



Chapitre [III] :
Amélioration Des Ultrasonic

Introduction :

Comme on a indiqué auparavant dans le cahier des charges proposés, notre deuxième axe de travail se base sur l'amélioration du coût ,dont on s'est basée sur des analyses qui nous aide a détecté tous les causes probable afin de mieux réagir pour minimiser au maximum le rôles au *delivery route*(l'opérateur qui se charger de l'alimentation des épissures).

I. Analyse des problèmes

I.1 Analyse fonctionnelle

➤ Définition

Selon la norme X-50-150, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à recenser, caractériser, ordonner, hiérarchiser et valoriser les fonctions d'un produit.

Le produit peut être :

- Un matériel (existant ou nouveau, simple ou de haute technicité, répétitif ou unique) ;
- Un processus (industriel ou administratif) ;
- Ou un service (interne à l'entreprise ou vendu par elle).

➤ But

L'analyse fonctionnelle est souvent présentée comme l'étape de conception pendant laquelle on détermine, classe et priorise les fonctions. Le but premier de cette dernière est de concevoir un système de qualité qui répond aux besoins des utilisateurs en respectant les diverses contraintes de production.

➤ Bête à Corne

✓ Définition de Bête à Corne [4]

On constate souvent que les acteurs du projet privilégient des solutions déjà connues sans analyser concrètement le besoin qui justifie le projet. Avant d'imposer un "comment" ou une solution, il faut se tourner vers l'utilisateur et/ou le demandeur, pour aboutir de manière structurée à la solution, car un projet n'a pas de sens que s'il satisfait le besoin. Il convient donc d'exprimer le besoin et rien que le besoin dès le lancement du projet. Il s'agit d'explicitier l'exigence fondamentale qui justifie la conception, ou la préconception d'un produit. Pour cela, il est essentiel de se poser les trois questions suivantes :

La bête à corne est un outil de représentation de ces questions fondamentales.

- ❖ Dans quel but ? (pour quoi faire ?)
- ❖ Pour quoi ce but ?
- ❖ Pour quoi ? Besoin
- ❖ Pourquoi ? Cause (validation du besoin).



Figure 34 : Model du schéma de Bête à Corne

✓ Application Bête à Corne

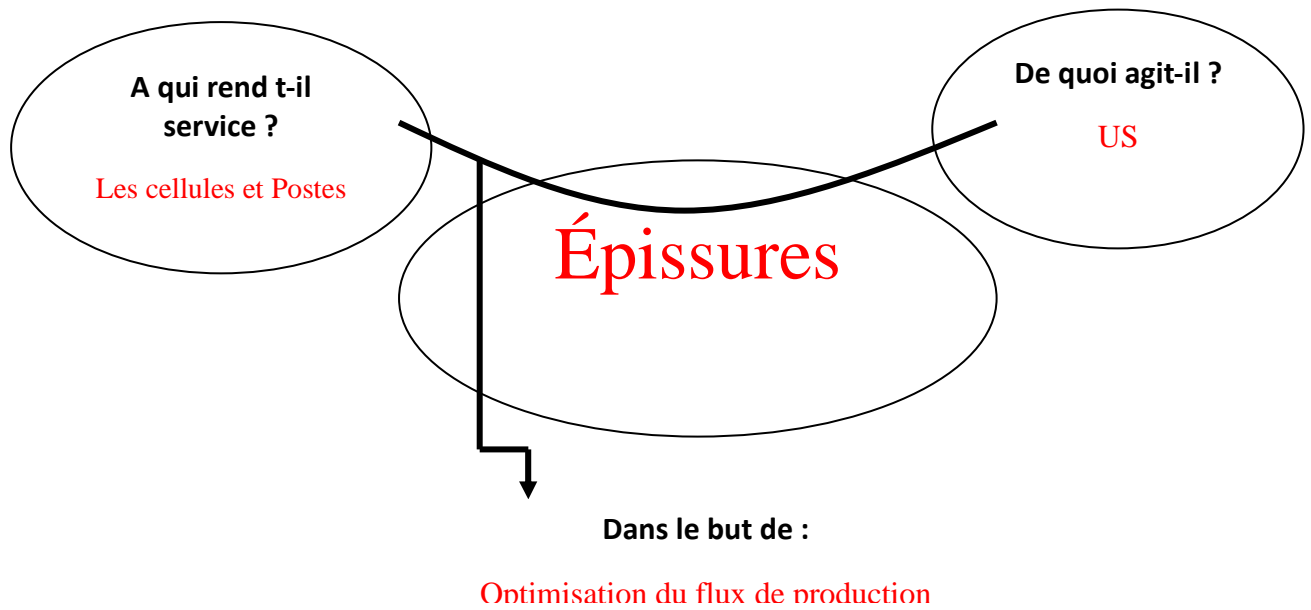


Figure 35 : Application de Bête à Corne

➤ Diagramme pieuvre :

✓ Définition du diagramme Pieuvre [5]

Pour analyser les défaillances d'un système, il est nécessaire auparavant de bien identifier à quoi doit servir ce système : c'est à dire de bien identifier toutes les fonctions que ce système doit remplir durant sa vie de fonctionnement et de stockage.

- L'analyse fonctionnelle externe :
- Détermination de la fonction principale :

La méthode utilisée est dite la méthode de la bête à corne, elle consiste à identifier les milieux (ME) sur lesquels le système agit et auxquels il rend service.

Fonction principale : $FP = \text{groupe verbal} + ME_i + ME_j$

- Détermination des fonctions contraintes :

La méthode présentée ci-après est appelée la méthode de la pieuvre. Elle consiste à identifier les autres milieux extérieurs, puis tracer les relations simples qui les lient au système à étudier .

