



19^{ème} Journée de l'AFCAS – le 16 décembre 2013



Restitution du XXVIII^{ème} congrès ISSCT

Compte Rendu Industriel

AFCAS



XXVIII Congrès ISSCT: du 24 au 27 juin 2013

- 850 délégués venant de 50 pays

- 327 communications :
 - 190 présentations
 - 137 posters

- **Partie industrielle**

- section ingénierie:
 - 15 présentations
 - 9 posters
- section process:
 - 21 présentations
 - 17 posters





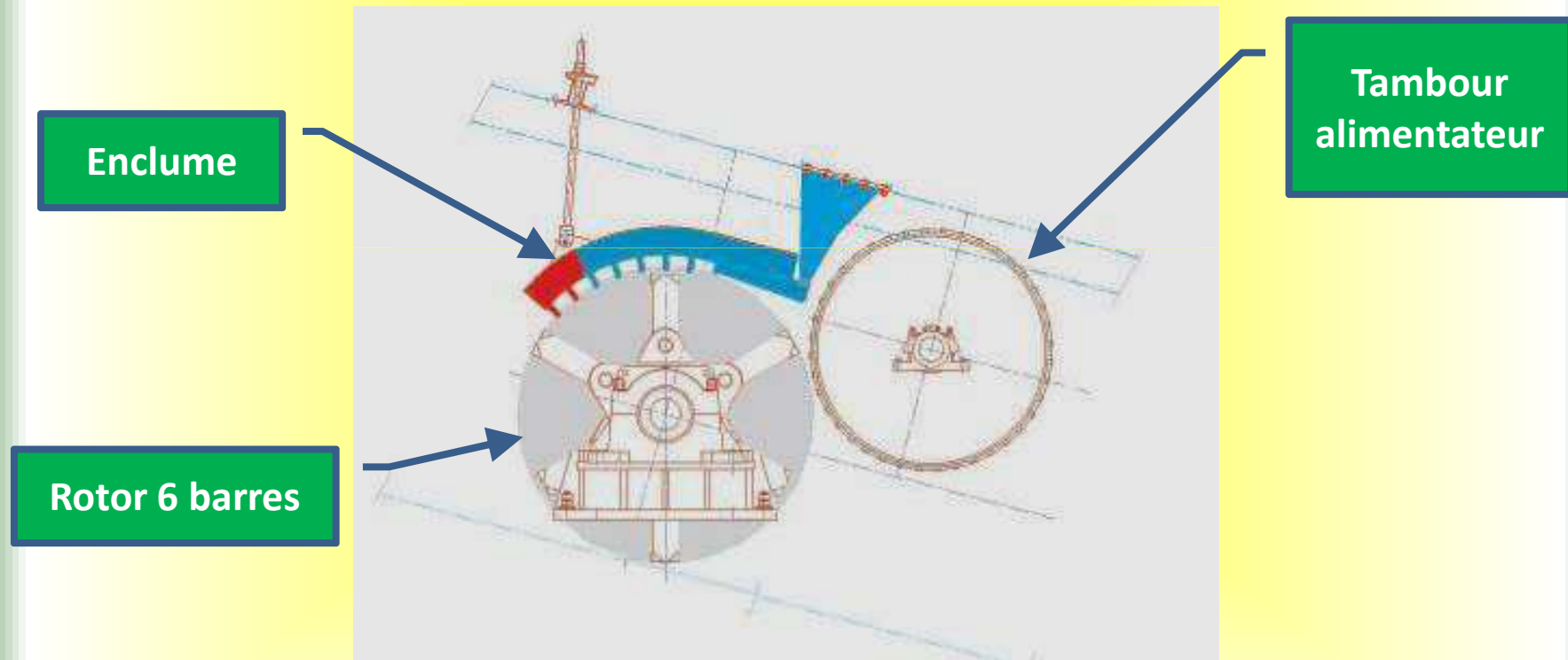
1) AVANT USINE

2) ARRIÈRE USINE

3) PRODUCTION D'ÉNERGIE



