

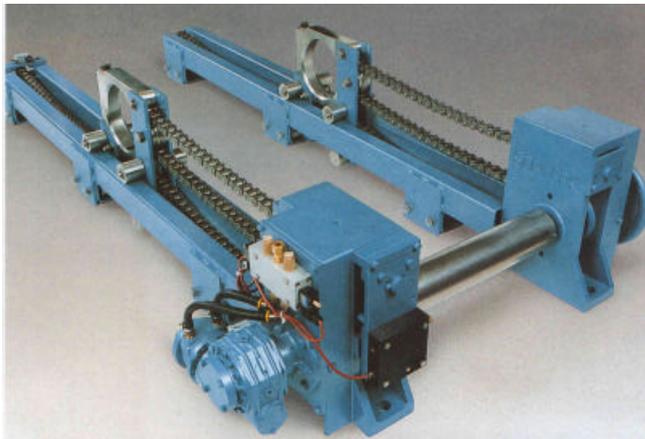
Augmentation de la productivité et de la qualité du papier avec des tendeurs de toile de sécherie automatiques

INFLUENCES THEORIQUES ET EXPERIENCES PRATIQUES

Wolf Heilmann

1. Synthèse

Aujourd'hui on utilise fréquemment des tendeurs automatiques à chaîne lors d'une modification ou de construction de nouvelle machine à papier pour permettre le contrôle de la tension des toiles et feutres. En fonction du produit fabriqué, du concept de la machine et des matières premières, différentes influences apparaissent.



Illu. 1: Tendeur à chaîne automatique

Les influences théoriques et pratiques du contrôle automatique de la tension de toiles de sécherie sur la fabrication de papier sont :

- Réduction du coût de production par tonne de papier
- Augmentation de la production
- Amélioration et uniformité de la qualité du papier

La première partie de l'article montre une partie des influences théoriques, indépendamment des sortes de papiers produits.

La deuxième section présente les expériences pratiques sur une machine à papier pour carton ondulé après deux années d'utilisation.

On s'apercevra surtout des avantages économiques de l'investissement en tendeurs automatiques, et de plus, les influences sur les paramètres de qualité du papier seront démontrées.

La réduction du coût de production de plus 10 Euros par tonne ainsi que l'augmentation de la production permet d'amortir l'investissement en tendeurs automatiques en moins de huit mois.

2. Introduction

Le contrôle automatique de la tension entraîne des avantages importants sur la production papetière. Plus la précision du contrôle de tension de la toile sera importante, plus l'influence sur le coût de production, la qualité du papier et l'augmentation de production sera grande. Ces avantages sont prépondérants au coût de l'investissement et offrent un retour sur l'investissement très rapide. Aujourd'hui le contrôle de tension, de toiles et de feutres, est automatisé lors d'une modification ou à la construction d'une nouvelle machine à papier. Erhardt+Leimer a développé des tendeurs à chaînes avec jauge de contrainte électronique et contrôle intégré, qui permettent un contrôle précis et fiable de la tension. La multiplicité des influences et des avantages sont expliqués ici par l'exemple de leur utilisation en partie sèche, et ces données sont confirmées par la pratique.

Durant la modification de la machine à papier pour carton ondulé, toute la sécherie fut équipée avec des tendeurs à chaîne totalement automatique, avec jauge de contrainte électronique intégré, et unité de contrôle digital, permettant de maintenir la tension très constante et avec grande précision et ayant une réaction très rapide. Contrairement à ce nouveau système, les anciens tendeurs à vis avec jauge de contrainte séparée et contrôle de tension par ordinateur centralisé présentaient une hystérésis de contrôle très grande, apportant des variations importantes de la tension des toiles de sécherie.

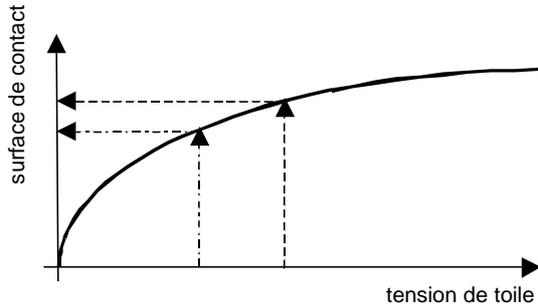
3. Bases

3.1. Influence de la tension de toile sur le séchage

Cet article présente l'influence de la tension de toile en sécherie d'une machine à papier. Il y a un rapport direct entre la tension de toile et la surface de contact entre le cylindre sécheur et le papier. Cette surface de contact est proportionnelle à la transmission d'énergie thermique du cylindre au papier.

