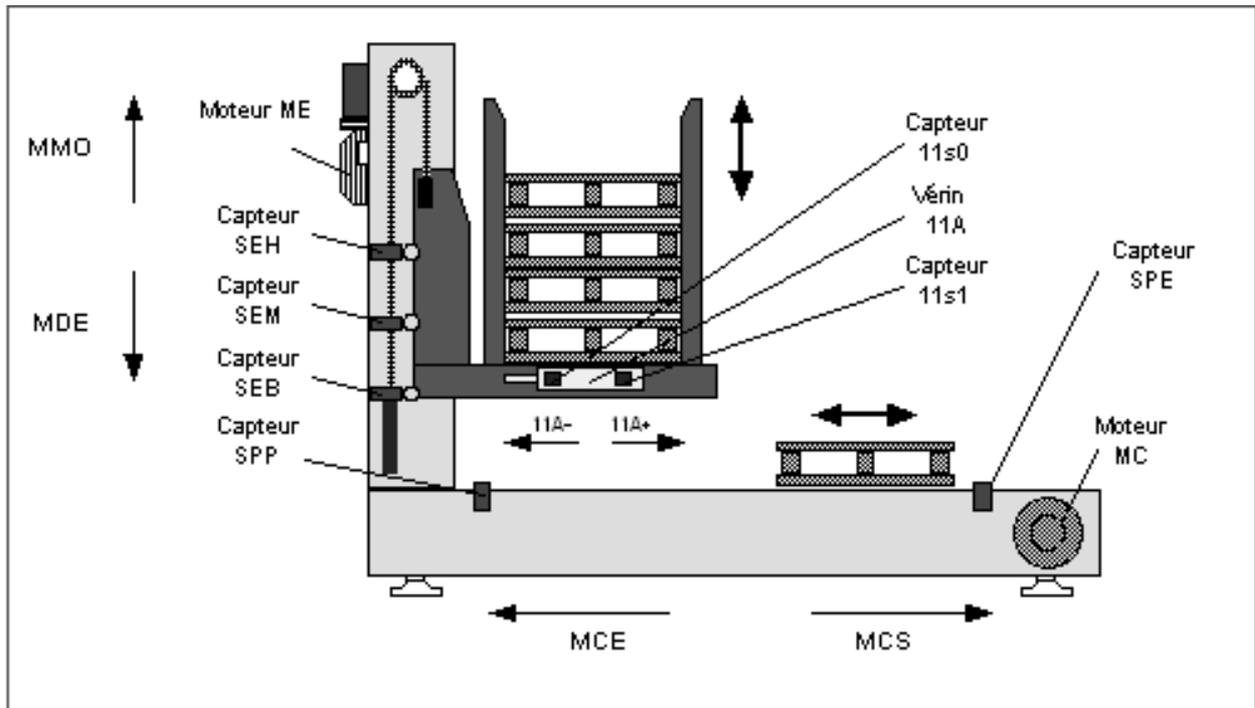


GRAF CET point de vue *partie commande*



Exercice GRAFCET – Séquence unique

I. Présentation du système.



Mnémoniques des préactionneurs et actionneurs.

Préactionneurs	Actions	Actionneurs	Ordres
1V1-14	11A+	11A	Fermer taquet 1 (rentre la tige du vérin 11A)
1V1-14	12A+	12A	Fermer taquet 2 (rentre la tige du vérin 12A)
1V1-12	11A-	11A	Ouvrir taquet 1 (sortir la tige du vérin 11A)
1V1-12	12A-	12A	Ouvrir taquet 2 (sortir la tige du vérin 12A)
KMCE	MCE	MC	Déplacer la palette vers l'élevateur
KMCS	MCS	MC	Déplacer la palette vers la sortie
KMDE	MDE	ME	Descendre la palette
KMMO	MMO	ME	Monter la palette

Mnémoniques des capteurs.

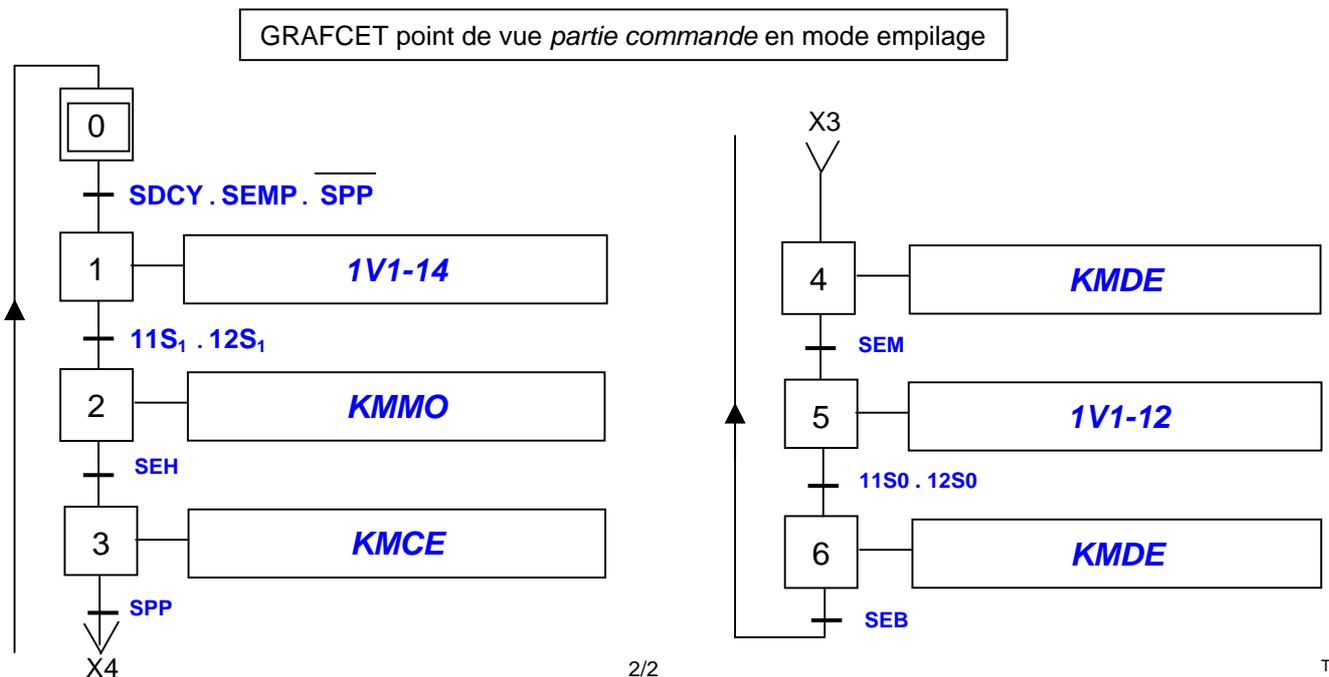
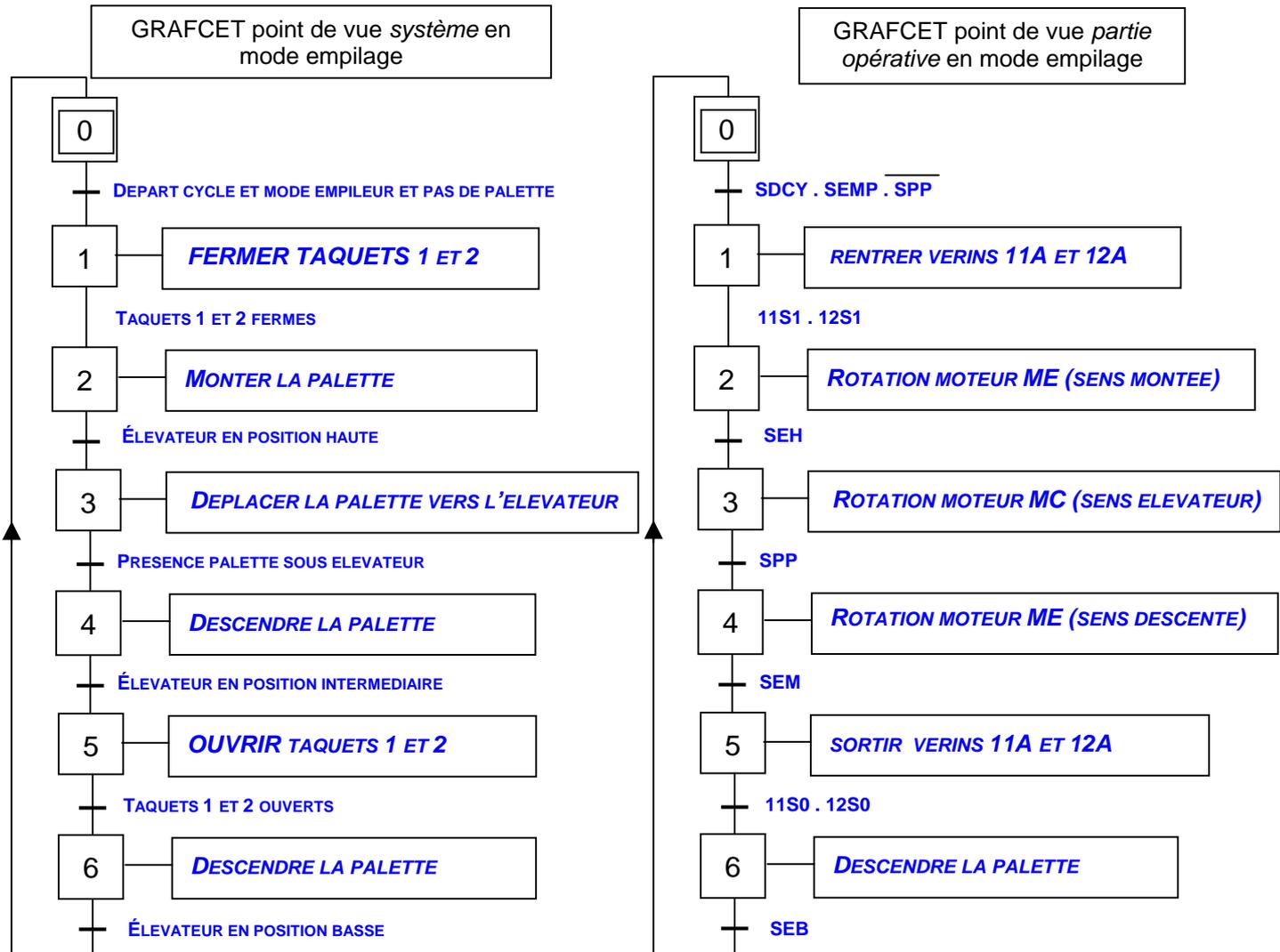
Capteurs	Correspondance
SEH	Élévateur en position haute
SEM	Élévateur en position intermédiaire
SEB	Élévateur en position basse
SPP	Présence palette sous élévateur
SPE	Palette évacuée
11S ₀	Taquet 1 ouvert (tige du vérin 11A sortie)
11S ₁	Taquet 1 fermé (tige du vérin 11A rentrée)
12S ₀	Taquet 2 ouvert (tige du vérin 12A sortie)
12S ₁	Taquet 2 fermé (tige du vérin 12A rentrée)
SDCY	Départ de cycle
SEMP	Mode empileur

Remarque: les vérins 11A et 12A sont montés de chaque côté de l'élévateur et commandés par un même distributeur 1V1.

