

F. Reddiough, A. Heinen *

Formation et égouttage sur la machine à table plate

Résumé

Un égouttage réussi sur une machine à table plate suppose la maîtrise de nombreuses techniques qui sont employées au cours de la formation de la feuille de la caisse de tête jusqu'au cylindre aspirant de toile.

Avant la construction des éléments d'égouttage pour ce domaine, il est important, dans un premier temps, de se représenter les *limitations* de la table plate. Conformément à cela, il s'avère logique de construire les éléments d'égouttage de telle façon qu'ils puissent au moins s'affranchir de quelques unes de ces limitations. Chaque équipement de la zone d'égouttage a une fonction clairement définie. Notre rapport montre, comment à l'aide d'éléments d'égouttage adaptés, l'on peut s'affranchir de certaines des limitations.

Le rapport s'articule comme suit:

1. Limitations de la machine à table plate
2. Le travail du marbre
3. Le travail des foils
4. Fonctionnement du bas vide
5. Fonctionnement du haut vide

1. Limitations de la machine à table plate

Il faut tout d'abord constater l'absence de forces de cisaillement, qui devraient agir à la surface de la feuille dès que la suspension fibreuse a quitté la lèvre de la caisse de tête.

Le deuxième point est le danger de « figer » la feuille, ce qui se produit souvent entre 0,8 % et 1,4 % de concentration.

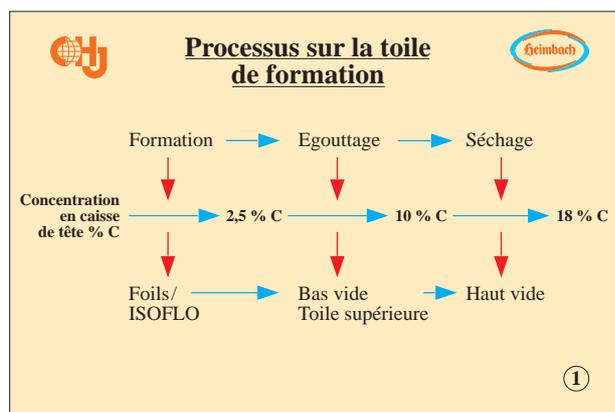
En troisième lieu, il faut citer l'influence de l'atmosphère alentours: elle limite les forces maximales d'égouttage. C'est pourquoi, il faut, grâce à des moyens divers, produire des forces supplémentaires afin d'accélérer l'égouttage – bien entendu en conservant la qualité optimale du papier.

Enfin, il faut contrôler l'instabilité de la surface de la suspension fibreuse sur la toile. A cette fin, il faut travailler individuellement sur les espacements entre les éléments d'égouttage et/ou les fréquences de pulsations.

Le processus sur la toile de formation

La figure 1 illustre le processus ayant lieu dans la pratique sur la toile de formation. Il s'articule en 3 grandes composantes: formation, égouttage et séchage.

Dans la zone de formation, la suspension fibreuse atteint une concentration de 2,5 %. L'augmentation de la concen-



tration est réalisée par gravité sur des foils classiques ou par des formes définies de mécanismes d'égouttage par pulsations comme, par exemple, les ISOFLOs.

Dans la zone d'égouttage, la feuille de papier est normalement soumise à l'action du bas vide (ou, dans d'autres cas, l'influence d'une toile supérieure).

Dans chaque cas, la concentration croît typiquement de ~ 2,5 % jusqu'à ~ 10 %.

La troisième et dernière zone de la partie humide exerce un égouttage supplémentaire de ~ 10 % jusqu'à ~ 18 % avant le cylindre aspirant de toile. Ceci est possible grâce à l'aide des installations à haut vide.

