

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR

PRODUCTIQUE MÉCANIQUE

E5 : DÉFINITION DES PROCESSUS

Sous-épreuve : U.53 : Organisation d'une production

Durée : 1 heure 30

Coefficient : 1

Documentation autorisée :

Le dossier technique qui vous a été remis en début d'épreuve E5

Contenu de la sous-épreuve U53 :

- 1 Dossier Technique composé de 4 pages repérées DT1 à DT4
- 3 pages Travail demandé repérées 1/3 à 3/3
- 4 pages Document Réponse repérées DR1 à DR4

Cette épreuve a pour but de valider tout ou partie des compétences :

- C32-2 : définir et préparer l'organisation d'une production
- C32-3 : optimiser les charges d'un système de production

CALCULATRICE AUTORISÉE

Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.

Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

Tous les documents réponses (feuilles de copies et feuilles réponses du sujet) seront placés dans cette chemise de présentation et rendus à la fin de la sous-épreuve.

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**PRODUCTIQUE MÉCANIQUE****E5 : DÉFINITION DES PROCESSUS**

Sous-épreuve : U.53 : organisation d'une production

DOSSIER TECHNIQUE**Contenu du dossier :**

Page	Contenu
1/4	DT1 - Planning de livraison – Données de gestion
2/4	DT2 – Règles de gestion et planning Kanban
3/4	DT3 – Circulation des étiquettes et évolution des en-cours
4/4	DT4 – Méthode SMED appliquée au tour CN

DOCUMENT DT1

A. Planning de livraison des ensembles

	Référence TF01	Référence TF02
Quantités	30 ensembles	24 ensembles
Délai (date de livraison)	15 h 30	11 h 00

B. Données de gestion

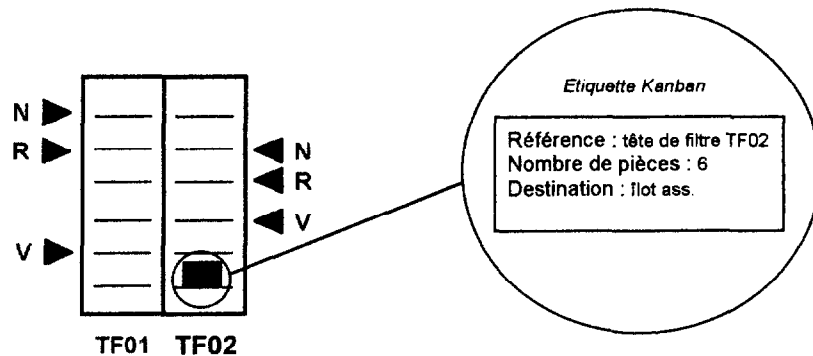
	Référence TF01	Référence TF02
Capacité d'un conteneur	$Q_{TF01} = 10$ pièces	$Q_{TF02} = 6$ pièces
Temps moyen de fabrication d'un conteneur (îlot Usinage)	$T_{TF01\text{usi}} = 70$ min	$T_{TF02\text{usi}} = 40$ min
Temps moyen de consommation d'un conteneur (îlot Assemblage)	$T_{TF01\text{ass}} = 70$ min	$T_{TF02\text{ass}} = 40$ min
En-cours initial de l'îlot d'assemblage	20 pièces	18 pièces
Nombre total de kanbans	$N_{TF01} = 6$	$N_{TF02} = 5$
Limite de sécurité	$LS_{TF01} = 5$ kanbans	$LS_{TF02} = 4$ kanbans
Limite d'engagement	$LE_{TF01} = 2$ kanbans	$LE_{TF02} = 3$ kanbans

	Temps de reconversion (ou de préparation)	
	De la référence TF02 à la référence TF01	De la référence TF01 à la référence TF02
Îlot d'assemblage	$Ts1 = 10$ min	$Ts2 = 10$ min
Îlot d'usinage	$Ts3 = 40$ min	$Ts4 = 40$ min