II. Questions.

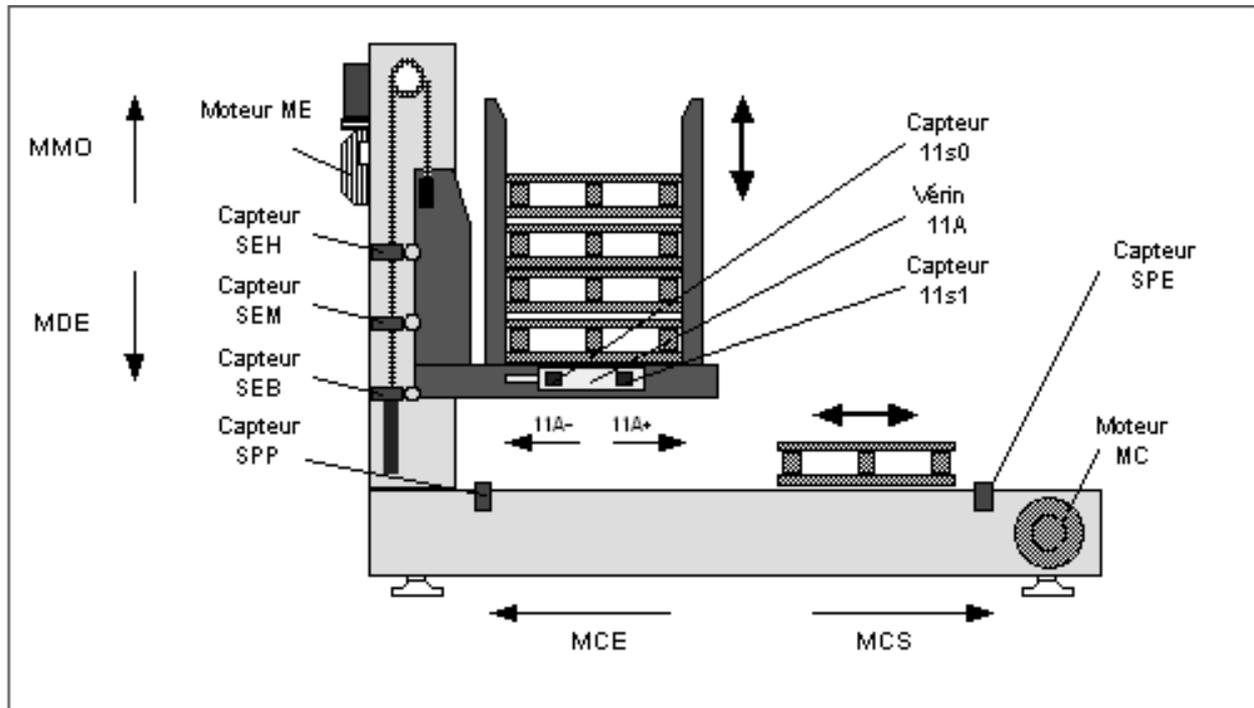
Lancer un cycle d'empilage sur l'ERM version électrique et observer le cycle.

1. Compléter le GRAFCET point de vue système en mode empilage.
2. Compléter le GRAFCET point de vue partie opérative en mode empilage.
3. Compléter le GRAFCET point de vue partie commande en mode empilage.



Exercice GRAFCET – Séquence unique

I. Présentation du système.



Mnémotechniques des préactionneurs et actionneurs.

Préactionneurs	Actions	Actionneurs	Ordres
1V1-14	11A+	11A	Fermer taquet 1 (rentre la tige du vérin 11A)
1V1-14	12A+	12A	Fermer taquet 2 (rentre la tige du vérin 12A)
1V1-12	11A-	11A	Ouvrir taquet 1 (sortir la tige du vérin 11A)
1V1-12	12A-	12A	Ouvrir taquet 2 (sortir la tige du vérin 12A)
KMCE	MCE	MC	Déplacer la palette vers l'élévateur
KMCS	MCS	MC	Déplacer la palette vers la sortie
KMDE	MDE	ME	Descendre la palette
KMMO	MMO	ME	Monter la palette

Mnémotechniques des capteurs.

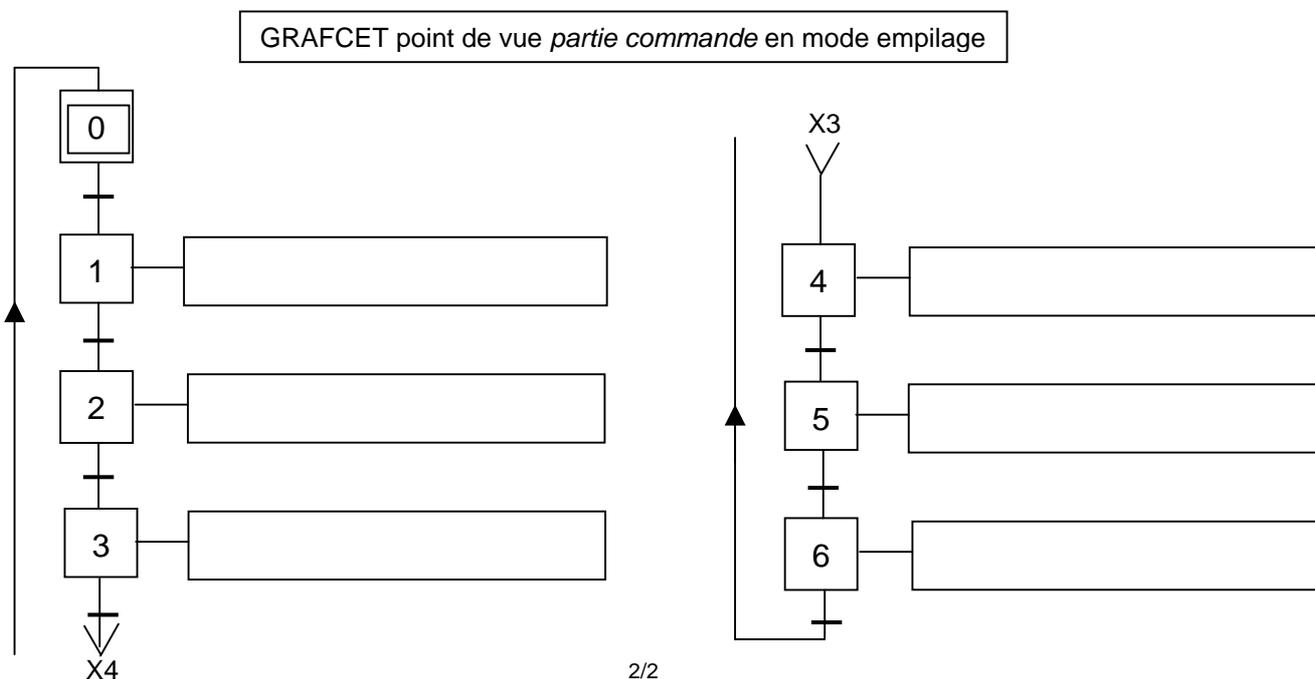
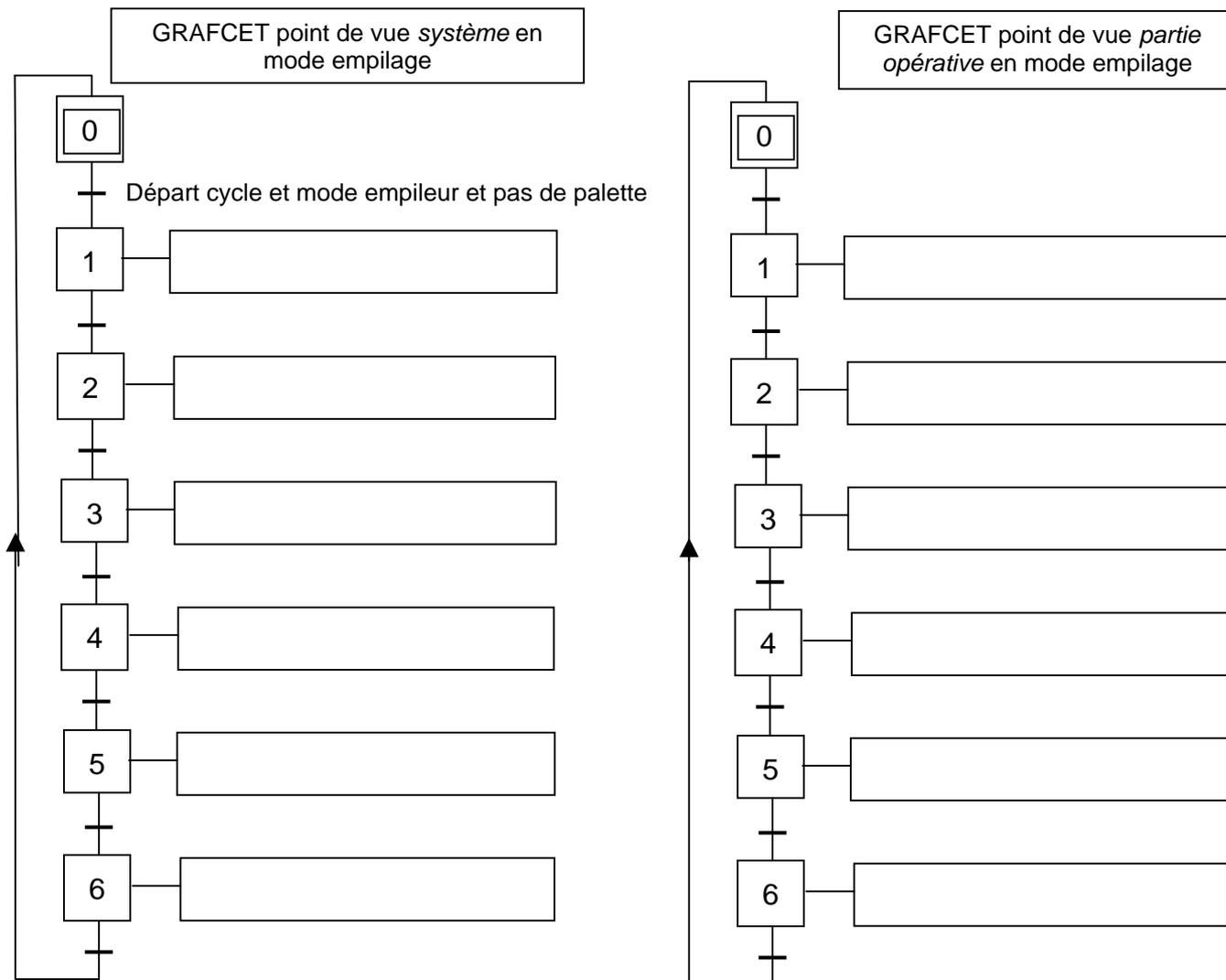
Capteurs	Correspondance
SEH	Élévateur en position haute
SEM	Élévateur en position intermédiaire
SEB	Élévateur en position basse
SPP	Présence palette sous élévateur
SPE	Palette évacuée
11S ₀	Taquet 1 ouvert (tige du vérin 11A sortie)
11S ₁	Taquet 1 fermé (tige du vérin 11A rentrée)
12S ₀	Taquet 2 ouvert (tige du vérin 12A sortie)
12S ₁	Taquet 2 fermé (tige du vérin 12A rentrée)
SDCY	Départ de cycle
SEMP	Mode empileur

