

Chapitre [III] : Optimisation Des Changements Des Temps Cycles

Introduction :

Dans un contexte où il est devenu indispensable de répondre rapidement aux évolutions de la demande, tout en minimisant les coûts logistiques, la mise en œuvre de la méthode SMED contribue à atteindre ces deux objectifs. En effet, à l'instar d'autres méthodes telles (kanban, le TaktTime, les 5S ...) la méthode SMED fait partie des principaux concepts de base de l'approche juste à temps.

I. Définition de la méthode SMED

- SMED = Single Minute Exchange of Die \Leftrightarrow Échange d'outil en moins de 10 minutes.

- Norme AFNOR NF X50-310 : Le **SMED** est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.

I.1 Utilité du SMED

- Le SMED permet un gain de temps lors du changement de production car on optimise les opérations en les réalisant en temps masqués. (opération externe)

I.2 Domaine du SMED :[3]

La figure suivante va nous expliquer le domaine d'application de la philosophie SMED :



Figure 17 : Domaine d'application du SMED

I.3 Méthodologie du SMED :

La figure suivante va nous montrer les différentes étapes de la méthode SMED :



Figure 18 : Méthodologie du SMED

Étape 1 : Analyser :[2]

Analyser un changement de fabrication tel qu'il est pratiqué dans l'entreprise. Cette étape permet de collecter une série d'informations concernant notamment la durée de changement initial. Il s'agit d'analyser ce qui se passe au cours du réglage. Le moyen idéal est la réalisation d'un film vidéo qui donne la chronologie exacte des opérations. Cette phase concerne donc le bilan de l'état initial. Il s'agit d'observer le déroulement d'un changement de production et de relever toutes les informations qui lui sont relatives :

Chronologie, Durée, Contraintes, Moyens matériels et Ressources,

Étape 2 : Dissocier

Il s'agit de la séparation des opérations "internes" et "externes". L'objectif est de réaliser en temps masqué des opérations externes. Le but de cette étape consiste à effectuer un maximum d'actions tant que la machine travaille sur l'ancienne série. Pour ce faire il est nécessaire d'agir sur l'organisation du changement de production, en particulier pour les phases de préparation et de mise à disposition de moyens.

Il s'agit principalement d'opérations de préparation (outils, accessoires, moyens de manutention, ...). A ce stade les investissements sont généralement très faibles, par contre les gains obtenus sont spectaculaires. Ils peuvent atteindre des taux de 25 à 50% simplement avec une optimisation de l'organisation du changement de fabrication.

Étape 3 : Convertir :

Elle consiste en la transformation des opérations internes en opérations externes. Il en résulte une réduction du nombre d'opérations internes et un gain global de temps. Mais cette opération nécessite souvent des investissements et un apport de technologie très important. Elle est également délicate à mettre en œuvre car la conversion n'est pas toujours aisée et elle peut aussi s'avérer coûteuse pour l'entreprise.

Étape 4 : Réduire :

Rechercher la réduction du temps d'exécution des opérations tant internes qu'externes en les rationalisant. Il s'agit de simplifier des gestes simples dont la réalisation demande du temps. Concrètement, cela se traduit par leur suppression partielle ou totale, par la minimisation des mouvements et par la normalisation de l'outillage. Il s'agit aussi de prévoir les conditions des réglages en fixant les valeurs indicatives et en privilégiant des méthodes sans réglage.

II. Application

II.1 Analyser

D'après les visites effectuées à la chaîne, on a remarqué que le contremaître fait énormément des changements de temps cycle, à chaque fois qu'une nouvelle référence est introduite dans la chaîne. Cela cause une perturbation au niveau de temps cycle. Une question s'impose alors : Quel temps cycle devrait-il suivre ?

Pour répondre à cette question, on s'est confrontée à deux contraintes:

- Si on suit le temps cycle des références chargés, on va perdre du temps
- Si on suit le temps cycle des références non chargées, on accusera du retard. Ce retard peut causer des arrêts de la chaîne.

Pour mieux visualiser le problème, on propose l'exemple explicatif suivant :

Exemple explicative:

Référence	Quantité	Temps cycle	Couleur des tableaux
Référence 1	20	129	Blue
Référence 2	10	103	Red
Référence 3	20	143	Green

Tableau 5: Les références en cour de leur production

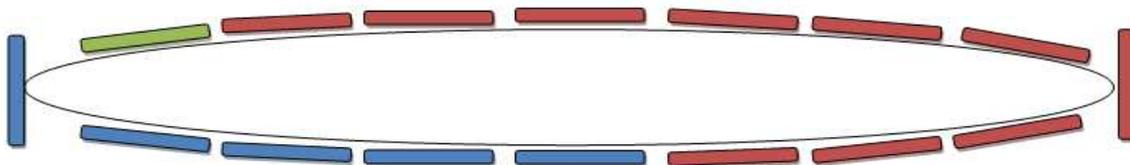


Figure 19: Exemple d'un cas délicat dans la chaîne de production

Dans le cas où on a 3 références à la fois, avec des temps cycle différents, la question qui se pose c'est: **avec quel temps cycle la chaîne tournera?**

II.2 Dissocier

Le tableau suivant nous montre les différentes références avec leurs pénétrations et leurs temps cycle respectifs en (s).

