

BREVET de TECHNICIEN SUPÉRIEUR ASSISTANCE TECHNIQUE D'INGÉNIEUR

Épreuve E4 - Sous-épreuve E4.1

Étude des spécifications générales d'un système pluritechnologique

SESSION 2021

Coefficient 3 – Durée 3 heures

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collègue » est autorisé.

Aucun document autorisé

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Le sujet se compose de 25 pages, numérotées de 1/25 à 25/25.

- **Sujet :**
 - **présentation du support** pages 2 à 3 ;
 - **partie 1 (1 heure 15 minutes)**..... pages 4 à 6 ;
 - **partie 2 (20 minutes)** pages 6 à 6 ;
 - **partie 3 (35 minutes)** pages 7 à 8 ;
 - **partie 4 (20 minutes)** pages 8 à 9 ;
 - **partie 5 (30 minutes)** pages 9 à 10 .
- **Documents techniques**..... pages 11 à 18
- **Documents réponses**..... pages 19 à 25

Le sujet comporte 5 parties indépendantes, elles peuvent être traitées dans un ordre indifférent, les durées sont données à titre indicatif.

Les documents réponses DR1 à DR7 (pages 19 à 25) seront à rendre agrafés aux copies.

BTS assistance technique d'ingénieur		Session 2021
Sous épreuve E4.1	Code : ATESG	Page 1 sur 25

Bobineuse - refendeuse

Présentation du support

L'entreprise considérée est une papeterie située dans l'ouest de la France.

Elle dispose d'un effectif de 380 personnes et produit 150 000 tonnes de papier kraft pour emballage, conditionnement et applications industrielles.



Principe de fabrication d'une feuille de papier kraft :

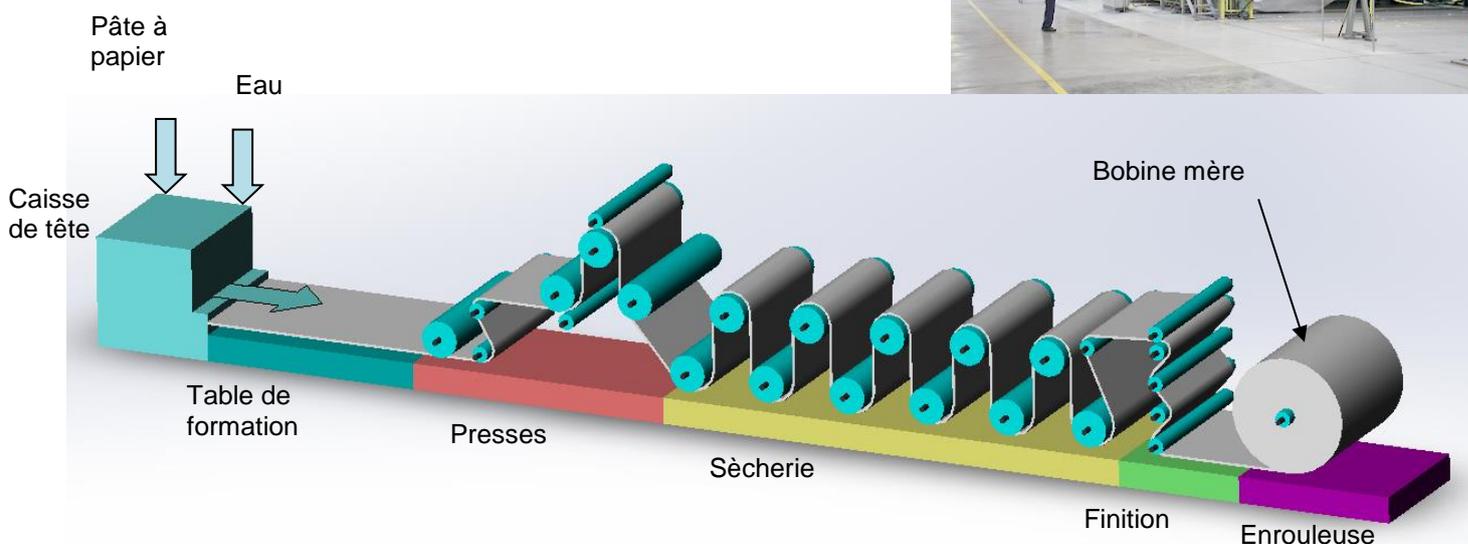


Table de formation : le mélange pâte à papier + eau stocké dans la caisse de tête est déposé sous forme de jet sur la "table de formation" animée d'un mouvement saccadé qui facilite la formation de la feuille et son égouttage.