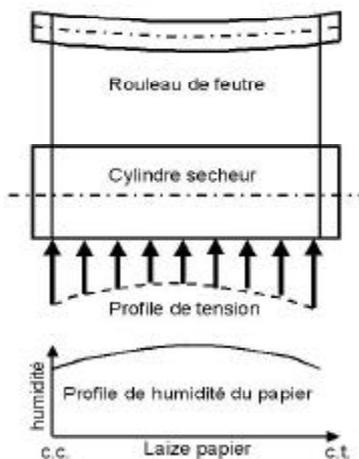
De cette façon le séchage, ainsi que tous les paramètres dont ils dépendent sont influencés. Ainsi la tension de la toile, la structure de celle-ci, le type de papiers et les matières premières jouent un rôle déterminant dans le séchage.

En général une augmentation de la tension de la toile produit une transmission d'énergie plus importante, et ainsi un meilleur séchage du papier. Pourtant il faut aussi observer les autres influences de la tension, en particulier la résistance de charge des rouleaux.



Illu. 2: Influence de la tension de toile sur la surface de contact entre cylindre et papier et optimisation de la transmission d'énergie thermique

Les rouleaux de toiles avec un grand angle d'enlacement fléchissent sous une tension excessive de la toile. Cela réduit la longueur de la toile au centre de la machine à papier.



Illu. 3: Influence de la flexion des rouleaux sur le profil

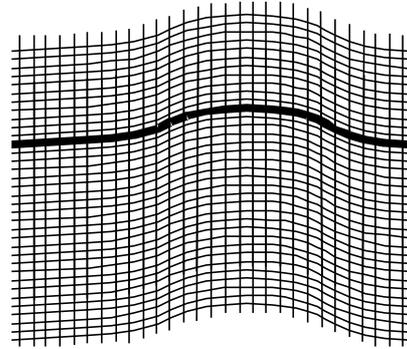
Pour cette raison, la tension de la toile va diminuer de manière significative, et la transmission d'énergie thermique se réduira. Le profil d'humidité va se caractériser par un centre trop humide et des bords trop secs.

En plus, la toile va avancer au centre de la machine, parce que son parcours est réduit par rapport aux bords de la machine. L'avancement de la toile est limité par sa structure et va montrer une forme sinusoïdale typique (« chapeau de gendarme »).

Sur les bords et au centre de la toile la surface ouverte est presque idéale, mais la perméabilité dans les sections intermédiaires de la toile est fortement réduite. Cela permet le séchage normal du papier sur les bords et au centre, tandis que les sections intermédiaires restent trop humides.

Un profil d'humidité en forme de „M“ se développe, qui se superpose au mauvais profil dû à la flexion des rouleaux de toile.

Cela amène des problèmes d'aplat, de stabilité dimensionnelle et de format, de bords ondulés ainsi que des problèmes durant la transformation du papier.

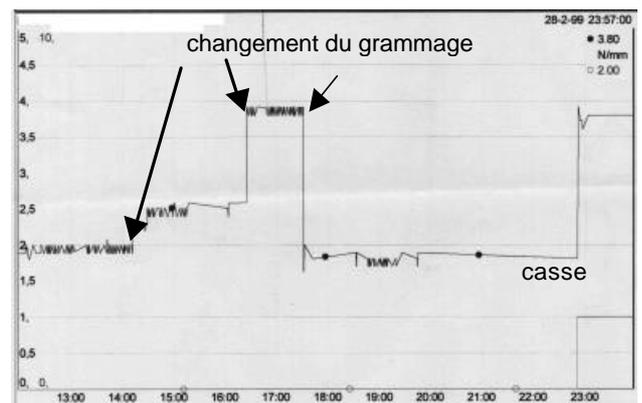


Illu. 4: Influence de l'avancement de la toile sur la perméabilité: dans les secteurs détendus, moins d'eau peut être évaporée

3.2. Influence de la production sur la tension de toile

L'humidité ainsi que le grammage du papier influencent d'une manière importante la tension de la toile. La quantité d'énergie requise pour l'évaporation de l'eau est absolument proportionnelle à l'humidité absolue.