PART NUMBER	Pénétration	Temps cycle (s)	PART NUMBER	Pénétration	Temps cycle (s)
2266	2%	100	2272	1%	120
2270	2%	103	2208	1%	120
2257	8%	103	*2232	1%	120
2251	6%	103	*2261	2%	120
2262	9%	103	*2212	1%	121
2273	1%	104	*2265	2%	123
2259	3%	105	2209	0%	125
2256	2%	105	2233	0%	125
2258	2%	107	2213	1%	126
2254	2%	109	2235	1%	127
2268	1%	109	2210	1%	129
2271	1%	110	2234	1%	129
2252	3%	110	*2267	2%	129
2203	1%	111	2236	3%	129
2201	1%	112	2214	1%	129
2204	1%	113	*2219	0%	129
2269	2%	113	*2220	1%	132
2202	0%	114	*2227	2%	134
2205	0%	116	2237	2%	134
2263	2%	116	*2228	1%	136
2274	1%	116	2238	1%	137
*2253	5%	117	*2221	1%	139
2207	1%	118	*2222	1%	143
2231	1%	118	*2229	3%	143
2211	1%	119	*2230	1%	148
2264	3%	119	2255	4%	160
*2260	3%	119	2239	3%	169
2206	0%	120			

Tableau 6 : Les références avec leurs pénétrations et leurs temps cycle

***STT:Stop and start up**

Pour minimiser les temps cycle, on a choisi de regrouper les différentes épissures sous forme de groupes, en essayant de rapprocher au maximum les temps cycles en respectant les charges de chaque poste et cellule selon leurs catégories.

Pour plus de détaille veuillez consulter l'annexe.

PART NUMBER	Pénétration	ATT(s)	NEW Temps cycle (s)	GROUP
2266	2%	100	100	1
2270	2%	103	100	1
2257	8%	103	100	1
2251	6%	103	100	1
2262	9%	103	100	1
2273	1%	104	100	1
2259	3%	105	100	1
2256	2%	105	100	1
2258	2%	109	109	1
2254	2%	109	109	2
2268	1%	109	109	2
2271	1%	110	109	2
2252	3%	110	109	2
2203	1%	111	109	2
2201	1%	112	109	2
2204	1%	113	109	2
2269	2%	113	109	2
2202	0%	114	109	2
2205	0%	116	116	3
2263	2%	116	116	3
2274	1%	116	116	3
2253	5%	117	116	3
2207	1%	118	116	3
2231	1%	118	116	3
2211	1%	119	116	3
2264	3%	119	116	3
2260	3%	119	116	3
2206	0%	120	116	3

PART NUMBER	Pénétration	ATT(s)	NEW Temps cycle (s)	GROUP
2272	1%	120	116	3
2208	1%	120	116	3
2232	1%	120	116	3
2261	2%	120	116	3
2212	1%	121	116	3
2265	2%	123	116	3
2209	0%	125	124	4
2233	0%	125	124	4
2213	1%	126	124	4
2235	1%	127	124	4
2210	1%	129	124	4
2234	1%	129	124	4
2267	2%	129	124	4
2236	3%	129	124	4
2214	1%	129	129	5
2219	0%	129	129	5
2220	1%	132	129	5
2227	2%	134	129	5
2237	2%	134	129	5
2228	1%	136	129	5
2238	1%	137	129	5
2221	1%	139	137	6
2222	1%	143	137	6
2229	3%	143	137	6
2230	1%	148	137	6
2255	4%	160	155	7
2239	3%	169	155	7

Tableau 7 : La répartition des références

Après avoir réalisé les groupes selon leurs nouveaux temps cycle, on a remarqué qu'on a 7 groupes de références qui nous imposent quelques modifications traités dans les phases de convertir et réduire. On tient compte de l'état de chaque poste et cellule, le graphe suivant nous donne une vue globale sur la situation de ces derniers. Pour plus de détails consulter l'annexe 1 :