Presses : la feuille est comprimée entre deux cylindres recouverts de feutre absorbant.

Sècherie : la feuille est séchée contre des tambours de fonte chauffés intérieurement à la vapeur.

Finition : la surface du papier est égalisée par compression entre des rouleaux d'acier.

Enrouleuse : la feuille est enroulée autour d'un cylindre en acier pour former la bobine mère. Ce cylindre est appelé mandrin de bobine mère.

Caractéristiques d'une bobine mère :

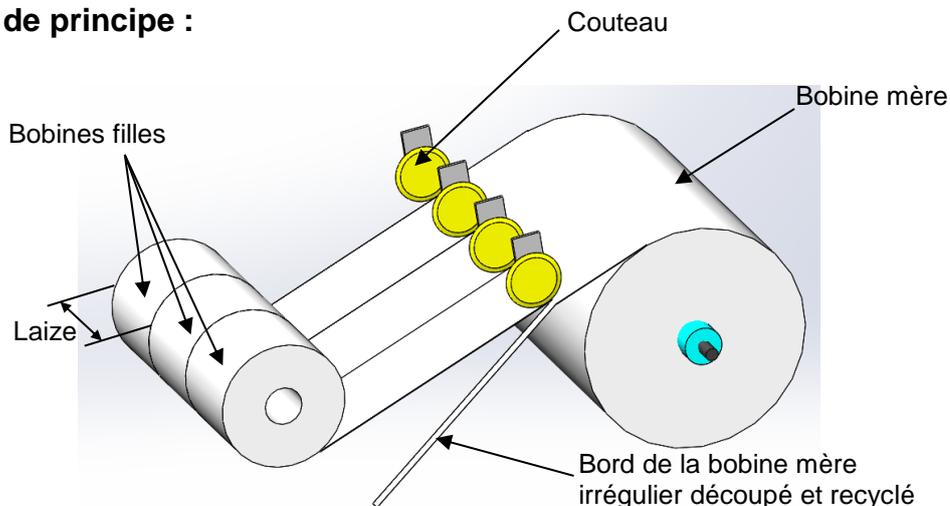
- Longueur de papier moyenne = 10 km,
- Masse \approx 10 tonnes,
- Largeur entre 4,81 et 4,93 m,
- Diamètre \varnothing_{Max} = 2,35 m.

La bobine mère est ensuite transférée grâce à un pont roulant vers une bobineuse-refendeuse pour y être refendue en bobines plus petites appelées bobines filles.

Le papier est enroulé autour de tubes en carton prédécoupés à la bonne laize (largeur). Ces tubes sont appelés mandrins de bobines filles.

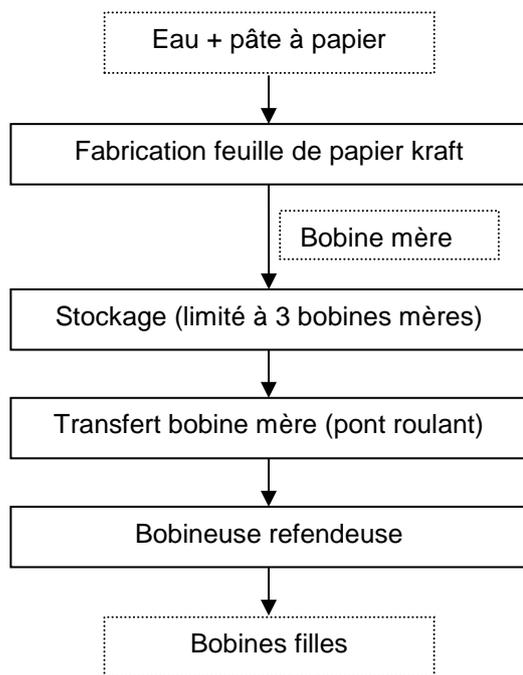
Le papier est prêt à être livré.

