

Rapport de stage G2



Stage réalisé dans l'entreprise ECL
(Ronchin, 59), du 2 juin au 29 août 2008

Tuteur entreprise : David BERNARD

Tuteur école : Pierre HOTTEBART



« L'étudiant certifie que ce travail est personnel et ne comporte aucun emprunt qui ne soit signalé comme tel. »

Signature :



Remerciements

J'adresse mes remerciements à toutes les personnes ayant contribué à la réussite de ce stage et tout particulièrement :

- M. David BERNARD, mon tuteur de stage.
- MM. Patrick DERVAUX et Patrick MOLCRETTE du service Industrialisation et Outillages, pour leur présence et leur aide toujours précieuse.
- L'ensemble des membres du service Méthodes, pour leur bonne humeur quotidienne.
- L'ensemble des opérateurs de l'atelier pour leur sympathie.

Table des matières

Remerciements	3
Table des matières	4
Résumé	6
I. Préambule	7
II. Présentation de l'entreprise ECL	8
A. Présentation générale	8
B. Le groupe Rio Tinto Alcan	8
C. Bref historique	8
D. Les valeurs de l'entreprise	8
E. Les produits et services de l'entreprise	9
1. Les produits	9
2. Les services	10
F. Les filiales de service	10
G. Positionnement sur le marché	10
III. Les missions de mon stage	10
A. Conception d'outillages sur une ligne de production	11
1. Présentation générale	11
2. Le processus de montage des galets	12
3. Les contraintes du projet	14
4. La contrainte de temps et le planning	14
5. La démarche de conception	15
6. Les différentes solutions imaginées	17
B. Mise en place d'un nouveau procédé d'assemblage	19



1. Étude du chauffage	20
2. Étude du refroidissement.....	24
3. Utilisation de ces expériences.....	24
4. Essais de frettage.....	25
5. Mode opératoire pour le frettage des galets.....	25
C. Réorganisation et implantation d'une ligne de production.....	26
1. Origine du Kaizen.....	26
2. But du projet	26
3. Présentation générale de la méthode.....	26
4. Déroulement des 4 jours.....	27
IV. Analyse du stage.....	31
A. Introduction.....	31
B. Planning.....	31
C. Différents problèmes et contretemps.....	31
D. Les apports de ce stage	32
E. Conclusion	32
V. Conclusion	33
VI. Bibliographie.....	34
VII. Annexes	35

Résumé

L'entreprise ECL est solidement implantée sur le marché des équipements pour les alumineries, puisqu'elle est actuellement leader mondial en la matière. Cette position se traduit par beaucoup d'engagement et d'implication auprès des clients de la société afin de leur apporter satisfaction, sécurité et qualité, au meilleur prix. De nombreux services sont ainsi assurés afin de garantir le bon fonctionnement de ces équipements partout dans le monde.

Les missions qui m'ont été confiées durant ce stage sont de trois natures différentes et ont fait toute la richesse des enseignements que j'ai pu en retirer.

La première de ces missions a été de concevoir des outillages afin d'améliorer le travail des opérateurs sur une ligne de production de galets pour ponts roulants. Durant cette mission, j'ai pu apprendre à mettre en place une méthodologie de conception tout en respectant un cahier des charges et des contraintes de temps. Plusieurs de ces solutions ont été rapidement mises en place au sein de l'entreprise, ce qui a été assez valorisant.

La mise en place d'un nouveau procédé de fabrication a nécessité également la mobilisation d'une démarche scientifique pour aboutir à un résultat final prenant en compte l'ensemble des éléments externes. Plusieurs expériences ont été nécessaires pour aboutir au résultat. Ce procédé de fretage a ensuite été intégré dans la production de l'entreprise et est maintenant intégré dans le processus de fabrication des galets.

La dernière semaine a été consacrée à la réorganisation de cette ligne de production par la méthode dite « Kaizen ». Ces quatre jours auront permis d'obtenir de façon très rapide des résultats probants pour l'amélioration de la production et un gain de temps. Les flux des différents éléments ont également été optimisés.

Ce stage m'aura donc appris à gérer bien des situations tant au niveau technique que relationnel. Les contraintes de temps et de coûts ont également joué un rôle très important dans ces différentes missions.

I. Préambule

Le choix de ce stage s'explique principalement par ma méconnaissance du secteur de la métallurgie, ainsi que par la bonne impression que j'ai eu lors de l'entretien préliminaire, en ce qui concerne le contenu du stage proposé ainsi que l'ambiance ou les valeurs de l'entreprise.

Ce stage me permettra d'envisager de façon plus approfondie la diversité des métiers de l'ingénieur mais aussi de découvrir le fonctionnement d'une grande entreprise dans sa globalité.

Mon stage peut se décomposer en trois grandes périodes temporelles, chacune correspondant à des métiers bien différents. Ceux-ci ont fait la richesse des enseignements que j'ai pu retirer de ce stage. Les missions qui m'ont été confiées étaient en effet très variées. Toutefois, ces périodes ne sont pas non plus parfaitement distinctes, elles ont pu interagir les unes sur les autres. Mon propos s'articulera donc autour de ces 3 grands axes que l'on peut dégager.

Le premier concerne la conception d'outillages et d'équipements afin de faciliter le travail des opérateurs sur une ligne de production. Ensuite, mon travail a consisté en la mise en place d'un nouveau procédé d'assemblage dans la production de galets de roulement. En dernière partie, nous verrons comment la méthode dite « Kaizen » permet la réorganisation d'une zone de l'atelier et l'optimisation de la production.

Enfin, je terminerai par l'analyse de mon stage ainsi que des différents enseignements et connaissances que j'ai pu en tirer et en quoi cela pourra m'aider dans ma future carrière professionnelle.

II. Présentation de l'entreprise ECL

A. Présentation générale

Le siège de l'entreprise se situe à Ronchin, dans le Nord, près de Lille. ECL est une société par actions simplifiées (SAS). Elle compte environ 800 salariés, dont 250 dans ses filiales à l'étranger. 98% du chiffre d'affaire de l'entreprise est destiné à l'exportation hors Europe.

B. Le groupe Rio Tinto Alcan

La société ECL fait partie du groupe RIO TINTO ALCAN. Cette multinationale est le plus important producteur mondial d'aluminium de première fusion et figure parmi les leaders dans les technologies de ce secteur. Ce groupe comporte plus de 100 000 collaborateurs de par le monde.

C. Bref historique

La société ECL a été fondée en 1947 par trois ingénieurs de spécialisations différentes. Cette origine explique son nom qui est l'abréviation des mots suivants : Electrification, Charpente, Levage. Dès 1955, elle se lance dans la construction d'équipements pour les alumineries. Cette activité deviendra peu à peu son cœur de métier, puisqu'aujourd'hui, 100% de son activité se rapporte à cette industrie.

D. Les valeurs de l'entreprise

Le client et la satisfaction de celui-ci sont placés au cœur du travail de chaque collaborateur. Chaque service doit en effet savoir composer avec les exigences du client pour arriver à la meilleure solution. Dans cet objectif, 3 priorités sont données :

- **la sécurité** : éviter les accidents ;
- **la qualité** : atteindre un objectif de zéro défauts ;
- **les délais** : respecter les échéances.



Bien entendu, ces priorités s'entendent aussi bien vis-à-vis des clients que des collaborateurs à l'intérieur même de l'entreprise.

La société s'engage également pour l'environnement, la santé et la sécurité au travers d'actions volontaristes visant à réduire l'impact environnemental, les risques pour la santé ainsi que pour la sécurité de tous les produits ECL, mais aussi vis-à-vis des collaborateurs. Cette démarche s'inscrit donc dans une logique de développement durable et d'amélioration continue.

E. Les produits et services de l'entreprise

ECL assure l'ensemble des étapes de vie des équipements pour aluminerie, de la conception à la modernisation des produits sur site, en passant par la fabrication, l'installation, la formation...

1. Les produits

Les produits ECL répondent à tous les besoins des alumineries pour les trois secteurs principaux suivants :

- **Electrolyse** : l'aluminium est en effet obtenu par réduction électrolytique à partir de l'alumine extraite de la bauxite. Pour ce domaine, ECL produit des machines de service d'électrolyse (MSE), différents équipements pour les cuves d'électrolyse (piqueurs-doseurs, connecteurs, poutres de relevage...);



Photo 1 : exemple de MSE sur site



Photo 2 : exemple de MSFAC sur site

- **Carbone** : production des anodes en carbone servant pour l'électrolyse. La production ECL est tournée vers les machines de service de four à cuire (MSFAC) ;

- **Métal** : manutentions des poches de métal en fusion. Ces opérations étant les plus dangereuses, la sécurité est placée au cœur de la fabrication de palonniers et de machines de service de fonderie.



Photo 3 : exemple de machine de coulée

2. Les services

Les services ECL concernent :

- **La supervision** : installation des équipements sur les sites de production ;
- **La formation** : enseignement de l'utilisation et de la maintenance des équipements ;
- **Le support technique** : service de maintenance et de rechange ;
- **L'audit** : diagnostic et identification des problèmes et améliorations possibles des produits ;
- **La modernisation** : évolution et amélioration des produits.

F. Les filiales de service

Les différents services présentés précédemment sont réalisés sur le terrain par les filiales de service ECL proches de chacun de ses clients. En effet, l'entreprise ECL possède des filiales sur chaque continent. Cette stratégie a bien évidemment pour but d'être le plus réactif possible et de rechercher la satisfaction du client.



G. Positionnement sur le marché

ECL est le leader mondial des équipements destinés à la production d'aluminium primaire dans les trois secteurs principaux, que sont l'électrolyse, le carbone et la fonderie. La force de l'entreprise réside dans sa parfaite maîtrise de l'ensemble des métiers liés à la fabrication d'équipements pour la production d'aluminium primaire ainsi que dans sa capacité à proposer une offre globale de la conception, avec des équipes d'ingénieurs de haut niveau, jusqu'aux services après-vente en passant par la livraison clé en main. Ce leadership, ECL le doit à l'inventivité de son bureau d'études, à la qualité de sa production et à l'enthousiasme de l'ensemble de ses équipes, qui unissent leurs efforts dans une synergie toujours plus créative.

III. Les missions de mon stage

Comme précisé plus haut, les missions de stage qui m'ont été confiées ont été de natures très différentes et ont fait toute la richesse de cette expérience. Toutefois, toutes étaient tournées vers l'amélioration d'une même ligne de production et ces différents points de vue auront été très



intéressants. De cette ligne sortent des galets destinés à équiper des ponts roulants de machines (MSE ou MSFAC) œuvrant dans des alumineries.