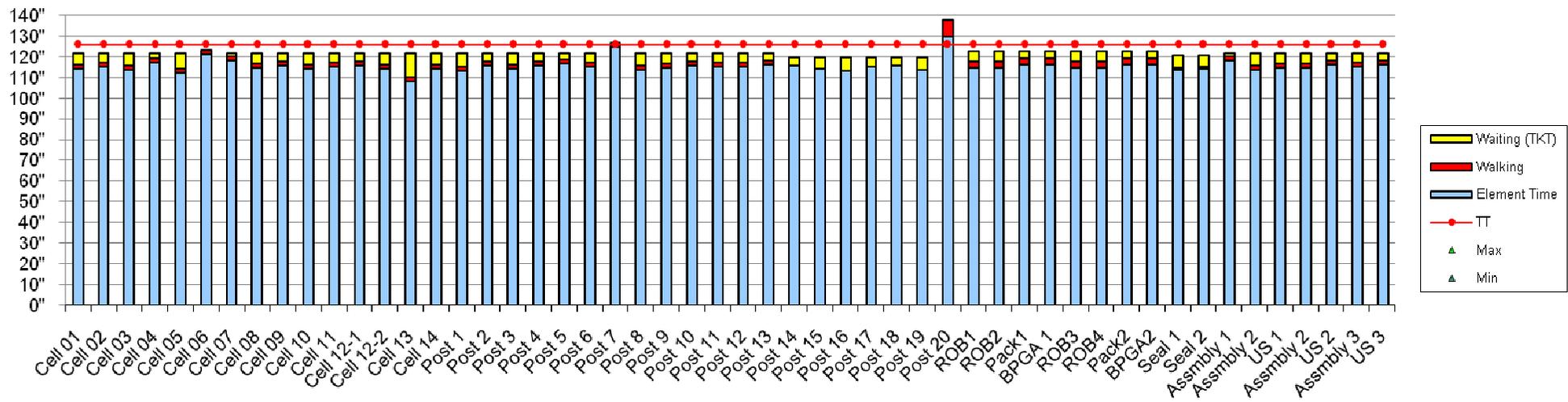


Figure 20: L'utilisation de Manpower avant amélioration

- **ATT** : Moyenne pondéré des temps cycle réelle par rapport à la pénétration
- **CT** : Temps cycle chronométrée des différentes postes et cellules...
- **ET** : Temps cycle chronométrée des différentes postes et cellules – temps perdus lors du *walking*

Le rendement de se procéder se calcule comme suit :

$$\text{Rendement} = \sum \frac{ATT}{CT}$$

$$\text{Rendement} = \frac{6240}{6019} = 104\%$$

$$\text{Rendement} = \sum \frac{ATT}{ET} = \sum \frac{ATT}{CT - \text{Walking}}$$

$$\text{Rendement} = \frac{6240}{5915} = 106\%$$

Le fait de trouver un rendement supérieur à 100% ne représente pas une erreur de calcul, mais c'est l'objectif tracé par Delphi, car toutes valeurs supérieures à 100% c'est un gain pour cette dernière.

II.3 Convertir

Dans cette étape, on essaye de réduire le nombre d'opération interne permettant un gain global de temps, ce qui nécessite un avertissement et une technologie très importante.

➤ Poste 20:

✓ Description du problème:

L'opérateur du poste 20 gaspille beaucoup de temps en se déplaçant entre la chaîne de montage et le convoyeur du PUR situé loin de se dernier.