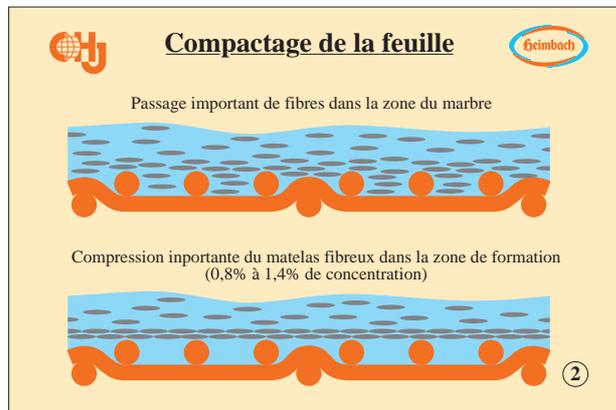
* Frank Reddiough, CH. Johnson Ltd., Manchester et Albert Heinen, Thomas Josef Heimbach GmbH & Co., Düren
Exposé par A. Heinen lors du
SYMPOSIUM DU PAPIER SUR LA FORMATION
DE FEUILLE ET LE SECHAGE du 11 au 13 Mars 1998 à Munich

Formation et égouttage dans la machine à table plate

Danger de figer la feuille

Le schéma supérieur de la *figure 2* montre le début de compactage de la feuille dans la zone du marbre. Normalement, 25 % environ du débit de la suspension fibreuse est égoutté au niveau du marbre.

Cela signifie que 25 % des fibres sont, à cet endroit, déjà formées. C'est pourquoi le marbre doit être conçu de telle façon que des forces de cisaillement puissent s'exercer sur la feuille de papier. En gros, les caractéristiques de base de la feuille de papier sont déjà *définies de façon définitive dans cette phase initiale d'égouttage*. Le schéma inférieur de la *figure 2* montre une compression



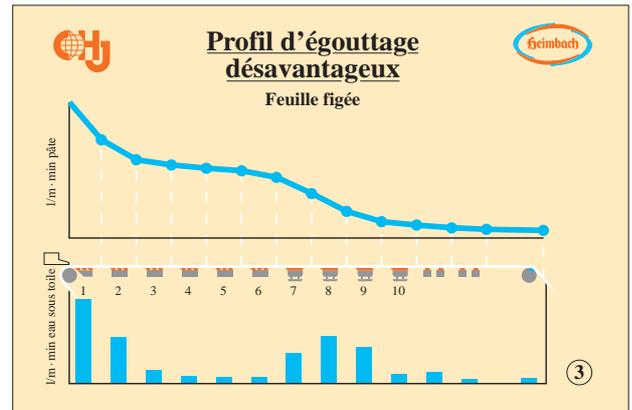
importante du matelas fibreux dans la zone de formation (0,8 % à 1,4 % de concentration). Ce type de compression du matelas fibreux est souvent appelé: feuille « figée ».

L'eau qui reste à la surface du matelas fibreux ainsi obtenu nécessite un effort conséquent, afin d'être évacuée de la surface de feuille au travers de la feuille elle-même et au travers de la toile. Simultanément, des forces de cisaillement verticales doivent être créées au travers de ce matelas fibreux jusqu'à la surface de la feuille afin de prévenir la formation de flocs et ainsi obtenir une formation meilleure.

Profil d'égouttage désavantageux: obtention d'une feuille figée

Le profil d'égouttage de la *figure 3* (courbe supérieure) montre une condition typique pour l'apparition d'une feuille figée.

Le tronçon presque horizontal de la courbe montre nettement que les éléments 3 à 6 n'égouttent que très peu. La dépression sur la face intérieure de la toile n'est donc plus en mesure de transporter l'eau de la face supérieure au travers du matelas fibreux. On distingue très clairement que l'égouttage ne se poursuit que dans la zone



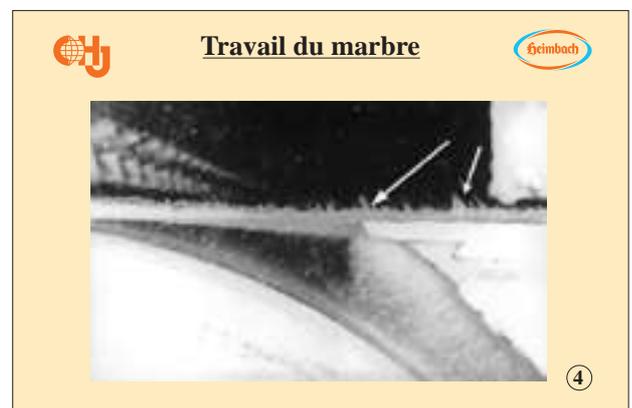
des éléments à bas vide. Le graphe à barres montre un égouttage initial prononcé sur le marbre, un peu moindre sur la caisse de foils qui suit et, ensuite, presque plus d'égouttage sur les quatre caisses suivantes.