Schéma de principe :



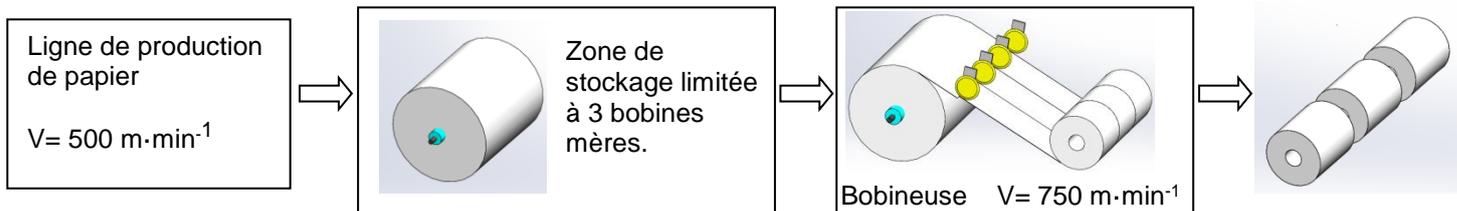
La bobineuse-refendeuse objet de l'étude possède 13 couteaux pour pouvoir refendre jusqu'à 12 laizes différentes dans la largeur de la bobine mère.

Synoptique d'une ligne de fabrication de rouleaux de papier kraft



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



On considère pour cette étude la production de lots de 3 laizes de bobines filles de 5000 m de longueur à partir d'une bobine mère de 10000 m. La vitesse d'enroulement d'une bobine mère sur la ligne de production de papier est de $500 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. En sortie de la ligne de production de papier, les bobines mères sont évacuées vers une zone de stockage limitée à 3 bobines mères.

Elles sont ensuite transférées sur la bobineuse où elles sont refendues grâce à 4 couteaux afin de tailler 3 bobines filles à partir de la largeur d'une bobine mère. La vitesse d'enroulement de la bobine fille sur ce poste est de $750 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

La production doit se réaliser 24h/24 et 7j/7 en continu. Il ne doit pas y avoir d'arrêt de la ligne de production de papier kraft pour des questions de rendement.

Remarque : tous les temps seront exprimés en secondes.

Question 1.1.1 | À 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

Question 1.1.2 | À 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

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

Question 1.1.4 | À partir des données énoncées, **calculer** T_{B2} le temps de fabrication de 3 bobines filles.

Question 1.1.5 | À partir de la lecture du document technique et des données énoncées, **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

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

- Question 1.1.7 | À partir du chronogramme de la question précédente, **calculer** T_{BF} le
Voir DT2 | temps durant lequel une bobine mère est consommée par la bobineuse
en prenant en compte le changement de mandrin de la bobine mère.
- 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.
- Question 1.1.9 | **Déterminer** quel est le poste goulet entre la ligne de fabrication de
papier et la bobineuse-refendeuse. **Justifier** votre réponse.
- Question 1.1.10 | À 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.

Partie 1.2 - Application du SMED

Le responsable de production vous demande d'appliquer la méthode SMED afin d'accroître la productivité de la bobineuse. Quels que soient les résultats trouvés précédemment, on prendra $T_{BM} = 1380$ s et $T_{BF} = 2690$ s.

- Question 1.2.1 | À partir des données énoncées ci-dessus, **calculer** la valeur nécessaire
pour équilibrer la production en seconde puis en pourcentage, fixée par
l'objectif minimal de réduction du temps.
- Question 1.2.2 | **Déterminer** les opérations qui seront concernées par le SMED pour la
Voir DT2 et DT3 | bobineuse. **Justifier** votre réponse.
- Question 1.2.3 | La tâche A4 de découpe des mandrins est actuellement une opération
Voir DT2 et DT3 | interne, d'après la méthode SMED. **Expliquer** comment la transformer en
opération externe.
Donner le gain de temps obtenu sur cette tâche.