Dans le cas d'un fort grammage, seul une petite partie de l'énergie de séchage chauffe la toile, ce qui réduit sa tension. En baissant le grammage du papier, moins d'énergie est nécessaire pour évaporer l'eau. Une plus grande partie de l'énergie peut maintenant sécher et chauffer la toile, ce qui va la faire rétrécir et augmenter la tension de façon significative.



Illu. 5: Contrôle manuel de la tension de toile de sécherie: Les variations de grammage ainsi que les casses amènent des variations de tension

Des influences similaires existent selon la matière première, le degré de raffinage, la quantité en fibres courtes et en charges:

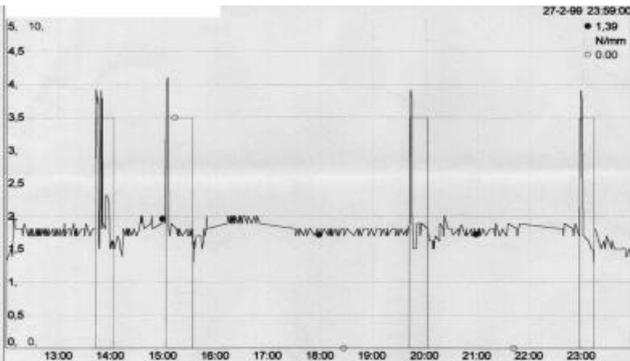
- une pâte non raffinée séchera plus facilement qu'une pâte très raffinée

- les fibres courtes sont plus difficile à sécher que fibres longues
- un papier avec un taux de charges très élevé est plus facile à sécher qu'un papier avec très peu de charges.

En cas de casse de papier, ainsi que lors de changements de production avec casse provoquée, de très fortes variations de la tension de toile sont à craindre. En cas de changement avec une petite variation de grammage ou de degré de raffinage, la tension varie moins. Dans ce dernier cas, elle dépend largement de la rapidité de réglage des nouveaux paramètres de production.

Les variations de tension de toile dues aux changements de production ne sont pas compensées en utilisant des tendeurs manuels. En cas de casse, la tension de toile peut se tripler, voir se quintupler dans le cas d'un carton à fort grammage.

De même, les tendeurs semi-automatiques ne peuvent compenser toutes les variations de la tension. Ces tendeurs se caractérisent soit par un poids, soit par un cylindre, soit par boudin pneumatique, qui sont en équilibre avec la



Illu. 6: Contrôle semi-automatique de la tension de toile: les casses de papier provoquent de fortes variations. Au redémarrage, des oscillations sont provoquées durant les 10 premières minutes

tension de toile. Quand celle-ci change, le rouleau se déplace lentement, jusqu'à retrouver un nouvel équilibre.

La réaction de ce type de tendeur est trop lente, parce que la toile elle même doit apporter l'énergie nécessaire pour déplacer le rouleau tendeur. Les oscillations peuvent provoquer une résonance par les caractéristiques d'amortissement en dépendance du module d'élasticité ainsi que de la structure de la toile. Les variations de tension sont contrôlées en retard.

Des tendeurs automatiques avec jauge de contrainte externe se comportent de la même façon, due à l'imprécision et à la lenteur de la mesure (circuit trop long). Cela est causé par le retard entre le mouvement d'ajustage et la mesure de la modification de la tension.

4. Influences théoriques de la tension de toile

Les influences de la tension de toile peuvent être classés en deux catégories:

- Qualité du papier

- Quantité et coût de production

4.1. Qualité du papier

Différents paramètres de la qualité du papier sont influencés par la tension de toile en sécherie. Essentiellement ce sont tous les paramètres qui dépendent du séchage:

- profil sens travers de l'humidité: en cas de tension excessive, les rouleaux de toile se fléchissent. Le profil sens travers de tension de toile est modifié, ainsi que celui de transmission d'énergie.
- Profil sens marche de l'humidité: sans contrôle automatique de la tension, celui-ci varie en fonction de l'humidité du papier. Ainsi les lieux humides vont être moins séchés, les endroits déjà séchés vont être séchés d'avantage, ce qui renforce les variations d'humidité du papier.
- Profil d'humidité direction z de la feuille: la tension de toile des cylindres supérieurs et inférieurs détermine la transmission d'énergie et ainsi le séchage du côté toile et du côté feutre de la feuille.