Fonction contrainte : $FC = \text{groupe verbal} + ME_k$

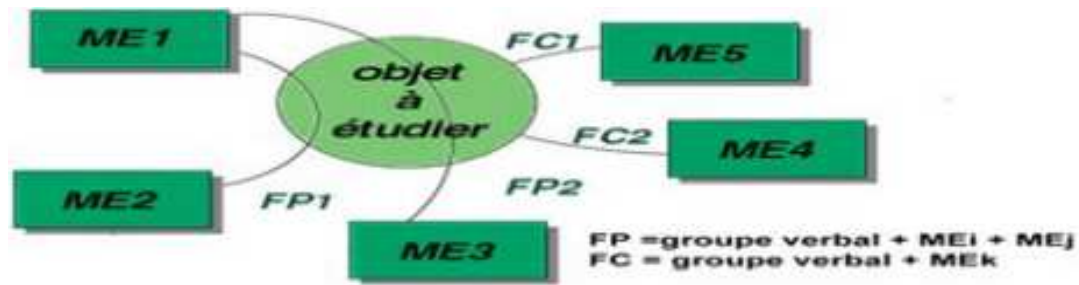


Figure 36 : Model du schéma de diagramme pieuvre

✓ **Application diagramme pieuvre**

Dans cette analyse nous allons identifier toutes les fonctions que doit accomplir notre *Ultrasonicque* ce soit la fonction principale ou les fonctions contraintes.

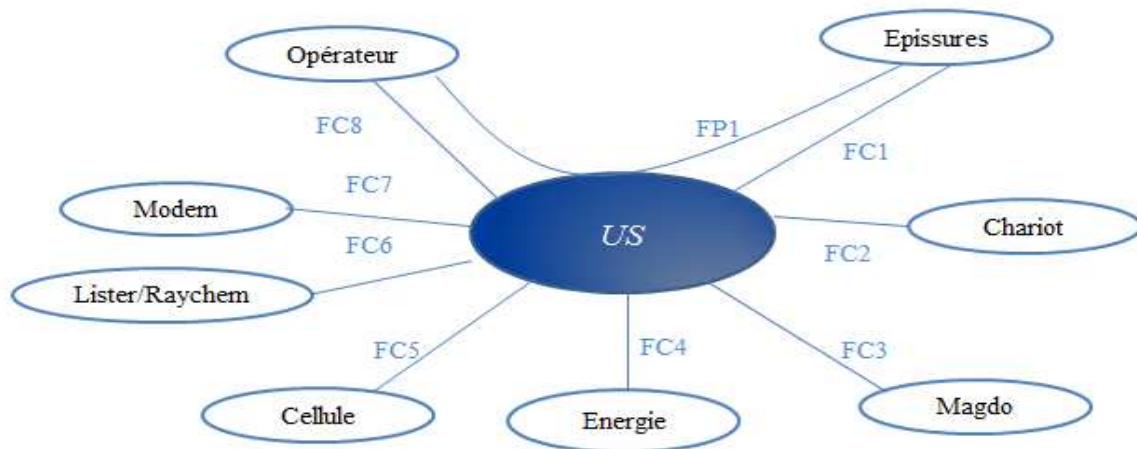


Figure 37 : Application de diagramme pieuvre

FP1: À l'aide des US l'opérateur produit des épissures.

FC1 : La production des épissures s'effectue aux niveaux d'US.

FC2 : L'emplacement de stockage des épissures.

FC3 : Refroidissement des tubes fondus.

FC4 : Être alimenté par l'énergie électrique et l'utiliser.

FC5 : Alimentation continu des cellules par épissures.

FC6: Fondre les tubes afin d'éviter l'étanchéité.

FC7 : L'outil de soudage des fils.

FC8 : Suivre les systèmes proposés par l'ingénierie et respecter les normes de qualité.

I.2 Diagramme ISHIKAWA

Pour approfondir notre connaissance du système, on utilisera le diagramme d'Ishikawa. Ce diagramme nous permettra d'identifier les causes principales et de déterminer sur les quelles on devra agir pour améliorer le fonctionnement de notre système.

➤ **Définition**

La méthode d'Ishikawa utilise une représentation graphique (diagramme) en forme de poisson pour matérialiser de manière structurée le lien entre les causes et leur effet (défaut, panne, dysfonctionnement...). Ce qui d'autre part lui a valu les appellations de « diagramme en arêtes de poisson », et « diagramme de causes à effet »

➤ **Caractéristiques et démarche de la méthode Ishikawa**

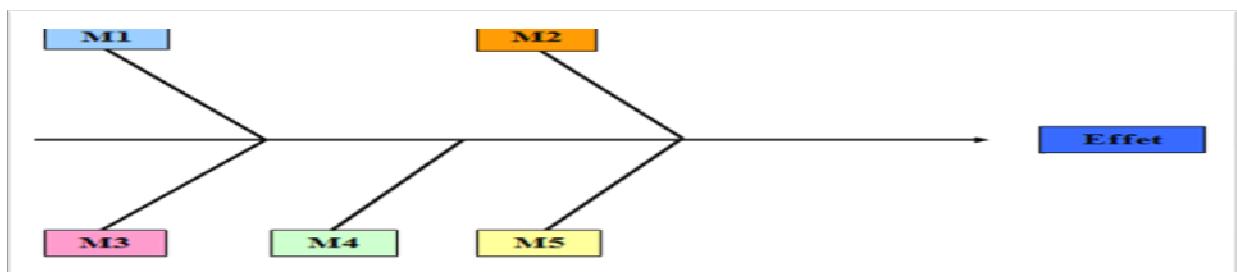
1) Placer une flèche horizontalement pointée vers le problème identifié ou le but recherché.



2) Regrouper les causes potentielles en familles, appelées communément les cinq M.

