



GOMEZ - LAVOCAT Jean-Christophe
(promo 2009)



Découverte de l'entreprise Corstyrène
(RAPPORT DE STAGE OUVRIER)

Année scolaire 2006/2007

Date de stage : du 2 juillet 2007 au 4 août 2007
Remise du rapport : 2 octobre 2007

REMERCIEMENTS :

Je tiens à remercier l'entreprise CORSTYRENE d'avoir accepté ma demande précipitée de stage ouvrier. En particulier, M Jean-Louis Guerry, responsable Recherche & Développement, mon tuteur, qui m'a fait découvrir avec passion son entreprise, et qui a renvoyé la convention signée, quatre jours seulement après notre premier contact.

J'aimerais aussi remercier particulièrement Jérémy Collin, mon tuteur sur le terrain, qui m'a beaucoup appris et m'a donné un aperçu du rôle d'un ingénieur dans une entreprise ; Jean-Michel, chercheur du laboratoire de R&D avec qui j'ai partagé le stress d'un projet dont l'échéance était serrée.

Je souhaiterais remercier spécialement tous les employés de la production avec qui j'ai passé la plus grosse partie de mon temps :

Dans l'atelier moulage : Amid, Joan Lucas, Abde et Nathalie

A la logistique : Thierry

Dans l'atelier découpe : Alain, Mohamed et Sauveur

Dans d'autres postes : Jean-Pierre, Jacky

A la maintenance : André, Jean-Luc, Khalid

Je remercie enfin M. Serge Xella, responsable des stages de l'Ecole Centrale Marseille, pour sa gentillesse et son soutien lors de mon changement de stage de l'Espagne vers la Corse pour les raisons qu'il connaît.

MOTS CLÉS

- *Polystyrène expansé*
- *Isolation thermique*
- *Isolation sonore*
- *Emballage*
- *Construction*
- *Résistance mécaniques*
- *Thermoformage*
- *Moulage*
- *Réutilisation des rebuts*
- *C.A.O. (Solidworks)*
- *Simulation isolation thermique (Bisco)*

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION.....	5
PARTIE I : CORSTYRÈNE : LE POLYSTYRÈNE EXPANSÉ SOUS LE SOLEIL CORSE.....	7
I .HISTORIQUE.....	7
II .IMPLANTATION.....	8
III .TAILLE.....	9
IV .TYPE DE STRUCTURE.....	9
V .GAMME DE PRODUITS.....	10
A) LES APPLICATIONS EN DÉTAIL :.....	10
PARTIE II : RENCONTRE AVEC LA PRODUCTION.....	13
I .ORGANISATION ET PROCÉDÉ DES PRODUCTION :.....	13
II .PLANIFICATION :.....	16
III .ETAPES DE PRODUCTION ET ORGANISATION PHYSIQUE DES ATELIERS.....	16
A) MOULAGE / EMBALLAGE / THERMOFORMAGE.....	16
B) MOULAGE DE BLOCS / EXPANSION.....	17
C) DÉCOUPE.....	17
D) COLLAGE.....	18
IV .LE PARC DE MACHINES ET SON ENTRETIEN :.....	18
V .QUALITÉ.....	20
A) DANS LES ATELIERS.....	20
B) DANS LA LABORATOIRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT.....	21
VI .ORGANISATION DU PERSONNEL.....	23
PARTIE III : EXPÉRIENCE PERSONNELLE.....	24
I .PRÉSENTATION DU STAGE.....	24
II .TRAVAIL DANS LES ATELIERS.....	25
A) ATELIER MOULAGE.....	25
B) ATELIER DÉCOUPE.....	31
C) MISSIONS INDÉPENDANTES D'UN ATELIER.....	33
III .TRAVAIL DANS LE LABORATOIRE.....	36
A) TESTS DE RÉSISTANCE :.....	36
B) CARACTÉRISATION DE NOUVELLE MATIÈRE.....	38
C) CONCEPTION 3D D'UN NOUVEAU HOURDIS.....	39
PARTIE IV : BILAN DU STAGE.....	42
BIBLIOGRPAHIE.....	45
LEXIQUE.....	46

INTRODUCTION

Ma recherche de stage s'est effectuée dans l'empressement le plus total. Après avoir longtemps suivi la trace d'un stage dans le Nord de l'Espagne grâce aux professeurs d'espagnol de l'Ecole, je me suis rabattu finalement sur une proposition de stage à Valence faite par l'association *Popsud*. Des circonstances familiales m'ont fait abandonner ce projet en mai, et j'ai dû alors chercher un stage dans ma région d'origine : la Corse.

La recherche d'un stage ouvrier en Corse a été plus qu'aisée. Il y a très peu d'entreprises employant plus de quarante personnes, et elles se concentrent en deux pôles principaux : en Haute-Corse à Bastia, et en Corse du Sud à Ajaccio. Comme mon logement se situe à équidistance des deux villes (à 1h45 de route), j'ai cherché une opportunité dans l'entreprise Corstyrène. Celle-ci se situe à 20 minutes de chez moi, et est l'une des plus grosses de la région.

Après avoir joint M. Jean-Louis Guerry par téléphone le lundi 11 juin, j'ai obtenu un rendez-vous le mercredi suivant. Après une visite de l'entreprise, il m'a invité dans son bureau, et m'a présenté à d'autres responsables de la production. J'ai en particulier fait la connaissance de M. Jérémy Collin qui a appuyé ma candidature de stage. A la fin de la réunion, la décision fut d'attendre l'avis de M. Guillot, le directeur de Corstyrène, pour me donner une réponse qui avait de grande chance d'être positive. Je recevais en effet un coup de téléphone le jeudi, pour apprendre que j'étais accepté au sein de leur société à partir du 2 juillet. La convention fut signée avant la fin de la semaine, et la suite de mon stage se déroula alors sans encombres.

Avoir effectué mon stage dans la société Corstyrène est pour mon projet professionnel un atout. En effet, je cherche à effectuer plus tard de la recherche soit dans les énergies renouvelables soit dans des nouvelles technologies entraînant des économies d'énergie (OLED et autre). Le polystyrène expansé a comme utilisations principales l'emballage, mais aussi l'isolation thermique (des habitations pour la plupart du temps). Durant mon stage, j'ai d'ailleurs effectué des recherches sur la diffusion thermique au sein d'un produit en cours de développement.

Mais plus que mon projet professionnel, ce stage m'a permis d'élaborer une vision très humaine de l'entreprise. Avoir travaillé pendant un mois parmi les employés de la production, s'être vu confier des tâches répétitives, parfois éprouvantes, mais nécessaires à l'entreprise, m'a fait saisir combien tous les employés d'une entreprise sont liés entre eux. La description de l'entreprise (chapitre I) , son mode de fonctionnement (chapitre II), ainsi que la description de ma mission en son sein (chapitre III) permettra de préciser ce point.



L'usine Corstyrene

PARTIE I : CORSTYRÈNE : LE POLYSTYRÈNE

EXPANSÉ SOUS LE SOLEIL CORSE

I . HISTORIQUE

La société Corstyrène fut fondée le 09 juin 1971 par M Even Guillot sous le nom initial de « Société Corse d'Emballages Modernes ». Elle fut créée comme une SARL et son ambition était régionale. La fabrication du polystyrène devait permettre l'emballage des produits agricoles des environs. M Guillot pensait remplacer l'emballage classique, les caquettes en bois, par des barquettes en polystyrène.

Cependant la conservation des fruits et légumes dans ces types de barquettes n'est pas idéale. L'entreprise décide donc de délaisser ce type de produits et de se spécialiser dans l'isolation thermique des bâtiments. Ses nouveaux produits servent à isoler les fondations d'une maison par rapport au sol ou bien à empêcher la déperdition de chaleur par les cloisons ou la toiture. La société change alors de raison sociale et devient Corstyrène en 1977.

Ce choix fut judicieux car cette matière est l'une des plus compétitives en matière d'isolation thermique. De plus, les crises pétrolières de 1973 avaient engendré une hausse importante du coût de l'énergie et l'isolation des constructions était devenue un critère important. La société a donc profité de ces atouts pour accroître sa clientèle et son rayonnement qui atteint désormais la France entière.

Aujourd'hui la SARL est devenue SASU (1988) et gère un capital de 150 000€. Elle a investi dans de nombreuses machines et a diversifié son domaine d'activité puisqu'elle distribue et négocie pour le compte de la société LAFARGE sur l'ensemble de la Corse. Une nouvelle usine a été construite en Sardaigne en 1999, puis une seconde en 2001.

II . IMPLANTATION

Corstyrène s'est développée sur la côte Est de la Corse, à proximité du village d'Aléria. Cette zone agricole était initialement la cible du commerce des barquettes d'emballage ; les activités de la micro-région se bornant à l'agriculture et à l'élevage.

Cette implantation est pour elle un avantage autant qu'un inconvénient. En effet, cette situation insulaire lui confère le monopole de l'activité dans la région corse, mais elle l'empêche aussi de s'étendre facilement à l'extérieur (France, Italie ou Maghreb). Pour expliquer sa situation de monopole, on retrouve deux raisons. Tout d'abord ses concurrents dans le domaine du polystyrène sont soumis au transport maritime, ce qui impose des délais de livraison plus longs ainsi que des frais de logistique plus élevés. Ensuite, la société a su établir un partenariat avec le fabricant de matériaux de construction Lafarge Platres en 1995 ce qui lui donne l'exclusivité sur la distribution des produits Lafarge en Corse.