Remarque: les vérins 11A et 12A sont montés de chaque côté de l'élévateur et commandés par un même distributeur 1V1.

II. Questions.

Lancer un cycle d'empilage sur l'ERM version électrique et observer le cycle.

1. Compléter le GRAFCET point de vue système en mode empilage.
2. Compléter le GRAFCET point de vue partie opérative en mode empilage.
3. Compléter le GRAFCET point de vue partie commande en mode empilage.

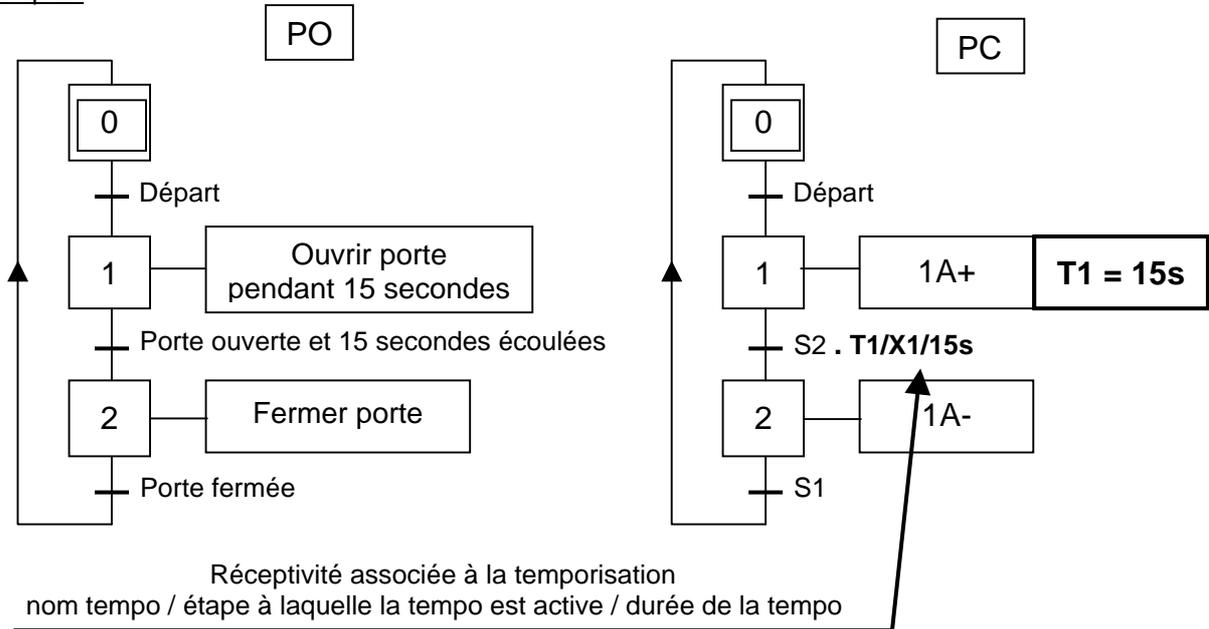


Le GRAFCET – Temporisation

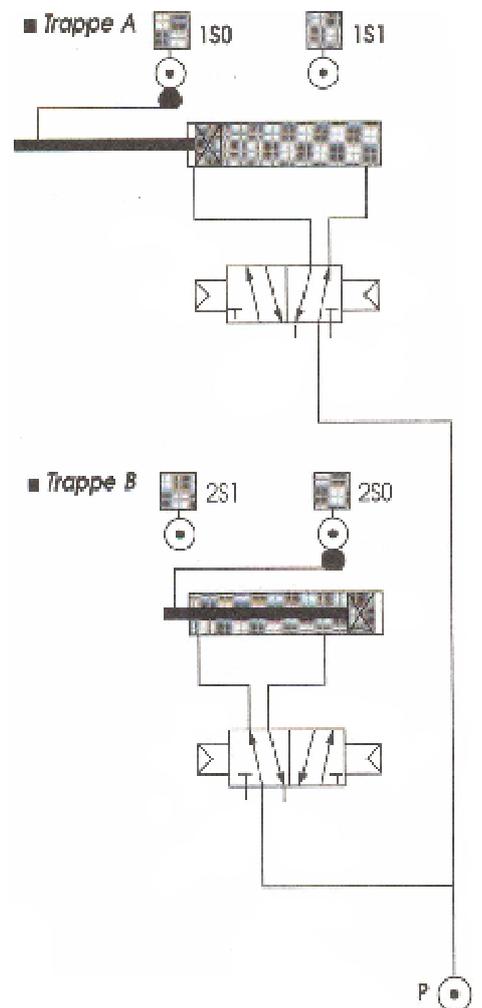
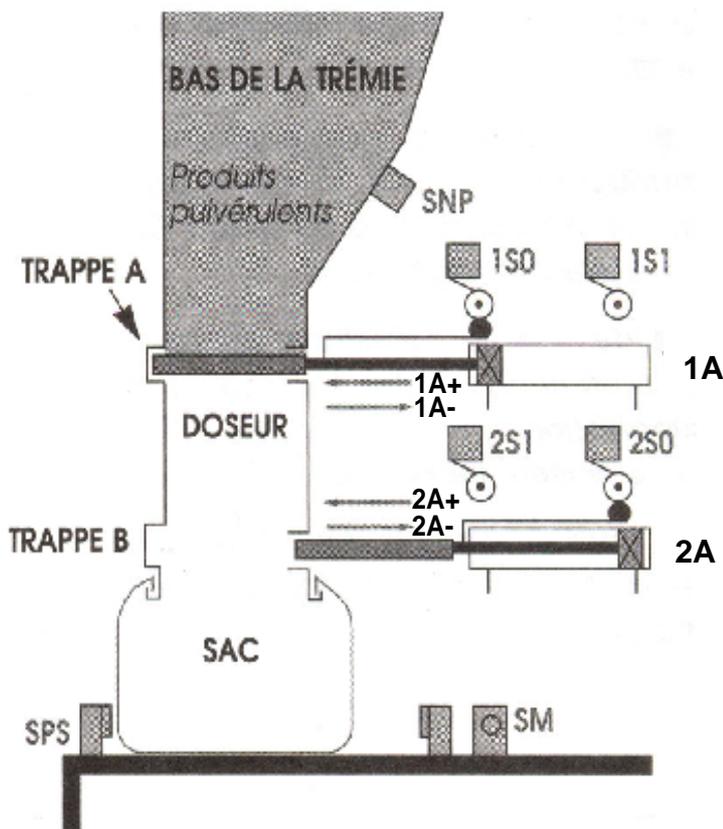
I. Définition.

Certains systèmes automatisés nécessitent des temps de pause d'où l'utilisation de temporisation.

Exemple :



II. Exercice : conditionnement de produits pulvérulents.



Les produits sont stockés dans une trémie et sont conditionnés dans des sacs suivant une quantité correspondant au volume du doseur situé sur la partie basse de la trémie.

