



**HAL**  
open science

## Recherche d'un nouveau procédé pour surfacer une aiguille chirurgicale

Joël Gaucher

► **To cite this version:**

Joël Gaucher. Recherche d'un nouveau procédé pour surfacer une aiguille chirurgicale. Automatique / Robotique. 2011. dumas-01265784

**HAL Id: dumas-01265784**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01265784>**

Submitted on 1 Feb 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

**CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS**

**CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE LYON**

---

**MEMOIRE**

**présenté en vue d'obtenir**

**le DIPLOME D'INGENIEUR CNAM**

**SPECIALITE : MECANIQUE**

**OPTION : PRODUCTION AUTOMATISEE**

**par**

**Joël GAUCHER**

---

**Recherche d'un nouveau procédé pour  
surfacier une aiguille chirurgicale**

**Soutenu le 10 février 2011**

---

**JURY**

**Monsieur Georges VENIZELOS,  
Monsieur Hédi HAMDI,  
Monsieur André PLISSON,  
Monsieur Olivier MARION,  
Monsieur Franck SABATTINI,  
Monsieur Christophe ECK,**

**CNAM de Paris  
Université de Saint Etienne  
Directeur du centre CNAM Grenoble  
Directeur pédagogique du centre CNAM Lyon  
Directeur D.M.I société Covidien  
Chef de projet D.M.I société Covidien**

## Remerciement

Mes premiers remerciements s'adressent à Monsieur Christophe Eck, Chef de projet DMI, pour m'avoir proposé ce sujet de stage, l'avoir dirigé, et pour m'avoir fait ainsi découvrir le monde de la santé.

Je remercie la direction de la société Covidien qui m'a proposé et offert les moyens de continuer mes études lorsque je lui ai exprimé mon intention de trouver un stage afin de valider mon diplôme d'Ingénieur.

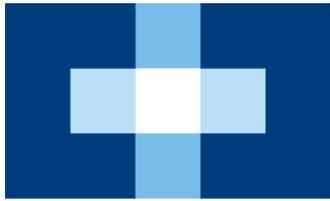
Je remercie l'ensemble du personnel de la société Covidien pour l'accueil et l'aide qu'ils m'ont apportés.

Pour terminer, je tiens à remercier toute ma famille pour les encouragements et les espoirs qu'elle a placée en moi.

# Table des matières

REMERCIEMENT .....	2
TABLE DES MATIERES .....	3
PARTIE 1 INTRODUCTION GENERALE .....	5
CHAPITRE 1 - A propos du mémoire .....	6
CHAPITRE 2 - Présentation de l'entreprise .....	7
Sous-chapitre 1 - Le groupe Tyco .....	7
Sous-chapitre 2 - L'usine de Grenoble - Pont de Claix .....	8
Sous-chapitre 3 - Gamme de produits .....	9
Sous-chapitre 4 - Types d'aiguilles par domaine d'application .....	10
Sous-chapitre 5 - L'aiguille chirurgicale de suture .....	10
Sous-chapitre 6 - Procédé de fabrication .....	12
CHAPITRE 3 - Contrexe de l'étude .....	13
Sous-chapitre 1 - Cahier des charges .....	13
Sous-chapitre 2 - Procédé actuel .....	14
Sous-chapitre 3 - Les critères qualités .....	15
Sous-chapitre 4 - La machine EM01 .....	18
PARTIE 2 RECHERCHE D'UN NOUVEAU PROCEDE DE SURFAÇAGE ET D'EBAVURAGE .....	21
CHAPITRE 1 - Le surfaçage .....	22
Sous-chapitre 1 - Présentation .....	22
Sous-chapitre 2 - Les désignations normalisées .....	23
Sous-chapitre 3 - Les bandes abrasives .....	26
Sous-chapitre 4 - La roue abrasive .....	30
Sous-chapitre 5 - Les disques .....	31
Sous-chapitre 6 - La meule CBN .....	33
Sous-chapitre 7 - Outil de surfaçage .....	33
Sous-chapitre 8 - Choix du procédé et conséquences .....	35
CHAPITRE 2 - L'ébavurage .....	37
Sous-chapitre 1 - Les bandes .....	38
Sous-chapitre 2 - Les Brosses .....	45

Sous-chapitre 3 - Bilan .....	48
Sous-chapitre 4 - Choix du procédé .....	49
Sous-chapitre 5 - Conclusion .....	50
Sous-chapitre 6 - Industrialisation .....	50
CHAPITRE 3 - Le cahier des charges .....	51
Sous-chapitre 1 - Le cahier des charges .....	51
Sous-chapitre 2 - Proposition .....	55
PARTIE 3 LA COUPE .....	57
CHAPITRE 1 - Introduction .....	58
Sous-chapitre 1 - But .....	58
Sous-chapitre 2 - Le parc machine .....	58
CHAPITRE 2 - Bundgens RC007 .....	59
Sous-chapitre 1 - But .....	59
Sous-chapitre 2 - Historique .....	62
Sous-chapitre 3 - Conclusion .....	63
CHAPITRE 3 - Autres machines de coupe .....	65
Sous-chapitre 1 - Bundgens RC005 .....	65
Sous-chapitre 2 - APR600 .....	68
CHAPITRE 4 - Mise en production .....	71
Sous-chapitre 1 - Choix de production .....	71
Sous-chapitre 2 - Modification à apporter .....	72
Sous-chapitre 3 - Définition de la VAIN .....	72
Sous-chapitre 4 - Durée de vie des canons .....	73
Sous-chapitre 5 - Résultats .....	75
Sous-chapitre 6 - Amélioration à apporter .....	75
Sous-chapitre 7 - Avenir .....	76
CHAPITRE 5 - Bilan .....	78
ANNEXE .....	79
LISTE DES FIGURES .....	90
LISTE DES TABLEAUX .....	91
RESUME .....	92

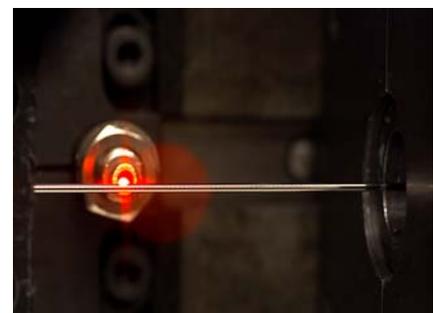


# COVIDIEN

Usine de Grenoble

## PARTIE 1

### Introduction générale



## Chapitre 1 - A propos du mémoire

Ce document traite des aspects techniques qui contribuent aux travaux du projet en proposant une solution au problème, mais il traite aussi de la méthodologie adapté au cours du stage.

Le mémoire va se dérouler de la manière suivante. Dans un premier temps, on va d'abord présenter l'entreprise afin de situer l'environnement lié à l'étude. Puis, on développera la problématique en évoquant le contexte auquel on est confronté. La détermination des outils les mieux adaptés au projet passera par une connaissance approfondie des critères qualités permettant d'obtenir une bonne aiguille. Grace à ces différents points, on aura ainsi déterminé les limites et les contraintes qualités auxquelles on sera confronté.

Après avoir analysé le défaut sur les aiguilles, on cherchera la solution la plus adaptée pour le supprimer. On testera donc toutes les solutions permettant de surfacier le bout des aiguilles sans les détériorer. Ainsi, on s'apercevra que le surfaçage produit une bavure ou un bec qui peut être gênant pour la suite des opérations. On devra donc trouver une solution pour enlever ce nouveau défaut. Cette nouvelle opération ne devra pas être trop longue et correspondre aux exigences définies dès le début.

Ensuite, il sera nécessaire d'industrialiser le système retenu. Pour cela, un cahier des charges présentant les besoins et les contraintes sera nécessaire.

Ces différents points vont permettre de corriger les défauts engendrés par la coupe et remplir toutes les conditions requises.

Dans un second temps, il sera aussi intéressant de connaître la cause réelle du défaut afin de l'atténuer le plus possible. On étudiera donc les machines de coupe et constaterons que le défaut peut être complètement atténué.

Après avoir décrit tous ces résultats, on commencera la fabrication des aiguilles en suivant ce nouveau protocole. On évoquera enfin les solutions d'avenir et les possibilités qui seront à nos portées. On présentera les issues à court terme, à moyen terme et à long terme.

## Chapitre 2 - Présentation de l'entreprise

### Sous-chapitre 1 - Le groupe Tyco

Créé en 1960, le groupe américain Tyco emploie près de 260 000 personnes dans le monde (Figure 1). Ses activités sont très diversifiées et sont actuellement représentées par les 4 unités suivantes :

- “**Tyco Electronics**” fournit des composants électroniques et électriques pour les domaines tels que l’informatique, les télécommunications, l’aéronautique, l’automobile, etc.
- “**Tyco Fire and Security**” regroupe les activités liées à la protection et défense contre les incendies (équipements de protection individuelle, extincteurs, etc.) ainsi qu’à la sécurité des biens et des personnes (systèmes d’alarmes).
- “**Tyco Healthcare**” se concentre sur le domaine de la santé (dispositifs médicaux et produits pharmaceutiques).
- “**Tyco Engineered Products & Services**” est spécialisé dans le développement de sprinklers et accessoires hydrauliques divers

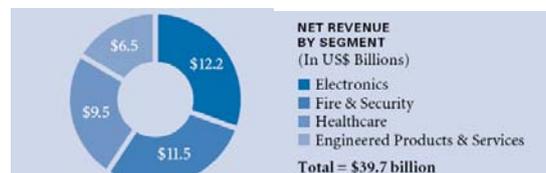


Figure 1 : répartition des revenus nets par secteurs (2005)

### Tyco Healthcare

Tyco Healthcare était la branche santé du groupe Tyco. En 2007, elle devient Covidien et emploie environ 43 000 personnes dans le monde.

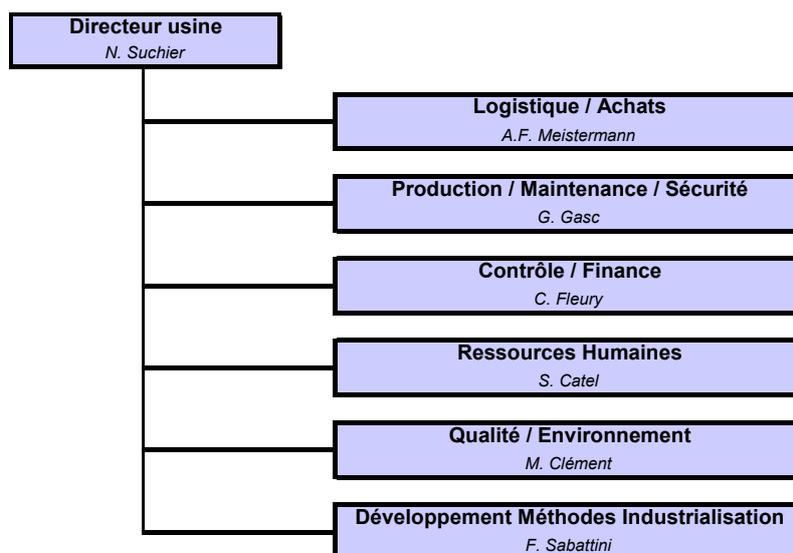
Son activité couvre principalement les 5 disciplines suivantes :

- Chirurgie : dispositifs chirurgicaux, outils de suture (aiguilles, agrafes, produits pour l’endoscopie, etc.).
- Produits médicaux : seringues, aiguilles, électrodes, produits d’infirmierie etc.
- Produits respiratoires : diagnostic et traitement des maladies respiratoires, produits anesthésiants.
- Imagerie médicale : produits radio pharmaceutiques.
- Produits pharmaceutiques : médicaments génériques, médicaments pour le traitement de la douleur, médicaments de substitution, produits vrac à destination des laboratoires pharmaceutiques et chimiques.

## Sous-chapitre 2 - L'usine de Grenoble – Pont de Claix

La société a été créée dans les années 50 (société Renodex) et a été rachetée par le groupe Tyco en 1998. Elle fabrique des aiguilles chirurgicales de suture, produit qui se décline aujourd'hui en plus de 1300 références selon l'utilisation requise. L'aiguille produite à Grenoble est un produit semi-fini (partie métallique de l'aiguille seulement), puisque c'est en effet dans 5 autres usines du groupe Tyco qu'est expédiée toute la production. Ces 5 unités sont alors en charge d'insérer une suture (absorbable ou non, fil de soie, nylon, câble, acier...), de sertir, stériliser et conditionner l'ensemble. Les produits finis sont commercialisés sous la marque "Syneture". Puis, en 2007, Tyco healthcare devient Covidien.

L'usine de Grenoble présente un chiffre d'affaires de 22 millions d'euros (2006) et emploie près de 280 personnes, répartis parmi les services suivants (Figure 2) :



*Mon stage de fin d'étude fut un projet initié par le service développement méthodes industrialisation. Sous la responsabilité de Mr. Eck, un des chefs de groupe de ce service, je fus amené à travailler avec le service production.*

*A mon arrivée en aout 2008, le service développement méthodes industrialisation était constitué de 4 chefs de groupe ayant sous leur ordre environ 4 techniciens.*

## Du fil au client ou se situer ?

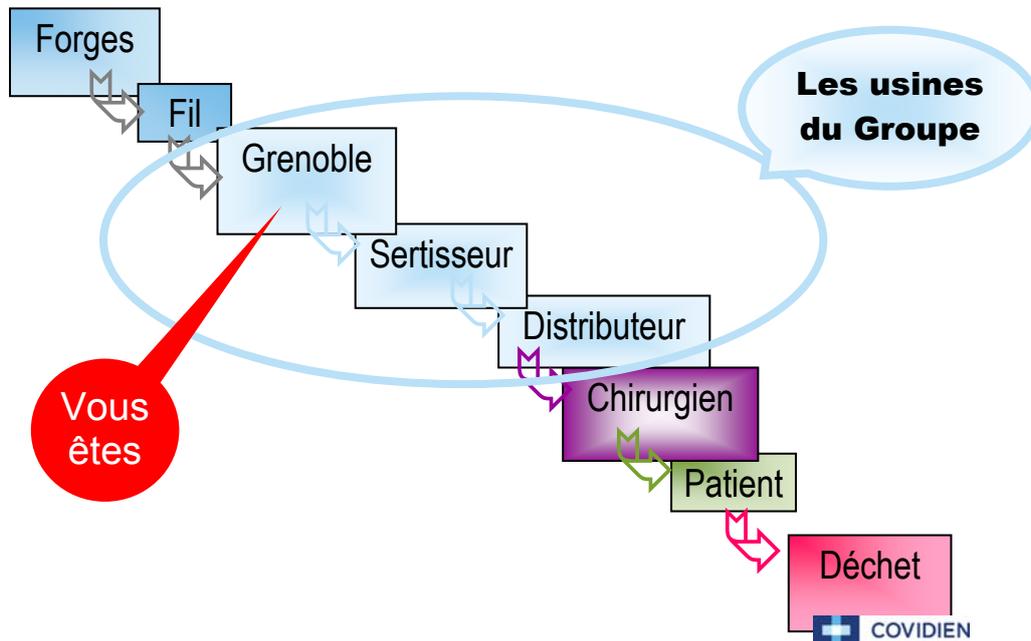


Figure 3 : gamme de produits

Le service production est organisé en plusieurs lignes dédiées chacune à la fabrication d'un type spécifique d'aiguilles et pour lesquelles plusieurs équipes travaillent en postes (matin, après midi, nuit, week-end). Cela permet d'atteindre un niveau de production d'environ 110 millions d'aiguilles par an (Figure 4).

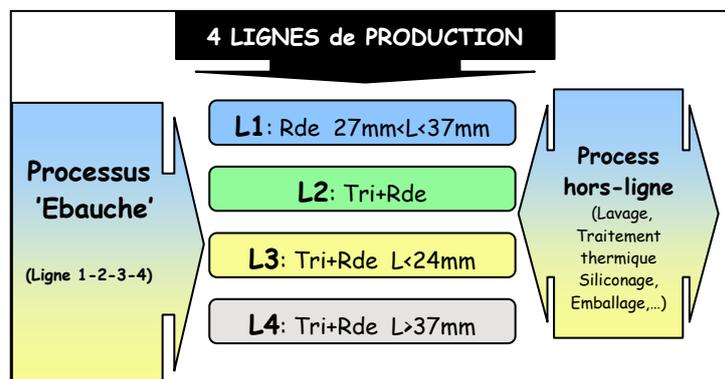


Figure 4 : organisation de la production en lignes

## Sous-chapitre 4 - Types d'aiguilles par domaine d'application

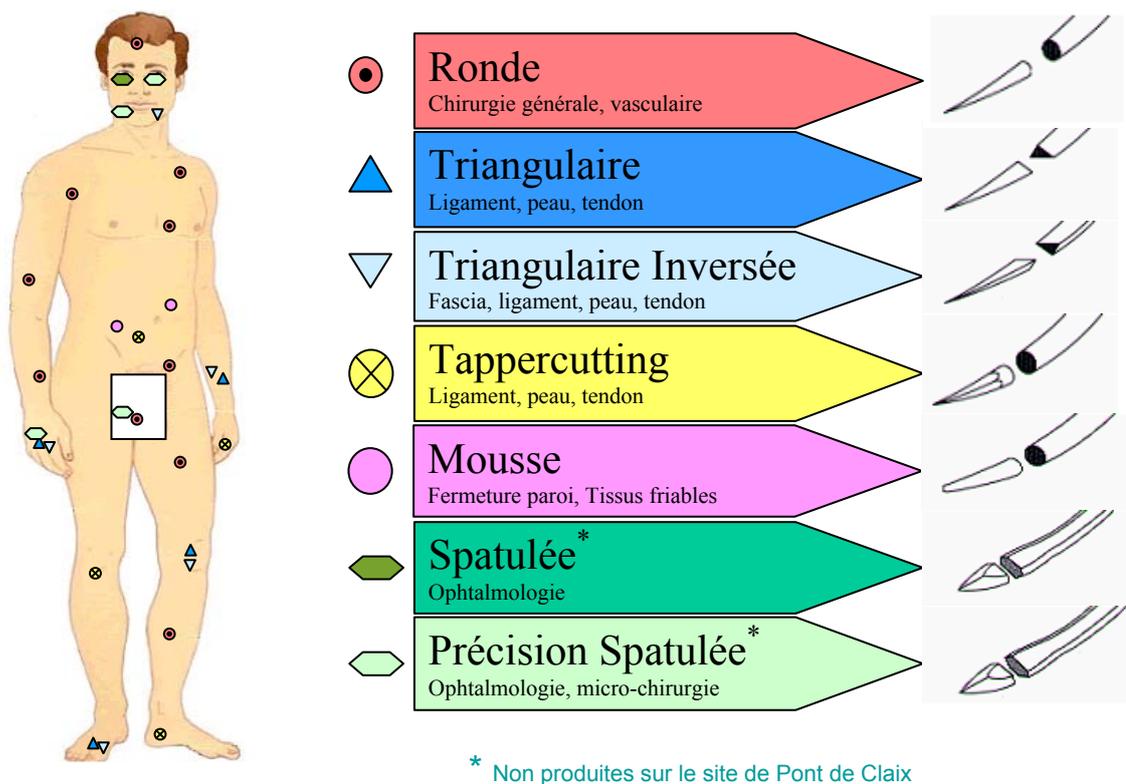


Figure 5 : types d'aiguilles par domaine d'application

## Sous-chapitre 5 - L'aiguille chirurgicale de suture

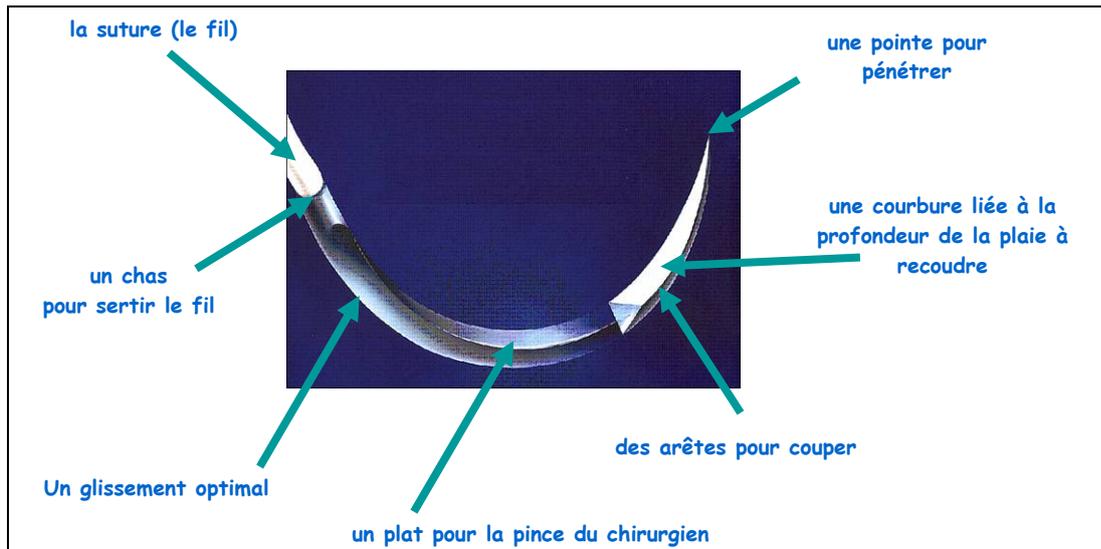
Les aiguilles chirurgicales produites à Grenoble sont en acier inoxydable. Leurs longueurs varient entre 10 et 90 mm, pour des diamètres de 0,33 à 1,57 mm.

Les aiguilles sont désignées de la façon suivante :

### **A/455/RDE/071/030/0470/L/180/S**

- A signifie Aiguille (on trouve aussi E pour ébauches)
- 455 correspond au type d'acier utilisé
- RDE pour ronde (TRI pour les aiguilles triangulaires)
- 071 désigne le diamètre du fil (0,71 mm)
- 030 désigne la longueur de l'aiguille (30 mm)
- 0470 désigne le diamètre de perçage (0,47 mm)
- L signifie que le perçage est lisse (T pour un perçage taraudé)
- 180 désigne l'angle de cambrage
- S signifie que l'aiguille est siliconée

La figure 6 présente les différentes caractéristiques d'une aiguille courbée.



*Figure 6 : caractéristiques d'une aiguille de suture*

95% des aiguilles produites sont courbées, à pointes rondes ou triangulaires. Les aiguilles rondes sont principalement destinées à la microchirurgie, la chirurgie générale, la chirurgie des vaisseaux, nerfs, intestins et la chirurgie cardio-vasculaire (Figure 6). Les aiguilles triangulaires sont, quant à elles, destinées à la chirurgie plastique et esthétique, à la chirurgie obstétrique et gynécologique, à la chirurgie orthopédique et à la chirurgie des muscles (Figure 7).