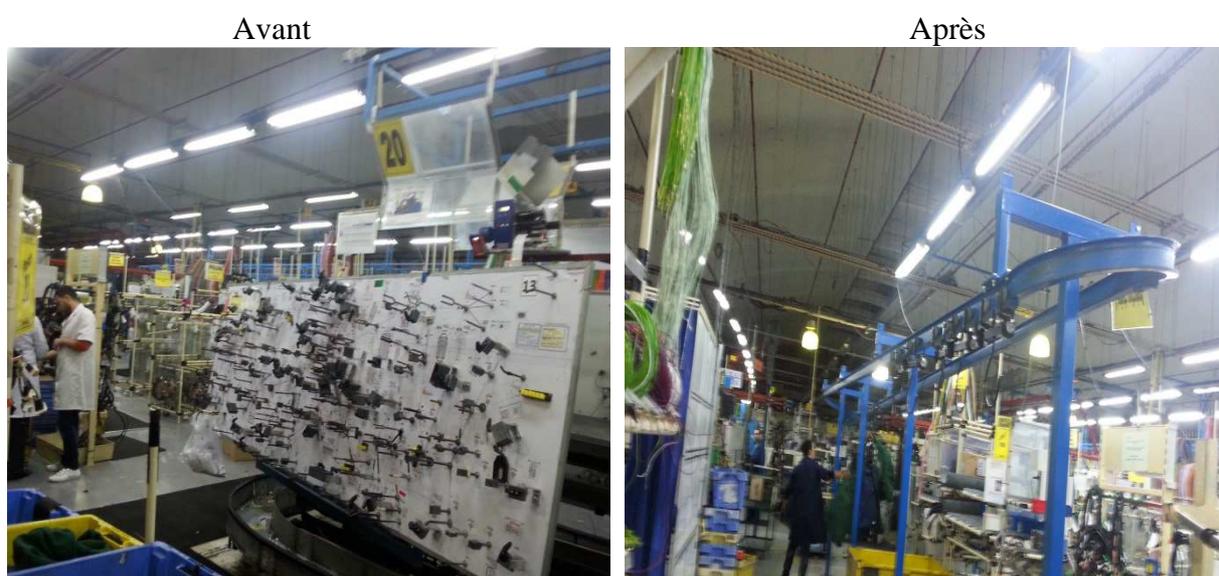


Figure21 : L'état d'avant et après de poste 20

✓ CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?

Nous proposons d'installer un nouveau convoyeur afin de réduire la distance entre le poste 20 de la chaîne et le PUR

Après un chronométrage réalisé sur le poste 20, on trouve le tableau suivant :

ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
112(s)	130(s)	105(s)

Tableau 8 : Chronométrage d'avant et après de poste 20

II.4 Réduire

Dans cette partie nous essayons de simplifier les gestes simples dont leurs réalisations demandent du temps. Concrètement, cela se traduit par leur suppression partielle ou totale, par la minimisation des mouvements et par la normalisation de l'outillage.

➤ **Présentation des différentes KIT dans la chaîne T8**

Le graphe suivant nous représente le flux de communication existant entre les différentes cellules et postes.

KIT : ensemble des fils et des connecteurs rassemblés entre eux pour former un petit câble qui représente un produit semi fini soit pour la cellule dont il va être transporter pour l’accomplir, soit pour les postes qui vont le rassembler avec les autres kit pour produire le câble final .

○ Tableaux explicative :

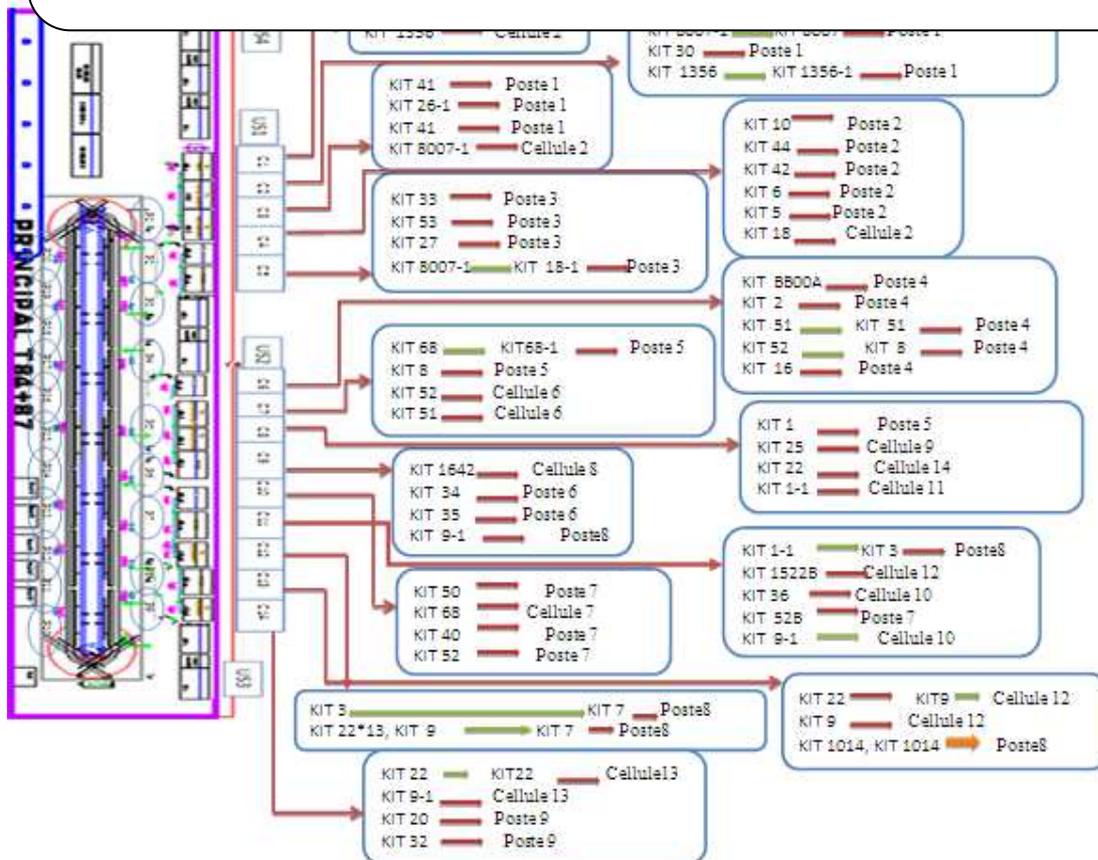
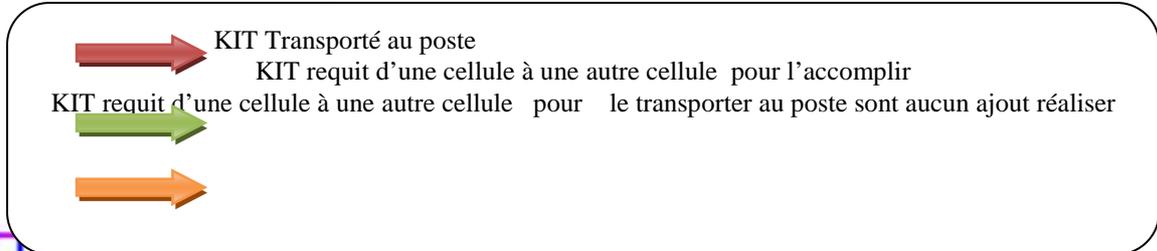


