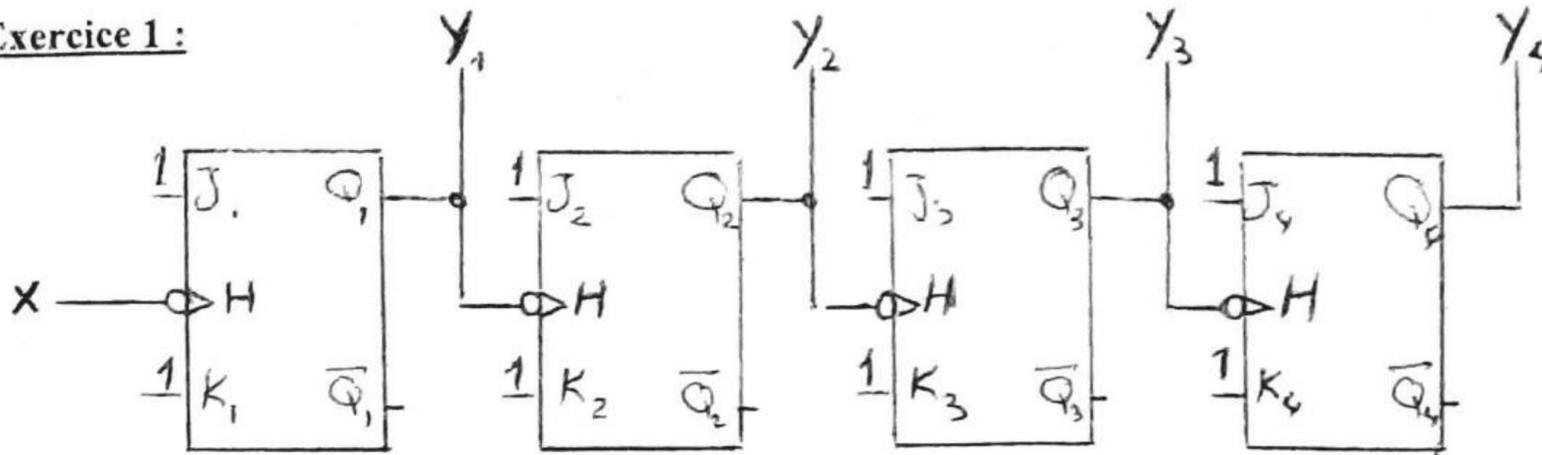




TD 02: Systèmes Séquentiels

Exercice 1 :



Le schéma ci-dessus présente 4 bascules JK dont les entrées J et K sont égales à 1.

Nous savons que ce cas $J = K = 1$ provoque un changement d'état pour Q, à chaque top d'horloge.

- 1- Tracer le chronogramme des sorties Y_1, Y_2, Y_3 et Y_4 en fonction de l'entrée X, en partant de la situation où toutes les variables sont égales à 0.
- 2- Comment peut-on dénommer ce système ?

Exercice 02 :

En utilisant des bascules JK et une entrée X, de la même manière que pour l'exercice 1,

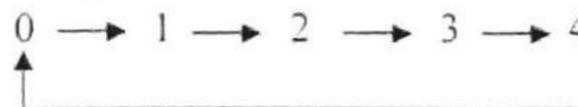
- 1- Déterminer combien de bascules JK sont nécessaires pour concevoir un compteur asynchrone base 10.
- 2- Tracer le chronogramme des sorties Y_1, Y_2, \dots en fonction de l'entrée X, en partant de la situation où toutes les variables sont égales à 0.
- 3- Concevoir le schéma de ce compteur, en proposant une sortie Z qui vaudra 1 quand l'entrée X prendra la valeur 1 pour la 10^{ème} fois, 20^{ème} fois, 30^{ème} fois,.....

Exercice 03 :

- 1- Concevoir un compteur asynchrone base 4.
- 2- Concevoir un compteur asynchrone base 6.

Exercice 04 :

- 1- Réaliser la synthèse d'un compteur asynchrone avec des bascules JK sur front descendant qui réalise la séquence suivante :



- 2- Faire le chronogramme correspondant.

Exercice 05 :

Proposer une méthode permettant de concevoir une horloge à quartz émettant un signal différent chaque jour, chaque heure, chaque minute et chaque seconde, en utilisant les résultats des exercices 2, 3, 4 et 5. On sait que le quartz émet un signal à 65536 Hz.

On pourra commencer par concevoir une horloge à quartz indiquant seulement les secondes. Puis on passera aux minutes, aux heures et enfin aux jours.

TD 02; Systèmes Séquentiels

Exo 1:

1)

X																
y_1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
y_2	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
y_3	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
y_4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

2) On remarque que le mot $y_4 y_3 y_2 y_1$ est le codage binaire du nombre d'impulsions de X . Ce système est donc un compteur. Ce compteur remis à zéro après 16 impulsions, la 1^{ère} est codée 0 et la 16^{ème} est codée 15.

Donc c'est un Compteur Asynchrone Base 16 qui compte les impulsions de X .

Exo 2:

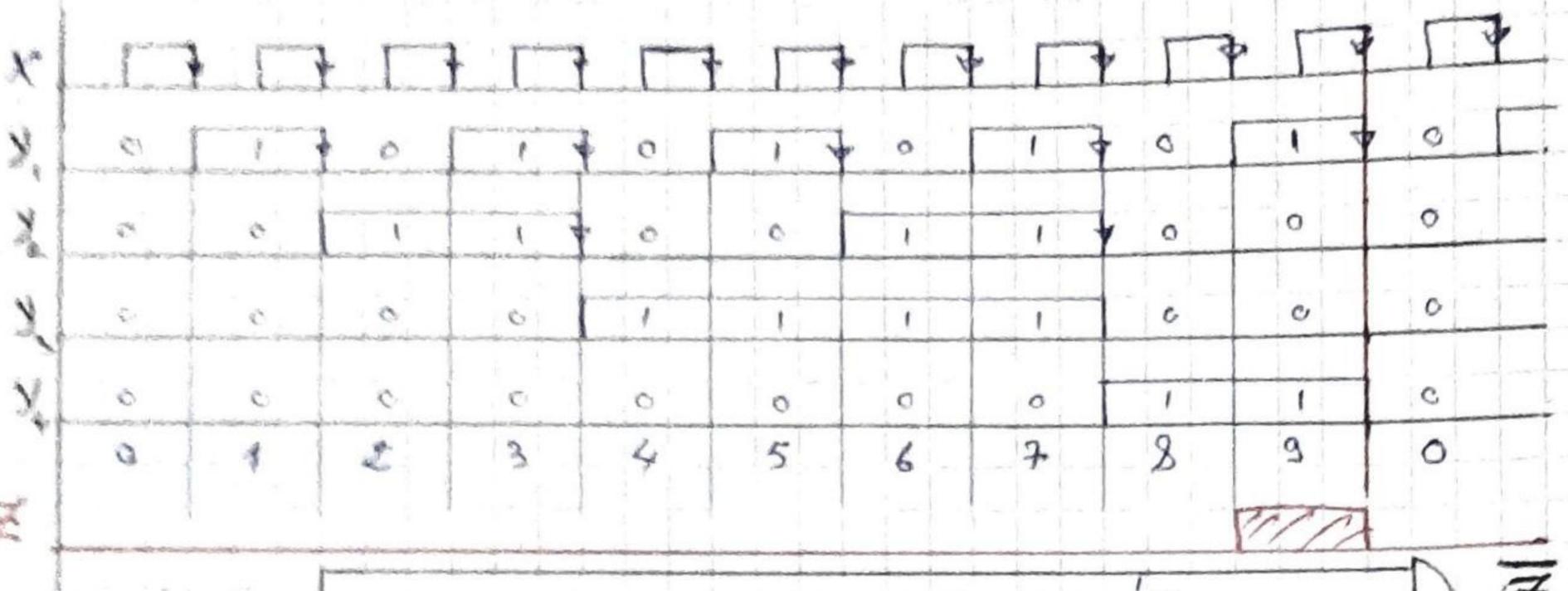
1) Pour compter de 0 à 15 il faut 4 bascules } \Rightarrow 4 bascule.
 " " " 0 à 7 " " 3 " }

Donc il nous faut 4 bascules et le forçage de la mise à zéro après 10 impulsions.

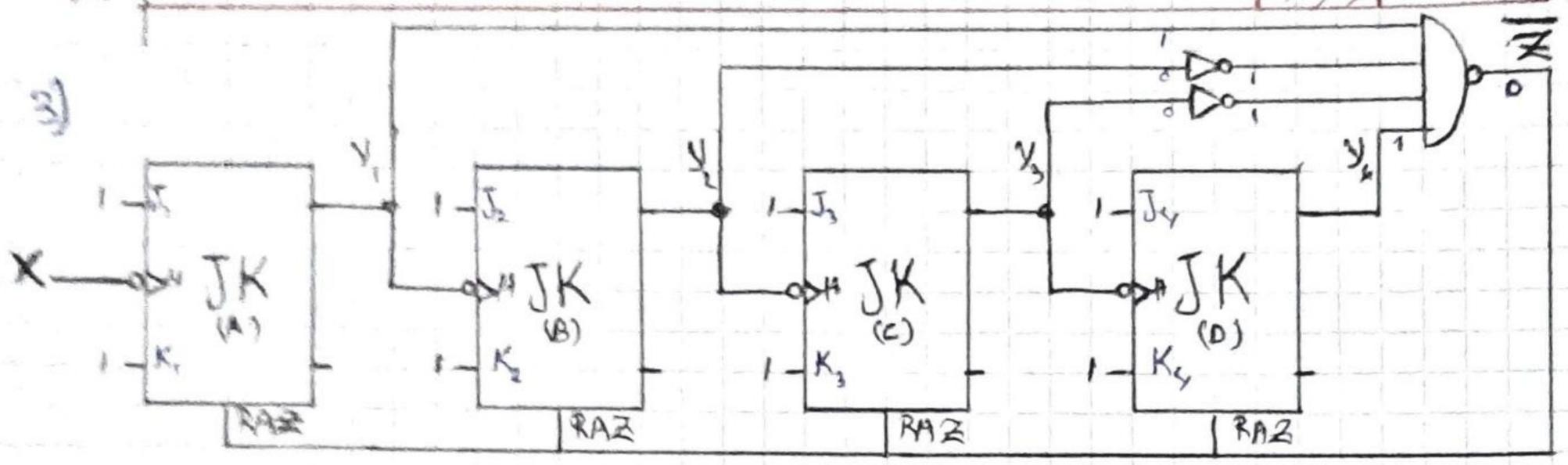
C'est à dire: $10_{10} \Rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow \dots \rightarrow 9$

$$(9)_{10} = (\underbrace{1001}_4 \text{ bits})_2 \Rightarrow 4 \text{ bascule.}$$

10)



