

Le MillMax® : une technologie d'avant-garde en extraction canne

Jean-Luc Magalhaes, Philippe Herlant et Michaël Fiebig

Résumé

Cet article présente les performances d'une nouvelle technologie de moulins d'extraction du jus de canne à sucre, le MillMax®, que **Fives Cail** a mis sur le marché. Le MillMax® comporte uniquement deux rouleaux presseurs et un couloir de limitation de la réabsorption du jus. Il n'y a plus ni bagassière ni dispositif de pression hydraulique. Cette technologie présente, par rapport aux moulins

conventionnels, un coût d'investissement et de génie civil réduit de 30 %, une maintenance réduite de 40% et une consommation énergétique réduite de 35%.

Le MillMax® est parfaitement bien adapté aux ateliers d'extraction existants et futurs pour des sucreries et des distilleries qui souhaitent optimiser leur production d'électricité.

Abstract

This paper presents the performances of a new technology of sugar cane extraction mills, MillMax®, marketed by **Fives Cail**.

MillMax® comprises only two pressure rollers and a reabsorption limiting device. There is neither a trash plate nor a hydraulic pressure device.

This technology, compared to conventional mills, offers a reduced civil engineering and capital cost of 30%, a reduced maintenance cost of 40% and a reduced energy consumption of 35%.

MillMax® is well suited for integration into existing and future extraction plants for sugar factories and distilleries which wish to optimize their production of electricity.

1 - Introduction

L'optimisation de la production de sucre à partir de canne à sucre intègre aujourd'hui de nombreux aspects tels l'amélioration de la qualité des sucres, la production d'éthanol, la production d'énergie électrique hors de la sucrerie, et la mise en œuvre de technologies nouvelles.

Dans le domaine des technologies nouvelles, **Fives Cail** a développé et mis sur le marché une technologie de moulins d'extraction, les MillMax®, extrêmement innovante. Cette technologie conduit à des performances améliorées avec des gains forts en ce qui concerne l'investissement, la maintenance et la consommation énergétique.

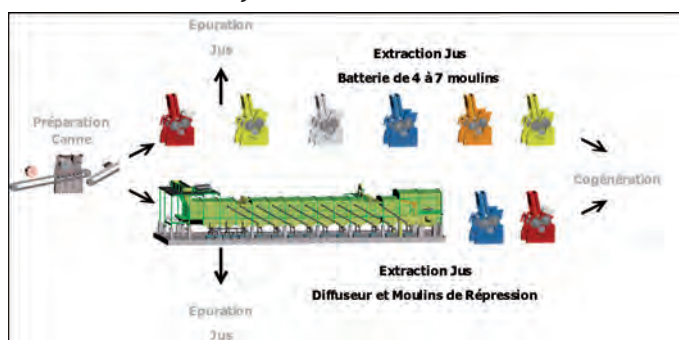
2 - L'évolution des technologies de moulins

En canne à sucre, deux modes d'extraction sont actuellement utilisées (cf. figure 1) :

- l'extraction par pression dans des moulins, en batterie de 4 à 7 équipements,

- l'extraction par diffuseur auquel on associe généralement deux moulins de répression pour réduire l'humidité de la bagasse avant de brûler celle-ci. Certaines unités industrielles rajoutent aussi avant le diffuseur un moulin complémentaire qui leur permet d'augmenter la capacité de leur unité.

Figure 1 : Les deux modes d'extraction du jus de la canne à sucre



Les moulins conventionnels comprennent trois rouleaux, assurant 2 pressions successives sur la canne. Une lame fixe, "la bagassière-

re”, assure le passage de la canne entre 1^{ère} et 2^{ème} pression. Pour améliorer leurs performances (capacité et quantité de jus sucré extraite), il leur a été adjoint un, puis deux, puis trois rouleaux (cf. figures 2 et 3).