A. Conception d'outillages sur une ligne de production

1. Présentation générale

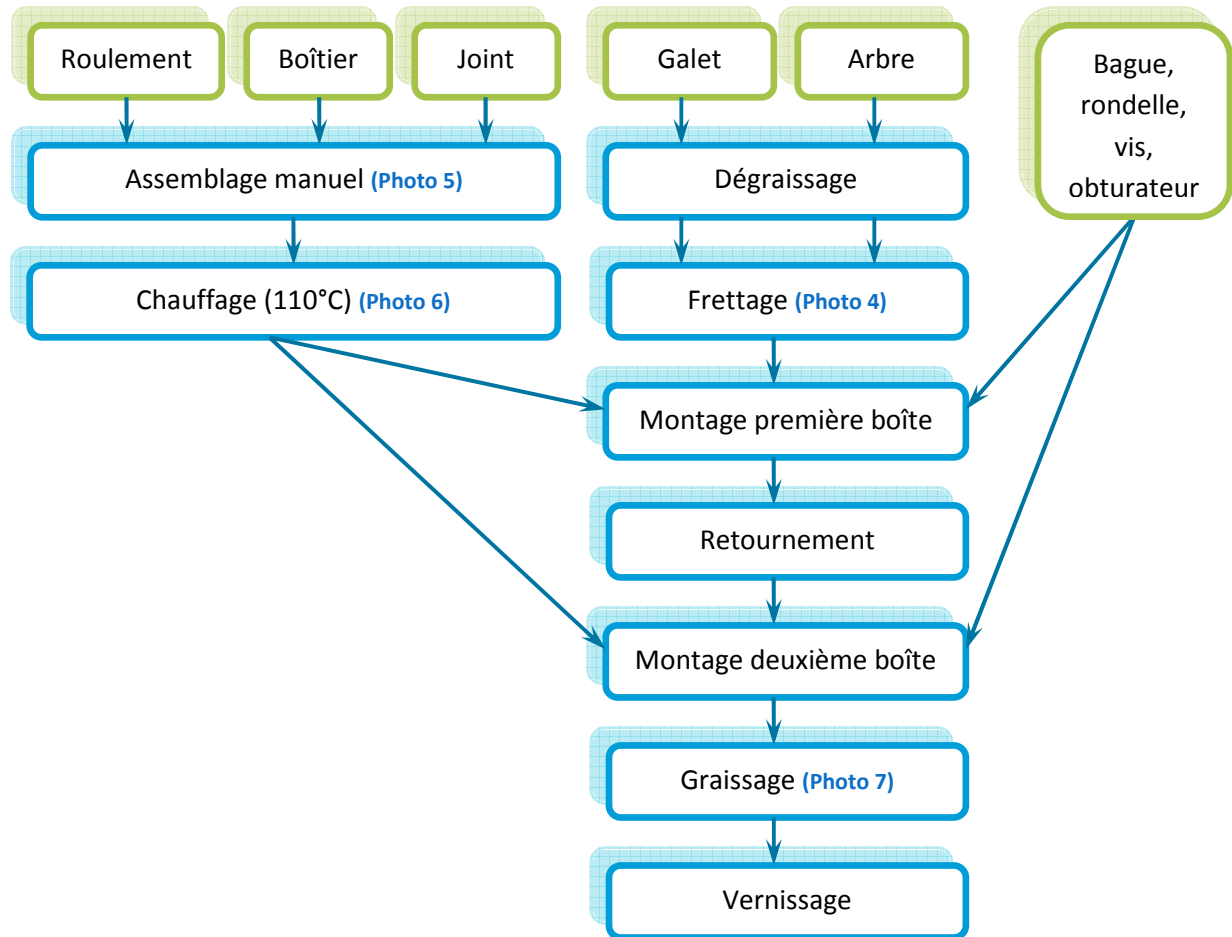
L'entreprise réalisant le fretage des galets pour le compte de la société ECL ayant augmenté de façon significative ses tarifs, ECL souhaite le réaliser dans ses locaux afin de diminuer les coûts de production de ces galets.

Le but du projet est donc de concevoir l'ensemble des outillages nécessaires au lancement d'une ligne de production en série de galets, gérer les flux des différentes pièces, prévoir l'implantation de la ligne dans l'atelier. Actuellement, les opérations concernant le fretage et le retournement des galets sont particulièrement problématiques, tant d'un point de vue de la cadence de production que de la sécurité des opérateurs.

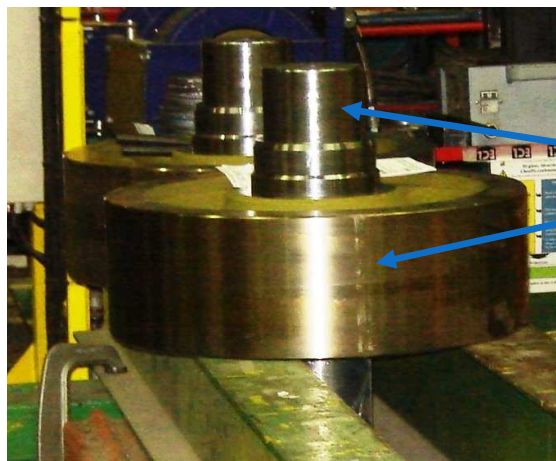
Les effets recherchés par cette première mission sont donc : la mise en place d'une production en série (ayant certaines caractéristiques de la méthode du « juste à temps »), une sécurité accrue de l'opérateur lors des différentes opérations de montage et de manutention.

2. Le processus de montage des galets

Le processus de montage simplifié correspond à celui décrit dans le schéma suivant :



Pour rendre cette présentation un peu plus claire d'un point de vue visuel, voici quelques photos prises sur cette ligne de production où l'on peut voir l'avancement du montage de ces galets :



Arbre

Galet fretté

Photo 4

Joint
Roulement
Boitier de roulement



Photo 5



Chauffe roulement
par induction
actuellement utilisé

Photo 6

Obturbateur
Boitier de roulement
Galet

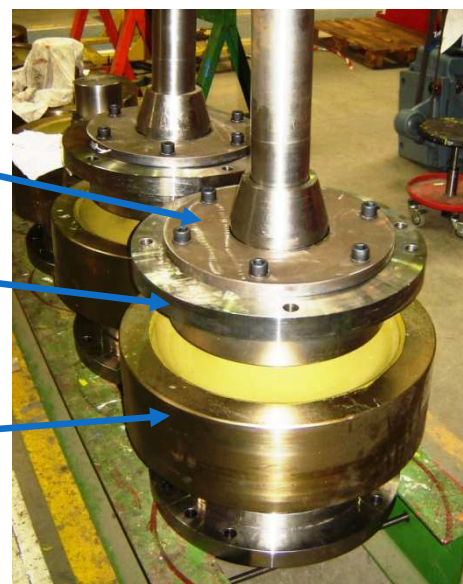


Photo 7

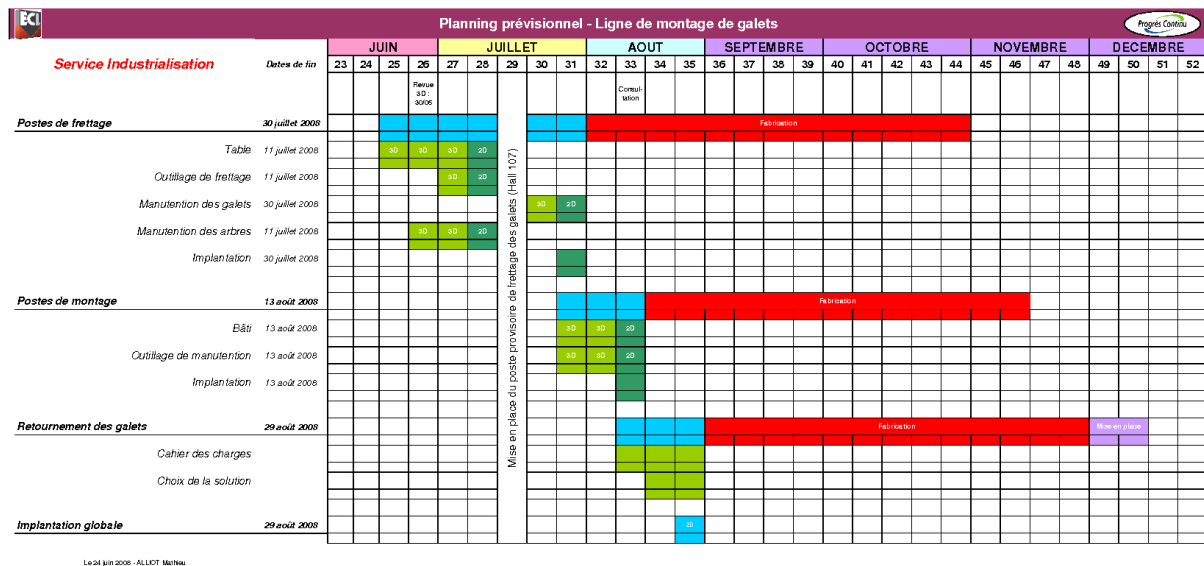
3. Les contraintes du projet

Les différentes contraintes qui m'ont été imposées pour cette mission sont les suivantes :

- Les différentes pièces de base arrivent sur la ligne de production sur des palettes. Un palettier devra donc être prévu pour le stockage en amont de ces pièces.
- Le diamètre des galets varie de 300 à 700 mm (diamètres intermédiaires : 420, 500, 550, 620). Les supports de galet sur la ligne de production devront donc comprendre un système de réglage pour pouvoir être utilisés de façon universelle. Actuellement, l'utilisation de simples poutrelles IPE représente une solution simple et peu onéreuse.
- Un pont complet fait intervenir 3 galets libres et un galet moteur (pour la translation) et un galet libre et un galet moteur (pour la direction). Cela doit être pris en compte pour le dimensionnement des espaces de stockage.
- Un établi devra être présent sur le site afin de permettre le montage des boîtes de roulement avant leur mise à température (110°C).
- Le retournement des galets n'est possible que par utilisation d'un pont de levage (poids final des assemblages : jusqu'à 1 100kg).
- Il faudra prévoir des outillages de manutention pour presque tous les composants au vu des dimensions et du poids de chacun d'entre eux.
- Un moyen d'arrêter en rotation l'ensemble monté devra être prévu afin de permettre le vissage des différents éléments.
- Un espace pour le stockage des chauffe-roulements, pompe à graisse et cuve de vernis à proximité de chaque emplacement de galet est à prendre en compte.
- Le choix du chauffe-roulement utilisé pour le chauffage des galets avait déjà été effectué avant mon arrivée dans l'entreprise.
- Le chauffe-roulement utilisé pour le chauffage du sous-ensemble « roulement, boîtier et joint » sera le modèle actuellement utilisé.
- Les galets seront ensuite dirigés sur des palettes vers l'emplacement d'assemblage des sommiers.

4. La contrainte de temps et le planning

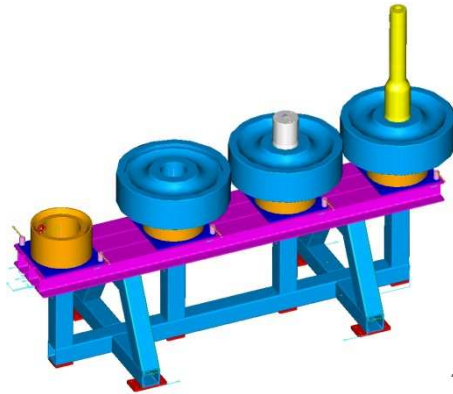
Les premiers jours de mon stage m'ont permis la découverte de l'entreprise et plus particulièrement de la production sur laquelle mon stage allait s'orienter. Ensuite, j'ai pris connaissance des différents outils informatiques utilisés par l'entreprise (logiciel de conception assistée par ordinateur : I-DEAS, progiciel de gestion intégré : SAP...). Très rapidement, des échéances concernant la réalisation des outillages pour cette ligne de production m'ont été données. Elles ont abouti à la création d'un planning que voici :



Pour plus de lisibilité, ce planning a également été placé dans les annexes, ainsi qu'un autre échéancier pour la conception plus spécifique des outils permettant le fretage des galets de diamètre 420 mm.

