

## Trouble shooting dans la sécherie

Albert Heinen \*

### Résumé

Les problèmes se posant également dans la sécherie et leurs solutions sont vraiment multiples. Le présent document donne un aperçu des problèmes, comment ils ont été présentés à Heimbach et comment Heimbach a contribué à les résoudre. La plupart de ces solutions figurent dans le classeur TASK de Heimbach, dans lequel se trouvent également des cas pratiques relatifs à la partie humide et à la partie presses.

Ce thème s'articule en deux parties:

1. Les influences d'une bonne et d'une mauvaise ventilation des poches sur le profil d'humidité sens travers (cas pratiques 1-6)
2. Les influences de barres de turbulence et de bagues à condensats (bagues pour augmenter l'épaisseur des condensats) sur le profil sens travers d'humidité (cas pratiques 7-11)

La représentation textuelle et à l'aide d'images des différents cas pratiques ne peut bien sûr uniquement mettre en valeur que les liens de cause à effet de même que les tendances des modifications provenant de la mise en place de solutions aux problèmes.

Recherche de défauts en sécherie			
SECHERIE			
Types de problèmes rencontrés	Marche / arrêt MâP	Assistance du client	Classeur TASK: partie toile à enrouleuse
Casses fréquentes	Marche / évent. arrêt		
Embarquement difficile	Marche / évent. arrêt		Par ex. analyse du circuit des cordes
Flottement de la feuille	Marche + arrêt		Exemple de cas dans le classeur TASK
Suivi de la feuille	Marche + arrêt		Exemple de cas dans le classeur TASK
Guidage de l'habillage	Marche		
Plis dans la feuille / dans les toiles	Marche + arrêt		Par ex. mesure de parallélisme, ex. dans le classeur TASK
Profil d'humidité de la feuille	Marche / évent. arrêt	oui	Exemple de cas dans le classeur TASK
Hydrolyse	Marche + arrêt		
Suivi feuille sur cylindres sècheurs	Marche		
Trous dans la feuille	Marche / évent. arrêt		Exemple de cas dans le classeur TASK
Marquage du papier	Marche / évent. arrêt		Analyse au laboratoire Heimbach
Variations de masse / longueur	Marche		Exemple de cas dans le classeur TASK
Bords des toiles endommagés	Arrêt / évent. marche lente	évent.	Pression de la palette guide-toile
Encrassement des toiles	Marche + arrêt		Mesures de perméabilité, ex. dans le classeur TASK
Performance de la sécherie	Marche / évent. arrêt		Par ex. calcul de l'évaporation spécifique
Marquage du séchage	Marche / évent. arrêt		
Usure des toiles	Marche + arrêt		Contrôle de la sécherie et de la vitesse
Vibrations	Marche		Exemple de cas dans le classeur TASK
Gouttes d'eau	Marche + arrêt		Exemple de cas dans le classeur TASK
Dépôts sur cylindres	Marche + arrêt		Analyse des dépôts au laboratoire Heimbach
Problèmes de vitesse	Marche		Exemple de cas dans le classeur TASK
Analyse des flux d'air	Marche		<b>Thème traité dans ce document</b>
Profil d'humidité sens travers irrégulier	Marche + arrêt		<b>Thème traité dans ce document</b>

## 1. Les influences d'une bonne et d'une mauvaise ventilation des poches sur le profil d'humidité sens travers

Afin de faciliter la compréhension nous avons d'abord représenté les conditions des pressions dans les poches de la sécherie de même que les courants d'air qui en résultent (fig. 1).

Une dépression provient de la séparation de deux surfaces et de l'évacuation d'air dans le coin où la toile et le papier se séparent. Pendant la marche machine, la feuille se sépare du cylindre et la toile

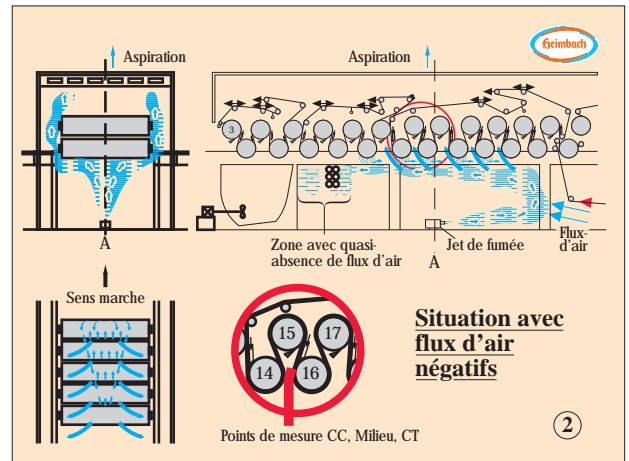
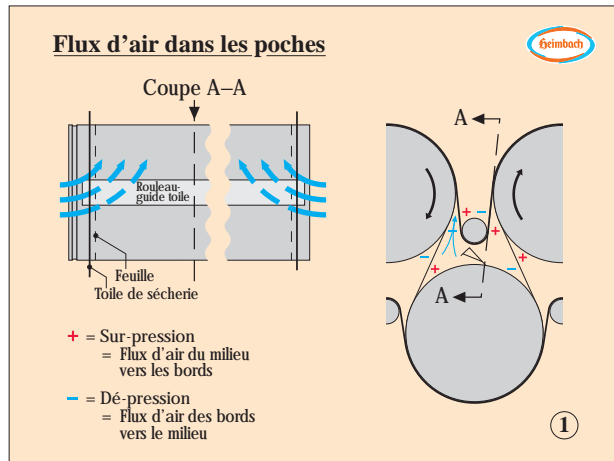
Dans le traité ci-après, nous allons, au moyen de 11 cas pratiques, illustrer les influences de la sécherie sur le profil sens travers d'humidité de la feuille de papier et mentionner des possibilités d'amélioration de son état.

de la feuille (fig. 1), respectivement, pour les groupes slaloms, la feuille et la toile se séparent du cylindre supérieur et la toile et la feuille se séparent du cylindre inférieur, ceci en permanence.

Suite à la permanence de ce processus, il se produit une dépression qui donne lieu à un courant d'air du CC et du CT vers le milieu de la machine (fig. 1). L'air aspiré dans

\* Albert Heinen, Thomas Josef Heimbach GmbH & Co., Düren  
Exposé au séminaire de technologie papetière à Munich le 6.12.2000

Trouble shooting dans la sécherie



la zone de la hotte sur le CC et le CT suite à la dépression (fig. 1), s'enrichit en humidité au fur et à mesure qu'il migre vers le milieu de la machine. Par la suite, l'humidité absolue de l'air augmente.