Figure 2 : Principe des moulins conventionnels

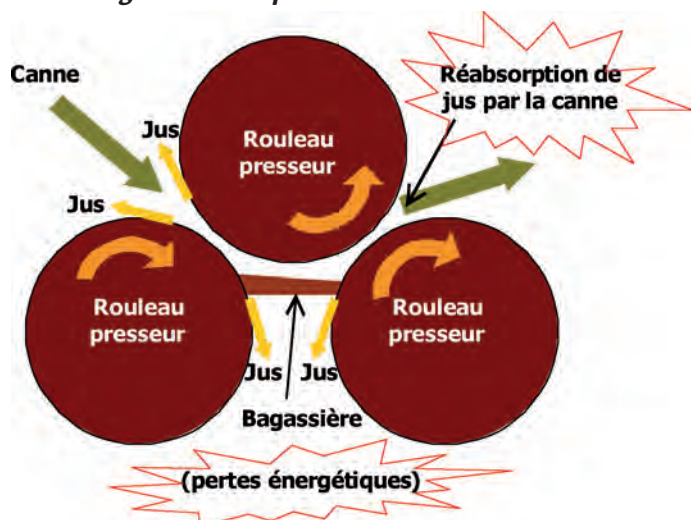


Figure 3 : Evolution des moulins

| Moulin | Conventionnel | Conventionnel | Conventionnel | Conventionnel | MillMax® |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|----------|
| Rouleaux presseurs | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 |
| Rouleaux complémentaires (alimentateurs ou presseurs) | | 1 | 2 | 3 | 1 |
| Schéma | | | | | |

Cette évolution des moulins conduit à une augmentation de leur capacité tout en maintenant leurs performances constantes. Cette augmentation se fait, cependant, au détriment des coûts (investissement et maintenance) et de la consommation énergétique.

Dans le but de proposer des moulins qui ne présentent pas les inconvénients de coûts et de consommation induits par l'évolution des moulins conventionnels, **Fives Cail** a mis en place une approche différente, basée sur un moulin à deux rouleaux presseurs, le MillMax®, que nous présentons ci-après.

Ce moulin comporte, de plus, un dispositif breveté qui réduit fortement la réabsorption de jus que l'on rencontre en sortie de moulin lors de la décompression du matelas de canne.

3 - Caractéristiques du MillMax®

Le MillMax® est un moulin dont les caractéristiques principales sont les suivantes (cf. figures 4 à 6) :

- deux rouleaux presseurs, seulement, assurent l'extraction du jus, a contrario des moulins conventionnels qui en ont tous au moins trois,
- il n'y a pas de bagassière pour canaliser la trajectoire de la canne,
- il n'a pas, non plus, de pression hydraulique appliquée au rouleau presseur supérieur,
- un rouleau alimentateur permet de bien alimenter en canne les rouleaux presseurs,
- les trois rouleaux sont équipés de rainures Messchaert associées à des couteaux dans le cas des rouleaux presseurs,

- un couloir réglable situé en sortie de MillMax®, le CAP®, permet de contrôler la réabsorption de jus par la canne.

Figure 4 : Vue d'ensemble d'un MillMax®

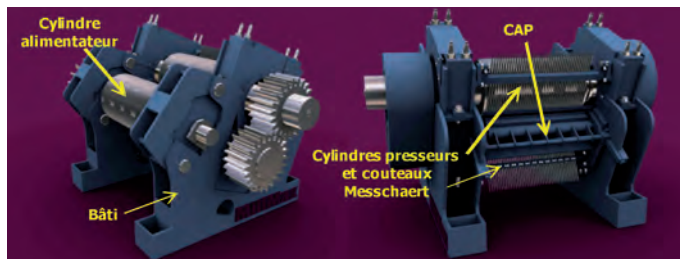


Figure 5 : Couloir de limitation de la réabsorption (CAP)

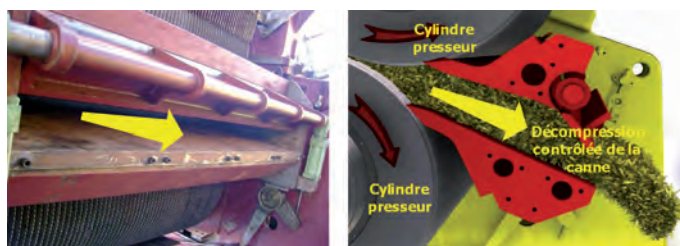
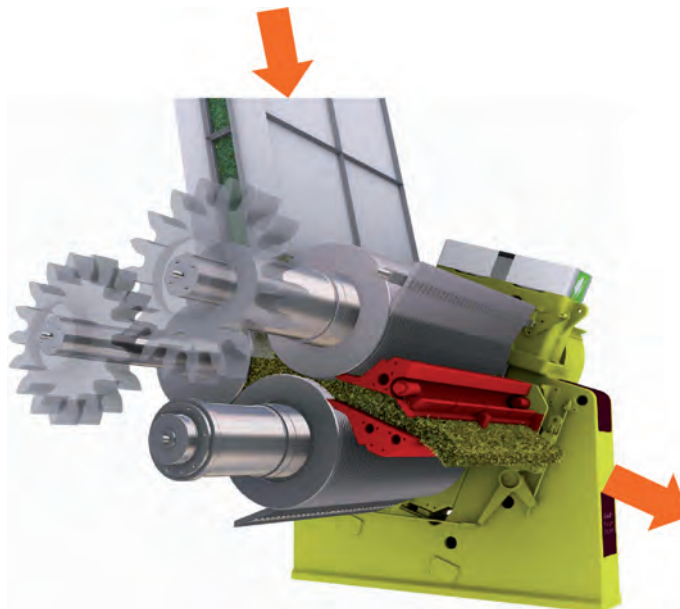


