

**BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR  
ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR**

**Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.1**

**Étude des spécifications générales d'un système  
pluritechnologique**

SESSION 2021

**Dossier CORRIGÉ**

**BOBINEUSE - REFENDEUSE**

BTS assistance technique d'ingénieur	<b>CORRIGÉ</b>	Session 2021
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 1 sur 15

## Partie 1 : La production de bobines filles peut-elle se faire sans interrompre la ligne de production de papier kraft ?

### Partie 1.1 : Analyse de la situation initiale

Question 1.1.1 | A partir des données énoncées ci-dessus, **calculer**  $T_{M3}$  la durée d'enroulement d'une bobine mère sur la ligne de production de papier.  
Voir DT1

$$T_{M3} = 10000 \times 60 / 500 = 1200 \text{ s}$$

Question 1.1.2 | A partir de la lecture du document technique, **déterminer** :  
-  $T_{M12}$  le temps d'installation du mandrin de bobine mère,  
-  $T_{M4}$  le temps d'évacuation d'une bobine mère,  
-  $T_{BM}$  le temps total de réalisation d'une bobine.  
Voir DT1

La lecture du Gantt nous donne :

$$T_{M12} = 120 \text{ s}$$

$$T_{M4} = 60 \text{ s}$$

$$T_{BM} = T_{M12} + T_{M3} + T_{M4} = 120 + 1200 + 60 = 1380 \text{ s}$$

Question 1.1.3 | A la lecture des conditions énoncées ci-dessus, **calculer** le nombre de bobines filles de 5000 m pouvant être réalisées sur la bobineuse à partir d'une bobine mère de 10000 m.

$$2 \times 3 = 6 \text{ bobines filles à partir d'une bobine mère}$$

Question 1.1.4 | A partir des conditions énoncées ci-dessus, **calculer**  $T_{B2}$  le temps de fabrication de 3 bobines filles.

$$T_{B2} = 5000 \times 60 / 750 = 400 \text{ s}$$

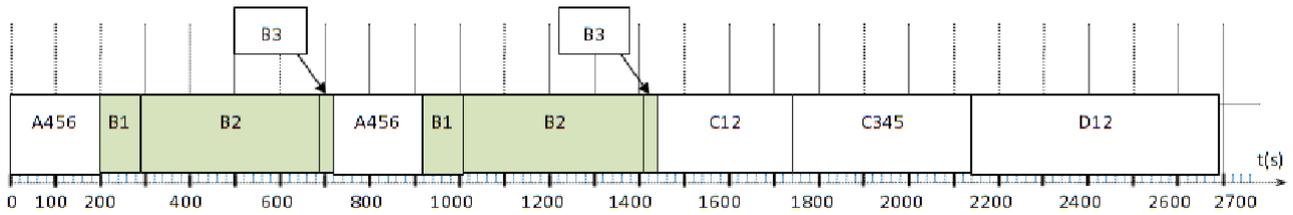
Question 1.1.5 | A partir de la lecture des documents techniques, **calculer** les temps suivants :  
-  $T_{A456}$  le temps de la tâche A456 de mise en place d'un mandrin fille,  
-  $T_{D12}$  le temps de réglage de la découpe.  
Voir DT2

$$T_{A456} = 80 + 30 + 90 = 200 \text{ s}$$

$$T_{D12} = 4 \times 100 + 150 = 550 \text{ s}$$

Question 1.1.6 | **Tracer** le chronogramme des tâches de fabrication de toutes les bobines filles à partir d'une bobine mère entièrement consommée (Prendre pour modèle le chronogramme DT1 et tenir compte du changement de mandrin de bobine mère).  
Voir DT2  
DR1

### Tracé du chronogramme initial



Question 1.1.7 | A partir du chronogramme de la question précédente, **calculer**  $T_{BF}$  le temps durant lequel une bobine mère est consommée par la bobineuse en prenant en compte le changement de mandrin de la bobine mère.  
Voir DT 2

$$T_{BF} = 200 + 90 + 400 + 30 + 200 + 90 + 400 + 30 + 300 + 400 + 550 = 2690 \text{ s}$$

Question 1.1.8 | **Calculer** le nombre de bobines mères fabriquées par la ligne de production de papier pendant qu'une bobine mère est consommée par la bobineuse.

Nombre de bobines mères fabriquées pour une bobine mère consommée

$$T_{BF} / T_{BM} = 2690 / 1380 = 1,94$$

Question 1.1.9 | **Déterminer** quel est le poste goulet entre la ligne de fabrication de papier et la bobineuse-refendeuse. **Justifier** votre réponse.

Le poste goulet est la bobineuse car c'est elle qui a la capacité de production la plus faible avec 1 bobine mère consommée toute les 2690 s.

Question 1.1.10 | A partir de la réponse précédente, **conclure** quant à la possibilité de fabriquer les bobines filles sans interrompre la ligne de fabrication de papier kraft et **proposer** le cas échéant des solutions permettant d'augmenter la capacité de production.

Comme la bobineuse est le poste goulet, les bobines mères en sortie de la ligne de fabrication de papier kraft vont s'accumuler sur la zone de stockage et on sera obligé d'arrêter cette ligne le temps de consommer les bobines stockées.