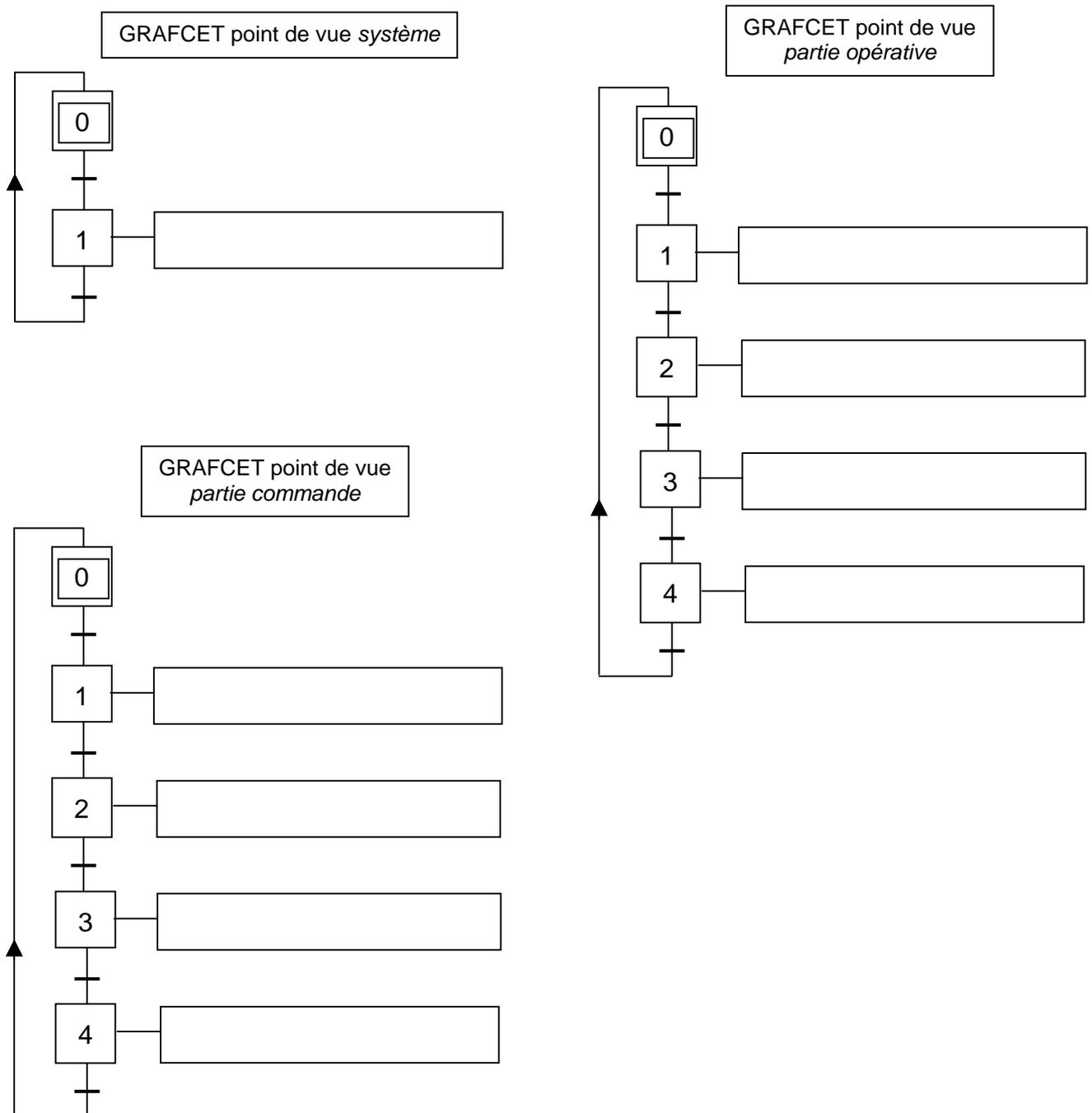
Le cycle de remplissage du sac se déroule comme suit :

- remplissage du doseur pendant 15 secondes
- vidange du doseur dans le sac.

Ce cycle ne peut démarrer qu'après :

- **un contrôle de la présence de sac** par un système de détection photoélectrique du type barrage, **capteur SPS**.
- **un contrôle d'un niveau suffisant de produit dans la trémie** par le **capteur SNP** du type détecteur à membrane.
- **Une action manuelle** sur un bouton poussoir **SM**.

Travail demandé:

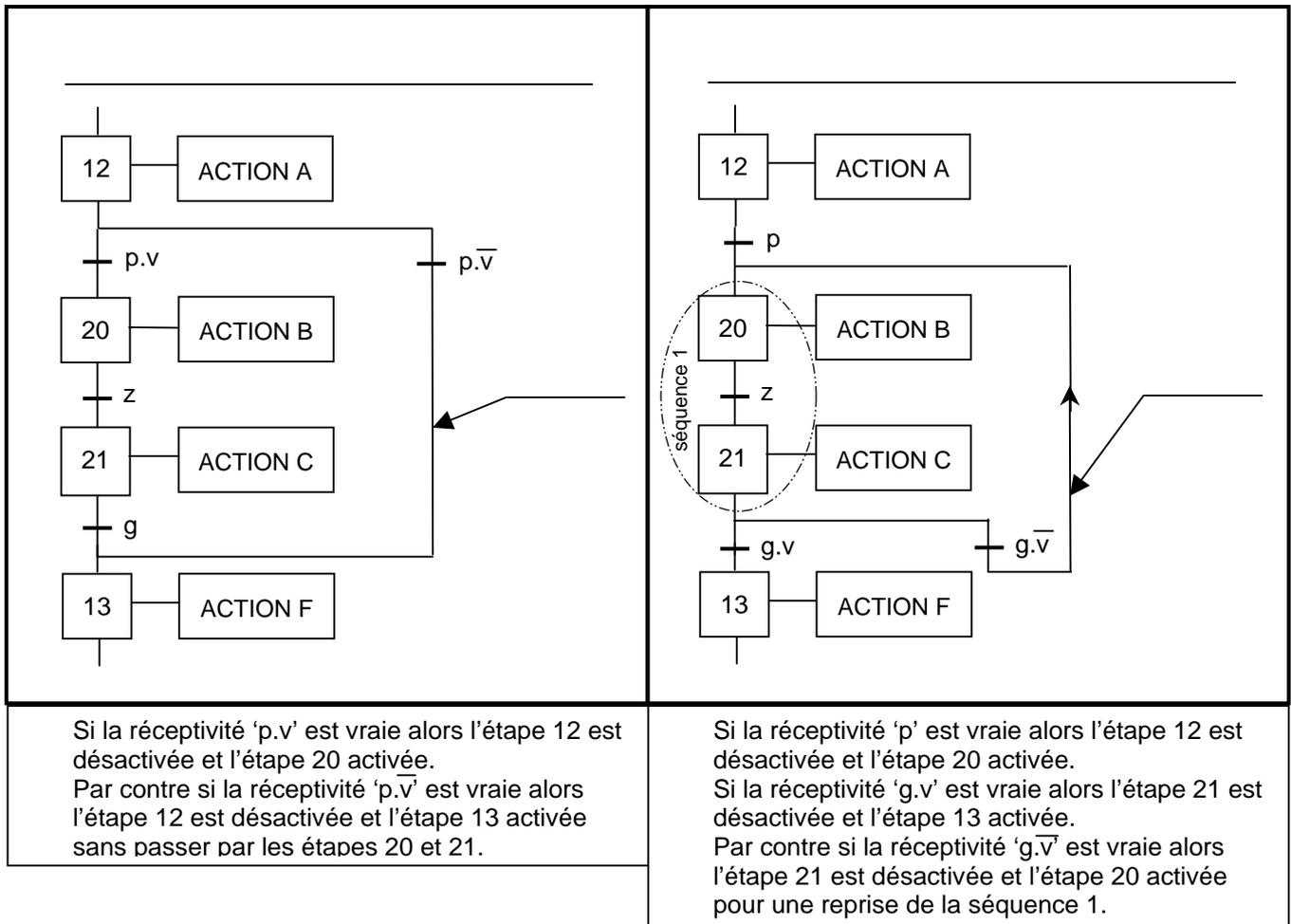


Le GRAFCET – Saut d'étapes et Reprise de séquence

I. Définition.

Le saut d'étapes et la reprise de séquence sont deux cas particuliers de la divergence en OU.

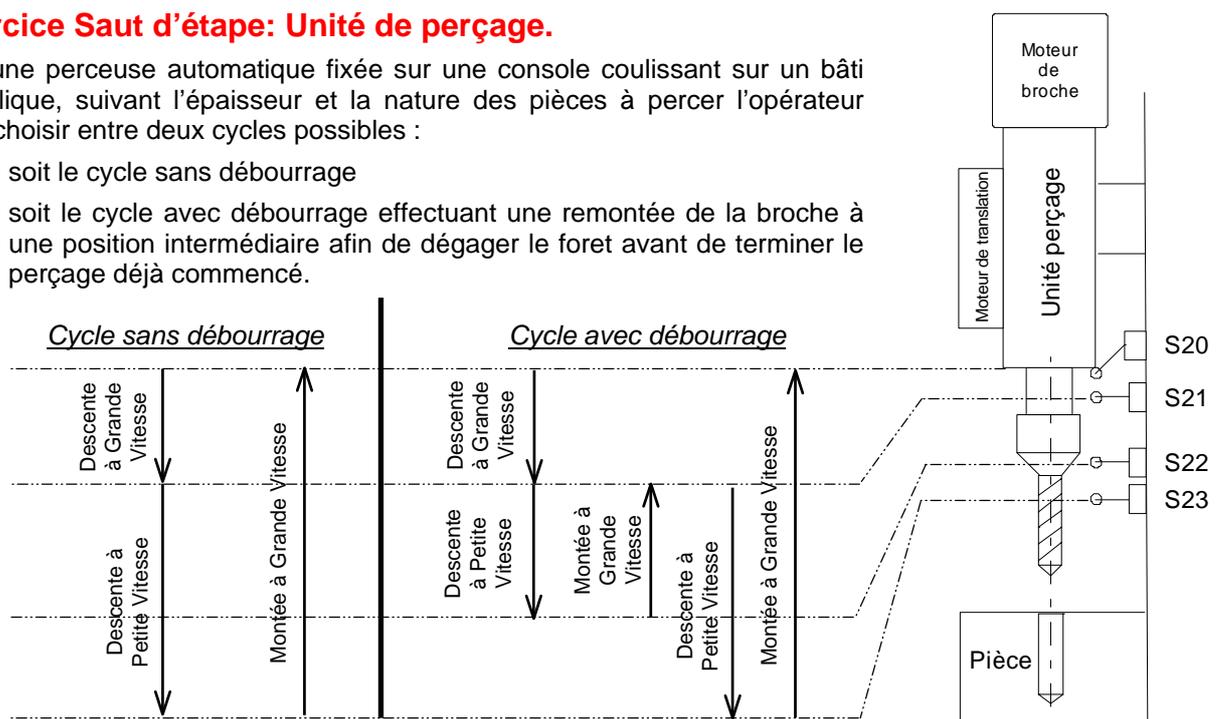
Exemples :



II. Exercice Saut d'étape: Unité de perçage.

Soit une perceuse automatique fixée sur une console couissant sur un bâti métallique, suivant l'épaisseur et la nature des pièces à percer l'opérateur peut choisir entre deux cycles possibles :

- soit le cycle sans débouillage
- soit le cycle avec débouillage effectuant une remontée de la broche à une position intermédiaire afin de dégager le foret avant de terminer le perçage déjà commencé.



Les deux cycles ont entre eux certaines parties communes telles que :

- la descente à grande vitesse jusque S21 ;
- la descente à petite vitesse jusque S22 (cycle avec débouillage) ou jusque S23 (cycle sans débouillage) ;
- la montée à grande vitesse jusque S20 ;
- la rotation de broche.

