

TP 3 AUTOMATISME & SUPERVISION

TP3 : Automates en réseau - Grafquets synchronisation.

Table des matières

I.	Gestion du matériel :	2
A.	Le Profibus	2
B.	Configuration matérielle	2
C.	Communication	5
D.	Test	6
E.	Difficultés rencontrées	7
F.	Mise en application	7
G.	Pourquoi un maître et un esclave ?	8
H.	Avantages de la mise en réseau de plusieurs automates :	9
II.	Le grafquet :	10
A.	Grafquets automate maître	10
B.	Synchronisation des grafquets	13
C.	Grafquet automate esclave :	15
III.	La Supervision	17
A.	Définition	17
IV.	Annexes	18
A.	Exemple de canaux d'échange	18
B.	Grafquet automate esclave	19
C.	Grafquet automate maître « chariot »	20
D.	Grafquet automate maître « poste de déchargement »	21

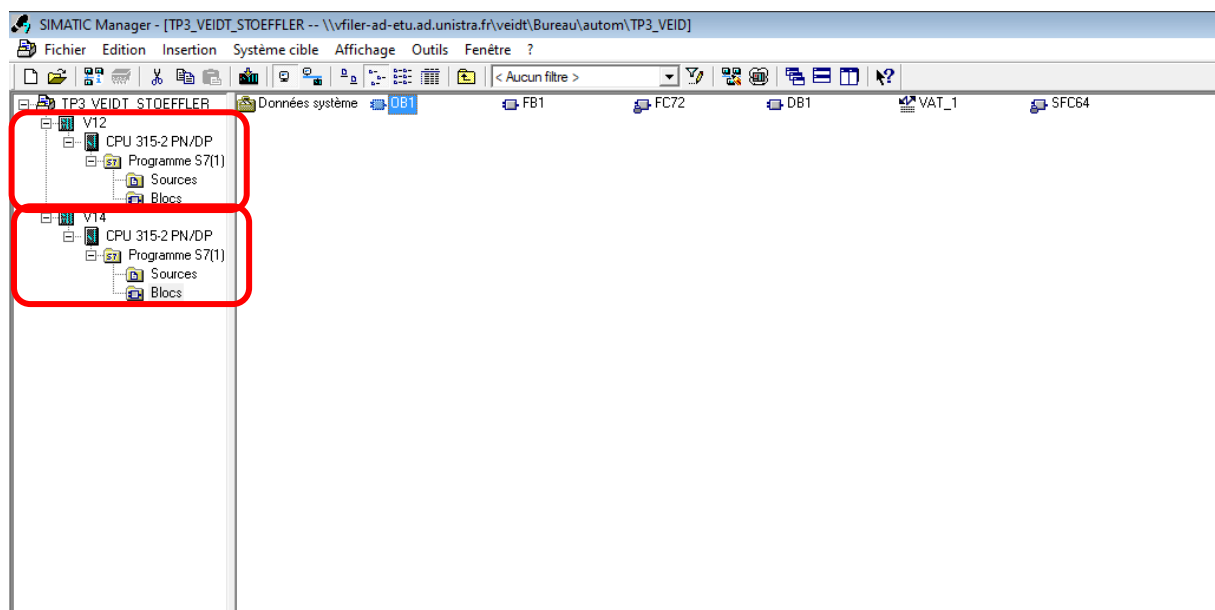
I. Gestion du matériel :

A. Le Profibus

- On souhaite communiquer entre deux automates (voisin) : un “maître” et un “esclave”.
- Les deux automates vont communiquer sur le réseau PROFIBUS DP (le plus répandu des Profibus).
- Le Profibus (PROcess Field BUS) est un protocole propriétaire de Siemens, reconnaissable à son câble violet, il est inspiré du MPI (Multi Points Interface) lui-même dérivé du RS 485.
- Dans ce TP nous allons utiliser le Profibus DP (Dezentrale Périphérie). Optimisé en termes de vitesse, cette variante est spécialement adaptée pour la communication entre les systèmes d'automatisation et les périphériques décentralisés. Elle offre aussi une connectivité « Plug and Play » pour les appareils de terrain.
- Le Profibus peut aller jusqu'à 12 Mbits/s mais nous allons le configurer à 500 kbits/s, pour deux raisons :
 - La première est la plus importante est de se calquer sur la vitesse des appareils les plus anciens du réseau.
 - La deuxième est que la vitesse est suffisante pour nos applications et qu'en plus, cela suffit limite les erreurs (surtout en environnement perturbé même s'il possède un blindage).

B. Configuration matérielle

On définit dans notre projet les deux automates.



- Pour le premier, on réutilise la même configuration matérielle que pour les deux derniers TP.
- Pour le second, on réalise un copier-coller de la configuration matérielle (Nous nous permettons de faire cela car nous savons que les valises comportent les mêmes composants) du premier en s'assurant de bien changer les adresses Profibus et Ethernet.

- On définit le second automate comme “Maître”. (Nous nous sommes mis en accord avec le binôme travaillant sur l’autre valise, il est tout à fait possible que chaque groupe conserve son API en maître mais cela obligerait à recharger la configuration matérielle à chaque fois, ce qui est contraignant car les API passe en stop et le chargement est beaucoup plus long, avec un risque accru de provoquer une erreur de chargement. Par exemple en chargeant les deux automates à la suite sans attendre quelques instants. (Ce qui a pour conséquence de provoquer un conflit dans les adresses, [Problème rencontré](#))
- Afin de configurer le second automate en tant que maître, Nous allons dans la configuration matérielle et on ouvre la fenêtre de propriétés MPI/DP puis dans mode de fonctionnement on coche la case “Maître DP”.