A. Règles de gestion du KANBAN définies par l'entreprise

- Tout conteneur plein doit être muni d'une étiquette
- L'îlot amont accroche une étiquette à un conteneur lorsque celui-ci est rempli
- L'îlot aval décroche l'étiquette du conteneur dès qu'il en prend possession et la retourne immédiatement vers l'îlot amont
- Une référence ne peut être lancée en fabrication si la pile d'étiquettes n'atteint pas l'index vert
- Le lancement est autorisé lorsque la pile d'étiquettes est située entre les index vert et rouge
- Lorsque la fabrication est autorisée, il est possible de ne réaliser qu'un conteneur
- Lorsque la fabrication de plusieurs références est autorisée, choisir celle dont le nombre d'étiquettes est le plus proche de la limite de sécurité (index rouge)
- Le lancement devient obligatoire lorsque la pile d'étiquettes atteint l'index rouge (lancement en urgence)

B. Planning des kanbans à l'îlot amont (fournisseur)



index noir (N) : nombre total de kanbans (donc nombre maxi sur le planning)

index rouge (R) : limite de sécurité

index vert (V) : autorisation de lancement en fabrication (limite d'engagement)

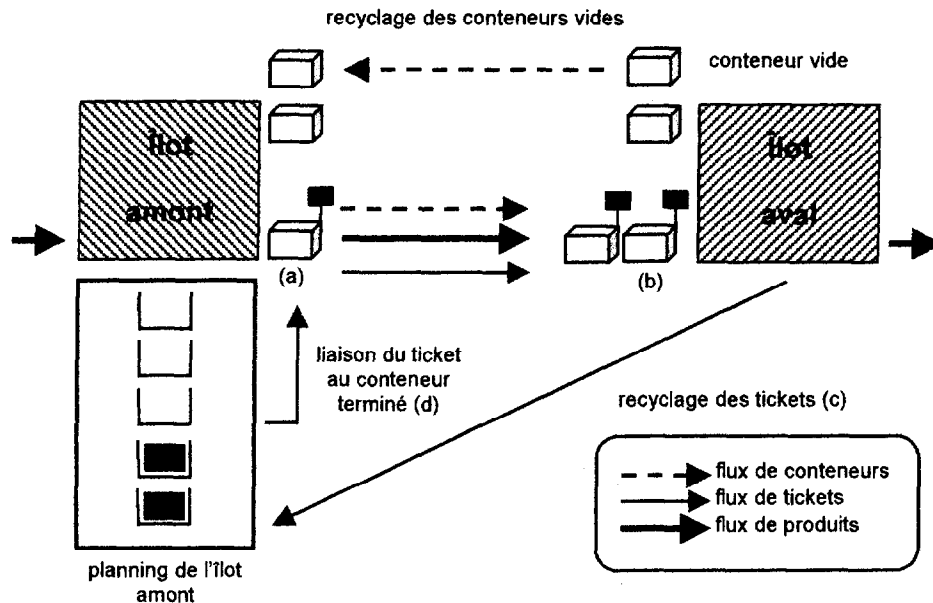
Le nombre de kanbans entre les index vert et rouge fixe le stock de sécurité (ici 3 kanbans pour la référence TF01 et un kanban pour la référence TF02).

Le remplissage du planning s'effectue du bas vers le haut.

C. Remarques

Deux index peuvent éventuellement se chevaucher, par exemple les index rouge et noir. Ce cas de figure impose une réactivité maximale du système, des capacités adaptées entre l'îlot amont et l'îlot aval, une fiabilité optimale des moyens de production et la maîtrise complète des procédés.

A. Circulation des étiquettes Kanban



1. Le ticket est accroché sur le conteneur de pièces qui viennent d'être fabriquées (a)
2. Le ticket accompagne le conteneur à l'îlot aval et reste sur le conteneur en attente (b)
3. Au moment où le conteneur est entamé à l'îlot aval, le ticket est détaché et recyclé vers l'îlot amont (c)
4. Le ticket demeure sur le planning de l'îlot amont jusqu'à la fin du remplissage du conteneur sur lequel il sera fixé (d)

Remarques :

Dans cet exemple, le nombre total de conteneurs est égal à 5, le nombre de kanbans également.

Les deux conteneurs pleins devant l'îlot aval constituent l'en-cours de cet îlot (lequel dans l'exemple est sur le point de passer à trois conteneurs).

B. Évolution des en-cours de l'îlot aval (client)

Par convention, on admettra que l'évolution des en-cours est une fonction en escalier (évolution par incréments égaux à la capacité d'un conteneur).

Lors du transfert d'un conteneur dans le sens amont → aval, l'en-cours augmente de la valeur d'un conteneur au moment même où la fabrication du conteneur est terminée à l'îlot amont.