Figure 22: Présentation des différentes KIT

➤ **Postes 1 :**

Les tableaux suivant nous représente les trois premières cellules, leurs précédent et antécédente.

Cellule1	Précédent	Antécédent
KIT 26	Cellule 1	Chaine poste 1
KIT 1356*13	Cellule1	Cellule2

Tableau 9: Cellule 1 et son précédent et antécédent

Cellule2	Précédent	Antécédent
KIT 30-E 6*13	Cellule1& Cellule3	Chaine poste 1
KIT 8007*13	Cellule3	Chaine poste 1
KIT 1356-1*13	Cellule1	Chaine poste 1
KIT 30*13	Cellule2	Chaine poste 1

Tableau 10: Cellule 2 et son précédent et antécédent

Cellule3	Précédent	Antécédent
KIT 41*13	Cellule 3	Chaine poste 1
KIT 26-1*13	Cellule 3	Chaine poste 1
KIT 8007-1*13	Cellule 3	Cellule 2
KIT 38*13	Cellule 3	Chaine poste 1

Tableau 11: Cellule 3 et son précédent et antécédent

On remarque queles trois cellules livrent leurs Kit au poste 1 .Ce qui nous donne un temps de *WOLKING*très élevé puisque l'opérateur doit se déplacer entre les 3 cellules.

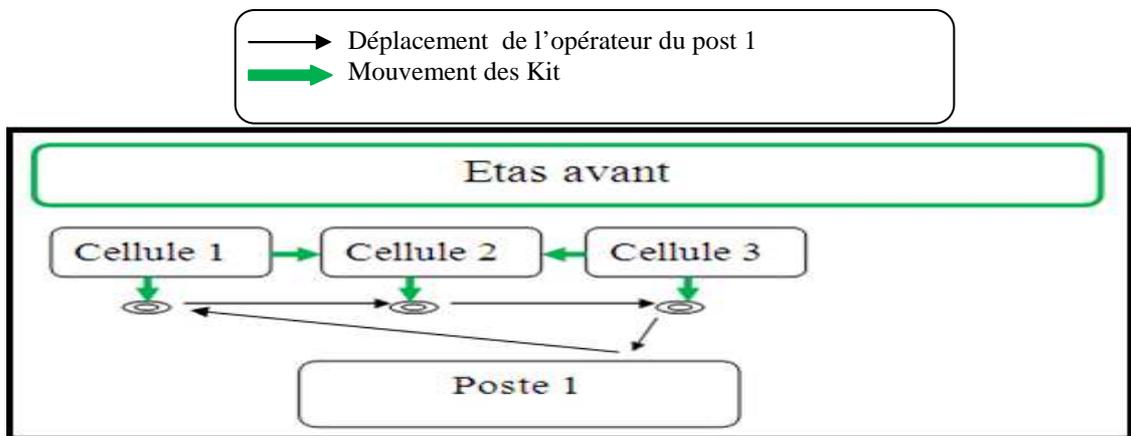


Figure 23 : L'état d'avant de flux de déplacement des opérateurs et des kits

D'après le graphe, nous constatons que les cellules 1 et 3 alimentent à leur tours la cellule 2. Donc on a proposé de minimiser le *wolking* en rassemblent les différents Kit en un seul toboggan au lieu de trois, tant qu'elle existe déjà une moyenne de connections entre les cellules (*chautlle*entre cellule 1 et cellule 2, et entre cellule 2 et cellule 3)