Une surpression provient de la mise en contact de deux surfaces (fig. 1). Elle produit une circulation d'air du milieu de la machine vers les bords CC et CT.

Pour un séchage optimal de la feuille de papier, il est de toute façon nécessaire d'avoir une circulation d'air du milieu de la machine vers les deux bords CC et CT, car, seulement de cette façon, l'on peut éliminer des poches l'air saturé d'humidité suite à l'évaporation et ainsi atteindre des profils d'état de l'air optimaux.

**Cas pratique 1**

Fondamentalement, il est nécessaire d'avoir, pour tout système de transport de feuille, une ventilation fonctionnant de façon équilibrée. Cette dernière fait souvent défaut aux machines dont un groupe conventionnel a été transformé en groupe unicircuit (slalom) comme nous le montre cet exemple.

Dans l'exemple discuté ici, nous avons d'abord déterminé la circulation d'air sous la sécherie et l'avons rendue visible à l'aide d'un canon fumigène installé dans la cave (fig. 2).

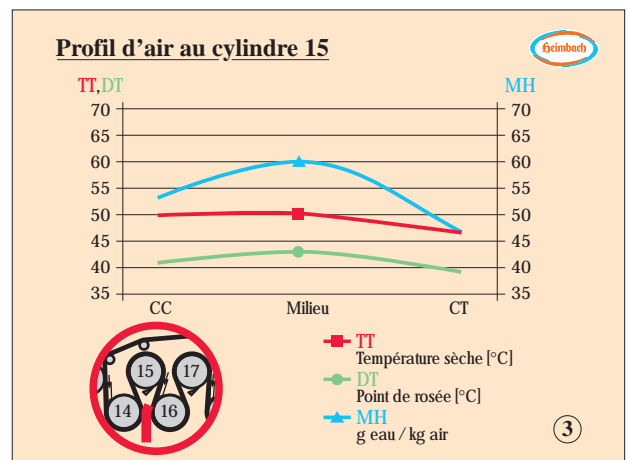
Nous savons que, dans la cave, toutes les toiles transportent l'air enrichi en humidité dans le sens contraire au sens marche (fig. 2). Il se pose ici la question, de savoir pourquoi l'on aspire cet air humide exclusivement dans la partie

supérieure de la hotte, le contraignant ainsi à cheminer de bas en haut au travers de toute la sécherie, ceci au lieu de l'aspirer directement (et en plus) dans la cave.

C'est le cas dans notre exemple: le courant d'air venant en sens contraire du sens marche a été généré par l'aspiration dans la hotte, mais aussi par le déficit en air de soufflage et même par l'air transporté par la première toile inférieure.

Les rapports d'air en sens travers ont été mesurés dans la poche sous le cylindre 15, à savoir CC, en milieu de machine et CT immédiatement après la séparation du cylindre et de la feuille de papier (fig. 2). A cette occasion, nous avons constaté un courant d'air du CC et du CT vers le milieu de la machine, ce que les valeurs de mesures (profil bombé) de la fig. 3 justifient.

Des mesures aux mêmes endroits sur les autres cylindres ont donné les mêmes résultats.



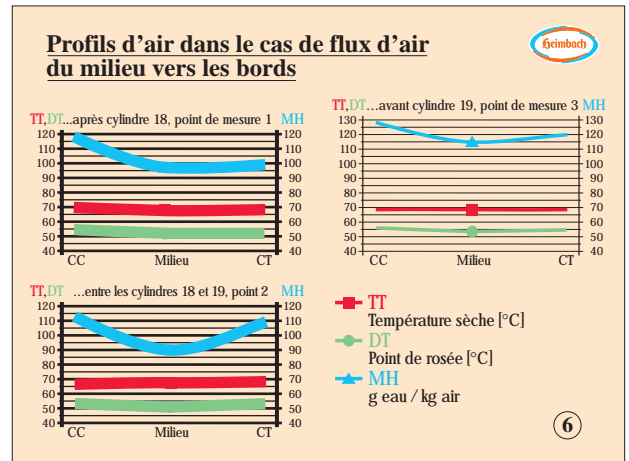
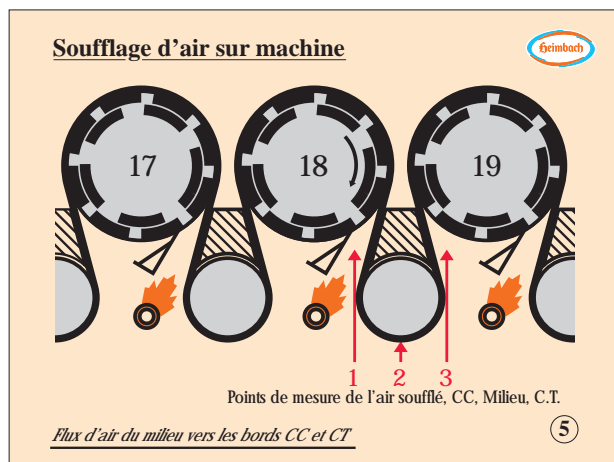
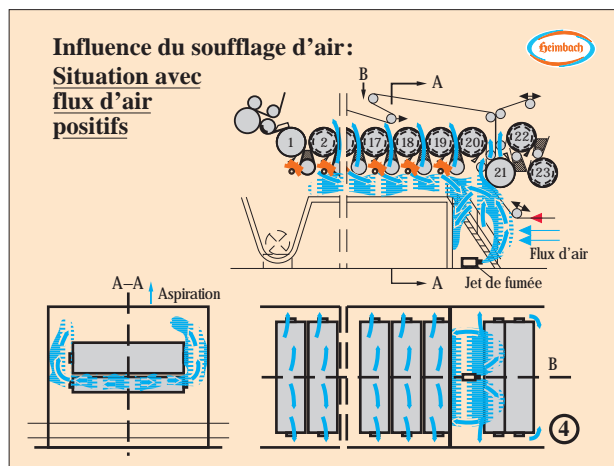
Trouble shooting dans la sécherie

Seulement après installation du tuyau de soufflage adéquat, l'on a pu "renverser" la circulation de l'air, c'est à dire la faire aller du milieu de la machine vers les bords CC et CT. De cette façon, l'on a amélioré significativement le profil d'humidité de la feuille de papier.

**Cas pratique 2**

L'influence de tuyaux de soufflage sur la circulation de l'air est documentée par la fig. 4. Malgré les grandes quantités d'air transportées à contre-courant par la première toile inférieure, la circulation d'air se fait dans le sens marche dans la zone de l'unicircuit.