Partie 1.3 - Analyse après application du SMED et conclusion

L'application de la méthode SMED a permis d'obtenir les nouveaux temps de réalisation des tâches suivants :

Tâche	Modification apportée	Durée
A456	Automatisation du positionnement des mandrins et du collage de la feuille	$T_{A456} = 20 \text{ s}$
C12 C345	Changement du pont roulant.	$T_{C12} = 60 \text{ s}$ $T_{C345} = 60 \text{ s}$
D12	Automatisation des couteaux et du positionnement de la feuille	$T_{D12} = 100 \text{ s}$

Les durées des tâches B1, B2, B3 et B4 restent inchangées.

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

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

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.

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

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 un stylo de couleur 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

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 afin de réaliser la programmation du
relais de sécurité

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 ?

Chacun des deux portails possède maintenant un arrêt d'urgence (**Atu1** et **Atu2**) qui provoque 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
Voir DT4 | et le Grafcet de Sécurité (**GS**) ? **Compléter** les éléments 
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 ?

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 à 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 (MAP4) (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 2022 lors de travaux de modernisation déjà actés.

Question 5.1 | Servez-vous des renseignements ci-dessous afin d'aider le chef
DR7 | d'exploitation à prendre une décision. Pour cela **remplir** le tableau 1 du
document réponse 7.

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 : 2 h.

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 : 12 h.
- ensemble MAs3~-Variateur : 8000 €

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

Question 5.2

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

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

Souligner dans le tableau 2 du document réponse 7 les qualifications des personnes ainsi que leur titre d'habilitation nécessaires afin d'effectuer la consignation (et la déconsignation) et les travaux.

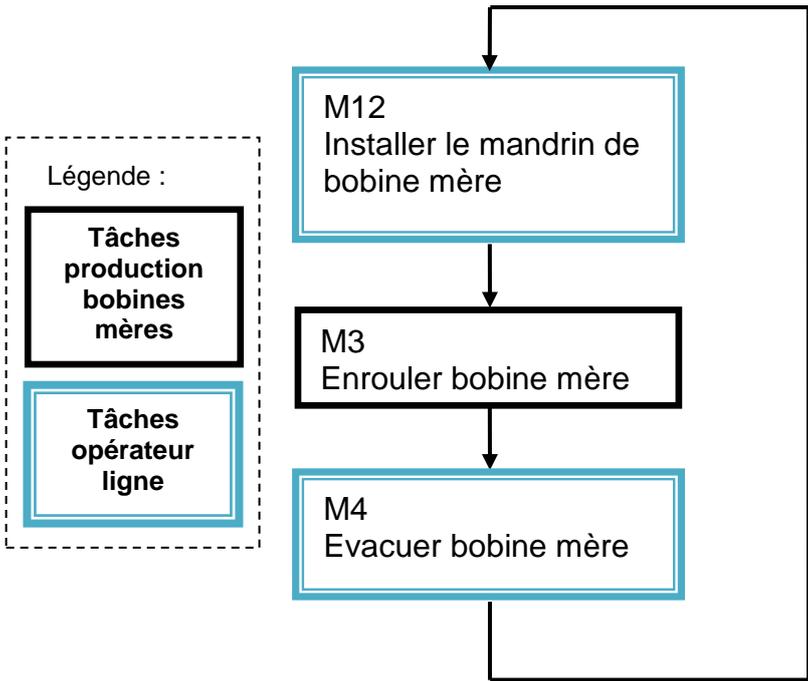
Question 5.3.2

Voir DT7 et DT8
DR7

Dans le tableau du DT7 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.