La position géographique de l'usine d'Aléria est un point fort pour la logistique externe. Ce village de moins de 4000 habitants (historique de l'INSEE sur : http://www.insee.fr/fr/insee_regions/corse/zoom/bravone.htm) est situé à un noeud stratégique des réseaux de transports corses. Le village est en effet le croisement de la Route Nationale 198 (qui lui permet d'atteindre les ports de commerce de Bastia ou de Porto-Vecchio en 1h15) et de la Route Nationale 200 (qui lui permet d'atteindre le port d'Ajaccio en 2h). Aléria se trouve donc relié de manière efficace aux trois grands pôles d'habitation de l'île.

L'usine d'Aléria a été récemment rénovée grâce à des crédits accordés en 2004 par l'Union Européenne, la France, mais aussi par la région Corse. Les travaux durèrent deux ans et les subventions furent réparties de manière égale entre les bâtiments et les machines. Cette aide lui a donc permis de moderniser en grande partie son parc de production. On peut donc maintenant trouver deux zones de stockages, ainsi que plusieurs hangars de production, chacun dédiés à une activité spécifique.

Cependant, les inconvénients qui ralentissent l'entrée de ses concurrents sur le marché corse, ralentissent aussi sa croissance vers le continent. Le Portugal a progressivement pris les marchés de Corstyrène sur le continent.

Il était difficile par les transports maritimes de livrer la Sardaigne depuis la CORSE : Produit PSE volumineux, donc il est plus économique de fabriquer sur place. C'est ainsi qu'il a été

envisagé d'ouvrir une usine sur place en 1999, puis, comme la demande était suffisante, de racheter TURRIS ESPANSI en 2001.

III . TAILLE

L'entreprise est composée de trois usines : celle d'Aléria fondée en 1972, et deux en Sardaigne, construite en 1999 pour l'une et achetée en 2001 pour la seconde. Corstyrène compte actuellement 42 employés. La majeure partie d'entre eux (25 personnes) se retrouve aux postes de production ou de maintenance des machines. On ne compte que 12 cadres qui travaillent à la gestion de la production, des stocks, de la vente ou de la clientèle. Enfin, il y a cinq personnes qui sont assignées aux laboratoires de R&D.

L'activité de l'usine de Corse est très intéressante pour la région. Sa création a donné naissance à de nouveaux emplois : travail dans l'usine, mais aussi emplois de transporteurs poids-lourds, d'entrepreneurs pour la rénovation de l'usine, d'agents d'entretien pour les locaux... On peut raisonnablement estimer en pourcentage la population de la micro région qui travaille grâce à l'usine. En vingt ans, le nombre de salariés est passé de 15 à 42.

IV . TYPE DE STRUCTURE

La société Corstyrène fut créée initialement sous le statut juridique d'une S.A.R.L. (Société Anonyme à Responsabilité Limitée). Ce statut est particulièrement adapté pour les petites et moyennes entreprises. La création de cette structure nécessite au minimum deux personnes, et il peut y avoir au plus cent associés. La responsabilité des associés est limitée à leur apport financier dans l'entreprise. De plus, si lors de la naissance de Corstyrène le capital minimum nécessaire à sa création était fixé à 7 500€, il est maintenant possible de créer sa S.A.R.L. pour un euro symbolique. Cependant, la S.A.R.L., possède un caractère juridique quelque peu ambivalent car on ne peut la qualifier ni de société de personnes ni de société de capitaux. Une S.A.R.L. est obligatoirement commerciale quel que soit son objet.

En 1988 la société devient une S.A.S.U. (Société par Actions Simplifiées Unipersonnelle). Il n'y a plus, alors, qu'un seul actionnaire. En effet, Monsieur Guillot a réuni sous son seul nom les actions de la S.A.R.L. La S.A.S.U. présente l'avantage de faciliter le développement ultérieur de l'entreprise par le biais du régime des sociétés de capitaux :

- liberté pour la cession des actions
- liberté d'organisation du fonctionnement

La société est alors une personne morale, le capital minimum de création passe alors à 37 000€ et le dirigeant est nommé par le président du Conseil d'Administration.

V . GAMME DE PRODUITS

La majeure partie de la production de l'entreprise Corstyrène, comme expliqué plus haut, se retrouve sous forme de produits en Polystyrène Expandé, mais, grâce à son négoce des produits Lafarge Plâtre, elle produit aussi des biens qui réunissent du plâtre Lafarge et du polystyrène expandé. La plupart des applications se concentrent dans les techniques du bâtiment : isolation phonique et sonore, coffrage de béton. Les deux modes de production influent directement sur la qualité et les propriétés des produits : on peut fabriquer des objets en polystyrène expandé en les moulant, ou bien en les découpant dans de grands blocs de polystyrène.

A) LES APPLICATIONS EN DÉTAIL :

A.1. CALAGE / EMBALLAGE POUR TOUTES INDUSTRIES ET COMMERCE :

La majorité des biens de consommation sont vendus aux clients finaux par des négociants et non par le fabricant lui-même. Le produit est donc acheminé, puis stocké avant d'être vendu à des particuliers. Afin d'éviter les détériorations durant ces étapes, la technique la plus utilisée pour protéger les objets, est l'emballage polystyrène.

On moule une forme en polystyrène qui s'adaptera parfaitement au produit à protéger. Cette protection s'interpose alors entre le carton d'emballage et le produit lui-même. Lors d'un choc éventuel, le polystyrène absorbe les déformations et le produit reste intact.

A.2. ISOLATION THERMIQUE ET PHONIQUE DANS LE BÂTIMENT :

Les problèmes de réchauffement climatiques étant de plus en plus présents dans les préoccupations de chacun, les efforts ne doivent pas se concentrer sur le même but, mais au contraire s'étaler sur de nombreux domaines. Le domaine de l'habitat est l'un de ceux qui se prête le plus concrètement à des économies d'énergies facilement réalisables.

Le polystyrène expandé permet de réaliser de façon économe une isolation efficace dans une habitation. Il est en effet possible, lors de la construction d'un logement de l'isoler avec du polystyrène « du sol au plafond » (sans mauvais jeu de mots).

- *Le sol :*

La construction des maisons nécessite ce que l'on nomme un « vide sanitaire ». Il s'agit d'une surélévation du plancher d'une soixantaine de centimètres. Cet aménagement permet d'empêcher les remontées d'humidité, de faire passer les câbles, gouttières et autres gaines électriques, et il permet surtout d'isoler plus ou moins bien l'habitation.

Lors de la construction de ce vide sanitaire, il est nécessaire de faire reposer la dalle de béton sur un support solide. Les propriétés d'isolant thermique du polystyrène expansé ayant déjà été éprouvées, l'idée d'un support en polystyrène a germé il y a quelques années. Une fois la dalle sèche, il n'est pas nécessaire d'enlever le support en polystyrène, celui-ci servant pour l'isolation.

Ces supports pour les dalles de béton se nomment des « entrevous ». Le gain de consommation d'énergie pour une maison de type courant, avec un plancher sur vide sanitaire en entrevous isolants peut être de l'ordre de 1%, sans coût complémentaire.

L'entreprise produit aussi des plaques dédiées au chauffage par le sol. Cette solution permet de faire passer les tuyaux de chauffage sous le carrelage d'une pièce.



- *Les murs et le plafond :*

Le partenariat établi avec Lafarge Plâtres permet à Corstyrène d'envisager des produits combinant le polystyrène expansé et le plâtre de Lafarge : les plaques de plâtre utilisées pour les cloisons (aussi connues sous la marque déposée par Saint Gobain : « Placoplâtres »). Le système là aussi est utilisé pour l'isolation mais pour l'isolation sonore cette fois-ci.

Les murs non porteurs d'une habitation, les cloisons, sont peu épaisses, et laissent souvent passer le bruit. Pour le réduire, on utilise du polystyrène expansé que l'on a monté sur les plaques de plâtre qui servent de cloisons. Cela permet de réduire sensiblement le son qui pourrait traverser le mur. Le polystyrène est en effet un isolant sonore très efficace.

En ce qui concerne le plafond, le principe d'isolation thermique est comparable à celui du vide sanitaire. Afin de faire tenir la toiture, on place sous les poutres des entrevous en polystyrène qui assurent l'isolation.

A.3. ÉLÉMENTS DE COFFRAGE ET REMPLISSAGE DANS LE BTP :

Comme expliqué ci-dessus, les constructions en béton nécessitent des coffrages, dans lequel le béton va sécher en gardant sa forme finale. Les éléments en polystyrène expansé permettent d'utiliser des structures légères et économiques dédiées à ce travail.

A.4. CRÉATION DE DÉCORS :

La découpe en trois dimensions de bloc de polystyrène expansé permet de réaliser facilement des objets et des décors facilement transportables. L'atout majeur de ce type de produit est son poids. Les modèles sont créés sur ordinateur, puis exportés vers la machine de découpe qui effectue tout le travail.

A.5. MOULAGE DE PIÈCES DE GRANDES DIMENSIONS :

Il est parfois utile de produire de grandes plaques moulées de polystyrène expansé. Par exemple, pour les constructions auto-routières, l'aspect en relief des murs est rendu par des matrices pour moulage de béton architectonique. Le polystyrène n'est pas réutilisé, et de grandes surfaces de plaques doivent être produites. La société Corstyrène possède donc des moules allant jusqu'à 3m².