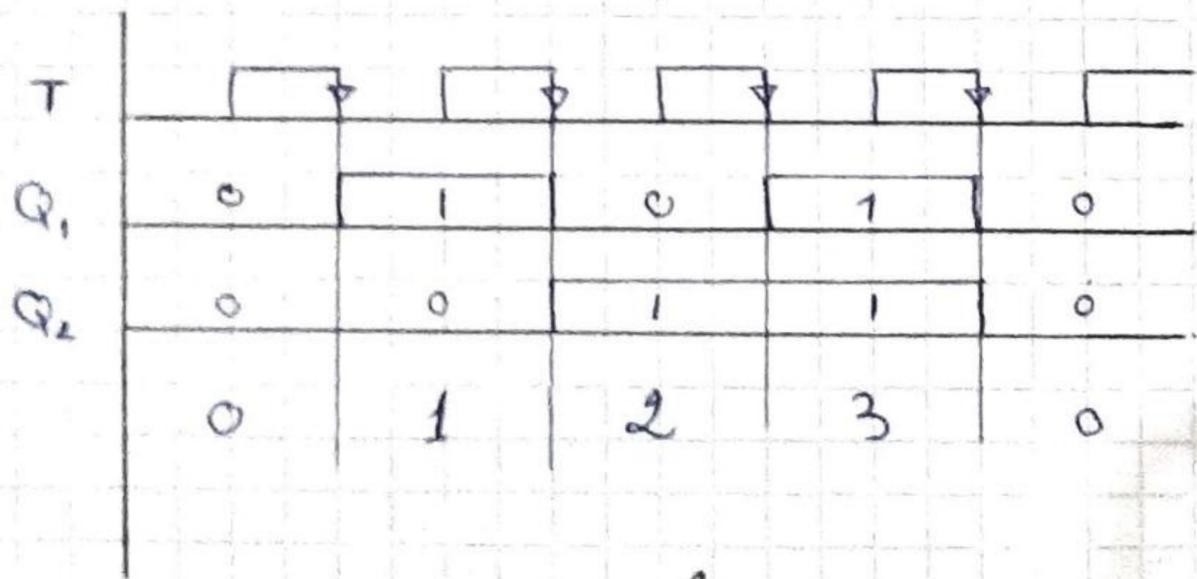
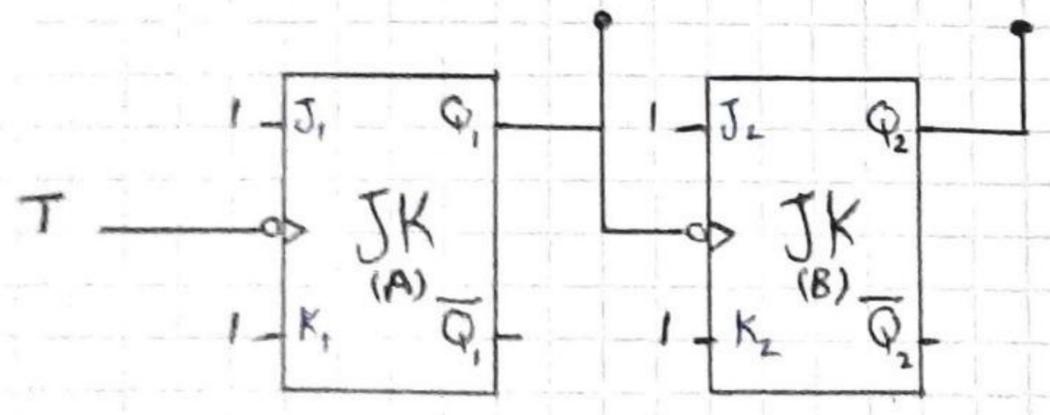
11)



Exo 3:

1) un compteur asynchrone base 4 $\Rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$

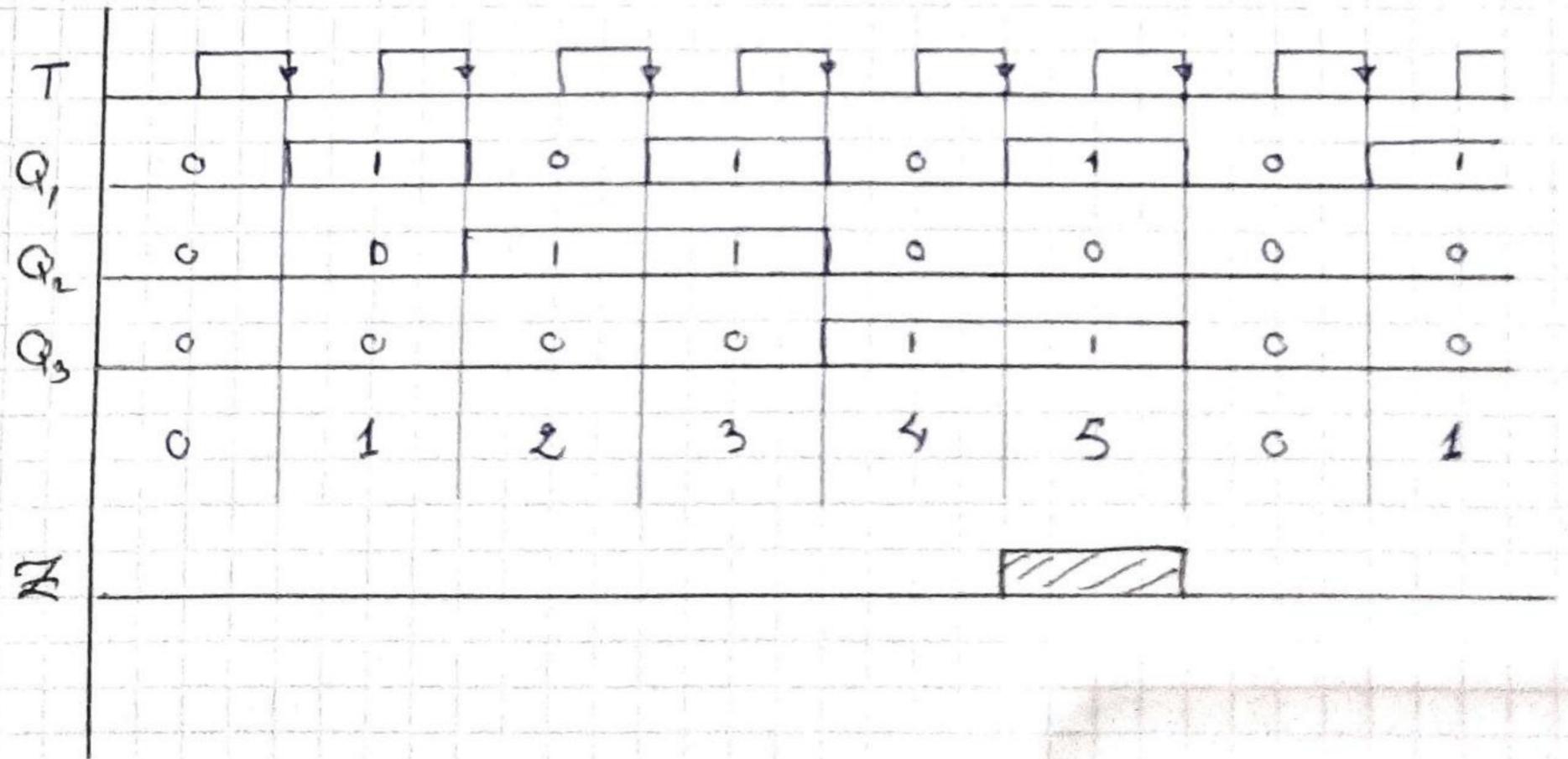
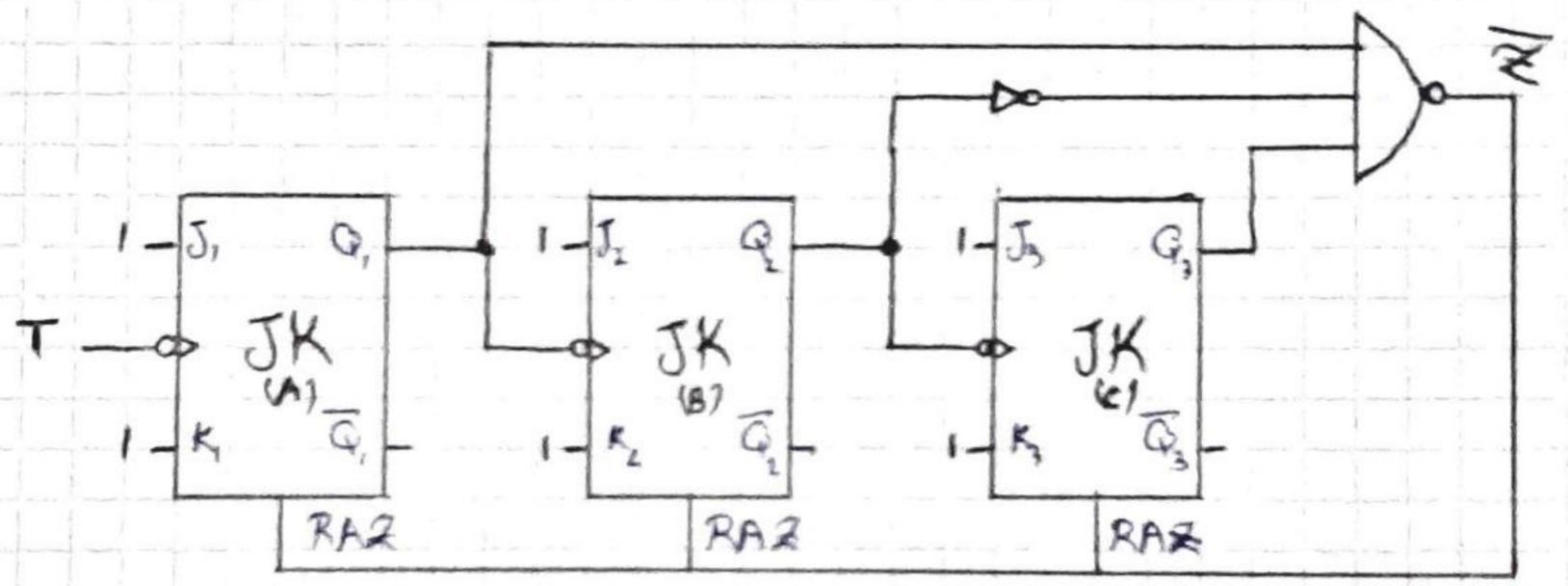
$(3)_{10} = (11)_2 \Rightarrow 2$ bascules (Pas de forçage de la RAZ)
 ↑
 saturation



2) Un Compteur Asynchrone base 6 $\Rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$

$(5)_{10} = (101)_2 \Rightarrow$ 3 bascules avec forçage de la RAZ.
 (non saturé)