Des mesures en sens travers de qualité de l'air ont donné, en présence de l'action des tuyaux de soufflage présents, une "circulation positive de l'air" du milieu de la machine vers les deux bords CC et CT. Ainsi, les profils de qualité de l'air mesurés aux points de mesures 1, 2 et 3 indiqués

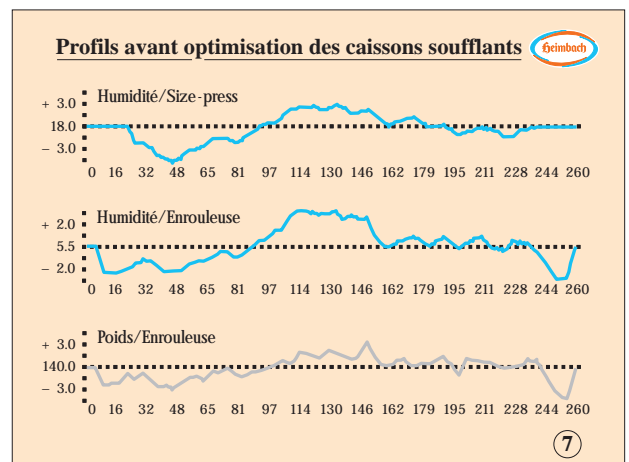


sur la fig. 5, montrent, comme l'on s'y attendait, des valeurs caractéristiques d'un milieu plus sec et de bords un peu plus humides (fig. 6).

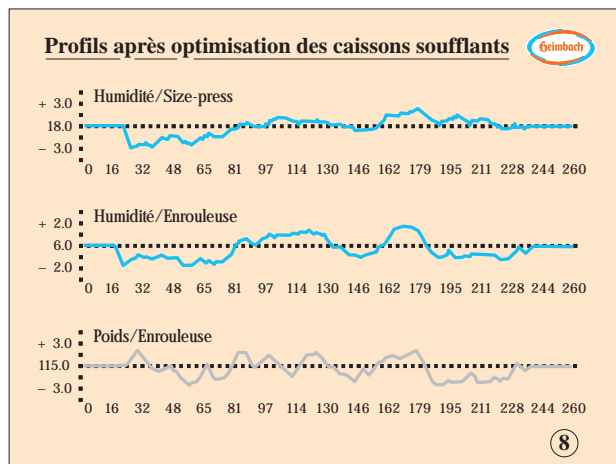
Aux fins de comparaisons, nous vous renvoyons ici encore une fois au profil de qualité de l'air du cas pratique 1 (fig. 3), à la base duquel se trouvait une "circulation d'air négative" de l'extérieur vers l'intérieur.

**Cas pratique 3**

Cet exemple illustre de façon particulièrement évidente l'influence de la ventilation des poches sur les profils d'humidité. La fig. 7 montre des profils d'humidité très déséquilibrés avant size presse et à l'enrouleuse d'une machine à papier brun cannelure. Sur cela, on a d'abord procédé à une optimisation détaillée de la position d'installation des caissons soufflants. Ceci a déjà apporté une amélioration notable des profils d'humidité (fig. 8).



Trouble shooting dans la sécherie

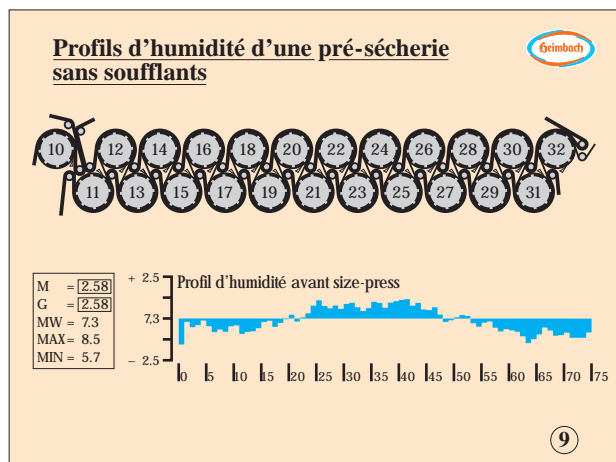


Bien entendu, les profils ont encore été améliorés par la suite grâce à des autres moyens ne faisant pas objet du thème de notre exposé.

**Cas pratique 4**

Dans le groupe de présécherie à deux rangées de cylindres représenté *fig. 9*, il n'y a pas de caissons de soufflage pour garantir une ventilation positive des poches. Le profil d'humidité avant size presse représenté par le système de contrôle de process (*fig. 9*) et confirmé par des mesures de siccité laboratoire à différents moments présente une différence d'humidité importante entre le milieu de la machine et les deux bords (*fig. 10*).

Il est surprenant de constater que cette tendance n'était en aucun cas reconnaissable dans les mesures après le cylindre 1 (*fig. 10*).



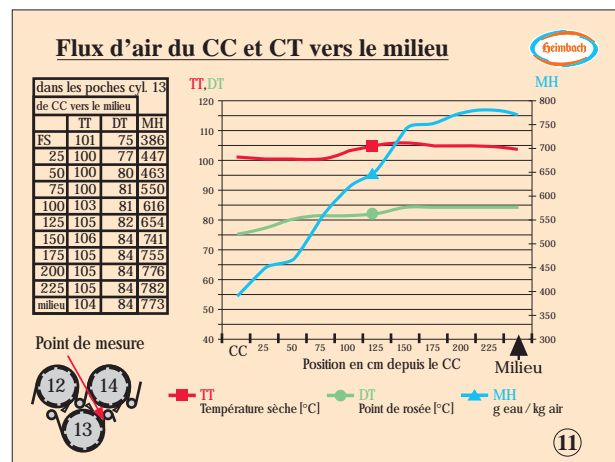
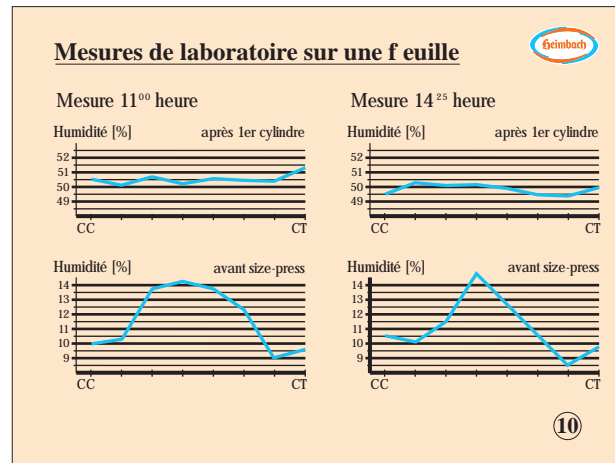
Une mesure spécifique du profil d'état de l'air dans la poche au-dessus du cylindre 13, en partant du CC vers le milieu de la machine à intervalles réguliers de 25 cm justifie cette tendance avec une différence d'humidité mesurée entre 386 [ g eau/kg air sec] sur le bord CC et 773 [ g eau/kg air sec] au milieu de la machine (*fig. 11*). Des mesures à d'autres endroits non explicitées ici ont donné les mêmes résultats.