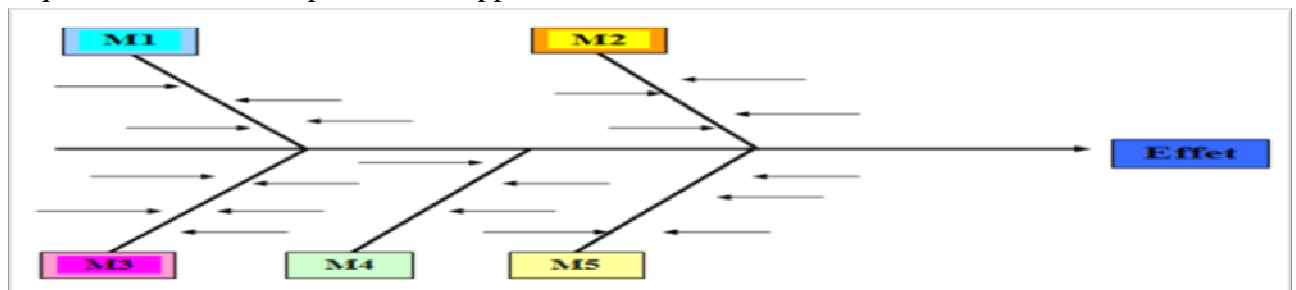
- **Matière** : les différents consommables utilisés, matières premières...
- **Milieu** : le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...
- **Méthodes** : les procédures, le flux d'information...
- **Matériel** : les équipements, machines, outillages, pièces de rechange...
- **Main d'œuvre** : les ressources humaines, les qualifications du personnel

3) Tracer les flèches secondaires correspondant au nombre de familles de causes potentielles identifiées, et les raccorder à la flèche principale.



Chaque flèche secondaire identifie une des familles de causes potentielles.

4) Incrire sur des minis flèches, les causes rattachées à chacune des familles. Il faut veiller à ce que toutes les causes potentielles apparaissent.



5) Rechercher parmi les causes potentielles exposées, les causes réelles du problème identifié.

Ce sera notamment la cause la plus probable qu'il restera à vérifier dans la réalité et à corriger.

- Application d'ISHIKAWA

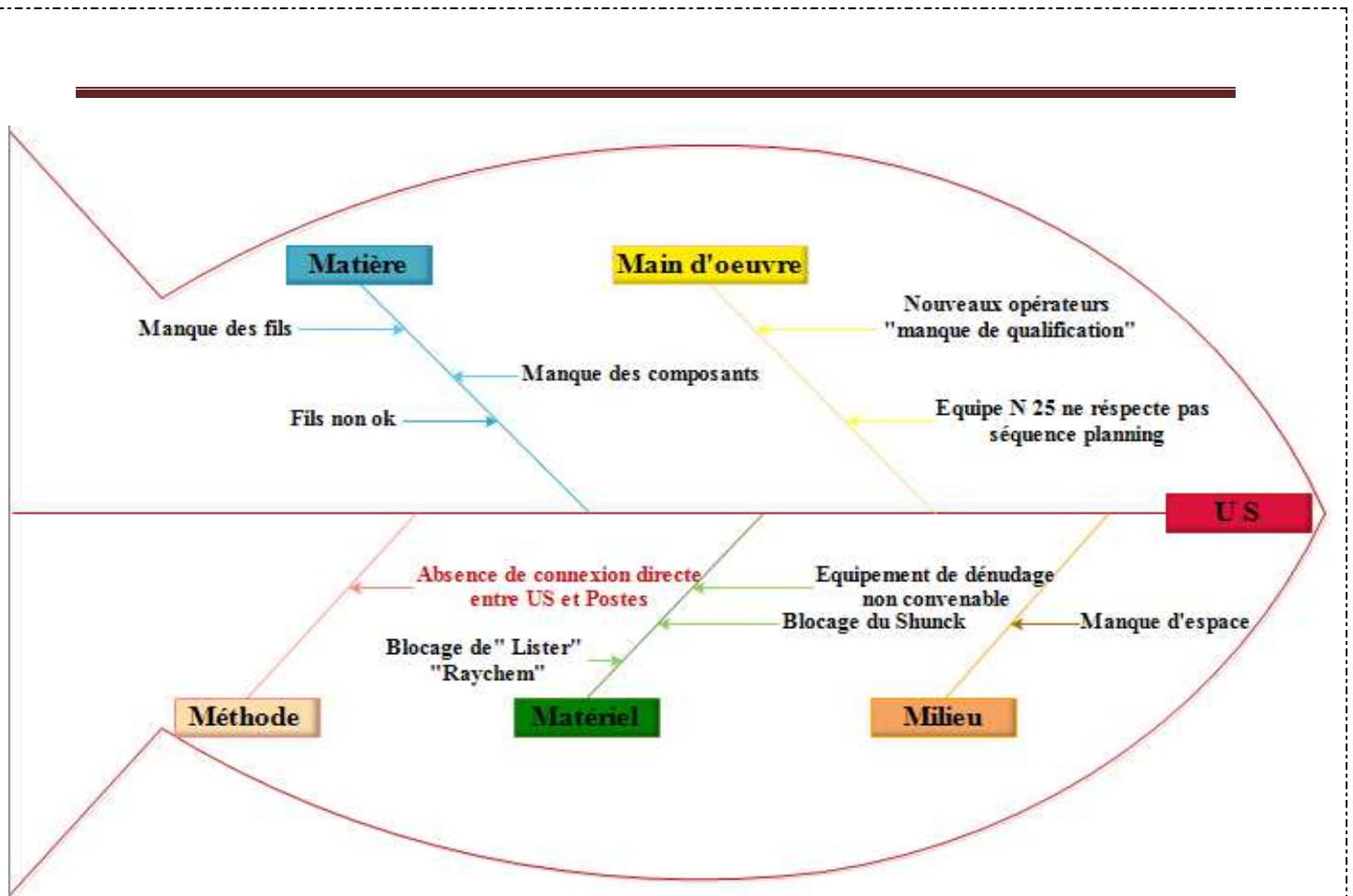


Figure 38 : Diagramme Ishikawa

*L'équipe 25 est une nouvelle équipe qui contient des nouveaux opérateurs

II. Suggestion

II.2 Amélioration proposé pour les 5 M

➤ Main d'oeuvre

✓ Formation et sensibilisation :

Le tableau ci-dessous indique les principaux points pris en compte lors des séances de formation :

Pour le magasinier	Pour l'opérateur
- Sensibiliser le magasinier du sérieux qu'il doit apporter à son travail et aussi des conséquences de toute erreur probable.	-Sensibiliser les opérateurs de l'impact de tout problème de qualité sur le client.
-Former le magasinier sur la méthode de travail et des consignes à suivre.	-Former les opérateurs sur la méthodologie du travail
-Exiger du magasinier de vérifier les références des fils indiquées dans les cartes Kamban	-Recommander aux seconds opérateurs de vérifier les tâches réalisées par les premiers opérateurs.