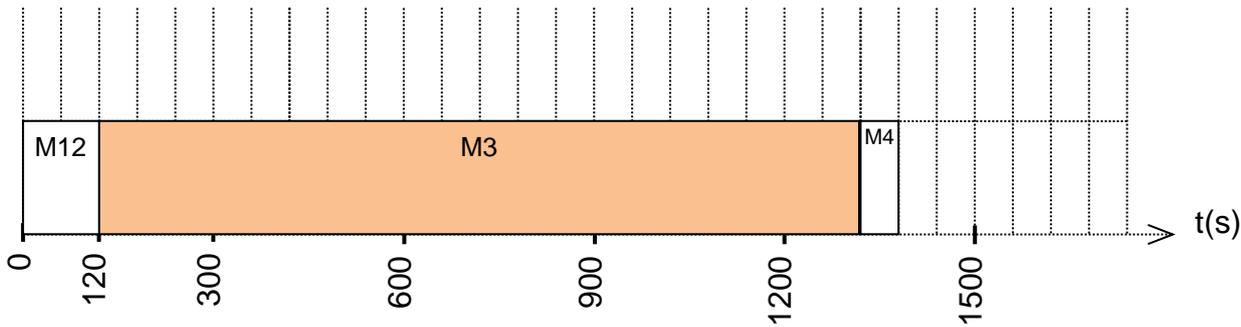
DT1 : LOGIGRAMME ET CHRONOGRAMME DES TÂCHES BOBINE MÈRE

Dénomination de la tâche

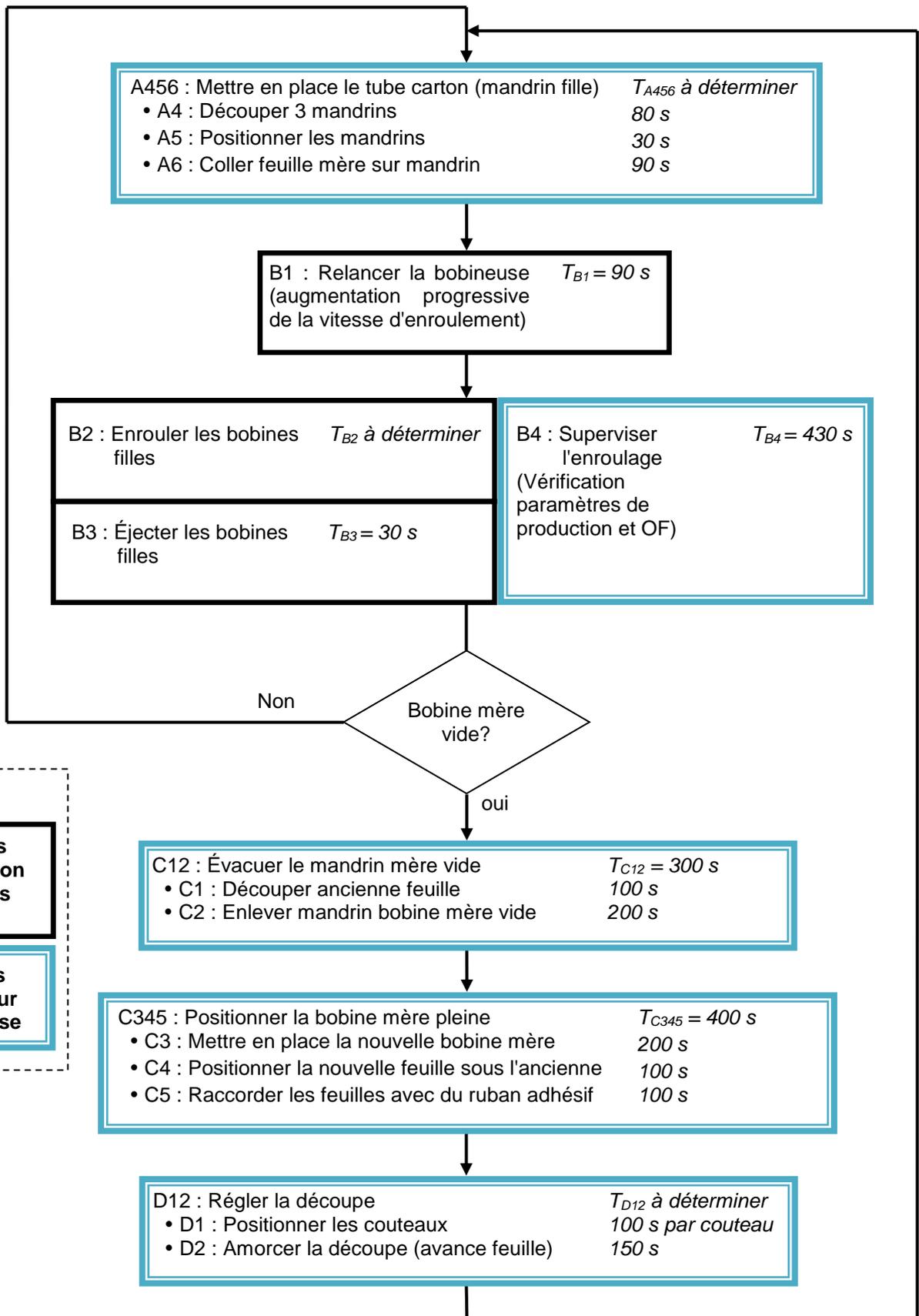


- M12 Installer le mandrin de bobine mère
 - M1 Positionner mandrin vide
 - M2 Mettre en place la feuille sur le mandrin
- M3 Enrouler la bobine mère
- M4 Évacuer la bobine mère

Chronogramme des tâches:



DT2 : LOGIGRAMME DES TÂCHES DE PRODUCTION DE LA BOBINEUSE



Légende :

**Tâches
production
bobines
filles**

**Tâches
opérateur
bobineuse**

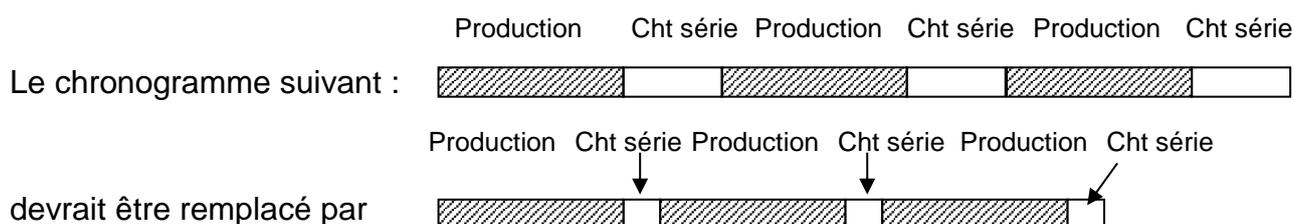
DT3 : LE SMED

1-Présentation

D'origine japonaise, le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

SMED, Single Minute Exchange of Die peut se traduire par « Changement d'outil en moins de 10 minutes », Single Minute signifie que le temps en minutes nécessaire au changement doit se compter avec un seul chiffre.

Un des principaux obstacles à la flexibilité de la production est la durée des temps de changements de série.



2-Principe

L'analyse du processus de changement de séries permet de constater que celui-ci est composé de 2 types d'opérations :

- **des opérations internes** qui ne peuvent être effectuées que lorsque la machine est à l'arrêt,
- **des opérations externes** qui peuvent et doivent être effectuées pendant le fonctionnement de la machine.