Ces influences sur le séchage déterminent beaucoup d'autres paramètres de la feuille :

- aplat
- Curl
- imprimabilité
- Précision du format de feuille
- Warp sur carton ondulé
- épair bariolé sur carton plâtre

Influence de la tension de toile de sécherie sur la qualité du papier

• Profil sens travers	• Aplat
• Profil sens marche	• Curl
• Profil d'humidité dans l'épaisseur	• imprimabilité

Influence de la tension de toile sur la consommation d'énergie

• Siccité	• Consommation de vapeur
-----------	--------------------------

Influence de la tension sur la runabilité

• Casses	• Arrêts de machine
• Dégâts de paliers	• Perte de toile
• Durée de vie de l'habillage	

Tab.1: Influence de la tension sur la qualité du papier

De plus, les paramètres de qualité de feuille suivants sont influencés:

- endommagement de la surface de la feuille due a des différences de vitesse excessives
- marquage de la surface dû à une tension de toile excessive
- formation de bulles entres les couches de carton multi-couches

4.2. Coût et quantité de production

Le contrôle automatique de la tension de toile de sécherie influence de forme positive les paramètres suivants:

- siccité
- réduction de la consommation de vapeur
- casse de feuille, due aux différences de vitesse entre les cylindres, les toiles et la feuille dans chaque batterie de sécherie
- moins de dégâts de roulements par tension excessive
- durée de vie des habillages
- réduction des arrêts de production
- déport de toile lors de casse de feuille

5. Expériences pratiques

En Février 1999, la papeterie a installé des tendeurs automatiques à chaines avec jauge de contrainte. Ils ont été montés lors d'une transformation de la machine, pour garantir un contrôle de tension précis des toiles de sécherie. Cette machine avec une laize utile de 2,45 m produit des papiers pour carton ondulé, surtout fluting, de grammage moyen de 130 g/m² à une vitesse moyenne de 304 m/min (moyenne depuis la modification). Les avantages suivants ont été confirmés après deux années d'utilisation.

Économies grâce à l'emploi des tendeurs à chaîne automatiques	
Endommagements aux paliers et aux toiles	4,08 Euro/t
Réduction des arrêts pour entretien de 80%	
Durée de vies de toile	0,33 Euro/t
Augmentation de la durée moyenne de 36% due à la réduction des casses et dépôt de stickies	
Réduction des casses de feuille	1,29 Euro/t
Réduction des arrêts de 40 h par année	
Économie d'énergie	0,83 Euro/t
Réduction de la consommation de vapeur grâce à une meilleure transmission de l'énergie et déformation réduite des toiles	
Augmentation du rendement	3,66 Euro/t
Augmentation du rendement spécifique de 3,45%	
Augmentation de la vitesse moyenne de 4 m/min	

Tab. 2: Économies grâce à l'utilisation des tendeurs à chaînes automatiques

Le choix d'une automatisation sophistiquée du contrôle de la tension a été confirmé par un retour d'investissement de huit mois. Seul les avantages financiers calculables ont été la base de ce calcul. Les influences se laissent classer dans plusieurs catégories:

- amélioration de l'état des roulements des rouleaux de toile
- augmentation de la durée de vie des toiles
- réduction de casses de feuille

- réduction de la consommation d'énergie
- augmentation du rendement de la machine
- amélioration de la qualité du papier

5.1. Amélioration de l'état des paliers des rouleaux

Avant l'installation des tendeurs automatiques à chaîne, on observait régulièrement une tension de toile au-delà des limites permises. La conséquence de cette tension excessive était une surcharge sur les paliers des rouleaux. Après l'installation des tendeurs, les avantages observés étaient les suivants:

- réduction des arrêts de machines due à l'entretien des roulements de 80%.
- Certains dégâts de roulements, qui se produisaient malgré l'entretien préventif, endommageaient les toiles de sécherie. Depuis la modification, on n'observe plus de toiles endommagées.
- La possibilité de maintenir la tension de la toile constante réduit le risque d'incendies dues aux paliers surchauffés par une charge excessive. Cela est un point d'extrême importance, mais ne peut pas être quantifié sous l'aspect économique.

Le coût dû aux problèmes de paliers avant la modification était de 4,08 Euro/tonne.