Lors de la consommation d'un conteneur à l'îlot aval, l'en-cours ne chute que lorsque le conteneur est totalement consommé : le conteneur en cours de consommation est lui-même considéré comme un stock.

Pour une même référence, si l'îlot amont termine un conteneur au moment où l'îlot aval en termine un également, l'en-cours reste au niveau atteint précédemment. Ce cas de figure est peu probable dans la réalité mais peut s'envisager lors d'une étude théorique.

Notons enfin que le système KANBAN est semblable à une gestion de stocks : l'îlot amont, en tant que fournisseur, reconstitue le volume consommé par l'îlot aval.

DOCUMENT DT4	Méthode SMED appliquée au tour CN
---------------------	--

Chronologie des opérations	Temps cmin	Temps		Temps internes supprimés	Type d'investissement lié à la réduction des temps internes	Temps d'arrêt machine
		interne	externe			
1. Chargement programme	17	17			Téléchargement	10
2. Démontage mors	100	100			Mandrin à changement rapide de mors	30
3. Nettoyage mandrin	34	34				34
4. Montage mors	100	100			Mandrin à changement rapide de mors	30
5. Démontage outils (15 outils)	350	350			Standardisation outils (5 outils communs)	180
6. Nettoyage tourelle	25	25				25
7. Nettoyage outils	125		125			
8. Rangement outils	100		100			
9. Aménagement nouveaux outils	67		67			
10. Montage outils sur tourelle (12 outils)	300	300			Standardisation outils (5 outils communs)	100
11. Prise d'origine sur axe Z	400	400			Palpage RENISHAW	200
12. Chargement manuel jauges outils	150	150			Téléchargement	40
13. Chargement 1 ^{ère} pièce	42	42				42
14. Usinage 1 ^{ère} pièce	100	100				100
15. Démontage pièce. Contrôle cotes avec instruments et	250	250			Centrale de mesure	80
16. Intervention sur correcteurs	25	25				25

Montant des investissements :

téléchargement :	0,8 k€
mandrin :	1,5 k€
standardisation :	0,3 k€
"Renishaw" :	23 k€
centrale de mesure :	4,6 k€

Sous-épreuve 5.3 **Texte du sujet**

Mise en situation.

La réalisation d'un filtre impose des opérations d'usinage pour certains des composants (tête, cuve de filtre...) puis des opérations d'assemblage. L'étude porte sur les relations de gestion entre les opérations suivantes uniquement :

- opérations d'usinage de la tête de filtre,
- opérations d'assemblage final des divers composants du filtre.

Deux unités spécialisées permettent la réalisation de ces opérations : un îlot d'usinage et un îlot d'assemblage, géographiquement proches l'un de l'autre.

Afin de tendre les flux, une gestion par kanban assure les liaisons entre les deux îlots.

Il existe plusieurs références de filtres, caractérisées entre autres par des têtes de filtre différentes. On s'intéressera dans l'étude à deux références de tête de filtre uniquement :

- la référence TF01,
- la référence TF02.

Données de gestion (voir documents techniques DT1, DT2 et DT3).

La production quotidienne moyenne de filtres est de 54 ensembles. La répartition est ventilée de la manière suivante : 24 unités de la référence TF02, 30 de la référence TF01.

L'entreprise travaille en 1 équipe par jour. Les horaires de travail sont 8h-12h, 13h-16h. Le temps effectif de travail journalier (temps d'ouverture) est de 7 heures.

Le planning de livraison pour l'îlot d'assemblage, imposé par le client de cet îlot, ainsi que les délais à respecter pour chaque référence sont indiqués sur le document DT1.

La situation initiale à 8 h 00 est la suivante : l'îlot d'usinage est configuré pour la référence TF01, l'îlot d'assemblage est configuré pour la référence TF02.

Hypothèses de gestion.

- pas de rebuts (processus sous contrôle).
- pas d'aléas de production tels que pannes machines (moyens de production fiabilisés).
- seuls les temps de reconversion et de production sont pris en compte.
- le lot de transfert est égal à un conteneur quelle que soit la référence.

Sous-épreuve 5.3
Travail demandé

1^{ère} Partie : DÉFINIR et PRÉPARER l'organisation d'une production.
(sur documents réponses DR1 et DR2).
Voir également documents techniques DT1, DT2 et DT3.