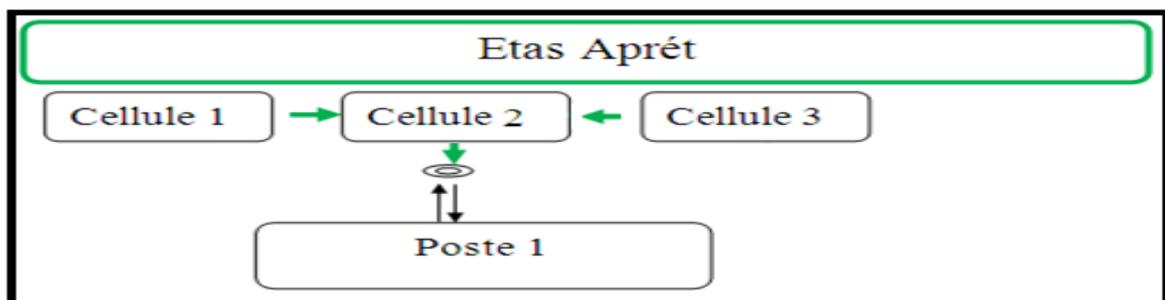


Figure 24 : L'état d'après de flux de déplacement des opérateurs et des kits

Ce changement nous a permis d'éliminer le *Working* de 80%, et les problèmes d'éloignement et d'encombrement.

- Poste 7:
- ✓ Description du problème:

Comme on a déjà expliqué dans le poste 1, l'opérateur du poste 7 perd du temps en se déplaçant entre plusieurs cellules pour rassembler les kits, comme l'explique la figure suivante :

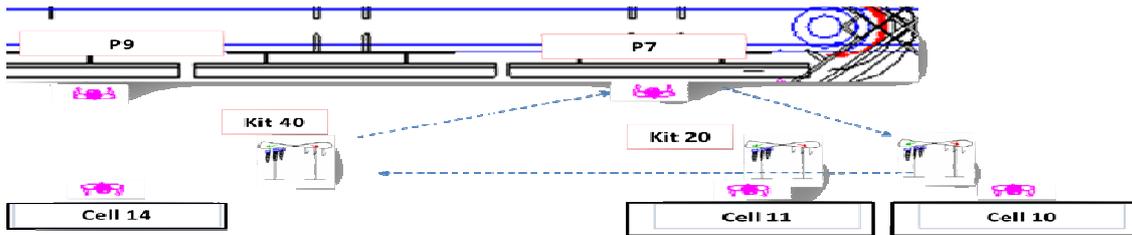


Figure 25 : L'état d'avant de flux de déplacement d'opérateurs du poste 7

Les tâches de l'opérateur sur poste 7 :

- ♣ Séparation de kit 40 à Poste 7
- ♣ fixation du Kit 20 à crochet qui est séparé à Poste 9

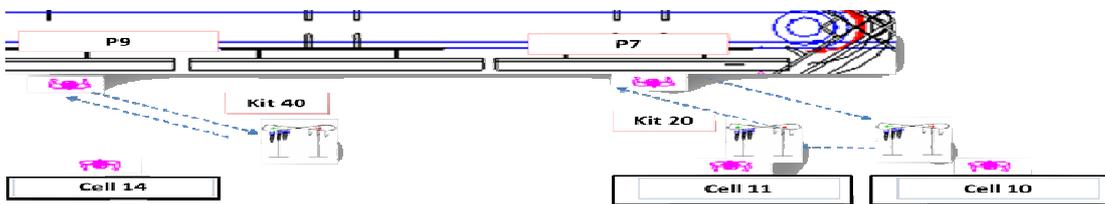


Figure 26 : L'état d'après de flux de déplacement d'opérateurs du poste 7

Les tâches conseiller à l'opérateur sur poste 7 :

- ♣ Séparation de kit 20 à Poste 7
- ♣ Séparation de kit 40 à Poste 9

✓ CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?

Nous suggérons un Rééquilibrage du poste 7, on remplace la séparation du kit 40 par le kit 20. Après un chronométrage réalisé sur le poste 7 on trouve le tableau suivant :

POSTE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Poste 7	120(s)	125(s)	117(s)

Tableau 12 : Chronométrage d'avant et après de poste 7

- Cellule 6:
- ✓ Description du problème:

D'après le chronométrage réalisé sur la cellule 6, on constate qu'il y a une surcharge (voir l'annexe 1)



Figure 27 : L'état de la cellule 6

✓ **CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?**

Nous conseillons un Rééquilibrage du cellule 6, on déplaçant la préparation du kit 16 de la cellule 6 vers la cellule 8.