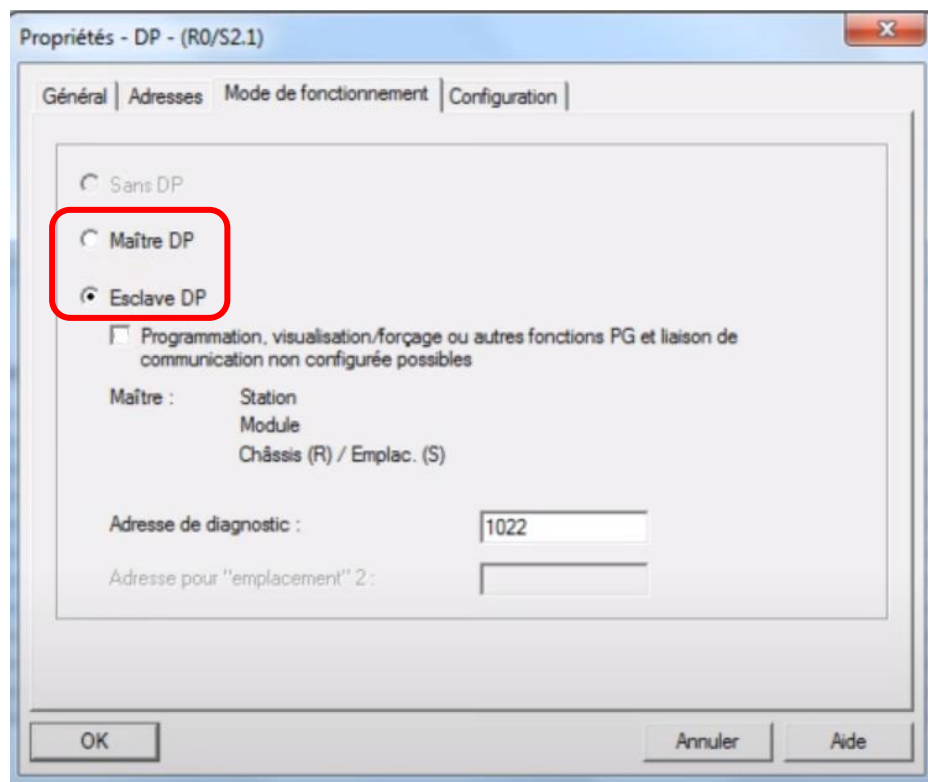
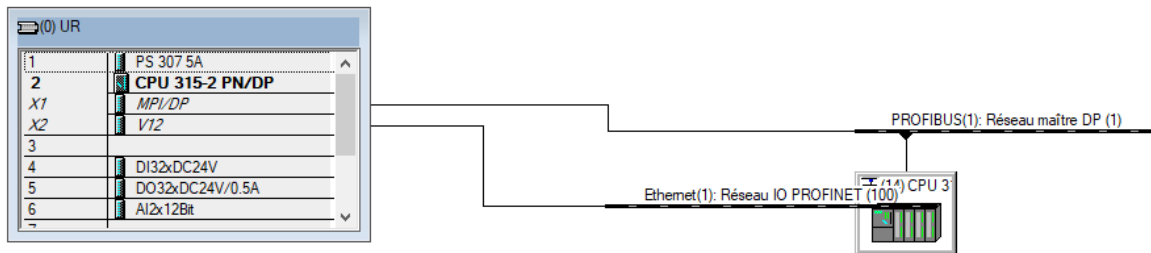


Image d'illustration qui ne provient pas de notre TP.

- De la même manière, en cochant la case “Esclave DP”, on configure le premier automate en tant qu’esclave.

- Afin de communiquer entre les deux automates, on commence par insérer le CPU de l'esclave sur la liaison Profibus du maître. De cette manière les deux automates sont sur le même réseau Profibus. Il faut faire attention à ce que chaque appareil a une adresse Profibus différente.



- La figure ci-dessus montre la configuration matérielle du réseau maître, cela est reconnaissable à la présence du réseau Profibus sortant de la ligne « X2 », sur la configuration de l'automate esclave (le réseau de l'esclave n'est pas représenté).

C. Communication

- On peut maintenant coupler les deux appareils, pour enfin définir des adresses d'entrées et de sorties virtuelles afin de pouvoir communiquer entre les deux automates. Il faut pour cela créer une nouvelle liaison entre une entrée de notre automate maître et une sortie de notre automate esclave et inversement.
- Nous avons défini nos entrées sur l'octet EB41 : qui définit nos entrées virtuelles sur les 8 bits de l'entrée 41 : 41.x avec x de 0 à 7.
- Puis nous avons définis nos entrées sur l'octet AB20 qui définit nos sorties virtuelles sur les 8 bits de la sortie 20.
- Il faut bien faire attention à ne pas utiliser une plage d'adresse qui existe physiquement.
- Nous ne sommes pas limités à un seul octet, mais cela est suffisant pour notre programme.
- Certains automaticiens apprécient d'utiliser le même numéro d'octet pour leur programmation dans un souci de clarté.