A.6. MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION :

Le polystyrène peut servir à la confection de ce que l'on nomme le « bétostyrène ». Ce matériau de construction se mélange au ciment pour former un béton qui présente une plus grande échelle d'utilisation qu'un béton classique. En effet, ce béton résiste au choc sans les transmettre grâce à son fort module d'élasticité, il résiste au feu, et isole mieux des bruits d'impacts. Il évite les surcharges inutiles puisqu'il est 10 fois moins lourd que certains bétons et malgré cela il supporte un poinçonnement supérieur à 40 Kg/cm²

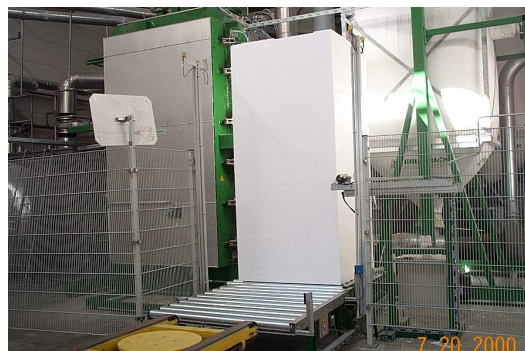
PARTIE II : RENCONTRE AVEC LA PRODUCTION

I . ORGANISATION ET PROCÉDÉ DES PRODUCTION :

L'usine Corstyrène comporte 3 pôles de production distincts, qui se décomposent en autant d'ateliers. Au poste de Direction et Gestion de la production se trouve M Ange Carlotti. Il dirige directement l'atelier découpe, et l'atelier collage. Sous sa responsabilité se trouve M Jeremy Collin, responsable de la production de l'atelier moulage.

- *Atelier moulage (blocs):*

L'atelier de base est l'atelier moulage de blocs (surnommé « l'atelier des blocs »). C'est dans celui-ci que sont transformées les billes de polystyrène en polystyrène expansé. Cet atelier reçoit des sacs de billes de polystyrène, les monte en température dans un environnement à pression élevée, et les assemble sous forme de blocs parallélépipédiques de base carrée de 1m², et de trois mètres de hauteur. Ces blocs de polystyrène expansé constituent la matière première de l'atelier de découpe et de collage. L'atelier fournit aussi les billes expansées qui servent aux machines de l'atelier de moulage.



Moulage de blocs

- *Atelier moulage*

L'atelier de moulage est constitué de 4 machines qui produisent en quasi-continu des entrevous, des plaques de chauffages par le sol ou des hourdis. Le fonctionnement est assez complexe en technique (tout est géré par les machines) mais les étapes sont les mêmes dans chaque machines . La machine reçoit en entrée de l'eau à haute température et des billes de polystyrène expansé. Ces billes sont introduites dans le moule, et « cuites » à forte pression. La colle qui lie les billes est alors formée d'interactions moléculaires, les billes sont toujours individualisées, mais liées les unes aux autres.



Moulage de plaques d'isolation murale

Cet atelier (moulage) nécessite une attention particulière à plusieurs niveaux car il dépend de beaucoup de facteurs externes, d'une chaîne en amont, et que sa production est relativement intense : une erreur à n'importe lequel de ces niveaux pourra gâcher des dizaines de produits. Si l'eau n'est pas assez chaude, si la pression est mal réglée, la cuisson s'effectuera mal, et les pièces en polystyrène s'effriteront au moindre contact. L'usine de moulage tourne 24h/24h, et fait appel à trois équipes d'ouvrier. La rotation des équipes s'effectue par tranches de 8h (5h-> 13h ; 13h -> 21h ; 21h -> 5h). Ainsi, les machines se s'arrêtent que lorsque les commandes clients sont respectées, et il y a toujours quelqu'un pour veiller à la qualité des pièces moulées (voir plus loin la partie consacrée à la qualité dans l'usine Corstyrène).

- *Atelier découpe*

Le principe de cet atelier est celui du « fil à couper le beurre » : on y découpe, à l'aide de fils chauds, les blocs de polystyrène expansé qui sortent de l'atelier « des blocs ». On peut séparer cet atelier en deux, avec d'une part l'atelier automatisé où sont réalisées des découpes simples, et d'autre part l'atelier classique. Dans les deux cas, un motif est découpé dans les blocs de polystyrène expansé, et le travail est géré par ordinateur. La découpe simple de l'atelier automatisé produit des découpes qui ne changent que très peu dans le temps. Il s'agit de produits que l'on utilise dans d'autres ateliers, ou bien de produits qui sont vendus de manière régulière sur les marchés de consommation. Dans l'autre atelier, les motifs de découpe varient sans cesse, et répondent à des besoins ponctuels émis le plus souvent par des clients qui désirent des décors, des supports publicitaires ou bien des outils de construction spéciaux.

- *Atelier collage*

Le produit final de cet atelier est le placoplâtre, utilisé dans le domaine de la construction pour bâtir des cloisons entre différentes pièces. On colle, l'une sur l'autre, une plaque de polystyrène et une plaque de plâtre. Le séchage s'effectue sous presse, durant plusieurs journées.



Stock de l'atelier de collage

II . PLANIFICATION :

Les différents ateliers ont des modes de planification différents étant donné les types de produits qu'ils fournissent.

Les ateliers moulage et découpe (non automatisé) produisent des biens assez spécifiques et les commandes du même produit sont parfois espacées de plusieurs mois. Par exemple, durant le mois de juillet 2007 Corstyrène a du fournir 150 grandes plaques moulées dédiées à la construction routières. Ce produit n'avait pas été demandé depuis six mois (en plus de cela, la dureté du polystyrène n'avait jamais été essayé avec ce moule, ce qui causa de multiples rebuts). De même, à la découpe non automatisée, les commandes sont souvent uniques, même si les articles doivent être fabriqués en centaines d'exemplaires. Ainsi le fonctionnement de ces ateliers est soumis à la demande du client ; il est donc inutile de stocker ce genre de produit s'il n'est vendu que tous les six mois.

Les produits de la découpe grossière et du collage sont, eux, produits en quantité. Il s'agit en effet de produits qui se vendent directement aux commerçants (régionaux pour la plupart). La demande est donc continue, et peut parfois connaître des pics auxquels il est nécessaire de répondre en ayant un stock suffisant. Ces deux ateliers fonctionnent donc de manière quasi autonome en répondant toujours aux mêmes besoins (ils n'ont pas de demande précise à fournir). Le travail des employés de ces ateliers est donc pénible dans la mesure où leurs objectifs de production n'évoluent pas avec le temps.

III . ETAPES DE PRODUCTION ET ORGANISATION PHYSIQUE DES ATELIERS.

A) MOULAGE / EMBALLAGE / THERMOFORMAGE

L'atelier de moulage contient 4 machines de moulages de pièces de taille moyenne, une machine de moulage pour grandes plaques, une emballeuse, une filmeuse et deux machines de thermoformage.

Les machines de moulage fonctionnent toutes simultanément et nécessitent une attention particulière. Comme déjà mentionné plus haut, le réglage de ces machines est capricieux. Ainsi, en plus d'être là pour décharger les machines lorsque les pièces sortent du moule, les

opérateurs doivent aussi s'assurer que les réglages sont corrects. Il y a donc deux opérateurs associés de manière fixe à ces machines. Le thermoformage des plaques est assuré par un opérateur. Il s'agit ici d'apposer un film sur certaines des plaques produites afin de les rendre plus résistantes. Le travail de l'opérateur consiste à charger la machine et à vérifier les réglages. On compte de plus un opérateur « volant » qui aide sur les différents postes mentionnés ci-dessus, et qui se charge de la machine avec les moules de grandes dimensions.

B) MOULAGE DE BLOCS / EXPANSION

L'atelier contient deux machines dont le rôle est de chauffer des billes de polystyrène, sous pression contrôlée, ceci afin de former des billes de polystyrène expansé. L'une des machines se contente de pré-expanser les billes pour les envoyer dans les machines de l'atelier moulage, tandis que l'autre possède un moule parallélépipédique qui fournit les blocs utilisés à l'atelier moulage. Un seul opérateur suffit à contrôler cette machine et à charger le polystyrène en bille.



Livraison BASF de polystyrène non expansé

C) DÉCOUPE

L'atelier de découpe se trouve situé sur deux zones différentes. La première est située à côté du hangar de stockage des blocs, et son approvisionnement en bloc est automatique. La deuxième est plus éloignée, et son approvisionnement se fait manuellement. Dans l'atelier automatisé, les blocs arrivent sur tapis roulants et sont déposés sur les machines de découpe de

manière automatique. Il y a dans ce hangar deux machines de découpe, et pour chacune d'elle il y a un opérateur chargé de contrôler la machine et de la décharger une fois la découpe effectuée.



D) COLLAGE

Deux opérateurs sont présents dans cet atelier où arrivent les plaques découpées dans la salle de découpe automatisée. Une machine applique la colle sur les plaques, et un opérateur les associe après avec une plaque de plâtre. Un second opérateur est chargé de mettre les plaques sous presse afin que le collage soit vraiment efficace. Cela se fait sous des plaques de béton d'une tonne.

IV . LE PARC DE MACHINES ET SON ENTRETIEN :

Le parc de machines est essentiel à la production de l'usine Corstyrène. L'ensemble des produits est concerné, et leur fonctionnement optimum est donc essentiel. Ces machines constituent de plus un investissement conséquent de l'entreprise.

Les machines dédiées au moulage sont celles qui demandent le plus de compétences et le plus de bras. Des compétences car les machines dépendent de nombreux paramètres comme la température et l'hydrométrie extérieures, fonctionnent sous pression contrôlée et qu'il faut s'occuper d'un circuit d'eau de manière simultanée. Des bras car il faut souvent changer les moules des machines et que ceux ci pèsent allègrement des bonnes dizaines de kilos. Il y a en permanence deux opérateurs dédiés à la maintenance des machines de moulage et du circuit d'eau.