	Q_3	Q_2	Q_1
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

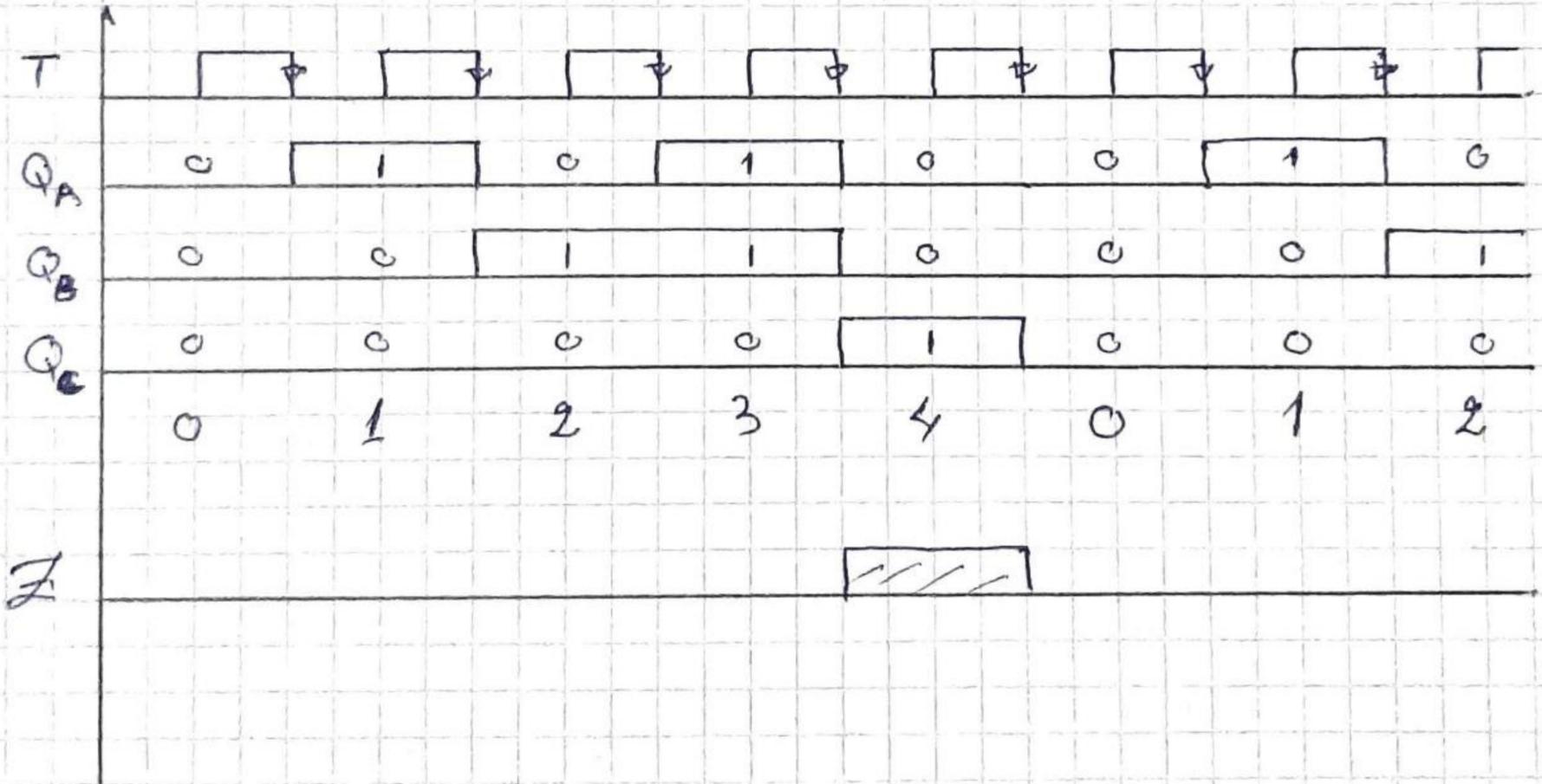
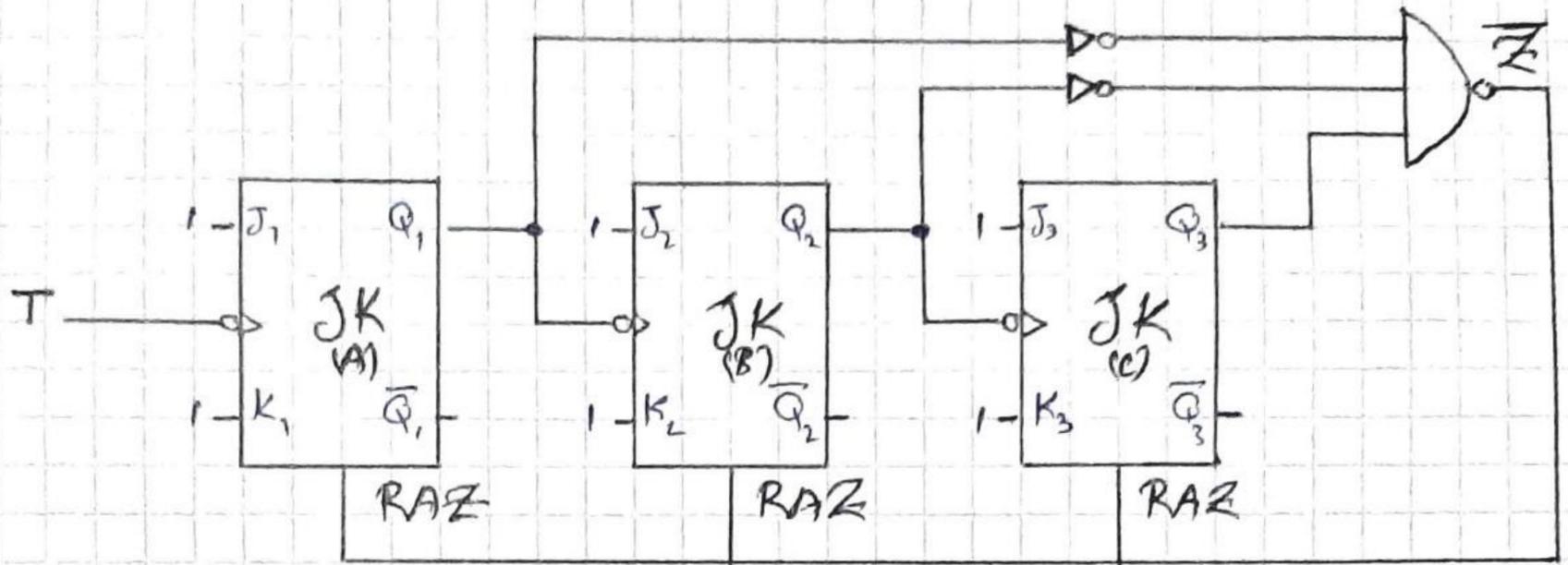


Exo 4:

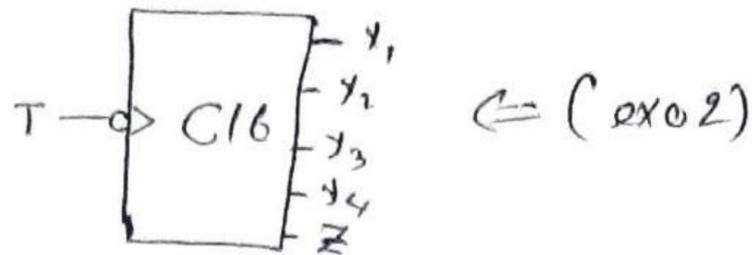
$(4)_{10} = (100)_2$
 (non saturé)

→ 3 bascules avec surcharge de la RAZ.

	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1

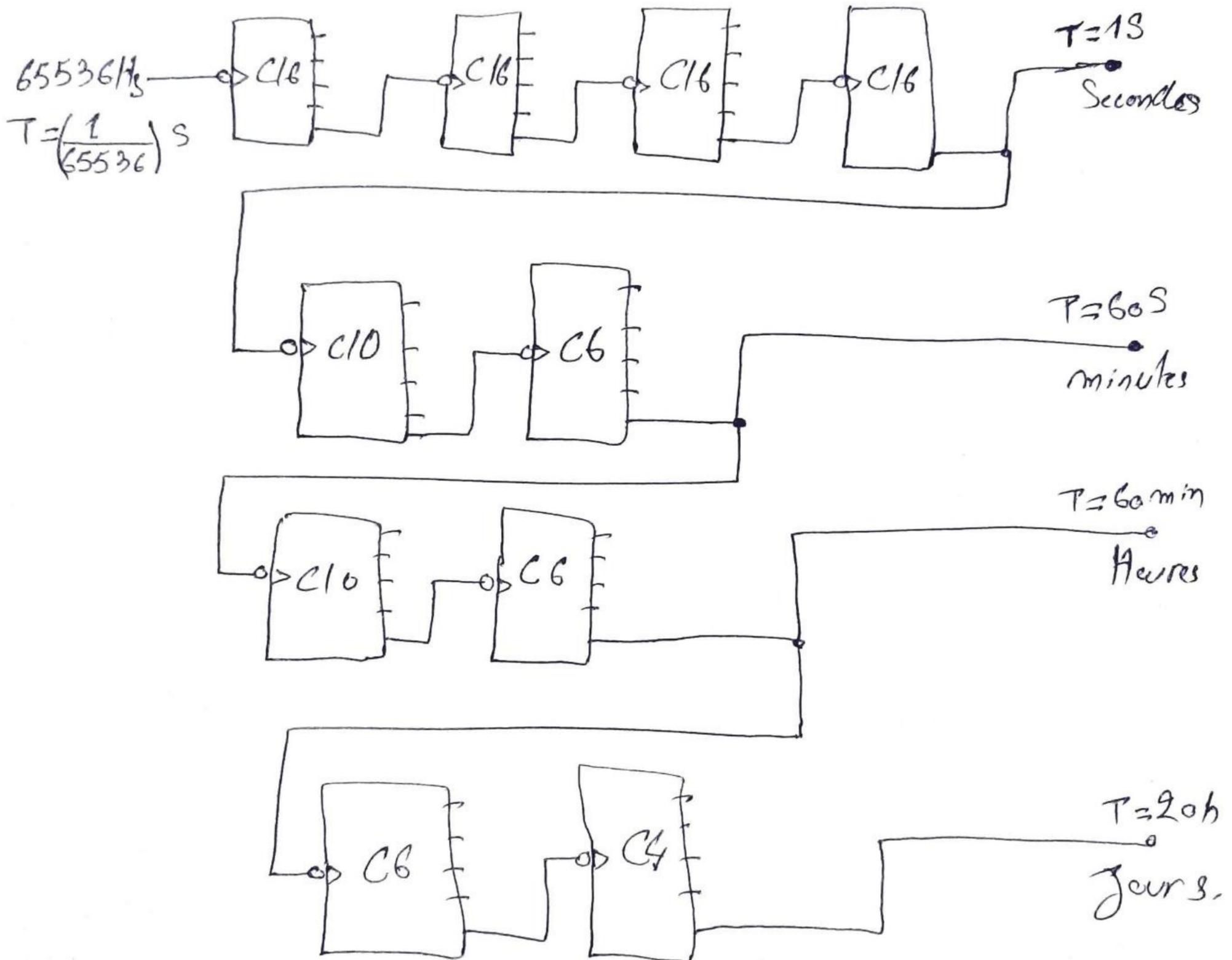


Exo 5: Un Compteur Asynchrone base 16



La fréquence du quartz 65536 Hz = 16^4

→ il faut 4 compteur Asynchrone base 16 pour obtenir une fréquence de 1 Hz



Le GRAFCET

1- Introduction :

En 1977, le premier rapport de l'AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) présenta le GRAFCET (GRaphe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions). Cet outil fit son entrée dans les programmes français de formation technique en 1979. Il est devenu une norme internationale en 1987.

2- Règles d'établissement du GRAFCET :

a - l'étape initiale est représentée par un carré double, \square , elle correspond toujours à l'état du repos.

b- Une étape est représentée par un carré, et elle est numérotée, par exemple : \square 4

c- Les actions correspondantes dans chaque étape, sont représentées par des rectangles. \square

d- A chaque transition, on associé une condition. \vdash Transition (où réceptivité)

c- Autres éléments de base :

Etape 4 inactive

$(X_4 = 0)$

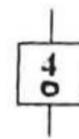


Etape 4 active

$(X_4 = 1)$



Etape 4 venant d'être désactivée



3- Structure du Grafcet :

A- Séquences simultanées :

Le début et fin des séquences simultanées sont représentées sur le Grafcet par deux traits parallèles.