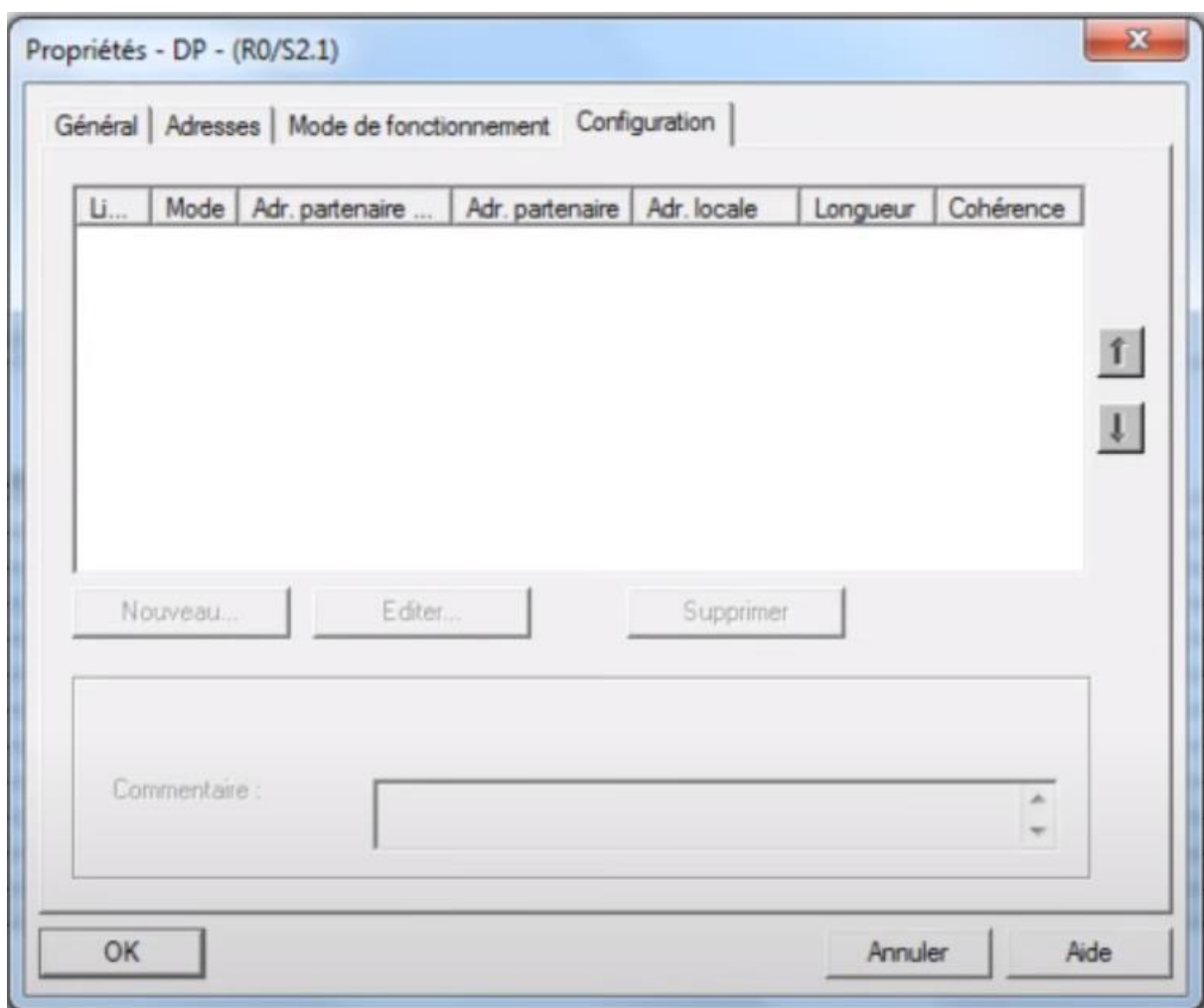
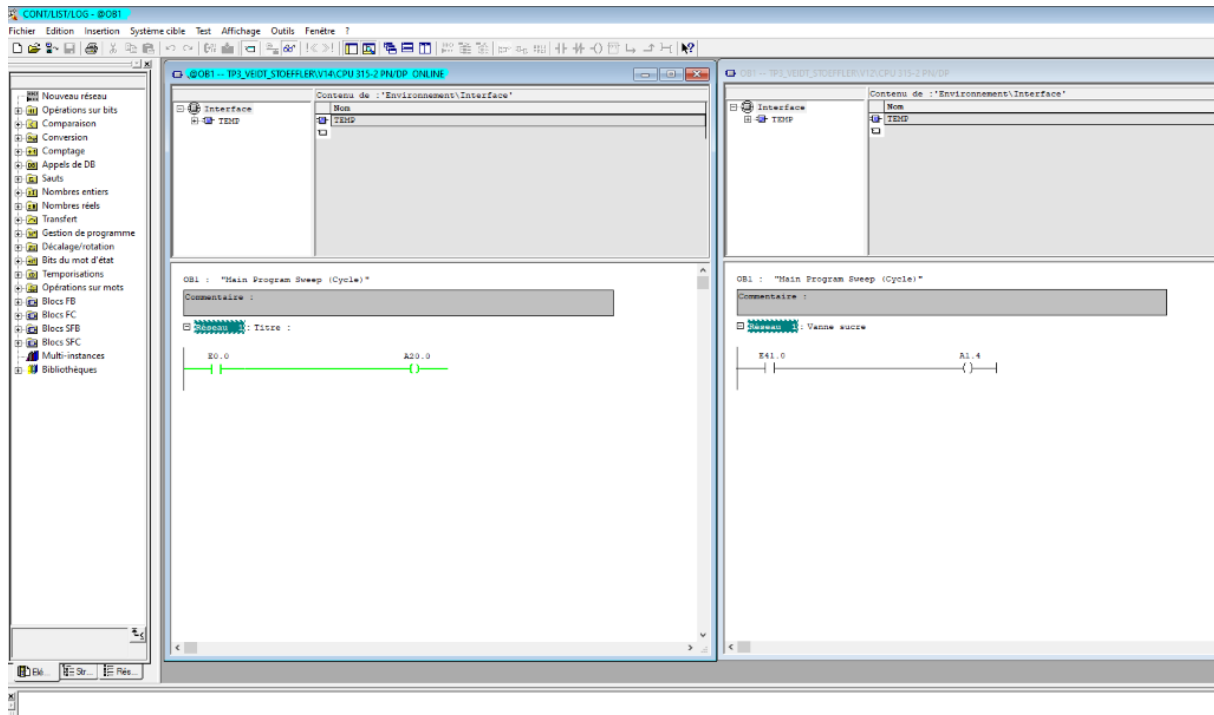


Image d'illustration qui ne provient pas de notre TP.

- L'idée est de valider une sortie virtuelle d'un des deux automates en activant l'entrée de l'automate, ce qui permet un échange d'information via le réseau Profibus, par exemple un bit de vie ou comme dans la suite du TP l'état d'une étape pour synchroniser les grafjets.

D. Test

- Pour vérifier que cela fonctionne nous avons écrit plusieurs petits programmes en LADDER (CONT) qui vérifie bit par bit, en actionnant des entrées, nous avons aussi utiliser les bits de cadence du CPU à la place des entrées pour valider les sorties de AB20.



- Nous avons aussi fait le test avec un programme en LIST

Avec l'octet de cadence du CPU :

- L MB0 -- Memento de cadence
- T AB20 -- sorties virtuelles liées aux entrées EB41 dans l'automate 2

Avec le premier octet de la carte d'entrée :

- L EB0 -- Octet de la carte d'entrée
- T AB20 -- sorties virtuelles liées aux entrées EB41 dans l'automate 2

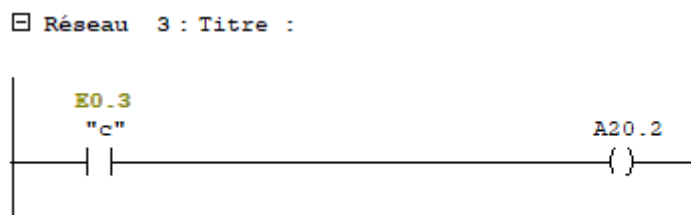
E. Difficultés rencontrées

- Elles se sont surtout situées au niveau de l'établissement du réseaux Profibus, et plus particulièrement pendant la délicate étape du chargement, même en basculant les CPU en stop et en chargeant l'esclave en premier nous avons eu un troisième automate qui était encore relié au réseau (caché dans un coin de la salle de TP), celui-ci était configuré en tant que maître et donc cela posait des problèmes quand nous chargions le « nouveau » maître dans le réseau.
- Nous avons également eu un autre problème qui était due au chargement successif de l'automate esclave puis maître sans marquer un temps de pause cela a pour conséquence de ne pas laisser le temps au réseau de changer d'appareil pour le chargement et donc d'écraser ce que l'on vient de charger. Le problème est qu'il est possible en faisant cela de se retrouver avec plusieurs périphériques qui ont la même adresse Profibus.