3-Démarche

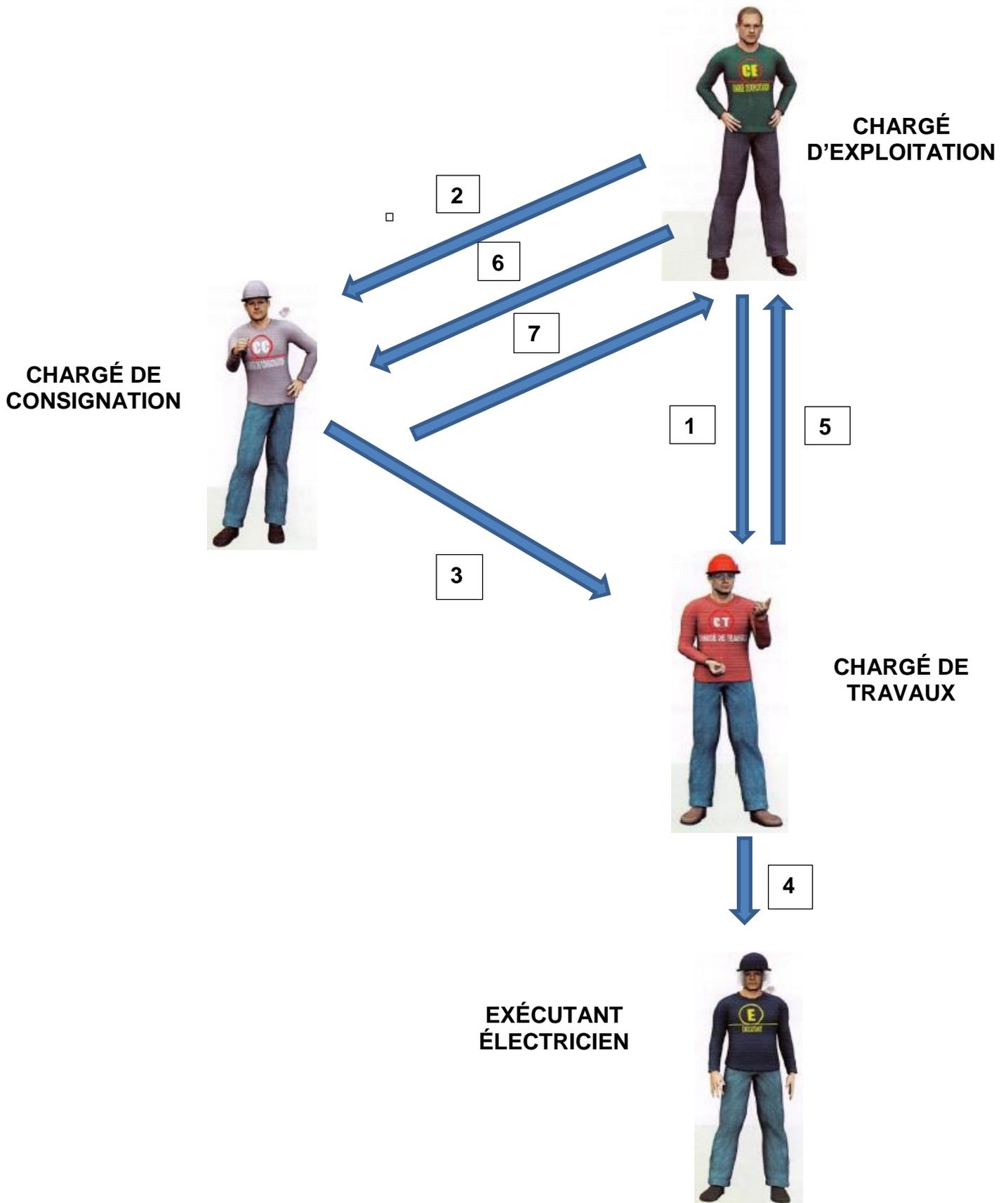
Elle comprend 4 étapes :

- Étape 0 : observer ce qui se passe pour déterminer avec précision le temps pris pour chacune des opérations du changement de fabrication,
- Étape 1 : séparer les opérations internes et externes,
- Étape 2 : transformer le maximum d'opérations internes en opérations externes,
- Étape 3 : rationaliser les réglages et les fixations.