Solutions pour augmenter la capacité de production :

- Améliorer les performances de la bobineuse refendeuse,
- Ajouter une deuxième bobineuse en parallèle,
- Réduire les temps non-productifs (SMED).

### Partie 1.2 : Application du SMED

Question 1.2.1 | A partir des données énoncées ci-dessus, **calculer** l'objectif minimal de réduction du temps en seconde puis en pourcentage nécessaire pour équilibrer la production.

Objectif de réduction du temps en secondes :

$$2690 - 1380 = 1310 \text{ s}$$

Objectif de réduction en pourcentage :

$$1 - 1310/2690 = 51,3\%$$

Question 1.2.2 | **Déterminer** les opérations qui seront concernées par le SMED pour la bobineuse. **Justifier** votre réponse.  
Voir DT2 et DT3

Ce sont les tâches A456, C12, C345 et D12.

Ce sont des tâches qui concernent des changements de bobines ou de série qui se font lorsque la machine est à l'arrêt (opérations internes).

Question 1.2.3 | La tâche A4 de découpe des mandrins est actuellement une opération interne, d'après la méthode SMED. **Expliquer** comment la transformer en opération externe.  
Voir DT 2 et DT3 | **Donner** le gain de temps obtenu sur cette tâche.

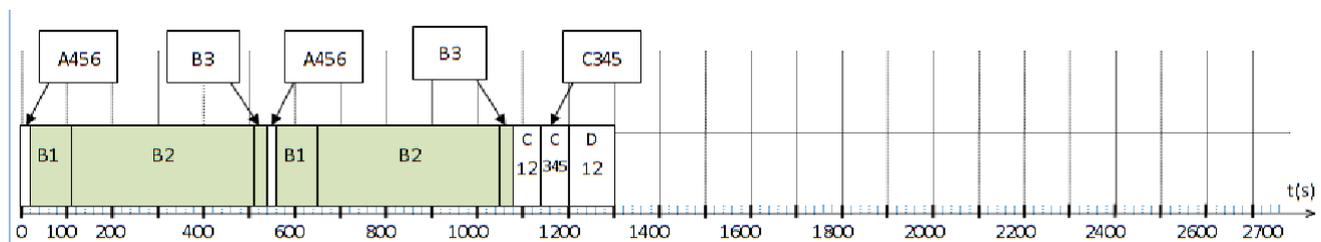
Il faut découper les mandrins en temps masqué lorsque la bobineuse est en train de produire.

On gagnera 80 s soit la totalité du temps de la tâche.

### Partie 1.3 : Analyse après application du SMED et conclusion

Question 1.3.1 | **Tracer** le chronogramme des tâches de fabrication des bobines filles à partir des nouveaux temps énoncés ci-dessus.  
DR1

#### Tracé du chronogramme après application du SMED



Question 1.3.2 | A partir du Gantt de la question précédente, **calculer**  $T_{BF}$  le nouveau temps durant lequel une bobine mère est consommée par la bobineuse.

$$T_{BF} = 20 + 90 + 400 + 30 + 20 + 90 + 400 + 30 + 60 + 60 + 100 = 1300 \text{ s}$$

Question 1.3.3 | **Calculer** :  
- le gain de temps obtenu en pourcentage par rapport à la situation initiale,  
- le nombre de bobines mères fabriquées par la ligne de fabrication de papier pendant qu'une bobine mère est consommée par la bobineuse.

Gain de temps :  $1 - 1300/2690 \approx 52\%$

Nombre de bobines mères fabriquées pour une bobine mère consommée :

$$T_{BF} / T_{BM} = 1300 / 1380 = 0,94$$

Question 1.3.4 | A partir des résultats précédents, **conclure** quand à la possibilité de fabriquer les bobines filles sans interrompre la ligne de fabrication de papier kraft.

La capacité de production de la bobineuse est maintenant supérieure à celle de la ligne de fabrication de papier, le nouveau poste goulet.

La production peut donc se faire en continu.

## Partie 2 : Quel est l'impact de l'automatisation du positionnement des couteaux sur le Gemma et les Grafjets de la bobineuse ?

Le réglage (à l'origine manuel) de la position des couteaux (et contre-couteaux simultanément) sur la bobineuse est géré maintenant de façon automatique par l'intermédiaire d'un Automate Programmable Industriel et d'un nouveau grafjet *Grafjet de Positionnement des Couteaux (GPC)*.

Question 2.1 | Si on considère le positionnement des couteaux comme étant une « marche de préparation », et avec l'aide du *Grafjet de Conduite (GC)* (avant et après l'automatisation), **actualiser** le Gemma (utiliser votre stylo rouge) pour établir les nouvelles liaisons et supprimer les anciennes.