Tableau 18 : les principaux points lors des séances de formation

➤ **Matériel**

✓ **Fiche de maintenance préventive :**

Pour éviter tout arrêt probable causé par le blocage de machine de chauffages (*Lister*, *Raychem*) ou d'équipement de dénudage, on a proposé de faire des séances de maintenance préventive chaque semaine. Pour cela, on a suggéré les fiches suivantes :

	Dates de vérification	Équipe	Vérifier	En cour de vérification
L i s t e r	Contrôler l'articulation du bras de fixation, et vérifier l'amortissement des ressorts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Nettoyer parfaitement les filtres par l'air comprimé (en état de marche).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vérifier l'état des charbons et changer si nécessaire.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Contrôler le système de translation (vérin et distributeur) en éliminant les fuites pneumatiques.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vérifier l'organe des isolants thermiques (téflon)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vérifier le bon fonctionnement du régulateur du temps et de température (ajuster selon l'aide visuelle).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	S'assurer que la température affichée est conforme avec celle de la chambre chauffante en utilisant l'appareil de mesure adéquat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Assurer la propreté et l'esthétique de la machine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
R a y c h	Nettoyer la partie chauffante des déchets et des résidus (il faut déconnecter la machine)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vérifier la température et le temps de fonctionnement selon le paramètre défini par procès. (faire le calibrage si nécessaire)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Vérifier la mise en marche du système de ventilation à partir de la température 200°C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Assurer la propreté du système de ventilation (procéder par air comprimée)			
Assurer que le bouton d'arrêt d'urgent est en bon état.			
Vérifier l'état mécanique des pinces ports fils dans le cas (entrée /sortie)			
Assurer l'ordre des connexions électriques.			

Tableau 19 : Fiche de l'analyse préventif pour Iyster et Raychem

➤ Méthode :

✓ Présentation des différentes épissures

Le graphe suivant nous montre les différentes épissures existant dans la chaîne de production T8 principale, ainsi que l'emplacement de chaque U.S par rapport aux cellules et leurs destinations

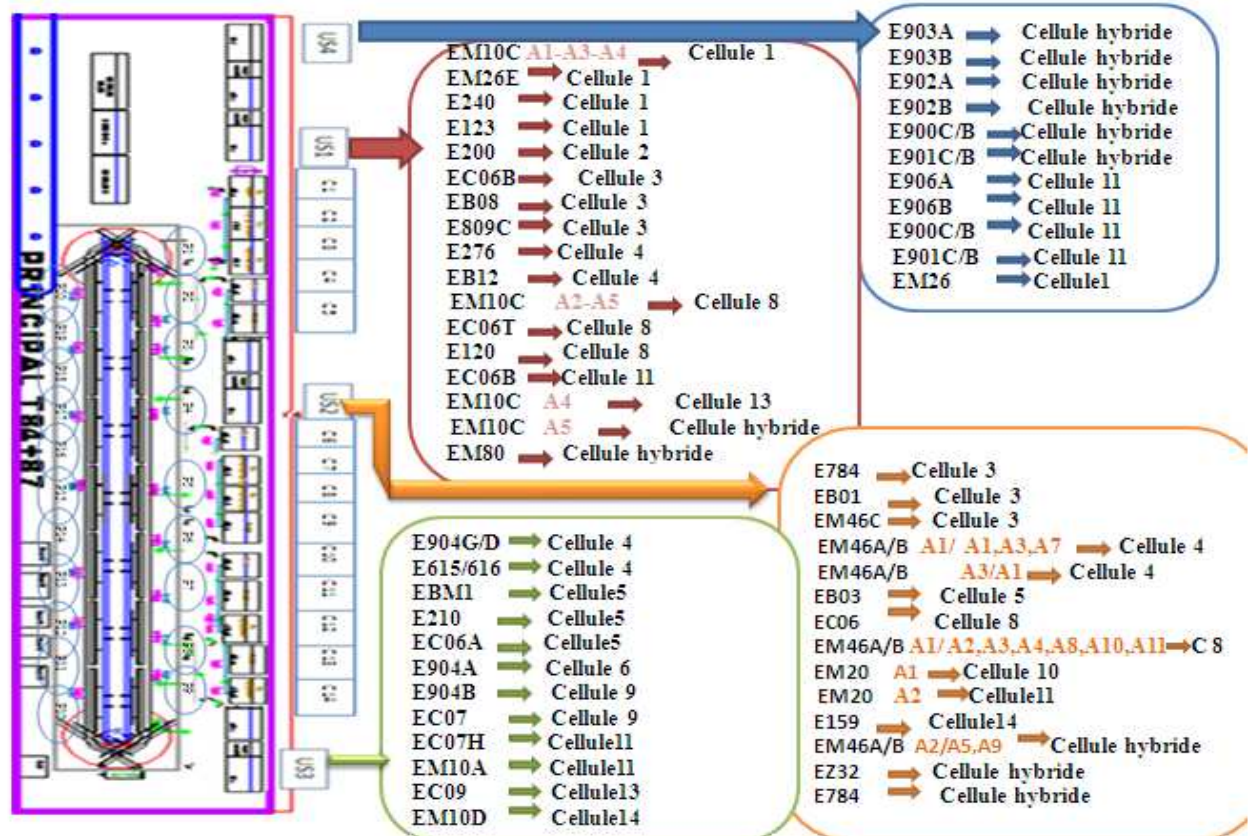


Figure 39 : Présentation de différent épaisseurs et leurs emplacements ainsi que leurs destinations

✓ Chronomètre des US

Pour avoir plus d'information sur les US, on a décidé de chronométrer les différentes épissures existantes dans la chaîne T8 principale. Pour avoir plus d'information veuillez consulter l'annexe.