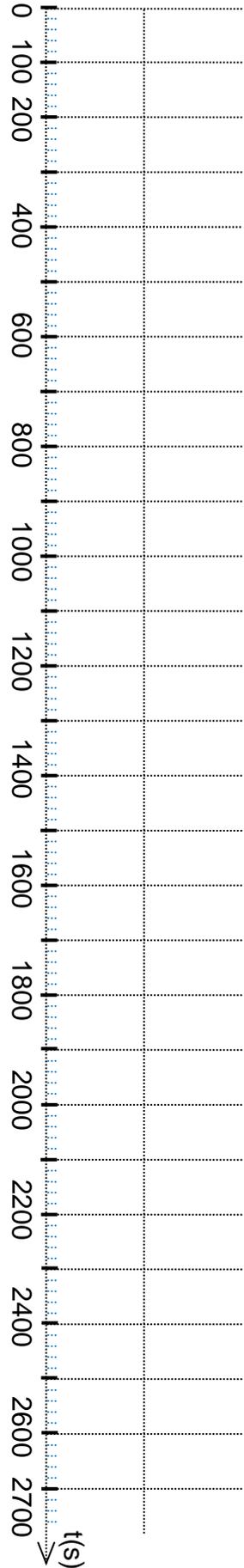
DT7 : HABILITATION ÉLECTRIQUE : LES INTERVENANTS, LEURS RÔLES

INTERVENANTS	FONCTION	PRINCIPAUX RÔLES
	<p>CHARGÉ D'EXPLOITATION ELECTRIQUE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le chargé d'exploitation électrique a reçu délégation de son employeur. ▪ Il autorise l'accès à l'installation et organise les opérations. ▪ Il confie l'installation au chargé de consignation avant les travaux d'ordre électrique hors tension avec consignation et lui délivre l'Attestation de Consignation (document). ▪ Il délivre l'Autorisation de Travail (document) au chargé de travaux pour les travaux d'ordre électrique. ▪ Il recevra à la fin des travaux l'Autorisation de Travail et l'Attestation de Consignation complétées de l'Avis de fin de travail après la déconsignation. ▪ Il redonnera l'Attestation de Consignation au chargé de consignation afin de déconsigner (quand le travail est fini).
	<p>CHARGÉ DE CONSIGNATION</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le chargé de consignation est désigné par l'employeur. ▪ Il reçoit l'Attestation de Consignation (document) du chargé d'exploitation avant travail . ▪ Il effectue la consignation de l'installation en vue de travaux hors tension, remplit l'Attestation de Consignation et la donne au chargé de travaux. ▪ Il recevra une nouvelle fois l'Attestation de Consignation du chargé d'exploitation afin de déconsigner et il remettra le document complété au chargé d'exploitation une fois la déconsignation faite.
	<p>CHARGÉ DE TRAVAUX</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Le chargé de travaux est désigné par l'employeur. ▪ Ayant reçu l'Attestation de Consignation et l'Autorisation de Travail, il dirige et surveille les travaux. ▪ Il donne un ordre oral à l'exécutant électrique pour le début des travaux et les consignes de travail et de sécurité. ▪ Il met en place la sécurité collective pour l'ensemble de son équipe (balisage zone de travail...). ▪ A la fin des travaux, il doit compléter les parties Avis fin de travaux sur l'Attestation de Consignation et l'Autorisation de travail et ensuite les remettre au chargé d'exploitation.
	<p>EXÉCUTANT ÉLECTRICIEN</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'exécutant est désigné par son employeur, il doit se conformer à exécuter les ordres de la hiérarchie (ordre oral). ▪ Il ne travaille jamais seul. ▪ Il doit assurer sa propre sécurité (mise et contrôle des Equipements de Protection Individuel).

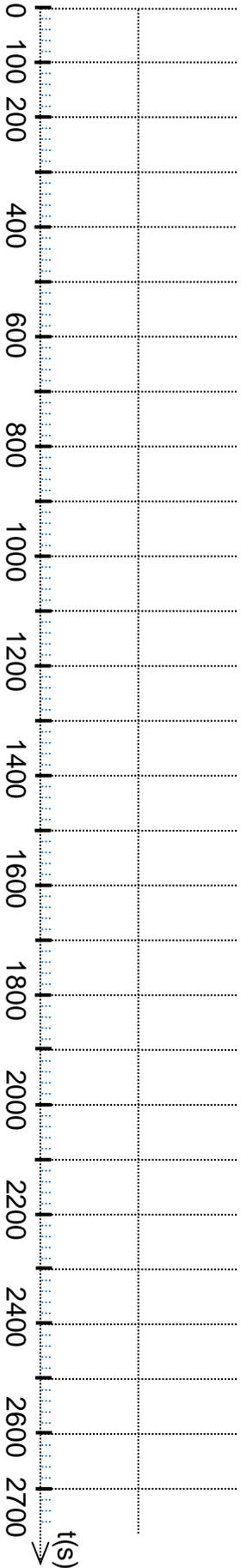
DT8 : SYNOPTIQUE DE DÉPLACEMENT DES DOCUMENTS LORS DE TRAVAUX ÉLECTRIQUES HORS TENSION APRÈS CONSIGNATION



questions 1.1.6 Tracé du chronogramme initial



questions 1.3.1 Tracé du chronogramme après application du SMED



DR1 : questions 1.1.6 et 1.3.1

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
Solution 1			→ x10	€		→ x10	€
Solution 2			→ x1	€		→ x1	€

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)	- Exécutant 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	
Attestation de consignation après fin de travail	
Ordre oral	
Attestation de consignation avant travail	
Attestation de consignation et autorisation de travail après fin de travail	
Attestation de consignation après déconsignation	
Attestation de consignation après consignation	