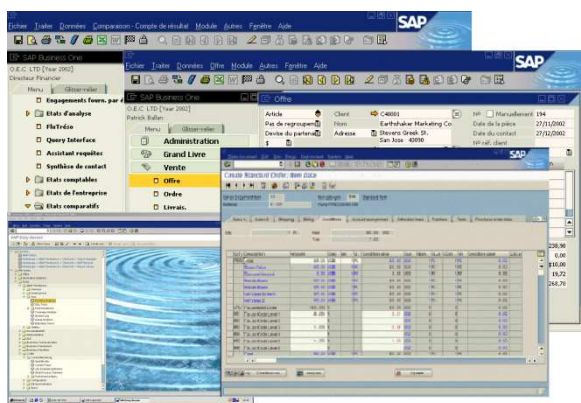
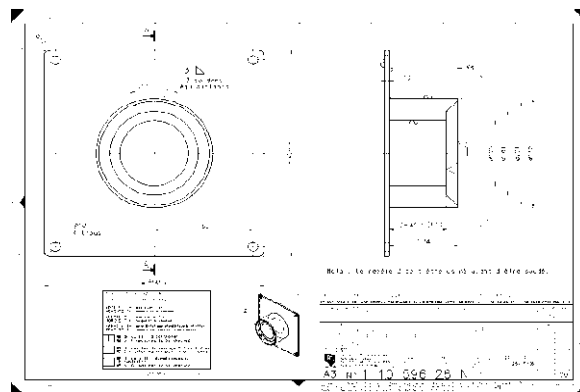
5. La démarche de conception

- **Prise en compte de tous les paramètres et contraintes du problème à résoudre** : cette étape est primordiale car elle peut rendre inutile toute la suite de la conception. Il faut se renseigner auprès des futurs utilisateurs, obtenir des données, rédiger un cahier des charges. Tout cela doit être réalisé de façon rigoureuse et exhaustive ;
- **Recherche de solutions** : tout d'abord, il est bon de jeter rapidement les premières idées sur le papier en réalisant quelques dessins à main levée. Il faut ensuite demander aux autres quelles peuvent être les habitudes dans l'entreprise. Peu à peu, les différentes choix évoluent vers des solutions optimales ;
- **Confrontation des solutions** : bien sûr, chaque solution envisagée possède des avantages et des inconvénients qu'il faut détailler ;
- **Choix de la solution** : une solution est retenue en accord avec différents critères : coût ; mise en œuvre ; sécurité ; robustesse ; simplicité de la fabrication ; fiabilité ; ergonomie ;



- **Réalisation du modèle numérique sous I-DEAS :** différents problèmes liés au dimensionnement notamment se posent durant cette phase ;

- **Edition du plan 2D sous I-DEAS :** ce plan permettra ensuite la demande d'un devis si la fabrication de l'équipement est sous traitée ou sa réalisation s'il est réalisé en interne ;



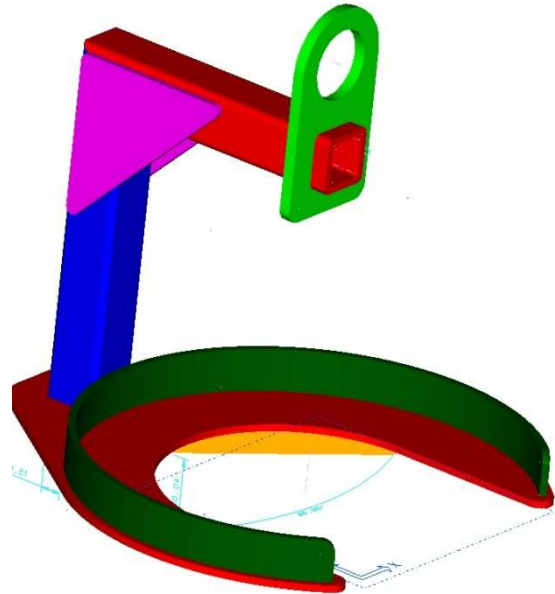
- **Mise à jour de la base de données sous SAP :** la base de données est mise à jour afin que le produit puisse être partagé et utilisé par d'autres utilisateurs. Cette étape consiste en la création d'un article (un produit est repéré par son numéro d'article), d'une fiche info document (pour lier le fichier du plan à l'article) et d'une nomenclature dans laquelle sont définis les bruts et les matières pour arriver au produit final.

6. Les différentes solutions imaginées

a) *Outillage de manutention des galets*

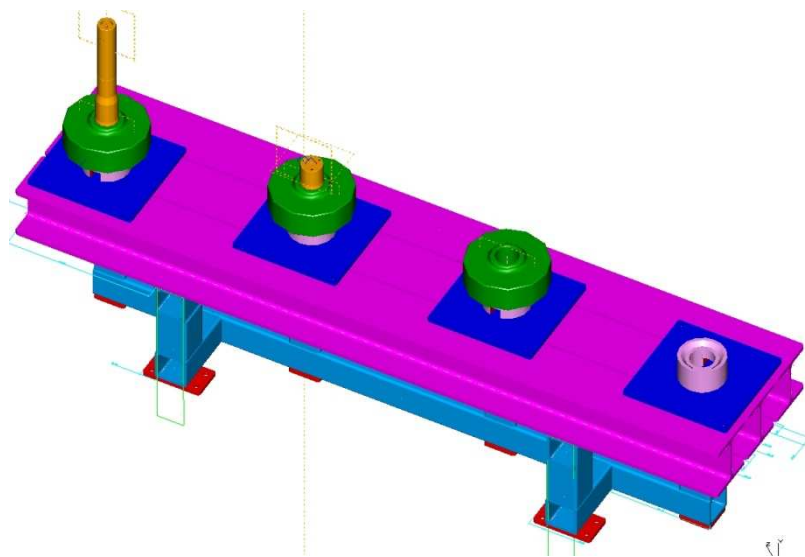
Jusqu'à présent, les galets (avant qu'ils ne soient frettés sur un arbre) étaient soit manipulés à la main, ce qui pose un problème au vu du poids des galets, soit à l'aide de deux serre-joints, ce qui est assez peu pratique à mettre en œuvre. Un outillage était donc nécessaire pour assurer la sécurité de l'opérateur et minimiser les temps de manipulation. Voici la solution à laquelle je suis parvenu.

Cet outillage est surtout remarquable par sa facilité de réalisation puisque c'est un assemblage mécano-soudé. Par contre, un outillage différent est nécessaire pour chacun des différents diamètres de galets.



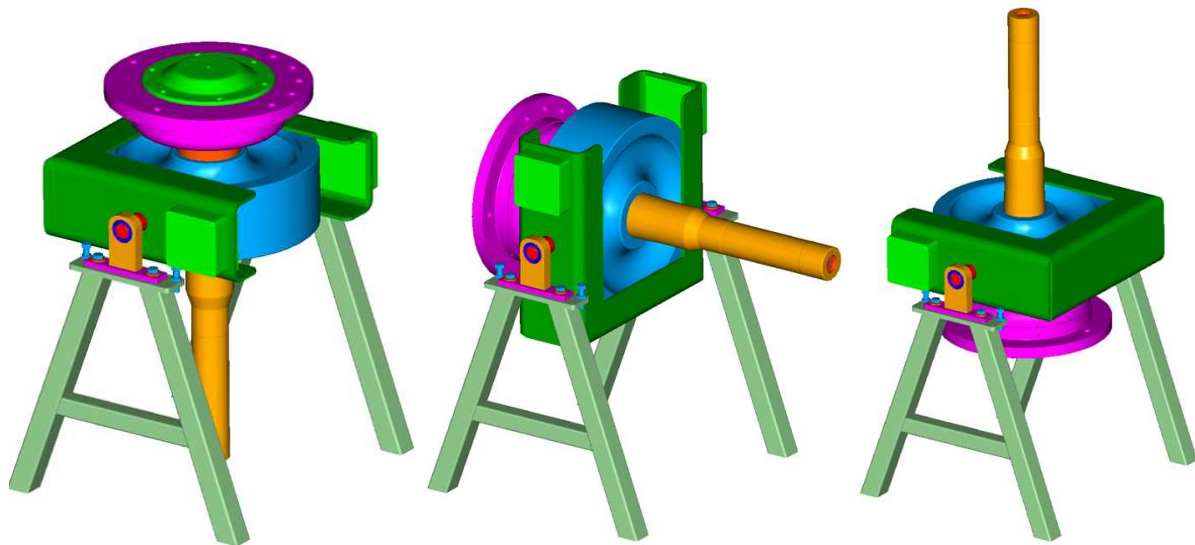
b) *Table de travail permettant le fretage des galets*

Cette table doit permettre le fretage des galets. Le galet (en vert sur l'image ci-dessous) est tout d'abord chauffé à l'aide de l'appareil de chauffage par induction à une température de 250°C puis il est déposé sur une entretoise (en rose pâle) à l'aide de l'outillage de manutention présenté précédemment. Ensuite, l'arbre (en orange) est introduit à l'intérieur du galet. L'ensemble refroidit ensuite lentement à l'air libre. Cette table évite toute possibilité de basculement du galet et de son arbre. Cette sécurité est assurée par l'entretoise, qui permet aussi le positionnement précis du galet sur l'arbre puisque sa position est définie à quelques dixièmes de millimètre près.



c) Outillage de retournement des galets

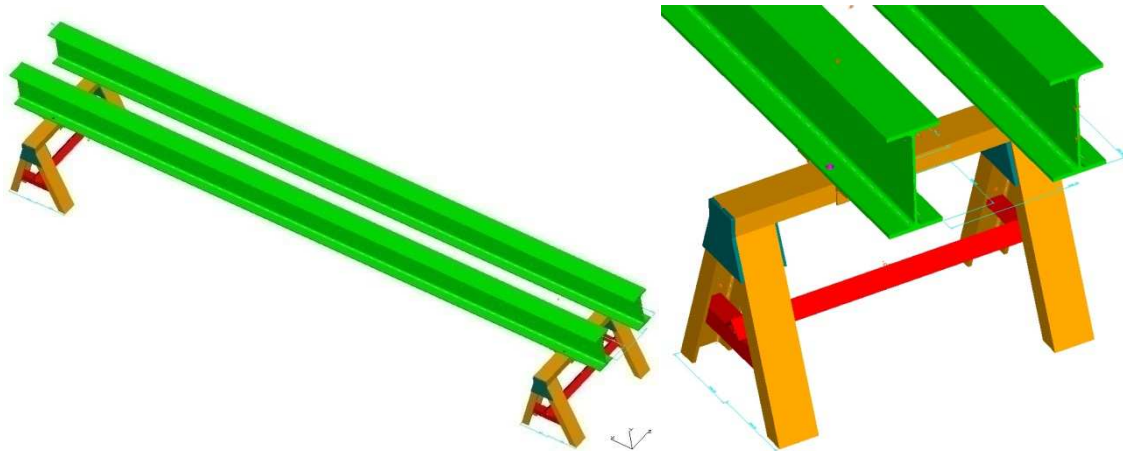
Avant la mise en place de cet outillage, cette opération de manutention s'effectuait à l'aide de deux moyens de levage (une potence d'atelier et un pont roulant). Là encore, la sécurité de l'opérateur est remise en question ainsi que la durée de cette étape. L'outillage conçu permet donc un retournement rapide et sans danger des galets frettés. De plus, il n'utilise aucun actionneur puisque le retournement se fait uniquement sous l'action de la gravité. L'opération de retournement est nécessaire pour pouvoir monter les ensembles de roulement de chaque côté du galet.