2. Le travail du marbre

Lors de la conception du marbre, il faut faire attention au fait que cet élément est le premier élément statique avec lequel la suspension fibreuse entre en contact à la sortie de la lèvres de la caisse de tête. Afin d'éviter de figer la feuille, la distribution d'énergie dans la direction verticale doit déjà se produire ici. D'où la nécessité de considérer le marbre exactement comme une caisse à plusieurs foils.

Fonctionnement du marbre – turbulences

La photo de la *figure 4* montre des turbulences excessives, presque éruptives, sur le premier élément du marbre.



Elles sont causées par un retour de l'eau dans la feuille de papier. Ceci est provoqué par le marbre incliné vers le bas. Il peut en résulter une dégradation de la formation.

Formation et égouttage dans la machine à table plate

Fonctionnement du marbre – pulsations du rouleau de tête

La photo suivante de la *figure 5* montre un exemple classique de pulsations de rouleau de tête: le jet de pâte est très incliné exactement où la toile et le rouleau de tête



se séparent. Ceci conduit à un égouttage important mais à une mauvaise rétention.

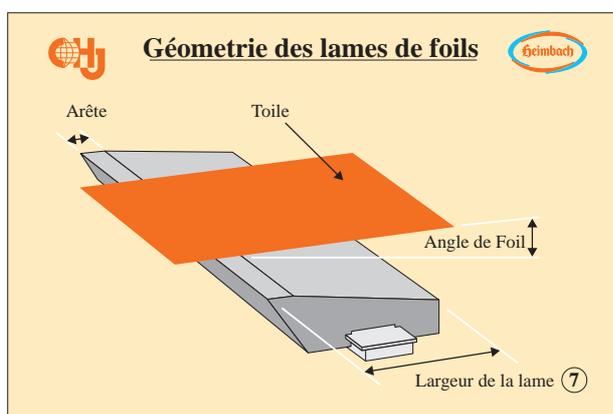
Fonctionnement du marbre – réglage correct

Sur la dernière photo (*fig. 6*), on voit le réglage correct du marbre par rapport au jet. L'angle du jet est faible, il n'y a pas de signes de pulsations du rouleau de tête et l'effet de racle sur le premier élément est optimal.


3. Le travail des foils
Géométrie des lames de foils

Bien que la lame de foil soit déjà présente sur le marché depuis plus de 30 ans, on devrait se démontrer quelles propriétés principales en font un outil à succès pour le papetier:

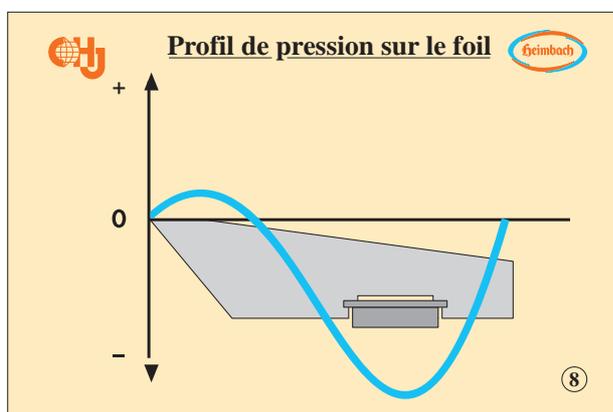
1. L'arête: il est important que la largeur de l'arête (sous entendue dans le sens marche) soit totalement uniforme sur toute la largeur de la machine. Si cela n'était pas le cas, l'angle du foil se modifierait sur la largeur de la machine avec pour conséquence un vide différent sur la largeur (*voir fig. 7*). A cet endroit commence ainsi déjà l'apparition de bandes en sens long dans la feuille de papier.



2. Tension de toile et angle de foil sont également d'une grande importance: une tension de toile excessive réduit la formation de turbulences de même que l'égouttage. Un angle de foil trop grand crée, certes, un haut vide mais lave la face inférieure de la feuille de manière trop importante.
3. La largeur de lame: des lames étroites ne peuvent ni éliminer une quantité d'eau élevée, ni produire une bonne activité des fibres alors que des lames très larges produisent souvent une activité excessive en causant en même temps une résistance par frottement au déplacement de la toile accrue.