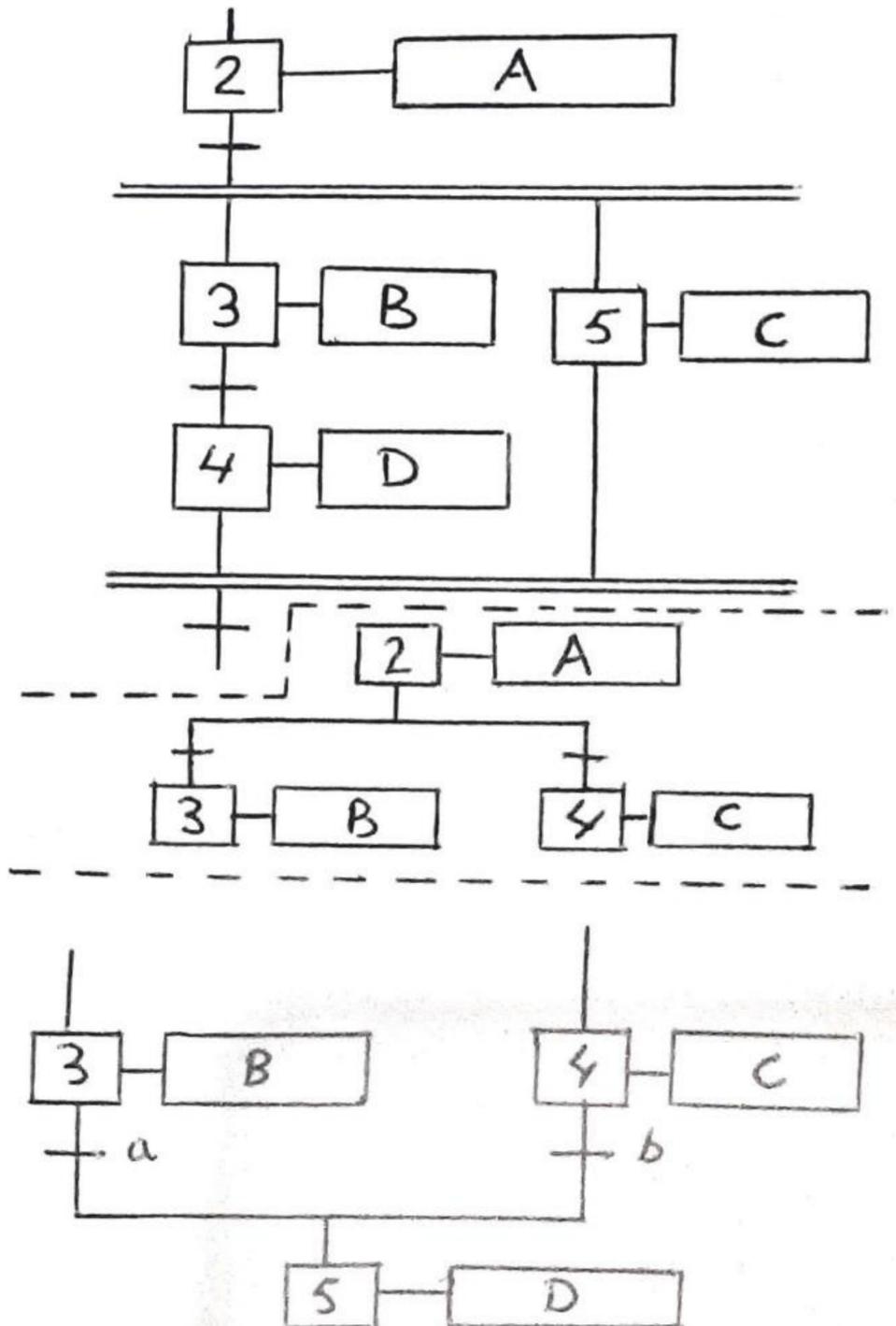
La séquence (étape 3 et 4) est totalement indépendante de la séquence (étape 5).

B- Choix de séquences :

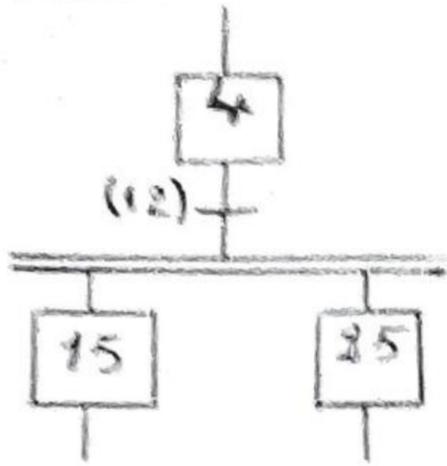
La séquence de franchissement sera (étape 2 et 3) où (étape 2 et 4).

C- Réunion de séquences :

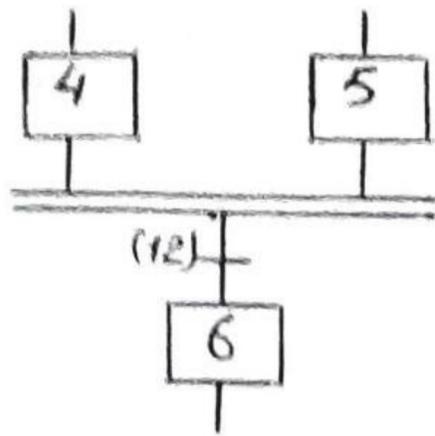
L'étape 5 sera active, si les étapes 3 et 4 sont actives et que les réceptivités a et b sont vrais.



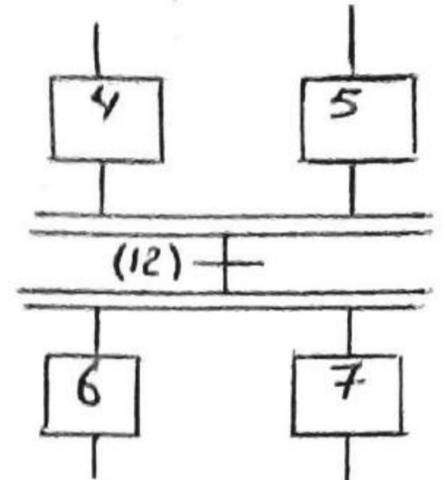
D. Autres Structures



« Divergence en ET » ou « Activation des séquences parallèles »



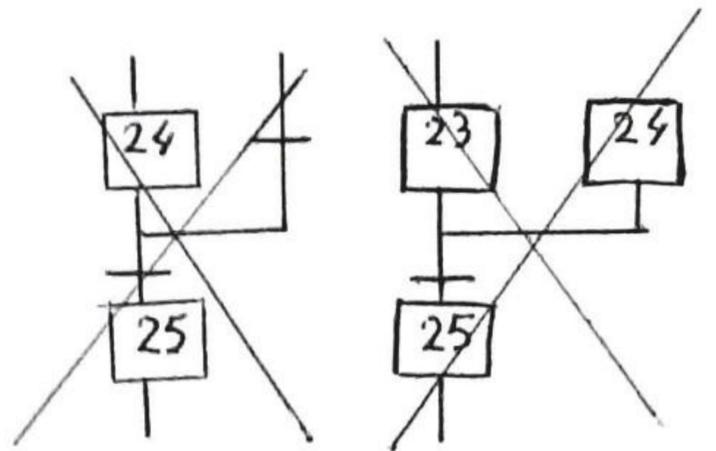
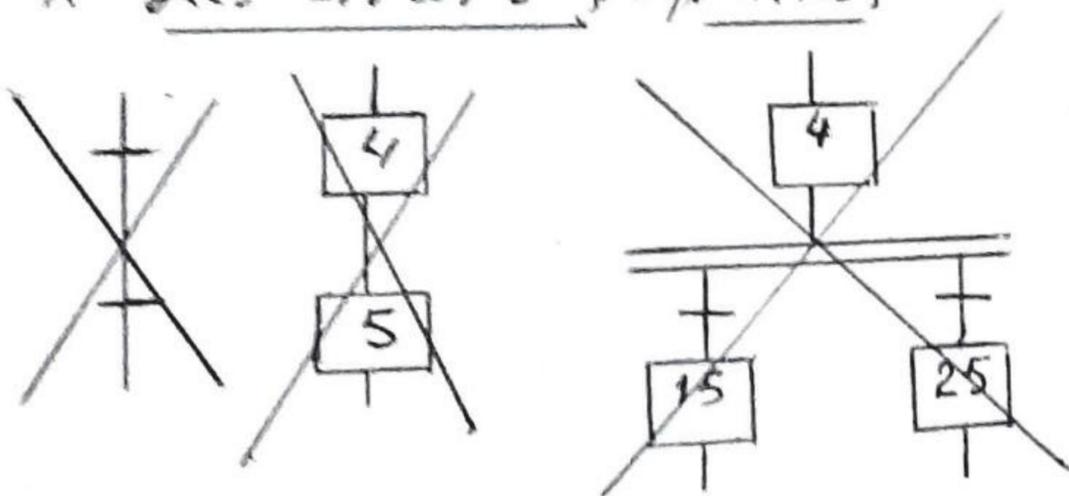
« Convergence en ET » ou « Synchronisation des séquences parallèles »



Synchronisation et activation des séquences parallèles.

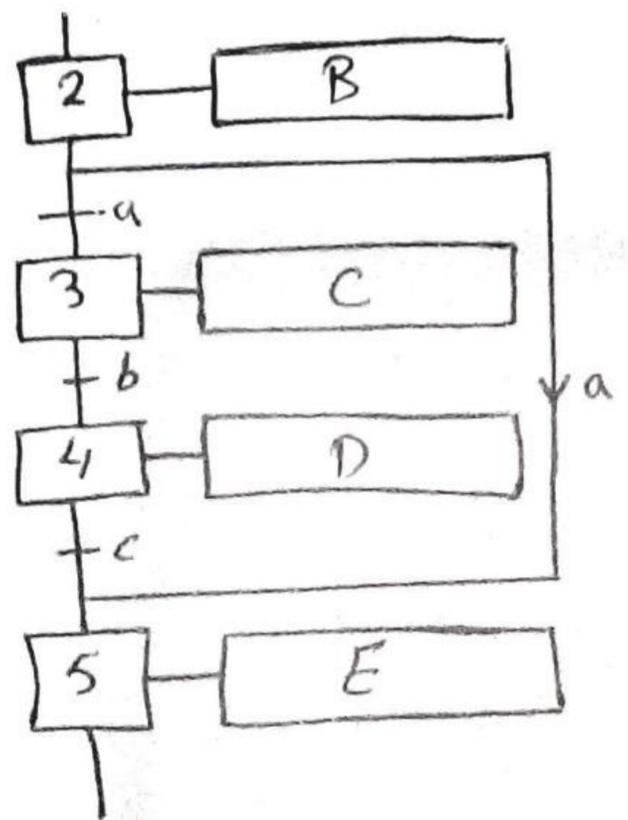
NB: Par convention, les évolutions se font du haut vers le bas. Dans le cas contraire il est nécessaire d'indiquer le sens de l'évolution par une flèche.