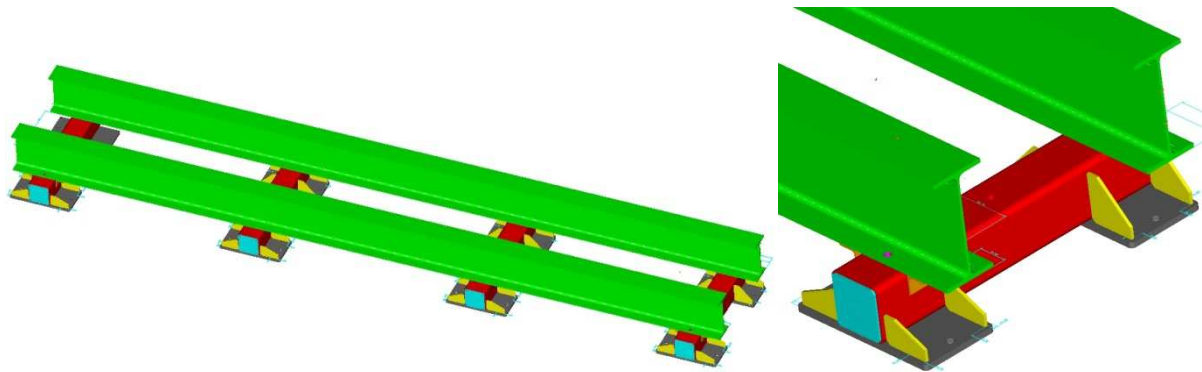
d) Tables de travail permettant le montage des galets

Ces deux tables permettent le montage des ensembles de roulement sur l'arbre du galet. Deux tables de hauteurs différentes sont nécessaires afin de pouvoir assembler le produit entièrement, et ceci pour des raisons dimensionnelles. Les poutres IPE (en vert sur les illustrations suivantes) sont réglables en écartement et possèdent également un système de verrouillage rapide par goupille pour éviter encore une fois tout risque de basculement de ces poutres sous le poids conséquent des galets. Cet outillage peut donc s'adapter à tous les diamètres de galet et respecte les impératifs de sécurité. La hauteur de ces équipements a également été étudiée pour offrir à l'opérateur une position de travail la plus ergonomique possible.

- Première table de montage sur tréteaux :



- Deuxième table de montage sur supports bas :



B. Mise en place d'un nouveau procédé d'assemblage

Cette partie est particulièrement détaillée puisqu'elle a fait l'objet d'un rapport interne à l'entreprise et représente une véritable plus-value.

Comme il a été précisé plus haut, l'opération de fretage des galets sur un arbre était auparavant réalisée par une autre société. Cette étape devant être dorénavant réalisée en interne, il avait été décidé avant mon arrivée de réaliser ce fretage par chauffage du galet à l'aide d'un chauffe-roulement standard fonctionnant par induction. Cette technologie étant nouvelle pour ECL, il était nécessaire d'étudier de façon précise le comportement de cette machine ainsi que du galet et de l'ensemble freté lors de toutes ces opérations.

Le galet utilisé pour ces essais de chauffage est un galet de diamètre 300 mm rebuté pour cause de non-conformité dimensionnelle. Ce défaut a été détecté lors de l'usinage de ce galet. De ce fait, il n'a subi aucun traitement thermique qui est la dernière opération de fabrication des galets de roulement.

Les essais réalisés sont au nombre de 4. La méthode utilisée est expérimentale et a été réalisée d'un point de vue scientifique. Tout d'abord, il fallait tester les différents modes de chauffage de la machine utilisée. En effet, il existe deux modes de fonctionnement :

- Le mode « durée » : l'opérateur définit une durée de fonctionnement, met en marche la machine, qui s'arrête automatiquement à la fin de cette durée. Il peut toutefois vérifier la température de la pièce à l'aide de la sonde disponible sur la machine.
- Le mode « température » : l'opérateur définit une température « cible », met en marche la machine, qui effectue un cycle de maintien en température de 15 minutes lorsque la température « cible » est atteinte. Ce mode n'est disponible qu'avec l'utilisation de la sonde de température.



Photo 8 : le chauffe-roulement utilisé pour les essais

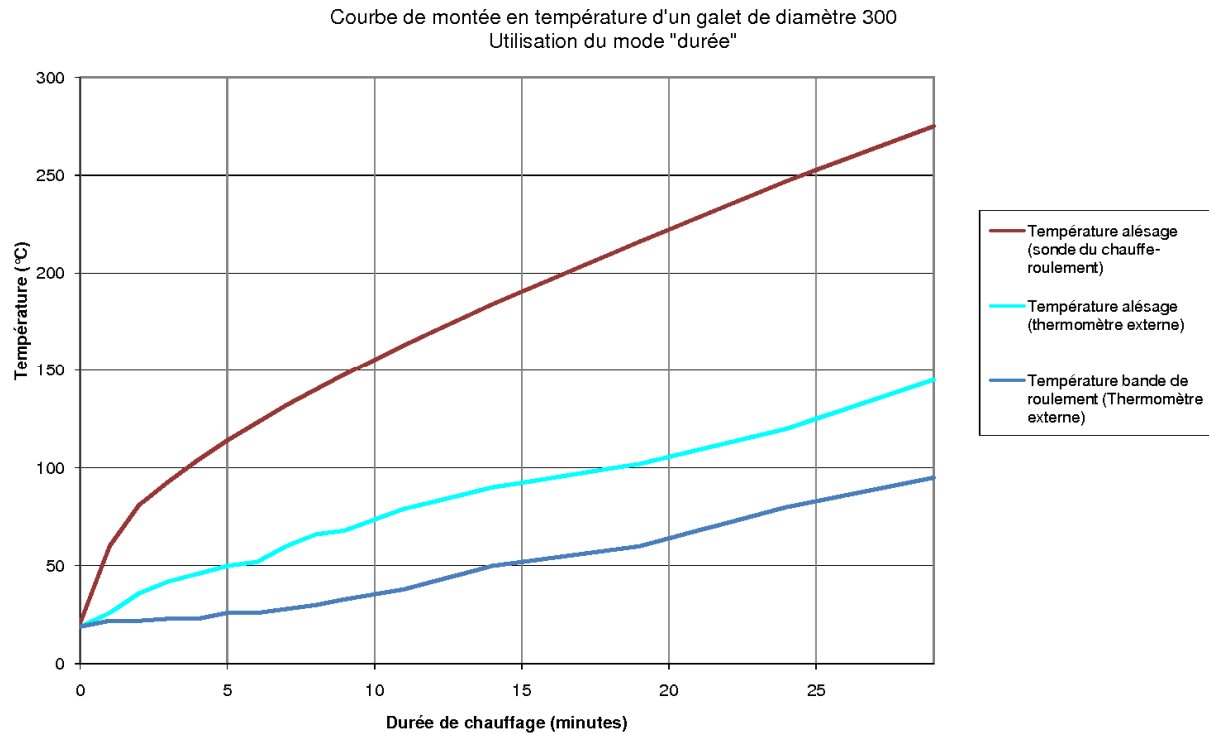
Le premier essai a donc été effectué en mode « durée ». Mais ce mode n'étant pas le plus adapté pour l'utilisation souhaitée, il n'a pas été réutilisé. Les suivants utilisent le mode « température » et ne diffèrent réellement que par les moyens de mesure employés.

1. Étude du chauffage

a) Premier essai

Lors de ce premier essai, 3 températures différentes ont été relevées. La première est donnée par la sonde de la machine placée au niveau de l'alésage du galet, la seconde par un thermomètre externe sans contact au niveau de l'alésage et enfin la troisième par ce même thermomètre au niveau de la bande de roulement. Il est à noter que ce thermomètre externe est un thermomètre infrarouge, fonctionnant sur le principe de la mesure du rayonnement thermique.

Voici les résultats de ce premier essai :



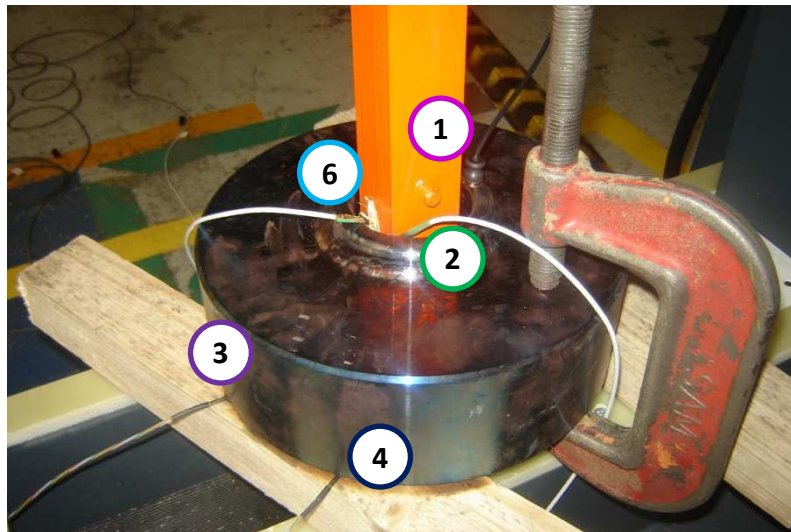
Interprétation des résultats :

Tout d'abord, on remarque que la température de départ est d'environ 20°C et correspond à la température ambiante dans l'atelier. Ensuite, on note une nette divergence entre les résultats donnés par deux méthodes de mesure différentes pour la température au niveau de l'alésage du galet. En effet, il existe à la fin de cet essai une différence de plus de 100°C entre les deux mesures ! Ce qui bien évidemment remet en cause la fiabilité de l'un ou l'autre des moyens de mesure. Toutefois, on peut voir une différence de température d'environ 40 à 50°C entre l'alésage et la bande de roulement (les résultats étant utilisables puisque ces deux températures utilisaient le même moyen de mesure), ce qui est préjudiciable à une dilatation correcte du galet pour effectuer le fretage. Il faudra donc prendre en compte ces différents résultats lors des prochains essais et trouver des solutions afin d'y remédier. Enfin, on peut imaginer que la température de l'alésage paraît pouvoir augmenter encore de façon trop importante. Le mode « durée » utilisé ici ne peut donc convenir à notre utilisation, étant donné la variété des galets qui devront être frettés et donc les différences de temps de chauffage pour chacun d'entre eux.