Nota : il est conseillé au candidat de compléter simultanément les figures des documents réponses DR1 et DR2.

Question 1.1 :

(sur document réponse DR1)

Compléter le diagramme de GANTT et le diagramme des en-cours.

Question 1.2 :

(sur document réponse DR2)

Montrer l'évolution du planning de l'îlot d'usinage de 10 h 20 à 15 h 30.

2^{ème} Partie : OPTIMISER les charges d'un système de production.
(sur documents réponses DR3 et DR4)

L'organisation de la production définie précédemment a mis en évidence des aléas (retard de livraison), causés notamment par les temps de reconversion trop élevés de l'îlot d'usinage.

Cette constatation a conduit l'entreprise à mener plusieurs actions d'amélioration par utilisation de la méthode SMED, dans le but d'augmenter sa productivité.

Les deux machines menantes de l'îlot d'usinage font l'objet de l'application de la méthode. Il s'agit d'un tour CN et d'un centre d'usinage horizontal.

L'analyse des temps d'opérations effectuée sur le tour CN, ainsi que les actions d'amélioration envisagées et leurs coûts respectifs sont donnés sur le document DT4. Le critère retenu est le ratio

$$E (\text{efficacité}) = \frac{\text{gain de temps par action}}{\text{coût par action}}$$

A. Choix des actions d'amélioration sur le tour CN

Question 2.1 :

(sur document réponse DR3 et sur feuille de copie)

À l'aide de la méthode ABC, définir les actions d'amélioration à mettre en œuvre prioritairement sur le tour CN. Dans ce but :

- 1) calculer le ratio E pour les actions d'améliorations proposées dans la colonne « Type d'investissement lié à la réduction des temps internes » du tableau du document DT4 (deux exemples sont donnés document DR3).
- 2) compléter le tableau figure 1 du document réponse DR3 en triant les ratios.

Représenter enfin la courbe ABC sur le graphique figure 2.

B. Méthode SMED appliquée au centre d'usinage horizontal

Le document réponse DR4 présente la liste chronologique des opérations élémentaires, mises en évidence par vidéo-film sur le centre d'usinage horizontal. Cette analyse montre que le temps de reconversion atteint 4004 cmin ; le bureau des méthodes prévoit, par application de la méthode SMED, de réduire ce temps à moins de 10 minutes.

Question 2.2 :

(sur document réponse DR4)

Compléter le classement des opérations en opérations internes et externes puis calculer la somme des temps internes.

Rappel :

- opérations internes : opérations obligatoirement réalisées machine à l'arrêt,
- opérations externes : opérations pouvant s'effectuer machine en fonctionnement.

Question 2.3 :

(sur document réponse DR4 et sur feuille de copie)

Proposer des actions d'amélioration permettant de réduire la somme des temps internes.

Établir clairement la nature des améliorations proposées :

- suppression des opérations internes sans investissement,
- réduction ou suppression des temps d'opérations internes avec investissement.

Notas importants concernant le CU pour les questions 2.2 et 2.3 :

Le CU dispose actuellement d'un seul magasin d'outils de capacité 30 outils (magasin M1), mais peut en option recevoir un 2^{ème} magasin de même capacité (magasin M2). Cet équipement autorise le chargement et déchargement des outils lorsque la machine est en cours d'usinage.

Un carrousel de palettes assure l'alimentation en pièces du CU. Les opérations de chargement et déchargement de palettes sont simultanées.