Figure 6 : Trajectoire de la canne dans un MillMax®

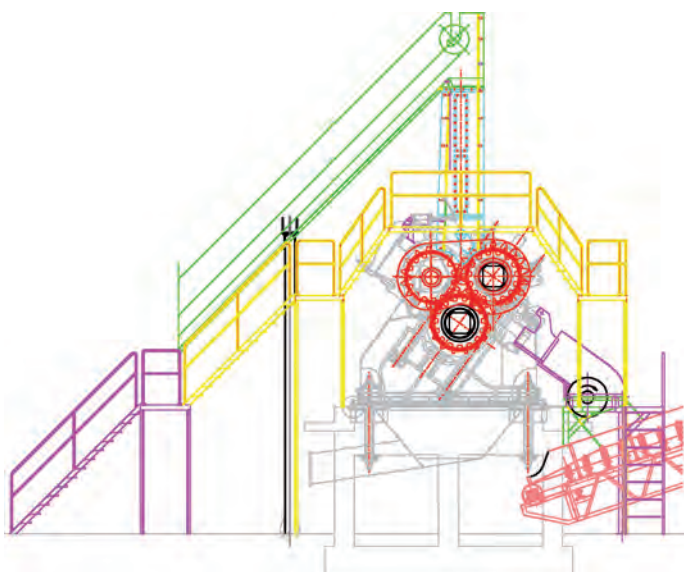


Le MillMax® peut être installé dans une batterie de moulins conventionnels, à toutes les positions : en première ou en dernière place, ainsi qu'en position intermédiaire. Il peut aussi équiper une batterie d'extraction complète.

La préparation de la canne alimentant le MillMax® peut être comprise entre 80 et 92 %. L'optimum de travail du MillMax® est, cependant, obtenu avec de bonnes préparations, supérieures à 90 %.

Enfin, il peut être installé comme moulin de répression ou comme premier moulin avec un diffuseur. La figure 7 présente une installation de MillMax® en moulin de répression.

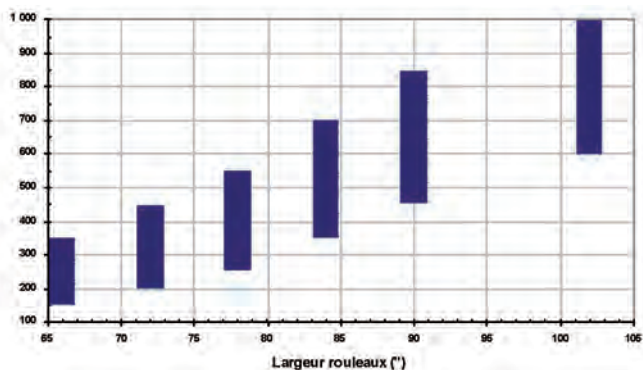
Figure 7 : Plan-type d'installation de MillMax®



La gamme de MillMax® que nous proposons est présentée ci-après. Elle permet de couvrir tous les besoins actuels des ateliers d'extraction de sucreries ou de distilleries, pour des rénovations, des extensions ou de nouvelles unités.