* Les erreurs fréquentes:



E. Saut d'étapes:

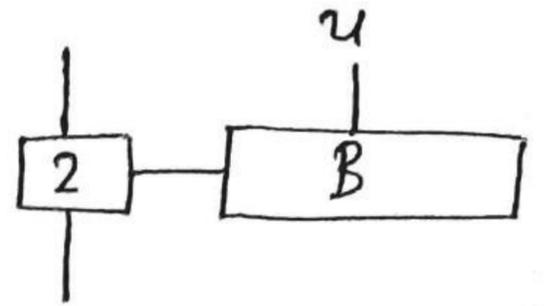
Le Saut permet de sauter une ou plusieurs étapes, lorsque les actions à réaliser deviennent inutiles.



4- Les Actions particulières:

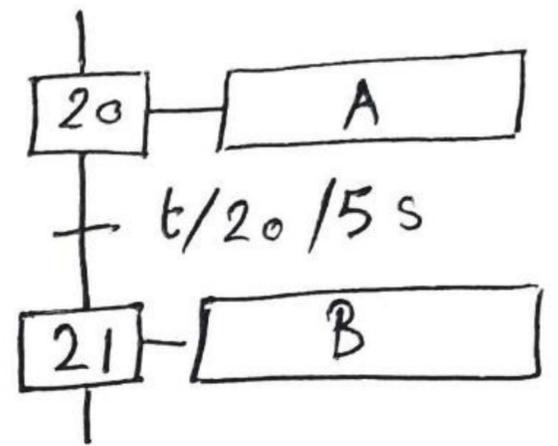
a- Action Conditionnelle:

L'action B devient effective à l'étape 2, lorsque la condition u est vraie.



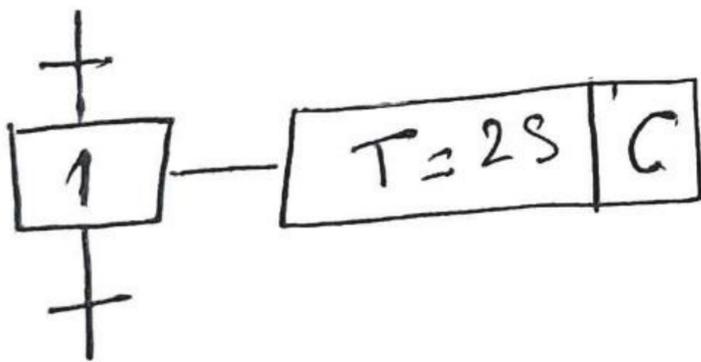
b- Action temporisées

La transition $20-21$ est franchie lorsque la temporisation, démarrée à l'étape 20 est écoulée, soit au bout de $5s$.



$t/i/9s$ → durée écoulée depuis l'activation de l'étape i .
 ↓
 Numéro d'étape.

c- Action de Comptage du temps:

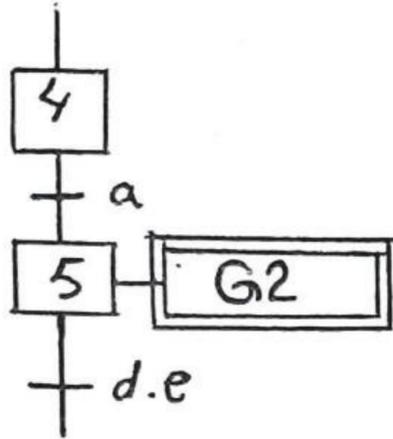


5- Les règles d'évolution :

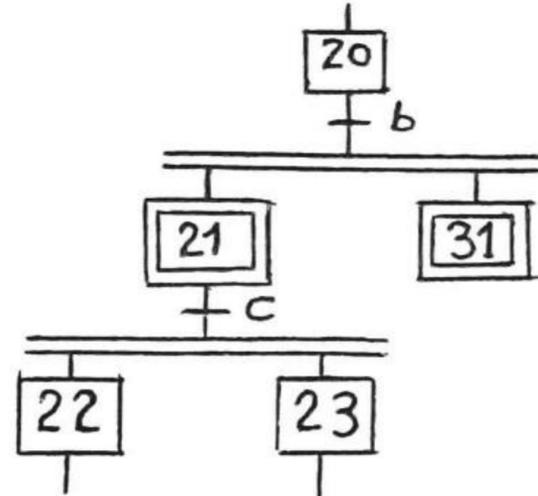
REGLE 1 : Situation initiale du GRAFCET

La situation initiale doit être précisée par une ou plusieurs étapes actives au début du fonctionnement, à la mise en énergie de la partie commande. Si cette situation initiale est toujours identique (cas des automatismes cycliques), elle sera caractérisée par les **étapes initiales**.

Dans le cas où cette situation initiale n'est pas provoquée par une mise en énergie, elle peut par exemple être provoquée par un ordre de **forçage**. Un ordre de forçage d'un grafcet partiel est représenté dans un double rectangle associé à une étape.



Grafcet partiel G1 (Maître)



Grafcet partiel G2 (Esclave)

REGLE 2 : Transition franchissable

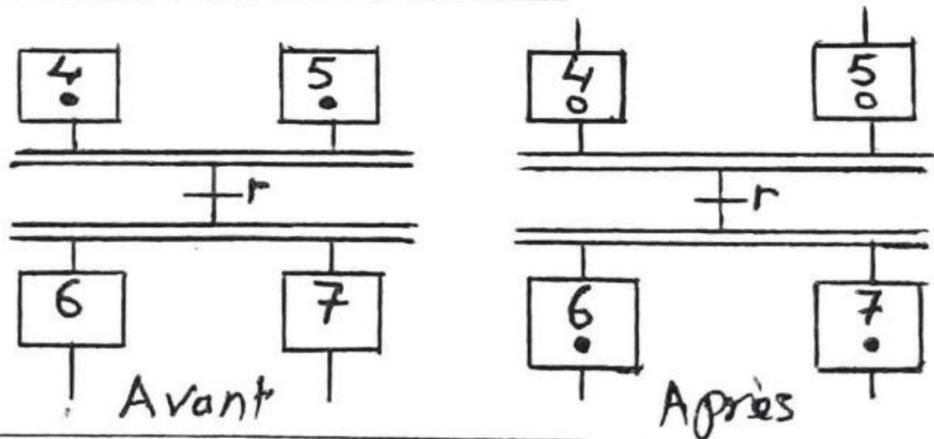
Une transition est franchissable si les deux conditions suivantes sont remplies :

- Toutes les étapes qui précèdent immédiatement la transition sont actives ;
- La réceptivité associée à la transition est vraie.

REGLE 3 : Franchissement d'une transition

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

Avant: $r = 0$. Après: $r = 1$



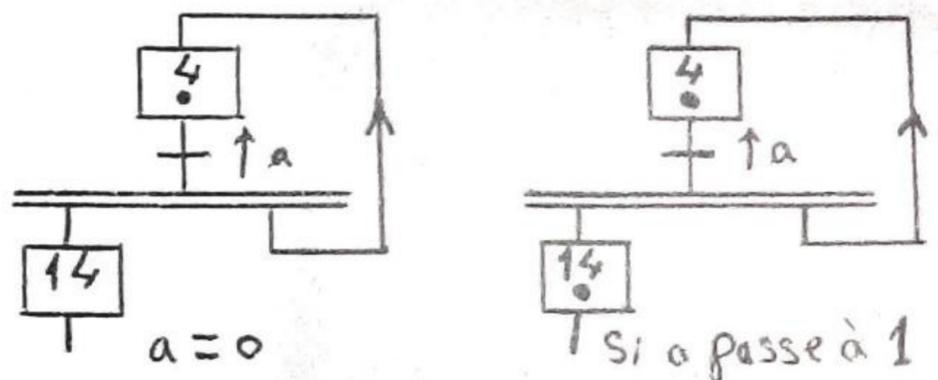
REGLE 4 : Franchissements simultanés

Plusieurs transitions simultanément franchissables sont simultanément franchies.

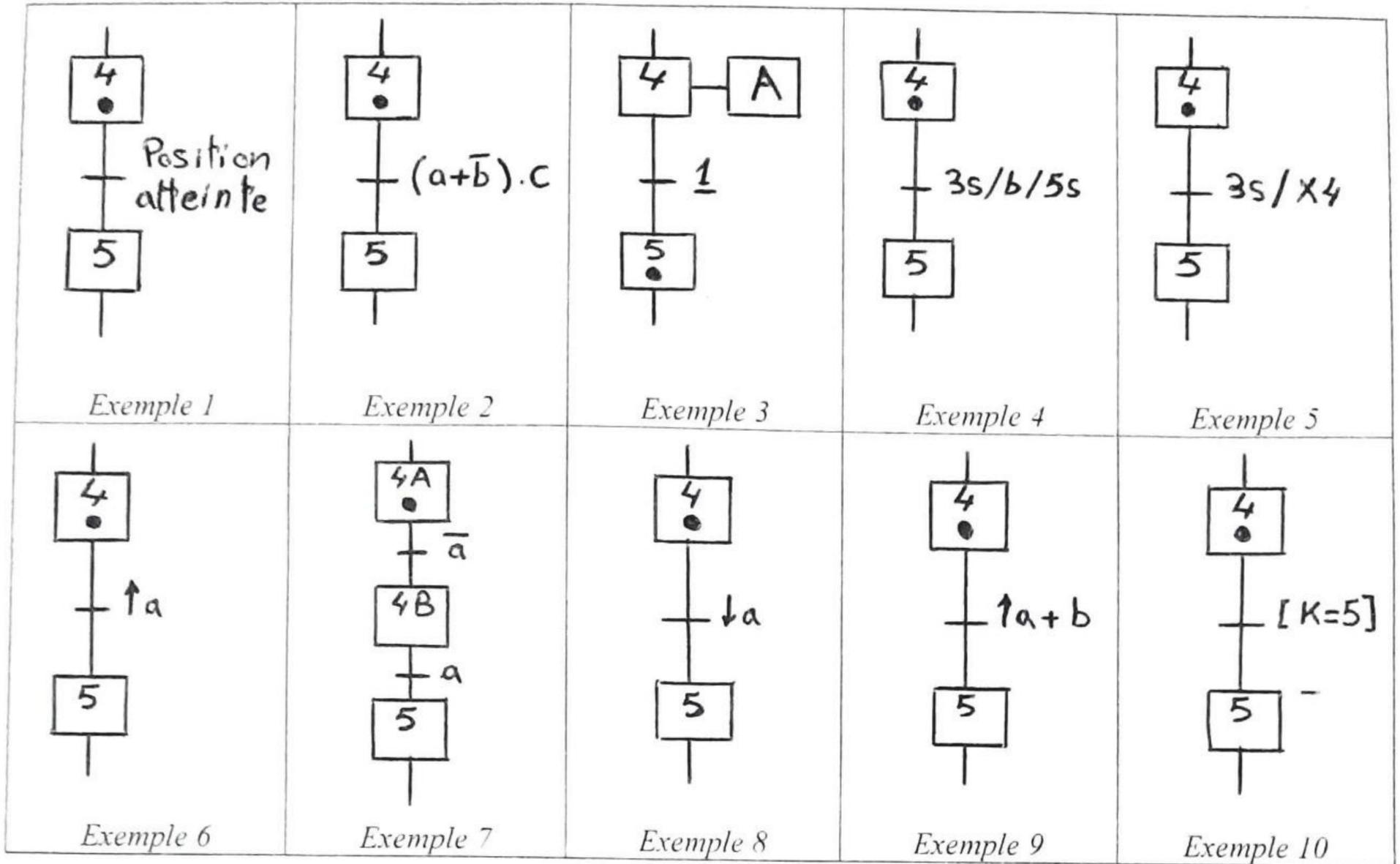
REGLE 5 : Activation et désactivation simultanées

Si au cours du fonctionnement d'un automatisme, une même étape doit être désactivée et activée simultanément, elle reste active.