Le système de chaudière d'une des machine de moulage

Le changement de moule est une opération importante. Le moule doit être installé correctement et rapidement. En temps normal, un changement peut aller de trois à six heures. Cependant, pour des nouveaux moules ou des moules rarement utilisés, l'opération peut prendre quelques jours, ralentissant ainsi la production. Lorsque les moules ne sont pas bien préparés, de nombreuses imperfections surviennent sur la production qui est donc gâchée. Le travail des opérateurs de maintenance est donc double : s'occuper de l'état de fonctionnement des machines et installer les moules.

Les machines des autres ateliers sont moins techniques, et moins capricieuses. Pour l'atelier de découpe, seul le changement d'un fil cassé est à effectuer de temps à autre. Il n'y a donc aucun opérateur de maintenance associé aux autres ateliers.

V. QUALITÉ

La qualité des produits Corstyrène est validée par plusieurs labels indépendants. Ceux-ci vérifient la sécurité des produits pour garantir une utilisation sans risque dans les constructions, ils vérifient aussi les propriétés annoncées par Corstyrène dans son catalogue de produits. Etre associé à ces labels confère à Corstyrène un indice de confiance auprès de ses clients. Les visites de contrôle sont effectuées plusieurs fois par an afin de garantir une qualité la plus constante possible.



Ces visites sont donc très importantes pour l'entreprise qui risque sa crédibilité auprès des clients, potentiels ou non. Afin de répondre le plus positivement à ces contrôles, la qualité est vérifiée très régulièrement. Cela s'effectue chez Corstyrène à deux niveaux :

- dans les ateliers
- dans le laboratoire de recherche et développement

A) DANS LES ATELIERS

Les ouvriers sont censés vérifier tous les produits formés qui passent en leur mains. Si un défaut est présent, le produit est mis au rebut. Si plusieurs produits consécutifs sont défectueux, la machine est arrêtée, et un opérateur de maintenance vient la contrôler. Souvent le défaut sur le produit est identifié à la sortie de la machine, mais parfois un nombre importants de pièces doit partir au broyage car elles présentent des défauts.

L'atout de Corstyrène est de réemployer le polystyrène broyé. En effet, les billes broyées sont quasi similaires aux billes expansées. On peut donc en inclure un certain pourcentage dans les moules, au milieu des billes expansées de manière classique. Cela introduit des économies certaines, et les pertes sont ainsi diminuées de manière artificielle.



Les opérateurs sont informés par des notes de services qui expliquent les mesures qu'ils doivent prendre concernant la qualité. Ces notes de services précisent par exemple les principes d'utilisation d'une machine et les façons dont on peut diminuer les pièces avec défauts qui en sortent, elles précisent aussi que certaines nouvelles actions sont nécessaires afin d'économiser et de recycler certains produits. Certaines notes de services passent aussi afin de condamner des actions de négligence qui se sont produites dans le passé. Ces notes sont affichées au-dessus des postes de travail, et tous les ouvriers sont donc avertis et sensibilisés.

B) DANS LA LABORATOIRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT

Dans un souci d'amélioration de la qualité de ses produits, Corstyrène possède un laboratoire de recherche et développement. Ce laboratoire développe deux aspects : la caractérisation de nouveaux produits et le contrôle de la qualité des produits vendus.

Le contrôle des produits vendus est essentiel car les commandes se font par camions entiers. Le stock vendu est le résultat de plusieurs jours de production ininterrompu. Ainsi, si le

produit qui est fabriqué depuis plusieurs jours ne répond pas aux exigences fixées par le client, c'est une grosse quantité de pièces qu'il faut mettre au rebut. Pour éviter cela, un contrôle aléatoire des pièces est effectué. Les propriétés testées en laboratoire ne peuvent être détectées à la sortie d'une machine : résistance du matériau, inflammabilité, masse volumique etc.

Les tests effectués sont identiques à ceux des organismes certificateurs évoqués plus haut. Il est donc nécessaire que la qualité soit sensiblement constante au cours du temps. Il est difficile de maintenir les machines de moulage réglées de façon optimale au cours du temps. Ainsi les opérateurs sont censés prélever des échantillons régulièrement, et les envoyer au laboratoire de Corstyrène pour qu'ils y soient analysés.

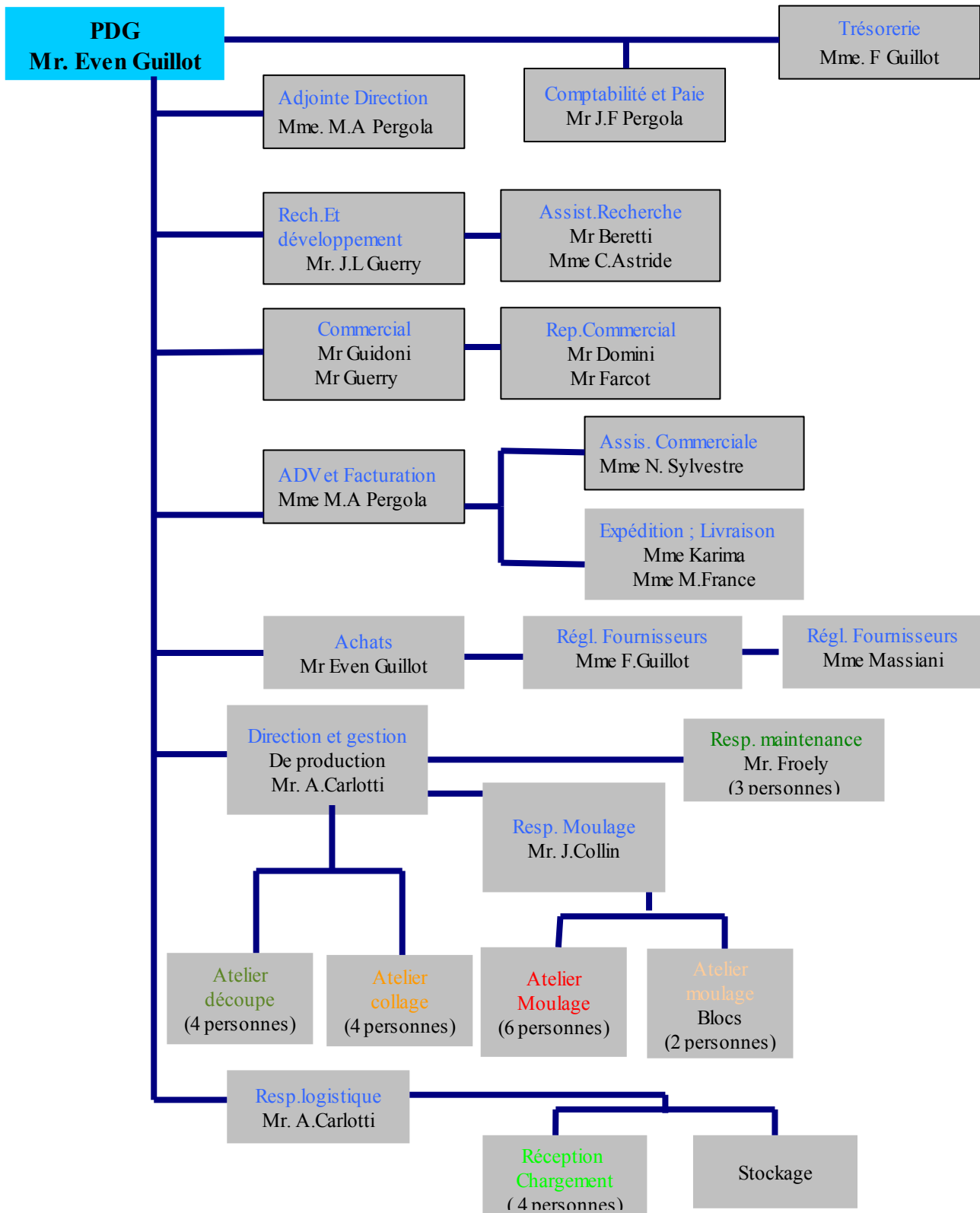


Test de résistance à l'inflammation

D'autre part, Corstyrène essaye de lancer sa production avec du « polystyrène expansé gris ». Celui-ci est en réalité du polystyrène expansé obtenu à partir de billes de polystyrène contenant du carbone. Celle-ci possède un indice d'isolation thermique plus important que le polystyrène classique. Les essais en laboratoire vont permettre de comprendre les réactions de cette matière : résistance, réaction face aux flammes, comportement d'isolant, propriétés physiques. Tout cela est estimé à partir de nombreuses mesures sur des échantillons réels.

VI . ORGANISATION DU PERSONNEL

L'organisation du personnel est donné par l'organigramme suivant.



PARTIE III : EXPÉRIENCE PERSONNELLE

I . PRÉSENTATION DU STAGE

Mon stage dans l'entreprise Corstyrène a duré 5 semaines. Je devais dans un premier temps assister les opérateurs dans leurs tâches quotidiennes, et ensuite aider le laboratoire de R&D à concevoir un nouveau produit pour la société. Prévu initialement pour deux à trois semaines, mon passage chez les opérateurs s'est déroulé finalement comme le veut l'école, c'est-à-dire quatre semaines. J'ai ainsi pu découvrir l'ensemble des ateliers de l'usine (à l'exception de l'atelier collage), et suivre aussi la vie de l'administration lors de mon travail au laboratoire (voir la partie consacrée).

Avant de présenter concrètement mon stage j'aimerais préciser les étapes précédentes. J'ai tout d'abord contacté l'entreprise par téléphone en demandant des renseignements pour savoir si elle correspondait bien aux critères demandés par l'école Centrale. La chance était de mon côté puisqu'il s'agit de l'une des deux entreprises de la région qui répond à ces critères. La région étant principalement agricole, il y a très peu d'entreprises qui emploient autant d'employés.