Figure 8 : Gamme des MillMax®

| Capacité (tonnes de canne par heure) | Largeur rouleaux | Diamètre rouleaux |
|--------------------------------------|------------------|-------------------|
| 150 - 350 | 66" | 32" |
| 200 - 450 | 72" | 34" |
| 250 - 600 | 78" | 38" |
| 350 - 700 | 84" | 44" |
| 450 - 850 | 90" | 48" |
| 600 - 1000 | 102" | 54" |



4 - Performances des MillMax®

Les MillMax® qui sont en fonctionnement ou en fabrication sont les suivants :

Figure 9 : MillMax® en fonctionnement ou en construction

| Pays | # | Application | Dimensions Largeur - Diamètre |
|------------|---|--|----------------------------------|
| Brésil | 1 | 1 ^{er} de batterie | 102" - 54" |
| Brésil | 4 | Répression, dernière position | 84" - 44" |
| Brésil | 4 | En batterie, positions 2 à 5 | 102" - 54" |
| Colombie | 1 | 1 ^{er} de batterie | 84" - 40" |
| Guadeloupe | 1 | 5 ^{ème} , dernier de batterie | 78" - 38" |
| Guadeloupe | 1 | 1 ^{er} de batterie | 78" - 38" |
| Inde | 1 | 5 ^{ème} , dernier de batterie | 78" - 36" |
| La Réunion | 1 | 1 ^{er} de batterie | 90" - 36" |

Figure 10 : MillMax® 102" en cours de montage (Brésil)



Les conditions de fonctionnement et les performances obtenues sont présentées ci-après.

Figure 11 : Conditions de fonctionnement et performances obtenues

| MillMax® | Conditions opératoires | Fonctionnement | Performances |
|--|--|--|--|
| Riopaila (Colombie) 84" - 40" Première position | IP 80% 400 tch 14% fibres Imbibition 200% | Vitesse : 6 rpm Puissance : 620 kW | Extraction M1 : 71% |
| Gardel (Guadeloupe) 78" - 38" Dernière position (M5) | IP 90% 255 tch 13.5% fibres Imbibition 200% | Vitesse : 3.8 rpm Puissance : 250 kW | Humidité bagasse : 46% Puissance absorbée : - 35% / autres moulins de la batterie, soit 7.2 kWh/tf |
| Le Gol (La Réunion) 90" - 36" Première position | IP 90% 370 tch 16% fibres Imbibition 175% | Vitesse PE : 6.5 rpm Vitesse M1 : 3.5 rpm Vitesse M2 : 4.2 rpm | Extraction M1 : 74% |

5 - Comparaison moulins conventionnels - MillMax®

Les résultats expérimentaux que nous avons obtenus associés à nos analyses nous permettent d'évaluer précisément les performances des MillMax® et de les comparer à celles des moulins conventionnels. Nous abordons successivement les points suivants : les capacités, l'investissement et l'installation, la motorisation, les performances et la maintenance.

• Capacités

Les différents types de moulins permettent de traiter des quantités de cannes différentes, à performances identiques (cf. figure 12). Un MillMax® de taille donnée a la même capacité que le moulin conventionnel à 5 rouleaux de même taille et une capacité supérieure aux moulins à trois et quatre rouleaux. Il est à noter que l'on peut aussi augmenter la capacité en augmentant la vitesse de rotation des rouleaux, ce qu'un MillMax® accepte bien, de par la présence des rainures Messchaert.

• Investissement et installation

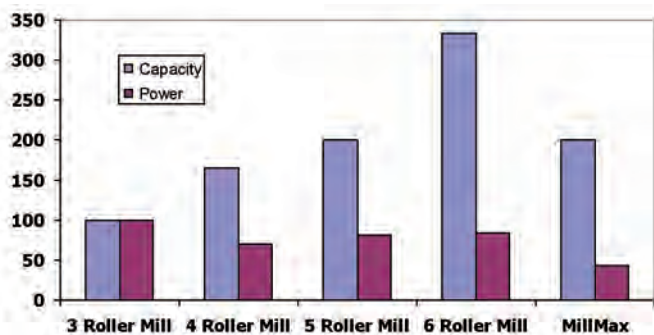
Le MillMax® est plus léger qu'un moulin conventionnel de par le fait qu'il y a un rouleau presseur en moins, qu'il n'y a pas de dispositif de pression hydraulique et pas de bagassière. Le couloir de limitation de la réabsorption équivaut, du point de vue des coûts de fabrication, à la bagassière et à la pression hydraulique. Par ailleurs, les moyens de fabrication à mettre en œuvre sont les mêmes que pour un moulin conventionnel. Ce gain de poids conduit à un génie civil simplifié. L'ensemble de ces deux éléments, équipement plus

léger et génie civil simplifié, permettent d'atteindre une réduction de l'investissement de - 30%, toutes choses égales par ailleurs.