Après avoir réalisé le chronomètre, on a rassemblé les données en fonction de chaque cellule en se basent sur la moyenne pondérée (voir l'annexe).

- Moyenne Pondérée :

Pour calculer la moyenne pondérée on a besoin des temps de cycles* des références obtenues dans la classification des High-Runners obtenues à partir de la liste des temps de montage, ainsi que leurs taux de pénétration obtenus à partir du plan Industriel et Commercial (PIC)

Temps de cycles : le temps global de réalisation d'un produit

Pour obtenir la moyenne pondérée du temps chiffré globale du sous ensemble, on doit déterminer la proportion du sous ensemble dans tout le câblage, car les temps de cycles qu'on a dans la liste des temps de montage, représentent les temps globales du câblage.

La moyenne pondérée est la moyenne d'un certain nombre de valeurs affectées de coefficients.

En statistiques, considérant un ensemble de données,

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

Et les poids non-négatifs correspondants,

$$W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\},$$

La **moyenne pondérée** \bar{x} est calculée suivant la formule

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i},$$

Quotient de la **somme pondérée** des x_i par la somme des poids;

Soit

$$\bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + w_3 + \dots + w_n}.$$

Le
ré
to
po

cellule Hybride		US4	US1	cellule 1	cellule 2	cellule 3	cellule 4	cellule 5	US2	cellule 6	cellule 7	cellule 8	cellule 9	cellule 10	cellule 11	cellule 12	cellule 13	cellule 14	US3
4	assemblage			34	3	41	27	27		1	0	8	11	0	90	0	0	36	
3	soudage			65	13	53	42	44		1	0	13	18	0	104	0	0	41	

Tableau 20 : Synthèse de l'état actuelle

- Les cases en rouge représentent les cellules utilisons le plus des épissures par rapportes aux pourcentages de pénétration de chaque référence à savoir cellule 1, cellule 3, cellule 4, cellule 5, cellule11 et cellule 14.

II.2 Amélioration proposée sur les US

➤ **Tableau proposé**

Cette modification nous a permet de minimiser au maximum le rôle de delivery route, par le fait d'approcher des US à leurs cellules adéquates. On prend par considération que la plus part des épissuresde la cellule 11 sont produit par la US4 (voir annexe), d'où on a choisi de placer cette dernière auprès de la cellule 11. Ainsi on a permuté les cellules 2 et 3, car la cellule 3 contient une moyenne pondéréeimportante, d'où on la rapprocher au maximum de US1 l'emplacement deréalisation de ses épissures.

cellule Hybride		US1	cellule 1	cellule 3	cellule 2	cellule 4	US2	cellule 5	cellule 6	cellule 7	cellule 8	cellule 9	cellule 10	cellule 11	US4	cellule 12	cellule 13	cellule 14	US3
4	assemblage		34	41	3	27		27	1	0	8	11	0	90		0	0	36	
3	Soudage		65	53	13	42		44	1	0	13	18	0	104		0	0	41	

Tableau 21 : Synthèse de l'état proposé

Avant d'implémenter cette amélioration on doit traiter la faisabilité des points suivants :

- Ne pas interrompre le flux entre les cellules.
- Calibrer les temps d'épissures entre les différentes US.

III. Étude de faisabilité

III.1 Le flux entre les cellules et postes

➤ Flux de communication entre les postes et les cellules

L'application du changement proposé sur l'emplacement des US va surement impacter le flux de communication entre les cellules et les postes. Ce dernier nous obligera à traiter son impact.

✓ Problèmes rencontrés

- Éloignement des cellules 1,2 par rapport au poste 1 de la chaîne.
- Éloignement des cellules 4 par rapport au poste 2 de la chaîne.
- Éloignement des cellules 5 par rapport au poste 3 de la chaîne.

✓ Solutions proposées

- Prolongement de la chaîne par l'ajout de deux tableaux :

Cette proposition nous a permis de résoudre plusieurs problèmes à savoir :

-Réduire l'encombrement existant entre les opérateurs de la chaîne.

- Augmenter la densité de la production.

-Et principalement réduire l'espace existant entre les premières cellules et les postes.