Ci-contre l'étape 4 restera toujours active.



6- Les réceptivités associées aux transitions :



Les réceptivités sont inscrites de façon littérale (*Exemple 1*) ou symbolique (*Exemple 2*), à la droite de la transition. L'espace à gauche de la transition est réservé à une éventuelle identification ou numérotation, voire un commentaire. Si la réceptivité est toujours vraie (*Exemple 3*) elle est notée « 1 » (1 souligné), dans ce cas l'évolution est fugace et l'action continue **A** n'est pas exécutée.

L'*exemple 4* utilise une réceptivité $3s/b/5s$ qui est vraie $3s$ après $\uparrow b$ et devient fausse $5s$ après $\downarrow b$: la variable **b** doit rester vraie pendant un temps supérieur ou égal à $3s$ pour que $3s/b/5s$ puisse être vraie. Le « $/5s$ » n'est pas utile que si l'étape **4** devient active après un $\downarrow b$.

Dans une simplification usuelle (*Exemple 5*), l'étape **4** sera active pendant **3 secondes** : une autre façon de réaliser une action limitée dans le temps.

L'*exemple 6* utilise un « front montant de **a** » qui vaut **1** uniquement quand **a** passe de **0** à **1**.

L'*exemple 7* propose un fonctionnement similaire à celui de l'*exemple 6*, l'étape **4** est alors divisée en deux étapes **4A** et **4B**.

L'*exemple 8* utilise un « front descendant de **a** » qui vaut **1** uniquement quand **a** passe de **1** à **0**.

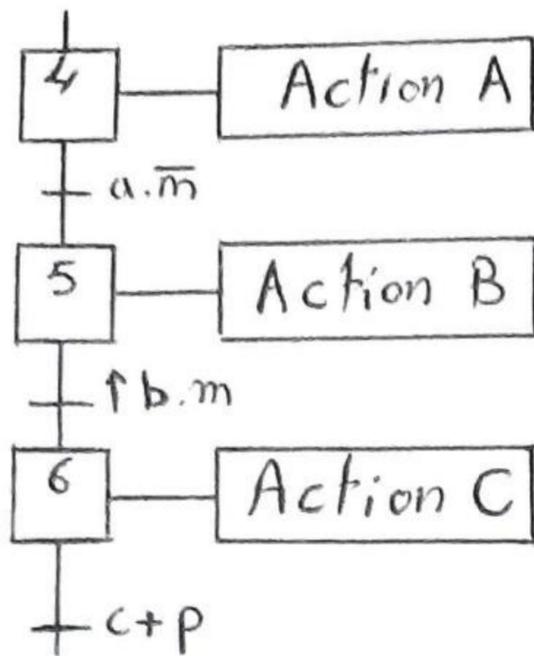
L'*exemple 9* utilise une combinaison de variables de types différents.

Enfin l'*exemple 10* utilise la valeur booléenne d'un prédicat : la réceptivité est vraie lorsque l'assertion « **K=5** » est vérifiée. On peut aussi avoir : $[K \geq 5]$, $[K \neq 5]$, $[t \leq 20^\circ C] + b$, [plus de 3 pièces], etc....

7- Structures particulières :

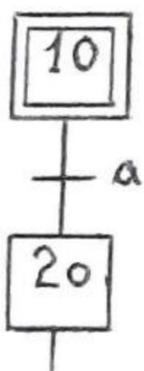
a- Séquence linéaire :

Une séquence linéaire est composée d'une suite d'étapes et de transitions. La séquence est dite active lorsqu'elle comporte une ou plusieurs étapes actives.

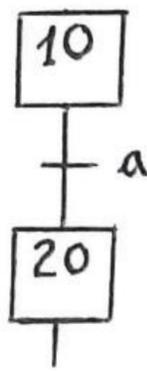


c- Les étapes et les transitions sources ou puits :

Les étapes sources sont souvent des étapes initiales (exemple 1, étape 10) par lesquelles le système ne repasse plus en fonctionnement cyclique. Elles peuvent également être des étapes simples, forcées à l'activation par un grafcet hiérarchiquement supérieur (exemple 2, étape 10).

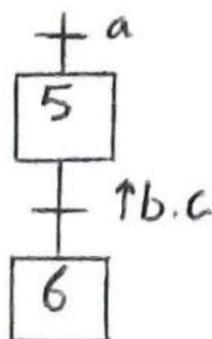


Exemple 1



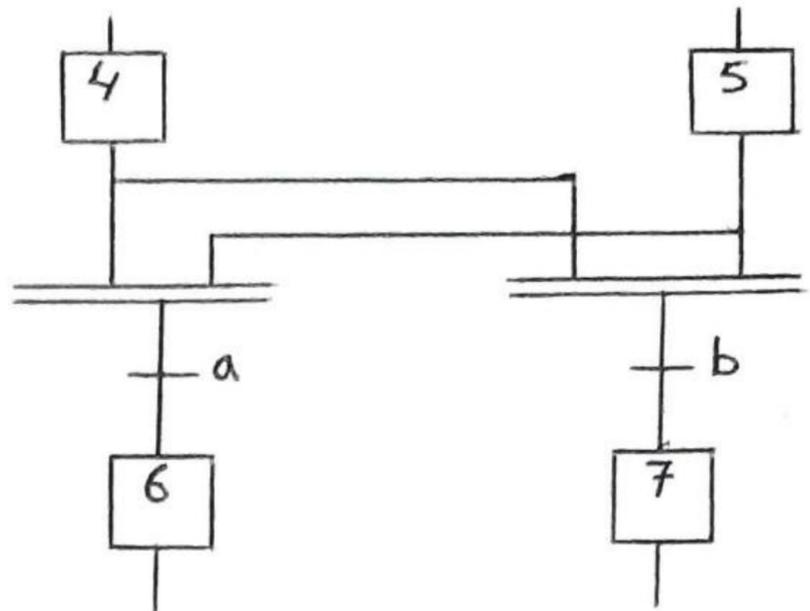
Exemple 2

Les étapes puits sont des étapes qui une fois activées, ne peuvent être désactivées que par un grafcet hiérarchiquement supérieur (ordre de forçage) ou par une mise hors énergie du système.



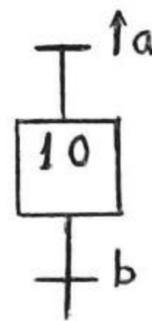
b- Sélection de séquence :

Une sélection de séquence est un choix d'évolution entre plusieurs séquences à partir d'une ou plusieurs étapes.

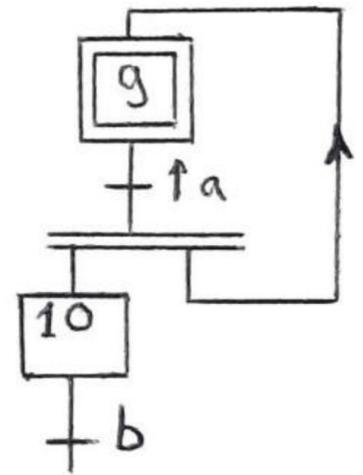


(4 et 5) vers (6 ou 7)

Les transitions sources (exemple 3) correspondent à des entrées provoquant l'activation d'une étape du système (règle 1) à un moment quelconque du fonctionnement. Les exemples 3 et 4 ont un fonctionnement équivalent.

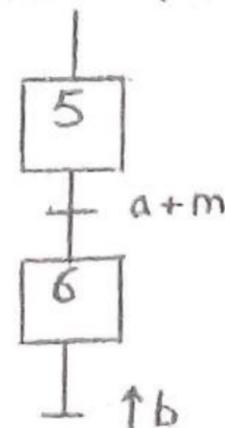


Exemple 3



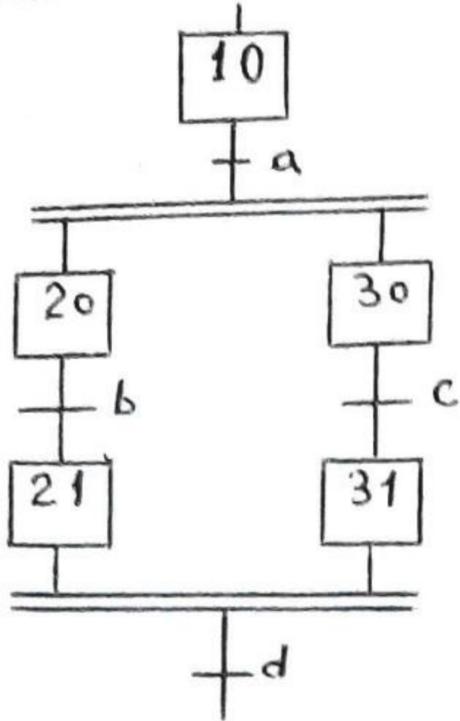
Exemple 4

Les transitions puits sont des transitions qui désactivent une séquence sans conséquence sur la suite du fonctionnement du système.

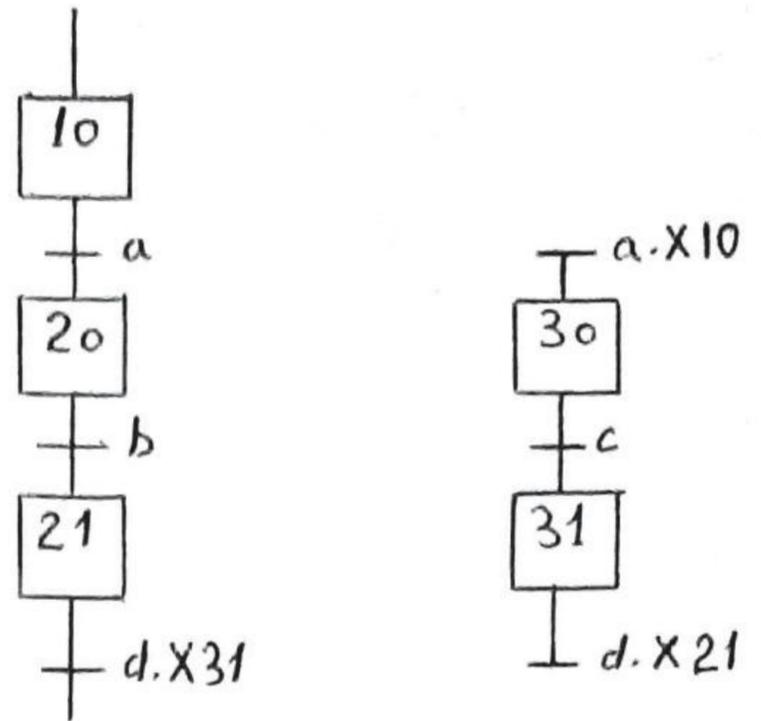


d- Parallélisme structural et parallélisme interprété :

Le parallélisme structural est plus évident à comprendre, mais la structure interprétée allège l'écriture et permet de mettre en évidence certaines séquences en les détachant dans un grafcet connexe.