b) Deuxième essai

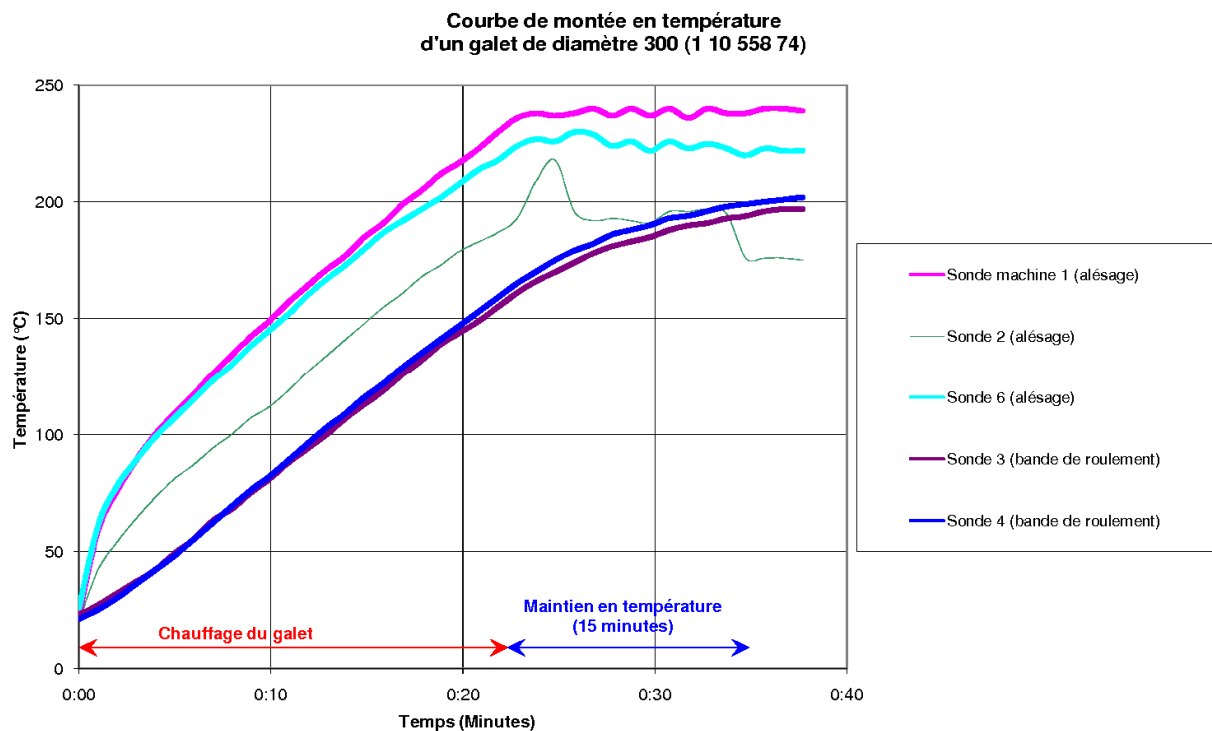
En premier lieu, il fallait savoir lequel des deux moyens de mesure n'était pas fiable. Il a donc été décidé de ne plus utiliser le thermomètre infrarouge et de le remplacer par un thermocouple relié à un afficheur numérique. Ensuite, pour éviter d'avoir une différence de température trop importante entre l'alésage et la bande de roulement à la fin de l'essai, nous procéderons à une phase de maintien en température, ce qui est rendu possible par la configuration même de la machine

durant une durée de 15 minutes. Pour cet essai, 5 sondes au total ont été placées en différents points du galet. Elles ont été réparties de la façon suivante :



Cette répartition s'explique par la volonté de savoir si le galet est chauffé de façon uniforme, étant donné que le barreau (en orange sur la photo) est de section carrée et que le galet est circulaire. La sonde 1 est celle existant sur l'appareil à l'origine. Les autres sont des thermocouples externes.

Voici les résultats de ce second essai :



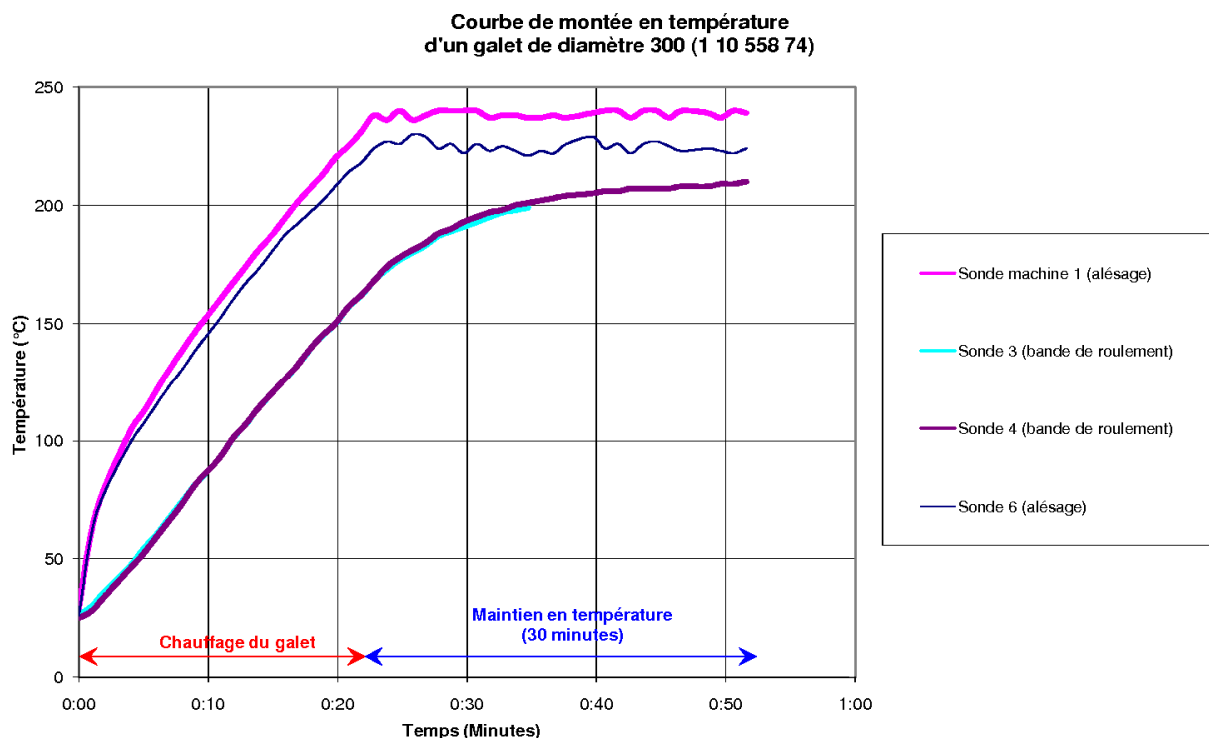
Interprétation des résultats :

Tout d'abord, on peut dire que la forme du barreau n'influe pas ou peu sur l'uniformité de la température du galet puisque les résultats donnés par les sondes 3 et 4 sont très proches (en tout cas, leur différence ne semble pas significative). Ensuite, on remarque que les résultats sont ici de bien meilleure qualité, le thermomètre infrarouge était donc bien en cause dans les résultats hasardeux du premier essai. En effet, la sonde de la machine et la sonde 6, toutes deux placées sur l'alésage du galet donnent des valeurs assez proches, bien qu'une différence de 10 à 15°C soit observée entre les deux mesures au-delà de 200°C. Toutefois, la sonde 2, sensée mesurer cette même température, a rencontré une anomalie dès le début de l'expérience. De plus, les sondes 3 et 4 mesurent des températures de la bande de roulement extrêmement proches (seulement quelques degrés de différence au-delà de 150°C). L'utilisation de thermocouples est donc validée pour cette expérience. Enfin, on voit ici assez nettement l'intérêt du maintien en température puisque la différence de température entre l'alésage et la bande de roulement passe de 70°C à moins de 40°C à la fin de cette phase.

c) Troisième essai

Bien que le deuxième essai ait donné des résultats probants, une dernière expérience s'est avérée être nécessaire afin d'étudier l'évolution de la température avec un temps de stabilisation encore plus long (jusqu'à atteindre un certain équilibre thermique de l'ensemble du galet) ainsi que pour obtenir les courbes de température lors du refroidissement du galet. Le mode opératoire est donc le même que celui mis en place dans l'essai précédent, à la différence près que la sonde défectueuse a été retirée.

Voici les résultats de ce troisième essai :



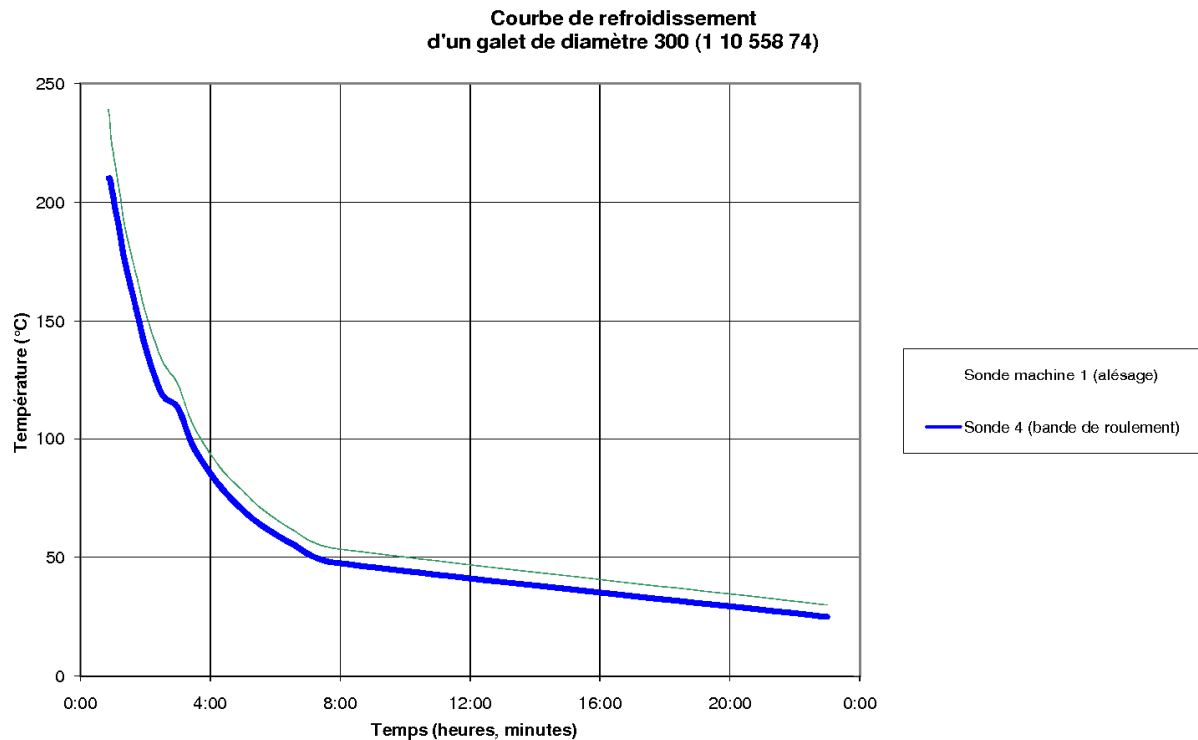
Interprétation des résultats :

On obtient bien entendu des résultats similaires à ceux obtenus dans l'essai précédent. Le maintien en température étant plus long, on observe que la température de la bande de roulement atteint son maximum. En effet, la pente de la courbe donnée par la sonde 4 possède à la fin de l'essai une pente assez faible, ce qui indique l'approche d'un maximum. On en déduit donc une différence de température d'environ 20°C entre l'alésage et la bande de roulement lorsque le régime permanent est atteint.