Voir DT4  
**DR2**

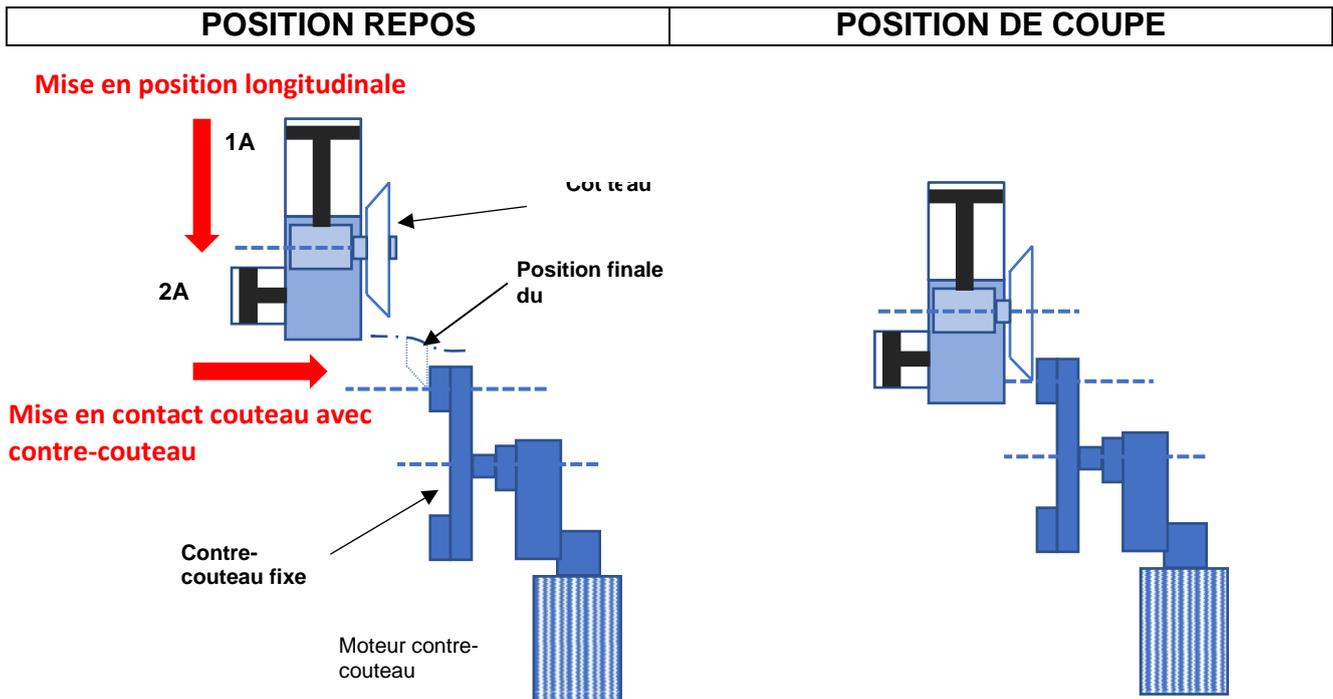
Question 2.2 | **Compléter** les transitions sur les différents Grafjets afin de respecter la hiérarchisation.

Voir DT4  
**DR3**

**Partie 3 : Afin d'améliorer la maintenance sur la bobineuse, une actualisation du Dossier Technique (dont les schémas pneumatique et électrique) est demandée par le Responsable du Service Maintenance.**

Le positionnement des couteaux par rapport aux laizes demandées comprend aussi la mise en position longitudinale (Vérin double effet **1A**) et la mise en contact du couteau avec le contre-couteau (Vérin double effet **2A**).

Ces deux vérins sont respectivement commandés par deux distributeurs bistables (**1V1** et **2V1**) à commandes électriques (1YV1-14/1YV1-12//2YV1-14/2YV1-12).



Question 3.1  
Voir DT5

Les vérins 1A et 2A doivent avoir leur vitesse de sortie réglable. **Indiquer** quel matériel faut-il utiliser pour satisfaire cette caractéristique ? **Indiquer** où ce matériel doit-il être placé ?

**Il faut insérer des Réducteurs de Débit Unidirectionnels (RDU) sur l'échappement lors de la sortie des tiges c'est-à-dire à droite.**

Question 3.2

Voir DT5

**DR4**  
**Traits bleus**

On vous demande de réactualiser le schéma pneumatique des « couteaux » en tenant compte des caractéristiques suivantes :

- alimentation par l'ensemble vanne manuelle (1Q) - filtre – régulateur – lubrificateur ;
- mise en œuvre d'un pressostat (OS1) (avec contact NO) ;
- utilisation d'un sectionneur 3/2 monostable à commande à électrique (OV1) ;
- mise en œuvre d'un distributeur pour chacun des vérins ;

- mise en œuvre du matériel déterminé à la question précédente.

**Compléter** le circuit pneumatique sur le SCHEMA PNEUMATIQUE COUTEAU N°1.

Question 3.3

**DR5**  
**Traits rouges**

Réactualisation du circuit électrique :

Toutes les bobines des distributeurs et les capteurs (ILS) de position des vérins sont reliées aux entrées et sorties d'un API par l'intermédiaire de deux borniers (bornier CAPTEURS et bornier BOBINES) qui sont la frontière entre l'armoire de commande et la partie opérative de la bobineuse.