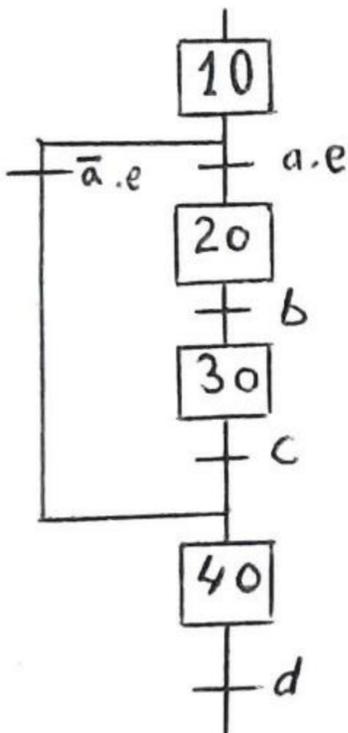
Parallélisme structural



Parallélisme interprété

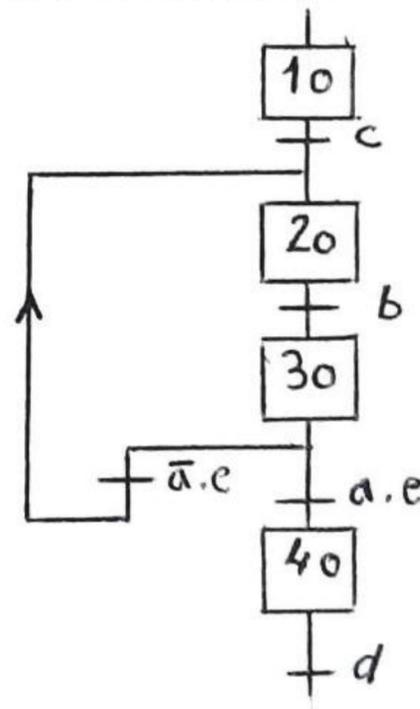
e- saut d'étapes :

Si l'étape 10 est activée, il ya aura saut à l'étape 40 si la réceptivité « $\bar{a}.e$ » est vraie.



f- Reprise de séquence :

Lorsque l'étape 30 est activée, il y aura reprise de séquence 20-30 si la réceptivité « $\bar{a}.e$ » est vraie.

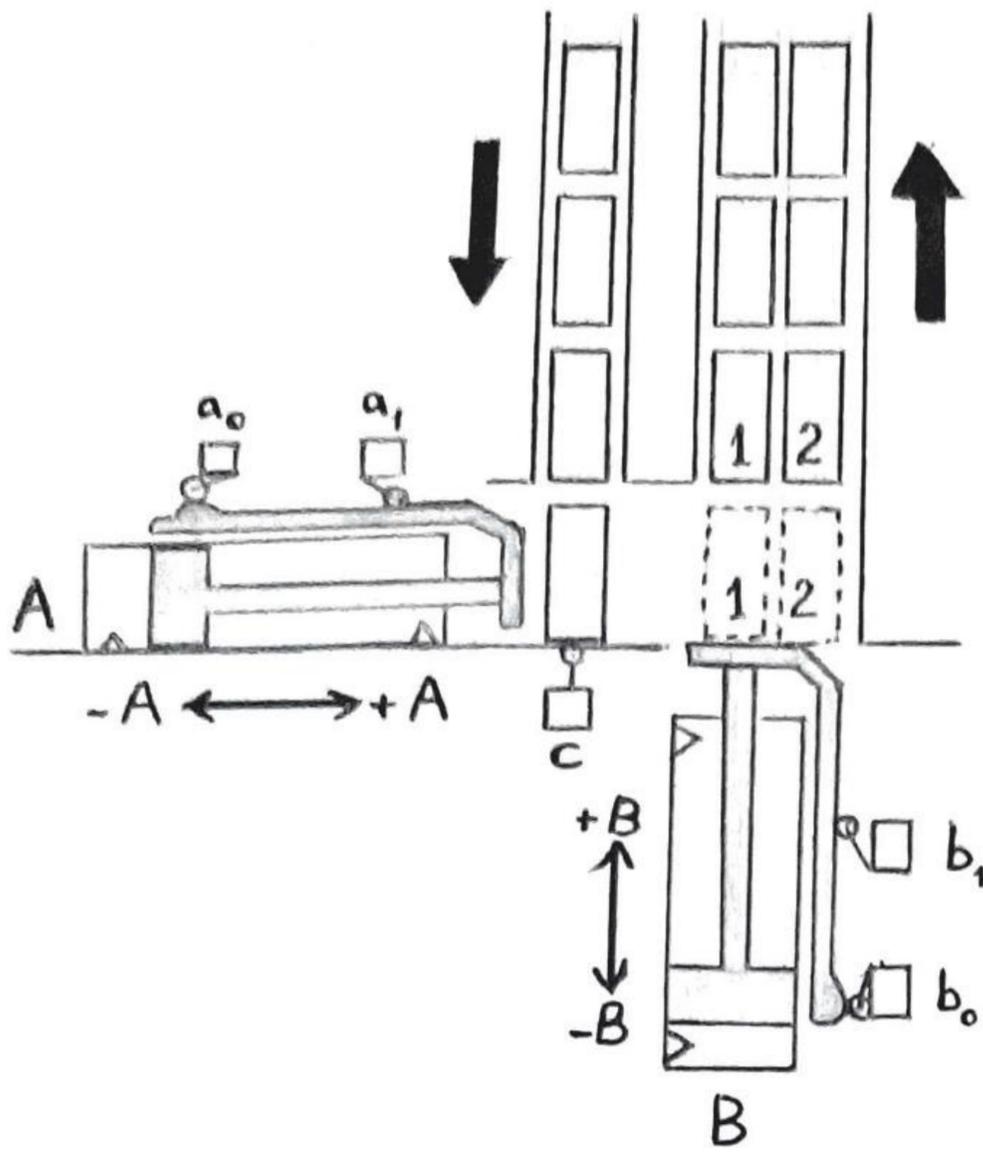


Il est prudent de prévoir des réceptivités complémentaires pour la divergence en OU. Sinon, pour les exemples ci-dessus, les étapes 20 et 40 pourraient être activées simultanément, après l'étape 10 (saut d'étapes) ou après l'étape 30 (reprise de séquence).

Exercice :

Des pièces rectangulaires arrivent par une goulotte sur une plate-forme, une à une, comme le montre la figure ci-dessus. La mise en marche s'effectue par un bouton **m** représenté. Au départ, la plate-forme est supposée vide. Dès qu'une pièce arrive sur la plate-forme, détectée par le capteur **e**, la tige du vérin **A** sort pour déplacer la pièce en position **1**. Puis la tige du vérin **A** entre. Dès qu'une nouvelle pièce arrive sur la plate-forme, détectée par le capteur **e**, la tige du vérin **A** sort pour déplacer la pièce en position **1**, ce qui a pour effet de déplacer la pièce précédente en position **2**. La tige du vérin **A** entre, puis le vérin **B** évacue le couple de pièces sur le tapis de départ.

- Etablir le grafcet point de vue partie opérative du système.



Solution:

LES CODES à BARRES

1. Introduction :

Parmi toutes les techniques d'identification automatique, le code à barre présente de nombreux avantages qui justifient son utilisation courante :

a- Rapidité et fiabilité :

Même avec le plus simple des lecteurs de codes à barres (laser), le décodage est toujours très rapide. Un homme ne serait pas capable de répondre aussi vite. La probabilité d'erreur de lecture est, dans les cas les plus courants, de l'ordre de 1 pour 2 millions, alors qu'une saisie par clavier classique provoque un taux d'erreur de l'ordre de 2 à 3 pour cent.

b- Grande résistance aux conditions difficiles :

Même si un code a été partiellement détruit, la longueur des barres permet d'en conserver une partie visible, et donc lisible.

c- Facilité d'utilisation et de réalisation :

Les codes à barres sont facilement imprimables sur le lieu d'utilisation. Ils peuvent être de différentes tailles. Ils peuvent être lus grâce à des lecteurs laser, à une distance allant de quelques centimètres à plusieurs mètres, et à une vitesse de plusieurs mètres par seconde.

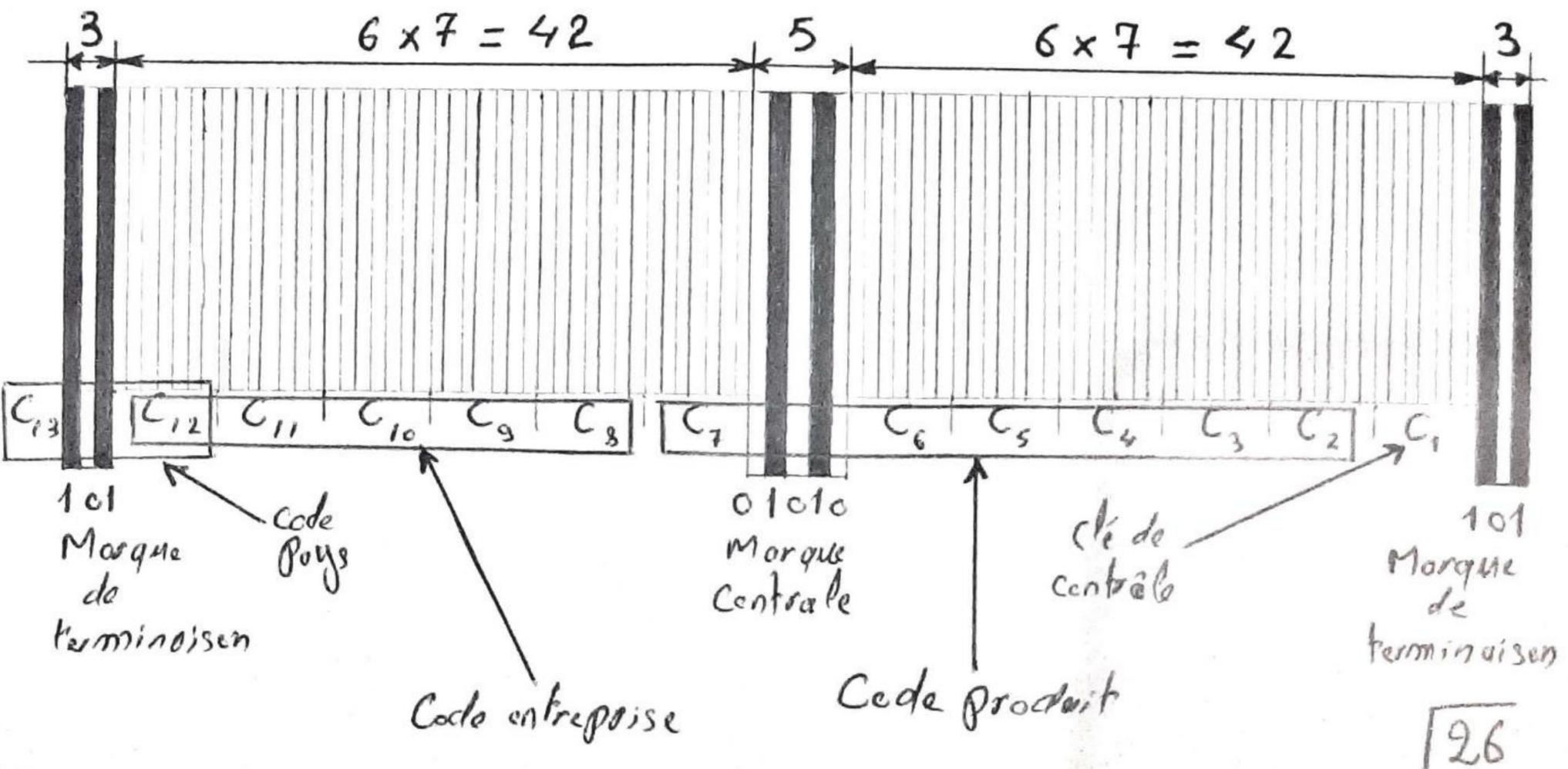
d- Faible prix de revient :

Le symbole de code à barres peut être incorporé à l'étiquette existante, d'où un coût négligeable. Au pire, il faudra compter le prix d'une étiquette spécifique.