Après avoir reçu ces informations, j'ai donc demandé s'il était possible d'effectuer un stage durant l'été 2007 en tant qu'ouvrier, et j'ai été convoqué pour un entretien le lendemain. Durant cet entretien où j'ai expliqué certains points de mon CV, on m'a demandé des renseignements sur la formation que je suivais, sur les raisons qui me poussaient à choisir Corstyrène et sur les compétences que je pouvais mettre en oeuvre. Après cela on me fit visiter l'usine.

Lors d'un coup de téléphone que je passais deux jours après pour avoir la réponse, on

me félicita pour mon futur poste de stagiaire en juillet. Je commençais donc mon stage le 2 juillet 2007 dans l'atelier moulage.

II . TRAVAIL DANS LES ATELIERS

Afin de travailler dans l'usine, certaines conditions sont nécessaires. Il faut par exemple porter des chaussures fermées dans toute l'usine ou des masques anti-salmonelle dans la salle de la chaudière.

A) ATELIER MOULAGE

Mon premier jour a été effectué dans l'atelier moulage. J'ai appris à utiliser et à recharger l'emballuse qui sert (comme son nom l'indique) à emballer plusieurs types de produits différents. Le jour suivant je le passais à utiliser la thermoformeuse donc le principe est de chauffer un film plastique puis de l'appliquer sur la structure à couvrir en l'aspirant sous vide (voir explication plus loin). Son apprentissage n'est pas difficile, mais de nombreuses manipulations délicates (changement de film, configuration, etc.) ont dû m'être expliquées à plusieurs reprises par les opérateurs. Lors de mes débuts, j'ai souvent eu des pièces à rebuter car je ne savais pas régler la machine correctement (réglage de multiples résistances).

Au fil des jours, j'alternais entre ces deux postes, et progressivement, les opérateurs me demandèrent main forte lorsque les machines produisaient toutes en même temps. J'ai pu alors découvrir le fonctionnement des machines de moulage à proprement parler. On ne me confia jamais leur réglage (trop compliqué) mais je comprenais grossièrement les paramètres importants de la cuisson des pièces moulées (température, pression, temps de cuisson).

La plupart de ces pièces moulées devait d'abord être emballée par douzaine, puis, les paquets étaient déposés sur des palettes de 4 paquets. Les paquets de la palette étaient alors solidarités grâce à une filmeuse qui entourait l'ensemble. L'ensemble était alors transporté par Clark dans la zone de stockage où patientaient des centaines de palettes déjà remplies.

Durant une semaine mon travail consista à aider à l'emballage ou au thermoformage de ces produits. Je fus ensuite affecté à l'atelier découpe pendant une semaine puis on m'attribua une

tâche dédiée à l'entrepôt, mais je revins finir mon stage « ouvrier » parmi les opérateurs du moulage. J'eus alors l'occasion de faire fonctionner la machine de moulage de grandes plaques. Nous eûmes alors le tracas de voir que le moule était incorrect, et que les pièces ne s'emboîtaient pas comme elles le devaient (principe du puzzle). On me confia alors comme mission de trouver un procédé pour découper à la main les 150 plaques qui constituaient la commande. Ce travail fut réalisé en plusieurs jours.

Ainsi, pour résumer la chaîne de vie classique d'un produit dans cet atelier, on peut citer les étapes suivantes. L'objet sort du moule et l'opérateur le met de côté. Lorsque l'on obtient une douzaine d'éléments, la pile formée est placée sur l'emballeuse, puis posée sur une palette. Lorsque la palette contient 4 paquets, ceux-ci sont solidarisés par la filmeuse qui les entoure tous de film transparent. Enfin, l'opérateur emmène la palette dans l'entrepôt pour le stocker en attendant le camion.

Dans la suite du texte je précise le fonctionnement des différents postes mentionnés.

A.1. LES MACHINES DE MOULAGE

La société Corstyrène possède 5 machines de moulage. L'une d'entre elles produit des hourdis, trois autres produisent des plaques de chauffage par le sol, et la dernière des plaques dédiées à l'isolation (lors de mon stage, la production étant dédiée au marché italien, ces plaques possédaient un pigment vert répondant à leur code de couleur).



Moulage des hourdis

La première machine fabrique donc des hourdis (ou entrevous), ces supports nécessaires à la pose du béton du vide sanitaire. La machine possède 3 moules identiques, et fournit donc trois

pièces à chaque fournée. L'opérateur doit les récupérer à la sortie de la petite file d'attente (sinon les hourdis tombent à terre) et les assembler pour en faire une colonne. Cette colonne est maintenue par du scotch et n'est pas emballée, mais directement mise sur une palette et filmée. Le nom du produit est repéré par une étiquette placée avant le filmage.

La machine suivante produit des plaques dédiées à l'isolation. Lors de mon stage, celles-ci étaient commandées par des entreprises italiennes, et possédaient donc un pigment vert. De plus, leur emballage est particulier. On place d'abord la pile de plaque (de 10 à 12 en fonction du produit) sur l'emballeuse, en bout de chaîne. Un premier emballage, spécifique à l'Italie, est réalisé. La pile passe ensuite dans le reste de la chaîne qui représente l'emballage classique des plaques produites par Corstyrène.

Les trois dernières machines produisent des plaques de chauffage par le sol. Cette fois-ci seul un moule est présent, et la file d'attente est plus longue. Quelques dizaines de plaques peuvent sortir de la machine sans que l'opérateur ait à les mettre de côté. Lorsqu'il y en a suffisamment (10 ou 12 selon l'épaisseur du produit), il place une pile sur l'emballeuse et pose le paquet sur une palette. Lorsque la palette est remplie de 4 paquets, il l'emmène là aussi au stockage.



Le moulage de plaques de chauffage par le sol

L'une de ces trois plaques de chauffage est spécifique, elle a besoin d'être protégée par un film plastique avant d'être emballée. Pour cela, l'opérateur dépose ces plaques sur des palettes où les plaques vont sécher pour être thermoformées. Après le thermoformage, les plaques suivent le schéma d'emballage des plaques classiques.

A.2. LA THERMOFORMEUSE

Pendant mon stage, la thermoformeuse s'est avérée être une machine assez capricieuse. Elle fonctionne de la manière suivante : une pile de plaque est déposée à son entrée. La machine fait ensuite rentrer une après l'autre les plaques en son sein. A l'intérieur sont disposées de multiples résistances dont le but est de détendre le film plastique qui couvrira les plaques. Lorsque le plastique est étirable, la machine l'applique sur les plaques. Comme celles-ci ont des reliefs importants, il est nécessaire de faire le vide entre la plaque et le film, cela grâce à des petits trous placés dans les plaques. Après cela, il est nécessaire de découper les bords de la plaque pour la détacher du reste du film plastique.

Les caprices de la machine venaient principalement de deux points : la mise sous vide et la découpe des bords. Lors de la mise sous vide, si les trous n'étaient pas bien percés ou que les résistances n'avaient pas assez chauffé, le vide ne se faisait pas. Si le film présentait un défaut ou une fragilité, le film se déchirait. Lors de la découpe, le couteau automatique faisait souvent des bavures, et découpait trop loin, ou trop court. Lorsque la plaque était découpée trop court il fallait retirer manuellement le film, et la replacer dans la machine. Lorsqu'elle était découpée trop loin, il fallait reprendre la bavure manuellement au cutter.



Le film prend la forme de la plaque lors de l'aspiration sous vide

La qualité du thermoformage dépend de manière directe de la qualité du film. Durant mon stage, le fournisseur du film avait fourni 2 ou 3 palettes de 9 rouleaux défectueux. Il fallu donc prendre des photos des défauts, et contacter le fournisseur pour régler le problème avec lui. Il

s'agissait là d'une expérience enrichissante pour mon stage car j'ai découvert là quelques démarches basiques pour régler les litiges avec un fournisseur.

A.3. L'EMBALLEUSE

La machine est automatisée par une multitude de capteurs. Les produits à emballer sont posés sur un tapis roulant à l'entrée de la machine tandis qu'à l'avant de ce tapis roulant se trouve un capteur CMOS qui enregistre la présence ou l'absence de la pile. Lorsque le départ est lancé, le tapis s'actionne jusqu'à ce que le capteur ne détecte plus la présence de la pile de produits. A ce moment, la pile est sur un deuxième tapis où le processus d'emballage commence. Un film étirable est enroulé autour de la pile grâce à un rouleau disposé sur un disque en rotation autour du tapis roulant.

Le fonctionnement de cette machine est simple et ne nécessite quasiment aucun réglage de la part des opérateurs. Le changement de rouleau est le seul moment où il est nécessaire de régler la tension que l'on impose au rouleau. Si cette tension est trop importante, le film étirable se rompt au premier tour. Il est donc nécessaire de réduire la tension appliquée au film, et de repasser la pile sur les tapis roulants. Il n'y a aucun produit qui se gâche si la machine est mal réglée.



L'emballage est une étape qui se déroule en continu. En effet, l'atelier moulage est constamment en train de répondre à des commandes importantes de clients. Afin de pouvoir livrer le client, les pièces doivent être produites en quantité suffisante pour remplir une remorque de

camion. Lors d'une commande, la production se lance donc sans interruption durant quelques jours. En attendant le camion, il faut stocker les produits une fois emballés.