Mnémoniques des préactionneurs et actionneurs.

Préactionneurs	Actionneurs	Ordres
KM2	M2	Descente à Grande Vitesse
KM3	M2	Descente à Petite Vitesse
KM4	M2	Montée à Grande Vitesse
KM1	M1	Rotation de broche

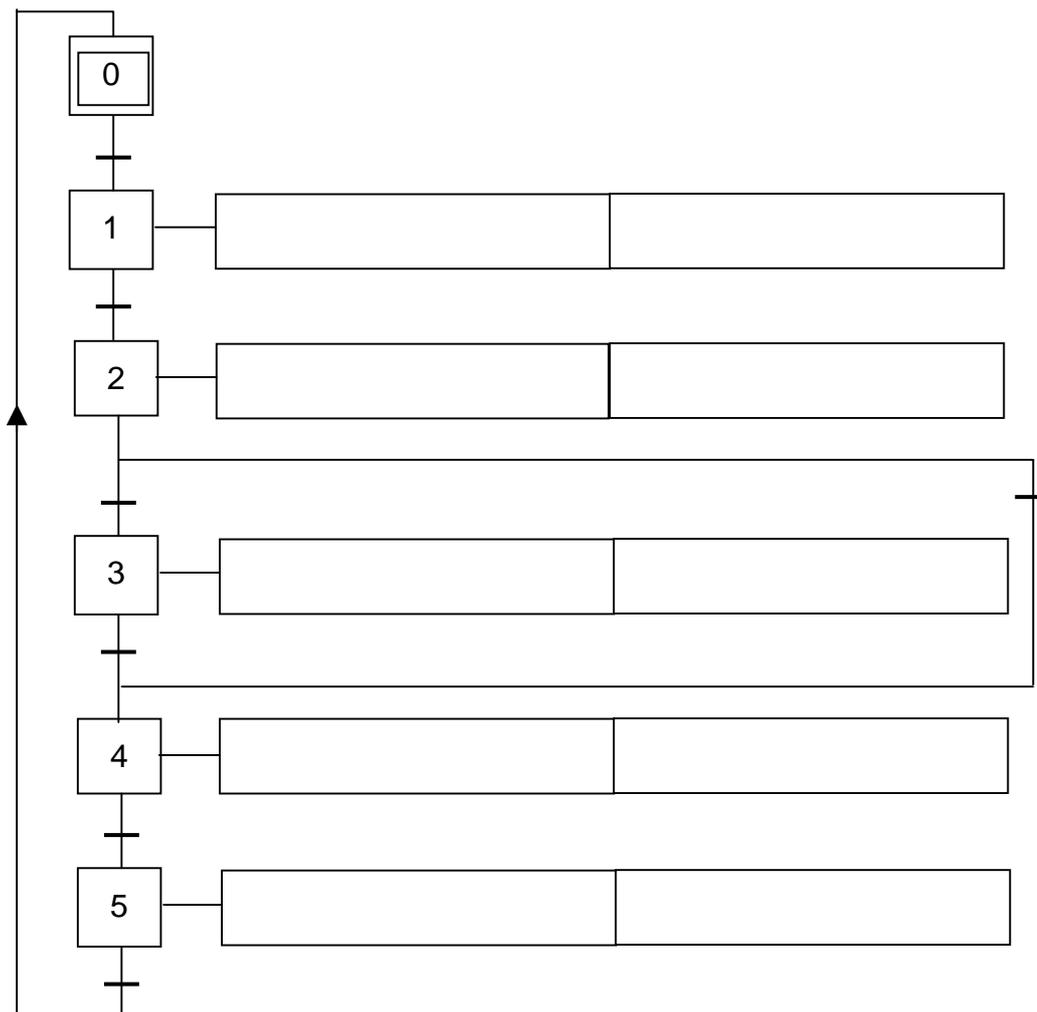
Mnémoniques des capteurs.

Capteurs	Correspondance	Capteurs	Correspondance
S20	Position haute	SPP	Présence pièce
S21	Position fin d'approche	SDEB	Cycle avec débouillage
S22	Position intermédiaire	SDCY	Départ de cycle
S23	Position basse		

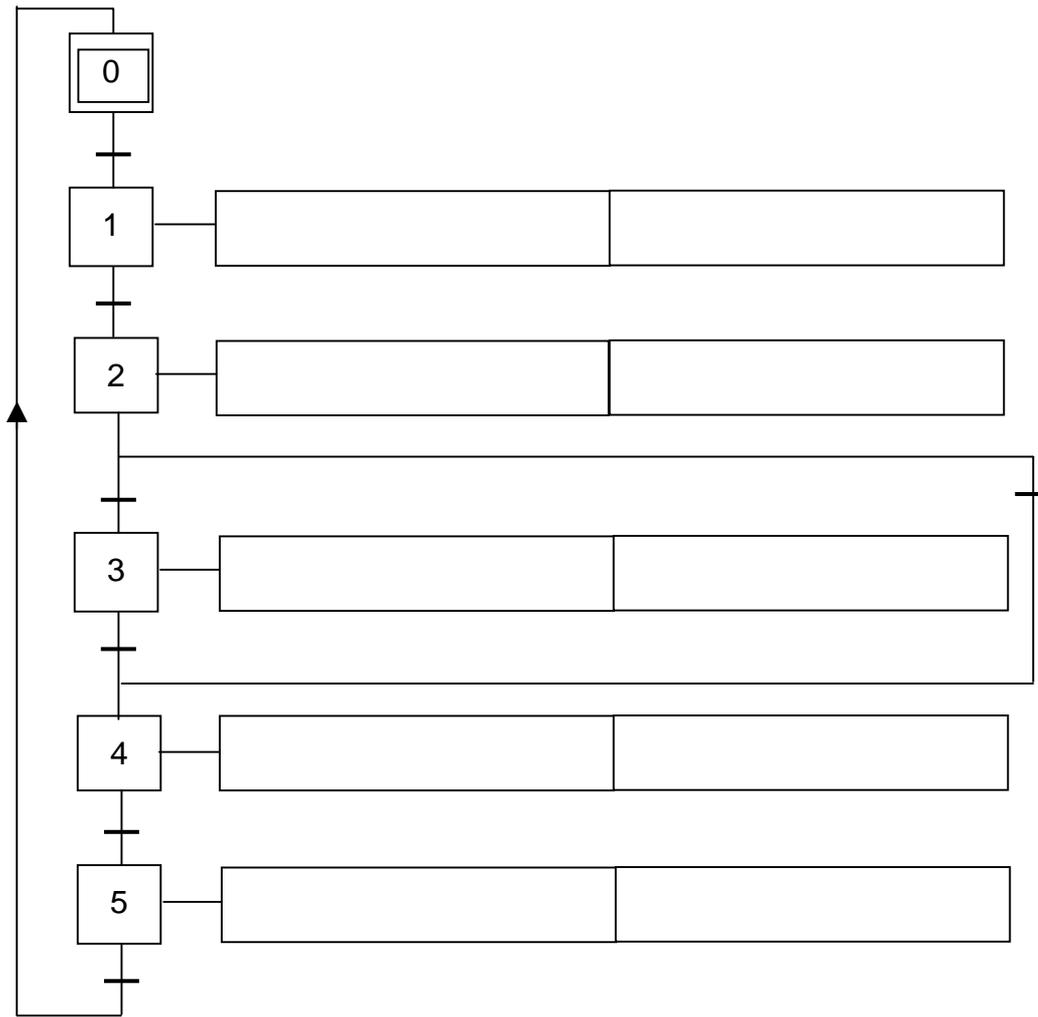
Travail demandé :

1. Compléter le GRAFCET point de vue partie opérative.
2. Compléter le GRAFCET point de vue partie commande.

GRAFCET Point de vue Partie Opérative.



GRAFSET Point de vue Partie Commande.



III. Exercice Reprise de séquence:
Voir exercice annexe : Chaîne de traitement.

Le GRAFCET – Séquences simultanées

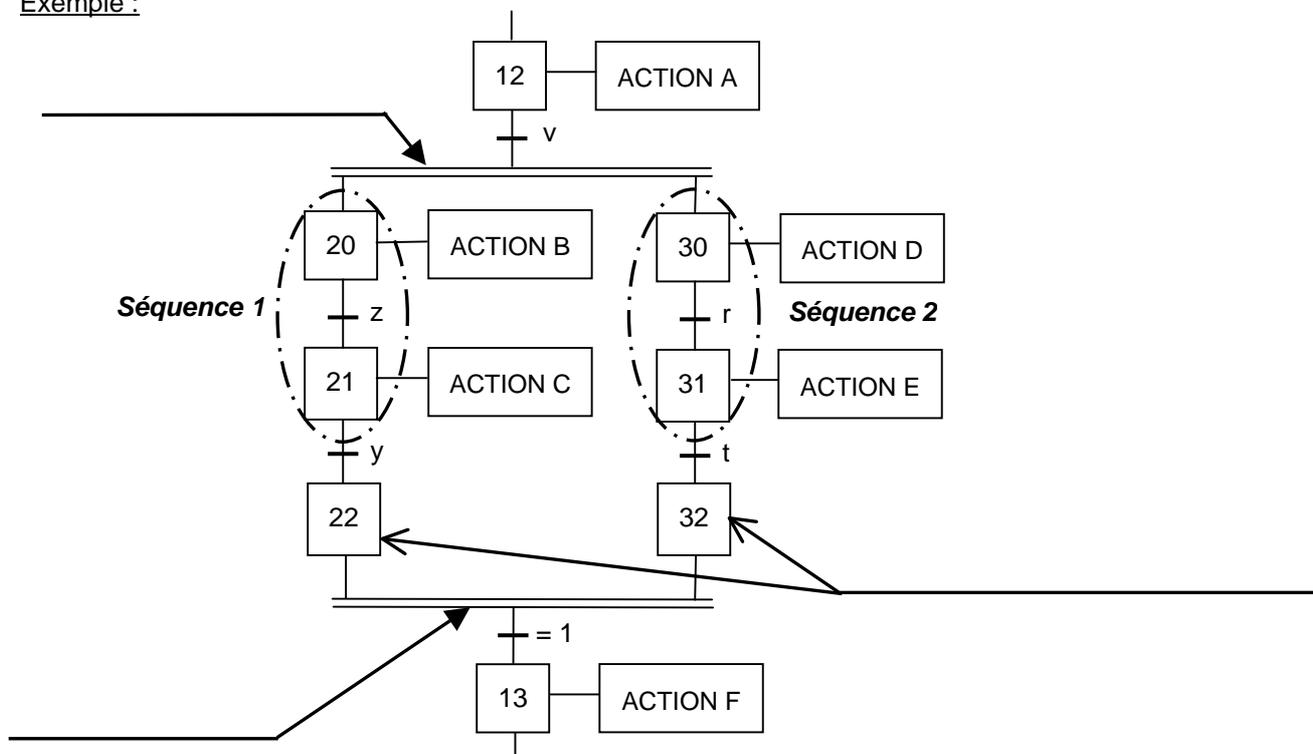
I. Définition.