F. Mise en application

Emission de l'automate maître vers l'automate esclave :

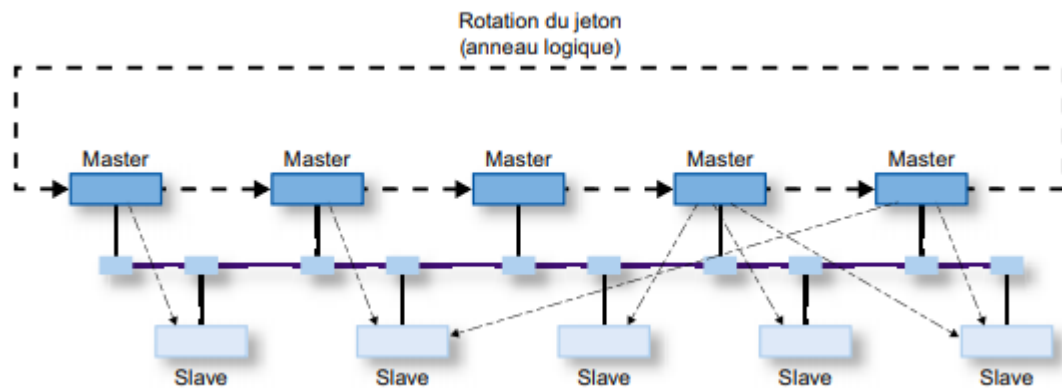
Dans l'OB1 de l'automate maître nous avons écrit en LADDER (CONT) des réseaux sous la forme ci-dessous :



- Lorsque le capteur « c » est activé, l'entrée E0.3 de l'automate maître est validée ; nous avons programmé dans l'OB1, que cela active la sortie A20.2 ce qui a pour conséquence d'activer sur l'automate esclave l'entrée E41.2 (que l'on nomme dans les mnémoniques "c recopie")
- Nous avons programmé seulement ce dont nous avons besoin, même si dans notre configuration nous pouvions échanger 8 bits.
- Il faut faire attention car sur la ligne de programme ci-dessus ce n'est que l'entrée qui est recopiée, pour recopier les étapes des grafjets nous agissons directement en activant la sortie via l'étape du grafjet où nous avons besoin de communiquer son état.
- Nous avons également la possibilité de réaliser cela dans l'automate esclave (avec d'autres entrées ou capteur), nous avons configuré un canal d'échange de l'esclave vers le maître et un canal du maître vers l'esclave.

G. Pourquoi un maître et un esclave ?

- Également appelée station active pour les stations maîtres et station passive pour les stations esclave
- Le protocole PROFIBUS DP a été conçu pour couvrir le niveau terrain au sein de la hiérarchie d'automatisation. Le principe de la communication PROFIBUS DP est un système maître-esclave. C'est une méthode dite centralisée.
- Il existe également un système de jetons mais dans le protocole Profibus DP il est réservé aux stations actives.
- Un Jeton est un télégramme qui représente l'autorisation d'émettre sur le réseau. Il signale les deux états "occupé" et "libre". Le jeton est transmis de maître à maître.
- Un Maître Lorsqu'il est en possession du jeton peut envoyer des données à d'autres partenaires et en recevoir de ces derniers (= partenaire actif). Le maître interroge cycliquement un ou plusieurs esclaves.
- Un esclave n'est autorisé à échanger des données que sur requête du maître



- Illustration extraite de la documentation de Siemens, où nous pouvons bien remarquer la rotation du jeton et les stations actives interrogeant cycliquement leurs esclaves.

H. Avantages de la mise en réseau de plusieurs automates :

- L'intérêt de mettre des automates en réseaux est de pouvoir leurs faire échanger des informations sur leurs états (état des entrées par exemple) sur de plus grandes distances qu'avec un fil de commande classique
 - L'usage d'un réseau permet par exemple de recopier l'état du capteur sur un automate et de rendre disponible son image à tous les automates du réseau.
 - Par exemple dans le surjet d'étude du TP si l'on n'utilise pas la mise en réseau il faudrait mettre deux capteurs au point c, avec tous les problèmes de câble à tirer, risque de panne supplémentaires encombrement, etc...
- L'avantage d'un réseau est sa modularité nous pouvons ajouter ou retirer des stations très rapidement surtout avec le Profibus est son caractère « plug and play »
- Avec l'arrivée de l'usine 4.0, donc l'arrivée de la donnée à tous les niveaux les réseaux deviennent incontournables.
- En d'autres termes, les avantages sont :
 - Limitation du nombre de câble (les informations passent par le réseau)
 - Centralisation des informations (Manufacturing Execution System par exemple)
 - Les informations peuvent remonter pour la supervision, pour la maintenance, la traçabilité des produits...
- Il est préférable de ne pas relier le réseau de l'entreprise avec le réseau des automates, cela est prendre un gros risque de sécurité (piratage et destruction des installations).