En outre, le niveau d'humidité absolue se trouve nettement trop haut, indépendamment de la différence du degré de saturation entre CC et milieu.

Dans ce cas pratique, les ingénieurs TASK de Heimbach ont conseillé l'installation de caissons soufflants.

**Cas pratique 5**

Si l'on prend en considération les exemples précédents, il n'est pas étonnant que, même sur des groupes slalom



## Trouble shooting dans la sécherie

inverses qui ne sont pas non plus équipés de tuyaux de soufflage, l'on ait constaté des circulations d'air et ainsi des augmentations d'humidité dans la direction du milieu de la machine (fig. 12).

Les mesures correspondantes dans les différentes positions confirment la constatation énoncée plus haut, représentée ici par les diagrammes des cylindres 28 et 32 (fig. 12).

### Cas pratique 6

A l'opposé des cas pratiques 4 et 5, le présent exemple illustre maintenant l'influence positive de poches correctement ventilées sur les profils d'état de l'air et ainsi donc aussi sur le profil d'humidité de la feuille de papier.

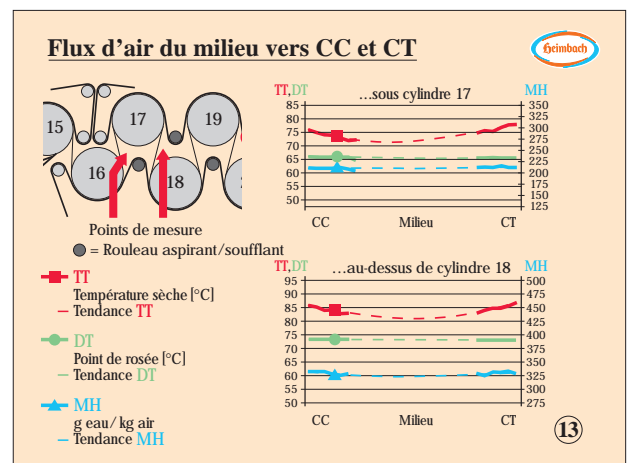
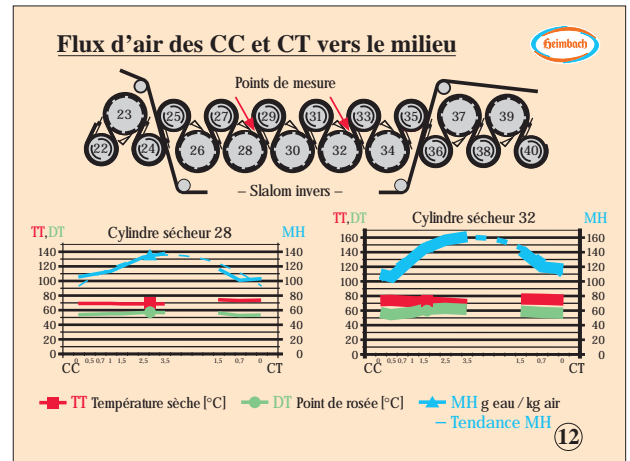
Nous avons mesuré dans les poches des cylindres 17 et 18, dans ce cas seulement CC et CT à environ un quart de la largeur totale (fig. 13). Cependant, les diagrammes de ces mesures montrent nettement la tendance à avoir des proportions d'air dans les poches sous le cylindre 17 et au-dessus du cylindre 18 avec une humidité en légère augmentation à mesure que l'on s'approche des bords.

## 2. Les influences des barres de turbulence et des bagues à condensats sur le profil sens travers d'humidité

Les exemples précédents démontrent que les deux courants d'air dans les poches des bords vers le milieu aussi bien que du milieu vers les bords ont une influence sur les profils d'humidité. En outre, les possibilités d'influencer ces courants d'air ne sont quelques fois pas ou très insuffisamment indiquées, ce pour diverses raisons. De ce fait, les résultats souhaités ne peuvent quelques fois pas être obtenus, ou ceci seulement de façon insuffisante.

Pour cette raison, les cas pratiques qui suivent ici s'intéressent à une autre possibilité d'agir avec une influence positive sur les profils d'humidité de la feuille de papier; c'est à dire en optimisant la disposition des barres de turbulences et des bagues à condensats.

L'installation de barres de turbulences est aujourd'hui le procédé technique le plus en vogue. Par ce moyen, l'on évite la formation d'un anneau continu de condensats sur la paroi intérieure du cylindre et l'on atteint ainsi un transfert



énergétique de chaleur de la vapeur à la surface intérieure du cylindre qui est intensif. L'on sait que l'influence de ces éléments sur le séchage de la feuille dans son ensemble, de même que sur l'uniformité de ce dernier dans le sens travers sur toute la largeur de la machine est considérable.

Les possibilités de modifier la disposition des barres de turbulence sont cependant envisagées avec hésitation, ceci pour des raisons bien compréhensibles. En effet, pour réaliser de telles interventions, il faut disposer d'un arrêt machine de longue durée qui permettent de refroidir les cylindres avant de procéder à leur inspection.

De plus, les expériences de l'équipe TASK de Heimbach montrent que chaque machine à papier a ses "erreurs fondamentales personnelles"; on pourrait presque dire ses "lubies individuelles", en ce qui concerne la qualité du profil sens travers d'humidité.

## Trouble shooting dans la sécherie

Ainsi, avant de modifier la disposition des barres de turbulence, il est conseillé de mesurer ce que nous appelons un “profil à zéro” de la machine.

Sous la dénomination “profil à zéro” les spécialistes TASK de Heimbach comprennent un profil neutre d’humidité en sens travers pour chaque machine à papier qui prend en compte tous les autres éléments ayant une influence sur l’humidité. Ce “profil à zéro” est, en tant que “référence de base”, aux sens propres du terme “déterminant” pour toutes les modifications de la disposition des barres de turbulence ou des bagues à condensats.