En général, un système automatisé réalise plusieurs séquences simultanément (en même temps), mais les actions restent indépendantes.

Les séquences simultanées sont représentées par :

- une transition unique
- deux traits parallèles

Exemple :



Si la réceptivité 'v' est vraie alors les séquences 1 **ET** 2 sont exécutées en même temps.

Les étapes 22 et 32 sont des étapes d'attente, elles sont utilisées pour synchroniser les fins de séquences 1 et 2

II. Exercice : Unité de perçage.

Un dispositif de perçage permet de percer des pièces à l'aide de deux têtes d'usinage constituées d'une broche animée d'un mouvement de rotation (1 sens) et d'un mouvement de translation (2 sens et 2 vitesses).

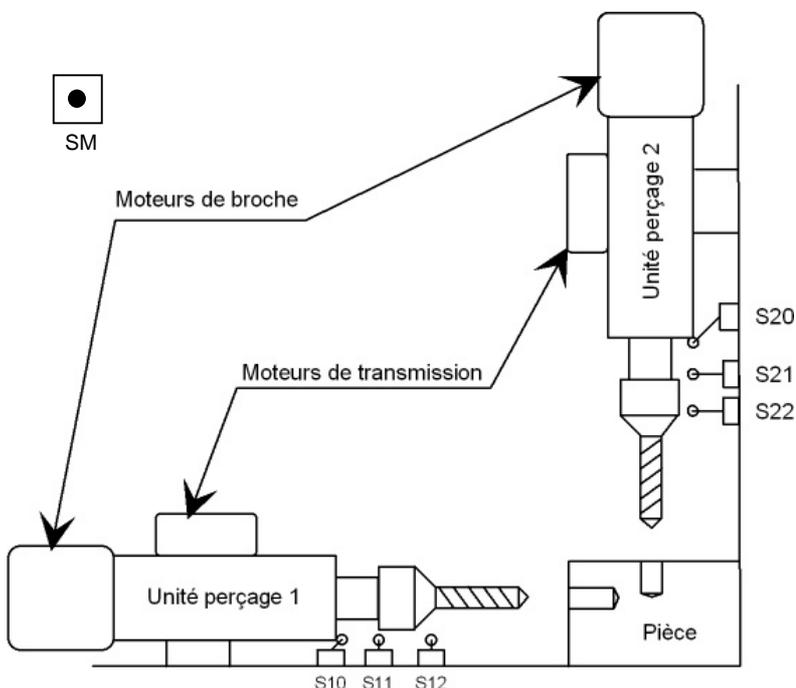
Les perçages sont effectués simultanément :

- approche à grande vitesse
- perçage à vitesse normale
- dégagement à grande vitesse.

Les broches sont en rotation pendant tout le cycle de perçage.

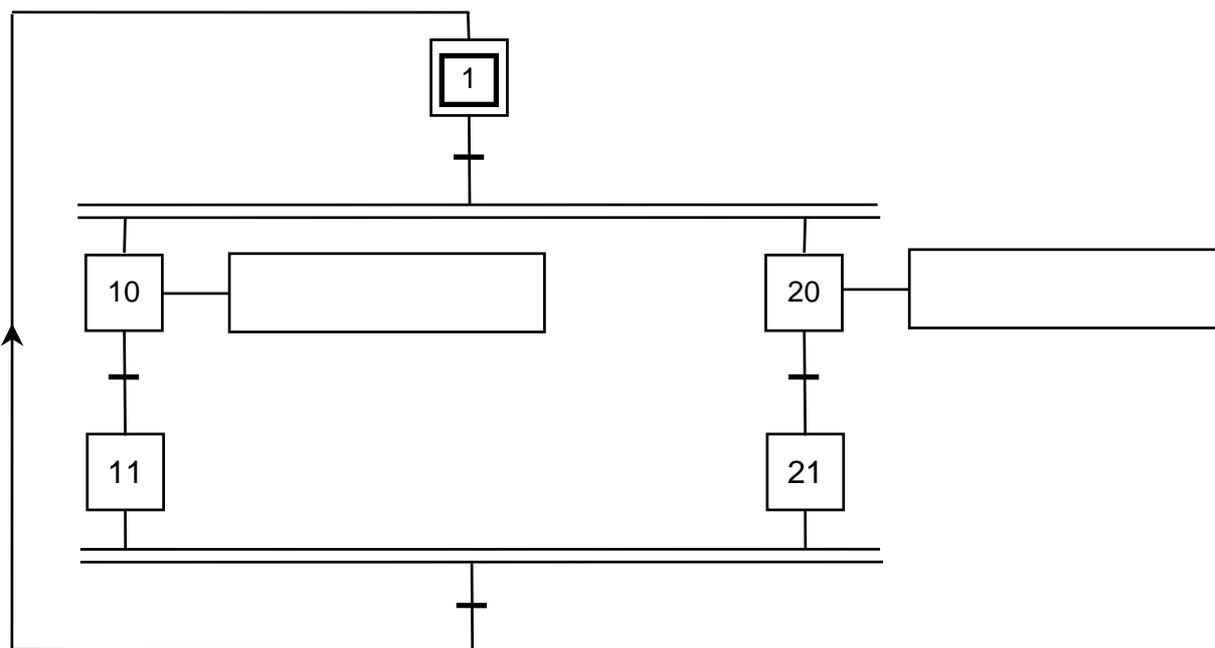
Le départ de cycle est donné par l'opérateur (SM).

Des capteurs assurent le contrôle aux différentes positions (S10, S11, S12, S20, S21, S22).

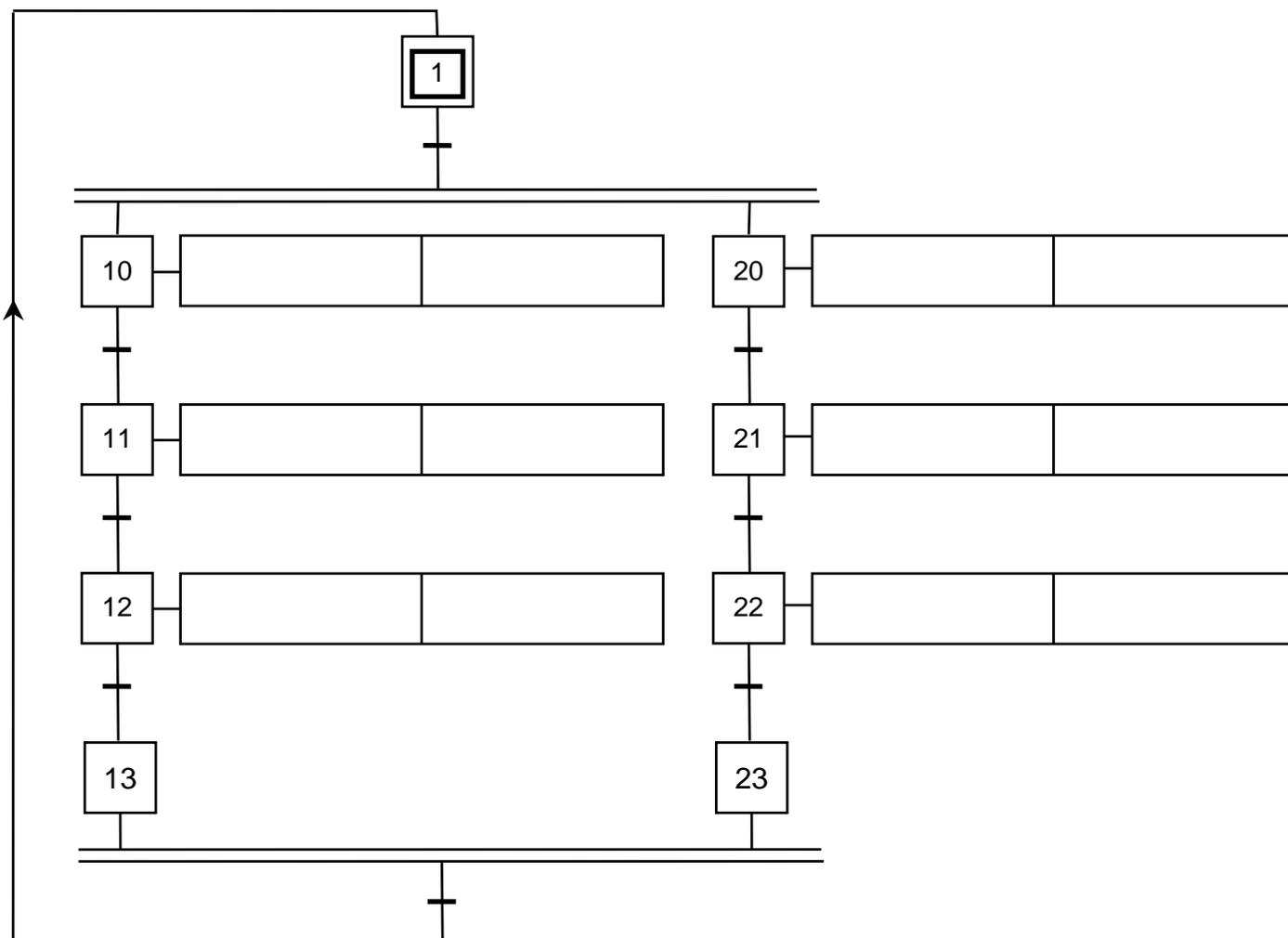


Travail demandé :

GRAF CET Point de vue système.