**Compléter** les liaisons électriques entre ces différents éléments sur le SCHEMA COMMANDE COUTEAU N°1.

Question 3.4

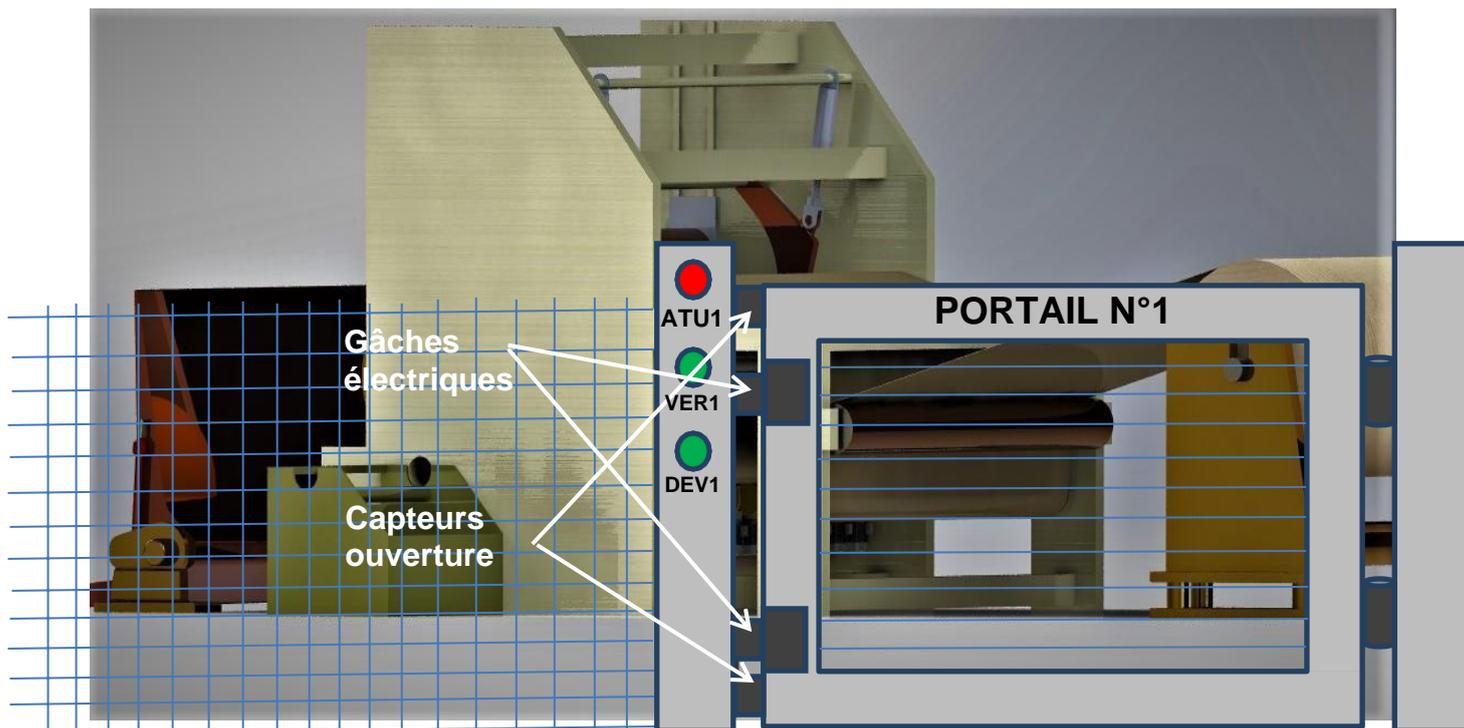
**DR6**

Voici le symbole d'une borne : 

**Implanter** les différentes bornes (appartenant aux deux borniers précédents) sur le schéma complet de commande.

BTS assistance technique d'ingénieur	<b>CORRIGÉ</b>	Session 2021
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 3 sur 15

**Partie 4 : Comment améliorer la sécurité des personnes vis-à-vis de l'accès dans la zone « Découpe papier » lors de la phase du bobinage ?**



De part et d'autre de la partie découpe, deux portails ont été implantés afin d'en interdire l'accès jugé dangereux.

Chaque portail comprend deux gâches électriques (**S31**, **S41**), deux capteurs d'état (ouvert/fermé) (**S12**, **S22**), un bouton-poussoir déverrouillage (**DEV**) et un BP verrouillage (**VER**) câblés sur un relais de sécurité modulaire programmable (PNOZ Multi PILZ 16 entrées, 4 sorties).

La fonction de chaque gâche est de verrouiller le portail en position fermé lorsqu'elle est alimentée.

Question 4.1 | A l'aide du logigramme et du tableau d'entrées/sorties, **déduire** l'équation  
Voir DT6 | logique des gâches du portail N°1.

$$P1\_S31(\text{ou } P1\_S41) = (P1\_S12.P1\_S22).[P1\_VER+ / P1\_DEV.P1.IMO]$$

Question 4.2 | A l'aide de cette équation, que se passe-t-il si le capteur S12 est  
Voir DT6 | défectueux en position ouvert ?

**Le résultat de l'équation est 0 donc les gâches ne peuvent pas se fermer, le portail ne se ferme pas.**

Chacun des deux portails possède maintenant un arrêt d'urgence (**Atu1** et **Atu2**) qui provoquent l'arrêt de la bobineuse, en plus de celui qui existait déjà (**Atu**) dans la cabine de commande de la Machine à Papier dont dépend la bobineuse étudiée.