Profil de pression sur le foil

La *figure 8* représente l'évolution positive et négative de

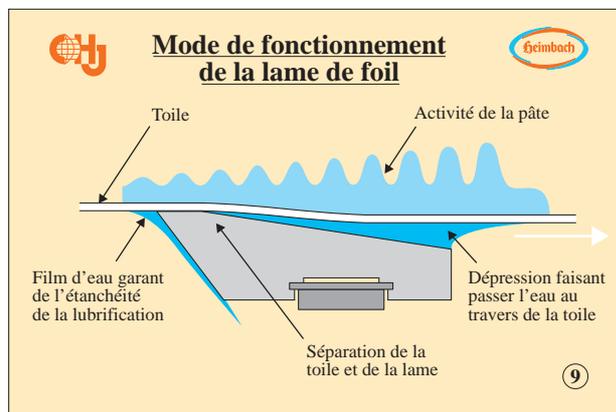


Formation et égouttage dans la machine à table plate

la pression. Ce changement vertical de pression crée les microturbulences dans la suspension qui garantissent la formation de floccs minimale et la formation de feuille maximale.

Mode de fonctionnement de la lame de foil

Le mode de fonctionnement d'une lame de foil (fig. 9) dépend de la surface horizontale sur laquelle la toile se déplace et de l'angle de foil qui produit un vide entre la toile et la surface. Afin d'obtenir un vide optimal, la vitesse de la toile et l'angle de foil doivent être réglés de façon optimale l'un par rapport à l'autre.



Fréquences de pulsations

Les données suivantes caractérisent les fréquences de pulsations usuelles:

Sous 30 Hz, il est très difficile de créer une activité de la feuille de papier car l'énergie transmise en direction verticale est trop insuffisante.

Auparavant, 30-40 Hz constituaient le standard. A présent, 80-120 Hz constituent le standard.

120 Hz représentent environ le maximum actuel pour une machine à table plate. Tout ce qui dépasse cette valeur n'apporte presque pas d'avantages.

Pour les gap formeurs ou les formeurs hybrides, on recommande enfin des fréquences de 150 Hz ou plus. Dans certains cas, cette valeur est même allée jusqu'à 600 Hz et a ainsi apporté de grandes améliorations de la formation.

4. Fonctionnement du bas vide

La zone de bas vide, jusqu'ici certainement la zone de la table plate la moins prise en considération, peut apporter

des avantages significatifs à des coûts modestes du point de vue de la production et de l'investissement à partir du moment où l'on en comprend bien le fonctionnement.

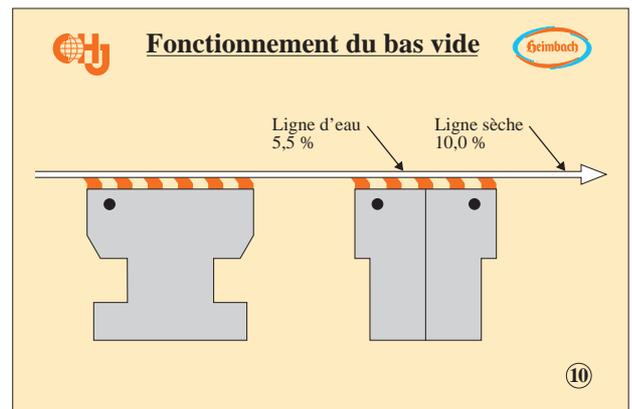
Déjà au stade de la construction, on devrait déterminer le vide maximal souhaité. En fonction de cela, on décide automatiquement si l'évacuation de l'eau de la toile doit se faire sur le côté ou en dessous de la caisse.

Il est important de toujours maintenir la ligne d'eau de façon contrôlée dans la zone de bas vide.

L'emploi d'éléments à bas vide avant les toiles supérieures est très probant. En général, on emploie dans cette position jusqu'à deux unités afin de maintenir la concentration avant toile supérieure entre 1,2 et 3,5 %.

Une alternative à deux éléments à bas vide séparés serait une unité à deux compartiments à haut rendement, en particulier lorsque la place est comptée (fig. 10).