*Figure 7: Type d'aiguilles*

*(De droite à gauche : Aiguille ronde - Aiguille triangulaire)*

Les aiguilles fabriquées en acier Inoxydable ont une résistance à la traction comprises entre 700 et 2170 Rm (N/mm<sup>2</sup>). Elles ont une dureté d'environ 380 Vickers soit 39,8 HRC.

## Sous-chapitre 6 - Procédé de fabrication

La production d'une aiguille nécessite la succession des étapes suivantes :

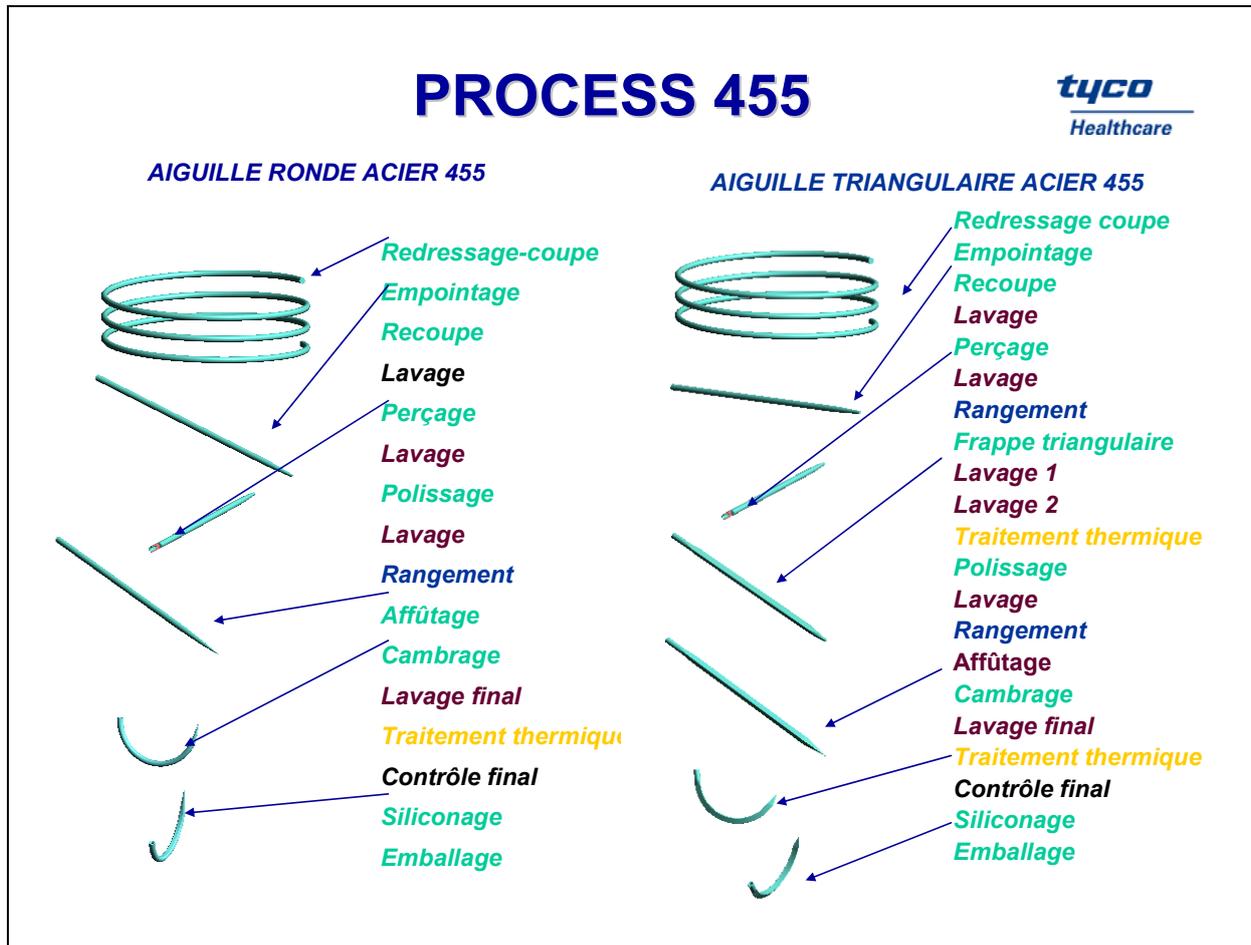


Figure 8 : procédé de fabrication d'une aiguille de suture

A partir de bobines de fil livrées par le fournisseur, la première étape du procédé consiste à redresser le fil et à couper des tronçons, dit ébauches, de longueur égale à 2 fois la longueur de l'aiguille finale (cf. figure 8. Procédé de fabrication d'une aiguille de suture). En effet, après une phase d'empointage consistant à préformer les pointes aux 2 extrémités de l'ébauche, cette dernière va être recoupée au milieu pour donner 2 aiguilles droites. Les aiguilles sont ensuite percées à l'une des extrémités pour former le chas, qui sera utilisé pour serrer le fil de suture. Puis elles sont frappées, soit pour leur donner une forme triangulaire, soit pour créer un léger replat pour les aiguilles rondes. Après une étape d'affûtage des pointes, elles sont ensuite cambrées selon la courbure voulue. L'étape de traitement thermique sous vide permet enfin de solidifier les aiguilles, qui sont alors recouvertes de silicone permettant d'assurer un glissement optimal de l'aiguille.

## Chapitre 3 - Contexte de l'étude

### Sous-chapitre 1 - Cahier des charges

- Recherche d'un nouveau procédé pour surfaçer 0,7mm d'une aiguille chirurgicale en moins de 0,7s sans créer de bavures, sans échauffement de métal et en travaillant à sec.
  
- Essai et mise au point de l'équipement EM01 (Machine d'empointage et de surfaçage d'aiguilles)

#### Objectif

Notre objectif est d'enlever 0,7 mm de matière sur des aiguilles chirurgicales pour les points de sutures, de diamètre 0,99 mm, de longueur variant de 27mm à 37mm. Cette opération doit être exécutée en moins de 0,7 secondes.

Pour cela, on doit connaître le type de produits ainsi que toutes les contraintes auxquelles on est confrontés.

On va donc étudier d'abord les causes du défaut. Puis, on s'intéressera au procédé actuel afin de déterminer les critères qualités.

#### Raison de l'étude

Lors de la coupe effectuée sur une machine de coupe Budgens, on constate un défaut sur l'aiguille : le corps de celle-ci est déformé sur environ 0.7 mm maximum (Figure 9). La cause du défaut sera étudiée après la détermination du procédé de surfaçage.

Ce défaut est gênant pour la fabrication. Il crée des problèmes lors du perçage en laissant peu de matière, et pouvant même engendrer un arrachant de matière à cet endroit.

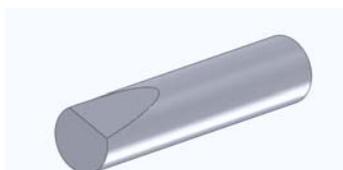


Figure 9 : défaut des aiguilles

## Sous-chapitre 2 - Procédé actuel

Le plus important pour la suite de l'étude est de comprendre comment les aiguilles sont fabriquées. Le procédé actuel est très simple. Le fil provenant d'une bobine est coupé en tronçons qui sont par la suite empointés à chaque extrémité. Les tronçons sont ensuite déposés à l'intérieur d'un chargeur afin de pouvoir procéder à leur découpe.

Après la découpe, un tronçon permet d'obtenir deux aiguilles empointées d'un côté et lisse à l'autre extrémité.

### Le chargeur

Les tronçons sont déposés dans la zone de chargement (Figure 10). Après réglage de la longueur, une cale est disposée sur le côté afin de bien maintenir les aiguilles lors de la découpe. Il est possible de découper environ 2000 tronçons de diamètre 0,99 mm.

Pour déterminer la longueur nécessaire, il suffit d'ajouter 2 fois la longueur de l'aiguille désirée plus les 0,5 mm d'épaisseur de la meule.

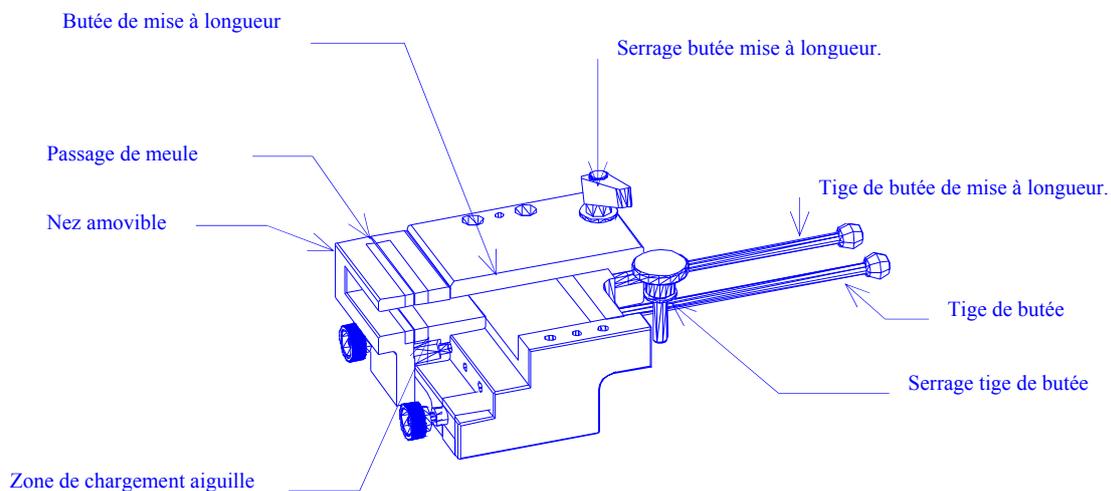


Figure 10 : chargeur des aiguilles

### La machine

Le chargeur est ensuite déposé dans la machine. Un disque entraîné en rotation à 3500 tr/min passe à travers le montage pour découper les tronçons. Avec une avance de 17mm/s, le temps de coupe est de 7min48s.

### Sous-chapitre 3 - Les critères qualités

Connaissant le procédé actuel, on peut maintenant se préoccuper des conséquences liées à chaque étape de fabrication.

Ainsi, pour déterminer les critères qualités, Il est nécessaire de savoir l'utilité et les risques de chaque opération subite par l'aiguille. Les différentes opérations telles que la coupe, l'empointage, la recoupe et le perçage vont être déterminantes pour les critères qualités auquel on sera confronté.

#### La coupe

La coupe, première opération subite par l'aiguille, va permettre d'obtenir un tronçon à partir d'une bobine de fil. Le fil passe à l'intérieur d'une tête tournant à environ 7000 tr/min et composée de 14 doigts répartis uniformément. La position de ces doigts va « tordre » le fil et le donner à une forme plus rectiligne.

Ce tronçon doit être droit et non vrillé. La rectitude est vérifiée visuellement. Elle va être déterminante pour la poursuite des autres opérations.

L'aspect est aussi très important. Il peut montrer des défauts de matières identifiés par de l'oxydation, des craquelures... L'état de surface des tronçons doit être contrôlé tout au long du processus afin de ne pas avoir de particules sur l'aiguille qui pourrait se détacher lors de l'utilisation de l'aiguille et rester dans le corps d'un patient.

#### L'empointage

L'empointage consiste à préformer les pointes de l'aiguille. Les tronçons sont acheminés contre une meule de forme. En tournant sur eux-mêmes, on obtient une pointe conique sur l'extrémité du tronçon. On procède de la même manière pour l'autre extrémité.

Si le tronçon n'est pas droit, on aura des disparités sur le cône de l'aiguille et des risques d'échauffement de matière.

## La recoupe

La recoupe divise le tronçon en deux aiguilles. Les tronçons sont placés dans un support pouvant contenir environ 2000 aiguilles. Ensuite, un disque de 0,5 mm d'épaisseur, tournant à 3500 tr /min et baignant dans l'huile vient découper le tronçon.

Cette opération est nécessaire car, pour faire un empointage, le tronçon doit mesurer plus de 50 mm afin d'avoir un maintien suffisant de l'aiguille. Or, beaucoup d'aiguilles en produits finis ont une longueur bien inférieure.

## Le perçage

L'aiguille est percée en son centre du côté « chas », côté opposé à la pointe. Le trou va servir au sertissage du fil chirurgical. Il doit avoir que quelques microns de tolérance afin que le fil ne se dessertisse. Après le perçage, la paroi de l'aiguille ne mesure que quelques dixièmes par endroit.

Pour obtenir un perçage suffisant pour le sertissage, la face de l'aiguille doit être perpendiculaire. Le manque de coupe en biais évite au centreur de chasser et empêche d'avoir un trou excentré.

L'aiguille ne devra pas avoir de bavure car elles entraîneraient un mauvais positionnement de celle-ci lors du perçage. Nous risqueront d'obtenir un perçage désaxé avec un trou débouchant sur le corps de l'aiguille.

La qualité des aiguilles n'intervient pas directement sur les autres opérations. Seule la rectitude du tronçon peut générer des défauts.

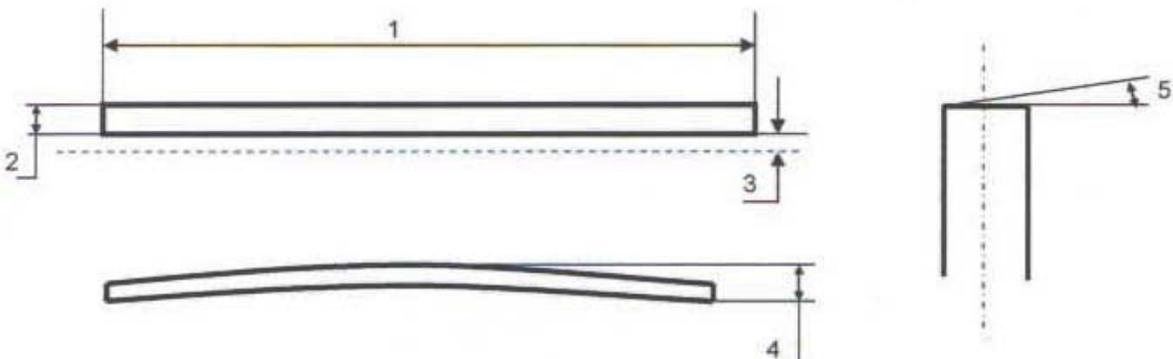
## Conclusion

On doit obtenir un défaut de perpendicularité par rapport à l'axe de l'aiguille inférieur à 0,04 mm pour les aiguilles inférieures ou égales au diamètre 0,99mm et inférieur à 0,06 mm pour les aiguilles supérieures diamètre 0.99mm.

De plus, la face doit être plane. On n'a pas de spécification précise, mais la qualité doit se rapprocher le plus possible de notre procédé actuel. Ainsi, la face devra être similaire à celle obtenu avec un disque de recoupe.

***Le plus important est de ne pas avoir de présence de bavures et de brulures de l'acier.***

Gamme d'auto contrôle

		<h2 style="margin: 0;">GAMME D'AUTO-CONTRÔLE</h2> <h3 style="margin: 0;">OP : REDRESSAGE COUPE</h3>								
<b>REFERENCE(S)</b>	N	ACIER	TYPE D'AIG	DIAM. FIL	LONG. AIG.	DIAM. PERC.	CHAS TL	ANGLE	SNP	
	A/E	TOUS	TOUS	TOUS	TOUS	TOUS	TOUS	TOUS	TOUT	
	N: Nature - Chas T: Chas Taraudée - L: Lisse - S: Siliconée - N ou P: Non Siliconée									
<b>SCHEMAS :</b>										
										
1	♦	LONGUEUR TRONCON	SAL 003	x	x	Pied à Coulisse	<b>TOUS OF</b>	20 tronçons par boîte	<b>QUALITE</b>	
2		DIAMETRE DU FIL	SAL_002	x		Micromètre				
3	♦	RECTITUDE / FLECHE		x	x	Visuel				
4		ASPECT : état de surface, oxydation...		x	x	Visuel				
5	♦	COUPE EN BIAIS	Parois minces : 0.02 $\varnothing \leq 99 : 0.04$ $\varnothing > 99 : 0.06$	x	x	Projecteur	<b>OF AIGUILLE</b>			
6		ABSENCE DE BAVURE		x	x	Visuel				
7		Remplissage du certificat de conformité : diamètre fil + entête	SAL_002	x						
Parois minces : $\varnothing 0.81$ Perçage $\geq 0.55$										
REP : Repère de la caractéristique - E : Fréquence de Contrôle - TL : Taille Lot - R : Responsable - I : Type - MC : Moyen de Contrôle - DS : Début Série - FS : Fin Série										

## Sous-chapitre 4 - La machine EM01

La machine EM01 fut conçue afin de répondre à notre projet 'enlever le défaut de la coupe. Son fonctionnement est le suivant (Figure 11) : les aiguilles sont déposées dans un godet. Grace à un peigne permettant l'alimentation de celle-ci dans les pinces, elles arrivent au poste d'empointage où elles subissent leurs premières étapes. Chaque bloc contient 4 pinces espacées de 25 mm.

Ensuite, les aiguilles sont transférées dans le carrousel 2. Elles arrivent au poste de surfaçage après avoir été mises en longueur. Elles sont retouchées afin d'enlever le défaut créé par la coupe puis évacuées. Une fois ces opérations effectuées, elles sont rangées et transportées vers l'opération suivante, le perçage.

La machine est prévue pour tourner à une cadence de 10 000 aiguilles par heure. Elle est entraînée par un moteur d'une puissance de 1,5 kW, muni d'un frein en cas de problème lors du fonctionnement.

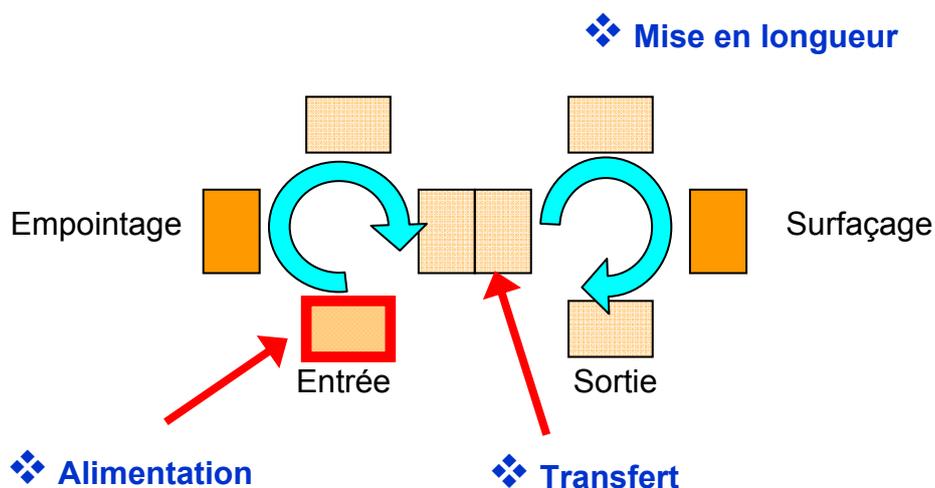


Figure 11 : schéma de fonctionnement de la machine

### Historique du projet

Ce projet a débuté en 2004. Après différentes études de procédé d'empointage tel que le décolletage, le rétreint, le roulage, le moulage..., la solution d'abrasion par meule CBN fut retenue.

A partir de janvier 2005, la machine EM01 fut développée avec la société ERTM. Un conflit entre les deux sociétés apparut suite à des problèmes lors de la mise au point de l'équipement.

Après négociation, l'équipement fut récupéré en l'état en juillet 2007. En août 2007, débuta la mise au point de la machine en interne.

En juillet 2008, le choix du procédé d'empointage fut décidé et on préféra le choix de la bande abrasive à celui de la meule CBN.

### Objectif du projet

La machine devait permettre de supprimer des étapes diminuant ainsi le coût de fabrication des ébauches. Grâce à un travail à sec, on devait éviter les étapes de recoupe et du lavage.

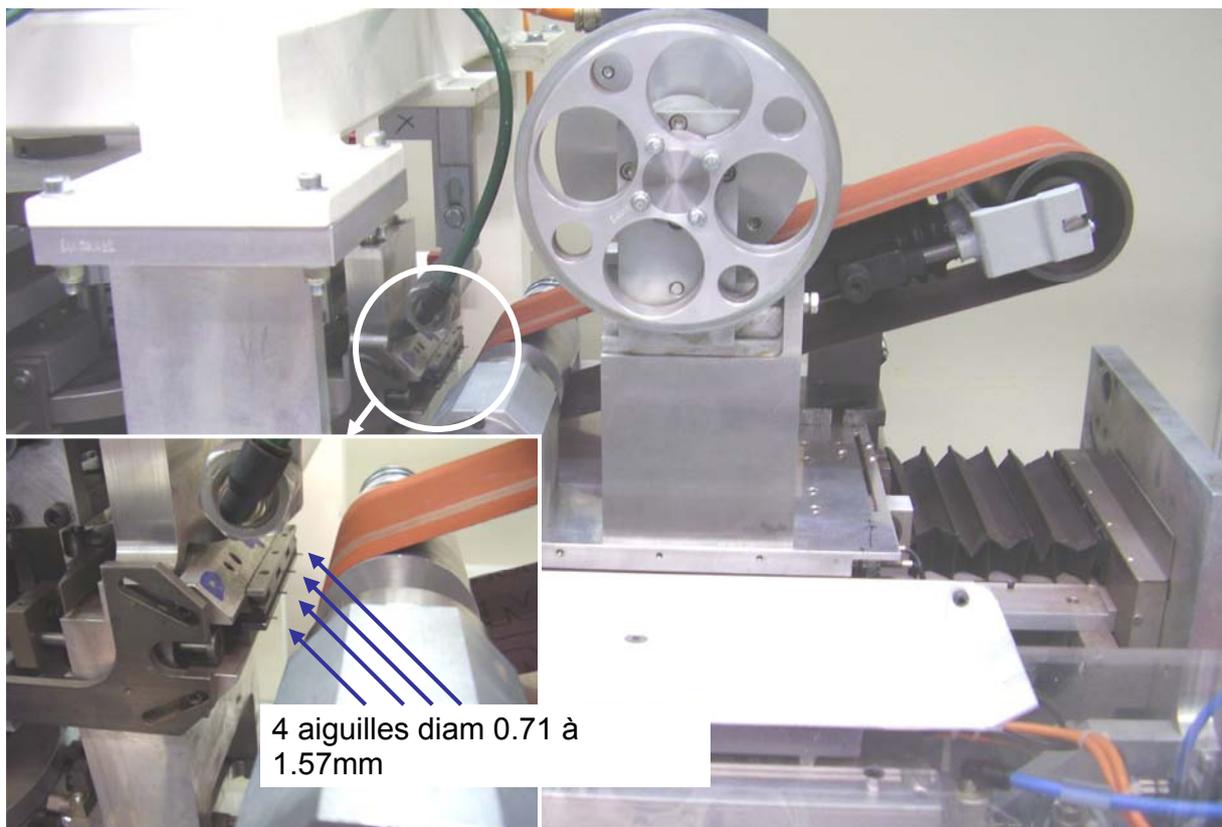
Ainsi, le temps d'écoulement des aiguilles serait plus faible en intégrant la fabrication des ébauches au sein de la ligne.