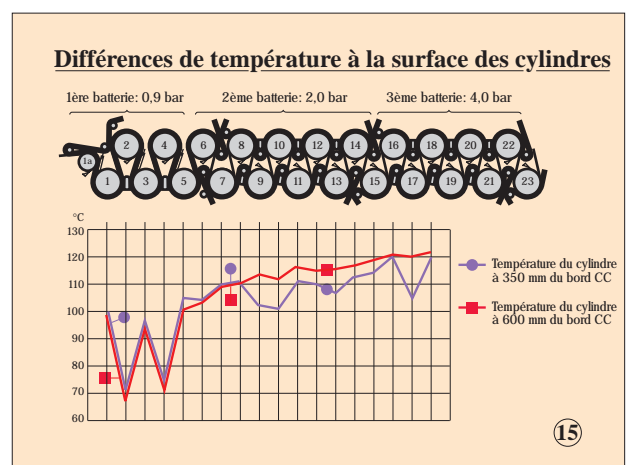
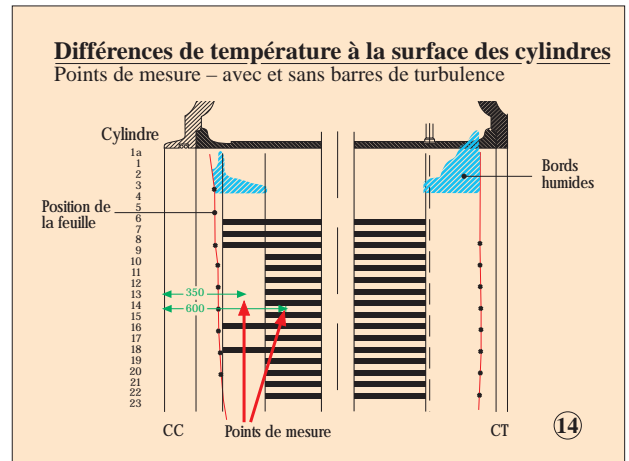
Pour déterminer le “profil à zéro” il faut respecter les conditions suivantes:

- faire travailler les caisses à vapeur uniformément sur la largeur de la machine afin que, sans bombé sur les presses elles ne servent qu’à faire monter la température de la pâte
- arrêter le contrôle du bombé des presses jusqu’à l’obtention d’un équilibre dans les flexions qui doit conduire à un nip absolument droit et uniforme (toutes les régulations des zones, qui ont pour objectif quelque chose de différent que l’uniformité maximale des éléments sur lesquels elles influent, agissent uniquement comme des manipulations sur les symptômes et empêchent à la longue d’obtenir des profils d’humidité équilibrés.)
- un état optimal des feutres de presses

### Cas pratique 7

La disposition des barres de turbulence (*fig. 14*) des cylindres 1 à 22 dans les trois groupes sécheurs de la *fig. 15* montre sur le CC aussi bien des zones sans barres de turbulence que des zones qui en sont équipées. Sur le CT, il n’y a pas de barres de turbulences.

Les températures de surface des cylindres aux points de mesures à 350 mm du CC (pas de barres) et 600 mm du CC (présence de barres) mettent en évidence, à une pression vapeur de 2 bar, une différence de  $\sim 10^{\circ}\text{C}$  et, à 4 bar, une différence de  $\sim 15^{\circ}\text{C}$  (*fig. 15*). L’effet sur le profil d’humidité de la feuille de papier est visible aux bords humides (*fig. 14*). Une reconfiguration avec des barres de turbulences sur le bord CC est en cours de réalisation.



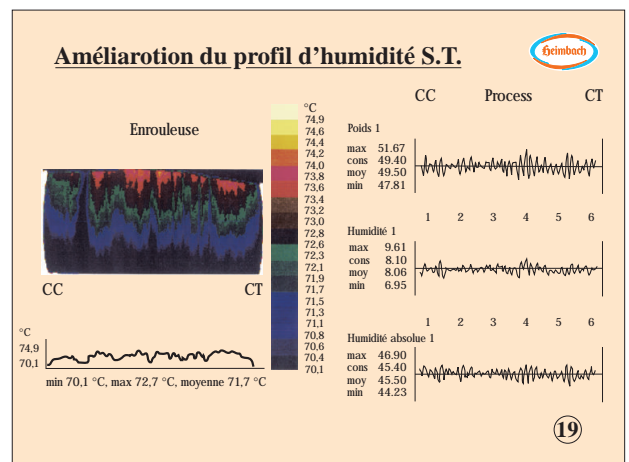
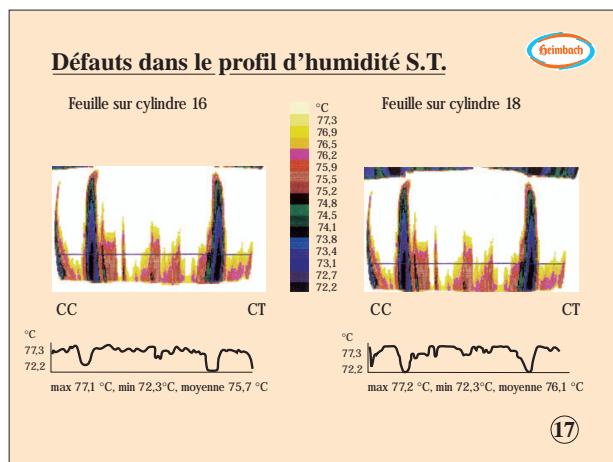
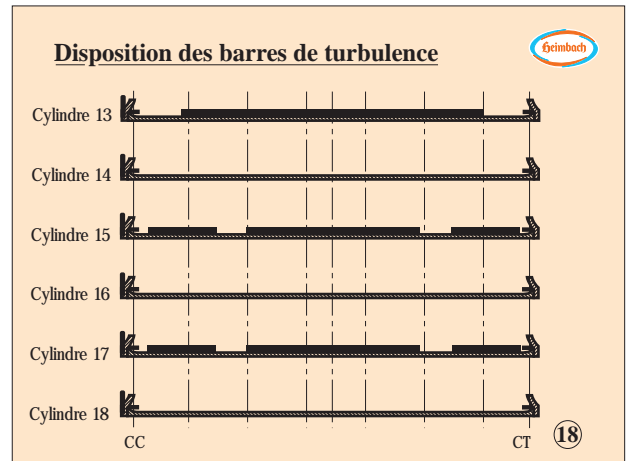
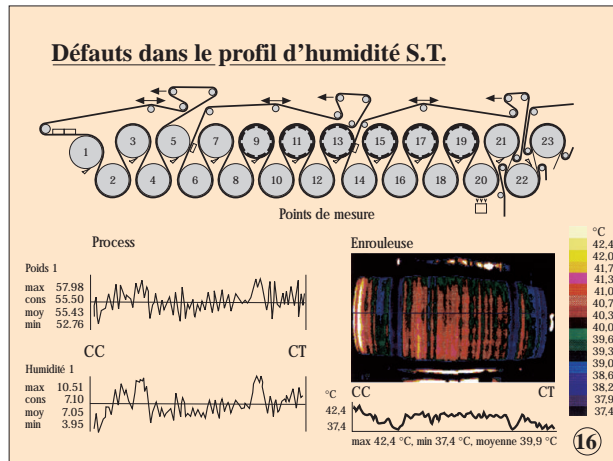
### Cas pratique 8

Sur le profil sens travers d’humidité du système de contrôle de (*fig. 16*) l’on reconnaît un pic humide sur le bord CC et sur le bord CT. Des mesures de thermographie confirment les valeurs données par le système de contrôle de process par la constatation de températures plus basses aux mêmes endroits que les pics (*fig. 16*) – montrées ici à l’enrouleuse.