A.4. LA FILMEUSE

La filmeuse est simplement constituée d'une plateforme rotative ainsi que d'un support pour le rouleau de film qui est astreint à se déplacer sur la verticale uniquement. Lorsqu'une palette est remplie, on la dépose sur la plateforme, et on attache un bout du film plastique en bas des paquets. Lorsque la machine est mise en route, la plateforme se met à tourner, et le support pour le film à monter. Ainsi, l'ensemble des paquets est bientôt recouvert par le film plastique. Ce film permet de protéger les paquets durant leur transport, et d'éviter qu'ils ne tombent à tout bout de champ de la palette.

A.5. LE MOULE POUR GRANDES PLAQUES

Ce moule est spécifique aux grandes plaques qui servent elles-mêmes à mouler du béton ou un autre matériel de construction. Les moules contiennent l'empreinte négative d'un motif décoratif (mur de briques, imitation d'écorce, ...). Ce décor remplace un crépi aléatoire en donnant directement au matériau l'aspect attendu. Les plaques formées sont censées s'emboîter les unes aux autres à l'image d'un puzzle.



Cette machine est assez régulière lorsqu'elle est bien réglée, et l'aspect des plaques est alors le parfait négatif du moule de l'intérieur. Durant ma période de stage, la matière des plaques a bien été cuite, mais le moule vendu n'était pas totalement symétrique : les pièces qui en sortaient ne pouvaient pas s'emboîter. Le moule avait déjà été testé au préalable, mais avec une matière moins condensée, plus souple, que l'on pouvait forcer à rentrer dans la plaque d'à côté.

Une de mes missions a donc consisté à fournir une réponse rapide à ce problème. En effet, Corstyrène avait deux semaines pour répondre à cette commande de cent cinquante grandes plaques. La réparation du moule pour le remettre aux cotes prévues étant hors de question pour des raisons de délai, nous devons produire les plaques puis trouver une solution à mettre en oeuvre. Cette recherche m'a donc été confiée et j'ai dû mettre en place la procédure qui était le meilleur compromis entre le temps, la facilité et la qualité de découpe. J'ai établi par la suite avec mon tuteur la procédure que devraient suivre les opérateurs du service de nuit afin de finir les découpes. Ces découpes de nuit se sont pourtant mal passées, sans que l'on en connaisse la raison.

B) ATELIER DÉCOUPE

B.1. DÉCOUPE AUTOMATISÉE

Je n'ai pas passé plus d'une semaine dans cet atelier. Les conditions de travail y sont certes meilleures qu'au moulage car il s'agit d'un atelier rénové récemment, mais l'aspect répétitif des tâches pourrait rebuter un grand nombre de personnes. Heureusement, les ouvriers qui y travaillent le font dans l'humeur la plus délicieuse qui soit.

Dans cette salle se trouvent deux machines à découper qui fonctionnent de manière continue. La machine est constituée d'un tapis roulant sur lequel arrive le bloc de polystyrène expansé, des capteurs qui lui indiquent lorsque le bloc est bien positionné, et des résistances métalliques chauffées qui découpent le bloc en faisant fondre le polystyrène. Cette découpe se fait sans contact entre les blocs et les résistances.



Découpe de plaques pour le placoplâtre

Les blocs sont stockés dans une salle attenante. Ils sont empilés et placés sur des tapis roulants. Leur déplacement est géré par ordinateur. Ainsi, lorsqu'une machine a fini de découper un bloc, le programme informatique fait venir un nouveau bloc jusqu'à la machine qui vient de terminer ? Ce processus évite de longues minutes de transport sur des blocs qui pèsent une soixantaine de kilogrammes. La salle de stockage de bloc est l'une des plus impressionnantes de l'entreprise, de par sa taille, et de par son contenu imposant.



Le stockage des blocs sur tapis roulants

Mon poste se limita aux hourdis découpés. Je devais vérifier tout d'abord que le bloc entrainait bien sur la machine, ce qui fut le cas à toutes les reprises, à l'exception d'un seul jour où un courant d'air dévia un bloc. Une fois sur la table de découpe, les résistances se mettaient en action et dessinaient le motif prédéfini dans le bloc. Lorsque ce travail était fini, il fallait décharger la table de découpe et emballer les hourdis découpés. Cet emballage se faisait avec deux simples bouts de scotch que l'on mettait à l'extrémité des piles de hourdis.

B.2. DÉCOUPE NON AUTOMATISÉE

Dans cet atelier, je ne suis pas intervenu, j'ai juste passé quelques moments aux côtés des opérateurs pour voir leurs activités. Les commandes qu'ils reçoivent sont plus particulières car elles concernent souvent des domaines comme la décoration, le spectacle ou la publicité. Les formes qu'ils découpent dans les blocs sont plus poétiques que les plaques de chauffage ou les hourdis. Les deux machines de cet atelier sont plus perfectionnées que dans l'autre atelier. Les découpes peuvent s'effectuer en trois dimensions.

Cet atelier permet aussi à Corstyrène une solution de construction de terrasse. En effet, pour la construction de telles structures, l'évacuation de l'eau est un des enjeux majeurs. L'emploi de cales de polystyrène sous la structure en béton permet de calculer les pentes à donner aux dalles afin d'acheminer l'eau vers les bouches d'évacuation. Concevoir de telles cales est fort complexe et cela est calculé par ordinateur. Il faut alors découper de multiples pièces triangulaires qui s'assembleront à la manière d'un puzzle.

L'emballage complexe de ce genre de commande est l'une des missions que l'on m'a confié et qui constitue la partie suivante.

C) MISSIONS INDÉPENDANTES D'UN ATELIER

C.1. EMPAQUETAGE DE PLAQUES DE TERRASSE

La première mission que l'on me proposa fut d'aider un opérateur à emballer des plaques dédiées à la construction d'une dalle de terrasse. Comme expliqué plus haut, l'assemblage des pièces par les maçons est compliqué par la multitudes des pièces. Il ne faut donc pas qu'il ait à ouvrir l'ensemble des paquets pour trouver la pièce qui correspond au morceau de puzzle suivant.

Afin de faciliter le travail d'assemblage sur le chantier, la dalle est séparée en différentes zones qui sont elles mêmes composées des dalles élémentaires. Chaque paquet correspond à une zone, et l'entrepreneur a ainsi à faire le tri parmi une dizaine de pièces seulement.

La notice d'assemblage est fournie par le logiciel de calcul des zones. Il ne nous restait plus (l'opérateur et moi-même) qu'à sélectionner pour chaque zone les types de plaques qui correspondaient au schéma. Des centaines de plaques furent ainsi emballées et numérotées. Ces plaques devaient servir à la construction d'une terrasse de l'hôpital d'Ajaccio. Ce travail fut possible car l'entreprise Corstyrène possède de nombreux hangars, grâce à sa rénovation récente, et que ces hangars lui permettent de stocker des commandes qui nécessitent un certain temps entre leur production et leur livraison.

C.2. L'ORGANISATION DE L'ENTREPÔT DE STOCKAGE

L'entrepôt principal de stockage de l'entreprise Corstyrène est celui dédié au moulage. Il s'agit d'y entreposer les hourdis et les plaques pour chauffage qui attendent d'être en nombre suffisant pour être livrés par camion. D'anciennes commandes produites en surplus attendent aussi ici qu'un nouveau client soit intéressé.

Durant la période de mon stage les chauffeurs de chargement (ceux utilisant les clarks) ont fait remarqué à mon tuteur que l'entrepôt correspondait mal à leur travail. Ils avaient en effet besoin de garer le camion à l'intérieur de l'entrepôt (afin de charger plus vite), et ils devaient en plus garder de l'espace pour leur clarks afin de charger le camion correctement.

Une autre contrainte est apparue par la suite, grâce à l'intervention de M Guillot, le dirigeant de l'usine. Les portes de l'entrepôt sont assez fragiles, et ne supporteraient pas de chocs trop rudes. Il fut ainsi décidé que le stockage ne devait pas s'effectuer sur une hauteur importante à proximité de cette porte.



L'entrepôt de l'atelier moulage

On me confia donc la tâche délicate de réorganiser de manière optimum le hangar de stockage avec les contraintes précédemment décrites. Je bénéficiais pour cela d'un bloc note, d'un crayon, d'un mètre à mesurer, et d'une calculatrice. Je commençais par calculer la surface totale de l'entrepôt, puis par représenter schématiquement les allées où le clark devrait passer et où le camion devait se garer.

L'optimisation ne fut pas facile. Il était en effet important d'utiliser la plus grande surface possible, mais il restait un des coins de l'entrepôt qu'il était difficile d'organiser. On m'avertit de plus, durant les calculs, que je ne devais pas oublier les issues de secours. Je fis donc plusieurs propositions afin d'occuper au mieux le coin restant. La proposition qui fournissait l'utilisation la plus aisée pour les clarks, et qui offrait le plus d'espace fut bien entendu celle qui fut choisie.

C.3. SIGNALISATION DES SOLS

A l'issue de ces calculs, on me proposa de faire apparaître les nouvelles zones de stockage au sol, à l'aide de peintures en spray. Afin de tirer des lignes droites, je me mis donc à construire un pochoir en carton dans lequel je découpais le centre à l'aide d'un cutter. Il s'avéra par la suite que j'aurais pu utiliser un appareil de traçage routier que l'entreprise possédait en réserve.

Les zones de stockage furent signalées par des bandes jaunes, et les consignes (« fin de stockage », « stockage limité en hauteur ») furent inscrites en rouge. Il s'avéra aussi, par la suite, que cette peinture n'était pas faite pour les sols et qu'elle ne tiendrait sûrement pas jusqu'à la fin de mon stage. Quand je suis parti, les bandes étaient encore là, et je pense retourner dans l'entreprise

afin de vérifier si les marques sont encore là ou non.