Cette machine devait aussi permettre de diminuer les dispersions de longueur. Étant plus récente et plus élaborée que celle utilisée actuellement, le taux de rebuts devrait être moindre.

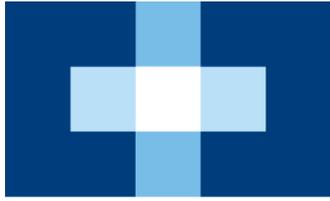
## Poste de travail

Le poste de travail est situé au niveau du poste de surfaçage (Figure 12). Le travail est à sec donc sans lubrification, mais on utilise un système de refroidissement à air comprimé.

Les 4 aiguilles sont espacées de 25 mm chacune soit 75 mm au totale. Elles sont tenues par des pinces en caoutchouc empêchant la rotation. De plus, elles ne dépassent que de 5mm du caoutchouc. Une butée à l'arrière évite leur glissement.



*Figure 12 : poste de travail*

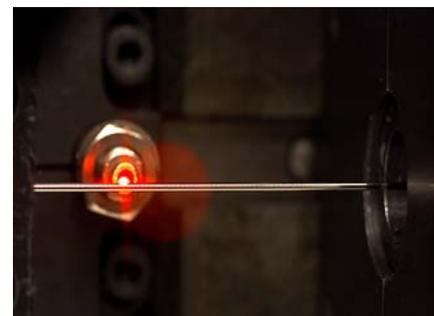


# COVIDIEN

Usine de Grenoble

## PARTIE 2

# Recherche d'un nouveau procédé de surfacage et d'égavurage



# Chapitre 1 - Surfaçage

## Sous-chapitre 1 - Présentation

Afin d'éliminer le défaut sur l'aiguille chirurgicale, on va tester différents produits dans des conditions pas toujours très adaptées. Ces essais permettront de savoir quels produits peuvent répondre à notre étude et d'éliminer les autres.

Par la suite, on pourra changer les conditions d'utilisation si on obtient des résultats concluants et ainsi travailler dans des conditions optimum pour le produit et pour la machine.

Une présentation des abrasifs est nécessaire afin de bien distinguer les différences entre tous les produits abrasifs. Puis, on décrira les conditions des essais et les résultats obtenus sur les différents produits. Un bilan final permettra de choisir un produit afin de procéder à son industrialisation.

Le tableau 1 représente le planning des essais avec les limites imposées pour la mise en production.

N°	THEME	AOUT. FY08		SEP. FY08		OCT. FY08		NOV. FY08		DEC. FY08		JAN. FY09		FEV. FY09		MARS FY09		AVR. FY09		MAI FY09		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Proto industriel (Aig TRI)</b>																						
<b>Recherche de Process Surfaçage</b>																						
	Bande abrasive																					
	Essai pour limiter la création de bavures																					
	Roue avrative																					
	Essai pour limiter la création de bavures																					
	Disque de recoupe																					
	Comprendre pourquoi nous avons des bavures avec les disques FSK																					
	Outil surfaçage (Multistart)																					
	Faire un test à sec pour enlever 0,7mm																					
	Réappro de bande ou d'autres produits de surfaçage																					
	Réaliser le rapport des essais empointage + surfaçage																					
	<b>Choix du process de surfaçage</b>																					
	Remonter le poste d'empointage (gérer les axes ...)																					
	Produire 2 x 6000 aig avec process pointe + surfaçage																					
	Remettre les 2x6000 aig en prod -> Suivre si pas de prob																					
	<b>Améliorer le proto -&gt; "Proto industriel"</b>																					
	Empointage + reste équipement (Sauf Surfaçage)																					
	Surfaçage																					
	Automatisme = Actions d'améliorations																					
	<b>Pièces d'usures + critiques</b>																					
	Implantation																					
	Divers APAVE																					
	Transfert en production																					
	Validation Proto industriel (aig TRI)																					

Tableau 1 : planning des essais de surfaçage

## Sous-chapitre 2 - Les désignations normalisées

Les abrasifs sont caractérisés par une désignation normalisée qui donne les caractéristiques principales (pour les abrasifs appliqués cette désignation se limite au type d'abrasif et au grain, par exemple A80). Par exemple, un disque à tronçonner l'acier pour meuleuse peut porter la désignation A30S BF.

### Généralité

Les bandes abrasives sont constituées de toile enduite d'une résine contenant les grains d'abrasif tamisé (Figure 13). Il s'agit généralement d'alumine (corindon, c'est à dire oxyde d'aluminium), mais on trouve aussi de l'oxyde de zirconium, ou de l'oxyde de céramique pour un rendement plus élevé.

Le processus de fabrication des abrasifs appliqués illustre le processus d'enduction électrostatique : des particules de grains à charge électrostatique sont appliquées sur une couche de soutien à charge électrostatique opposée, permettant ainsi aux grains de se tenir en équilibre. Ceci offre la garantie que le côté tranchant du grain abrasif fera face à la surface de travail.

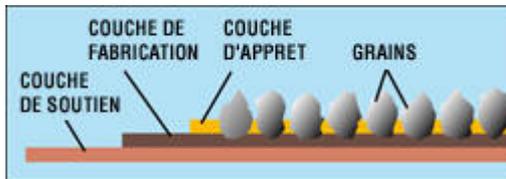


Figure 13 : constitution d'un abrasif

Sans rentrer trop dans les détails, on peut préciser qu'il existe des toiles rigides, souples et extra souples (de différentes matières : polyester, coton... parfois associées), l'assemblage peut être réalisé bord à bord avec un adhésif en kevlar ou par recouvrement meulé (les bords se recouvrent sur quelques millimètres, ce qui crée une surépaisseur qui est meulée pour la réduire légèrement). La structure de la bande peut être fermée ou semi-ouverte. Le liant qui contient l'abrasif peut inclure des additifs divers (traitements spéciaux, autolubrification pour éviter l'échauffement des aciers trempés). La granulométrie disponible va de 24 à 600. Tous ces paramètres montrent combien le choix d'une bande abrasive est technique.

Pour une utilisation optimale, il faut noter que les bandes abrasives vieillissent mal. La résine qui recouvre le support en toile, se dégrade avec le temps. Il est préférable d'utiliser les bandes abrasives dans les deux ans suivant leur fabrication.

## Nature de l'abrasif

Voici la signification des principaux types d'abrasifs que l'on peut trouver.

L'oxyde d'aluminium est désigné par la lettre A (également appelé alumine, ou corindon) utilisé généralement pour le travail de l'acier. Il existe plusieurs variantes du corindon : gris pour le travail de l'acier doux, rose pour l'affûtage des aciers trempés, blanc pour l'affûtage de l'acier HSS.

Le carbure de silicium, noté C, permet de travailler la pierre (ou des métaux durs comme le carbure de tungstène).

On voit apparaître une nouvelle génération d'abrasifs céramique, appelé SG, avec des performances élevées (SGA pour l'affûtage et SGB pour la rectification).

Pour finir, la lettre A ou C peut être précédée d'un nombre qui précise le type d'abrasif, par exemple : 22A corindon supérieur blanc, 31A corindon supérieur rose, 10C carbure de silicium vert (selon les fabricants, ces codes peuvent varier). Il existe d'autres types d'abrasifs pour diverses applications industrielles.

## Granulométrie

On ne peut parler des abrasifs sans parler de granulométrie. C'est le paramètre essentiel qui va déterminer la finesse du travail réalisé. La granulométrie est désignée par un nombre (de 36 à plus de 8000) qui correspond au maillage du tamis utilisé pour calibrer les grains d'abrasif. Le tamis théorique en question mesurant 1 pouce carré (2,54 x 2,54 cm soit 6,45 cm<sup>2</sup>). Un abrasif de grain 120 a été calibré avec un tamis possédant 120 perforations au pouce carré. Plus ce nombre est élevé plus le grain est fin.

La nature des grains déposés, leur orientation, la qualité du support, les colles et résines de fixation vont créer des surfaces abrasives similaires mais non comparable en terme de rugosité obtenue ou pouvoir d'enlèvement de matière.

Le tableau 2 représente les équivalences des principales normalisations.

Tableau de comparaison des grains et des échelles								
Ø moyen en microns	FEPA	MICRO	Scotch Brite	TRIZACT	EMERI & Crocus	DIAMANT	NORAX	Mesh USA
1300	12							12
1000	16							16
700	24							24
400	36							36
	40							40
250	60							60
170	80	180		A300				80
120	100	150	X-COARSE					100
100	120	120	COARSE	A160		N125		120
90	150	100	MEDIUM				X100	150
80	180	80		A110			X80	180
	220			A90			X65	
50	240	60	FINE	A80		N74		220
30	320					N40	X45	
	360	40	VERY FINE	A60				320
	400			A45				
20	500				1/0			300
15	600	35		A40	2/0		X30	
13	800			A30			X22	
	1000	20	SUPER FINE		3/0	N20		500
5	1200			A20			X16	800
	1500	12		A16				1000
	2000	9	ULTRA FINE	A6	4/0			1200
	2500	5						
	3000			A5				

*Tableau 2 : comparaison des grains et des échelles des abrasifs*

### La vitesse de travail

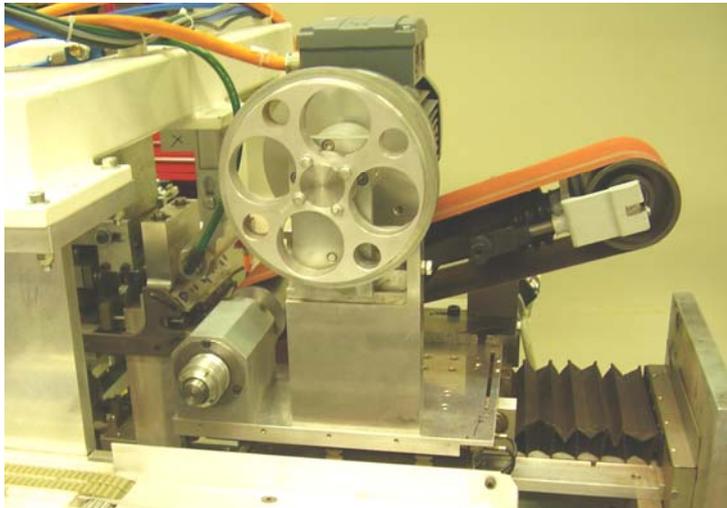
Ce paramètre est essentiel pour éviter de brûler les matériaux ou détremper les aciers travaillés. On a l'habitude de parler de vitesse de rotation en tours par minute (tr/mn), mais c'est la vitesse tangentielle (ou périphérique) en m/s qui est importante. Pour un travail en toute sécurité, il ne faut jamais dépasser la vitesse de rotation indiquée sur un abrasif.

### Sous-chapitre 3 - La bande abrasive

On teste la bande abrasive car c'est un produit couramment utilisée dans l'entreprise. Elle sert, entre autre, pour l'empointage et la finition des pointes. De plus, elle représente aussi un produit probablement le mieux adapté à nos exigences.

### Conditions des essais

Afin de limiter les couts des essais, on a adapté un montage d'une machine d'empointage (Figure 14). Des modifications furent apportées pour les essais. Le moteur fut placé au dessus suite à manque de place et pour une meilleure répartition des charges. Les deux moteurs d'axe ne sont pas conçus pour supporter et déplacer de telle charge.



*Figure 14 : plan de travail de surfacage*

Les bandes abrasives sont normalement conçues pour tourner entre 20 à 30 m/s. Etant limité, on tournera à 20 m/s.

La bande utilisée pour les essais est la bande 3M 707 EP180.

## Résultats

Les essais sont concluants. On a réussi à supprimer le défaut. Mais, on a constaté l'apparition d'une bavure plus ou moins importante. Cette bavure est toujours au même endroit. Elle est située sur la moitié haute de l'aiguille. On remarque que la bande abrasive renvoie la matière en haut ou en bas suivant son sens de rotation. Si l'on choisit cette solution, on devra prévoir une opération supplémentaire d'ébavurage.

On doit maintenant approfondir les essais afin de savoir si l'on arrive à enlever le défaut sans générer de bavure. Le type de bande, la vitesse de rotation et le cycle de travail jouent un rôle important dans le résultat final.

On va donc d'abord faire varier les vitesses et trouver la bande idéale. Ensuite, on regardera l'influence du cycle de travail.

## Choix de la bande

Pour effectuer ces tests, on utilise six bandes de fournisseurs différents, dans un premier temps, avec une avance faible (0.1mm/s) et temps de maintien nul.

Le but du test est d'évaluer la taille de la bavure (en mm).

Le tableau 3 indique la taille des bavures en mm par rapport à la vitesse de coupe et aux types de bandes.

Vitesse de coupe (m/s)	5 m/s	10 m/s	15 m/s	20 m/s	Remarque
----- Type de Bande					
Norton R296 P180	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	0,10 / 0,10	0,10 / 0,10	
SIA 2546	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	augmentation de l'avance
3M 707 E P220	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	0,05 / 0,05	0,10 / 0,10	
3M 707 E P180	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,10 / 0,10	0,10 / 0,10	
3M 707 E P120	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	
3M Trizact 237AA	0,05 / 0,03	0,05 / 0,03	0,05 / 0,03		Bavure très faible

Tableau 3 : taille de la bavure par rapport à la vitesse de coupe

On remarque que quelque soit la vitesse d'usinage, nous générons toujours une bavure plus ou moins importante et ce avec une avance très faible.

On va donc devoir essayer de varier l'avance en profondeur de la bande avec une vitesse constante de 10 m/s. (Tableau 4).

	1 passe de 0,7 mm			1 passe de 0,6mm + 1 passe finition 0,1mm	
Avance (mm/s)	1 mm/s	2 mm/s	3 mm/s	2 mm/s	3 mm/s
Type de Bande					
Norton R296 P180	0,20 / 0,10	0,20 / 0,10	0,20 / 0,10	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08
SIA 2546	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08
3M 707 E P220	0,05 / 0,08	0,20 / 0,10	0,20 / 0,10	0,05 / 0,08	
3M 707 E P180	0,10 / 0,05	0,10 / 0,05	0,10 / 0,05	0,05 / 0,08	0,05 / 0,08
3M 707 E P120	0,20 / 0,10	0,20 / 0,10	0,20 / 0,10	0,05 / 0,08	
3M Trizact 237AA	Aiguille brûlée				

Tableau 4 : taille de la bavure par rapport à l'avance en profondeur

### Conclusion

Le fait de faire varier la vitesse de coupe, de changer de fournisseur n'empêche pas l'apparition d'une bavure. Même en travaillant avec une avance en profondeur faible, ce défaut est présent.

Le point positif est la suppression de la marque provenant de la coupe.

En final, toutes les bandes avec un grain de 180 sortent du lot. Afin de les différencier, il faudrait faire un test de durée de vie sur chacune.

### Choix du cycle de production

Comme on n'arrive pas à enlever la matière sans généré une bavure, on peut envisager de modifier le cycle de travail. Les essais précédents ont été effectués en balayage (avec un cycle de montée et descente), puis en plongée. (Figure 15).

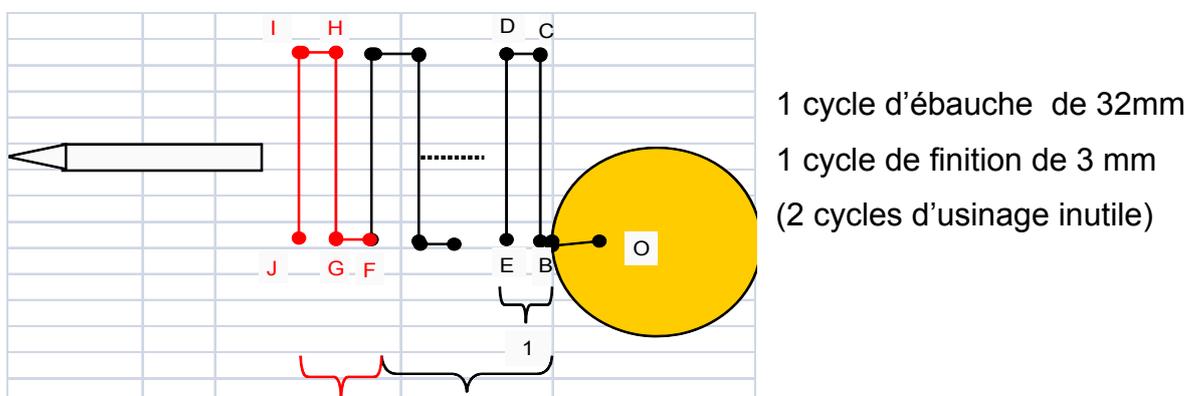


Figure 15 : cycle en balayage

On peut envisager un cycle en plongé (Figure 16). Le temps de cycle en plongé est plus rapide que celui en balayage. Mais, on peut avoir une face de l'aiguille légèrement bombée prenant la forme du rouleau d'entraînement de la bande.

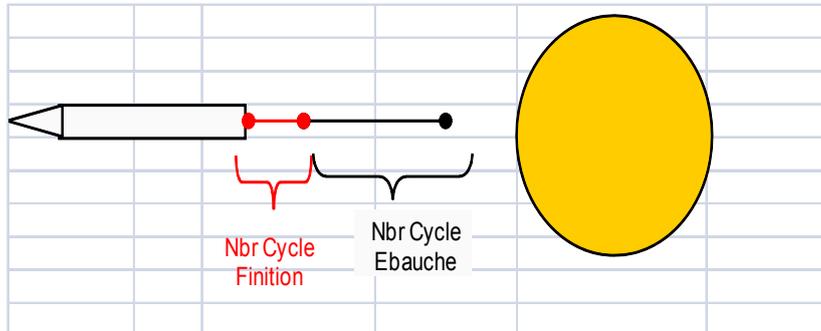


Figure 16 : cycle en plongée

### Conclusion

Afin de compenser les inconvénients engendrés par les deux cycles d'usinage, le plus rapide et précis est un mixte des deux. On peut effectuer dans un premier temps un cycle en plongé puis finir par un cycle de balayage pour limiter le défaut de perpendicularité

Pour tout le cycle, on tournera à une vitesse de 10 m/s avec une avance de 2 mm/s.

Concernant le choix de la bande, toutes les bandes avec un grain de 180 convenaient. Comme on utilise des bandes 3M 707 E P180 pour d'autres opérations, celles-ci seront utilisées pour le surfacage des aiguilles.

La bande abrasive permet l'enlever la quantité de matière voulue. Suivant la méthode d'utilisation et le type de bande, on peut obtenir une bonne face de l'aiguille :

- perpendicularité inférieure à 4 mm.
- Pas d'arrondi
- Peu de strie sur la face de l'aiguille

## Sous-chapitre 4 - La roue abrasive

Après avoir réussi à éliminer le défaut de la coupe, on peut tester d'autres produits abrasifs en espérant en trouver un permettant d'enlever ce défaut sans générer de bavure.

Les roues abrasives sont composées d'une multitude de petits grains abrasifs unis par un liant tel que la céramique, chaque grain agissant comme un outil de coupe miniature. Ce procédé assure une finition extrêmement lisse et précise. Une très faible quantité de matière est enlevée à chaque passage de la meule car les meulages demandent un réglage très fin. La pression de la meule sur la pièce doit être très faible, ce qui permet de poncer des matériaux fragiles pour lesquels on ne peut appliqués les procédés habituels.

### Conditions des tests

Pour nos essais, on a adapté le montage utilisé lors des essais des bandes abrasives (Figure 17). La roue abrasive de diamètre 50 mm est entraînée en rotation à 2 500 tr/min.



Figure 17 : roue abrasive

### Résultats

L'aiguille agit comme un outil. Elle vient creuser la roue abrasive et créer un sillon. Cette usure arrondie légèrement le bout de l'aiguille au fur et à mesure de son utilisation.

De plus, la durée de vie de la roue est très courte. Elle est due au temps de contact entre l'aiguille et la roue abrasive nécessaire pour supprimer le défaut engendré au cours de l'étape précédente.

**On ne peut donc pas utiliser la roue abrasive comme procédé d'ébavurage.**

## Sous-chapitre 5 - Les disques

Il est extrêmement important de bien choisir le type de disque le mieux adapté au travail à effectuer. Tout d'abord pour des raisons pratiques pour faciliter la tâche, mais aussi, et peut-être surtout, pour des raisons de sécurité. La vitesse de rotation des disques doit être soigneusement respectée.

### Le disque à ébarbage

Le disque à ébarbage est généralement constitué de matériaux tels que l'oxyde d'aluminium, silicate de zirconium ( $ZrSiO_4$ ), ou encore carbure de silicium. Certains disques spéciaux de dureté moyenne, sans fer, ni soufre, ni chlore, permettent l'ébarbage de surfaces en acier inoxydable ( $Fe/S/Ci \leq 0.1\%$ ). D'autres meules sont spécifiquement adaptées pour l'usinage de l'aluminium et les métaux non ferreux (cuivre, alliages d'aluminium, laiton, bronze).

#### a) Conditions des tests

Les essais n'ont pas pu être réalisés sur la machine EM01. On a donc utilisé le disque sur un tour d'usinage. On a approché l'aiguille avec un support approprié et analysé les résultats obtenus.

#### b) Résultats

Le disque à ébarbage permet d'enlever la longueur voulue mais une légère bavure apparaît toujours sur l'aiguille.

De plus, il a le même défaut que la roue abrasive : Le disque se creuse rapidement et arrondit l'aiguille. De ce fait, il faudra changer souvent d'outil.

Le disque à ébarbage risque aussi de tordre les aiguilles car la force nécessaire pour les surfacier est importante.

## Le disque à tronçonner

Le disque à tronçonner permet de découper les tronçons lors de l'opération de recoupe. On peut donc se poser la question de son utilisation pour le surfaçage des aiguilles sur la machine EM01.