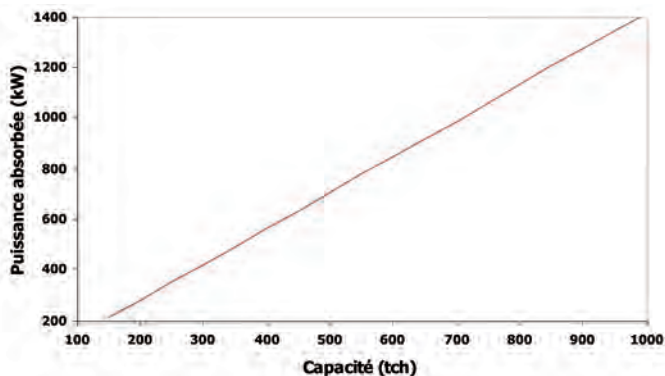
• Motorisation

Le MillMax® comporte un rouleau presseur de moins que les moulins conventionnels. Il ne comporte pas, non plus, de bagassière. Cela a comme conséquence que la puissance électrique absorbée sera beaucoup plus faible que pour un moulin conventionnel. La figure 12 compare les puissances pour les différentes technologies et la figure 13 donne les valeurs typiques de puissance absorbée par un MillMax® en fonction de la capacité. Ces valeurs prennent en compte des coefficients de sécurité car nous avons obtenu des valeurs de consommation énergétique de 7 kWh/tf pour un dernier moulin de batterie, à comparer à 10 - 13 kWh/tf pour les standards mondiaux actuels (Peter Rein, Cane Sugar Engineering, Bartens 2006).

Figure 12 : Capacités (tonnes de canne par heure) et puissances absorbées (kW) comparées entre moulin conventionnel et MillMax®



**Figure 13 : Puissances typiques absorbées par un MillMax®
Fibres : 14 % - Premier moulin**



• Performances

Les performances atteintes par les moulins conventionnels et les MillMax® sont très proches :

- en premier moulin, un MillMax® permet d'atteindre 76 - 77% d'extraction, ce qui est légèrement supérieur à ce qu'un moulin conventionnel permet d'atteindre, à savoir une extraction comprise entre 60 et 75% (Peter Rein),
- en dernier moulin, un MillMax® permet d'atteindre une humidité de bagasse inférieure ou égale à 50%, comme un moulin conventionnel.

• Maintenance

Le MillMax® ayant un rouleau presseur en moins qu'un moulin conventionnel, pas de bagassière et pas de pression hydraulique, les coûts de maintenance, remplacement des chemises et rechar-

gement permanent des surfaces, seront fortement réduits. Cette réduction est de 40% par rapport à un moulin conventionnel.

Le tableau ci-après présente une synthèse chiffrée des avantages procurés par les MillMax®.

Figure 14 : Coûts comparés moulin conventionnel - MillMax®

| Usine 10000 tcd Campagne 200 jours | Moulin conventionnel 4 rouleaux | MillMax | Ecart |
|---------------------------------------|------------------------------------|---------|--------|
| Investissement | 1 000 | 700 | -300 |
| Electricité (par an) | 103 | 71 | -32 |
| Maintenance (par an) | 76 | 46 | -30 |
| Coût complet (20 ans) | 4 580 | 3 040 | -1 540 |

Nota : la valeur de 1000 pour l'investissement concernant un moulin conventionnel à 4 rouleaux est une valeur de référence. Tous les autres coûts sont donnés relativement à cette valeur.

Le MillMax® est une technologie qui est, à tous points de vue, économique ou énergétique, particulièrement attractive.

6 - Conclusions et perspectives

La technologie conventionnelle des moulins d'extraction du jus de canne a évolué vers des équipements complexes qui sont coûteux, qui nécessitent une maintenance importante et dont la consommation énergétique est élevée. Pour rompre avec cette évolution, **Fives Cail** a mis en place une nouvelle technologie à deux rouleaux presseurs, le MillMax®, qui est parfaitement bien adaptée aux ateliers d'extraction existants et futurs pour des sucreries et des distilleries qui souhaitent optimiser leur production d'électricité. Cette technologie présente les avantages suivants, comparée à la technologie conventionnelle :

- un coût d'investissement et de génie civil réduit de 30 %,
- une maintenance réduite de 40%,
- une consommation énergétique réduite de 35%.

Nos références actuelles couvrent toutes les applications possibles des moulins : premier de batterie, dernier de batterie, batterie complète, répression derrière un diffuseur.