Des mesures de contrôle de la machine vers la caisse de tête (*fig. 16*) ont démontré que ces bandes sont apparues pour la première fois suite à une température plus basse après le cylindre 15 (mesurée sur le cylindre 16) (*fig. 17*).

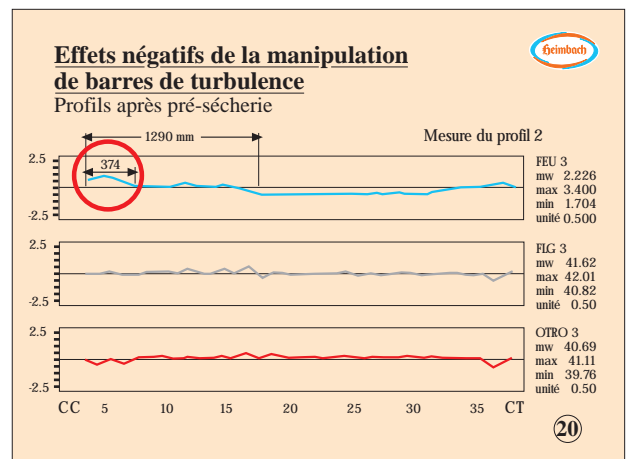
Dans nos investigations sur les causes de ces perturbations nous sommes tombés, lors de l’observation de la disposition des barres de turbulence dans les cylindres 15 et 17 sur des “vides” (*fig. 18*). L’anneau de condensat qui s’était formé

## Trouble shooting dans la sécherie



dans ces “vides” produisait une “isolation thermique” entre la vapeur vive et la paroi intérieure des cylindres. Par conséquent, ces “vides” étaient les causes des deux pics où la température de surface des cylindres était plus basse et, de ce fait, aussi responsables pour les deux “pointes humides”.

Après que les “vides” dans les barres de turbulence ont été comblés, les mesures de thermographie de même que les profils du système de contrôle de process ont démontré une amélioration notable du profil sens travers d'humidité (fig. 19) – ici aussi de nouveau représenté à l'enrouleuse.



## Cas pratique 9

Au cours de la mesure de profil après une présécherie, la courbe de mesure donnée par l'appareil 'FEU 3' montrait une zone humide sur le bord CC (fig. 20).

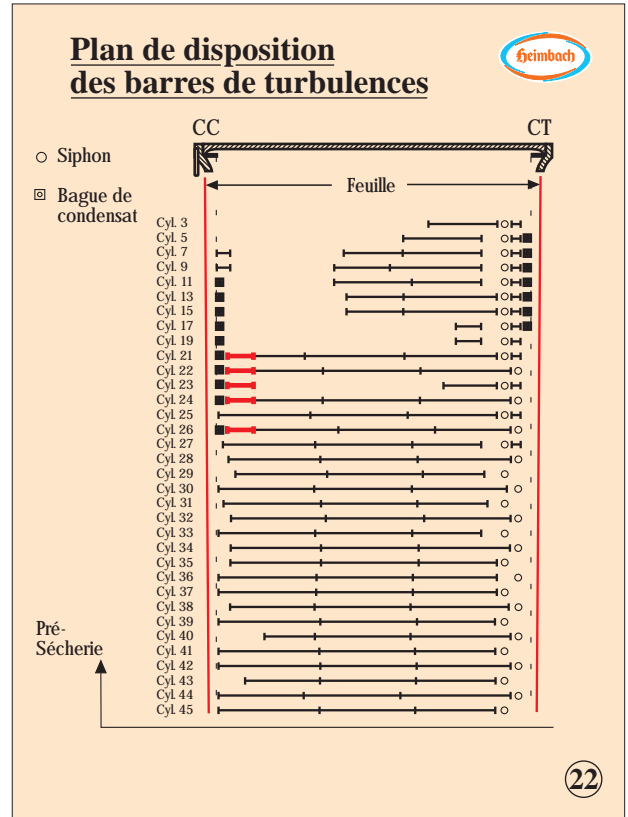
Des mesures de températures sur la feuille de papier avec un thermomètre infrarouge ont mis en évidence, dans cette zone, des températures plus élevées jusqu'au cylindre 20 (fig. 21). Ceci laisse à penser que le séchage est plus poussé

Trouble shooting dans la sécherie

dans cette position. Au contraire, le profil de température qui a été déterminé avant la présécherie montre ces zones critiques avec une température moindre (fig. 21) – et correspondant ainsi au profil d’humidité après présécherie de la fig. 20.

En observant la disposition des barres de fig. 22, l’on remarque, que précisément sur le CC aux endroits critiques, les cylindres 21 à 24 et 26 ne disposent d’aucune barre de turbulences. Dans l’ensemble, cette disposition des barres de turbulence porte à conclure que l’on a déjà essayé par le passé de corriger des pointes isolées d’humidité dans le profil sens travers de la feuille de papier au moyen de manipulations sur les barres de turbulences. On n’a apparemment pas adapté la disposition des barres de turbulences au “profil zéro”.

Après élimination des vides entre les barres de turbulences dans les cylindres cités précédemment, la zone humide sur le CC avait presque disparu; la faible humidité résiduelle qui restait à cet endroit n’était plus gênante (fig. 23). De plus, les autres variations dans le profil d’humidité se sont laissées, elles aussi, très facilement expliquer en comparant le profil d’humidité maintenant corrigé de la fig. 23 et la disposition des barres de turbulence (fig. 22).