2. Étude du refroidissement

Le but de cet essai était également d'obtenir la courbe de refroidissement du galet afin de savoir le temps minimum nécessaire pour que l'opérateur puisse manipuler le galet sans risque.

Voici la courbe montrant l'évolution de la température du galet lors de son refroidissement à l'air libre :



Pour obtenir une température du galet inférieure à 40°C, ce qui semble être une limite raisonnable pour éviter tout risque de brûlure pour l'opérateur, le temps de repos nécessaire du galet est d'environ 12 heures.

3. Utilisation de ces expériences

Ces différents essais vont nous être utiles pour optimiser le cycle de chauffage des galets. A partir de ces essais, nous essaierons de réduire le temps de maintien en température, tout en assurant la manutention de l'ensemble, le fretage des galets dans de bonnes conditions et la sécurité de l'opérateur.

Toutefois, l'expérience montrera par la suite que l'utilisation de ce galet rebuté n'était pas forcément indiquée pour ces essais. En effet, le chauffage par induction des mêmes galets traités thermiquement demande environ le double de temps. Mais cela conforte l'idée de l'optimisation nécessaire du mode opératoire puisque les temps nécessaires au frettage sont alors grandement allongés.

4. Essais de frettage

Un ensemble de 6 galets ont été mis à disposition rapidement pour effectuer des essais de frettage et commencer à optimiser le cycle de chauffage ainsi que les manipulations à effectuer. Pour chaque couple galet/arbre, le serrage a été mesuré de façon précise. Les temps de chauffage ont été réduits au fur et à mesure des essais. Les duretés ont également été mesurées afin de vérifier que le chauffage des galets n'avait que peu d'influence sur la dureté obtenue après traitement thermique.

Voici les résultats obtenus :

Galet	Arbre	Serrage	Température cible	Temps de montée en température	Temps de maintien en température	Temps total	Dureté mesurée avant chauffage (HB)	Dureté mesurée après chauffage (HB)	Cote de montage mesurée
4	L1	0,103	240	45	30	75	330	325	82,06
5	M1	0,107	240	45	25	70	335	331	82,10
1	L2	0,110	240	45	15	60	312	315	82,14
3	M2	0,108	230	35	15	50	321	321	82,06
2	L4	0,104	220	24	15	39	320	317	82,24
12	L3	0,106	210	21	15	36	360	362	82,00

On voit donc ici que le temps total pour le chauffage du galet a été divisé par deux entre le premier essai et le dernier, ceci tout en maintenant une certaine sécurité lors de l'opération de frettage. En effet, il faut être certain d'obtenir une dilatation suffisante du galet pour éviter de « coincer » le galet sur l'arbre durant l'opération. Là est toute la difficulté de l'opération ...

Ensuite, la dureté n'est pas modifiée par le chauffage du galet, puisque les valeurs mesurées avant et après sont semblables.

Enfin, on remarquera la variation assez importante de la cote de montage du galet sur l'arbre, qui est défini en principe à 82 mm, avec un intervalle de variation de $\pm 0,3$ mm. Les valeurs relevées sont conformes. Toutefois pour éviter toute erreur, il a été décidé de remettre en cause les outillages utilisés pour cette opération afin d'aboutir à une meilleure qualité de réalisation.

5. Mode opératoire pour le frettage des galets

Un mode opératoire a été réalisé à destination des opérateurs devant faire cette opération. Il a également fait l'objet d'une formation. Il est présenté en annexe.

C. Réorganisation et implantation d'une ligne de production

1. Origine du Kaizen

Le mot « **Kaizen** » est la fusion des deux mots japonais « *Kai* » et « *zen* » qui signifient respectivement « changement » et « bon ». La traduction française courante est « amélioration continue ». En fait, par extension, on veut signifier « analyser pour rendre meilleur ».

Le *Kaizen* est un processus d'améliorations concrètes, simples et peu onéreuses réalisées dans un laps de temps très court. Mais le *Kaizen* est tout d'abord un état d'esprit qui nécessite l'implication de tous les acteurs.¹

2. But du projet

Le but est d'intégrer le nouveau procédé d'assemblage des galets par frettage au sein de la ligne de montage des galets, ainsi que de redéfinir l'implantation complète de cette ligne. Ceci dans le but de résoudre différents problèmes liés aux risques encourus par les opérateurs, notamment lors des opérations de manutention, aux pertes de temps occasionnés par une mauvaise organisation ainsi que de réduire l'encombrement de la ligne.

3. Présentation générale de la méthode

Le groupe est composé de différentes personnes de sensibilités différentes, ceci dans le but d'avoir des points de vue différents sur chaque question et de trouver une solution optimale de façon efficace. Un facilitateur est présent dans le groupe pour donner la marche à suivre et les différentes étapes de la méthode Kaizen.

Les 6 règles à observer durant ces 4 jours :

- Convaincant : chacun doit exposer ses idées, donner ses arguments afin de faire avancer les choses.
- Confidentialité : les informations doivent rester à l'intérieur du groupe.
- Consensus : il faut, dans la mesure du possible, arriver à une solution satisfaisant tout le monde.
- Convivialité : une bonne ambiance doit régner.
- Confrérie : tous les membres sont égaux afin que tous puissent prendre la parole et être écoutés. Personne n'est là pour prendre le leadership, ni pour imposer ses propres idées.
- Ponctualité.

Cette action débute par un tour de table pendant lequel chacun des participants se présente.

¹ Source : Wikipedia (<http://fr.wikipedia.org/wiki/Kaizen>)

4. Déroulement des 4 jours

a) Jour 1

- Présentation de la méthode à l'ensemble des participants

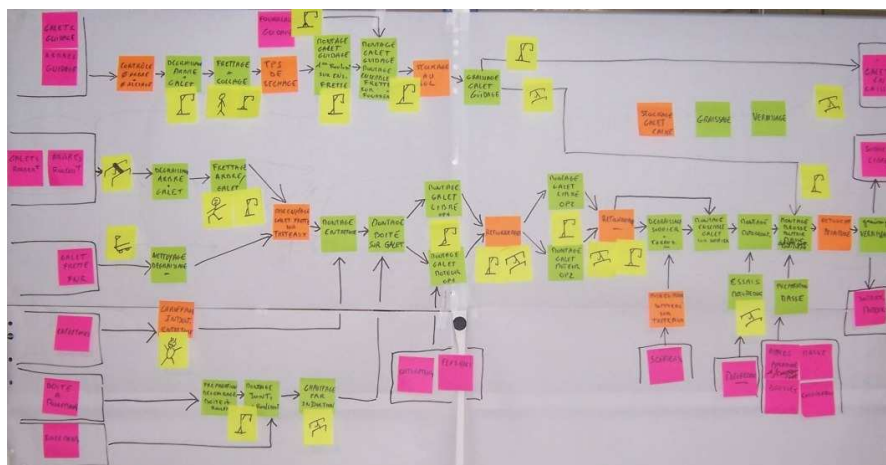
Cette première étape réalisée par le facilitateur permet de présenter le but du projet, de faire connaissance entre les différents intervenants, de rappeler les règles de la méthode et les mesures de sécurité à respecter ainsi que de présenter les différentes étapes de la méthode.

- Visite de la zone à réorganiser

Cette première approche permet à chacun de se rendre compte de l'espace qui est à réorganiser ainsi que de voir les différents équipements nécessaires.

- Mise en place de la cartographie

La cartographie est réalisée en commun par tous les membres durant un brainstorming. Elle regroupe l'ensemble des opérations nécessaires pour la réalisation des galets et représente les flux des différentes pièces durant tout le processus.



En rose : les intrants et les extrants de la ligne de montage galets/sommiers.

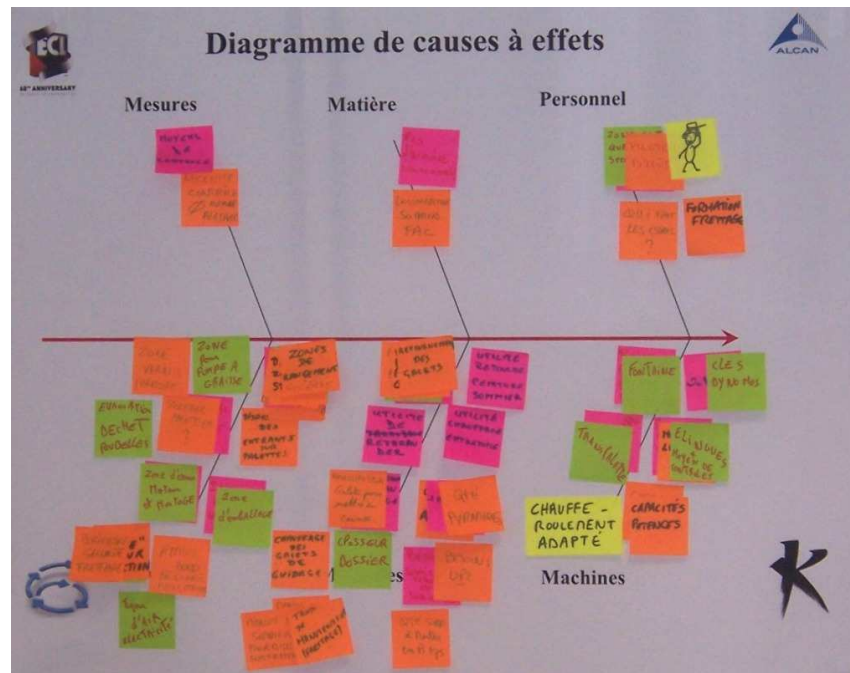
En jaune : les opérations de manutention.

En vert : les opérations de montage ayant une valeur ajoutée.

En orange : les opérations sans valeur ajoutée.

On remarque aisément à partir de ce graphe, non seulement la complexité des flux et la nécessité de les simplifier, mais aussi les opérations dont l'impact négatif sera à minimiser (opérations de manutention et sans valeur ajoutée).

- Diagramme de cause à effet



Durant cette phase, chacun note de façon séparée les différents problèmes ou difficultés concernant la réorganisation de la zone auxquels il a pu penser. Ensuite, ces différents points sont mis en commun, regroupés par thèmes (mesures, matière, personnel, machines, méthodes, milieu).