2. Les codes E.A.N. (European Article Number):

Le code EAN est le code à barres le plus utilisé dans le monde pour la distribution de produits d'alimentation : c'est un standard international. Il est composé de 8 ou 13 chiffres (*code EAN 8 ou EAN 13*)

Le code EAN 13 occupe 95 modules ($3 + 6 \times 7 + 5 + 6 \times 7 + 3$). Chaque module peut être blanc (0) ou noir (1). Un chiffre est codé par 7 modules.



Le code EAN 13 est délimité par deux marques de terminaison (101). Le code est structuré en deux zones de même taille séparées par une marque centrale (01010). Dans chaque zone sont représentés six chiffres (quatre pour le code EAN 8), C_1 à C_6 et C_7 à C_{12} (C_1 à C_4 et C_5 à C_8 pour le code EAN 8).

Aucune barre n'est attribuée au chiffre C_{13} , il est déterminé à partir des codages des chiffres C_7 à C_{12} (voir plus loin).

Le chiffre C_1 est une clé de contrôle calculée de la manière suivante :

$$C_1 = 10 - [3 \cdot \sum_{i=1}^6 C_{2i} + \sum_{i=1}^6 C_{2i+1}] \text{MOD } 10 \quad (\text{Voir l'exemple 1})$$

MOD 10 : reste de la division entière par dix.

Chaque chiffre est codé sur 7 bits selon un des codes A, B ou C, suivant le tableau à gauche :

Chiffre	Code A	Code B	Code C
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

C_{13}	C_{12}	C_{11}	C_{10}	C_9	C_8	C_7	C_6 à C_1
0	A	A	A	A	A	A	C
1	A	A	B	A	B	B	C
2	A	A	B	B	A	B	C
3	A	A	B	B	B	A	C
4	A	B	A	A	B	B	C
5	A	B	B	A	A	B	C
6	A	B	B	B	A	A	C
7	A	B	A	B	A	B	C
8	A	B	A	B	B	A	C
9	A	B	B	A	B	A	C

Il n'y a pas de confusion possible entre un code A, B ou C.

Ces codages permettent une lecture bidirectionnelle, puisqu'un code inversé n'est pas reconnu comme un code.

Les chiffres C_1 à C_6 sont codés en C.

Les chiffres C_7 à C_{12} sont codés en A ou B: la configuration de ces codes détermine le treizième chiffre, conformément au tableau à droite.

Les chiffres C_8 à C_{13} identifient l'entreprise et le pays.

Les chiffres C_2 à C_7 identifient le produit dans l'entreprise.

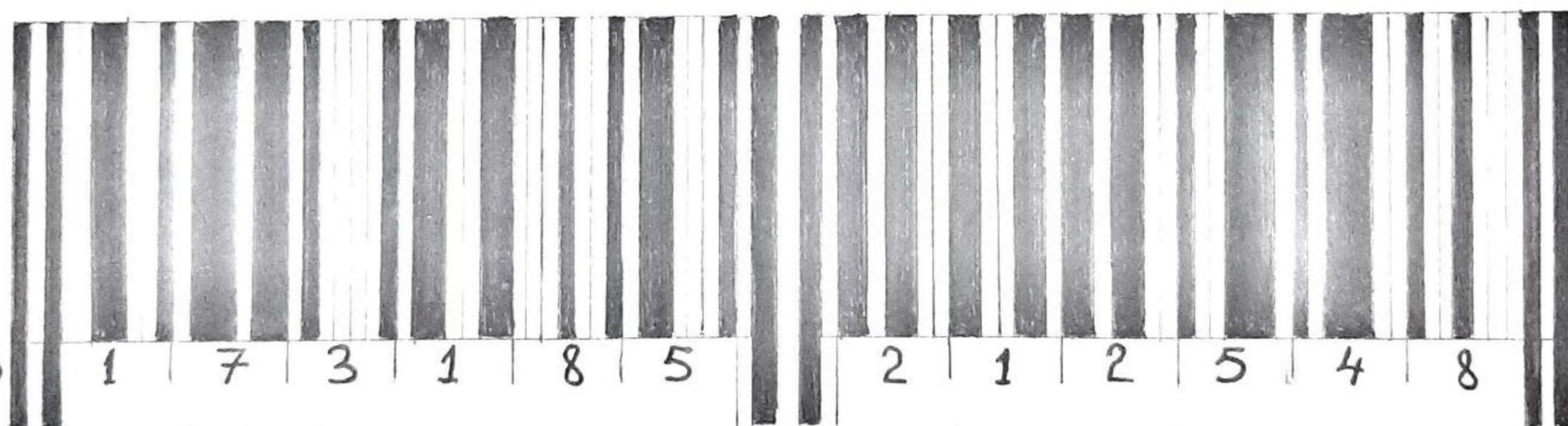
En France, les chiffres C_{13} et C_{12} identifient le pays d'origine (codes 30 à 37, voir tableau ci-dessous) et les chiffres C_{12} à C_8 identifient l'entreprise. Le codage des entreprises est géré par *Gencod-EAN France*.

Dans chaque pays, une organisation est chargée de gérer les codes. On appelle « indicatif » le nombre « $C_{13}C_{12}...$ », et voici la liste des indicatifs :

Indicatif	Organisation	Pays	Indicatif	Organisation	Pays
00 à 13	UCC	USA+Canada	70	Norsk Varekodefor	Norvège
30 à 37	Gencod EAN Fr	France	729	ICA	Israël
400 à 440	CCG	Allemagne	73	Swedish EAN Com	Suède
46	Uniscan	Fédération Russe	750	AMECOP	Mexique
471	ANC of ROC	Taiwan	76	SACV	Suisse
49	Distr Code Centre	Japon	779	CODIGO	Argentine
50	ANA	Royaume-Uni ;Irlande	789	ABAC	Brésil
520	HCAN	Grèce	80 à 83	INDICOD	Italie
529	Cyprus Ch.Com	Chypre	84	AECOC	Espagne
54	ICODIF	Belgique:Luxembourg	860	YAAN	Yougoslavie
560	CODIPOR	Portugal	87	UAC	Pays-Bas
569	Iceland EAN Com	Islande	888	SANC	Singapour
57	Dansk Varek Adm	Danemark	90 à 91	EAN Austria	Autriche
599	Hungarian.Ch.Com	Hongrie	93	APNA	Australie
600à601	South Afr Numb	Afrique du Sud	94	NZ Prod Numb	NewZélande
64	Centr Ch.Com	Finlande	959	Pa.N-G Ch of Com	Papouasie-Nelle Guinée

L'indicatif précise que le produit est codifié dans le pays correspondant, mais pas qu'il y est fabriqué...

Exemple 1: code EAN 13 (la présentation la plus courante)



28

3. Le code « 39 » :

Ce code à barres, utilisé dans l'industrie, permet de coder des valeurs alphanumériques. Il est utilisé dans l'industrie pharmaceutique en France.

Dans ce code, chaque barre est chaque intervalle peut être soit large (valeur 1) soit étroit (valeur 0). Chaque caractère est codé à l'aide de cinq barres et quatre intervalles : parmi ces neuf éléments, il y en a trois larges (d'où l'appellation 39) et six étroits.

Car.	Barres	Interv.	K	Car.	Barres	Interv.	K	Car.	Barres	Interv.	K
1	10001	0100	1	F	01100	0010	15	U	10001	1000	30
2	01001	0100	2	G	00011	0010	16	V	01001	1000	31
3	11000	0100	3	H	10010	0010	17	W	11000	1000	32
4	00101	0100	4	I	01010	0010	18	X	00101	1000	33
5	10100	0100	5	J	00110	0010	19	Y	10100	1000	34
6	01100	0100	6	K	10001	0001	20	Z	01100	1000	35
7	00011	0100	7	L	01001	0001	21	-	00011	1000	36
8	10010	0100	8	M	11000	0001	22	.	10010	1000	37
9	01010	0100	9	N	00101	0001	23	Esp	01010	1000	38
0	00110	0100	0	O	10100	0001	24	*	00110	1000	
A	10001	0010	10	P	01100	0001	25	\$	00000	1110	39
B	01001	0010	11	Q	00011	0001	26	/	00000	1101	40
C	11000	0010	12	R	10010	0001	27	+	00000	1011	41
D	00101	0010	13	S	01010	0001	28	%	00000	0111	42
E	10100	0010	14	T	00110	0001	29				

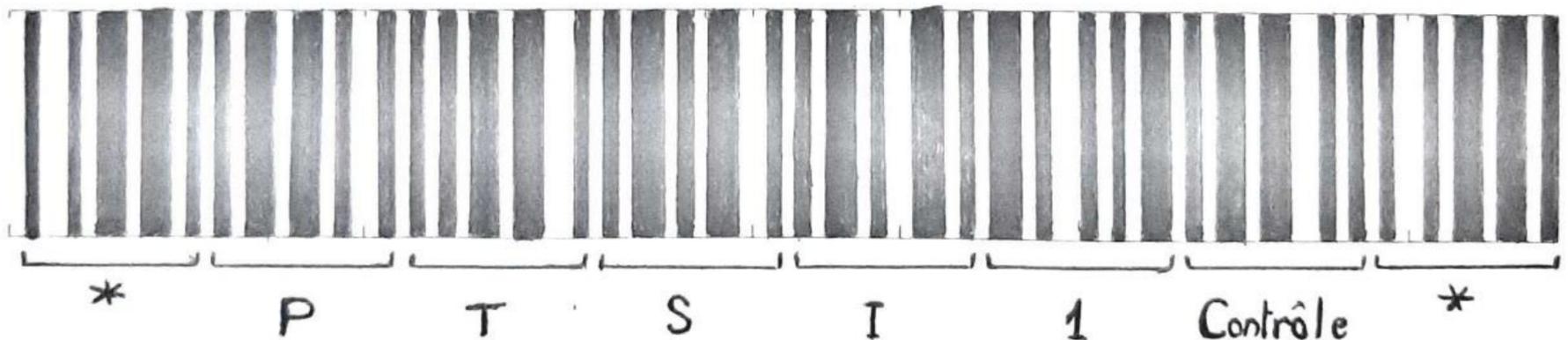
Un espace sépare le codage de chaque caractère.

Un caractère de contrôle égal à la somme modulo 43 de la valeur du message peut être employé.

La valeur de contrôle K de chaque caractère est donnée dans le tableau.

Un code complet comporte le code associé à l'étoile en début et en fin.

Exemple :



$$\text{Contrôle} = (25+29+28+18+1) - 2 \times 43 = 15 \text{ donc Contrôle} = \text{F}$$