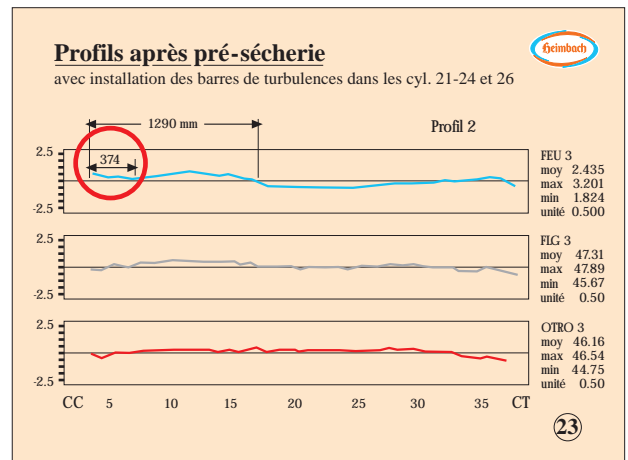
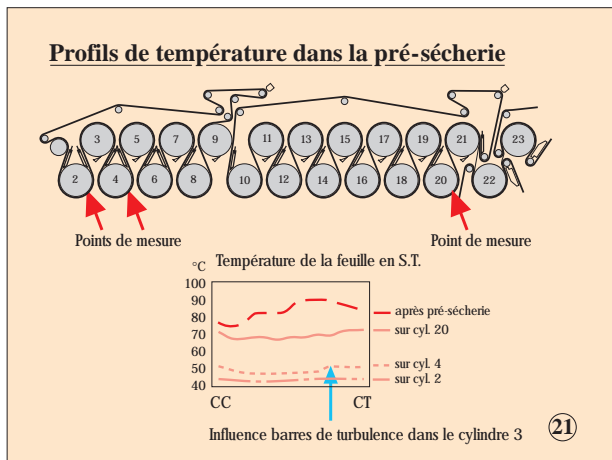


Cas pratique 10

Le sujet est ici la correction d’un profil sens travers d’humidité bombé par la modification de la disposition des barres de turbulences. Le profil bombé a été causé par une mauvaise ventilation des poches. Le profil erroné reproduit sur la fig. 24 a été certes déterminé avec la caisse à vapeur

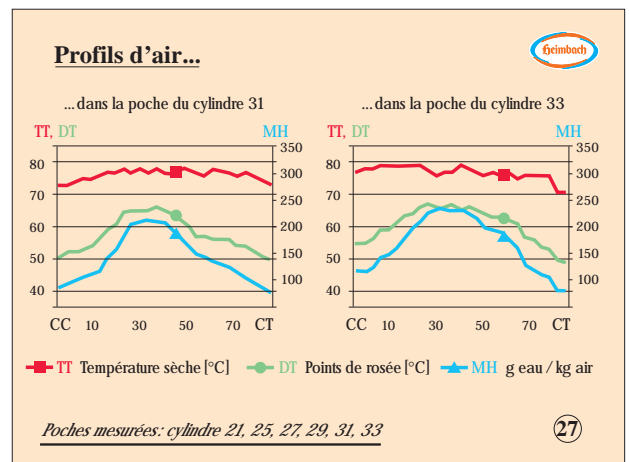
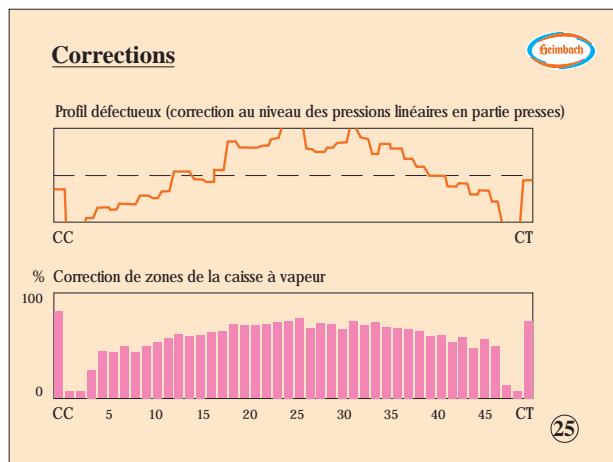
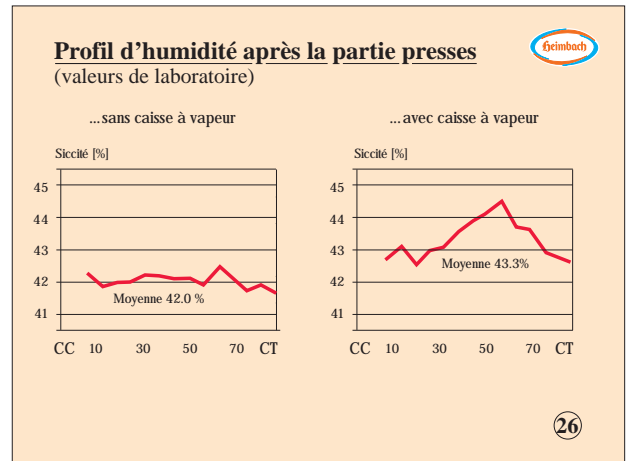
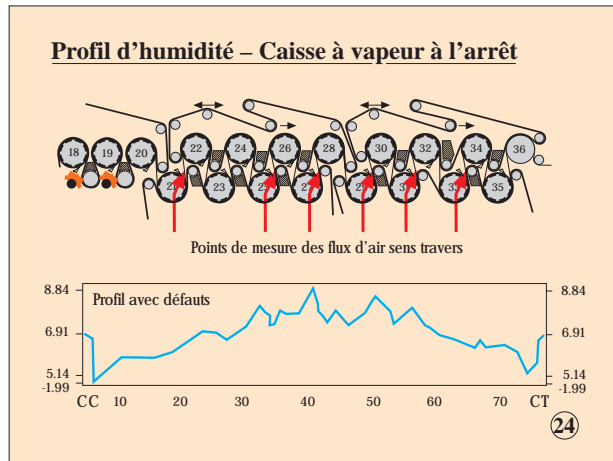
à l’arrêt et la partie presse réglée de façon à “compenser” le défaut. L’utilisation de la caisse à vapeur en production illustre aussi son action de compensation (fig. 25).

De plus, des mesures de laboratoire du profil d’humidité sortie presse démontrent l’influence de la caisse à vapeur sur la siccité (fig. 26).