Dans la foulée, on me proposa d'effectuer les marquages au sol de la zone plein air de Corstyrène. Cette zone correspond à la zone de passage des camions et des clarks, et fait le lien entre les différents hangars des ateliers. Je finis donc mes travaux de peinture par l'extérieur.

A l'issue de cette période de trois à quatre semaines, un gros projet se dessina : faire une nouvelle pièce que devrait produire Corstyrène. Celle-ci devait répondre à de nombreux critères (physiques et métriques). M Guillot voulait en effet produire un produit totalement dessiné par Corstyrène pour la rentrée de Septembre. Ce projet fort audacieux fut entamé un peu tard, et sa description fait l'objet de la partie suivante.

III . TRAVAIL DANS LE LABORATOIRE

A l'issue des quatre semaines de stage dans l'environnement ouvrier, mon tuteur me proposa de venir l'assister dans le laboratoire de R&D de l'usine. Celui-ci était en réalité une petite salle avec un ordinateur, un lambdamètre, et d'autres appareils de mesure. Le premier jour, on m'a demandé d'aider à relever des mesures de résistances, l'après-midi et le lendemain il fallut calculer les masses volumiques d'un nouveau matériau. Le reste de la semaine fut consacré au plus gros projet qu'était la création numérique et la simulation numérique d'isolation thermique d'un nouvel hourdis.

A) TESTS DE RÉSISTANCE :

La cuisson de polystyrène expansé dans un moule de 3m³ est difficilement homogène. La température extérieure ainsi que l'hydrométrie influe beaucoup sur le bloc à la sortie. La matière peut être plus condensée à certains endroits, il peut y avoir eu des contraintes non prévues. Tout cela se répercute sur les propriétés mécaniques des pièces qui sont découpées dans le bloc. Si certaines zones sont plus fragiles que la normale, la qualité est grandement mise en jeu, de même que la sécurité des constructions.

Il est donc important de prélever des échantillons correspondant à différentes zones géographiques sur le bloc, afin de comparer leur résistance avec la résistance théorique. Il ne faut

pas que cette résistance s'éloigne trop, sinon les produits sont mis au rebut, et il faut essayer de trouver la cause de ce problème. De même, la question se pose si l'on note une trop grande disparité entre deux séries de mesures, ou bien entre deux échantillons du même bloc, mais qui n'ont pas été prélevés au même endroit.

Afin de prélever correctement les échantillons, un protocole a été établi et donné à l'opérateur qui doit prélever ceux-ci plusieurs fois dans la semaine. Ces prélèvements ne sont pas faits dans chaque bloc, car les essais sont destructifs. Il faut donc faire un compromis entre la production et les tests. L'opérateur devait prélever les hourdis suivants :

A		B		C
D		E		F

Une fois prélevés, les hourdis sont testés sur une machine reproduisant la marche d'une personne humaine. Il s'agit là, en réalité, d'un piston hydraulique qui se termine par une pédale métallique ayant une forme rectangulaire de la taille d'un pied humain. La machine fonctionne de la manière suivante : on dépose le hourdis sur deux cales, on positionne la pédale sur le hourdis (pour qu'elle n'appuie pas dans l'air), et on actionne la machine. Le fluide hydraulique va progressivement faire appuyer la pédale sur le hourdis jusqu'à le casser. C'est la pression à laquelle le hourdis rompt qui est relevée.



Test de résistance d'un hourdis

Les tests que nous avons effectués ont révélé que certaines zones dénotaient une résistance plus constante que d'autres. Les zones A-D et C-F sont plus constantes au fil des blocs que les zones B-F. Cela peut s'expliquer par le séchage du bloc qui s'effectue d'une manière identique au bord, et qui est très différent au centre.

B) CARACTÉRISATION DE NOUVELLE MATIÈRE

L'entreprise Corstyrène a décidé de se lancer dans la production des mêmes pièces (hourdis, entrevous, etc.) mais avec une matière plus complexe, plus isolante et plus chère que constitue le polystyrène gris. Celui-ci est en fait constitué de molécules de carbone qui ont été adjointes durant la polymérisation du polystyrène. Ces molécules confèrent donc de nouvelles propriétés aux billes une fois expansées. Afin de produire des produits que la société peut connaître et qu'elle peut faire certifier par un organisme, il est nécessaire de faire des tests pour apprécier ses réactions.



Ces tests peuvent couvrir de larges domaines, allant de la masse volumique à la résistance aux flammes. Les protocoles de ces tests sont tous contrôlés par Corstyrène et accrédités par les organismes certificateurs (ces derniers effectuent les mêmes tests pour vérifier les produits). Durant mon stage je n'ai eu l'occasion de faire que les calculs de masse volumique. Cette tâche n'a pas été très difficile mais il fallu tout de même répertorier tous les échantillons qui n'étaient pas forcément tous bien classés.

La partie la plus délicate de cette opération a été de repérer de manière cohérente les différents échantillons. Ceux-ci allaient servir, après mon stage, à des calculs sur l'isolation thermique. Pour y arriver nous avons, avec l'assistante de recherche avec qui je travaillais, mis en

place un système de numérotation alphanumérique. Cela a permis de consigner sur une feuille les références des produits déjà testés, ainsi que leur masse volumique. Cette feuille de tests a été réalisé par mes soins. Il y figure le protocole de prélèvement ainsi que les différentes mesures à effectuer.

Ces feuilles vont servir à constituer un classeur répertoriant les mesures déjà prélevées sur les blocs de polystyrène gris. Corstyrène envisage à terme de bien connaître les propriétés de son nouveau matériau, et de pouvoir produire des produits de haut de gamme.

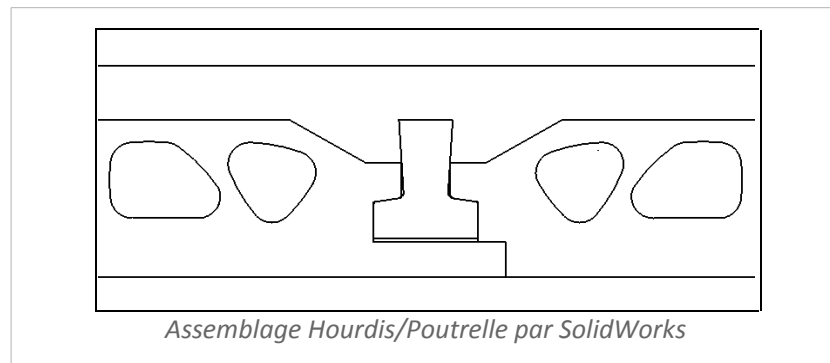
C) CONCEPTION 3D D'UN NOUVEAU HOURDIS

La partie la plus intéressante de mon stage se déroula sur 4 jours. On me forma rapidement au logiciel de C.A.O. Solidworks, et on me fixa des objectifs à atteindre. Cependant la deadline fixée était très courte, et nous n'avons pu qu'entrevoir le produit fini.

Afin de répondre à l'offre de ses concurrents (entreprise KNAUFF entre autres), M Guillot désirait créer un hourdis propre à Corstyrène. En effet, la plupart des moules dont la société dispose, proviennent d'un fabricant de poutrelles pour dalles de béton (entreprise KP1). Les hourdis de Corstyrène ne sont donc pas, pour la plupart, des originaux.

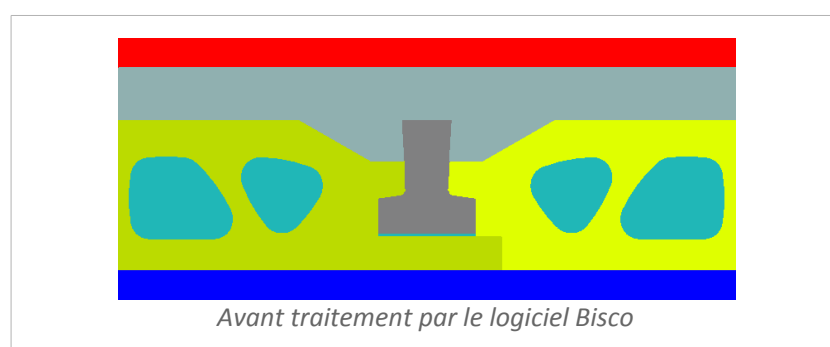
La demande de M Guillot était claire : il voulait un hourdis qui réponde à une isolation thermique supérieure, et qui puisse s'adapter sur toutes les poutrelles du marché. Les outils mis à ma disposition furent un logiciel de calcul de flux thermique ainsi qu'un logiciel de C.A.O. : Solidworks. Il fallait de plus que l'entraxe entre les poutrelles soit de 600mm, et que certaines cotes de sécurité soient respectées. La documentation technique des poutrelles me fut transmise afin que je connaisse ces cotes de sécurité.

Afin de ne pas débiter sans connaissances des outils, on me forma pendant une demie journée sur le logiciel de calcul du flux thermique (la notice suffisait car j'avais déjà travaillé sur un logiciel semblable au laboratoire Fresnel en compagnie du Professeur Escoubas) et sur le logiciel de C.A.O. On me demanda, pour m'exercer, de dessiner en 3D les différents modèles de poutrelles (rector, isoleader, ...). Cela m'occupa durant l'après-midi.