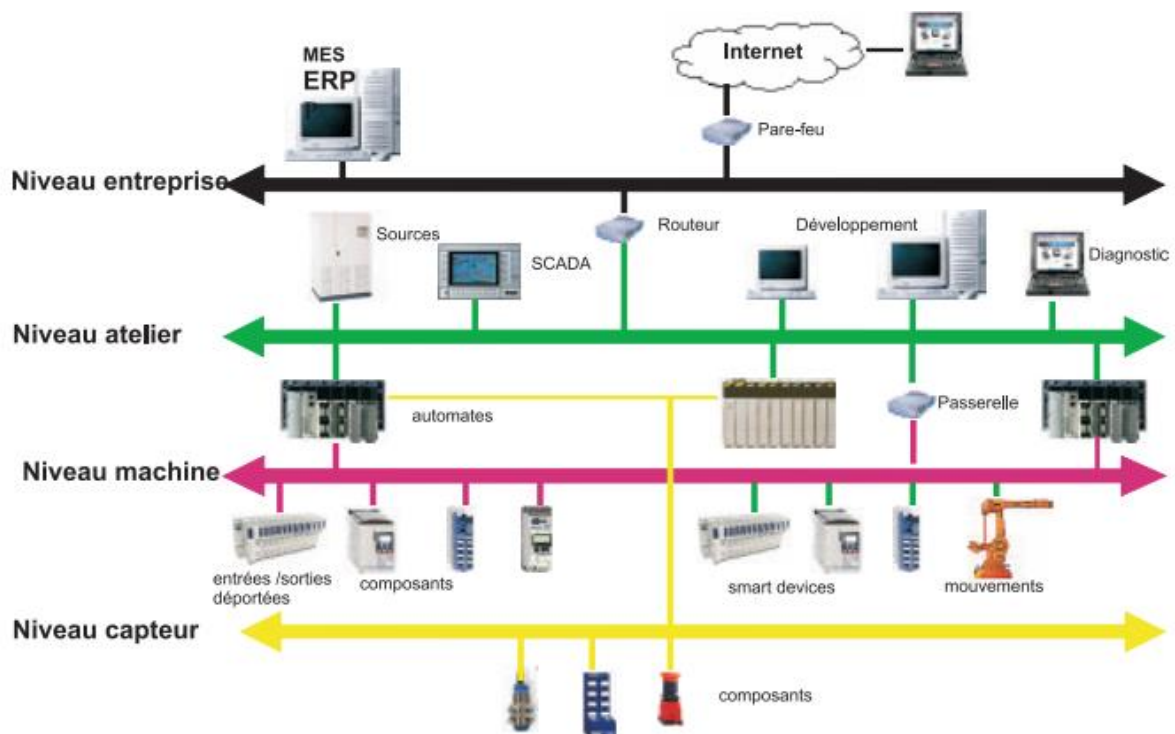
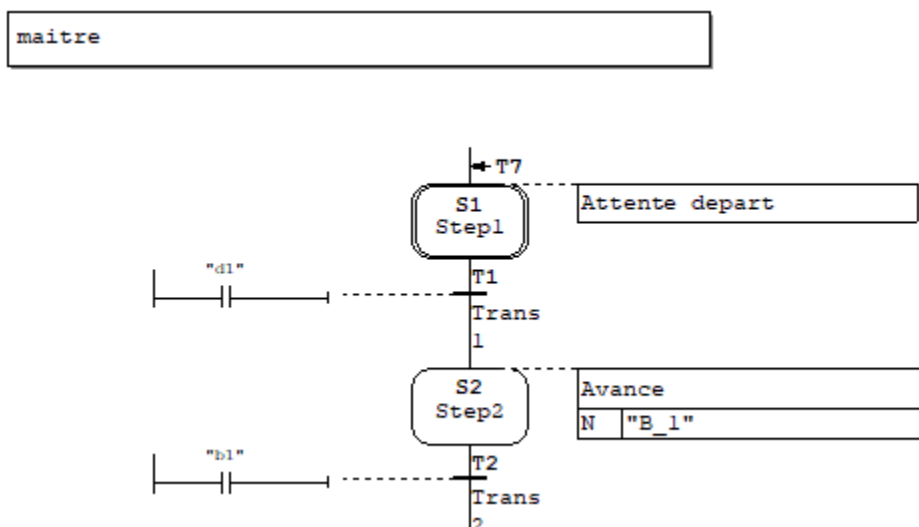


Illustration Schneider Electric (les protocoles peuvent être différents mais la structure reste identique)

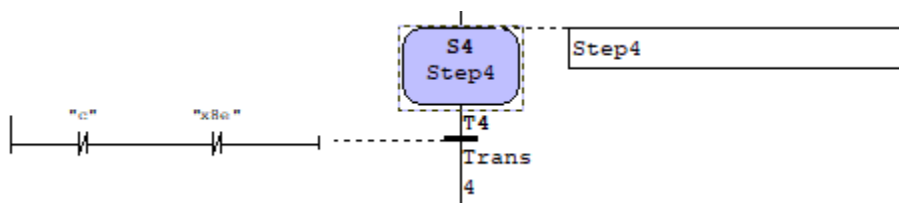
II. Le grafcet :

A. Grafquets automate maître

- Le but ici est de gérer deux chariots chacun dirigé respectivement par un automate. On communiquera entre les deux automates avec les E/S virtuelles définies dans la section précédente.
- L'une des premières utilisations des E/S virtuelles est la recopie du capteur « c » dans l'automate esclave sur son entrée E41.2, si cela n'était pas fait, il faudrait mettre un capteur « c » pour chaque automate et donc côte à côte à la zone de déchargement avec toutes les contraintes de pannes, de coût et d'encombrement que cela implique.
- Les deux premières étapes de notre grafcet permettent au chariot sur signal du départ cycle de le faire avancer jusqu'au capteur b1.

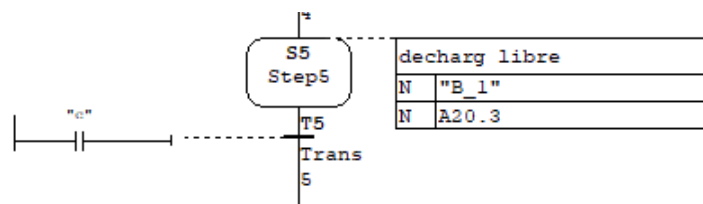


- L'étape d'attente (step 4) permet de vérifier qu'il n'y a bien personne sur le capteur « c » et que le second chariot (le chariot esclave) n'est pas en train d'avancer de b2 vers c. Auquel cas il y aurait une collision sinon.

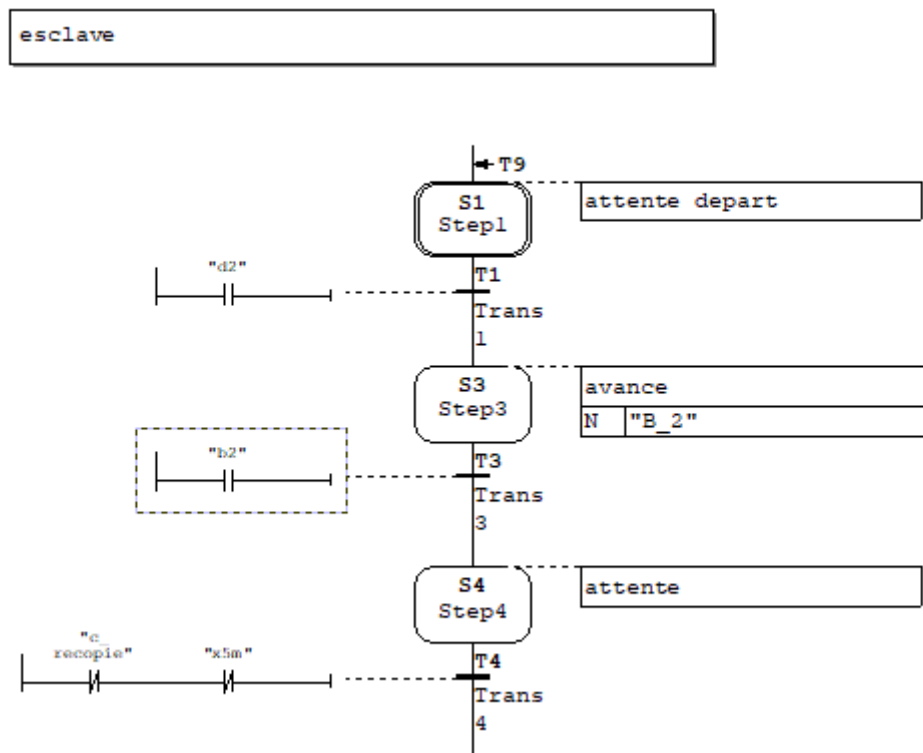


- Si la voie est libre c'est-à-dire : que le chariot 2 n'avance pas de « b2 » vers c et n'est pas sur le capteur c, alors le chariot 1 peut alors avancer jusqu'au capteur « c ».