Question 4.3 | Quelles sont les implications de ces deux arrêts d'urgence sur le Gemma et le Grafcet de Sécurité (**GS**) ? **Compléter** les éléments 

Voir DT4

**DR2, DR6**

Question 4.4 | Quels sont maintenant tous les éléments qui concourent à l'amélioration de la sécurité des personnes dans la zone Découpe ?

**Le relais de sécurité est l'élément principal associé aux arrêts d'urgence, et bien sûr les 2 portails.**

**Partie 5 : La politique de maintenance de l'entreprise veut tendre vers le moins de maintenance préventive possible sur les moteurs afin de diminuer les temps d'arrêt des Machines A Papier. Quelles sont les mesures à prendre afin de respecter ce souhait ? Et si c'est le cas, quelles sont les consignes de sécurité à adopter lors des travaux ?**

L'entraînement de la bobine mère de la Dévideuse se fait par l'intermédiaire d'un Moteur à Courant Continu associé à un variateur ce qui implique un arrêt annuel (une journée) de la Machine à Papier N°4 (y compris la bobineuse) afin d'effectuer la maintenance sur le MCC (soufflage du moteur et remplacement des charbons du collecteur). Pour éviter cet arrêt annuel, un remplacement de l'ensemble MCC-Variateur par un Moteur Asynchrone Triphasé (sans maintenance) est envisagé.

Une étude préalable est donc réalisée afin de savoir si ce remplacement sera anticipé cette année ou alors réalisé en 2030 lors de travaux de modernisation déjà actés.

Question 5.1 | Servez-vous des renseignements ci-dessous afin d'aider le chef d'exploitation à prendre une décision. Pour cela **remplir** le tableau 1 du Document Réponse 7.

**DR7**

**Solution N°1** : garder le MCC-Variateur → **maintenance annuelle**

- remplacement des charbons (coût des charbons : 30€)
- soufflage du MCC
- effectif nécessaire : un technicien (26€/heure), un responsable (32€/heure)
- durée intervention : 2h.

**Solution N°2** : remplacer le MCC-Variateur par le MAs3--Variateur → **travaux neufs effectués une seule fois**

- effectif nécessaire : un technicien (26€/heure), un responsable (32€/heure)
- durée intervention : 12h.
- ensemble MAs3--Variateur : 8000€

► coût d'une heure d'arrêt d'une Machine A Papier : 3750 €

BTS assistance technique d'ingénieur	<b>CORRIGÉ</b>	Session 2021
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 9 sur 15

Question 5.2

**Donner** votre avis sur la décision à prendre, **Justifier**.

L'arrêt annuel des Machines A Papier est onéreux pour l'entreprise nous proposons de profiter de l'arrêt pour effectuer les travaux d'automatisation du système DECOUPE pour changer le MCC (et variateur) de la bobineuse 4 par un MAS triphasé (et variateur).  
(Cependant le calcul est fait sur 10 ans, des coûts financiers supplémentaires peuvent rendre cette conclusion erronée.)

La décision est prise de changer l'ensemble MCC-Variateur par un Moteur Asynchrone Triphasé et un Variateur pendant les travaux d'automatisation du système Découpe de la bobineuse sur un réseau 400V.

Afin de respecter la norme NF C 18-510 concernant les prescriptions pour la prévention des risques électriques sur des installations électriques, il est nécessaire d'effectuer une consignation de l'armoire électrique de la bobineuse.

Question 5.3.1

**DR7**

A l'aide du tableau 2 du Document Réponse 7, **souligner** dans le tableau les personnes nécessaires afin d'effectuer la consignation (et la déconsignation) et les travaux ainsi que leur titre d'habilitation.