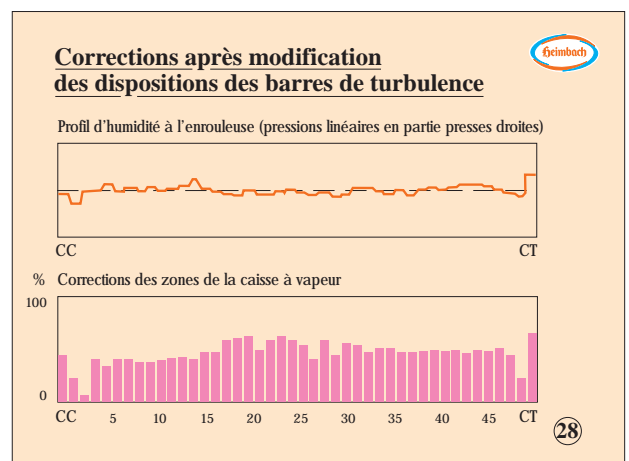
## Trouble shooting dans la sécherie



Comme déjà mentionné au paragraphe 1 au sujet des influences d'une bonne et mauvaise ventilation des poches..., dans ce cas pratique aussi, se sont produites des circulations d'air des bords vers le milieu suite à une mauvaise ventilation des poches. Des mesures des profils d'état de l'air (fig. 27) mettent à ce propos en évidence de forts taux d'humidité dans le milieu de la machine.

La construction des caissons soufflants installés ne permettait cependant pas une correction de la ventilation des poches de manière à obtenir "une circulation d'air positive". Ainsi, les possibilités d'influer de façon positive sur le profil sens travers d'humidité avaient toutes été prises en considération.

Il ne restait plus que la "manipulation sur la disposition des barres de turbulences" à considérer. Dans cette mesure, nous désignons un cas d'exception de la sorte par "manipulation admissible".



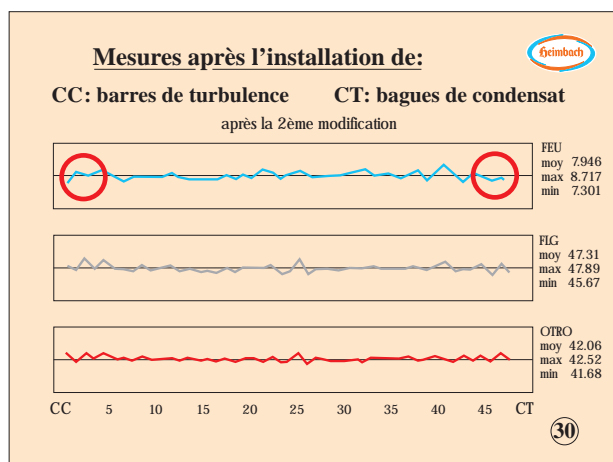
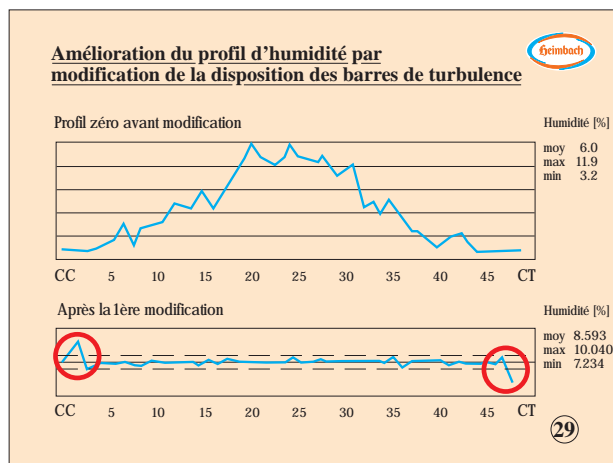
L'influence positive de cette manipulation est illustrée à nouveau très clairement sur la fig. 28: sous la forme de l'emploi équilibré de la caisse à vapeur avec des pressions linéaires homogènes dans les nips.

## Trouble shooting dans la sécherie

### Cas pratique 11

Ce dernier exemple représente à nouveau un cas de modification "légitime" des barres de turbulences. La situation de départ était, cette fois, un profil à zéro de l'humidité très fortement bombé et déterminé par le système de contrôle de process (fig. 29). Comme indiqué, l'écart d'humidité entre les bords et le milieu se montait à 8 %.

Après adaptation de la disposition des barres de turbulences "en correspondance avec le profil à zéro", le profil d'humidité du système de contrôle de process a montré une allure équilibrée. Uniquement les bords CC et CT avaient encore besoin d'une correction complémentaire (fig. 29). Par conséquent, l'on a installé, sur le CC dans les cylindres précédents, les barres de turbulences qui y manquaient afin d'accroître la siccité dans cette zone. Au contraire, du côté transmission l'on a installé des bagues à condensats et augmenté la distance entre le siphon et la paroi intérieure



de chaque cylindre, ceci afin d'accroître l'épaisseur de l'anneau de condensats et ainsi de réduire la siccité dans cette zone. Les résultats des mesures correctives complémentaires sont illustrés sur le profil sens travers d'humidité de la fig. 30.

Etant donné que la correction du profil d'humidité par la modification de la disposition des barres de turbulences représente toujours un exercice on ne peut plus individuel, nous avons, dans cet article, sauf pour deux cas d'exception, renoncé à reproduire la disposition des barres de turbulences.

### Conclusion

Les exemples pratiques traités ici illustrent nettement qu'avec l'aide d'équipements de mesure coûteux et d'une grande expérience, l'on peut utiliser les séries de mesures effectuées aussi bien en tant que résultats avec une valeur d'expertise technologique qu'en tant que conseils pratiques pour l'élimination de perturbations dans la machine. Dans le domaine extrêmement complexe et sensible de l'amélioration des profils d'humidité l'on peut de cette façon obtenir un succès considérable et durable.

Comme dans tous les autres domaines de l'optimisation du process, et c'est le cas aussi pour les exploitants de machines à papier au sujet des profil d'humidité, il faut prendre la décision entre des manipulations de premier plan beaucoup plus simples et rapides mais cependant moins durables d'une part, et des améliorations réelles cependant plus centrées sur le problème et quelques fois aussi plus coûteuses mais durables d'autre part.

Si le papetier se décide pour les améliorations réelles et durables centrées sur le problème, il fait ainsi le premier pas vers la réalisation de moyens de mesures à succès.

D'abord, ces moyens sont des systèmes de prise de mesures appropriés pour les appareils de mesures qui permettent des mesures sans emploi d'un "opérateur humain" à l'endroit de la mesure. Ensuite, cela signifie "l'aménagement de positions de mesures" accessibles à "l'opérateur humain" et sûres, lorsque les mesures manuelles sont incontournables.

Du fait de sa grande expérience et de son savoir-faire étendu, Heimbach est prêt à discuter des prestations de service avec les constructeurs et les exploitants de machines à papier et d'appareils de mesures de même qu'à optimiser dans cette optique les installations existantes et nouvellement conçues.