- L'objectif ici est de communiquer entre les deux automates afin d'éviter toute collision au point de chargement.
- Pour cela, étant donné qu'on utilise un automate différent pour chacun des chariots, on ne peut utiliser comme on l'a fait dans le tp2 un automate, qui gère deux grafjets séparés (pour chacun des deux chariots) puis une transition X.N°step qui permettrait de coordonner les deux chariots afin de ne pas avoir de collision entre les deux automates.
- La solution retenue ici est d'utiliser les E/S virtuelles que l'on a défini avant :
- Afin de communiquer avec l'autre automate pour éviter toute collision, on activera la sortie A20.3 de notre automate maître avec notre étape 5 pour communiquer sur l'entrée de notre automate esclave E41.3. Cette sortie sera allumée lorsque le chariot 1 avance de b1 vers c. On impose donc au chariot esclave que lorsque E41.3 est allumé il ne doit pas avancer. On appellera cette entrée x5m.
- Pour les mêmes raisons de communication, on allumera notre sortie A20.3 de l'automate esclave lorsque celui-ci avance de « b2 » vers « c ». Cela aura pour incidence d'allumer l'entrée E41.3 de notre automate maître que l'on va nommer x8e. Lorsque cette entrée est active alors l'automate maître ne doit pas avancer.



Sur l'automate maître

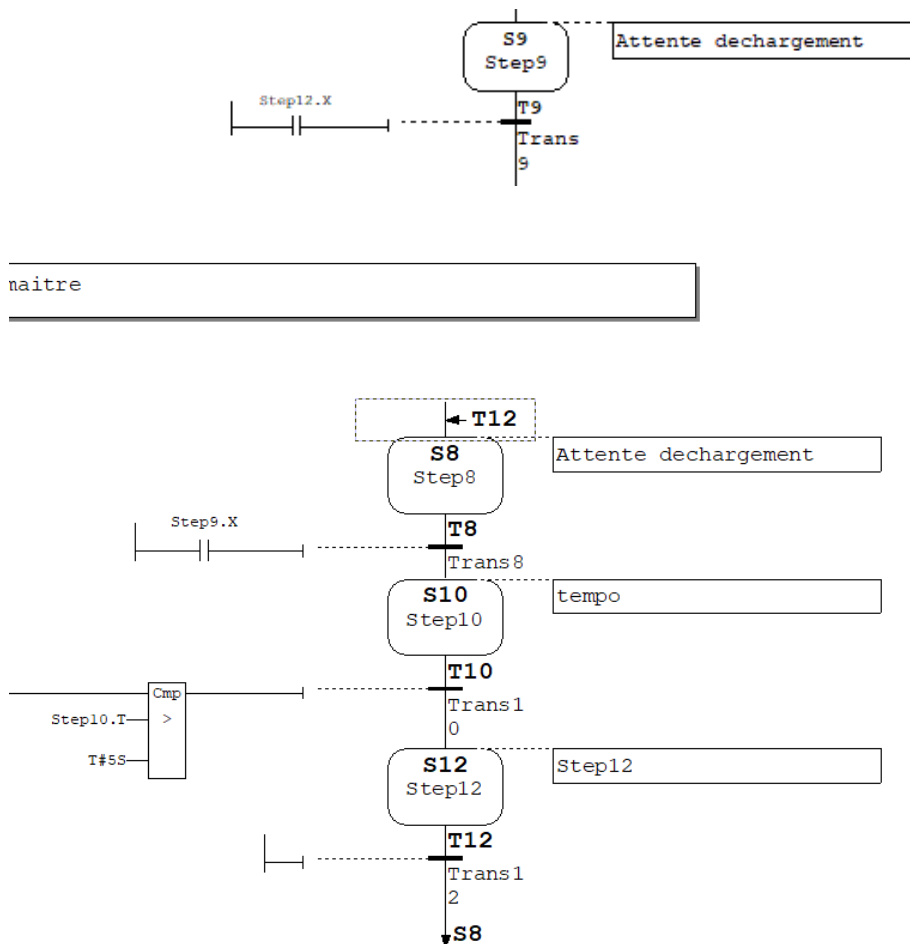


Sur l'automate esclave (x5m correspond à l'entrée E41.3 allumée quand le chariot maître avance de b1 vers c)

- **Remarque :** En cas de dépassement du capteur c (par exemple si le chariot glisse) les deux réceptivités de la transition T4 seraient actives. Il y aurait donc le chariot esclave qui avancerait jusqu'à c. Or il y aurait donc une collision. Pour éviter cela, on se doit de rajouter une réceptivité : un chariot ne doit pas être en train de décharger pour que l'autre puisse avancer de bi vers c.

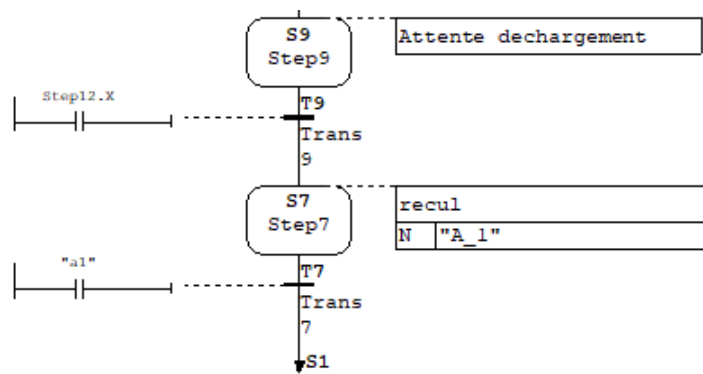
B. Synchronisation des grafquets

- Enfin, pour l'automate maître, une fois arrivée en « c », on veut décharger notre chariot. Pour cela, on crée une étape d'attente (S9) ou l'on va attendre jusqu'à ce que l'étape 12 de notre second grafquet soit allumé. En parallèle, le second grafquet débute.



2^e grafquet de l'automate maître.

- Celui-ci s'active lorsque le chariot maître est dans l'étape 9 (une étape d'attente qui attend que le déchargement soit fini).
- On attend donc les 4 secondes comme demandé afin que le chariot soit déchargé, on valide l'étape 12, qui valide dans notre premier grafquet l'étape de transition afin de reculer jusqu'à la position de départ a1.
- On retourne ensuite à l'étape 8 dans notre second grafquet dans l'attente d'un prochain déchargement.
- C'est ce qu'on appelle une **synchronisation des grafquets**.