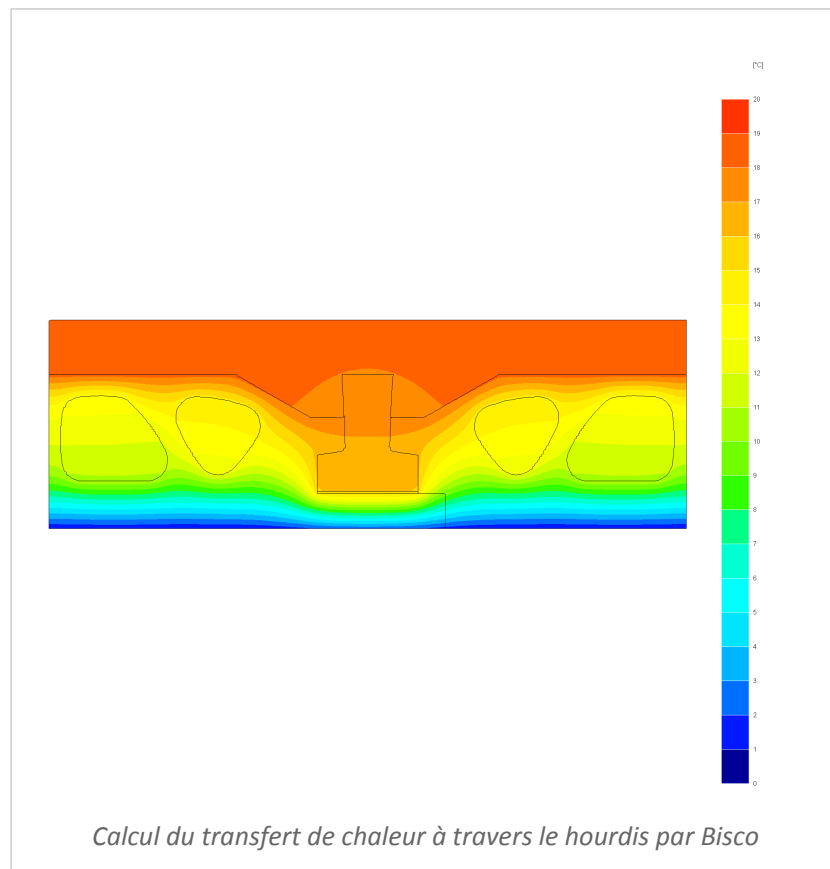


Le lendemain, le vrai travail commença. Un des jeunes chercheurs du laboratoire m'assista tout au long de la phase de conception. Nous étudiâmes ensemble les différentes options qui se proposaient pour donner une forme extérieure au hourdis. La décision fut prise par M Guillot de reprendre la forme d'un ancien hourdis Knauff, dans lequel la forme intérieure serait propre à Corstyrène. Il est astucieux en effet de laisser des alvéoles vides dans le hourdis, ceci permet de diminuer la quantité de matière consommée, tout en gardant la solidité nécessaire.

La première journée consista à créer un exemple basique de hourdis avec les contraintes qui nous avaient été fixées. Nous devions lui donner une forme particulière à son point de contact avec la poutrelle. Cette zone était celle de prise du béton, et c'est elle qui assurait une bonne prise autour des poutrelles. De plus, il fallait laisser un petit jeu d'air entre le bas de la poutrelle et la languette du hourdis.



Lorsque la première ébauche fut terminée, nous dûmes tester l'isolation thermique de celle-ci. Le logiciel Bisco permet d'effectuer ces calculs si on lui fournit en entrée une image de la zone à analyser. On définit alors les différents matériaux présents dans la zone à l'aide de couleurs représentant des propriétés physiques différentes. Une fois que chaque zone est matérialisée, Bisco se lance dans les calculs et fournit en sortie une représentation du transfert de chaleur.



Le processus d'optimisation dura quelques jours. Il fut difficile de concilier la taille des alvéoles avec l'isolation thermique désirée. De nombreuses réunions faisant intervenir les responsables de la production, de la recherche et M Guillot furent organisées. Le projet ne fut pas terminé à la fin de mon stage comme il devait l'être, mais j'en garde une pratique intéressante de la conception de produit dans un cadre industriel.

PARTIE IV : BILAN DU STAGE

Durant ces cinq semaines passées dans l'entreprise Corstyrène, j'ai eu la chance de découvrir de multiples facettes d'une PME. J'ai eu la chance tour à tour d'aborder l'aspect Ressources Humaines, la gestion de la production, la gestion des commandes et des stocks, la gestion de la qualité ainsi que du développement de nouveaux produits.

- *Ressources humaines :*

Le dialogue dans l'entreprise est une chose qui m'a paru indispensable au bon fonctionnement des tâches fixées aux employés. Bien expliquer, c'est parler, faire des notices d'utilisation, ou faire des schémas simples. Les employés de Corstyrène étaient autonomes, mais lorsqu'il s'agissait d'introduire un nouveau processus de production, ou de s'occuper d'un nouveau produit ou d'une nouvelle machine, le dialogue doit être facile afin de faciliter les remontées d'informations.

Je n'ai assisté au sein de cette entreprise qu'à des contacts chaleureux entre les membres du personnel. Je pense que la taille de l'entreprise, et le contexte rural y sont pour beaucoup. En effet, dans une micro région comme celle-ci, la compétition ou les rapports employé/chef ne sont pas les mêmes qu'en ville. La seule tension que j'ai remarquée venait de problèmes familiaux, rien ne provenait du mode de management de l'équipe administrative. Ainsi la direction de l'entreprise agit-elle bien avec ses employés en les traitant de manière ferme mais amicale.

- *Gestion de la Production :*

La production dans l'usine Corstyrène s'appuie sur un parc de machines conséquent. L'entretien de celles-ci ainsi que leur fonctionnement optimal est nécessaire. Ainsi, il faut

associer beaucoup de ressources humaines à ces tâches, et leur confier les moyens nécessaires à leurs actions.

La production est aussi dépendante de matières premières (le polystyrène non expansé et l'eau), et il est nécessaire de planifier correctement l'usage de ces deux ressources. Concernant le polystyrène, Corstyrène réutilise les billes broyées des pièces défectueuses, concernant l'eau, l'entreprise a fait construire récemment un puit afin d'être indépendante. La gestion de la production est une alerte incessante car il faut sans cesse se préoccuper du bon fonctionnement de l'usine, et ce à tous les niveaux.

- *Gestion des commandes et des stocks*

La production est intimement liée aux commandes clients, et une planification intelligente est nécessaire à des économies qui peuvent se révéler importantes. Plusieurs personnes des bureaux administratifs sont affectées à cette tâche, et mon tuteur m'a enseigné une chose fondamentale : lorsque l'on gère le secteur production de l'entreprise, il faut toujours être au courant des décisions prises par le secteur gestion des commandes. Il est possible en effet que les décisions prises dans un secteur ou dans l'autre s'opposent. Il est donc nécessaire de toujours savoir ce qu'envisage l'autre afin de le prévenir au cas où une commande ne pourrait pas être produite dans l'immédiat.

La gestion des stocks est une conséquence directe de la stratégie de livraison au client. L'entreprise a tout intérêt à pouvoir stocker correctement ses produits. Il est ainsi nécessaire d'évacuer au plus vite les commandes qui peuvent être livrées afin de toujours garder un entrepôt disponible.

- *Gestion de la qualité*

La qualité fut un des aspects les plus visibles durant mon stage, mais un de ceux que je pense avoir le plus de difficulté à saisir entièrement. Visible car savoir si un produit est à mettre au rebut ou non est facile, visible aussi car calculer la résistance d'un produit avec une machine est très concret. Mais insaisissable car il s'agit aussi de tout le service offert au client avant, pendant, et après sa commande.

Il s'agit de toute la chaîne que va juger un client potentiel. La réception de son appel se fait-elle rapidement? Sa commande est-elle assistée de conseils? La livraison se fait-elle dans de bonnes conditions? Que se passe-t-il en cas de litiges?

Aucun de ces aspects n'a été vraiment éprouvé par le but « ouvrier » de ce stage. Je pense que le stage de deuxième année est justement là pour palier ce défaut, et faire prendre conscience à l'ingénieur généraliste que la qualité dépend du produit, mais surtout du contexte offert au client.

- *Développement de nouveaux produits*

Le développement de nouveaux produits est une activité très motivante. On pense réaliser quelque chose de concret, et les forces de l'équipe sont souvent très vives sur les débuts. Je n'ai eu l'occasion de travailler que dans une équipe réduite où la communication s'est faite facilement, je n'ai pas pu entrevoir comment marchent les plus grandes équipes, mais je pense que là aussi, un objectif clair ainsi qu'une bonne communication dans l'équipe est primordiale.

BIBLIOGRPAHIE

- <http://www.corstyrene.fr> : Corstyrene, l'entreprise concernée par ce rapport de stage
- <http://www.solidworks.fr> : Solidworks, le logiciel de C.A.O. employé durant mon stage
- <http://www.physibel.be/v0n2bi.htm> : Bisco le logiciel de calcul de flux de chaleur
- <http://www.lafarge.fr> : Lafarge, producteur de plâtre, partenaire de Corstyrene
- <http://www.kp1.fr> : KP1, société productrice de poutrelles de construction
- <http://www.rector.fr> : Rector, société productrice de poutrelles de construction
- <http://www.knauf.fr> : Knauf, un des plus gros concurrents de Corstyrene
- <http://www.kompass.fr> : Renseignements sur les entreprises
- <http://www.infogreffe.fr> : Renseignements sur les entreprises

LEXIQUE

Hourdis : Structure permettant le moulage du béton selon une forme donnée (voir [définition wikipedia](#))

Thermoformeuse : Machine qui permet d'appliquer un film plastique sur un objet de forme quelconque (voir principe sur wikipedia)

SARL : Société Anonyme à Responsabilité Limitée (voir [définition wikipedia](#))

SASU : Société Anonyme Simplifiée Unipersonnelle (voir [définition wikipedia](#))

Vide Sanitaire : zone tampon construite entre le sol et le planche en béton d'une habitation (voir [l'utilité sur le site de KPI](#))