### a) Conditions des tests

Les disques de tronçonnage sont utilisés pour la découpe d'échantillons de longueurs et duretés différentes. Les surfaces coupées doivent être propres et fines, ne pas être ni brûlées ni déformées afin de réaliser d'autres opérations.

Ces disques sont normalement utilisés avec un lubrifiant qui permet d'évacuer la chaleur et les copeaux de la zone de coupe sur la pièce. Un arrosage suffisant et constant est nécessaire pour éviter toute modification de structure et garantir une coupe droite. Mais, le diamètre des aiguilles étant petit, un simple refroidissement à air pourrait suffire.

### b) Résultats

Utilisés actuellement en production pour la recoupe des aiguilles, les disques de recoupe permettent d'obtenir la qualité de coupe nécessaire pour le perçage.

Le problème lié à cet outil est de maintenir correctement les aiguilles sur le poste de surfaçage et d'arriver à couper les 4 aiguilles en moins de 0,8 secondes. Le disque peut être placé dessous les aiguilles mais la course est trop importante pour pouvoir couper toutes les aiguilles dans le temps imparti.

De plus, la distance nécessaire pour couper les 4 aiguilles est de 12 mm. Avec une avance de 17 mm/s, il faut 0,7 secondes pour effectuer cette opération.

## Sous-chapitre 6 - La meule CBN

La meule CBN fut choisie au début pour réaliser l'empointage des aiguilles sur la machine EM01.

### Conditions des tests

On a utilisé le montage créé pour l'empointage. Par contre, on n'a pas travaillé avec les quatre meules. Le but de ces essais étant de savoir si l'on peut surfer les aiguilles sans bavures.

On a voulu testé ces meules car elles peuvent avoir une durée de vie importante et une tenue élevée du profil de la meule. Elles ont aussi une excellente aptitude au dressage et au profilage avec des performances élevées. De plus, elles sont idéales pour meuler des alliages spéciaux, du cermet, du verre, de la ferrite, de l'acier rapide, des alliages pour outils et beaucoup d'autres matériaux extrêmement durs.

### Résultats

La meule permet d'enlever la quantité de matière désirée en obtenant une bonne qualité de l'aiguille : peu de bavure, pas d'arrondi et, suivant le cycle de surfaçage, avec une perpendiculaire correspondant à la qualité voulue mais un état de surface légèrement strié par les grains de la meule.

Le problème engendré par la mise en place de ce procédé va consister à aligner quatre meules afin de surfer les quatre aiguilles en même temps et en respectant les tolérances de longueurs et le temps imparti. De plus, on devra vérifier l'usure de chaque meule.

Les meules CBN sont rarement utilisées à sec.

## Sous-chapitre 7 - Outil de surfaçage

Le dernier outil que l'on va tester est l'outil de surfaçage spécial fabriqué par Mikron Tools, constructeur de la multistar, et utilisé en série sur une des lignes de production. Mikron fabrique des outils de coupe de petites et moyennes dimensions pour les exigences élevées. Ces outils sont fabriqués principalement en métal dur dans des tolérances serrées et sont repartis en deux lignes de produits: forets

hélicoïdaux et outils spéciaux, tous les deux utilisés avec succès dans l'usinage de pièces de précision en séries.

### Conditions des tests

La machine permet l'usinage de précision de petites pièces en acier, alliages, aluminium de dimension allant de  $\varnothing$  0,4 à 25 mm. Elle est entièrement mécanisée avec une commande numérique. Sa capacité est de 150 p/min avec l'utilisation d'électro broche tournant à 24000 tr/min.

La gamme d'outils spéciaux comprend des outils pour le fraisage, le perçage à étages, l'alésage et des outils de finition, à partir de  $\varnothing$  0.1 et jusqu'à  $\varnothing$  32mm. Les outils spéciaux sont conçus pour des applications spécifiques. Ils garantissent les meilleures conditions de coupe, l'exploitation optimale de la machine et une excellente économie de l'outil.

L'outil utilisé se décompose en deux parties (*Figure 18*) :

- une partie plane afin d'effectuer un surfacage (A)
- une partie inclinée permettant l'ébavurage de l'aiguille (B).



*Figure 18 : outil de surfacage*

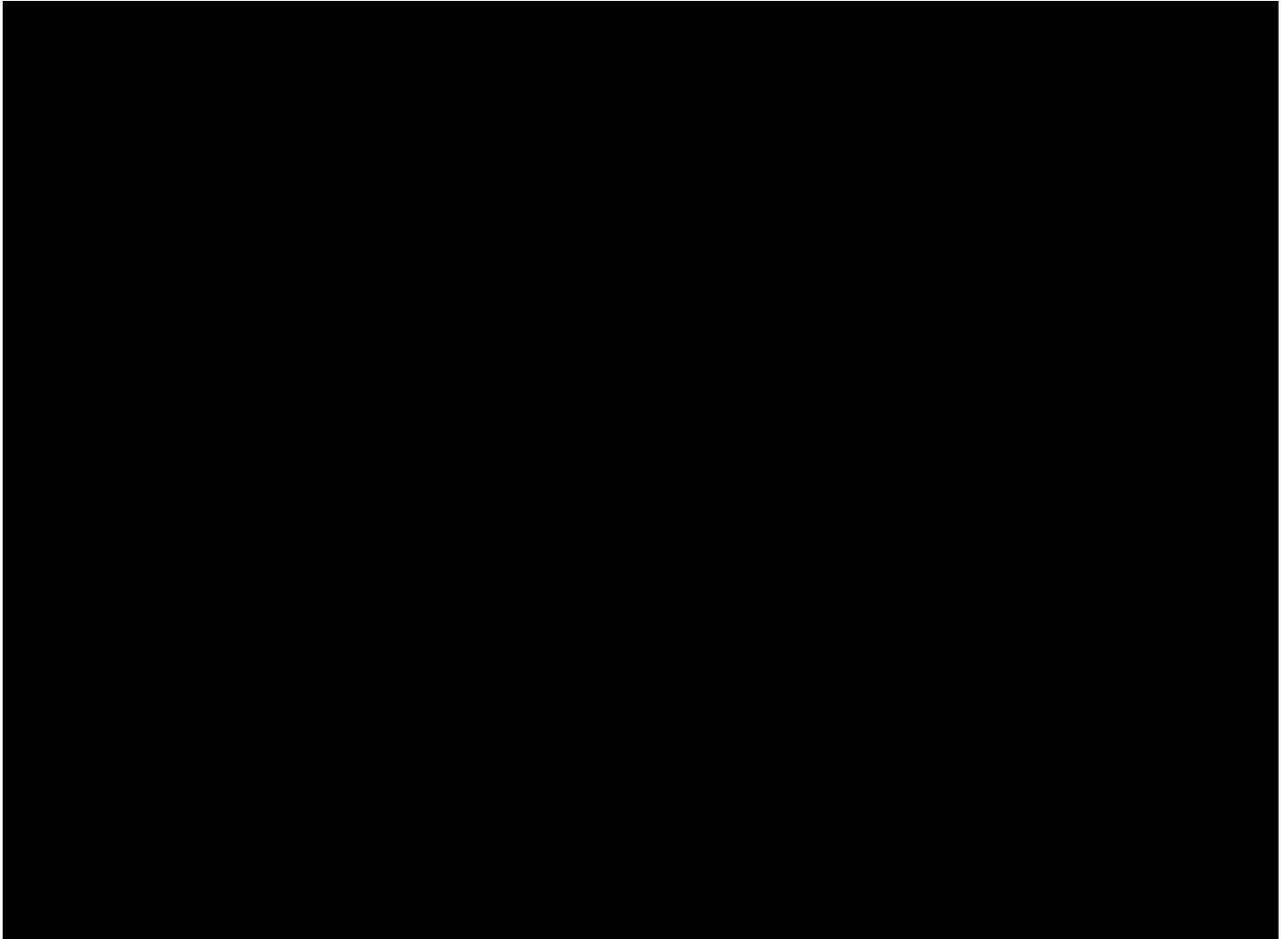
### Résultats

Ces outils sont conçus pour fonctionner avec une lubrification. L'outil entraîné en rotation vient surfacer légèrement l'aiguille.

Sans cette lubrification, l'outil et l'aiguille chauffent rapidement. Mais la principale difficulté va consister à trouver un procédé permettant un faible encombrement avec un alignement très précis afin de ne pas avoir trop de dispersion de longueur.

## Sous-chapitre 8 - Choix du procédé et conséquences

### Récapitulatif



*Tableau 5 : Choix du procédé de surfaçage*

## Approfondissement du choix du procédé de surfaçage

Comme on l'a constaté auparavant, tous les procédés créent une bavure. On doit donc choisir le produit le plus efficace, le moins coûteux avec une facilité d'application.

L'usure rapide de la roue abrasive ne permet pas de conserver ce produit. De plus, on risque d'arrondir l'aiguille et donc de ne plus respecter la qualité. On a obtenu les mêmes résultats avec le disque d'ébarbage.

L'outil de surfaçage et le disque de recoupe nécessite une lubrification. Sans celle-ci, on brûle l'aiguille et on diminue très rapidement la durée de vie de ces produits.

Il reste donc deux types de produits pouvant répondre à nos exigences : la meule CBN et la bande abrasive.

La meule CBN coûte bien plus chère que la bande abrasive. Elle a une durée de vie plus faible et reste difficile à installer. De ce fait, on utilisera donc la bande abrasive pour le surfaçage de l'aiguille. De plus, ce produit est utilisé pour d'autres applications. On a donc choisi la bande abrasive de longueur 920 mm, de largeur 120 mm et de grain 180.

Maintenant, on doit trouver un moyen d'ébavurer l'aiguille car sinon on aura des difficultés lors du perçage. La bavure pourra être enlevée lors du polissage mais cette opération est effectuée bien après le perçage.

## Chapitre 2 - Ebavurage

Comme on l'a vu auparavant, on a besoin d'enlever la bavure créée par le surfacage de l'aiguille. Cette bavure peut être supprimée soit en effectuant un léger surfacage soit en venant l'arracher sans endommager l'aiguille. Pour cela, il existe différents produits pouvant correspondre à nos exigences.

On doit aussi faire attention aux délais impartis (Tableau 6). On avait jusqu'à fin septembre pour déterminer le procédé de surfacage. De plus, le transfert de la production doit être effectué avant fin mars. Si l'on considère toutes les tâches nécessaires pour la mise en place du nouveau procédé, on a jusqu'à fin novembre pour trouver un procédé de surfacage soit deux mois. Le premier mois, on testera les différentes bandes. Puis, on essaiera les brosses afin de déterminer le procédé final.

N°	THEME	AOUT. FY08		SEP. FY08		OCT. FY08		NOV. FY08		DEC. FY08		JAN. FY09		FEV. FY09		MARS FY09		AVR. FY09		MAI FY09	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Proto industriel (Aig TRI)</b>																					
Recherche de Process Surfacage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Recherche de Process Ebavurage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Les bandes		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Essai pour éliminer la bavure		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Les brosses		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Essai pour éliminer la bavure		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Réaliser le rapport des essais empointage + surfacage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Choix du process de surfacage + Ebavurage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Remonter le poste d'empointage (gérer les axes ...)		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Produire 2 x 6000 aig avec process pointe + surfacage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Remettre les 2x6000 aig en prod -> Suivre si pas de prob		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Améliorer le proto -> "Proto industriel"		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Empointage + reste équipement (Sauf Surfacage)		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Surfacage + Ebavurage		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Automatisme = Actions d'améliorations		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Pièces d'usures + critiques		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Implantation		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Divers APAVE		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Transfert en production		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			
Validation Proto industriel (aig TRI)		[Bar chart showing activity from Oct 1 to Oct 10]																			

Tableau 6 : planning des essais d'ébavurage

## Sous-chapitre 1 - Les Bandes

Les bandes peuvent être utilisées pour la super finition de pièces. On a testé plusieurs sortes de bandes.

### Les bandes CFN 1209 avec apport de pâte à polir

La pâte à polir est utilisée pour la finition des pointes des aiguilles.

L'application de pâte à polir nécessite d'avoir un support de type disque ou bande lisse. Ce support sera choisi en fonction du polissage à réaliser (matériau à polir et finition à obtenir). Pour le polissage des lames et des manches, on utilise des disques en coton cousus ou non cousus pour plus de souplesse. Il existe des disques en feutre, en sisal, des disques tampico, ainsi que d'autres matériaux spécifiques au polissage du bois ou des matières synthétiques.

#### a) Conditions des tests

Pour répondre à nos besoins, on a utilisé une bande lisse avec une face toilée. Cette bande permet d'avoir une meilleure homogénéité et tenue de la pâte.

On doit maintenant choisir la pâte appropriée. Les pâtes à polir sont désignées par un nom ou une couleur en fonction des matériaux et de la finition auxquels elles sont destinées. On ne parle pas de leur granulométrie comme pour les produits abrasifs. Elles sont disponibles pour bois, métaux ferreux ou non ferreux, métaux cuivreux, plastiques et existent pour une finition satinée ou un poli miroir (Tableau 7).

<b>BLANC:</b>	finition semi-brillante des aciers, inox, matières synthétiques
<b>VERT:</b>	super finition des aciers spéciaux, des aciers très durs, du chrome, du platine, etc.
<b>BLEU:</b>	finition brillante des aciers, inox, plexis, pierres
<b>ROUGE:</b>	Super finition brillante de l'or et de l'argent
<b>GRIS:</b>	finition semi-brillante des aciers, inox
<b>JAUNE:</b>	finition brillante des métaux tendres, cuivre, bronze, matières plastiques, etc.

*Tableau 7 : Choix des pâtes à polir*

## b) Résultats

En utilisant la pâte à polir verte destinées à la super finition des aciers spéciaux et très durs, on obtient une face de l'aiguille très lisse et perpendiculaire. Mais, on ne supprime pas la bavure créée auparavant. Cette bavure devient plus faible car on enlève moins de matière (environ 0,1 mm). La bavure mesure environ 0,02mm sur la moitié de l'aiguille ce qui pourrai être gênant pour le contrôle lors du perçage. De plus, la pâte à polir se détache au fur et à mesure de la rotation de la bande entraînant un risque de pollution et de détérioration de la machine.

## Les bandes Tridimensionnelles

Ces bandes offrent des performances d'abrasions constantes dont les effets peuvent être mesurés avec précision. Dans le cas d'une bande abrasive traditionnelle, si l'on tient à conserver une régularité de coupe et de fini, il devient nécessaire de changer la bande dès que les arêtes des grains abrasifs de surface sont usées, avec à chaque changement, le risque de résultats inconstants et les surcoûts induits par les arrêts machine.

### a) Conditions des tests

La bande est conçue pour donner une coupe précise et régulière jusqu'au dernier grain, et quand il n'y a plus d'abrasif, elle change distinctement de couleur (Figure 19).

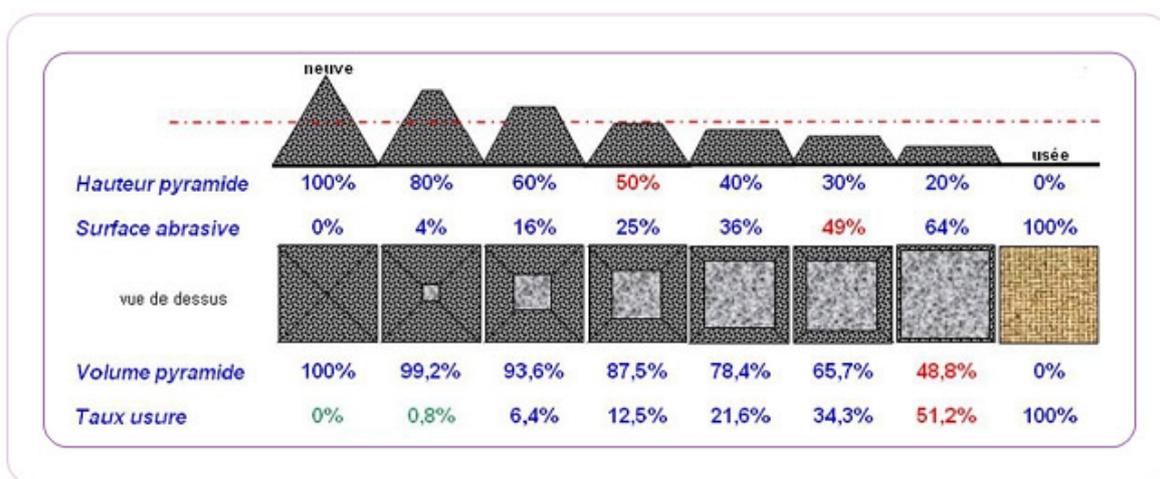


Figure 19 : bande tridimensionnelle

## b) Résultats

La bande tridimensionnelle donne les mêmes résultats que la bande avec l'apport de pâte à polir. La face est lisse et perpendiculaire. De plus, la bavure mesure environ 0.02 mm et est située sur la moitié de l'aiguille.

Ce type de bande ne permet pas d'enlever trop de matière. Si l'on doit faire un surfaçage plus important, on brule l'aiguille et détériore rapidement la bande.

A la différence de l'utilisation de la pâte à polir, on a peu de pollution.

## Les bandes scotchs Brite

Les produits scotchs Brite sont divisés en deux groupes principaux. Les produits non tissés tel que les disques, brosses à lamelles, rouleaux, tampons et ensemble des produits de polissage et de mélange. On commencera les essais par ce type de produit.

Il existe aussi des roues convolutées et unifiées (y compris points de fixation) à base de scotch Brite. Si les premiers essais sont concluants, on pourra étudier le comportement de ces derniers.

## a) Principes de base des abrasifs non tissés

La plupart du temps, ceux-ci sont utilisés dans l'industrie des métaux, plus précisément dans la préparation et l'enduction de surfaces. Telle tâche consiste à changer une surface sans retirer ni endommager le matériau de base. L'opération de "préparation et d'enduction" de surface a lieu vers la fin du cycle de fabrication, lorsque la forme géométrique d'une pièce a été établie et l'application du fini prend place. Le fini d'une surface affecte la mise en place et l'usure de la pièce, le reflet de la lumière sur celle-ci, la transmission de chaleur, la distribution de lubrifiant, ou la teneur d'un revêtement.

La construction d'abrasifs non tissés est conçue de façon à fournir un processus d'enlèvement de matériau soutenu et facile à contrôler. L'action "ressort" du matériau réduit le gougeage ou la coupe de la pièce de façon significative.

### b) Les grains abrasifs

Comme on l'a évoqué lors de la présentation des abrasifs, les bandes sont composées de plusieurs éléments. Le plus important pour nos essais sont les grains abrasifs. Les grains d'oxyde d'aluminium et de carbure de silicium représentent la grande majorité des matériaux utilisés dans l'industrie de préparation des métaux.

L'oxyde d'aluminium est caractérisé par sa couleur marron. Il est surtout composé d'alumine. Il est idéal pour le traitement des matériaux à haute traction tels que les aciers au carbone, les aciers alliés, les aciers laminés à froid, et tous les métaux ferreux.

Mais la première place appartient au carbure de silicium. Il est caractérisé par sa couleur gris-noir. Il possède des bords durs et tranchants et est noté pour sa capacité de coupe rapide et agressive

### c) Conditions des tests

Les bandes peuvent être utilisées soit en rotation, soit en translation. Chacune de ces configurations apportent ces avantages et inconvénients. De plus, il faut bien définir les conditions d'utilisations car la moindre variation peut créer des résultats différents.

On peut remplacer facilement sur le montage de surfacage les bandes abrasives par ces bandes scotchs Brite. Ainsi, on pourra varier les vitesses de rotations, la position de la bande et les cycles de production.

### d) En rotation

Les bandes sont principalement utilisées en rotation. Elles offrent une meilleure optimisation entre 20 et 30 m/s.

Pour effectuer les différents essais déterminants la pertinence de ce produit, nous avons monté ces bandes sur un montage entraîné par un moteur délivrant une vitesse maximum de 1710 tr/min. Grâce à ce système, on peut atteindre une vitesse maximum d'environ 15 m/s. Cette vitesse est légèrement plus faible que celle préconisée mais elle permettra de savoir si on peut utiliser ces bandes dans des conditions industrielles. Si elles montrent de bonnes perspectives, un montage plus adapté sera étudié et fabriqué.

### ○ Résultats

Les bandes à base de scotch Brite apporte des points négatifs et positifs.

Le premier point important est le fait qu'elle enlève la bavure. Ce produit pourra donc être utilisé comme produit final.

Mais il présente d'autres contraintes :

- La face de l'aiguille est légèrement striée mais reste acceptable
- Le contact n'a lieu que sur les  $\frac{3}{4}$  de l'aiguille mais la bavure n'apparaît que sur la moitié de celle-ci
- On a un risque de pollution des aiguilles et de la machine dû aux particules de scotch Brite qui se détache au contact de l'aiguille

### ○ Optimisation

En rotation, le temps nécessaire pour enlever la bavure est faible. L'aiguille devra pénétrer légèrement dans la bande. Ainsi, le temps d'exécution sera de deux fois le déplacement entre le point de recul et le lieu d'ébavurage soit d'environ 4 mm.

En essayant d'optimiser l'enlèvement de matière, on constate que la meilleure position entre la bande et la bavure correspond à une inclinaison située entre 30 et 45° de la bande et une vitesse de rotation d'environ 10m/s.

La vitesse de rotation de la bande intervient peu. Une vitesse minimum de 10 m/s est essentielle pour atteindre l'objectif. Si l'on augmente celle-ci, on aura une usure plus rapide de la bande et un risque d'arrondir une partie de l'aiguille à cause d'un contact prolongé entre ces deux éléments.

On peut aussi effectuer un balayage latéral limitant ainsi l'usure de la bande. Ce balayage va permettre de limiter la création d'un sillon dans la bande et d'avoir un réglage moins fréquent pour compenser l'usure.

### e) En translation

Lors des tests, on s'aperçoit que la bavure n'a besoin que d'un faible contact sur la bande. On peut donc envisager d'utiliser la bande avec un mouvement de translation en latéral.

Suite à ces résultats, on a procédé à des essais manuels qui ont été très prometteurs. On a alors essayé de reproduire ces tests sur la machine. Doté d'un moteur pouvant tourner à 3340 tr/min, la machine donne la possibilité d'avoir un déplacement latéral maximum de 120 mm/s.

#### o Problèmes rencontrés

Lors des essais, on a été confrontés à différents problèmes. D'une part, les aiguilles sont maintenues entre deux mâchoires. Si le maintient est faible, les aiguilles glisseront et ne seront pas ébavurer. De plus, on pourrait avoir des problèmes liés aux déchargements. Par conséquent, on risque d'obtenir un taux de rebut important. Ainsi, le maintient de l'aiguille est primordial.