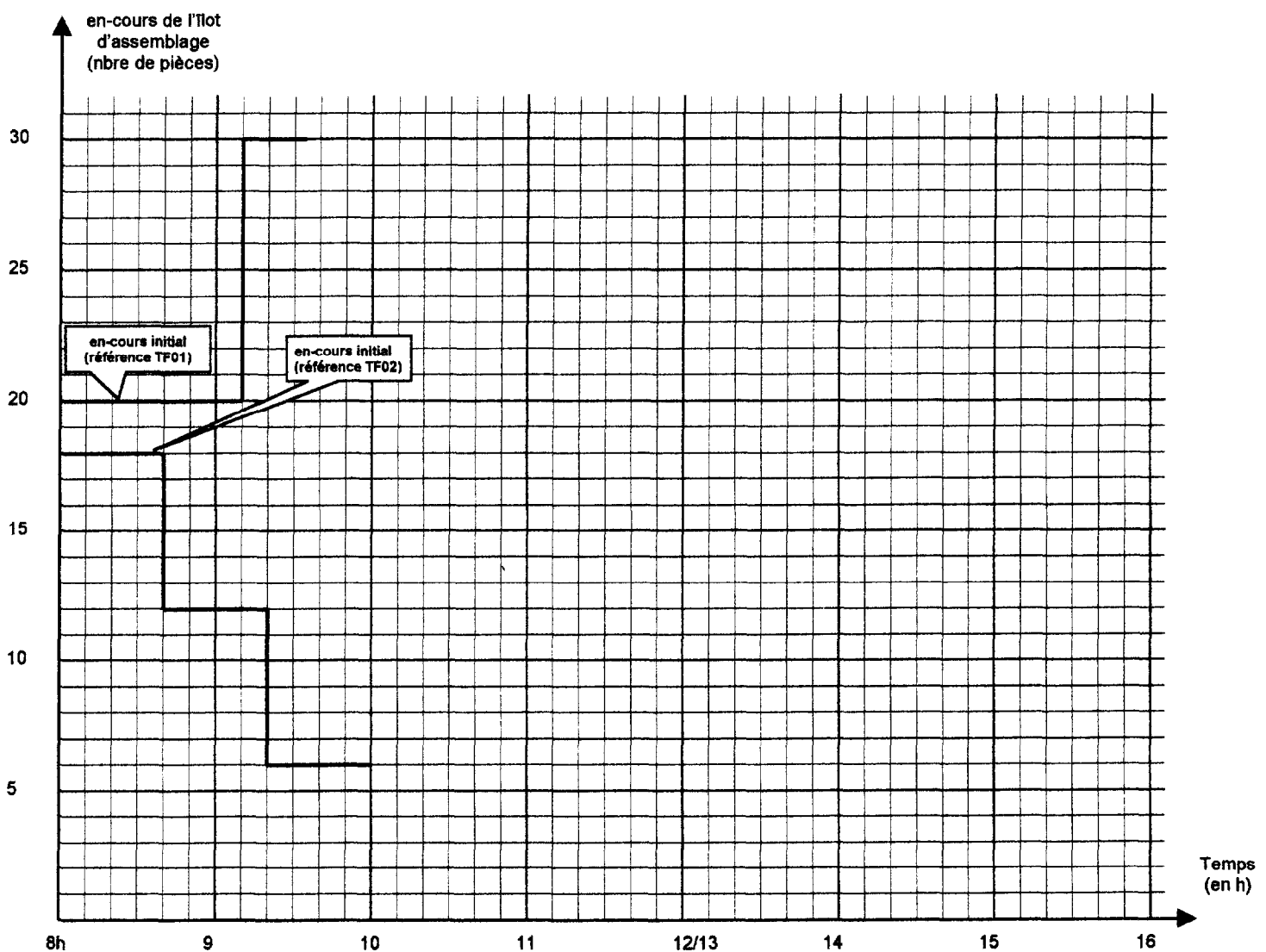
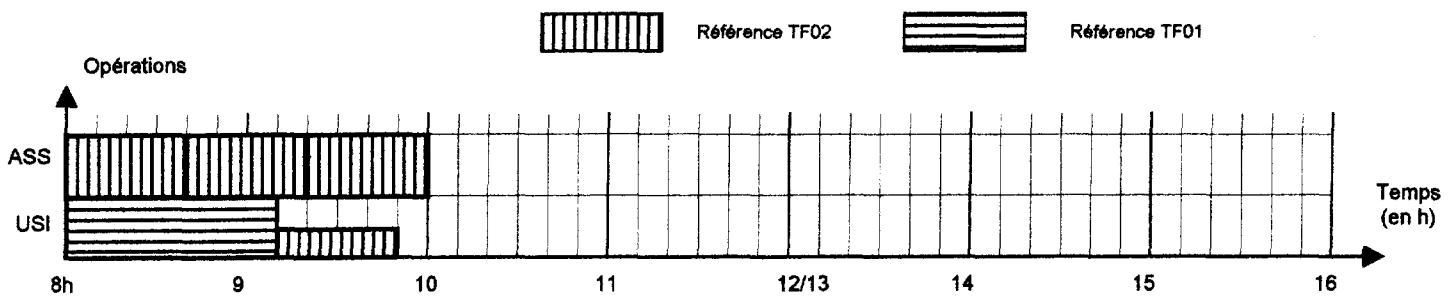
Question 2.4 :

(sur document réponse DR4 et sur feuille de copie)

Faire le bilan des améliorations apportées en calculant à nouveau la somme des temps internes.