1^{er} grafcet de l'automate maître.

C. Grafcet automate esclave :

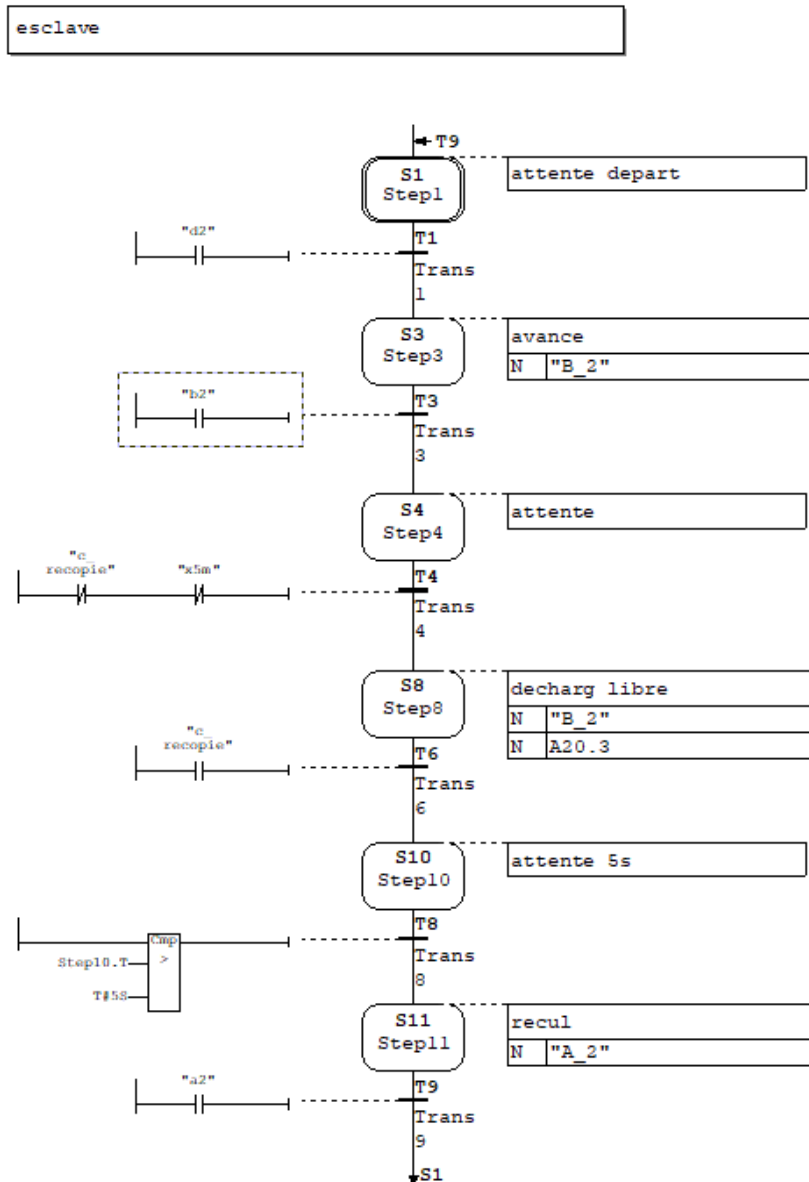
- L'idée pour le grafcet de l'automate esclave est très similaire :
- On attend le départ du cycle de l'automate esclave, puis on avance jusqu'en b2.
- On vérifie que l'automate maître n'avance pas de b1 vers c (not x5m) ou n'est pas en c (not c recopie). Si la voie est dégagée on peut alors faire avancer l'automate esclave jusqu'au capteur « c ».
- « C recopie » est l'entrée E41.2 actives quand l'entrée c de l'automate maître est active.

Rappel :

▣ Réseau 3 : Titre :



- Nous effectuons ensuite la temporisation de 5 seconde pour effectuer le déchargement du chariot esclave, puis le chariot recule jusqu'à activer le capteur a2 (position de départ)
- (Les 5 secondes servent de simulation de l'étape de déchargement qui peut être ben plus complexe dans la réalité)



III. La Supervision

Nous utiliserons WinCC flexible (à ne pas confondre avec WinCC).

Pour la supervision Sur STEP7, Nous devons un projet regroupant l'ensemble : programmes des automates et supervision.

A. Définition

La supervision permet de visualiser des informations sur le procédé sous la forme la plus utile au pilotage d'une installation (lecture) par l'intermédiaire de graphique, d'état de capteur, d'affichage de valeur de capteur analogique. Également de le commander (écriture) : choix de recette, choix de consigne etc.

Elle permet aussi une historisation des informations : tracées de courbes, historique des défauts, mais

Cela peut se faire selon différentes façons : à l'aide de PC par exemple dans une salle de supervision dans une usine, ou via des écrans tactile (ou non pour les modèles les plus anciens) appelé IHM (Interface Homme Machine) ou HMI pour les anglophones.

Pour réaliser les vues de supervision et animer les objets nous utilisons les mêmes informations que l'automate c'est-à-dire les E/S des automates, les mémoires internes, les sorties, les DB...

IV. Annexes

A. Exemple de canaux d'échange

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Commentaire :