Avec un maintient suffisant, le déplacement latéral de la bande tord l'aiguille au niveau des mâchoires. Si on essaye de le diminuer, la bavure reste présente.

#### o Résultats

Les bandes scotch Brite peuvent enlever la bavure. Elles devront être utilisées en rotation pour limiter les risques.

Ainsi, on doit prendre en compte le risque de pollution engendré par ce produit et le risque de torsion de l'aiguille.

Pour effectuer cette opération, on aura besoin de deux bandes : une bande abrasive et cette bande. La mise en production pourra être difficile.

De plus, le temps d'ébavurage est d'environ 0,4 secondes.

## Produits dérivés

### a) Sous forme de rectangle

Disponible sous forme de rectangle ou de rouleau, ce produit aura les mêmes avantages et inconvénients que la bande utilisée en translation.

De plus, ils seront difficiles à installer sur le poste de travail. Le seul point bénéfique par rapport aux bandes est la durée de vie du produit. En effet, les rouleaux ayant une plus grande surface de contact s'useront moins rapidement.

### b) Brosses à lamelles

Les brosses sont constituées de lamelles de texture scotch Brite (Figure 20). Elles sont montées sur une tige de diam 6 mm. La vitesse maximum d'utilisation est de 8000 tr/min. Pour les essais, nous tournons à 3000 tr/min.



Figure 20 : Brosse à lamelles

Ces brosses peuvent être combinées avec des lamelles abrasives.

### c) Conclusion

Lors de l'ébavurage, la brosse vient en contact sur le sommet de l'aiguille. Si l'on travaille toujours au même endroit, on crée un sillon arrondissant de plus en plus l'aiguille. De plus, la brosse s'use très rapidement à cause de sa faible surface de contact.

En utilisant les brosses combinant des lamelles abrasives et une texture scotch brite, la bavure reste toujours présente. La forme particulière des lamelles abrasives ne permet pas d'entourer suffisamment l'aiguille et de l'ébavurer complètement.

## Sous-chapitre 2 - Les Brosses.

Les brosses sont couramment utilisées dans l'industrie pour l'ébavurage de pièces. On a besoin de connaître différentes caractéristiques pour déterminer la brosse la mieux adaptée à notre procédé.

En variant, le diamètre de la brosse, la vitesse d'utilisation, la densité de garnissage ou la matière de garnissage, on peut obtenir des brosses plus ou moins agressives avec une durée de vie variante suivantes les brosses. Ainsi, on a différentes sortes de brosses apportant un résultat dépendant de leur utilisation.

### Diamètre de la brosse

Le diamètre de la brosse et la longueur du fil sont des facteurs déterminants pour le résultat sur la surface travaillée.

La combinaison d'un diamètre de brosse plus petit et d'une longueur de fil plus longue aura pour résultat une brosse plus souple et plus flexible, parfaite pour le traitement de pièces structurées et pour un travail doux et facile. Un diamètre de brosse plus grand allié à un fil plus court donnera une brosse plus agressive pour l'ébavurage et le nettoyage intensif.

### Vitesse d'utilisation

Pour satisfaire entièrement les règles et besoins du lieu de travail, le nombre de tours par minute indiqué sur la brosse ne doit en aucun cas être dépassé.

Le nombre de tours/min. idéal pour le brossage des pièces est défini par la vitesse périphérique et le diamètre de la brosse. Le nombre de tours par minute est dans la plupart des cas distinctement plus bas que le maximum autorisé.

Les vitesses périphériques standards sont généralement de 30-35 m/s pour les brosses à fils ondulés, 18-22 m/s pour des brosses en fils synthétiques et fils enrobés.

### Densité de garnissage

La densité de garnissage dépend du nombre de fils par unité de surface. Les densités élevées de fils sont la base de la performance de coupe et d'une durée de vie des brosses optimisée. Elles sont indispensables pour l'obtention de résultats parfaits, par exemple pour un ébavurage.

Des densités faibles augmentent la flexibilité de la brosse et sont adaptées, par exemple, au traitement de surfaces de pièces très profilées. Si le diamètre de la brosse reste identique, la densité de garnissage peut être influencée par la dimension du corps.

### Matière de garnissage

Il existe différentes matières de garnissage (Tableau 8).

Matières de garnissage	Utilisation
Fil d'acier trempé	Traitement de surface léger /moyen Brossage intensifs Nettoyage des soudures
Fil d'acier spécial	Fil de haute résistance Pour une utilisation intense
Fil d'acier inoxydable	Utilisé là où les résidus des fils d'aciers normaux affecteraient les surfaces en métaux non ferreux
Fil laiton	Finition de surfaces en métaux non ferreux
Fil d'acier laitonné	Grande force de tension Pour le brossage et l'ébavurage
Fibre végétale pure	Pour un nettoyage à sec ou humide
Crin, poils d'animaux	Pour un nettoyage léger
Fil synthétique	Résiste aux acides légers et alcalins Non abrasif
Fil nylon	Polyamide imprégné de particules abrasives

Tableau 8. Choix des matières de garnissage

## Utilisation

Position optimale de la brosse sur la pièce à travailler : la pression du contact d'une brosse est avant tout définie par la profondeur de pénétration dans la pièce à travailler.

Il est recommandé d'avoir une pénétration dans la brosse d'environ 3 fois le diamètre du fil, par exemple 1.0 mm de pénétration pour un fil de diamètre 0.35 mm.

## Choix de la brosse

On a débuté tests sur des aiguilles de diamètre 0,99mm avec une brosse en fil d'acier inoxydable droit de diamètre 100mm. Cette brosse a permis d'enlever la bavure que nous avons créée lors du surfaçage.

Cependant, lorsque nous varions la vitesse d'utilisation, les résultats diffèrent. A faible vitesse, il reste une bavure infime. A une vitesse moyenne, la bavure est correctement enlevée sans autres problèmes visibles. Et finalement, à grande vitesse, la bavure est enlevée mais le bout de l'aiguille est arrondi sur 1 à 2 mm. De plus, le corps de l'aiguille est légèrement rayé dû à l'agressivité du garnissage.

On pourra donc utiliser cette brosse en fil inoxydable. Le plus difficile sera de déterminer la vitesse d'utilisation et de la faire varier en fonction de l'usure de la brosse et, donc, d'une différence de diamètre.

La brosse en fil nylon apporte la souplesse voulue pour l'ébavurage. Grâce à ce fil plus tendre, le corps de l'aiguille n'est pas rayé suivant le grain appliqué. A partir de la détermination du grain de la brosse, la bavure est enlevée avec un aspect de l'aiguille permettant de la finir et ce, quelque soit la vitesse d'utilisation.

La brosse circulaire en fil nylon en Oxyde d'alumine de grain 180 répond à toutes nos contraintes pour l'ébavurage d'une aiguille de diamètre 0,99mm.

Pour les aiguilles d'un diamètre plus faible, on voit apparaître les mêmes problèmes que nous avons avec la brosse en fil d'acier inoxydable. Les premiers essais avec un grain plus important, par exemple 320, sur les aiguilles de diamètres 0,86 mm sont concluant.

Il restera à savoir si les brosses avec un grain important pourraient permettre d'ébavurer tous les diamètres d'aiguilles sans une usure trop conséquente pour les grands diamètres.

### Sous-chapitre 3 - Bilan

	Brosse tige à acier inoxydable	Brosse circulaire	Brosse métallique	Brosse radiale	Brosse à lamelles	"Rectangle Scotch Brite"	Bande Scotch-brite (beue/verte) grain très fin + Balayage	Bande tridimensionnelle	Bande avec apport de pâte à polir	
Quel process de surfacage	Bande 3M (707 EP 180)									
Tps pour enlever les bavures	Entrée et sortie en vitesse rapide --> inférieur à	Entrée et sortie en vitesse rapide --> inférieur à	Entrée et sortie en vitesse rapide --> inférieur à	temps élevé : 0,4 s		> 1s				
Coupe en biais	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Taille de la bavure	La bavure a disparu, mais il y a la création d'un	pas de bavure	pas de bavure	Reste de la bavure	Reste de la bavure	pas de bavure	pas de bavure	Reste de la bavure	Reste de la bavure	Reste de la bavure
Test sur 20 aig	ok	ok	ok	test non concl		ok	ok	test non concl	test non concl	test non concl
Remarque		- raye l'aiguille à grande vitesse	- raye l'aiguille à grande vitesse	- présence de la bavure	- présence de la bavure	- Pollution - Difficulté à installer sur la machine	- pollution		- Pollution - Apport fréquent de pâte à polir	

Tableau 9. Choix du procédé d'ébavurage

## Sous-chapitre 4 - Choix du procédé

En conclusion, deux produits se sont dégagés des essais : la bande scotch Brite et la brosse circulaire en fil nylon. Afin de choisir notre produit d'ébavurage, le tableau 10 compare les deux produits avec des résultats obtenus après perçage.

		Surfaçage et Ebavure sur l'équipement EM01	
Critères		-Réalisation du surfaçage avec une bande abrasive 707 EP 180 par plongé	
Ebavurage		Bande scotchBrite en rotation	Brosse en fil nylon
		- Face de l'aiguille striée, mais acceptable (dû à la bande abrasive) - Reste quelques bavures surement dû au mauvais positionnement de l'aiguille lors des essais - Le contact a lieu sur les 3/4 des l'aiguille(Rappel: bavure uniquement sur 1/2 de l'aiguille) - Arrondi légèrement le coté chas de l'aiguille	- Face de l'aiguille striée, mais acceptable (dû à la bande abrasive) - Reste quelques bavures surement dû au mauvais positionnement de l'aiguille lors des essais - Le contact a lieu sur les 3/4 des l'aiguille(Rappel: bavure uniquement sur 1/2 de l'aiguille)
Coupe en biais		Entre 0 et 0,02 mm	Entre 0 et 0,02 mm
Remarque durant les essais		-Compensation nécessaire en moyenne de 0,2 mm toutes les 100 aiguilles. - durée de vie de 33750 aiguilles	-Réalisé 1000 aiguilles avec une compensation totale de 0,2 mm en profondeur - durée de vie de 50000 aiguilles
Résultats Cotec (qualité)	Diam int	18/18	25/25
	Diam chanfrein	8/8	8/10
	Diam extérieur	18/18	25/25
	Concentricité	18/18	25/25
Prix		22 euro	25 euro
<b>Conclusion</b>			
Avantage		- moins de contraintes sur la qualité de la coupe	- moins de contraintes sur la qualité de la coupe - durée de vie importante
Inconvénient		-Nécessité de compenser régulièrement - Risque de pollution des aiguilles et de la machine - Rebut technologique de 1,89 % au lieu de 1,3%	- Rebut technologique de 1,89 % au lieu de 1,3%

Tableau 10. Comparatif entre la bande scotch Brite et la brosse en fil nylon

## Sous-chapitre 5 - Conclusion

La bande scotch Brite présente plus d'inconvénients par rapport à la brosse en fil nylon. La bande a un encombrement plus important et gênant pour l'industrialisation du produit.

De plus, elle entraîne un grand risque de pollution. Lors de son utilisation, des particules abrasives se détachent et peuvent détériorer plus rapidement la machine et son fonctionnement.

Le prix et la durée de vie étant sensiblement identiques, la brosse circulaire en fil nylon sera le produit à utiliser pour l'ébavurage.

## Sous-chapitre 6 - Industrialisation

Pour l'industrialisation, un cahier des charges est nécessaire. Il sert à formaliser les besoins et à énumérer les contraintes techniques avérées. Ici, les contraintes sont environnementales, matérielles et économiques.

Le montage doit s'adapter à la machine existante et à la dimension du poste d'ébavurage actuel. Il sera probablement nécessaire de modifier le support mais de préférence le moins possible.

Pour ces changements, les produits standards sont à préférer lorsque le choix se présente.

Pour cette étude, deux possibilités s'offrent à nous. Soit elle sera réalisée par une entreprise extérieure garantissant le respect du cahier des charges et le délai souhaité. Soit l'étude est réalisée en interne mobilisant une ou plusieurs personnes pouvant contraindre l'arrêt de projets en cours.

On verra par la suite que ce système ne sera pas retenu pour l'industrialisation. Pour des raisons de mise en production très rapide, on devait avoir une solution de secours qui permettait de réaliser le surfaçage des aiguilles.

# Chapitre 3 - Le cahier des charges

## Sous-chapitre 1 - Le cahier des charges

Le but est de concevoir un poste de surfaçage afin d'enlever 0,1 à 0,7 mm de matière sur une aiguille diam 0,99 mm. Lors du surfaçage apparaît une bavure qu'il faudra donc supprimer. Ainsi, il est nécessaire de rajouter un poste d'ébavurage permettant d'obtenir une aiguille sans bavure.

Ce poste de travail est à installer dans un environnement existant et décrit dans ce cahier des charges.

### 1. Gamme d'aiguilles

Les aiguilles fabriquées en acier Inoxydable ont une résistance à la traction comprises entre 700 et 2170 Rm (N/mm<sup>2</sup>). De plus, elles ont une dureté d'environ 380 Vickers soit 39,8 HRC.

Pour notre fabrication, ces aiguilles ont un diamètre situées entre 0,66 et 1,57mm.

### 2. Contraintes :

Le poste devra convenir aux bandes abrasives de dimensions 120 x 920mm. Il faudra aussi prévoir un emplacement pour les brosses d'ébavurage de diamètre 100 mm et de largeur 120 mm.

Pour le réglage de la bande abrasive, un dégauchissage sera à prévoir. Il sera réalisé par un opérateur afin d'affiner la longueur totale des l'aiguilles. Un même procédé sera à concevoir pour le dégauchissage de la brosse par rapport aux aiguilles.

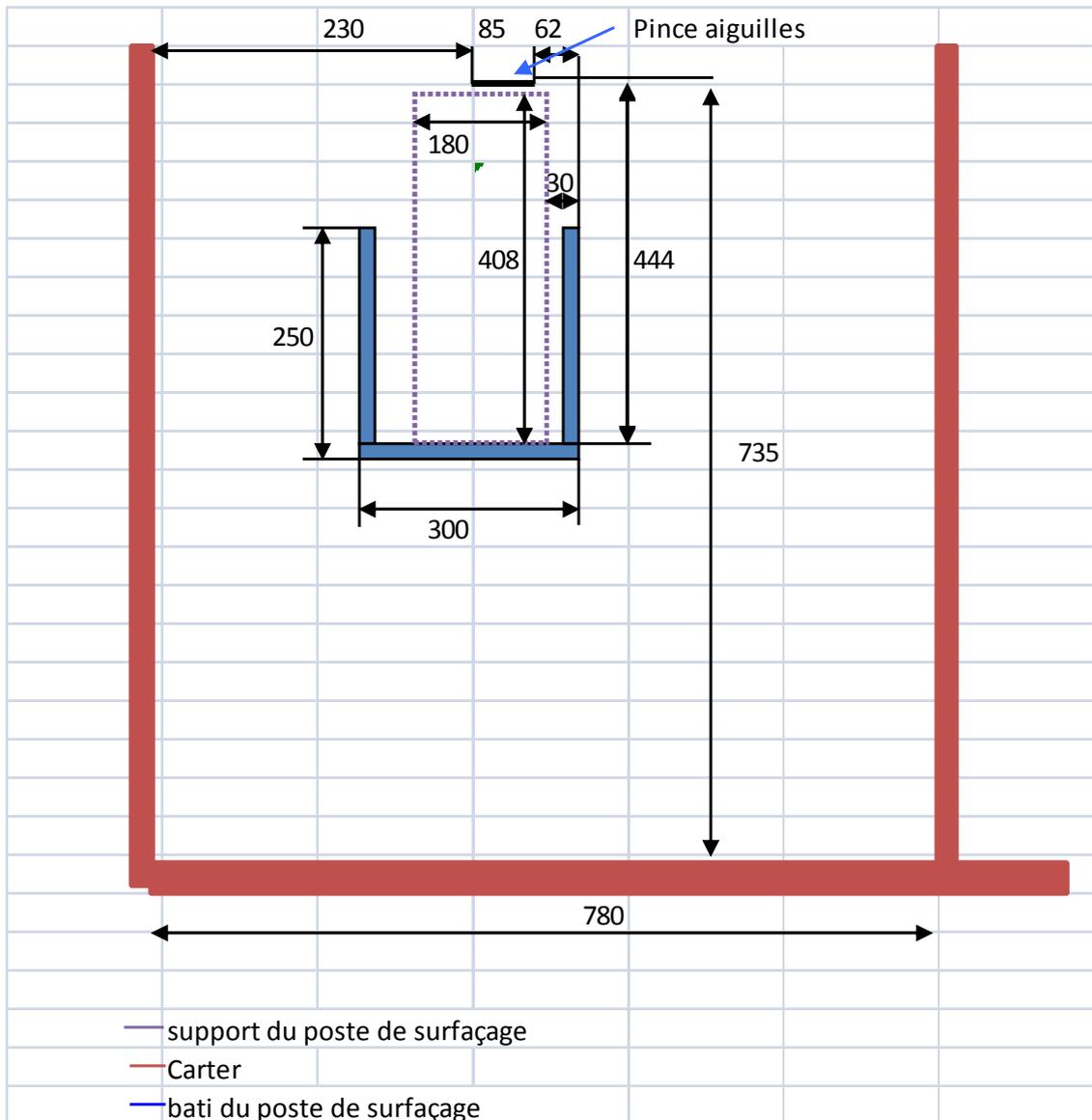
Le dégauchissage devra permettre à déplacement suivant ces axes :

- L'axe X doit se déplacer parallèlement à l'axe de l'aiguille
- L'axe Y doit se déplacer perpendiculaire à l'axe de l'aiguille
- L'axe Z doit se déplacer perpendiculairement à l'axe de l'aiguille

Le poste devra respecter la procédure SAPP 001. Ainsi, Il sera nécessaire d'intégrer le carter d'aspiration, une sortie sur le dessus de l'équipement et une vanne accessible par l'opérateur.

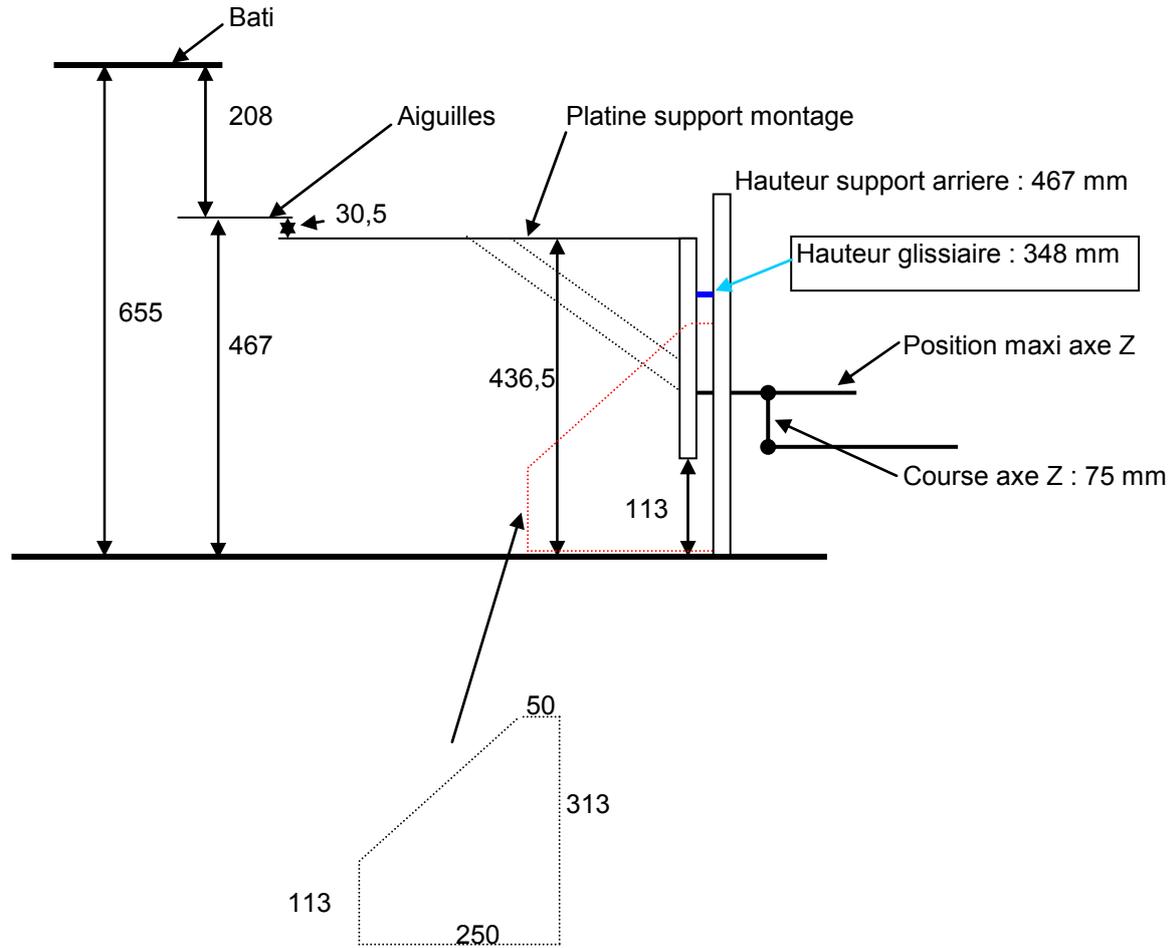
### 3. Implantation :

Les dimensions actuelles seront utiles pour l'élaboration du poste de travail.  
Tout d'abord en vue de dessus.



Puis en vue de côté :

Vue de cote en position haute maxi axe Z



Il est aussi à noter que le dépassement des aiguilles est d'environ 3 mm. De plus, la course de l'axe Z est de 75 mm.

La position du montage actuel pourra être modifiée si nécessaire. Si besoin, d'autres cotes pourront être fournies pour l'implantation du nouveau poste.

#### 4. Performances :

Le tableau 1 représente les différentes cadences à respecter.