DOCUMENT DR1

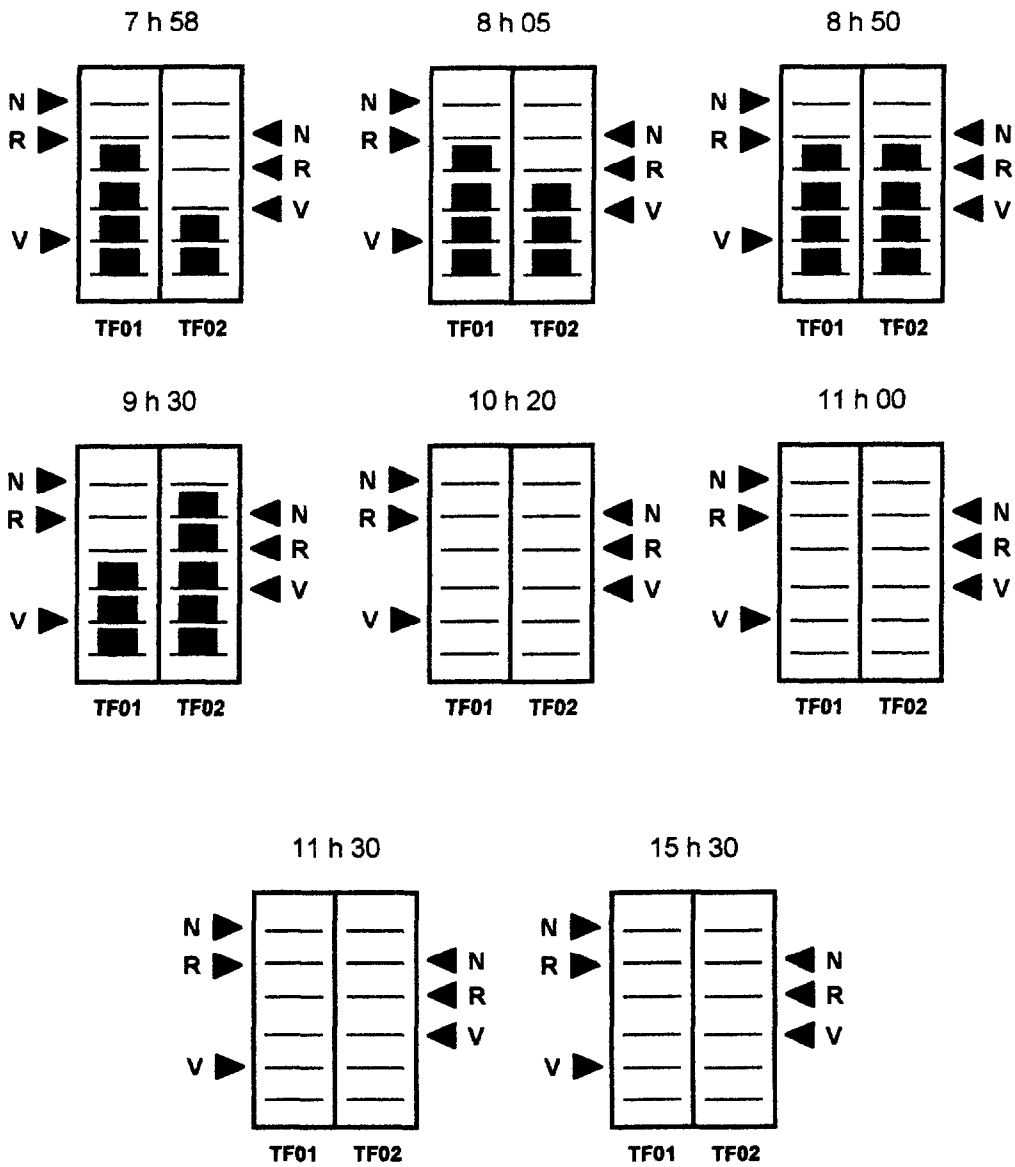
Question 1.1 :



DOCUMENT DR2

Question 1.2 :

Planning des kanbans à l'îlot d'usinage.