5.2. Augmentation de la durée de vie des toiles

Avant l'installation des tendeurs à chaînes, on observait fréquemment des ruptures de la jonction des toiles. Ces ruptures étaient provoquées par les grandes variations de tensions mais surtout des dépassements des limites permises. Cette tension excessive se présente lors de casses de feuille ou de la production d'un grammage faible. Dans aucun cas et quelque soit les circonstances, la tension maximale permise est dépassée depuis l'installation du contrôle automatique. De plus, lors de la modification, les circuits de toile ont été optimisés, ce qui a beaucoup amélioré le premier groupe de sécherie.

- en évitant les pointes de tension les ruptures de jonctions ont été réduites, et en même temps la durée de vie a augmentée de 110 à 150 jours en moyenne
- en utilisant des vieux papiers comme matière première, les stickies se déposaient en sécherie. Ils s'accumulaient sur les rouleaux de toile extérieurs, augmentant le diamètre des rouleaux, ce qui entraînait une augmentation de la tension des toiles. En utilisant les tendeurs automatiques, cette augmentation est compensée, évitant les ruptures des jonctions

Le coût de production est réduit de 0,33 Euro/tonne.

5.3. Réduction des casses de feuille

Auparavant, le client observait fréquemment des tensions de feuille excessives ou trop basses de façon spontanées et un glissement non-contrôlé du papier entre les cylindres et la toile de sécherie. Ce glissement provenait des différences de tensions entre les cylindres supérieurs et inférieurs ainsi que des différences entre côté conducteur et transmission. Les différences de vitesse entre les cylindres, de la feuille et de la toile sont surtout influencées par la tension de toile, étant donné que le coefficient de friction reste plus ou moins

constant. Cette variation de vitesses amène des casses de feuille.

Le contrôle automatique de la tension des toiles a réduit d'une manière très significative le nombre de casses. Les arrêts de machine dues aux casses de feuilles ont été réduit de 40 heures par année

Le gain est de 1,29 Euro par tonne.

5.4. Réduction de la consommation d'énergie

La tension optimisée des toiles a amélioré l'uniformité de la structure de la toile. Cela permet une évaporation élevée et constante.

Sous les mêmes conditions de production, l'amélioration de l'évaporation due à l'uniformité des toiles a réduit la consommation de vapeur spécifique de 0,05 tonne par tonne de papier.

La transmission d'énergie plus uniforme entre la surface des cylindres et la feuille a permis de réduire la consommation de vapeur spécifique de 0,05 à 0,1 tonnes de vapeurs par tonne de papier.

Le gain additionné réduit le coût de production de 0,83 Euro par tonne.

5.5. Augmentation de rendement

La réduction de la consommation de vapeur spécifique permet l'augmentation du rendement de la machine. Au lieu de produire 5,8 tonnes par heure il est possible d'augmenter la production à 6 t/h. Ce qui représente une augmentation de 3,45% exclusivement obtenue par une meilleure exploitation de l'énergie thermique. Cela a permis d'augmenter la vitesse moyenne de la machine de 4 m/min.

L'avantage économique est de 3,66 Euro/tonne.

5.6. Amélioration de la qualité du papier

En plus des paramètres saisissables du point de vue économique, des influences positives sur la qualité ont été notées. Leur effet ne peut pas se calculer en économie de frais, mais permet dans certain cas d'être compétitif en comparaison avec des papiers de même prix, mais de qualité inférieure.

Tous les paramètres reliés au séchage de la feuille ont été améliorés:

- profil d'humidité sens travers
- profil z d'humidité
- curl
- aplat

Dans le sens de marche aucune amélioration notable du profil d'humidité n'a été observée. De même, le lissé, l'uniformité du lissé, la résistance à la rupture, ainsi que l'endommagement de la surface par des stickies n'ont été constatés de façon significative. L'imprimabilité n'a pas été testée.

Influence de la tension de toile de sécherie sur la qualité du papier	
Profil d'humidité sens travers	+
Profil d'humidité sens marche	0
Profil z d'humidité	+
Aplat	+
Curl	+
Lissé	0
Uniformité du lissé	0
Résistance à la rupture	0
Endommagements de la surface	0
Imprimabilité	./.
Warp	+
Uniformité de la Qualité	+
Runabilité sur l'onduleuse	+

Tab.3: Améliorations des paramètres par le contrôle automatique de la tension

Les transformateurs ont noté une réduction très importante du warp sur les onduleuses, ainsi qu'une réduction des arrêts, augmentant de ce fait la production des caisses d'ondulé.

L'amélioration de la qualité, ainsi que la régularité de la très bonne qualité, avec des variations minimales, a permis d'augmenter la vente des papiers produits sur cette machine.