Généralement on trouve aussi 2 éléments à bas vide avant et après le rouleau égoutteur. Le brouillard de rinçage



du rouleau égoutteur devrait retomber sur la feuille avant la ligne d'eau.

Avec l'accroissement de la siccité la résistance à l'écoulement de l'eau au travers de la feuille s'accroît. Afin de compenser cette résistance à l'écoulement, les hauteurs de vide dans les caisses à bas vide doivent être **augmentées graduellement**.

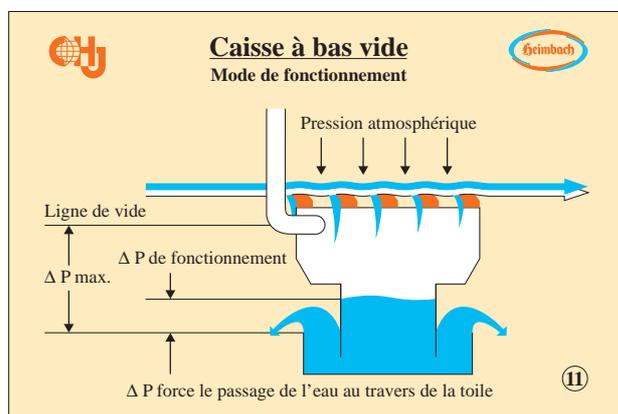
Les éléments des caisses à bas vide devraient exclusivement avoir des lames sans angle afin que l'égouttage n'ait lieu que par le vide appliqué et non pas grâce à l'angle de foil.

Enfin des caisses à bas vide à effets de pulsations ne sont employées que pour des applications spécifiques et en l'occurrence comme alternative au fonctionnement avec des foils sous gravité.

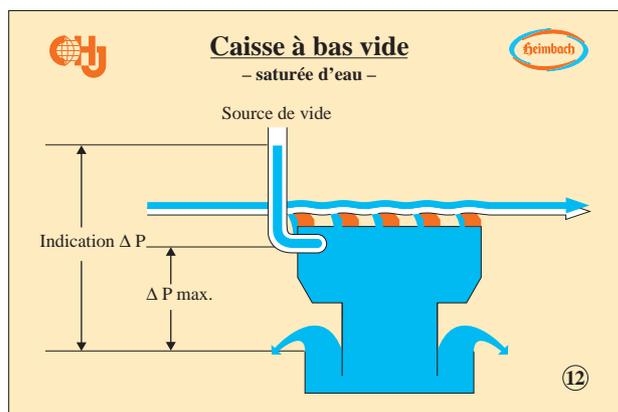
Formation et égouttage dans la machine à table plate

Installation de bas vide – Mode de fonctionnement

Un élément à bas vide fonctionne grâce à l'application d'un bas vide à l'intérieur d'une caisse rendue étanche. Sur la feuille ne s'exerce que la pression atmosphérique. La différence de pression entre cette dernière et la dépression à l'intérieur de la caisse produit l'écoulement d'eau de la feuille de papier dans la caisse (fig. 11).



Il est très important de ne pas dépasser le vide maximal, sinon la caisse sera saturée d'eau (fig. 12), ce qui a un effet négatif sur l'évacuation de l'eau qui peut « pomper » de façon très importante.

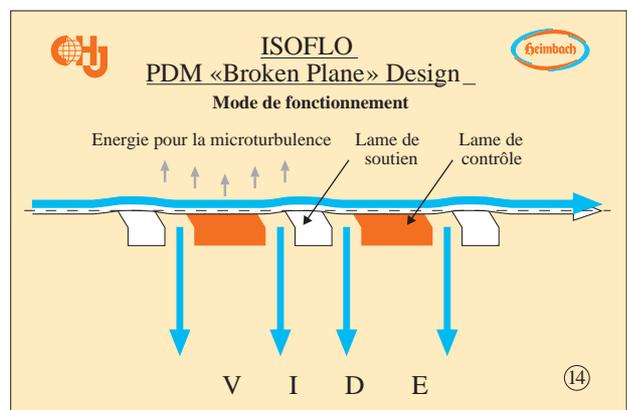

Élément ISOFLO – Mécanisme d'égouttage par pulsations

ISOFLO est un brevet C.H. Johnson (fig. 13). C'est un élément à bas vide conçu comme alternative à la technologie normale des foils sous gravité. Il y a deux sortes de lames sur la surface:

1. Des lames en céramique qui sont en contact avec la toile (lames support de couleur blanche)

2. Des lames en polyéthylène qui sont un peu plus bas (lames de contrôle de couleur jaune).

Le mode de fonctionnement de l'ISOFLO PDM « Broken Plane » Design est représenté schématiquement sur la figure 14.