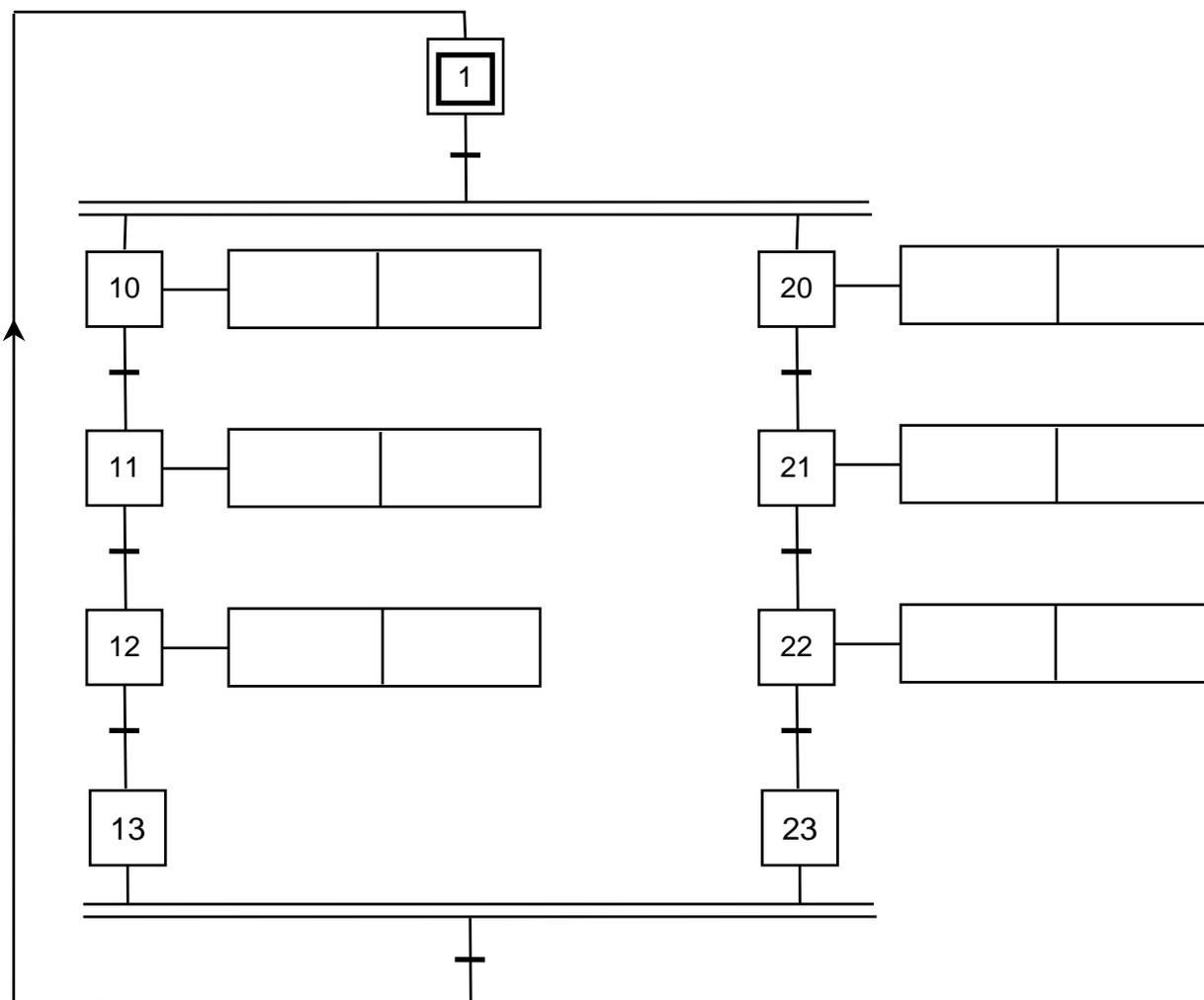


GRAF CET Point de vue Partie Opérative.



GRAFSET Point de vue Partie Commande.

	Actions	Actionneurs	Pré-actionneurs
Unité perçage 1	Approche à grande vitesse	Moteur de transmission M11	KM11
	Perçage à vitesse normale	Moteur de transmission M11	KM21
	Dégagement à grande vitesse	Moteur de transmission M11	KM31
	Rotation broche	Moteur broche M12	KM41
Unité perçage 2	Approche à grande vitesse	Moteur de transmission M21	KM12
	Perçage à vitesse normale	Moteur de transmission M21	KM22
	Dégagement à grande vitesse	Moteur de transmission M21	KM32
	Rotation broche	Moteur broche M22	KM42



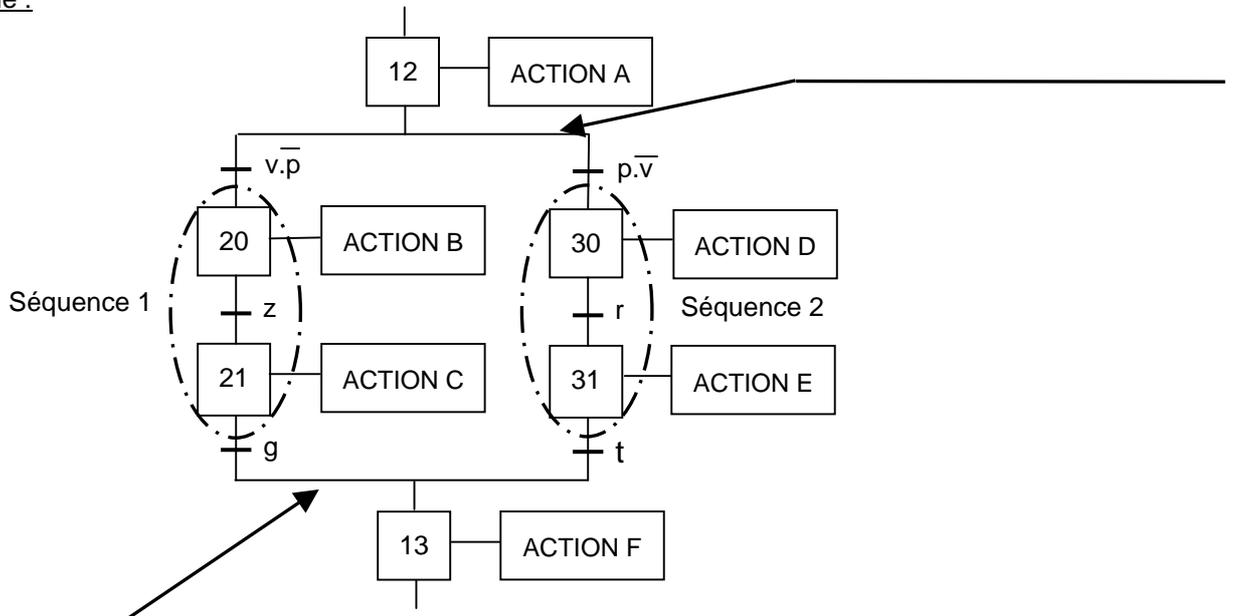
Le GRAFCET – Sélection de séquence

I. Définition.

Les *cycles simples* vus précédemment sont des cycles qui ne comportent qu'une séquence, c'est à dire un ensemble d'étapes les unes à la suite des autres.

Or dans le fonctionnement d'un système, un choix de fonctionnement peut être proposé par exemple un mode manuel ou un mode automatique. L'utilisation d'une *sélection de séquence* (séquence en OU) est alors envisagée.

Exemple :



Si la réceptivité 'v' est vrai alors la séquence 1 est exécutée.

Si la réceptivité 'p' est vrai alors la séquence 2 est exécutée.

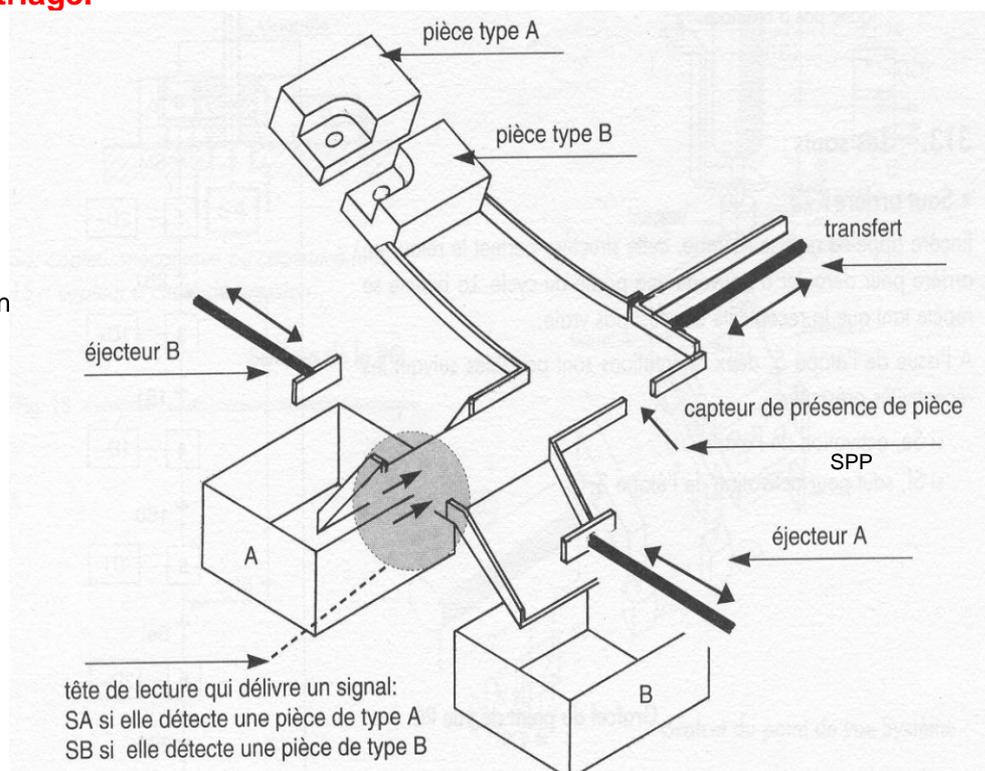
Remarque: les séquences 1 et 2 ne peuvent être exécutées en même temps; la séquence 1 **OU** la séquence 2.

II.Exercice : dispositif de triage.

Un dispositif de triage permet la répartition de deux types de pièces dans des casiers différents.