☒ Réseau 1 : emission maite esclave



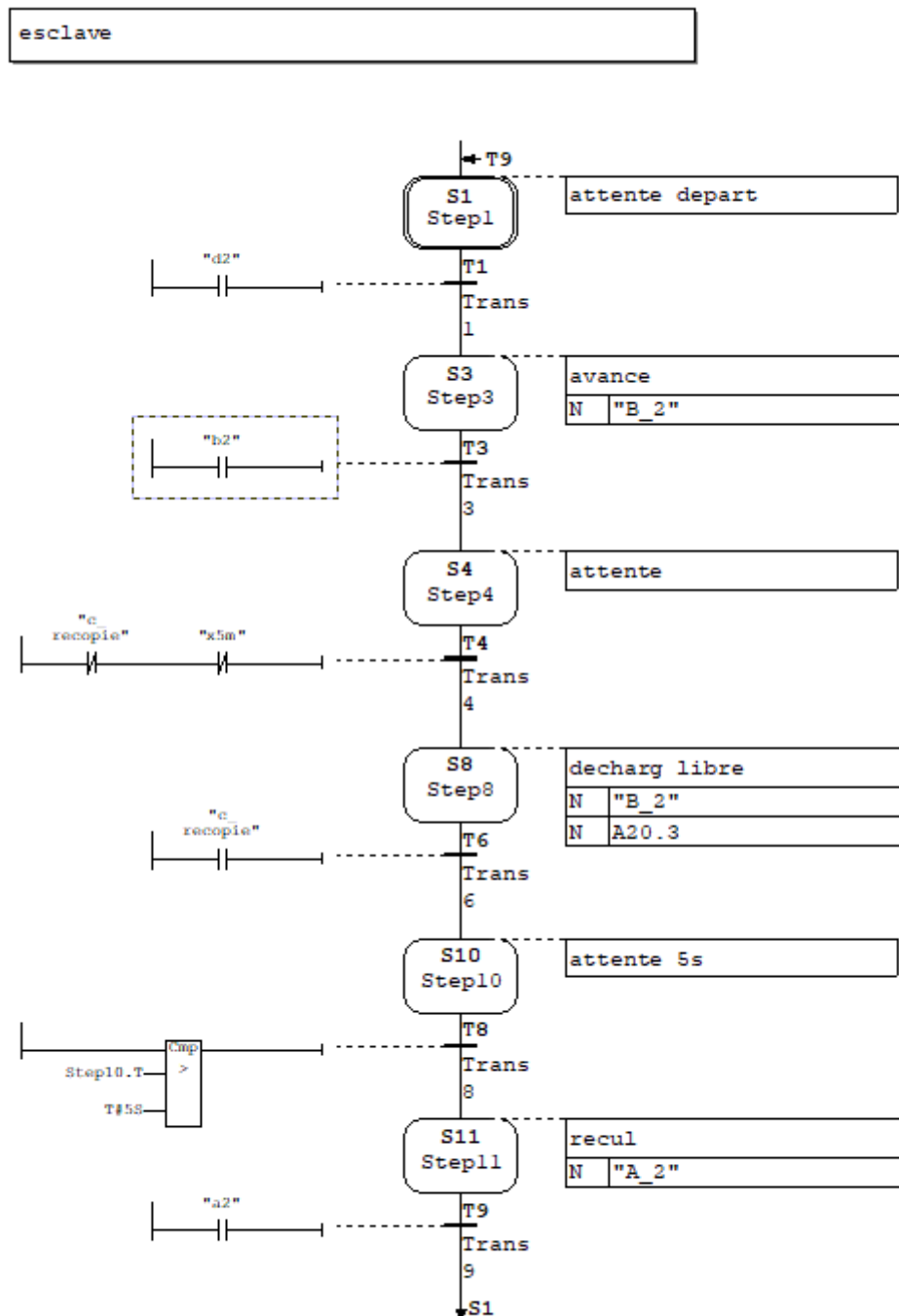
☒ Réseau 2 : Titre :



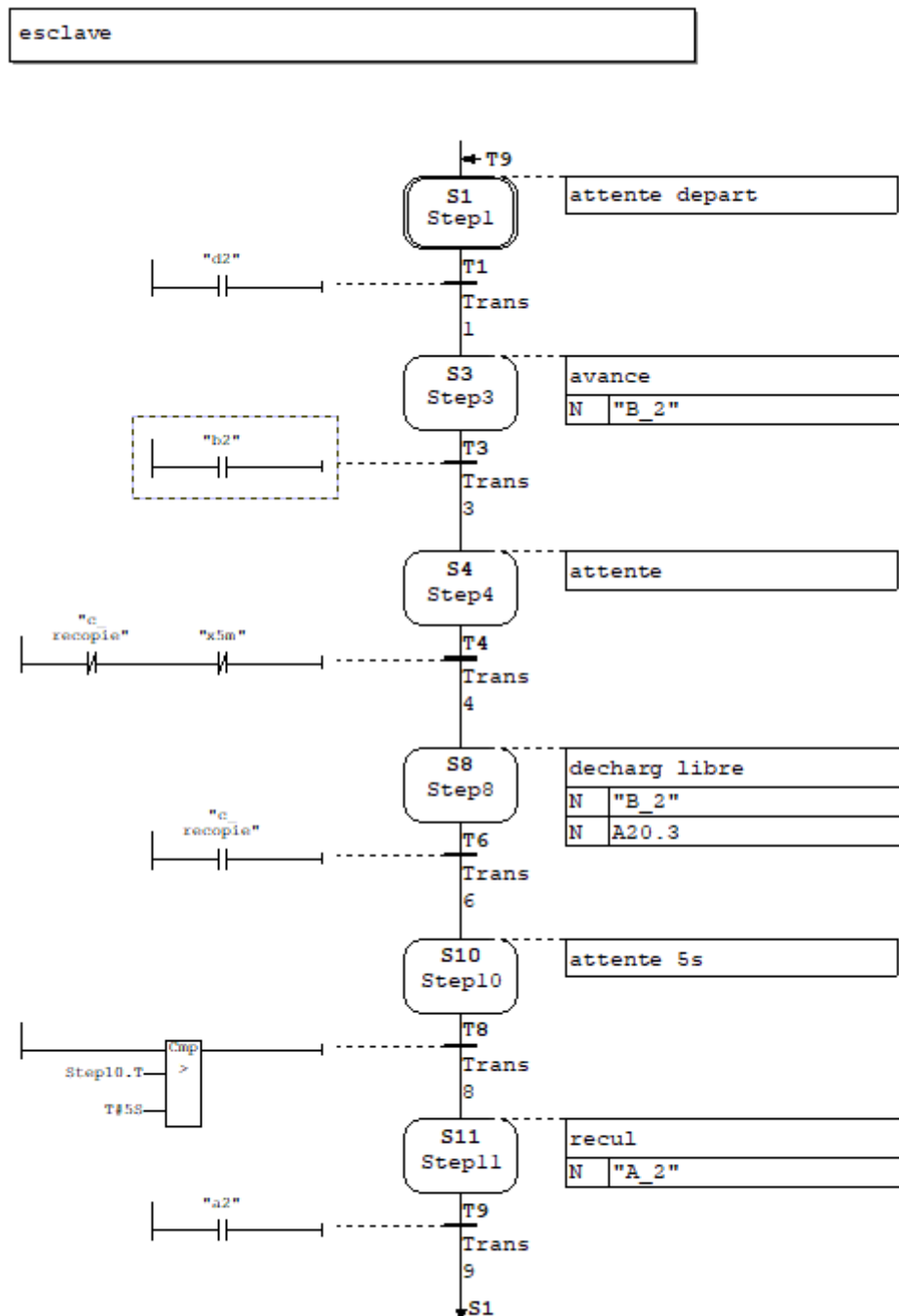
☒ Réseau 3 : Titre :



B. Grafcet automate esclave



C. Grafcet automate maître « chariot »



D. Grafcet automate maître « poste de déchargement »

maître