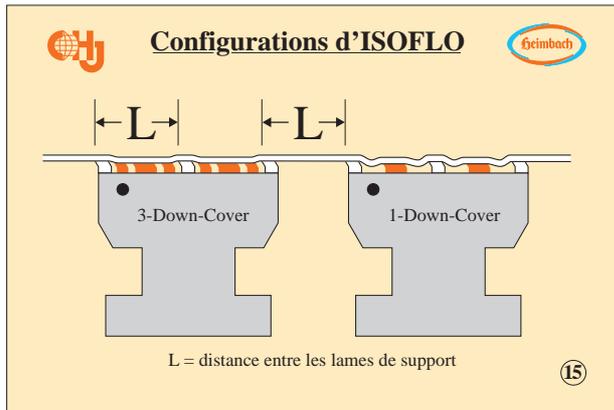


Si l'élément est alimenté en vide, il se produit, au-dessus des lames jaunes en polyéthylène, un mouvement de la toile vers le bas. La toile entre en contact avec les lames en polyéthylène et se trouve ensuite soumise à un mouvement vers le haut en direction de la lame en céramique qui suit. Cette technologie se base sur la conception des lames et garantit une accélération verticale de la toile supérieure à 1,0 g.

Toutes les lames de l'ISOFLO sont montées sur un profil en « T », c'est pourquoi il est très facile de faire varier la dimension et la forme des lames de contrôle (en remplaçant ces dernières) afin de satisfaire à différentes conditions de marche. On ne change généralement pas les lames en céramique.

Les éléments ISOFLO donnent au papetier une multitude de possibilités de variations afin de produire, dans la feuille de papier, les forces de cisaillement verticales optimales.

Formation et égouttage dans la machine à table plate



La figure 15 montre deux configurations différentes du système ISOFLU:

La configuration 3-DOWN apporte une activité réduite, une surface ouverte réduite et ainsi un égouttage plus réduit, ce qui s'avère idéal pour une feuille de papier légère à vitesse élevée.

La configuration 1-DOWN produit, par contre, une grande activité, a une grande surface ouverte et, par conséquent, une capacité d'égouttage élevée.

Si plusieurs caisses ISOFLU sont nécessaires, la distance de l'une à l'autre est extrêmement importante afin de garantir une activité continue et harmonique de la feuille de papier.

Fonctionnement du bas vide – Les clés de la réussite

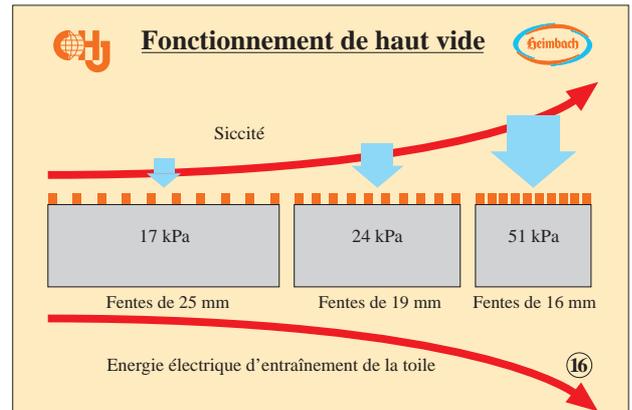
Les clés de la réussite de chaque système de bas vide:

- un système d'alimentation en vide conçu spécifiquement
- des instruments spécialisés pour le contrôle du bas vide (par exemple AUTOVAC)
- protection du ventilateur par un séparateur
- conception correcte des tuyauteries
- supervision consciencieuse de la puissance absorbée par le ventilateur