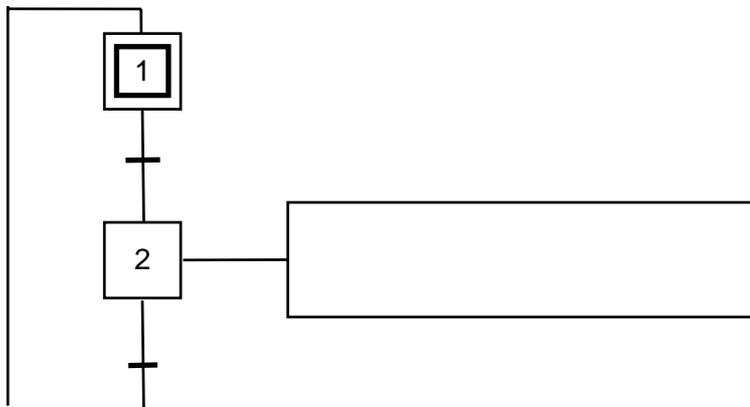
Les pièces type A et B arrivent par gravité dans un ordre quelconque, mais l'encoche toujours située à gauche de façon à être détectée par une tête de lecture.

Le départ de cycle est donné par un appui sur le bouton poussoir SM.

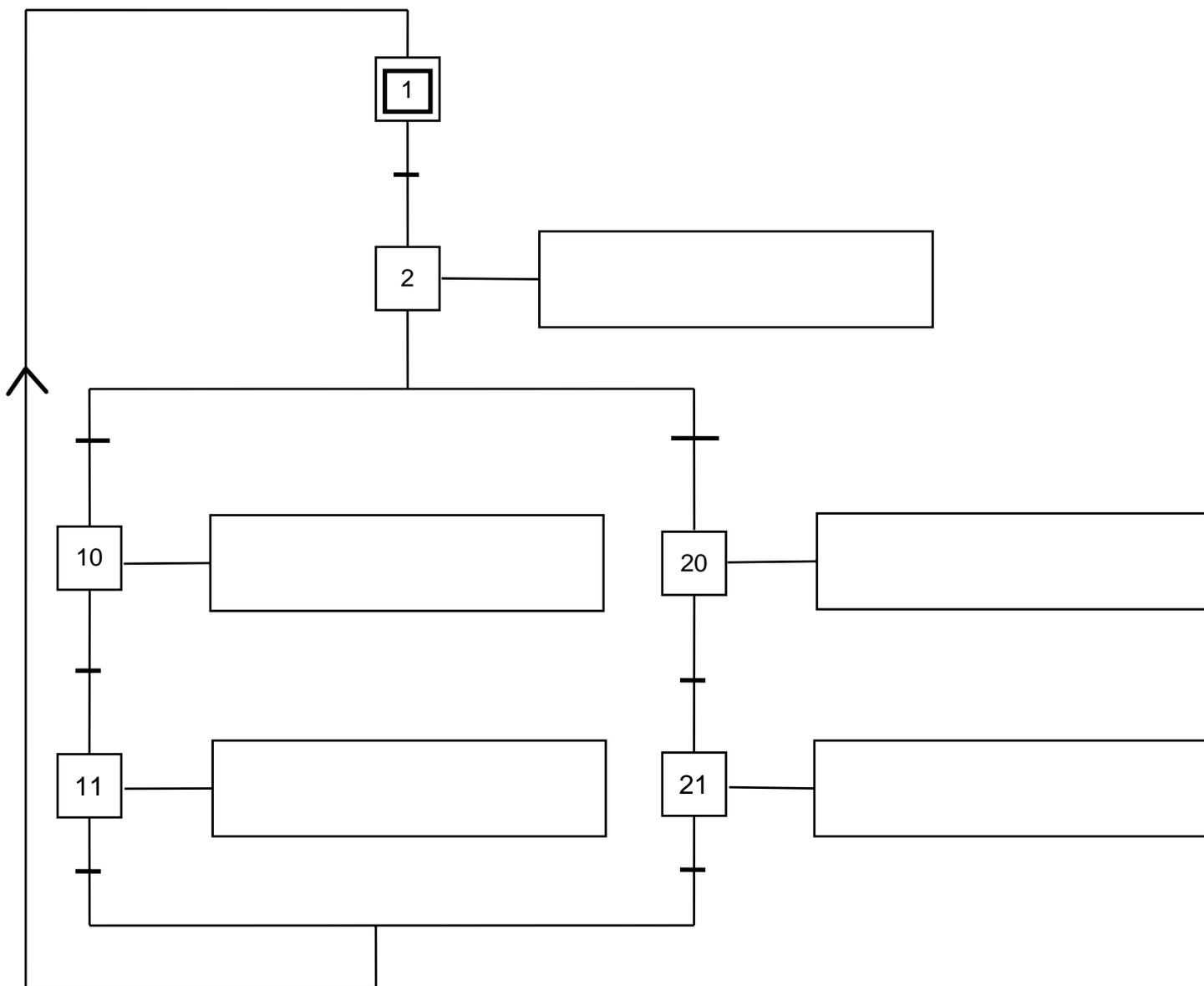


Dispositif de triage: SELECTION DE SEQUENCE.

GRAFSET point de vue « SYSTEME ».



GRAFSET point de vue « PARTIE OPERATIVE »

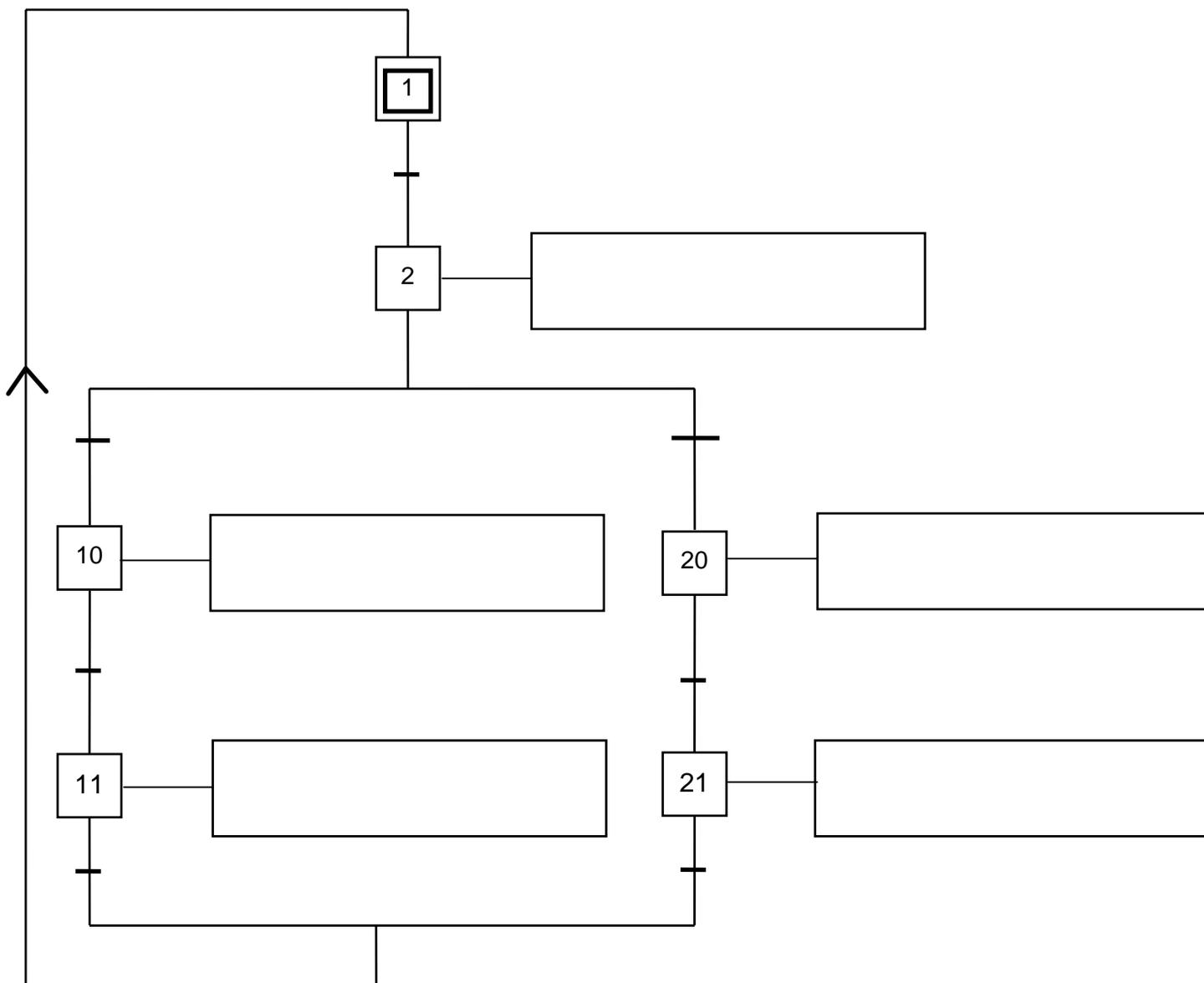


Dispositif de triage: SELECTION DE SEQUENCE.Repères des appareils :

1A : vérin de transfert + capteurs : 1S1 et 1S2,
1V1 : électrodistributeur 5/2 et pilotages électriques : Y14 et Y12

2A : vérin éjecteur B + capteurs : 2S1 et 2S2,
1V2 : électrodistributeur 5/2 et pilotages électriques : Y14 et Y12

3A : vérin éjecteur A + capteurs : 3S1 et 3S2
1V3 : électrodistributeur 5/2 et pilotages électriques : Y14 et Y12

GRAFSET point de vue « PARTIE COMMANDE »

IV. Différents points de vue de GRAFCET.

La description du comportement attendu d'un système automatisé peut se représenter par un GRAFCET qui prend en compte le point de vue selon lequel l'observateur s'implique dans le fonctionnement du système.

On distingue quatre points de vue:

- Système.
- Partie opérative.
- Partie commande.
- Automate (non traité dans cette partie du cours).

1. Point de vue système.

Le point de vue système permet une compréhension globale des fonctions principales du système.

2. Point de vue Partie Opérative (PO).

Le point de vue PO décrit de manière événementielle le comportement attendu de la partie commande pour obtenir des EFFETS sur la partie opérative.

A ce niveau sont pris en compte principalement les *spécifications technologiques* des composants de la PO (actionneurs, type de capteurs).

3. Point de vue Partie Commande (PC).

A ce niveau sont pris en compte principalement les *spécifications opérationnelles* concernant le comportement de la partie commande dans le contexte de production : définition des modes de marche et d'arrêt, procédures de sécurité.