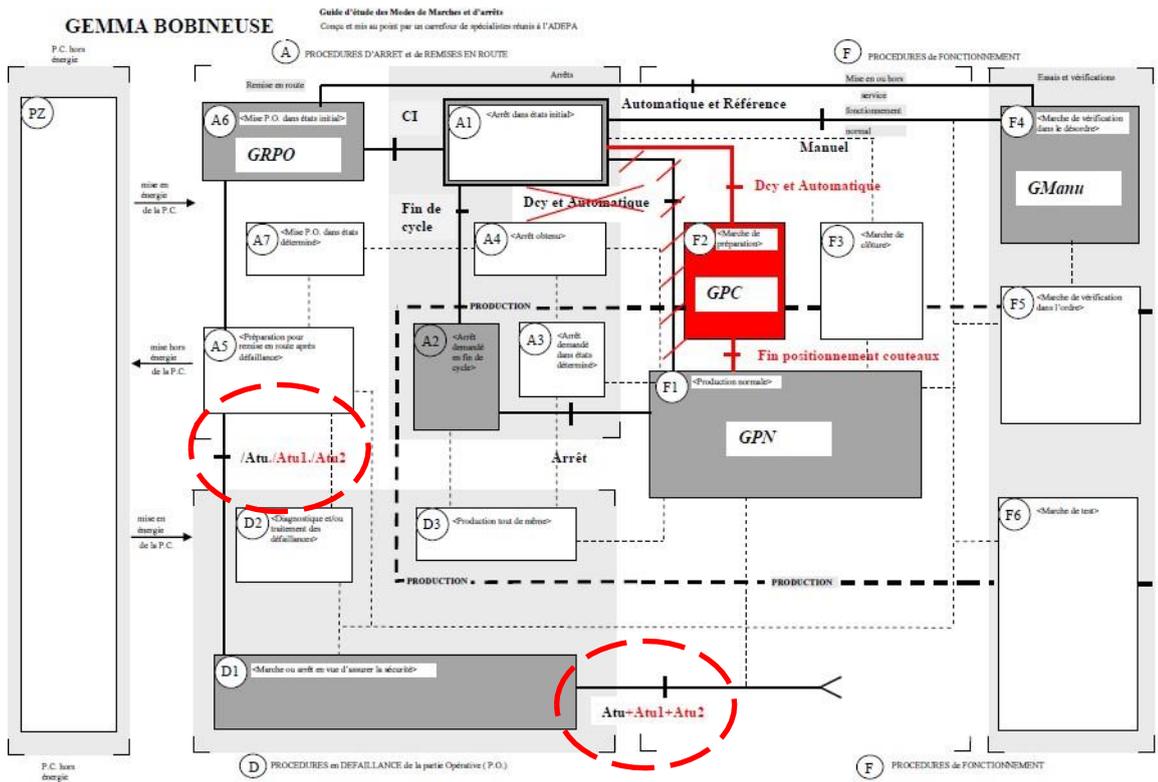
Question 5.3.2

Voir DT7, DT8

**DR7**

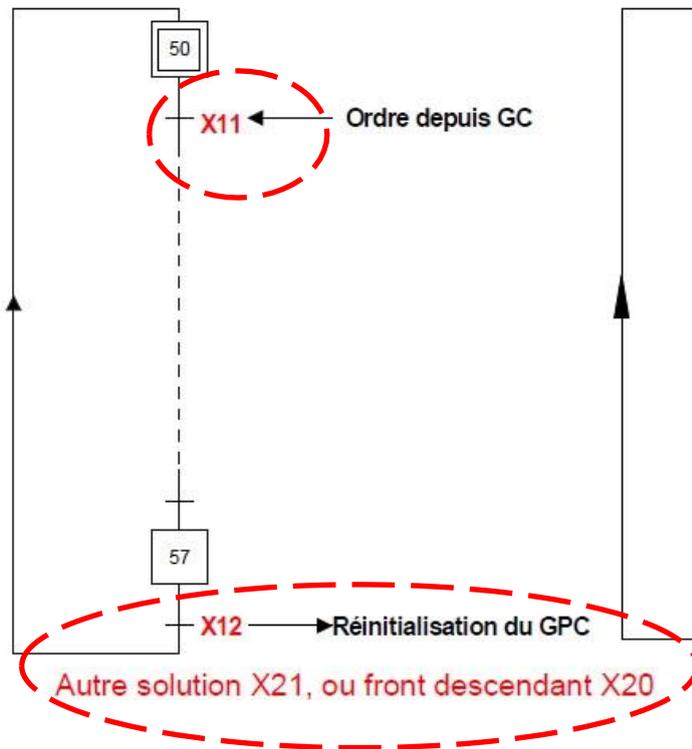
Dans le tableau du DT8 sont regroupées toutes les personnes susceptibles d'intervenir sur ce chantier avec leurs fonctions et les documents délivrés pendant les différentes phases des travaux.  
**Compléter** le tableau 3 du Document Réponse 7 afin de retracer le parcours des documents concernant l'habilitation électrique lors de travaux hors tension après consignation.