5. Fonctionnement du haut vide

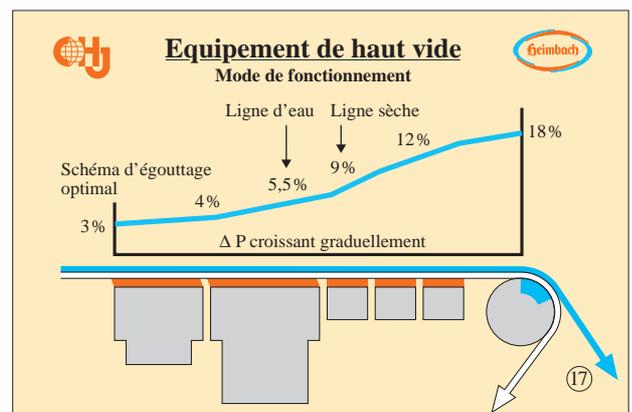
Sur de nombreuses machines à papier, l'énergie du haut vide est employée de façon non efficace, car on essaie de répartir l'alimentation de vide au moyen des pompes à vide sur trop d'éléments de haut vide.

La première caisse de la figure 16 a la capacité d'évacuation d'eau la plus grande et la troisième caisse a la plus faible. En même temps, la siccité de la feuille augmente. C'est pourquoi l'on recommande d'employer un vide constamment croissant afin de



vaincre la résistance croissante à l'écoulement de l'eau: par exemple: 1^{ère} caisse 17 kPa croissant à 24 kPa dans la 2^{ème} jusqu'à 51 kPa dans la 3^{ème} caisse.

Afin de s'assurer que la consommation d'énergie électrique de l'entraînement de toile soit influencée positivement, les largeurs des fentes des caisses



correspondantes sont graduellement diminuées pour compenser une augmentation de vide. Dans tous les cas, nous recommandons des dessus de caisse en céramique avec des fentes.

Installation de haut vide – Mode de fonctionnement

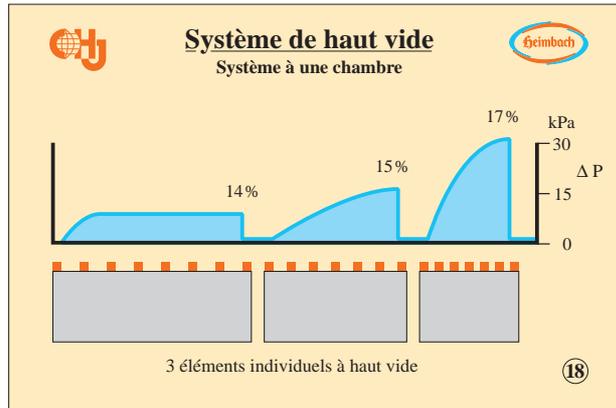
Une courbe d'égouttage idéale montre (fig. 17) comment la consistance de la feuille croît de ~ 3 %, avant la première unité de bas vide, jusqu'à ~18 % avant le cylindre aspirant de toile.

Système à une chambre: la figure 18 représente l'allure du vide et l'accroissement de siccité correspondant sur trois caisses ayant chacune une chambre.

Entre deux caisses consécutives, le vide dans la feuille de papier et la toile se désamorce et l'eau se répartit de nouveau dans la feuille et remplit la toile. Dans la caisse suivante, le vide doit de nouveau se créer, ce qui conduit à une chute du rendement d'égouttage.

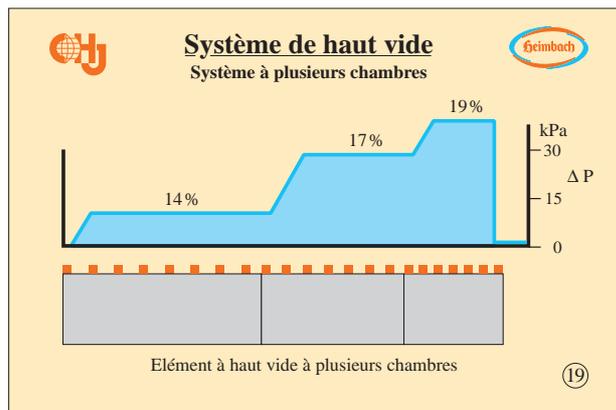
Formation et égouttage dans la machine à table plate

Système à plusieurs chambres: avec ce système on ne doit éliminer l'eau de la toile que dans la 1ère fente et le vide peut ensuite monter sans interruption conséquente à



un désamorçage. Ceci favorise non seulement la performance de l'égouttage mais également sa continuité (fig. 19).