- Discussion autour des différents problèmes évoqués

Ensuite, chacun attribue des points à chaque problème évoqué précédemment en essayant de définir des priorités, le but étant de garder 5 difficultés majeures afin de les traiter en priorité avant la fin de la semaine. Ce sont les « causes racines ». Bien sur, les autres points évoqués ne sont pas totalement écartés mais pourront être résolus plus tard, ce sont des problèmes considérés comme « non bloquants ».

- Nettoyage de la zone

La zone à réorganiser étant occupée par différents stockages, il faut la vider de tout son contenu au préalable.

- Début de la définition de l'implantation sur plan

Une première réflexion est menée en commun par tous les membres autour d'un plan de la zone afin de débiter la mise en place des différents éléments.

b) Jour 2

- Suite de la définition de l'implantation sur plan

L'organisation de la zone est réalisée tout en prenant en compte les impératifs de production, les désirs des opérateurs travaillant sur la zone, les contraintes inhérentes aux locaux et aux machines ...

- Revue intermédiaire avec les autres intervenants du projet

L'avancement du projet est présenté aux responsables des ateliers et de la production.

- Commission « feu vert » avec un membre du CHSCT, un membre du service ESS, l'infirmière et le médecin du travail.

L'ensemble des points concernant la sécurité de la zone ainsi que les différentes opérations considérées comme potentiellement dangereuses sont étudiés en détail par ces personnes qui valident ou non les choix effectués précédemment.

- Début du marquage au sol sur la zone.

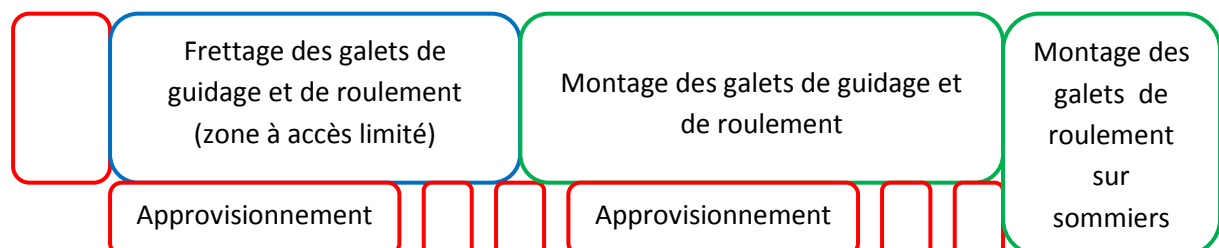
Chaque équipement, chaque emplacement doit être marqué à la peinture au sol pour éviter que l'organisation de la zone évolue au cours du temps.

c) Jour 3 et 4

- Marquage au sol des différentes zones
- Déplacement des équipements sur le terrain
- Listage de tous les outils nécessaires pour le bon fonctionnement de la ligne et commande de ces outils (éléments de manutention : élingues, chaînes, anneaux, transpalette ; outils standards : clés, perceuse, boulonneuse ; équipements de sécurité : gants anti-chaleur, tablier de protection ; mobilier : armoire, établi).

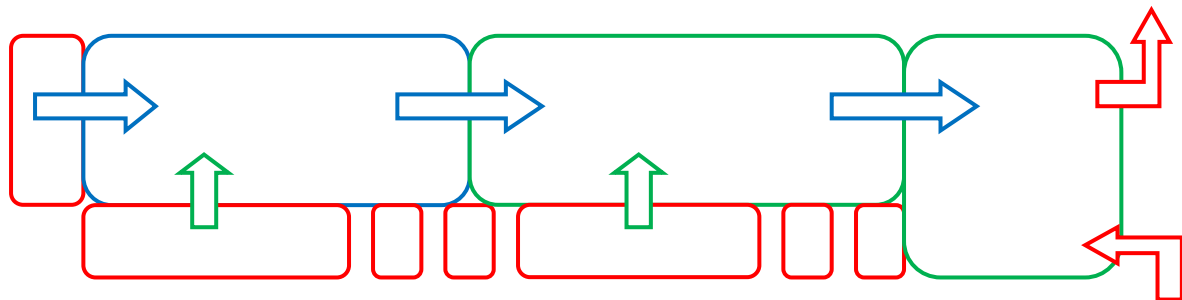
Les différentes machines, tables de montage et autres outils sont déplacés sur la zone et sont progressivement mis en place.

Le principal résultat de ces quatre jours d'une activité soutenue est l'implantation des zones. Voici le plan défini pour la zone de montage des galets et des sommiers :



Sur ce schéma succinct, on peut voir les différentes zones et leurs affectations. En vert, ce sont les espaces de montage. En rouge les approvisionnements sont en fait de deux natures distinctes. En

bout de ligne se font les approvisionnements des principaux composants (galets et arbres) et en bord de ligne ont lieu les approvisionnements de petits composants (roulements, entretoises...). Cette disposition permet d'apporter le petit matériel au plus près des opérateurs effectuant l'étape correspondante. En bleu, la zone de fretage des galets est à accès limité pour éviter tout risque dû aux appareils utilisés dans cette zone (machine de chauffage par induction, fours classiques et présences de pièces chaudes). Voici donc l'organisation des flux de pièces :



Les flèches bleues désignent les flux des composants principaux (galets de roulement et de guidage), les flèches rouges montrent l'arrivée et la sortie des sommiers et les flèches vertes les flux des petits composants.

A la fin du projet de réorganisation, chaque participant reçoit une petite affichette montrant la reconnaissance de l'entreprise envers les personnes ayant réalisé le projet et œuvrant pour l'amélioration et la réimplantation d'un atelier :



PROJET D'AMÉLIORATION



Participants :
D. Bernard, C. Boucly, JM Lebargy,
M. Bauwens, S. Lassalle,
M. Alliot, F. Vercauteren

EN RECONNAISSANCE DES EFFORTS DÉPLOYÉS

Aux participants

DANS LE CADRE D'UN PROJET KAIZEN AYANT
POUR BUT:

La réimplantation de l'îlot UP2 R1

REALISÉ EN:

Août 2008

JC ECHILLEY
PROMOTEUR DU PROJET

F. LABBE
DIRECTEUR INDUSTRIEL



IV. Analyse du stage

A. Introduction

Lorsque j'avais trouvé l'annonce de ce stage proposé par la société ECL, celui-ci était intitulé « Conception d'un outillage de retournement de galets de roulement ». Toutefois, il s'est avéré par la suite que le travail que j'ai effectué durant mon stage a porté sur bien d'autres sujets. En effet, lors de mon arrivée dans cette entreprise, un planning a été fixé, il concernait maintenant la conception de l'ensemble des outillages présents sur la ligne de montage des galets ainsi que la réorganisation de cette ligne. Mon stage n'en a pas été moins intéressant (bien au contraire), mais cela m'aura au moins appris une chose, c'est qu'en entreprise, les priorités sont sans cesse remises en question. C'est-à-dire que tout évolue et peut changer rapidement. Il faut savoir s'adapter, se remettre en cause et rebondir sur de nouveaux objectifs.

B. Planning

Globalement, le planning qui avait été fixé a été respecté, bien que d'autres tâches soient venues s'ajouter et que différents problèmes aient été rencontrés. Cela a été, à mon avis, permis par la négociation de ce planning en accord avec mon tuteur de stage et la prévision d'éléments perturbateurs. C'est en tout cas un second enseignement que je tirerai de ce stage : il est très difficile de rester sur un seul sujet et de nombreuses choses peuvent venir interférer, il y a alors de nouvelles priorités à définir. Dans ce cas, l'adaptabilité est une faculté essentielle et il faut savoir changer rapidement de sujet pour ne pas perdre trop de temps.

C. Différents problèmes et contretemps

Par exemple, durant la dernière semaine de stage, j'ai participé à un groupe de travail sur la réimplantation complète de la ligne de production. Bien sûr, cette expérience a été l'une des plus enrichissantes de ce stage, mais elle m'a aussi empêché de terminer complètement la partie conception des outillages, qui était l'un des objectifs. Ce groupe de travail a été créé bien après le planning et n'avait donc pu y être intégré.

Un autre problème peut être évoqué ici. La livraison d'une nouvelle machine au sein de l'entreprise m'a ainsi apporté beaucoup de travail, puisque j'ai dû participer à sa mise en place, définir les règles de sécurité inhérentes à son fonctionnement et organiser ce nouveau procédé. J'ai donc dû laisser un peu de côté le travail de conception pour ne pas pénaliser la production de l'entreprise qui devait intégrer au plus vite cette machine dans son unité de production.

Un dernier point peut concerner la frustration que l'on peut ressentir lorsque l'on s'aperçoit que tout ou partie de son travail se révèle être inutile ou ne pas avoir d'application. J'ai pu ressentir ce sentiment deux fois au cours de mon stage. Une première fois lorsque je me suis aperçu que j'avais oublié de prendre en compte le fait que le galet utilisé lors des essais n'était pas traité et que cela faussait les résultats des expériences menées. Bien sûr, ces conclusions ne sont pas tout à fait inutiles mais c'est tout de même rageant de voir l'influence aussi importante d'un paramètre qui semblait insignifiant. Ma responsabilité propre peut ici être engagée dans cet échec. La seconde fois,



c'était lorsque l'on m'a dit que certains équipements que j'avais pu concevoir auraient un coût trop élevé. Toutefois, je pense que l'on ne m'avait pas donné l'ensemble des informations utiles pour mener à bien cette partie du projet. On a donc un peu l'impression d'avoir perdu son temps.

D. Les apports de ce stage

En ce qui concerne les différents apports de ce stage, ils sont de plusieurs ordres. En premier lieu, il m'a permis de mettre au service de l'entreprise certaines de mes compétences, notamment lors de la conception des différents outillages à l'aide d'un logiciel de Conception Assistée par Ordinateur, ou encore la mise en place d'une démarche scientifique pour l'étude d'un nouveau procédé de fretage par chauffage à induction. Par contre, il a aussi mis en lumière certains de mes points faibles. Bien sûr, j'ai su évoluer sur certains de ces défauts comme la communication et le manque d'implication. J'étais en effet au début de ce stage trop sur la réserve, je n'ai pas toujours su aller vers les autres pour leur donner ou leur demander les informations. Et je pense avoir beaucoup évolué de ce point de vue là au cours de cette expérience. Toutefois, il resterait des facultés à améliorer comme la prise de décision. En effet, j'ai des difficultés à décider pour les autres et à les entraîner dans une certaine direction. Cela s'est parfois fait ressentir, mais comme le sujet du stage ne s'y prêtait pas particulièrement, cela reste pour moi l'un de mes défauts.

E. Conclusion

Quoiqu'il en soit, je garderai un très bon souvenir de ce stage, qui aura été extrêmement enrichissant à tous points de vue. Je suis certain qu'il me servira plus tard pour toutes les capacités que j'ai pu y acquérir, notamment dans le domaine relationnel.



V. Conclusion

L'entreprise ECL, leader sur son marché, est une bonne illustration d'une société innovante évoluant dans un contexte concurrentiel fort. Le secteur de la production d'aluminium est très porteur et concerne de nombreux et vastes domaines. Tout ceci en fait un secteur de l'industrie particulièrement attirant et nul doute que cette expérience m'aura donné envie de poursuivre dans cette voie.