	<b>Proto-industriel</b>	<b>Objectif final</b>
Cadence instantanée	<b>1 aigu / seconde (3 600 aigu/h)</b>	<b>10 000 aigu/h</b>
RO	Sup ou égal à <b>65%</b> (si cadence inst plus rapide, la valeur du RO sera plus faible)	
TRS	Sup ou égal à <b>55%</b> (si cadence inst plus rapide, la valeur du TRS sera plus faible)	Sup ou égal à <b>70%</b>
Productivité Opérateur	<b>3960 aigu/ h / pers</b>	
Taux d'occupation Opérateur	<b>environs 50%</b>	
TCS	<b>inférieur ou égal à 20min</b>	inférieur ou égal à <b>10min</b>
Temps de changement consommable	Inférieur ou égal à <b>5 min</b> par consommable (surement 3 consommables)	Inférieur ou égal à <b>2 min</b> par consommable (surement 3 consommables)
Taux de Rebuts	Inférieur ou égal à <b>1.6%</b> (pour série de 6000 aigu)	Inférieur ou égal à <b>0.5%</b> (pour série de 6000 aigu)

Tableau 1 : cadences

## 5. Le cycle

Suite à nos essais, on a prévu le cycle suivant. Tout d'abord, on approche en rapide en direction des aiguilles avec la bande abrasive. On devra avoir la possibilité de régler la vitesse de la bande pouvant varier de 10 m/s à 30 m/s. Puis, on avancera avec une course d'usinage défini. Ensuite, on reculera légèrement et on effectuera une descente en cycle lent afin d'amener la brosse d'ébavurage face aux aiguilles.

La brosse tournant entre 3000 à 7500 tr/min avancera en rapide dans les aiguilles. Puis, l'ensemble retournera à la position initiale si possible lors de la rotation de la machine.

La position de travail du surfaçage et de l'ébavurage peut être différente surtout à cause d'une usure différente des deux produits.

Un balayage latéral de la bande sur 25mm est à prévoir. Il permettra d'user le plus uniformément la bande (Ne pas toujours commencer au même endroit)

### Sous-chapitre 2 - Proposition

Par manque de temps, l'étude a été réalisée en interne.

La bande abrasive utilisée pour le surfaçage a été placée en dessous de l'ébavurage. Les limites des différents axes nous obligent un déplacement vertical pour le changement d'opérations. De plus, suite à un problème d'encombrement, la bande doit être placée en dessous.

La bande abrasive est entraînée par un moteur permettant une vitesse de rotation de 30m/s. La brosse circulaire est alimentée par un second moteur afin de faire varier indifféremment les vitesses pour, par exemple, compenser l'usure.

La bande tournera dans le sens horaire. Ainsi, la bavure se trouvera sur le haut de l'aiguille. La brosse tournera dans le sens opposé, ramenant la bavure vers l'extérieur en la cassant et en l'éliminant.

Un système de changement rapide a été prévu. A une position donnée, on pourra intervenir pour effectuer ces changements et cela en toute sécurité. Après ouverture de la trappe, on actionne le vérin-tendeur et la bande devient facilement accessible. Pour le changement des 6 brosses nécessaire pour la longueur totale, il suffit de desserrer et de resserrer une fois les nouvelles brosses en place.

On peut modifier légèrement la machine pour la mise en place du nouveau montage. La platine-support étant trop haute, il faut usiner les plaques supportant l'ensemble. Cette opération est possible car il n'y a rien sous le bloc moteur d'axe z, le seul point gênant.

On doit aussi modifier le carter de la machine car un plan d'évacuation des aiguilles est nécessaire pour l'opérateur (Figure 21). Une porte supplémentaire doit être créée pour pouvoir effectuer une rotation en manuelle de la machine et procéder à diverses interventions de maintenance. Une autre porte sera nécessaire pour le changement des consommables.



Figure 21 : machine EM01

La figure 22 montre le poste d'ébavurage et de surfacage fabriqué pour la mise en production de la machine. Muni d'une bande abrasive de durée de vie d'environ 12 000 aiguilles et de quatre brosses permettant d'en ébavurer 50 000, ce montage correspond à toutes nos attentes.

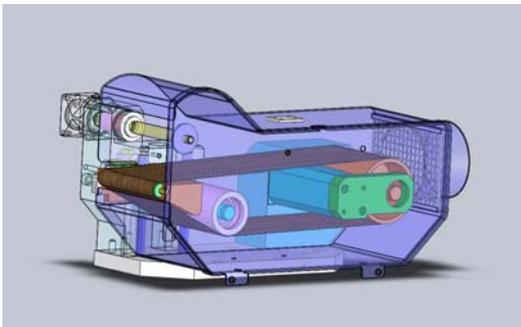
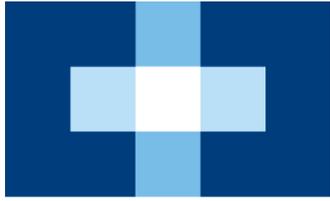


Figure 22 : poste de surfacage et d'ébavurage

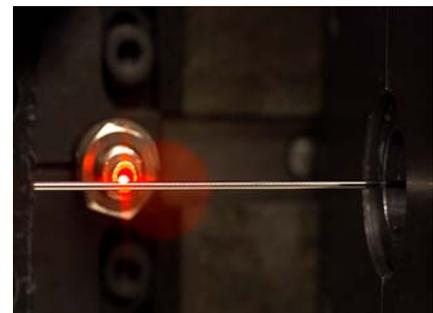


# COVIDIEN

## Usine de Grenoble

### PARTIE 3

### La coupe



# Chapitre 1 - Introduction

## Sous-chapitre 1 - But

En parallèle à notre étude du nouveau procédé de surfaçage, on doit se poser une question :

### ***Pourquoi a-t-on ce défaut ?***

Si on arrive à trouver la cause et à réduire ce défaut, le temps de surfaçage sera plus court avec une durée de vie des consommables plus importante.

Comme on l'avons vu précédemment, ce problème intervient lors de la coupe du fil. On doit donc connaître nos machines afin d'expliquer les causes exactes.

## Sous-chapitre 2 - Parc machine

Le parc machine du secteur de la coupe est composé de 2 machines Bundgens (fabriquant Allemand) et de 2 machines Secem (fournisseur Italien).

Les deux machines Fabriqués par Secem, l'APR6 et l'APR600, sont conçues pour de petits diamètres. L'APR6 permet de couper des fils de diamètres de 0,1 à 0,7 mm tandis que l'APR600 est utilisée pour les diamètres de 0,5 à 1,0 mm. Les machines Secem étant sensiblement identiques, on étudiera qu'une seule machine.

Les machines Bundgens, RC007 et RC005, sont respectivement conçues pour les fils de 0,5 à 1,0 mm et 0,80 à 1,6mm. Ces machines paraissent plus robustes que leur concurrent.

Pour débiter cette étude, on va d'abord travailler avec le fournisseur Bundgens afin de savoir si il est capable d'obtenir un meilleur résultat avec une machine neuve.

## Chapitre 2 - Bundgens RC007

### Sous-chapitre 1 - But

La machine bundgens permet de découper des tronçons de fil à partir d'une couronne de fil. Afin de déterminer la plage du défaut engendré par la coupe, on a effectué des essais avec le fabricant de la machine.

Dans un premier temps, on utilise un acier inoxydable classique. Ayant obtenu de bon résultat, on a décidé d'effectuer le même test avec le fil d'acier inoxydable utilisé en interne. Comme on l'a constaté précédemment, la dimension de ce défaut influera sur le temps et la durée de vie des consommables lors de l'opération de surfaçage.

### Principe de fonctionnement

La bobine de fil en acier 420, 455 ou 191 est positionnée sur un support rotatif, et est maintenue par des tiges réglables à l'intérieur de la bobine.

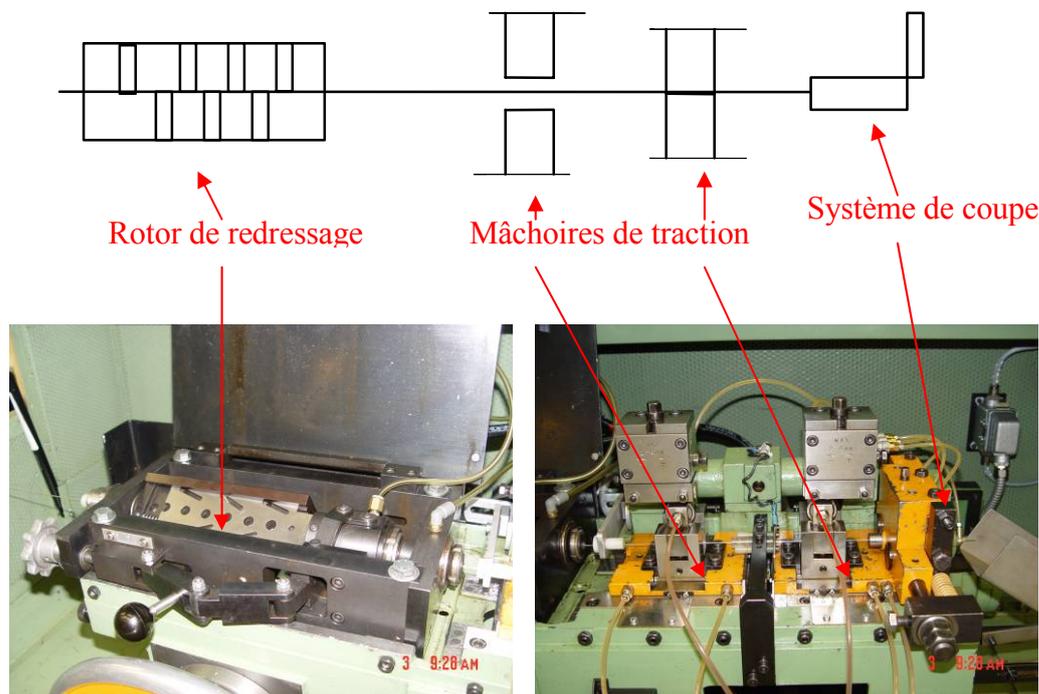


Figure 23 : redressage

Le fil passe ensuite dans une tête de redressage munis de 7 paires de doigts. Puis il est tiré alternativement par deux modules de traction équipé de plaquettes réglées suivant le diamètre du fil (Figure 23).

### **Le cycle d'un tour de machine pour produit un tronçon est le suivant:**

Le premier jeu de mâchoires tire le fil de gauche à droite en position « serré » pendant que le second jeu de mâchoires revient à gauche en position « lâché ». Puis c'est le premier jeu qui revient à gauche en position « lâché » pendant que le second jeu de mâchoires prend le relai en position « serrée » en tirant le fil à son tour de gauche à droite.

Ensuite, le fil est brisé par un jeu de canons de coupe. Les tronçons sont récupérés dans une goulotte qui évacue les tronçons par gravité. Ces tronçons sont ensuite rangés par vibration dans le godet vibrant.

La gamme de fabrication ligne et le mode opératoire ligne permettent de fixer pour chaque diamètre de fil, les paramètres machine à configurer (serrage des plaquettes, serrage du rotor de redressage), les outils à utiliser (canons de coupe).

### **Essai chez Bundgens**

Suite aux essais, on a vérifié la qualité de la coupe. On a obtenu les résultats suivants :

- Coupe perpendiculaire, pas de coupe en biais apparente.
- Longueur des tronçons régulière : +/- 0,04mm
- Marques : pas de marques évidentes avec déformation du diamètre (marques en triangle)
- Arrête vive sans bavure : très léger arrondi de l'arrête coté début de coupe.
- Surface de coupe quasi plate :
- Un tiers plat lisse et brillant coté début de coupe.
- Deux tiers mat avec des rugosités d'arrachements de métal très faibles mais plan.

### **Conclusion**

La qualité de coupe est apparue comme très suffisante pour diminuer fortement la reprise en surfaçage et ébavurage (0,1mm au lieu de 0,7mm) sur la machine EM01. De plus, elle peut être considérée comme suffisante aussi pour le perçage direct dans la face de coupe.

## Remarque

Ces essais ont été effectués sur une machine neuve et dans de bonnes conditions. Connaissant maintenant la faisabilité de ces machines, nous devons vérifier si nos machines permettent d'obtenir le même résultat.

### Conclusion des essais

Deux paramètres importants pour obtenir une excellente qualité de coupe ont été mis en évidence après analyse de leur configuration machine.

L'outillage de coupe est primordial. Les canons de coupe, fixe et mobile, doivent être dans un état neuf avec des cotes et tolérances bien définies pour garantir le bon état de coupe. Un jeu de canons peut ainsi produire entre 100 000 et 500 000 pièces avant remise en état.

La vitesse de coupe est aussi importante. Le temps de coupe doit être le plus rapide possible. C'est pour cela que leur cadence machine est à 500 coups/mn pour des longueurs inférieures à 100mm et 250 coups/mn pour des longueurs supérieures à 100mm. Or nos machines tournent actuellement à 200 coups/mn maximum pour des longueurs inférieures à 100mm.

Il y a aussi toute la partie méthode de réglages et état mécanique de la machine qui influe ces résultats. On a suffisamment d'informations pour pouvoir reproduire toute cette configuration sur l'une de nos machines (Bundgens US : RC 007).

### En résumé :

Il apparaît plusieurs gains potentiels non négligeables pour notre production. En actualisant notre méthode de réglage, le temps de changement de séries et la qualité seront nettement améliorés. La dérive évidente après de longues années de production sans relation direct avec le constructeur pour garder et améliorer la maîtrise du processus doit être évitée.

En admettant de pouvoir reproduire la qualité de coupe requise sur notre machine, la production sur l'EM01 sera nettement simplifiées. Le surfaçage et l'ébavurage pourrait être très réduits voir même supprimés si le perçage direct dans la face de coupe est possible.

Le fil 455 permet et demande une grande vitesse de coupe par rapport à sa dureté. Donc, plus la cadence est rapide plus la qualité de coupe est bonne : ce qui sous-entend de pouvoir au moins doubler la cadence de notre machine. Chez le fabricant, c'est une configuration standard. Travaillant à 500 coups / mn du diamètre 0,50 au  $\varnothing$  1,50 sur ce type de machine, il réalise des pièces similaires jusqu'au  $\varnothing$  6mm aux mêmes qualités. Ces cadences peuvent atteindre 800 coups/mn sur certaines machines.

## Sous-chapitre 2 - Historique

Notre machine conçue en 2005 par la société Bundgens fut destinée à une société américaine. Faisant partie du même groupe, la machine fut rapatriée début 2006 en France. On a constaté qu'elle a subi quelques modifications par rapport à une machine d'origine. Mais, La partie chariots d'aménagement et canons n'a pas été modifiée. Par contre, le poste de redressage est différent de l'original.

### Parties non modifiées

La machine Bundgens est équipée d'un moteur de 3kw tournant à 3470 tr/min. Un renvoi d'angle permet d'alimenter indépendamment le poste de redressage et la partie chariotage.

Seule la partie redressage a été modifiée. Un variateur vient s'intercaler entre le moteur principal et la tête de redressage.

Maintenant, deux possibilités s'offrent à nous pour le réglage du redressage du fil. On peut faire varier la vitesse de rotation de la tête. Mais, un décalage des doigts de redressage pourrait permettre d'obtenir le même résultat.

Cette première possibilité va peut-être limiter l'usure des doigts de redressage fabriqués en plastique pour ne pas détériorer le fil.

Cette modification ne devrait pas avoir de conséquence sur la coupe du fil si celui-ci est toujours bien droit. Le seul problème pourra survenir s'il est nécessaire d'augmenter la vitesse de rotation de la tête lors d'un changement de cadence de production.

### Déroulement des essais

Afin de travailler dans des conditions quasi similaires au fabricant de la machine, on a utilisé le même fil ainsi que des canons neufs commandé et fabriqué chez eux.

On a, dans un premier temps, pas changé la cadence de production et effectué les essais sur des aiguilles de diamètre 0,99 mm. On produit 200 tronçons par minutes au lieu de 500 tronçons /min.

Le résultat obtenu est satisfaisant. La face de l'aiguille a un aspect différent qui n'empêche pas le perçage de l'aiguille. Un bec plus ou moins important apparait sur une faible partie de l'aiguille. Ce bec est créé par la cassure du fil à la fin du cisaillement.

Grace à cet essai, on peut se demander si la qualité de la coupe sera modifiée lors de l'augmentation de la cadence de production. Cette machine permet de changer cette cadence sans détérioration visible et en tournant juste une manivelle reliée au moteur principale.

### Sous-chapitre 3 - Conclusion

Ces résultats sont très encourageants. On a supprimés le défaut alors que l'on cherchait à la diminuer.

La suite des essais ont permis de définir la cadence la plus adaptée en prenant en compte la qualité de la face de l'aiguille. A 200cp/min, nous avons une face avec un aspect suffisant pour le perçage avec un léger bec sur une petite partie de l'aiguille. A 300cp/min, la face est plus jolie et le bec pratiquement inexistant. A 400cp/min, nous obtenons les mêmes résultats qu'à 200cp/min

La cadence choisie et la mieux adaptée est donc de 300cp/min

## Pérennité

Le changement de la cadence de production va entraînée une usure plus rapide de différents éléments tel que les doigts de redressage et les canons de coupe.

On a procédé à des tests de durée de vie. On a réussi à produire 100 000 aiguilles avec un jeu de canon. Ces valeurs peuvent être comparées à celles actuelles car la détermination du degré d'usure n'existe pas.

Pour les autres éléments, les tests n'ont pas duré assez longtemps pour définir quoi que ce soit.

## Problèmes rencontrés

Lors de l'augmentation de la cadence, on doit porter une attention particulière aux éléments en mouvements.

On doit aussi vérifier la lubrification de la machine afin de ne pas la gripper. Ainsi que la lubrification du fil pour qu'il soit suffisamment huilé pour avoir de bonne condition de coupe et pas trop afin que les tronçons ne soient pas gras en sortie de machine.

## Chapitre 3 - Autres machines de coupe

Le parc machine contient 3 autres machines de coupe. Le but est de trouver une autre machine pouvant être utilisée comme remplaçante de la Bundgens RC007 en cas de problème ou d'augmentation de production.

La plus petite machine de coupe est l'APR6. Elle est utilisée pour de petits diamètres (de 0.38 à 0.71 mm). Cette machine ne sera pas prise en compte dans nos essais.

### Sous-chapitre 1 - Bundgens RC005

La Bundgens RC005 a beaucoup de similitude avec la RC007 du même fabricant (Figure 24). Le principe de coupe n'a pas changé. On utilise deux couteaux qui viennent cisailer le fil par un mouvement de translation.

De plus, cette machine a subi un lifting deux ans auparavant. De ce fait, on aura moins de problème lié aux jeux engendrés par l'usure de différents éléments en contact les uns par rapport aux autres.

Les canons de coupe nécessaire sont identiques sur les deux machines. On pourra aisément comparer les résultats obtenus avec ceux que l'on a déjà.



Figure 24 : Machine Bundgens RC005

## Différences

Cette machine est plus conçue pour découper du fils de diamètre 0,5 à 1,0 mm. Le système de redressage est ainsi plus adapté à de petits diamètres. Les doigts de redressage sont plus rapprochés et plus petits. Nous risquons d'avoir une usure prématurée par rapport au fil que nous travaillons.



Figure 25 : Tête de redressage

(À droite Bundgens RC005, à gauche Bundgens RC007)

La rectitude du tronçon se règle essentiellement par l'intermédiaire des doigts de redressage situé aux milieux. Pour le réglage de petits diamètres, on a tendance à plus serrer les doigts centraux, tandis que pour les gros diamètres, on serrera moins ces doigts.

Bien que les canons utilisés soit les mêmes, le système de coupe est légèrement différents. Pour la machine RC007, le marteau vient taper le coulisseau sur le coté. Or pour la machine RC005, il vient le frapper sur le dessus.



Figure 26 : Système de coupe

(À droite Bundgens RC005, à gauche Bundgens RC007)

Ces changements n'influeront probablement pas sur le résultat désiré. Le point le plus gênant pour l'utilisation de cette machine est occasionné par la cinématique de celle-ci. Les vitesses sont constantes et difficilement modifiable. La vitesse de déplacement du chariot est proportionnelle à celle de la tête de redressage. Pour modifier ces vitesses et augmenter la cadence de la machine, on doit changer les roues de fonctionnement de la machine.

### Conclusion

On a constaté auparavant sur la machine RC007 que la vitesse de déplacement des différents éléments influait légèrement sur la qualité de l'aiguille. Mais, on remarque aussi qu'à faible vitesse le résultat répond à nos attentes.

Ainsi, les tests ont débutés sans modifier la vitesse de la machine. De plus, les canons de coupe utilisés sont ceux fournis par le fabricant et ayant servis pour les autres essais. On a donc peu de changement par rapport aux autres essais permettant ainsi un bilan très rapide sur la faisabilité des aiguilles sur cette machine.

Après plusieurs séries, on obtient des résultats proches de la RC007. La face de l'aiguille semble, à vue d'œil, plus jolie. Ce paramètre étant difficile à quantifier, on ne peut pas totalement le démontrer.

De plus, le petit bec semble avoir totalement disparu.

Au cours de la poursuite des essais afin de connaître la cause de ce problème, on a remarqué que la machine RC007 comportait certains jeux susceptibles de créer ce défaut. La machine RC005 ayant subi une « remise à neuf », la présence du bec est moins importante.

La question que l'on peut se poser est : Que va-t-il se passer si on augmente la vitesse ? Aura-t-on un meilleur état de surface ?

Ces questions resteront sans réponse. On doit continuer de produire et le changement de vitesse engendre des temps de montage trop importants pour effectuer les essais. On ne sait pas non plus si la machine peut tourner à ces cadences. De plus, on peut avoir un autre problème. La vitesse de rotation de la

tête de redressage du fil n'a pas été modifiée lors des premiers essais. Or, sur cette machine, elle est proportionnelle à la vitesse de déplacement des chariots. Pourrons-nous compenser l'augmentation de la vitesse par un décalage des doigts de redressage avec une usure prématurée de ceux-ci?

Par contre, la durée de vie des canons de coupe devrait être plus grande sur cette machine car la machine a moins de jeux et la cadence de production est plus lente.

Pour l'instant, cette dernière conclusion n'a pas été vérifiée.

## Sous-chapitre 2 - L'APR600

La bobine de fil en acier 455 , 456 ou 420 est positionnée sur un support rotatif, et maintenue par des doigts réglables, il effectue une ou plusieurs boucles autour du frein électromagnétique, il passe ensuite dans 2 têtes de redressage munis de 5 galets chacun et dans le premier module de traction. Avant d'être coupé par un jeu de canons de coupe, le fil effectue une boucle tampon (gérée par un capteur inductif) et passe dans le 2<sup>ème</sup> module de traction. Les tronçons sont récupérés dans une goulotte vibrante.

Les fiches de réglage permettent de fixer pour chaque type diamètre de fil, les paramètres machine à afficher, les têtes de redressage à utiliser, ainsi que les cotes d'excentration des galets à appliquer.

## Différences

L'APR600 est très différente des machines Bungens. Les deux plus importants changements sont le mouvement de coupe et le système de coupe

### a) Le mouvement de coupe

Le déplacement du canon mobile est réalisé grâce à un système de bielle-manivelle (Figure 27). Ce système permet de transformer un mouvement de rotation, créé par un moteur, en un mouvement de translation.