6. Calcul de la rentabilité

Au total, la papeterie a épargné 510.000 Euro par année après l'installation des tendeurs à chaîne automatiques dans la sécherie. Par tonne de papier, le coût de production a été réduit d'environ 10 Euro.

Le coût des tendeurs était de 100.000 Euro, plus dédouanement, montage et installation, ainsi que le temps d'arrêt.

En considérant toutes les dépenses, l'investissement a été amorti en moins de huit mois. Dans ce calcul, les avantages dus à l'uniformité et à l'amélioration de la qualité – et améliorant ainsi les conditions de vente du papier – ne sont pas encore inclus.

7. Conclusion

Il peut être prouvé que l'installation de tendeurs à chaîne automatiques lors d'une modification ou de nouvelle construction de machine réduit nettement le coût de production, permet d'augmenter de façon très significative le rendement de la machine et améliore la qualité du papier. Ainsi, l'investissement est rentable très rapidement.



Avantages de contrôle automatique de la tension

1. Augmentation de la **capacité de séchage**: on peut utiliser des tensions plus élevés sans endommager la machine ou le papier. En pratique, des économies en vapeurs de 10% voire plus ont été observées.
2. Réduction de la **consommation de vapeur** due à l'optimisation de la transmission d'énergie .
3. Diminution de **consommation d'énergie** avec le même tonnage de production.
4. **Guidage** plus uniforme grâce à la tension plus constante.
5. Réduction des **pertes de toiles** après une casse de feuille.
6. **Profil d'humidité sens travers** uniforme : le fléchissement des rouleaux est prévenu.
7. **Profil d'humidité sens marche** uniforme : la tension est maintenue constante tout le temps.
8. Contrôle de la différence d'humidité entre face toile et face supérieure de la feuille.
9. Contrôle du **rétrécissement** et **allongement** de la feuille.
10. Réduction du **glissement** entre habillage, feuille et cylindres.
11. Meilleure **runabilité** de la machine à papier.
12. Réduction du **flottement du papier** dans les tirages ouverts, dû à une tension trop basse et à un glissement non contrôlé de la feuille.
13. Réduction des **casses de feuille** grâce au contrôle des différences de vitesse dans chaque groupe.
14. **Durée de vie** des **paliers** augmentée.
15. **Durée de vie** des **habillages**. Aucun dommage aux coutures par des tensions excessives ou paliers bloqués.
16. **Séchage uniforme** grâce à la réduction de l'avancement central et de la distorsion des toiles de sécherie.
17. **Aplat** de feuille amélioré.
18. Réduction de **Curl**.
19. **Stabilité dimensionnelle** améliorée.
20. **Stabilité des marques d'impression** améliorée.
21. Amélioration de la **stabilité des formats**.
22. Réduction du **Warp** du carton ondulé.
23. Le **marquage de la surface** causé par une tension excessive est évité.
24. Amélioration du **lissé** grâce à la pression exercée sur la surface du cylindre sécheur.
25. La détérioration **de la surface**, causé par le glissement entre toile, feuille et cylindre, est évitée.
26. Légère amélioration de la **résistance à la rupture** grâce à la tension de toile de formation uniforme.
27. Réduction **d'épair bariolé** dans la transformation du carton à plâtre
28. Réduction de **bulles** entre les couches de carton multi-couches normalement dues à la surchauffe dans les premiers groupes de séchage.
29. Réduction des **bords ondulés** en évitant le sur-séchage des bords ainsi on obtient un profil sans travers d'humidité plus uniforme.
30. Réduction du **dépôt de stickies** due au surchauffage dans les premiers groupes de séchage.
31. Réduction du **Cockling** pour le papier journal et supercalandré grâce à la pression suffisante sur les cylindres de sécherie.

Pour des informations plus détaillées veuillez contacter notre représentation:

Ets HERZOG S.à.r.l.
9 rue des Sorbiers
68370 ORBEY
tél. 03.89.71.34.02
fax. 03.89.71.30.88
@: ets.herzog@wanadoo.fr

ou chez:

Erhardt + Leimer GmbH
Division de Vente 3 – Industrie Papetière
Tél: +49 – 821 – 24 35 – 230
Fax: +49 – 821 – 24 35 – 222
@: sales3@erhardt-leimer.com
home: www.erhardt-leimer.com