# DR2 : questions 2.1 et 4.2

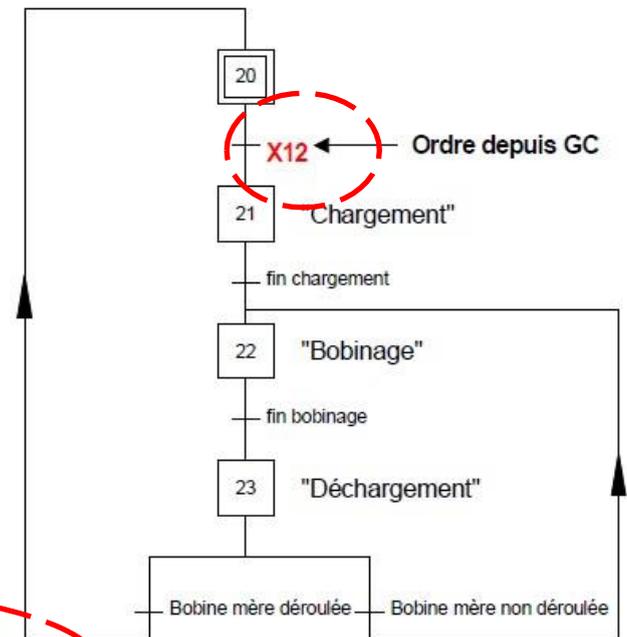


DR3 : question 2.2

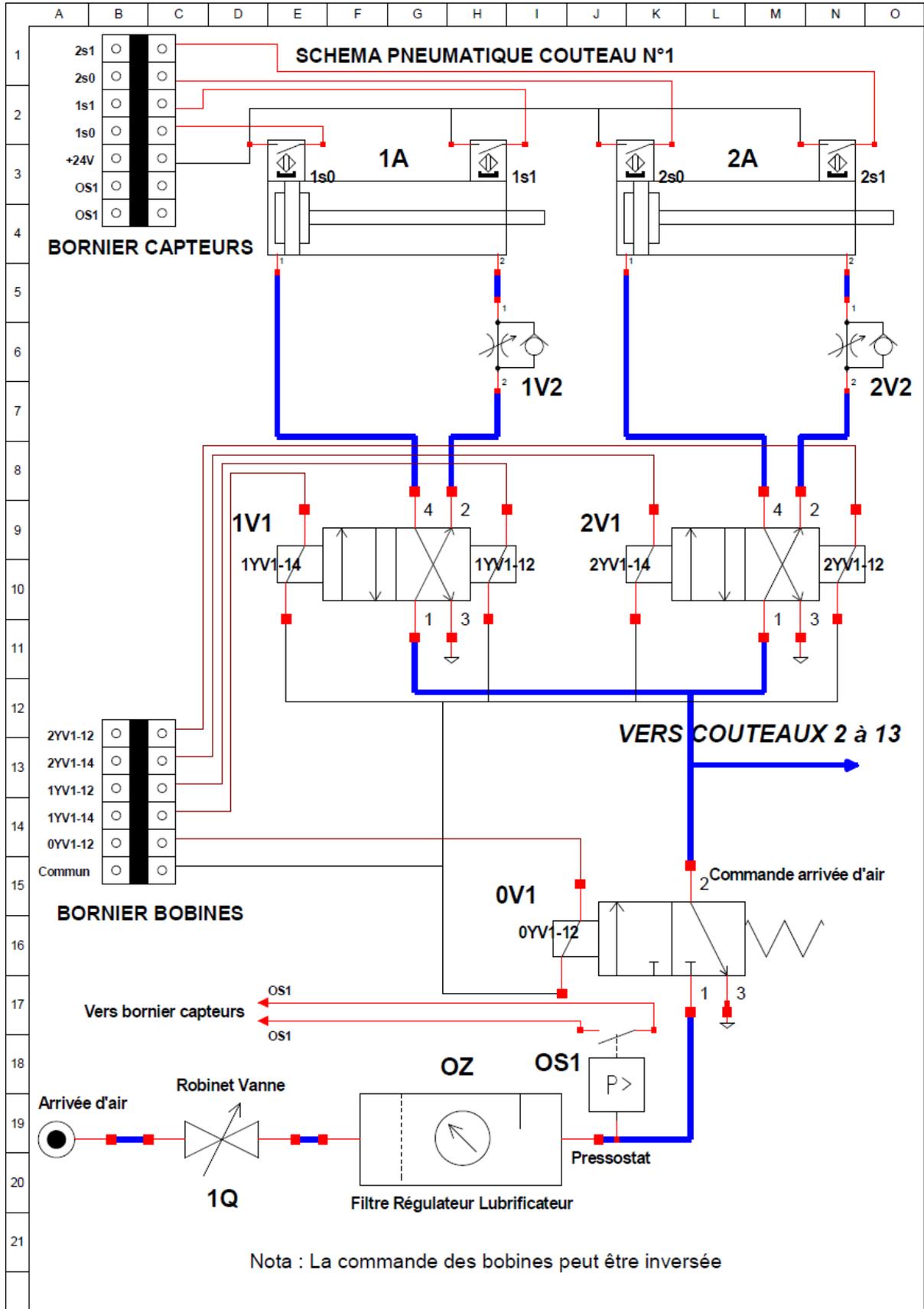
GRAFCET DE POSITIONNEMENT DES COUTEAUX (GPC)