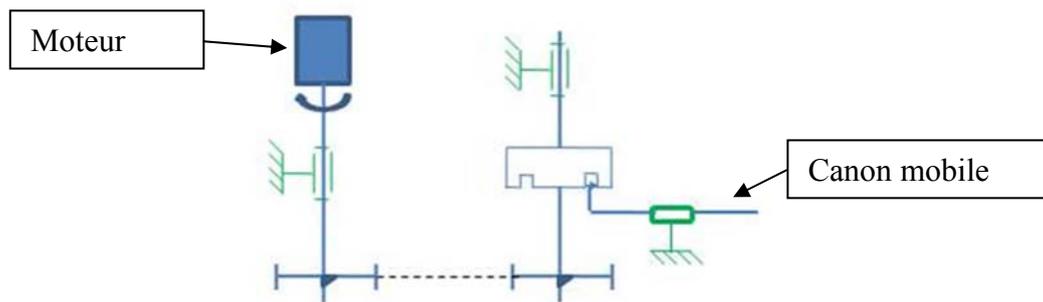


Figure 27 : schéma de fonctionnement de l'APR600

La cadence peut être augmentée grâce à la variation de la vitesse du moteur d'entraînement. Mais, ce système de bielle-manivelle ne permet pas la variation de la course du canon mobile. En cas de modification de la cadence, nous aurons probablement plus de bourrage de fil et donc plus de rebut. Le fait d'accélérer l'ensemble demande plus de précision sur l'alignement des deux canons lors de l'avance du fil. Sinon le fil vient taper sur la face du canon mobile et stopper la machine.

### b) Le système de coupe

L'ensemble est juste compressé par le ressort. Ce dernier apporte un bon avantage pour compenser l'usure des canons ou leurs différences de longueur. Mais la souplesse qu'il apporte peut engendrer un jeu entre les deux canons au moment de la coupe. Suite à ce problème, les deux canons n'étant plus en contact, les défauts sur les aiguilles réapparaissent : bec sur une partie du corps ou partie du corps légèrement aplatie.

Le système de coupe est composé d'une partie fixe et d'une partie mobile, mouvement généré par le système représenté par la figure 28. Les canons sont montés de la manière suivante :

- a) Mise en place du canon fixe
- b) Mise en place du canon fixe
- c) Rajout du ressort
- d) Serrage de l'ensemble par l'intermédiaire d'un écrou

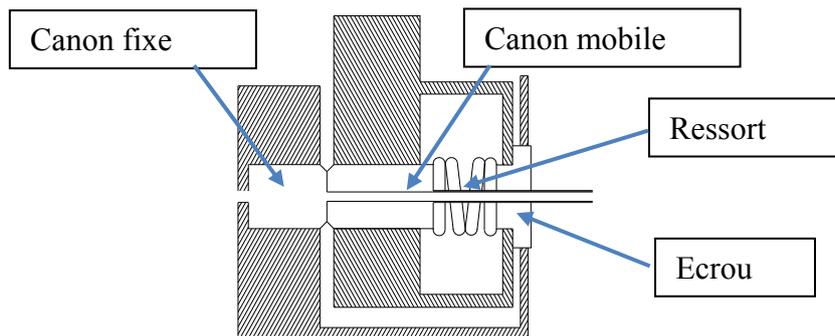


Figure 28 : système de coupe d'APR600

### Conclusion

L'APR600 ne pourra pas remplacer la Bundgens en cas de surproduction ou de problèmes divers. Son système de coupe permet de fabriquer des aiguilles qui seront ré usinées par la suite. Mais, il génère trop de jeux et de défauts sur les aiguilles.

La Bundgens RC005 répond à nos attentes. On a réussi à fabriquer des aiguilles sans défauts. Ce résultat nous indique plusieurs choses. La fabrication d'aiguilles sans défauts est possible. La Bundgens RC005 peut donc être utilisée pour remplacer la Bundgens RC007

### Remarque

Ces essais sont menés sur des aiguilles de diamètre 0,99mm. On ne sait pas pour l'instant si on est capable d'obtenir les mêmes résultats pour d'autres diamètres.

## Chapitre 4 - Mise en production

### Sous-chapitre 1 - Choix de production

Les essais sur les machines de coupe ont montrés qu'il était possible de fabriquer directement des aiguilles de bonne qualité. Ainsi, le montage de surfaçage sur la machine EM01 devient obsolète.

On peut envisager le procédé suivant :

#### **Nouveau Process :**

**Redressage-Coupe + Empointage + Perçage + lavage ...**

#### **Remarque**

Utilisant très peu de lubrifiant pour la coupe, il n'est pas nécessaire d'effectuer un lavage avant l'empointage.

Ce nouveau procédé apporte beaucoup d'avantages :

- Peu de consommable
- Opération de recoupe ou de surfaçage supprimée
- Moins de manipulation du produit
- Temps de transfert (lead time) est diminué
- Moins de pollution

***Ce procédé ne sera appliqué que pour les aiguilles de diamètre 0,99mm de longueur 37 et 27 mm et de diamètre 0,81 de longueur 30mm.***

On doit maintenant connaître les différents éléments afin de procéder à la mise en production de ce nouveau procédé.

## Sous-chapitre 2 - Modification à apporter

On doit savoir si ce procédé peut perdurer dans le temps. Pour cela, on doit d'abord connaître la durée de vie des canons et effectuer une validation industrielle (VAIN) de la Bundgens RC007.

La VAIN va permettre de définir les points de contrôle et les conditions d'application. Diverses gammes doivent être modifiées (fabrication, contrôle) afin de faciliter la production, la maintenance, la sécurité et la formation du personnel.

## Sous-chapitre 3 - Définition de la VAIN

Un groupe de travail composé de la qualité, la sécurité, la production et le service méthode œuvre afin que toutes les conditions soient mise en place pour avoir une machine opérationnelle et aux normes.

Il a été établi que 7 séries d'essais devront être fabriquées suivant des critères très précis :

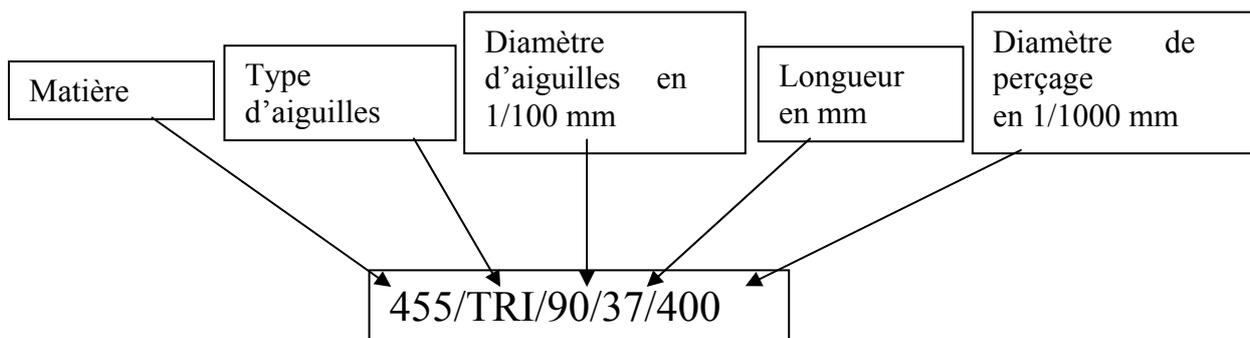
Critères	Objectifs
Taux de rebut	Inférieur 1%
NC (sur les 7 séries)	0
NC (suivi sur 2 mois)	Redressage $\leq 2$ / mois Longueur $\leq 4$ / mois Bavure $\leq 1$ / mois Coupe en biais $\leq 1$ / mois
Cadence	Sup à 200 cp/min pour longueur < 100 mm Sup à 100 cp/min pour longueur > 100 mm
Cpk Lg aig	Sup à 1,36
Ppk Lg aig	Sup à 1,41
Pas de coupe en biais	inférieur au seuil à la recoupe (voir IPNC)
Pas de bec au chas	0 (voir IPNC)
Durée de vie des canons	16 OF de 6000 aiguilles
Cpk excentration	Réalise un OF de prod avant l'of d'essai pour comparer
Ppk Excentration	Réalise un OF de prod avant l'of d'essai pour comparer
Cpk Dia Chanfrein	Réalise un OF de prod avant l'of d'essai pour comparer
Ppk Dia Chanfrein	Réalise un OF de prod avant l'of d'essai pour comparer

Tableau 11 : Critères qualité

Dès que ces séries seront terminées avec des résultats inférieurs aux limites tolérées, la machine sera validée pour ce nouveau procédé. Les séries sélectionnées sont les suivantes :

- 455/TRI/99/37/400
- 455/TRI/99/37/690
- 455/TRI/99/27/470
- 455/TRI/99/27/650
- 455/TRI/81/30/280
- 455/TRI/81/30/440
- 455/TRI/81/30/550

Pour rappel, les aiguilles sont définies de cette manière :



## Sous-chapitre 4 - Durée de vie des canons

### Durée de vie des canons

Durant les essais, on vérifiera la durée de vie des canons. On connaîtra ainsi l'usure maximum avant réaffutage et le nombre de jeu nécessaire à la production.

Pour cela, on a installé sur le poste une fiche de suivie. Elle nous permettra aussi d'avoir un retour d'informations des opérateurs et réglers. Ces informations sont importantes pour l'amélioration continue de la machine.

## Procédure de montage

Afin d'harmoniser le montage et de pouvoir comparer les données, il est nécessaire de définir une procédure de montage des canons (Figure 29). Pour rappel, la pose du canon est à faire seulement en cas de changement de diamètre.

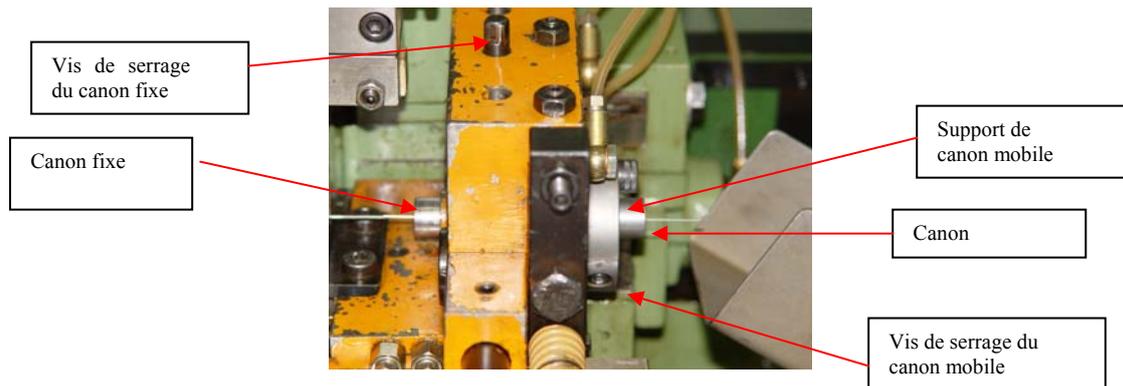


Figure 29 : Présentation du système de coupe

- Aligner le support du canon mobile sur le coulisseau de coupe par rapport au canon fixe (Figure 30). Utiliser l'outil d'alignement et serrer en position lorsque l'outil coulisse au mieux.

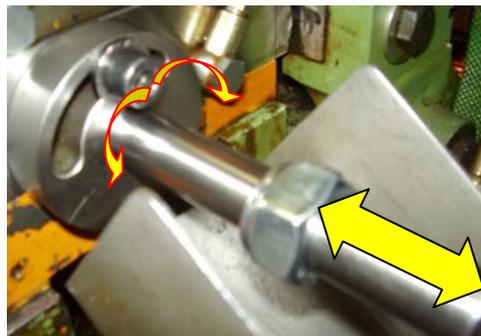


Figure 30 : Montage des canons

- Pour changer de canon, desserrer la vis du canon mobile à l'aide d'une clé Allen de 4.
- Enlever le canon mobile.

- Desserrer la vis du canon fixe à l'aide d'une clé Allen de 6.
- Enlever le canon fixe.
- Entrer le nouveau canon fixe dans le logement
- Entrer l'outil d'alignement coté petite longueur à l'intérieur en faisant bien attention à la rondelle située sous la vis de serrage du support canon.
- Mettre le canon fixe en contact et serrer la vis du canon fixe.
- Enlever l'outil d'alignement et mettre le canon mobile.
- Maintenir en contact les 2 canons et serrer la vis du canon mobile.
- Faire passer le fil à travers les 2 canons afin de vérifier leurs positions.

### Sous-chapitre 5 - Résultats

On a réussi à produire des aiguilles conformes par rapport à toutes les exigences demandées. On a quand même constaté différents points à améliorer.

Lors de l'accélération de la cadence, la lubrification des chariots est faible. Après plusieurs séries à la suite, les rails ne sont plus lubrifiés. On peut augmenter le débit pour notre nouveau procédé mais on doit le changer à chaque fois pour la fabrication actuelle.

Il apparait un léger bec sur une partie de l'aiguille. Après une étude plus poussée afin de trouver les causes de ce problème, on remarque que celui-ci est sûrement dû aux jeux de la machine et à la position des canons de coupe. Les deux canons doivent être légèrement inclinés l'un par rapport à l'autre et laisser un espace suffisant pour un arrachement de matière en fin de coupe.

### Sous-chapitre 6 - Amélioration à apporter

Pour continuer de travailler avec ce nouveau procédé, on a quelques modifications à faire. Auparavant, on travaillait avec des tronçons de longueurs minimum 55 mm. Ces tronçons étaient ensuite recoupé une fois pour les aiguilles longues et deux fois pour les petites. Ainsi, on avait des tronçons faciles à attraper avec la main. Maintenant, les tronçons mesurent moins de 30 mm. Ils deviennent très difficiles à récupérer dans le bac d'évacuation vibrant. On doit donc installer une petite pelle afin de faciliter cette opération.

On a aussi harmonisé les récipients servant aux transports des aiguilles. Les bacs utilisés maintenant sont les mêmes que ceux des postes de perçage. N'étant plus nécessaire de recouper et de laver les aiguilles, on peut directement les disposer dans ce type de récipient.

On doit aussi trouver un emplacement pour les canons de coupe. Ils devront être proche de la machine et ne servir que pour ce nouveau procédé. Pour cela, on doit connaître leur durée de vie et la quantité nécessaire pour la production.

## Sous-chapitre 7 - Avenir

### Possibilité à court terme

Ces petites aiguilles vont sur la machine EM01. Actuellement, on va fabriquer les modèles évoqués lors de la VAIN.

On peut envisager de produire des aiguilles de diamètre 0,99 et 0,81 mm de longueur plus grande. Mais les deux points bloquants sont :

- Mise en production de la machine EM01 avec ces problèmes de démarrage
- Machines d'empointage limitées à des longueurs de 55mm

Si on a des aiguilles de longueur après recoupe supérieure à 55 mm, on peut utiliser ce procédé et éviter des opérations superflues.

***Ces changements peuvent être très rapides à mettre en œuvre.***

### Possibilité à moyen terme

On peut, dans un moyen terme, envisager de produire des aiguilles de diamètres différents. La gamme de fabrication se situe entre 0,43 et 1,57mm. Bien évidemment, plus le diamètre est petit et plus on risque d'avoir de petites longueurs. On avait quelques difficultés à ramasser les aiguilles de diamètre 0,99mm longueur 30mm. Alors si on fabrique des aiguilles de diamètre 0,43mm longueur 13mm, la récupération sera plus difficile.

Ce nouveau procédé ne pourra être appliqué pour les autres diamètres que si les essais sont concluants. Seuls les diamètres respectant nos normes de fabrication seront adaptés à ce procédé.

### Possibilité à long terme

A long terme, on peut envisager une machine d'empointage capable de supporter tous les diamètres et toutes les longueurs.

Le concept pour ce type de machine est probablement à réétudier. La machine d'empointage fonctionne de la manière suivante. Une roue pleine maintient les aiguilles par une aspiration d'air. La pointe de l'aiguille est ensuite en contact avec la meule. Parfois, plusieurs passages sont nécessaires pour obtenir un bon empointage.

Mais est-il nécessaire d'empointer les aiguilles ? Pour les aiguilles rondes, on doit avoir une répartition optimum car l'enlèvement de matière est très faible en finition. Mais, pour les aiguilles triangulaires on n'en est pas si sûr.

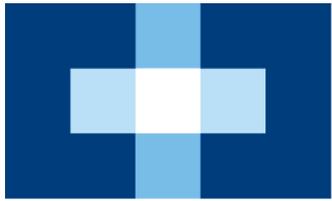
## Chapitre 5 - Bilan

Le bilan que l'on peut faire de ce projet est positif car notre étude a été réalisée entièrement. On a commencé par la recherche d'un procédé de surfaçage. Puis, on a industrialisé la solution choisie tout en étudiant les causes du problème.

Mais, on a dû faire face à quelques difficultés. La recherche du procédé de surfaçage n'a pas permis d'obtenir de solution sans ajouter une opération supplémentaire. Il a donc fallu étudier l'ébavurage des aiguilles tout en prenant en compte le temps d'exécution ainsi que l'environnement lié à ce nouveau procédé. Le délai imparti pour la mise en production a nécessité la réalisation complète du montage de surfaçage.

Cependant, cette solution ne sera pas choisie pour la production. Après avoir éliminé le défaut sur les machines de coupe, le procédé de fabrication a été modifié. Lors de la coupe, les aiguilles sont coupées directement à la longueur avant perçage. Ce défaut n'était pas important auparavant car l'opération d'empointage le supprimait. C'est pour cette raison que personne n'a cherché de ce défaut.

Le fait d'obtenir une aiguille pouvant être percée directement offre de grande perspective. Même si on doit modifier la méthode de travail des opérateurs s'occupant des machines de coupe. Ainsi, par exemple, le nouveau procédé de fabrication peut être étendu à d'autres longueurs d'aiguilles, voir à d'autres diamètres.



# COVIDIEN

Usine de Grenoble

## Annexe



# CAHIER DES CHARGES

## MACHINE: EM001

### (SURFAÇAGE-EMPOINTAGE)

#### EVOLUTION DU DOCUMENT

Date	Modification	Indice
27/04/04	Création	A
15/03/05	Mise à jour du document selon nouveau masque de CdC Tyco	B
04/04/05	Mise à jour para §7 : suppression mode manu	C

#### Rubrique réservée aux Fournisseurs

<b>Rédigé le 27 04 04</b> <i>Visa</i> <b>par : F. Mantelin</b> <b>Engineering</b>	<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : F. Sabbatini</b> <b>Engineering</b>	<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : G. Gasc</b> <b>Production</b>
<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : M. Berthet</b> <b>Qualité</b>	<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : M. Rajat</b> <b>Maintenance</b>	<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : A. Burdet</b> <b>Environnement</b>
<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : J. Burelli</b> <b>Sécurité</b>	<b>Approuvé le :</b> <i>Visa</i> <b>par : F. Gherardi</b> <b>Ergonomie/ Hygiène</b>	

#### Rubrique réservée aux Fournisseurs

<b>Le</b> <i>Visa</i> <b>par :</b> <b>ERTM</b>	<b>Le</b> <i>Visa</i> <b>par :</b> <b>ERTM</b>	<b>Le</b> <i>Visa</i> <b>par :</b> <b>ERTM</b>	<b>Le</b> <i>Visa</i> <b>par :</b> <b>ERTM</b>
---	---	---	---

## SOMMAIRE

1.	Objectif du Cahier des Charges .....	82
2.	Définition du produit en entrée de machine .....	82
3.	Définition du produit en sortie de machine .....	82
4.	Performances attendues de la machine .....	83
5.	Autres spécifications et contraintes techniques .....	83
6.	Process de la machine .....	84
7.	Hygiène / sécurité / ergonomie .....	84
8.	Milieu de l'équipement.....	88
9.	Documentation .....	88
10.	Formation .....	89
11.	Validation de l'équipement.....	89
12.	Conditions de paiement .....	89
13.	Conditions d'intervention .....	89
14.	Documents joints en annexe .....	89

## 1. Objectif du Cahier des Charges

Ce document a pour but de définir les fonctions, caractéristiques et spécifications principales d'une machine pour réaliser le process de **surfaçage-empointage**.

Ce développement s'appuie sur nos expériences précédentes d'empointage mais ne se contente pas d'en être une copie adaptée (certains dispositifs sont à reconduire car fiables et robustes, d'autres sont à revoir, ce qui laisse une certaine liberté de propositions dans le concept).

Ce document sera donc la référence utilisée tout au long du projet de réalisation de cet équipement et toute révision de la part de Tyco ou du fournisseur devra faire l'objet d'un avenant communiqué aux 2 parties.

## 2. Définition du produit en entrée de machine

### Matière

Tronçons	Acier
	420 *
	455 *
	302 *
	1RK91 Surgalloy

\* la composition chimique des aciers est indiquée dans les documents SAMP001, 002 et 003 en annexe.

- Les tronçons en entrée de cet équipement sont :
  - lavés, démagnétisés
  - De longueur comprise entre 27 et 37mm <sup>+0.2</sup>
  - non voilés, non marqués
- Si des aiguilles non conformes (mélanges, tordues, hors tolérances) sont introduites dans la machine, elles ne doivent pas dégrader la machine, l'outillage ou d'autres aiguilles (être éjectées, si possible).
- La taille d'un lot d'aiguille varie de 2 000 à 6 000 pièces

## 3. Définition du produit en sortie de machine

- Gamme d'aiguille sur laquelle portera la validation de la machine

Type d'aiguille	Acier
RDE (ronde)	420/455/302/1RK91
RFB (ronde Fatboys)	420/455/302/1RK91

Diamètre de l'aiguille	Longueur de l'aiguille en mm	Diamètre de l'aiguille	Longueur de l'aiguille en mm
0.71	De 27 à 37	1.12	De 27 à 37
0.81	De 27 à 37	1.27	De 27 à 37
0.86	De 27 à 37	1.57	De 27 à 37
0.99	De 27 à 37		

- Evolution possible pour d'autres types d'aiguilles (la machine doit être conçue pour accepter un jour d'empointer ces aiguilles :

Type d'aiguille	Acier
RDE (ronde)	420/455/302/1RK91
TRI (triangulaire)	420/455/302/1RK91
RFB (ronde Fatboys)	420/455/302/1RK91
MOE (mousse effilée)	420/455/302/1RK91
TCP (tapercuting)	420/455/302/1RK91
PPT (protect point)	420/455/302/1RK91

Diamètre de l'aiguille	Longueur de l'aiguille en mm	Diamètre de l'aiguille	Longueur de l'aiguille en mm
0.33	De 10 à 19	0.81	De 15 à 80
0.38	De 11 à 19	0.86	De 13 à 88
0.43	De 12 à 23	0.99	De 18 à 90
0.51	De 10 à 45	1.12	De 26 à 90
0.56	De 15 à 51	1.27	De 22 à 85
0.61	De 16 à 51	1.42	De 48 à 77
0.66	De 18 à 37	1.57	De 37 à 77
0.71	De 15 à 64		

- De longueur  $X \pm 0.05$  mm
- L'empointage des aiguilles est conforme aux calques de contrôle fournis en annexe.
- La face opposée à l'empointage doit respecter une perpendicularité de :
  - Diamètre d'aiguille  $\leq 99 = 0.04$ mm
  - Diamètre d'aiguille  $> 99 = 0.06$ mm
- L'état de surface de la pointe doit avoir un Ra inférieur ou égal à 0.4.
- Les aiguilles n'auront pas de bavures, ni de dépôts de métal.
- Lors du process on ne devra pas marquer les aiguilles (défauts d'aspect, aspérités).
- Les aiguilles seront propres (pas de nettoyage à la main par l'opérateur), non magnétisées (les aiguilles polarisées collent entre elles) et sèches.
- Les aiguilles ne seront pas chauffées ni brûlées (la pointe de l'aiguille ne doit pas changer de couleur).
- Les aiguilles devront être rangées dans le même sens.