Lors du passage du système à une chambre au système à chambres multiples, on a déjà atteint des augmentations de siccité entre 1,5 % et 5 % avant le cylindre aspirant de toile.

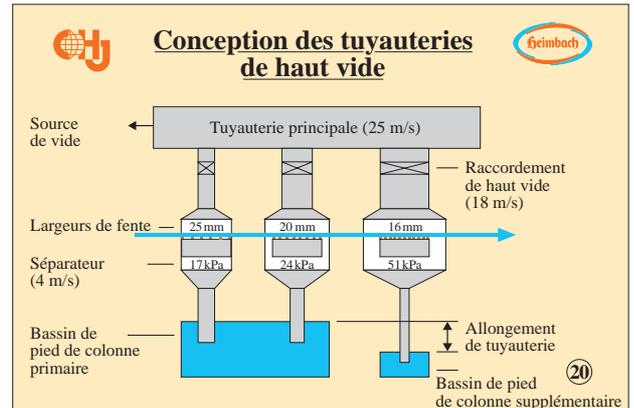


Comme pour les autres systèmes à haut vide les largeurs de fentes diminuent à mesure que la hauteur de vide augmente.

Haut vide – Conception des tuyauteries

Attachons, enfin ici, une attention toute particulière à la conception des tuyauteries de haut vide. Seuls une conception et un fonctionnement corrects des tuyauteries de vide garantissent le travail optimal des unités de vide.

Sur la figure 20, on voit le changement dans les exigences du point de vue de la conception en suivant le parcours de feuille de la gauche vers la droite.



La vitesse d'air dans les tuyauteries d'alimentation et principale doit être limitée à 25 m/s maximum.

Les largeurs de fente doivent typiquement être échelonnées avec 25 mm, 20 mm et enfin 16 mm pour une augmentation simultanée et graduelle du vide de, par exemple, 17 kPa puis 24 kPa jusqu'à 51 kPa.

La conception des séparateurs doit prendre en considération la vitesse d'air nécessaire et la longueur des tuyauteries d'évacuation de l'eau doit prendre en compte la hauteur de vide nécessaire.

Fonctionnement du haut vide – Les clés de la réussite

Les clés de l'emploi réussi de ces techniques sont:

- le passage d'une seule chambre à plusieurs chambres sur les caisses à haut vide
- l'emploi d'un haut vide continu sous les caisses à vapeur
- l'emploi de dessus de caisse à fentes
- des équipements de haut vide à plusieurs étages pour les exigences grandissantes
- un nombre aussi réduit que possible de chambres à haut vide pour réduire l'énergie électrique nécessaire à l'entraînement de la toile
- toutes les chambres avec niveaux de vide graduels et une vitesse d'air élevée
- le dimensionnement correspondant des tuyauteries et des séparateurs
- l'installation de vannes de régulation automatiques dans le système quand cela est possible

Formation et égouttage dans la machine à table plate

Dessus de caisse à haut vide – avantages des fentes par rapport aux trous:

- évacuation d'eau beaucoup plus uniforme sur toute la largeur de la feuille de papier
- absence de bandes (un gabarit de perçage ou une orientation de segments non adaptés peuvent causer des bandes)
- pas de problèmes de régulation (application beaucoup plus uniforme du vide sur la feuille sur toute la largeur de la machine)
- propreté améliorée (plus de fibres et de charges peuvent se regrouper dans des trous que dans des fentes continues)
- moins de résistance à l'entraînement (des dessus de caisse à fente correctement conçus ont moins de surface de contact avec la toile)

Récapitulation:

La partie toile contribue pour 95 % à l'égouttage dans la machine. C'est pourquoi, l'influence sur les valeurs technologiques de la feuille de papier y sont les plus grandes.

En particulier lors des plus grands changements de grammage de la production de papier, il faut avoir la possibilité d'influer sur l'égouttage dans la partie toile afin d'obtenir les résultats que l'on s'est fixés.

On n'y parvient qu'au moyen du contrôle permanent du processus d'égouttage et grâce à la flexibilité de réglage des éléments d'égouttage lors de la production; ceci à chaque fois, au début du changement de grammage.