Après un chronométrage réalisé sur les cellules 6 et 8, on trouve le tableau suivant :

CELLULE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Cellule 6	120(s)	122(s)	108(s)
Cellule 8	115 (s)	105(s)	117(s)

Tableau 13 : Chronométrage d'avant et après de cellule 6 et la cellule 8

➤ **Cellule 7:**

✓ **Description du problème:**

D'après le chronométrage réalisé sur la cellule 7, on constate qu'il y a une surcharge sur les références STT (voir l'annexe 1)



Figure 28 : Présentation de la cellule 7

✓ **CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?**

Nous conseillons un Rééquilibrage de la cellule 7, on déplaçant la préparation du kit1, des références STT de la cellule 7 à la cellule 8

Après un chronométrage réalisé sur les cellules 7 et 8, on trouve le tableau suivant :

CELLULE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Cellule 7	125(s)	142(s)	125(s)
Cellule 8	125(s)	116(s)	124(s)

Tableau 14: Chronométrage d'avant et après des cellules 7 et 8

➤ **Cellule 9:**

✓ **Description du problème:**

D'après le chronométrage réalisé sur la cellule 9, on constate qu'il y a une surcharge sur les références STT (voir l'annexe 1)



Figure 29 : Présentation de la cellule 9

✓ **CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?**

Nous conseillons un Rééquilibrage de la cellule 9, en déplaçant la préparation du kit 681 des références STT de la cellule 9 à la cellule 10

Après un chronométrage réalisé sur les cellules 9 et 10, on trouve le tableau suivant :

CELLULE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Cellule 9	125(s)	131(s)	120(s)
Cellule 10	125(s)	115(s)	125(s)

Tableau 15 : Chronométrage d'avant et après des cellules 9 et 10

➤ **Cellule 12**

✓ **Description du problème:**

D'après le chronométrage réalisée sur la cellule 12, on constate qu'il y a un surcharge sur les référence STT (voir l'annexe 1)



Figure 30 : présentation de la cellule 12

✓ **CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?**

Nous conseillons un Rééquilibrage de la cellule 12, en déplaçant la préparation du kit 9-1 des références STT de la cellule 12 vers la cellule 11

Après un chronométrage réalisé sur les cellules 12 et 11 on trouve le tableau suivant :

CELLULE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Cellule 12	125(s)	129(s)	112(s)
Cellule 11	125(s)	110(s)	126(s)

Tableau 16: Chronométrage d'avant et après de cellule 12 et la cellule 11

➤ **Cellule 13**

✓ **Description du problème:**

D'après le chronométrage réalisé sur la cellule 13, on constate qu'il y a une surcharge sur les références STT (voir l'annexe 1)



Figure 31 : Présentation de la cellule13

✓ **CE QUE NOUS DEVONS CHANGER ?**

Nous conseillons un Rééquilibrage de la cellule 13, en déplaçant la préparation du kit 9-1 des références STT de la cellule 13 à la cellule10

Après un chronométrage réalisé sur les cellules 13 et 10, on trouve le tableau suivant :

CELLULE	ATT en (s)	Temps cycle avant en (s)	Temps cycle après en (s)
Cellule 13	125(s)	132(s)	126(s)
Cellule 10	125(s)	110(s)	124(s)

Tableau 17 : Chronométrage d'avant et après des cellules 13 et 10

➤ **La nouvelle présentation des différentes KIT dans la chaîne T8**

Le graphe suivant nous représente le flux de communication existant entre les différentes cellules et postes après les changements proposés.