#### 4. Performances attendues de la machine

- La cadence instantanée doit être au moins de 10000 aiguilles finies / heure (en 1 passe) et le TRS<sup>1</sup> supérieur à 70%
- Taux de rebut inférieur à 0.5%
- Temps de Changement de Série<sup>2</sup> (TCS) inférieur ou égal à 10 minutes.

#### 5. Autres spécifications et contraintes techniques

- Le volume de la meule d'empointage doit être supérieur ou égale à 200 cm<sup>3</sup> avec un ratio de meulage  $\geq 1$  (matière enlevée / usure meule  $\geq 1$ )
- La durée de vie de chacune des pinces porte aiguille doit être au moins d'1 million de transfert d'aiguille.
- La machine doit être conçue pour accepter dans le futur un poste de finition d'empointage ainsi qu'un poste d'ébavurage du surfaçage.
- Un système par vision contrôlera en permanence les formes d'empointage et entraînera une correction automatique du réglage.
- La machine doit être automatique de telle manière que l'opérateur n'ait qu'à charger et décharger la machine, tout en ayant la possibilité de prélever, à tout moment, des échantillons d'aiguilles usinées pour l'autocontrôle.
- Le réglage de la machine doit se faire en automatique par des programmes paramètres.
- Affichage sur un écran : Nb d'aiguilles réalisées, Nb d'aiguilles rebutées Tx de rebuts, TRS (et cause d'arrêts), la gestion des défauts ...
- On ne devra réaliser aucun réglage en cours de série.
- Prévoir une aspiration pour l'évacuation de la matière usinée. (Notre réseau d'aspiration a un débit moyen de 230 m<sup>3</sup> / heures par des tuyaux de 80 mm de diamètre).

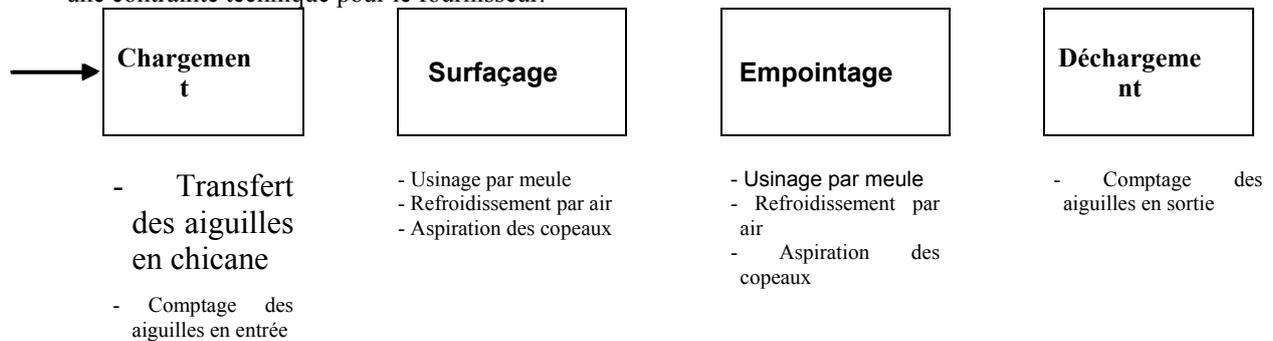
<sup>1</sup> Définition du TRS = Nombre de pièces bonnes produites durant un temps donné / Nombre de pièce théoriquement réalisable durant ce temps donné.

<sup>2</sup> Un TCS au sens SMED = de la dernière pièce bonne de la série précédente, à la première pièce bonne de la nouvelle série. Cela ne se limite donc pas qu'au temps technique d'échange des outillages. Le temps pour remplir les documents et pour nettoyer la machine est compris dans le TCS.

- Le refroidissement de l'usinage se fera par air comprimé. Notre réseau d'air comprimé a une pression de 5-6 bar. Si le débit d'air est supérieur à 0.5 m<sup>3</sup>/mn, prévoir un compresseur autonome.
- Encombrement : largeur = 1.5 m ; Longueur = 1.6 m ; Hauteur = 2.10m (Visibilité à travers l'atelier). L'ouverture des carters devra être comprise dans cet encombrement (prévoir des carters coulissants **sur rails à billes**).
- Utilisation de matériaux amagnétiques pour éviter de polariser les aiguilles.
- Respect de la procédure interne SAPP 001 (jointe en annexe). Toute dérogation devra préalablement négociée avec Tyco.
- **Livrer impérativement les accessoires nécessaires au réglage ou à la maintenance (câbles/logiciels...)**
- Machine industrielle respectant les normes et la réglementation pour une certification CE.
- La machine devra être compatible avec notre réseau électrique : Régime IT (neutre protégé).
- La machine fonctionnera en 3x8 heures avec possibilité d'équipes supplémentaires le week-end.
- La machine doit être prévue pour accepter, dans le futur, un chargement – déchargement en cassette.
- Couleurs de peinture machine : blanc (RAL 9010) et bleu (RAL5012)

## 6. Process de la machine

La machine doit se composer en 4 postes :  
 Nous avons quelques pistes en rapport à notre expérience mais en aucun cas ce process ne doit être une contrainte technique pour le fournisseur.



## 7. Hygiène / sécurité / ergonomie

- L'ergonomie du poste de travail devra être adaptée aux opérateurs et à nos conditions de travail :

Respecter les règles élémentaires d'ergonomie.

Principes ergonomiques (Renault, 1978)

Efforts admissibles fonction des paramètres inhérents à la population (sexe, âge, condition physique, etc.) et de la fréquence du mouvement lui-même,

valeurs exprimées en daN pour une main, durée voisine de 6" (courte durée),

Pour les efforts exercés des deux mains, debout, doubler la valeur.

3 catégories de personnes :

homme : capacité d'effort de 80% des hommes adultes en bonne santé ;

femme : 80% des femmes adultes en bonne santé ;

pcr : personnes, hommes ou femmes, à capacités réduites (parmi les plus de 50 ans ou en mauvaise santé).

- **Dimensionnement du poste de travail opérateur :**

Le dimensionnement du poste de travail doit permettre à l'opérateur d'adopter une posture convenable.

**Référence : Norme AFNOR NF X 35-104 (Postures et dimensions pour l'homme au travail sur machines ou appareils)**

Hauteur de plan de travail préconisée :

- Poste assis : 700 à 800 mm
- Poste assis debout : 900 à 1000 mm
- Poste debout : 900 à 1000 mm
- (+ 1000 mm pour une population exclusivement masculine)
- La largeur de dégagement latéral pour le passage des jambes sous le poste de travail doit être de 600 mm au minimum.

- Choix du siège d'atelier

Le siège doit être adapté et réglable suivant les situations de travail et les personnes.  
Le dossier doit être libre en inclinaison et réglable en profondeur.  
Le piétement doit avoir 5 points d'appui pour assurer une bonne stabilité.

**Référence : Normes AFNOR NF X 35-12 et NF D 61-040 (Sièges - caractéristiques générales)**

Dimensions préconisées : poste assis et assis debout :

- Hauteur de l'assise : 450 à 560 mm
- Profondeur de l'assise : 380 à 420 mm
- Largeur de l'assise : 400 à 500 mm
- Hauteur du dossier : 200 à 320 mm
- Largeur du dossier : 350 à 400 mm
- Hauteur du dossier réglage : 170 à 215 mm

- **Choix d'un repose pieds**

Un repose-pied est indispensable sous un poste de travail « assis debout » et souhaitable sous un poste « assis », afin de permettre un appui des jambes. Un réglage en hauteur est obligatoire étant donné les différences de taille entre les individus

Références : Normes AFNOR NF X 35-121 et NF D 61-040 (Sièges - caractéristiques générales) et INRS ED070 (fiche pratique de sécurité)

Dimensions à respecter :

☐ Poste assis :

Hauteur réglable : 450 à 560 mm

Largeur : 500 mm minimum

Profondeur : 350 mm minimum

Inclinaison réglable : 0 à 15°

☐ Poste assis debout :

Hauteur réglable : 750 à 850 mm

Largeur : 500 mm minimum

Profondeur : 350 mm minimum

Inclinaison réglable : 0 à 15°

- L'opérateur ne doit pas rentrer en contact avec l'aiguille (pour éviter tout risque de blessure).
- En cas de manutention / manipulation, les fonctions de lever / porter doivent être remplacées les fonctions de pousser / glisser.
- Les pièces / outillages ne doivent pas être source de troubles musculo squelettiques (TMS). Par conséquent la fréquence de manipulation, le principe de préhension, le poids, la distance et temps de porté... sont à prendre en compte. Tout comme la posture.
- La machine sera peu bruyante : inférieur à 65 dB
- On pourra visualiser le flux des aiguilles durant tous le process
- L'éclairage devra être suffisant pour visualiser les zones d'empoiements (1200 lux)

Prévoir des éclairages ponctuels, pas de portique.

- Emplacement identifié pour l'Entrant/Sortant ainsi que différents supports pour la documentation et feuille d'OF.
- Les outillages devront être rangés et identifiés (Mobilier associé à la machine et emplacements identifiés).
- Les outillages seront facilement interchangeables et ne nécessiteront pas l'utilisation de plus de deux outils.

- Les réglages et l'outillage devront être simples et définis (tableau de paramètres, gamme de fabrication) permettant une formation rapide des opérateurs
  - formation à la machine sans réglages en 4h.
  - formation intégrale (avec réglages et petit dépannage) en 35h.
- Pas de détérioration de l'environnement de l'atelier (bruit, poussières, vapeurs, chaleurs, dépôts de produits, rayonnement ...)
- Nettoyage facile de la machine : Absence de câble, angles vifs, recoins, relief ou pièce caoutchouc dans une zone de chute éventuelle d'aiguille.
- La maintenance de la machine sera facile et rapide (interchangeabilité d'éléments, pièces d'usure bien dimensionnées...). Le temps de remplacement d'un élément doit être inférieur à 2h (chgt + réglages).

Nota : La rapidité de la maintenance ne doit pas être au détriment des performances de la machine (rigidité, géométrie ...)

- Interrupteur sectionneur électrique cadenassable.
- Groupe de conditionnement d'air équipé de :
  - Vanne pneumatique cadenassable
  - Mise en pression progressive
  - Filtre,
  - Mise à l'échappement sur arrêt d'urgence
  - Module de dérivation.
- Mise à l'échappement des actionneurs lors AU.
- Mise en place de pictogramme de sécurité dans les zones à risques « résiduels ».
- La machine devra être facilement transportable (emplacement pour fourches chariot élévateur et transpalette identifiés et renforcés. Eventuellement, prévoir des logements anti basculement pour fourches du chariot).
- Le poids de la machine sera indiqué sur la plaque signalétique.
- Le système sera facilement déconnectable de ses alimentations d'énergies (connecteurs canalis...).
- Tout accès à un organe en mouvement du système est empêché par installation d'un carter de sécurité.
- Dans le cas d'ouvertures partielles, un dispositif de chicanes ou grillage empêchera le contact avec un organe mobile.
- Lors de risques résiduels « bénins » (échauffements, poids...) des pictogrammes de sensibilisations doivent être apposés à proximité.
- Les carters machines doivent être équipés :
  - D'un contact de sécurité non fraudable et conforme à la classe de risque / danger.
  - Une presse sera systématiquement équipée de contacts de sécurité électro magnétique.
  - Un système équipé d'élément tournant, avec inertie, sera équipé d'un contrôleur de rotation et l'autorisation « ouverture carter » sera donnée uniquement pièce tournant à l'arrêt. L'utilisation de contact de sécurité électro magnétique est donc indispensable.
  - Le carter peut être constitué de panneaux transparents et de grillage. En cas de grillage, la maille doit empêcher tout contact volontaire avec un élément tournant.
  - Pour des raisons d'ergonomie et d'encombrement, dans la mesure du possible, les carters coulissants et équipés de contre poids doivent être privilégiés.
  - Les carters seront systématiquement étudiés et dimensionnés pour des utilisations intensives.
  - Les carters « accès fréquent » ne doivent pas être montés sur plots à vis. Seuls les carters devant être démontés à titre exceptionnel peuvent être montés sur plots à vis.
  - Les carters fixés par vis sur « zone dangereuse » seront appuyer par une étiquette de sensibilisation au danger lors du retrait.
- Tous les organes doivent être accessibles et remplaçables sans utilisation d'accessoires d'élévation (marche pieds, escabeau, échelle...)...
- Un organisme de contrôle doit être intégré dans le projet en phase de :
  - Pré étude,
  - Etude,
  - Pré validation chez le sous-traitant,
  - Validation sur site.
- Les boutons d'arrêt d'urgence seront à accrochage. En cas de consignes particulières pour redémarrage du système l'option déverrouillage par clé pourra être retenue.

- En cas d'utilisation d'une commande bi manuelle sur un équipement de production, de sorte à réduire le risque de troubles musculo-squelettiques, cette commande sera tactile.
- Gestion des modes de marches :
  - Mode AUTO : Tous les contacts de sécurité sont actifs et carters en position.

**TOUS LES REGLAGES MACHINE DOIVENT ETRE REALISES CARTERS OUVERTS ET ENERGIES COUPEES SUR LES ACTIONNEURS.**

Si impossible dans une situation où le risque est évalué « mineur », l'option d'une commande « Homme mort » sera retenue. Dans le cas où le maintien d'un bouton poussoir est impossible, le temps de réglage sera limité par une temporisation ou par un compteur (mouvement ou pièces)

- Mode SEMI AUTO : sélectionné depuis un commutateur. Dans ce mode, il est possible de faire progresser un système « pas à pas », en ayant qu'un accès d'ouvert si plusieurs portes et en maintenant appuyé un bouton poussoir de type « Homme mort ». L'accès à ce mode sera verrouillé par un mot de passe.
- Le système devra être validé « CE ». La plaque sera posée par la société en charge des travaux.
- Proche de cette plaque « CE », une plaque signalétique machine devra être positionnée. Seront inscrites au minimum les informations suivantes :
  - Nom du système
  - Année de fabrication
  - Nom du fournisseur
  - Tension électrique
  - Fréquence du réseau électrique
  - Puissance de la machine (KW)
  - Intensité absorbée
  - Pression d'air comprimé
  - Coordonnées de THM

**La réception sécurité d'un système portera sur les normes en vigueur lors de l'édition de la commande.**

- Dans le cas d'une énergie secondaire, des plaques signalétiques doivent être fixées à proximité des organes de consignation.
- Les réseaux / câblages énergie secondaire doivent être clairement identifiés et protégés, exemple : si seconde source électrique (pilotage divers), les fils électriques seront de couleur orange et raccordés sur des bornes protégées.

**8. Milieu de l'équipement**

- Huile dans l'atmosphère
- Vibrations
- Température (de +15 à +40°C)
- Humidité
- Atelier bien éclairé  
(La machine doit s'adapter à des conditions normales de travail dans un atelier de fabrication)

**9. Documentation**

Documentation fournie en français, comprenant :

- Préconisation de maintenance niveau I et II (pièce à surveiller, à changer). Une maintenance préventive sera définie pour éviter les pannes et les pertes en productivités.
- Liste des pièces de rechange, avec leur prix et leur délai (préciser quelles pièces sont plus critiques)
- Nomenclature (selon modèle Tyco; Excel) détaillée des pièces du commerce.
- Plan des pièces non standard sur SOLIDWORKS 2002
- Manuel de programmation automate et système de vision
- Manuel utilisateur
- Schéma électrique au format du logiciel SEE electrical Expert.

## **10. Formation**

- Formation de 5 techniciens à la programmation, au paramétrage de la machine et à la maintenance.
- Formation de 3 opérateurs /opératrices à l'utilisation de la machine.

## **11. Validation de l'équipement**

- Nous réaliserons une validation de l'équipement dans nos conditions de production durant une semaine. Nous vérifierons que les différents critères de cadence, taux de rebut, TCS ... soient respectés. Nous auditerons également le poste et ses conditions d'utilisation.
- Nous mesurerons le TRS (Définition du TRS = Nombre de pièces bonnes produites durant un temps donné / Nombre de pièce théoriquement réalisable durant ce temps donné). Le TRS devra être supérieur à 70%.

*Nota* : Les pauses et les réunions correspondent déjà à une perte de 10% de TRS

## **12. Conditions de paiement**

- Un échelonnement des paiements et les modalités de règlement (TVA incluse) seront négociés en s'appuyant sur les étapes-clés du planning : commande, approbation des études, réception provisoire, réception définitive. L'offre fera apparaître clairement les frais de port et d'emballage.

## **13. Conditions d'intervention**

- Préciser la durée de la garantie ( pièces + main d'œuvre + déplacement)
- Préciser le lieu du SAV, le délai d'intervention, le forfait de déplacement et/ou le taux horaire

## **14. Documents joints en annexe**

- SAPP 001, SAMP001, SAMP002, SAMP003 documents Qualité au dernier indice en vigueur
- Les calques de contrôle d'empointage au dernier indice en vigueur :  
Ogives rondes : 801 2 008, 801 2 009, 801 2 010, 801 2 011, 801 2 012, 801 2 013, 801 2 014.  
Ogives Fatboys : 801 2 020, 801 2 021.  
Ogives courtes : 801 3 002, 801 3 003, 801 3 004, 801 3 005, 801 3 007, 801 3 008, 801 3 009.
- **Accord de confidentialité à nous retourner signé avec votre offre. Toute offre sans ce document d'engagement sera considérée non recevable.**

# LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : répartition des revenus nets par secteurs (2005)</i>	9
<i>Figure 2 : organigramme de l'usine de Grenoble</i>	10
<i>Figure 3 : gamme de produits</i>	11
<i>Figure 4 : organisation de la production en lignes</i>	11
<i>Figure 5 : types d'aiguilles par domaine d'application</i>	12
<i>Figure 6 : caractéristiques d'une aiguille de suture</i>	13
<i>Figure 7: Type d'aiguilles</i>	13
<i>Figure 8 : procédé de fabrication d'une aiguille de suture</i>	14
<i>Figure 9 : défaut des aiguilles</i>	15
<i>Figure 10 : chargeur des aiguilles</i>	16
<i>Figure 11 : schéma de fonctionnement de la machine</i>	20
<i>Figure 12 : poste de travail</i>	22
<i>Figure 13 : constitution d'un abrasif</i>	25
<i>Figure 14 : plan de travail de surfacage</i>	28
<i>Figure 15 : cycle en balayage</i>	30
<i>Figure 16 : cycle en plongée</i>	31
<i>Figure 17 : roue abrasive</i>	32
<i>Figure 18 : outil de surfacage</i>	36
<i>Figure 19 : bande tridimensionnelle</i>	41
<i>Figure 20 : brosse à lamelles</i>	46
<i>Figure 21 : machine EM01</i>	58
<i>Figure 22 : poste de surfacage et d'ébavurage</i>	58
<i>Figure 23 : redressage</i>	61
<i>Figure 24 : machine Bundgens RC05</i>	67
<i>Figure 25 : tête de redressage</i>	68
<i>Figure 26 : système de coupe</i>	68
<i>Figure 27 : schéma de fonctionnement de l'APR600</i>	71
<i>Figure 28 : système de coupe d'APR600</i>	72
<i>Figure 29 : présentation du système de coupe</i>	76
<i>Figure 30 : montage des canons</i>	76

# LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : planning des essais</i>	24
<i>Tableau 2 : comparaison des grains et des échelles des abrasifs</i>	27
<i>Tableau 3 : taille de la bavure par rapport à la vitesse de coupe</i>	29
<i>Tableau 4 : taille de la bavure par rapport à l'avance en profondeur</i>	30
<i>Tableau 5 : Choix du procédé de surfaçage</i>	37
<i>Tableau 6 : planning des essais d'ébavurage</i>	39
<i>Tableau 7 : Choix des pates à polir</i>	40
<i>Tableau 8. Choix des matières de garnissage</i>	48
<i>Tableau 9. Choix du procédé d'ébavurage</i>	50
<i>Tableau 10. Comparatif entre la bande scotch Brite et la brosse en fil nylon</i>	51
<i>Tableau 11 : Critères qualité</i>	74

## **Résumé**

L'évolution des technologies et notamment la diminution des coûts de production obligent la société Covidien à modifier son parc machine et ces procédés de fabrication.

La société Covidien est spécialisée dans la fabrication d'aiguilles chirurgicales de suture. L'aiguille produite sur le site de Grenoble est un produit semi-fini (partie métallique de l'aiguille seulement). Elle produit plus de 1300 références.

Ce mémoire s'attache à étudier les différents aspects de la question, à décrire la conduite de ce projet de recherche de surfaçage des aiguilles chirurgicales, à établir un bilan et à présenter des perspectives d'avenir.

## **Mots clés**

Aiguilles chirurgicales – suture - santé – méthodologie

## **Abstract**

The evolution of technologies, including lower production costs forced the company to change the park machine and manufacturing processes.

Covidien is specialized in the manufacture of surgical suture needles. The needle occurred in Grenoble is an intermediate product (metal part of the needle only). It produces more than 1300 references.

The aim of this thesis is to study the different aspects of the question, to describe the procedure to research project surfacing of surgical needles, to establish means and to offer some other alternatives for the future.

## **Keywords**

Surgical needles – suture –health - methodology