Les diverses missions qui m'ont été confiées durant ce stage auront toutes eu un intérêt particulier de mon point de vue à différents niveaux. En effet, elles prennent en compte des acteurs différents, donnent une vision plus ou moins globale de la production, plus ou moins technique aussi. La diversité de ces aspects est particulièrement valorisante et a pu me montrer les différents métiers de l'ingénieur dans un tel contexte.

J'ai donc eu l'occasion durant ce stage d'acquérir non seulement certaines capacités d'organisation personnelle, de rigueur, d'adaptabilité, de flexibilité, d'écoute ou encore de synthèse mais j'ai pu également apprendre de nombreuses choses sur mes attentes quant à mon futur métier d'ingénieur.

Tant d'un point de vue organisationnel que technique ou encore humain, je garderai longtemps le souvenir de ce stage.



VI. Bibliographie

- <http://www.ecl.fr>
- Documentation interne à l'entreprise ECL



VII. Annexes

- Planning global de stage ;
- Echancier spécifique ;
- Mode opératoire pour le fretage des galets ;
- Fiche de validation du sujet de stage ;
- Fiche de mission ;
- Documents d'évaluation du stagiaire.

Planning prévisionnel - Ligne de montage de galets																															
Service Industrialisation		JUN		JUILLET							AOÛT		SEPTEMBRE				OCTOBRE				NOVEMBRE				DECEMBRE						
		23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Postes de fretage	Dates de liv																														
Postes de montage	30 juillet 2008																														
	Table																														
	11 juillet 2008																														
	30 juillet 2008																														
	11 juillet 2008																														
Retournement des galets	30 juillet 2008																														
	Bâti																														
	13 août 2008																														
	13 août 2008																														
	13 août 2008																														
Implantation globale	29 août 2008																														
	Cahier des charges																														
	Choix de la solution																														
	29 août 2008																														

Le 24 juin 2008 - ALLIOT Mathieu

Le 24 juin 2008 - ALLIOT Mathieu

Mode opératoire pour le frettage des galets

Règles de sécurité :

- Mettre des lunettes et la casquette de sécurité (obligatoires) ainsi que des gants anti-chaleurs lors de la manipulation des galets chauds.
- Respecter les règles de sécurité relatives à l'utilisation du chauffe-roulement (périmètre de sécurité de 5 mètres autour de la machine pour les porteurs de stimulateurs cardiaques et de prothèses auditives, risque de brûlure au contact des pièces chaudes).
- Connaître le contenu du manuel d'utilisation du chauffe-roulement.

Déroulement des actions :

1. Réaliser l'appairage des arbres et galets (suivre pour cela la méthode expliquée dans un second formulaire).
2. Nettoyer et dégraisser les arbres et galets.
3. À l'aide de chaînes, de serre-joints et de la potence, déplacer le galet sur le chauffe-roulement.
4. Choisir le barreau qui remplisse le plus possible l'alésage. Mettre en place le barreau, de façon à ce qu'il soit aligné sur les montants métalliques.
5. Mettre en marche le chauffe-roulement :
6. Pour utiliser le mode durée, appuyer sur la touche du mode durée « ⊕ ». Appuyer sur les touches « ▲ » et « ▼ » pour régler la durée correspondant au diamètre du galet (en appuyant sur la touche du mode durée « ⊕ », on peut choisir entre des incréments de 1 minute ou 1 seconde).
7. Appuyer sur « START ». Le chauffage démarre et un compte à rebours s'affiche.
8. En appuyant sur la touche « ⓘ » durant le chauffage, la température actuelle s'affiche pendant 3 secondes (à condition que la sonde de température ait été placée sur le galet), puis le compte à rebours reprend.
9. Mettre en place l'entretoise servant au frettage.
10. Mettre en place sur l'arbre correspondant au galet choisi l'outillage de manutention prévu :
 - à l'aide de 3 vis, s'il s'agit d'un arbre court (galet libre).
 - directement un anneau de levage s'il s'agit d'un arbre long (galet moteur).

- 11.** Déplacer l'arbre à proximité du poste de frettage avec le pont.
- 12.** Lorsque la durée choisie est écoulée, un bip sonore continu retentit. Appuyer alors sur « STOP » pour arrêter la machine.
- 13.** Retirer le barreau.
- 14.** Nettoyer rapidement l'alésage à l'aide d'un chiffon sec.
- 15.** Accrocher le galet à la potence.
- 16.** Déposer le galet sur l'outillage de frettage correspondant.
- 17.** Déplacer l'arbre au-dessus du galet.
- 18.** Descendre l'arbre dans l'alésage en veillant à l'alignement des deux et à une descente la plus rapide possible.
- 19.** Ôter les outillages de manutention présents sur l'ensemble fretté.
- 20.** Déposer sur le galet une affichette « Risque de brûlure » comportant deux pictogrammes.



VALIDATION DU SUJET DE STAGE G2

L'ELEVE INGENIEUR :**ALLIOT Mathieu**

N° de portable : 06 79 65 14 13

Dates du stage

du 02/06/2008 au 29/08/2008

Brève description :

Conception d'un outillage de retournement de galets.

STAGE
(adresse administrative)**ECL**
100, rue Chalant -
59790 RONCHIN

Téléphone : 03 20 88 70 70

Fax : 03 20 88 70 99

Responsable Administratif : **Madame KLAUSE**Tuteur entreprise : **Monsieur David BERNARD**

Téléphone tuteur :

Fonction :

Adresse électronique :

Lieu du stage
(si différent adresse administrative)**ECL**
100, rue Chalant -
-
59790 RONCHIN**LE TUTEUR ECOLE :****Monsieur Pierre HOTTEBART**Adresse électronique : *Pierre.Hottebart@ec-lille.fr*Téléphone : *03-20-33-53-45*

Fax :

Après signature du tuteur Ecole :

1 exemplaire au tuteur Ecole

1 exemplaire à l'Espace Entreprises

1 exemplaire à l'élève

Visa Tuteur Ecole : *19/5/08*
Date :

FICHE DE MISSION

(à renvoyer durant le stage pour le 20 juin par fax au 03 20 33 53 19)

Il est demandé au stagiaire d'analyser le contexte, de décrire les acteurs, d'essayer de se projeter dans l'avenir et d'envisager les deux mois de stage restants en proposant un plan d'action, une méthodologie, une démarche... Lorsque le sujet de stage s'y prête, un planning prévisionnel peut également être proposé.

Le stagiaire précisera également le ou les objectifs généraux qu'il cherche à atteindre au cours de ce stage et plus spécifiquement les objectifs d'apprentissage qu'il a identifiés

Mission :

L'entreprise réalisant le fretage des galets pour le compte de la société ECL ayant augmenté de façon significative ses tarifs, ECL souhaite le réaliser dans ses locaux afin de diminuer ses coûts de production.

Le but de ma mission consiste donc à concevoir l'ensemble des outillages nécessaires au lancement d'une ligne de production en série de galets (notamment pour le fretage et le retournement de ceux-ci), mais également à prévoir l'implantation de cette ligne dans l'atelier ainsi qu'à gérer les flux des différentes pièces sur cette ligne.

Objectifs :

1. Cerner tous les enjeux de la mission (rencontres avec les acteurs)
2. Analyser la situation
3. Concevoir (recherche de solutions, modélisation)
4. Présenter des résultats (revue 3D avec les acteurs du projet)
5. Etudier la faisabilité
6. Suivre la fabrication
7. Etablir une méthodologie pour l'opérateur.

Prénom/Nom de l'élève : Mathieu ALLIOT

Tuteur Ecole : Pierre HOTTEBART

Signature du tuteur entreprise :





Prénom/Nom de l'élève : ALLIOT Mathieu

Tuteur Ecole : HOTTEBART Pierre

Evaluation du stagiaire

Merci au tuteur et/ou aux personnes qui ont suivi l'élève-ingénieur pendant sa période de stage de bien vouloir remplir cette évaluation. Elle sera très utile au stagiaire, lui permettra de progresser et sera un support sur lequel les enseignants pourront s'appuyer afin d'aider l'étudiant dans cette démarche.

Il est demandé au tuteur entreprise de remplir, avec le stagiaire, la grille ci-dessous à l'issue d'un entretien d'évaluation. Afin de préparer cet entretien, le stagiaire pourra tenir un « carnet de bord » dans lequel seront répertoriées les situations lui ayant permis de mettre en œuvre telle ou telle capacité du référentiel ou toute autre capacité. Ce « carnet de bord » pourra également lui être utile dans le cadre de la post-évaluation du stage organisée à l'Ecole courant octobre.

Le travail a-t-il correctement été effectué ?

oui, Mathieu a su atteindre les objectifs fixés

Le travail a-t-il été utile à l'entreprise ? oui

Si oui, dans quelle mesure ?

→ aide à la mise au point d'un nouveau procédé de fretage par chauffage à induction (mesures, analyses, essais)
→ mise en conformité ESS

Etes-vous satisfait du stagiaire ? oui

Pourquoi ?

s'est impliqué dans le sujet
a montré qu'il était compétent

Quels sont, selon vous, les points forts du stagiaire ?

est capable de prendre du recul et de se
poser ~~des~~ questions par rapport à ce qui lui
est demandé

Sur quels points doit-il s'améliorer ?

leadership
savoir passer à l'action sans remettre à plus tard

Accepteriez-vous de reprendre des stagiaires l'an prochain ?

Si oui, cochez SVP

1^e année

☐

2^{ème} année

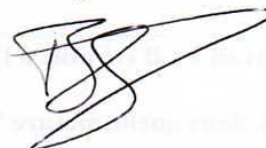
☒

3^{ème} année

☐

Date : 28/08/08

Tuteur Entreprise



Grille d'évaluation du stagiaire

Capacités mises en oeuvre		Exc.	T. B.	Bien	A. B.	Moy.	Ins.	N.A.
Concevoir	Formuler le problème			α				
	Formaliser			α				
	Modéliser		N/A					α
	Imaginer des solutions			α				
Concrétiser	Choisir les solutions			α				
	Rendre un modèle réaliste en s'assurant de sa faisabilité				α			
	Expérimenter			α				
	Produire					α		
Innover	Mobiliser / Stimuler la créativité				α			
	Etre à l'écoute du milieu extérieur		α					
	Cibler sa créativité vers un objectif			α				
	Produire des solutions			α				
Animer	Explicititer et valoriser un projet					α		
	Impulser une dynamique				α			
	Assurer le suivi			α				
	Mettre en place les moyens et méthodes appropriés pour assurer l'échange d'informations			α				
Organiser	Réguler et contrôler l'évolution d'un système							α
	Echanger des informations précises et claires			α				
	Etre à l'écoute des partenaires			α				
	Développer le sens du contact			α				
Communiquer	Organiser la circulation des informations				α			
	Argumenter les orientations			α				
	Sélectionner les personnes							α
	Elaborer un plan de formation				α			
Former	Conduire tout ou partie de la formation				α			
	Evaluer l'accroissement des potentiels							α

Prénom/Nom de l'élève : **ALLIOT Mathieu** Tuteur Ecole : **HOITENBART Pierre**