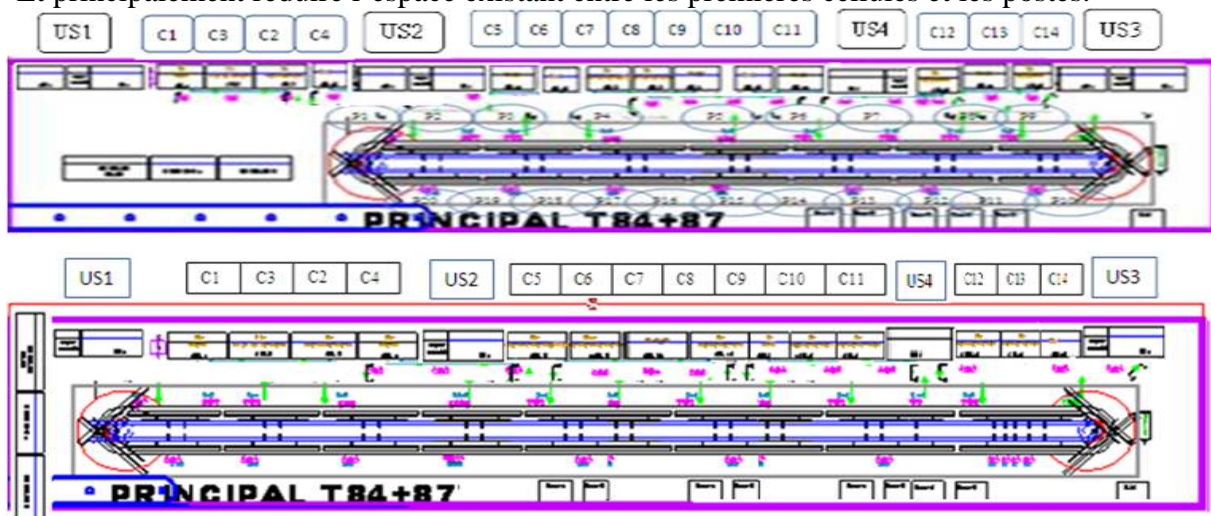


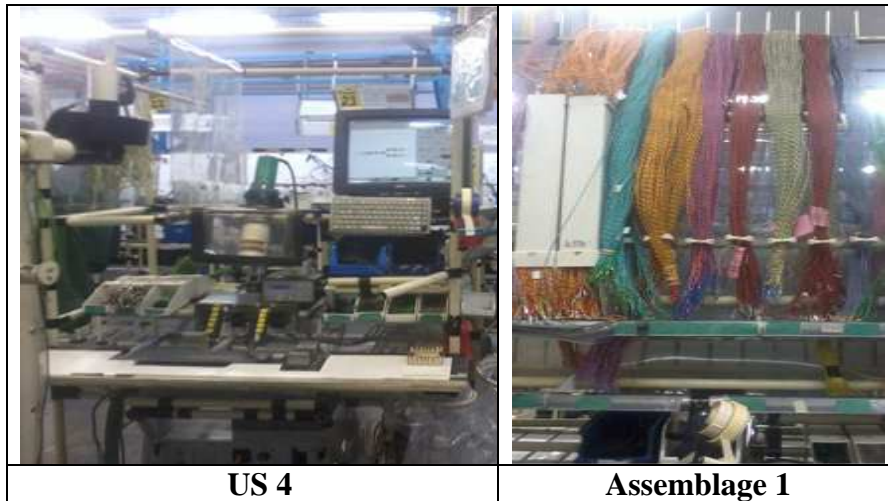
Figure 40 : États avant et après prolongement de la chaîne

III.2 Organisation d'Ultrasonic 4

➤ Les postes d'US 4 avant amélioration :

L'opération de soudage de l'US 4 se compose de deux postes le premier se charge de l'opération de soudage (l'union de deux fils) et le deuxième se charge de l'assemblage des fils union pour l'US1 et les torsadés pour l'US 4

L'état actuel de l'US 4



US 4

Assemblage 1

Figure 41 : L'état actuel de US 4

➤ Les postes d'US 4 après amélioration

La photo suivante nous montre un exemple d'un *croker* d'ultra sonique assemblé d'où on a proposé d'appliquer la même idée sur US 4.

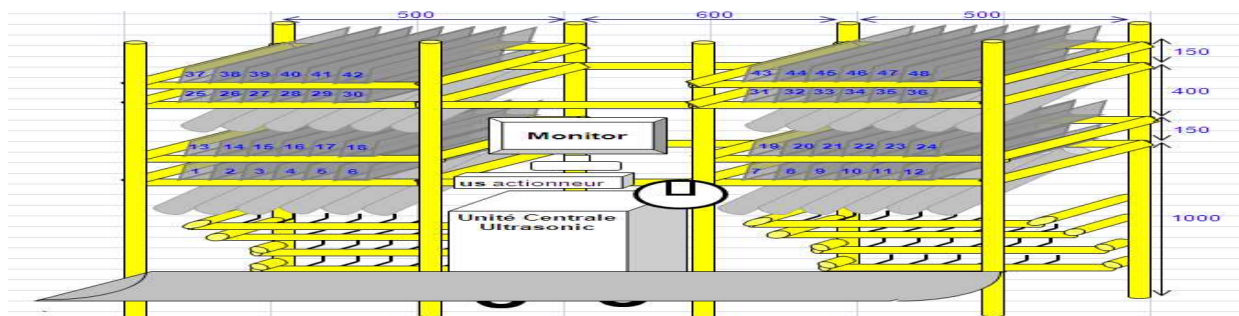


Figure 42: Un *croker* d'ultrasonique assemblé

III.3 Moyens de connexion entre les US et les cellules

➤ La situation actuelle

D'après la figure 52, on remarque l'absence des moyens de connexion directe entre les US et les cellules. C'est l'opérateur de soudage qui rassemble toutes les épissures dans un chariot commun. Ensuite, le *delivery route* alimente toutes les cellules de la chaîne par leurs épissures correspondante

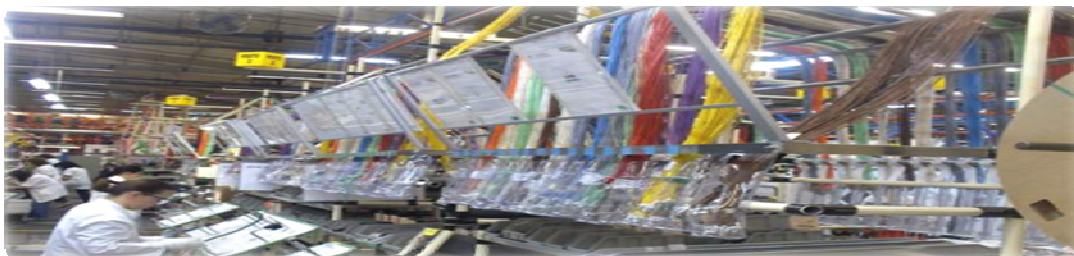


Figure 43 : Moyens de connexion entre les US et les cellules

➤ La moyenne de connexion désirée entre USw et la cellule les plus proches

On a constaté qu'on a une opération double d'alimentations (l'opérateur de US alimente le chariot par des épissures, après c'est le rôle de *delivery route* de les distribuer même pour les cellules les plus proche) comme montre la figure suivante :

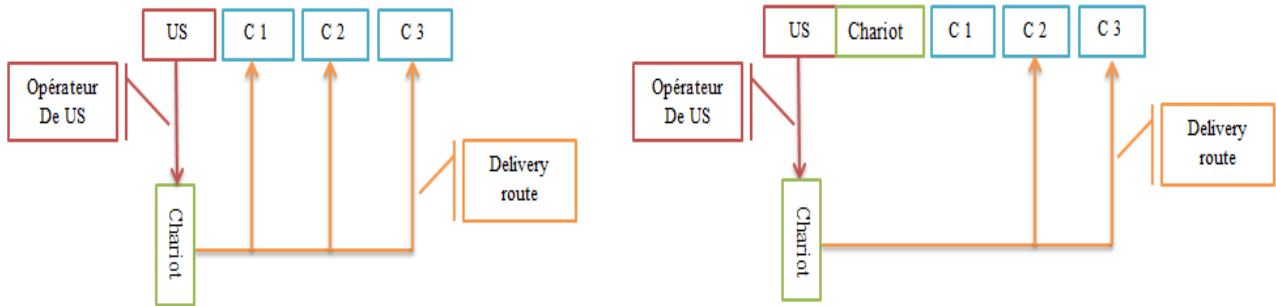


Figure 44 : L'état d'avant et l'état d'après d'emplacement du moyen de connexion

Cette double alimentation représente une perte de temps et spécialement pour les cellules liées directement aux postes d'Ultrasonic, à savoir :