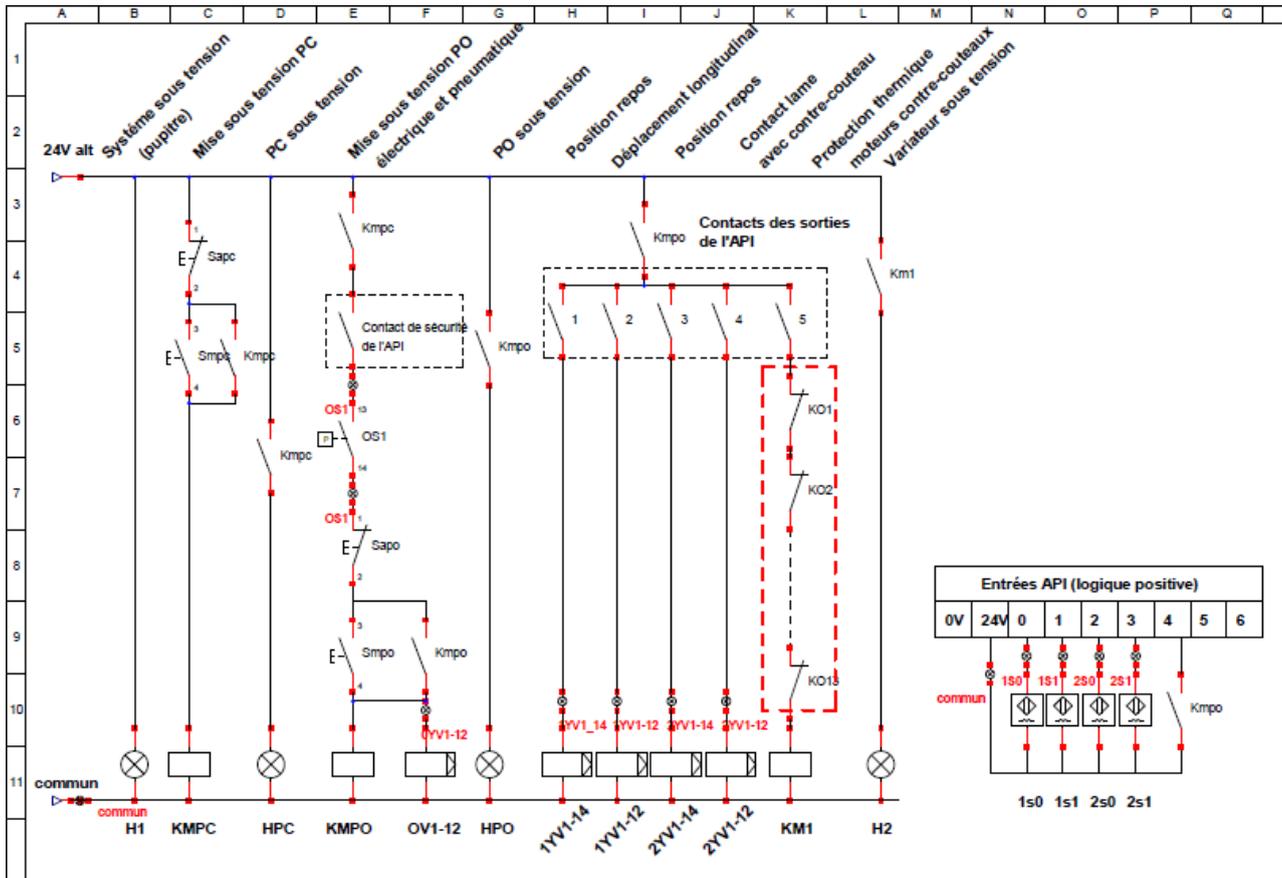
GRAFCET DE PRODUCTION NORMALE (GPN)



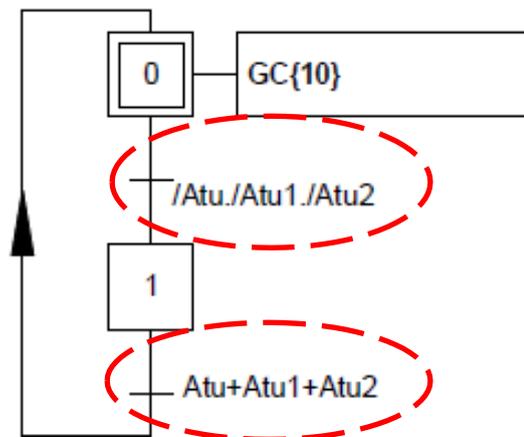
DR4 et DR5: question 3.2 et 3.3



DR6 : questions 3.4 et 4.3



## GRAFNET DE SECURITE



**Tableau 1 :comparatif Maintenance/Travaux neufs**

	Coût Main-d'oeuvre	Coût pièces à changer	Coût de l'opération	Coût de l'opération sur 10 ans	Coût d'arrêt de la MAP 4	Coût d'arrêt sur 10 ans	Coût de la solution
<b>Solution 1</b>	$(26+32)*2 = 116€$	30€	146€	$\xrightarrow{\times 10} 1460€$	7500 €	$\xrightarrow{\times 10} 75000 €$	76460 €
<b>Solution 2</b>	$(26+32)*12 = 696€$	8000€	8696€	$\xrightarrow{\times 1} 8696€$	45 000 €	$\xrightarrow{\times 1} 45000 €$	53696 €

**Tableau 2 : différents intervenants dans l'habilitation électrique**

Nouvelle Norme NF C18 510	Niveau	Titre Hab. Elec	Qualification de la personne
	Electricien	B1 - H1 B2 - H2 (avec indice V)	- Executant électricien - Responsable de travaux
		BC - HC	- Chargé de consignation
		BR	- Chargé d'intervention générale
		BE / HE mesures et vérifications	Chargé d'opération mesures
	BE / HE essais	- Chargé d'opération essais	

**Tableau 3 : parcours des documents lors de travaux électriques**

Documents ou ordres	Numéros correspondants
Autorisation de travail avant travail	<b>1</b>
Attestation de consignation après fin de travail	<b>6</b>
Ordre oral	<b>4</b>
Attestation de consignation avant travail	<b>2</b>
Attestation de consignation et autorisation de travail après fin de travail	<b>5</b>
Attestation de consignation après déconsignation	<b>7</b>
Attestation de consignation après consignation	<b>3</b>