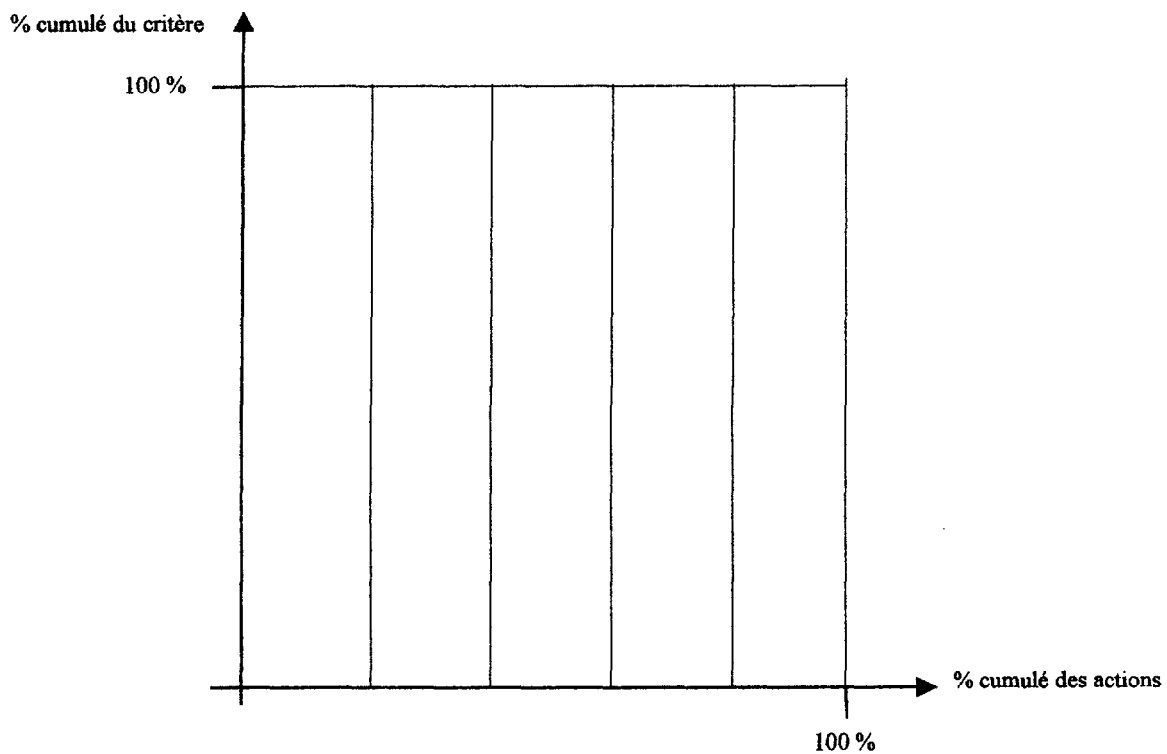
DOCUMENT DR3

Question 2.1 :

Figure 1

Actions d'amélioration		Critère : efficacité E		
Intitulé	% cumulé	Valeur du critère	Valeur cumulée	% cumulé
1. Standardisation outils	20	1233	1233	81,2
2. Téléchargement	40	146,2	1379,2	91
3.	60			
4.	80			
5.	100			

Figure 2



Chronologie des opérations	Temps cmin	Temps		Temps internes supprimés sans investissement	Réduction ou suppression des temps internes avec investissement	Temps d'arrêt machine
		interne	externe			
1. Changement programme	17	17				
2. Démontage outil en broche	30	30				
3. Nettoyage table porte-palette	100	100				
4. Montage porte-pièce sur palette	500					
5. Chargement palette sur CU pour prise origines	30					
6. Prise origines porte-pièce	850					
7. Déchargement palette	30					
8. Montage pièces (2 pièces) sur porte-pièce	150					
9. Démontage outils du magasin (10 outils)	500	500				
10. Nettoyage outils	125					
11. Rangement outils	100					
12. Aménagement nouveaux outils	67					
13. Montage outils dans magasin (12 outils)	600	600				
14. Chargement manuel jauges outils	100	100			Téléchargement	50
15. Chargement palette avec pièces sur CU	30					
16. Usinage 1 ^{er} lot de 2 pièces	400					
17. Démontage lot de pièces. Contrôle cotes avec instruments	350				Centrale de mesure	200
18. Intervention sur correcteurs	25					
Totaux	4004					