US1 => Cellule 1

US2 => Cellule 5

US 3 => Cellule 14

US 4 => Cellule 11

Par conséquent, on a proposé d'ajouter des petits chariots dédiés spécialement à ces cellules qui rassemblent leurs épissures.

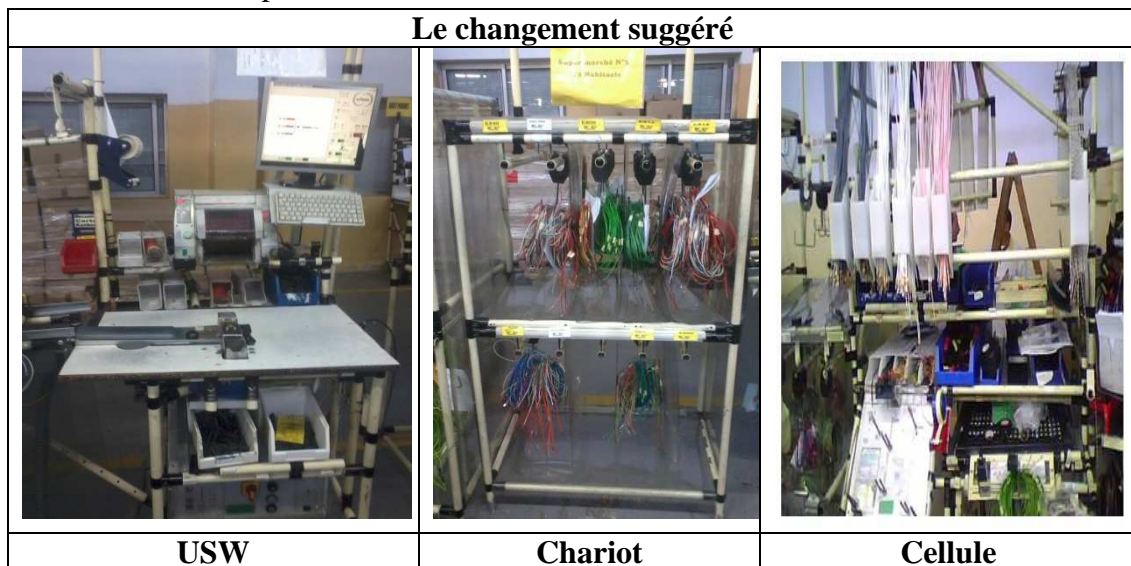


Figure 45: Image après l'ajout du chariot

➤ Les moyens de connexion désirée entre US et les cellules

D'après le tableau d'amélioration proposé auparavant, on a constaté que les cellules 3 et 4 connaissent à leur tour un grand taux de pénétration des épissures. Cela nous amène à réfléchir à une solution adéquate afin de les relier, en évitant les va et vient du *delivery route*.

On a donc proposé l'ajout des *shuttles* qui vont relier directement les US avec ces cellules comme le montre les photos suivantes :



Figure 46 : Un modèle de *shuttle*

III.4 Calibré des temps des US

Dans le but de diminuer les va et vient des opérateurs de *delivery route*, on a pensé que chaque *US* doit être alimenté au maximum les cellules les plus proche en respectant le balancement entre les 7 postes de *US* soit pour l'assemblage ou bien pour le soudage.

➤ **Les US avant changement**

Les tableaux suivants nous montrent les épissures réalisées dans chaque *Ultrasonic* et leurs moyennes pondérées par rapport à la pénétration de chaque référence.

US1													
	E123	E240	EM10C	EM26E	E200	E809C	EB08	EC06B	EB12	EM80/E276	EC06T	EC06B	
assemblage	0,83	16,00	14,54	2,69		3,05	4,40	5,50	0,00	8,35	1,35	9,54	32,19
soudage	2,23	15,00	27,42	2,16	12,91	3,81	5,14	8,25	0,00	17,98	1,18	10,36	106,42

Tableau 22: Tableau des épissures dans US 1

US2											
	E784	EB01	EM46C	EM46A/EM46B	EB03	EC06	EM20	E159	EZ32		
assemblage	17,86	2,63	10,58	19,58	8,00	0,51	15,07	14,49	1,10	89,82	
soudage	19,66	3,33	12,59	29,54	17,00	0,00	17,31	18,49	0,95	118,85	

Tableau 23 : Tableau des épissures dans US 2

US3															
	E615	E616	E904D	E904G	E210	EC06A	EBM1	E904A	E904B	EC07	EC07H	EM10A	EC09	EM10D	
assemblage	1,08	1,67	1,76	1,18	11,74	7,64		1,34	10,00	1,40	17,14	24,41	0,00	21,12	75,40
soudage	1,47	1,57	1,57	1,57	16,97	8,63	1,34	1,26	16,00	1,91	17,14	20,99	0,00	22,90	113,32

Tableau 24 : Tableau des épissures dans US 3

US4				
	E903/E902 B&A	E906B/E906A	E901/E900 C&B	EM26
assemblage	2,84	0,00	23,77	26,00
Soudage	2,29	0,00	48,86	69,14

Tableau 25 : Tableau des épissures dans US 4

➤ Les US Après changement

Les tableaux suivant nous montrent la nouvelle distribution des épissures dans chaque *Ultrasonicet* leurs moyennes pondérer par rapport à la pénétration de chaque référence