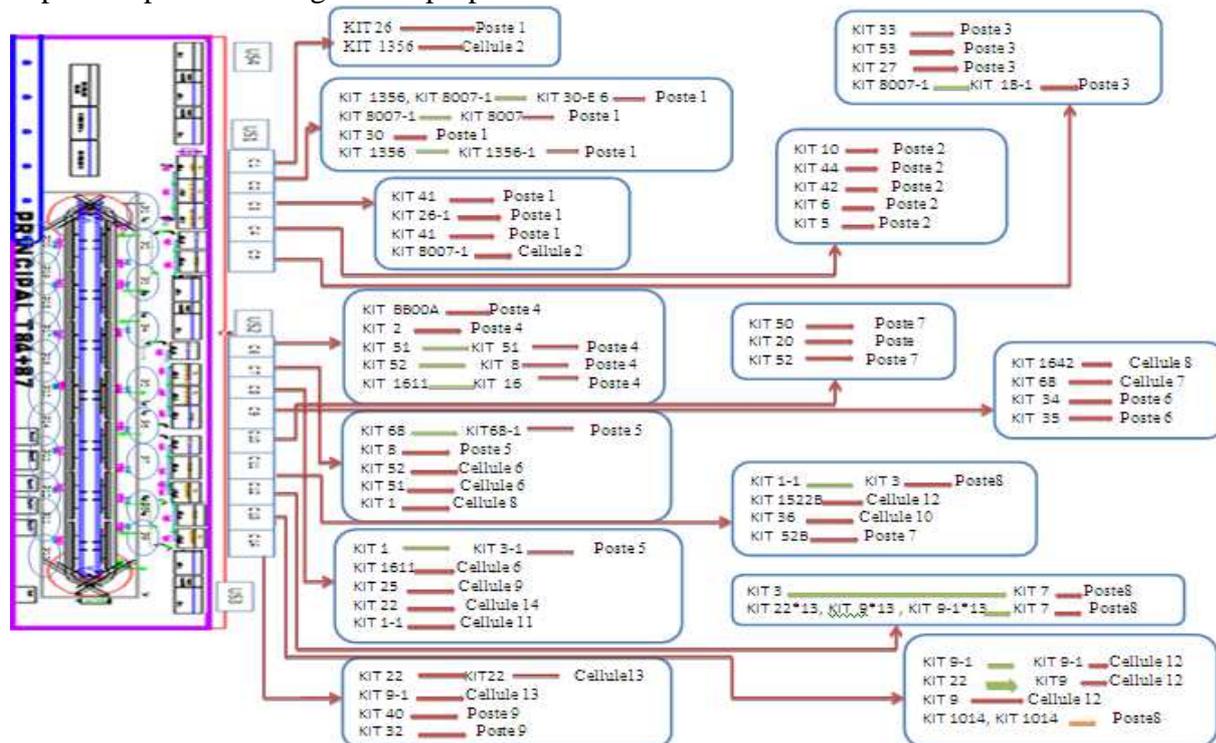


Figure 32: Nouvelle Présentation des différentes KIT

Conclusion

Après l'application de la méthode SMED ,on conclut que c'est un concept qui présente de nombreux atouts pour la gestion de la production de l'entreprise tels qu'une augmentation de la productivité, de la flexibilité de la production, une amélioration de la qualité, ou encore une amélioration du rendement comme le montre le graphe suivant :

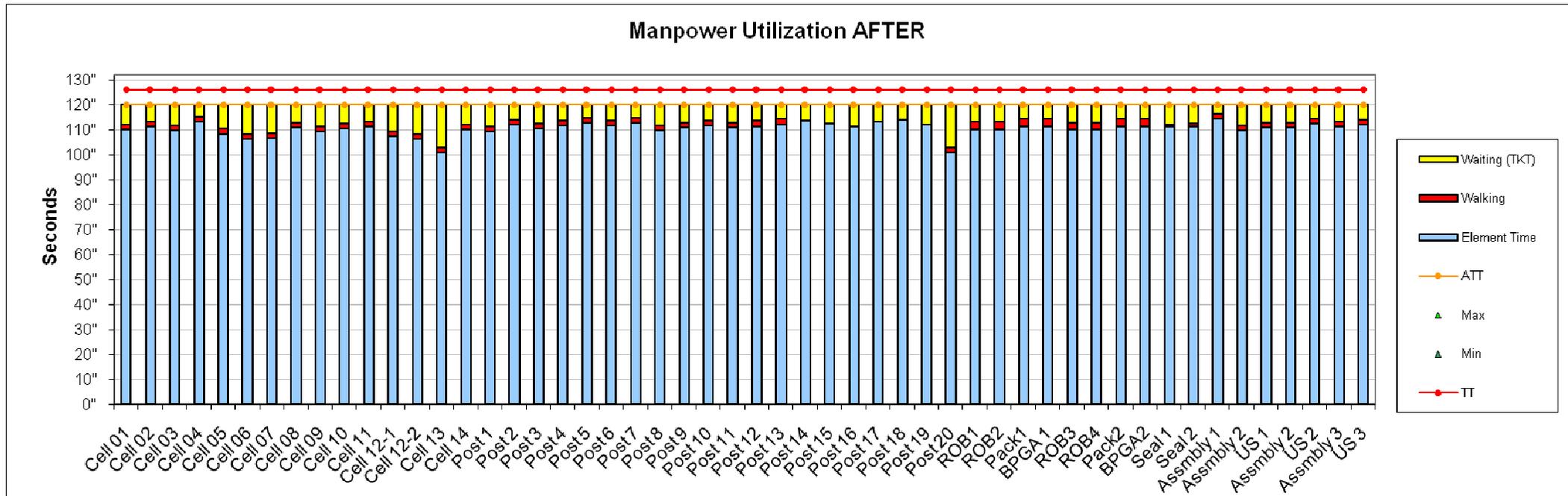


Figure 33: L'utilisation de Manpower avant amélioration

Le nouveau rendement de se procéder se calcule comme suit :

$$\text{Rendement} = \sum \frac{ATT}{CT} = \frac{6240}{5844} = 107\%$$

$$\text{Rendement} = \sum \frac{ATT}{ET} = \frac{6240}{5746} = 109\%$$