New US1											
	E123	E240	EM10C	EM26E	EM26	E809C	EC06B	E784	EB01	EM46C	
assemblage	0,83	16,00	14,54	2,69		3,05	5,50	17,86	2,63	10,58	39,61
soudage	2,23	15,00	27,42	2,16	18,00	3,81	8,25	19,66	3,33	12,59	112,43

Tableau 26: Tableau des épissures dans New US 1

NEWUS2													
	EB08	E200	EB12	EM80 /E276	EM46A/EM46B	E615	E616	E904D	E904G	EB03	E210	EC06A	
Assemblage	4,40		0,00	8,35	19,58	1,08	1,67	1,76	1,18	8,00	11,74	7,64	60,99
Soudage	5,14	12,91	0,00	17,98	29,54	1,47	1,57	1,57	1,57	17,00	16,97	8,63	114,35

Tableau 27: Tableau des épissures dans New US 2

New US3														
	EBM1	E904A	EC06T	EC06	E904B	EC07	EC06B	EC07H	EM10A	EC09	E159	EM10D	EZ32	
assemblage		1,34	1,35	0,51	10,00	1,40	9,54	17,14	20,99	0,00	14,49	21,12	1,10	98,98
soudage	1,34	1,26	1,18	0,51	16,00	1,91	10,36	17,14	24,41	0,00	18,49	22,90	0,95	116,44

Tableau 28: Tableau des épissures dans New US 3

New US4					
	E903/E902 B&A	E906B/E906A	E901/E900 C&B	EM20	
assemblage	2,84	0,00	23,77	15,07	110,12
Soudage	2,29	0,00	48,86	17,31	

Tableau 29: Tableau des épissures dans New US 4

➤ Nouvelle présentation des différentes épissures

Le graphe suivant nous présente la nouvelle présentation des différentes épissures existantes dans la chaîne de production T8 principale, leur emplacement récent dans chaque U.S par rapport aux cellules et leurs destinations

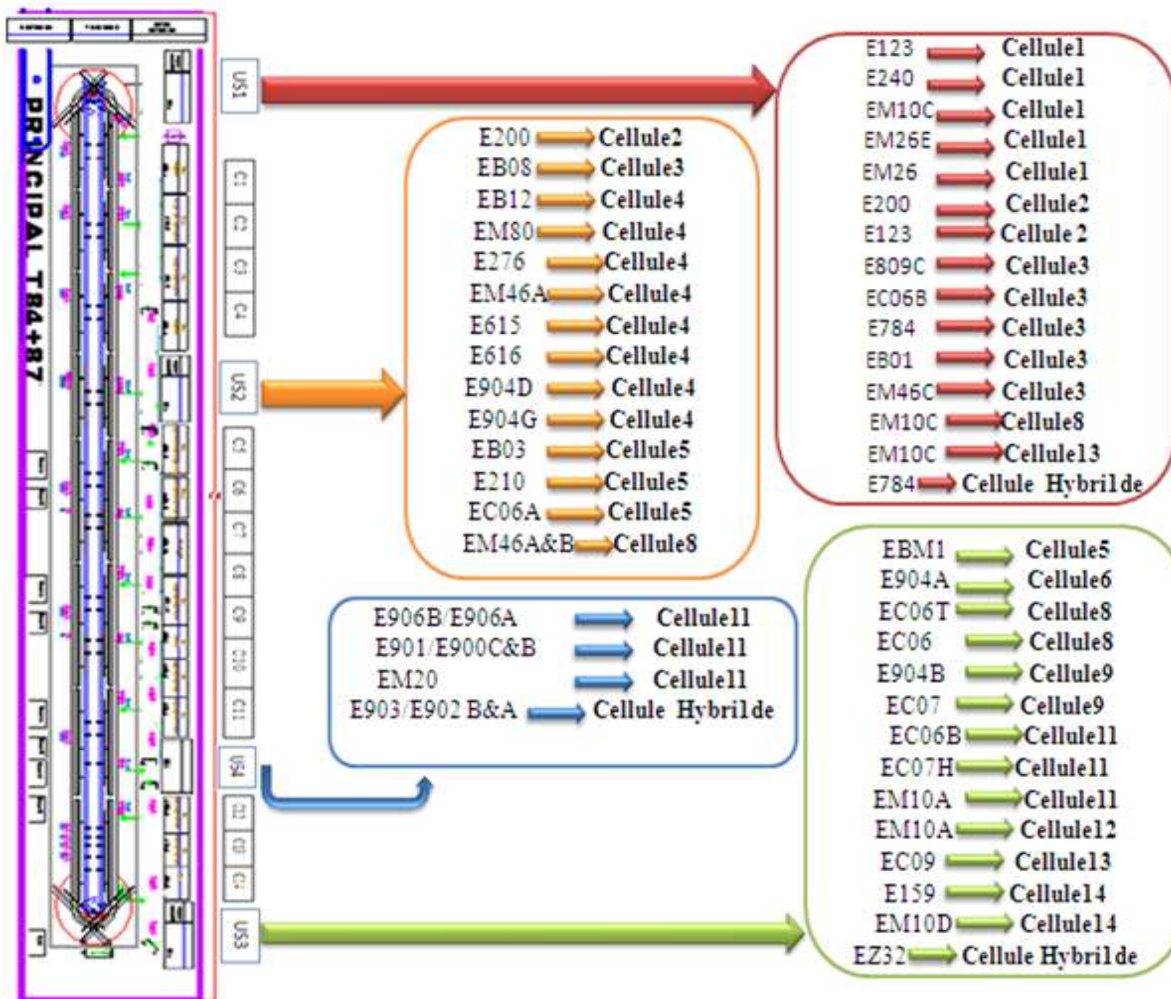


Figure 47 : Nouvelle Présentation des différentes épissures

Conclusion:

Afin de minimiser au maximum le rôle de delivery route, on a proposé des diverses solutions à savoir :

- Une nouvelle distribution des cellules et des US
- Relier les cellules qui introduisent une bonne pénétration des épissures avec les US adéquate par l'intermédiaire des moyens de connexion