COMPARAISON DE DIFFÉRENTS SHREDDERS ET LEURS CONSÉQUENCES SUR LES PERFORMANCES DES DIFFUSEURS



Shredder type "brésilien" COP

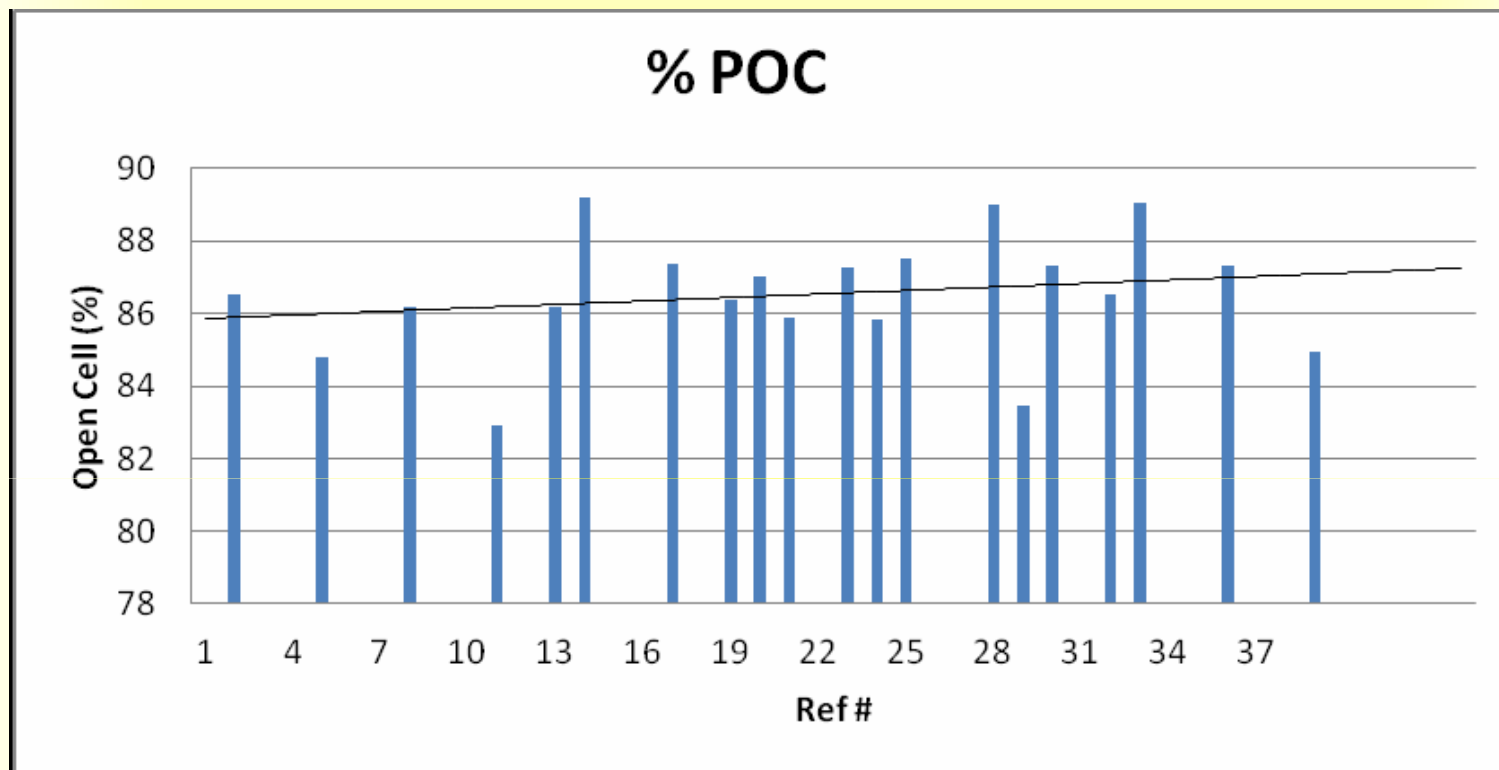


Type "Brésilien" COP

	COP 5	COP10
Nombre de rangées de marteaux	6	8
Poids marteaux	27 kg	23 kg
Couverture enclume	45°	45° à 60°
Vitesse périphérique	60 m/s	90 m/s
Niveleur	Oui	Oui
Coupe canne	Oui - 2	Oui - 2
IP	84-86	90-92
Consommation énergétique rotor + alimentateur (kW.h/tc)	3.5	> 5.5
Consommation énergétique Coupe(s) canne(s) + niveleur(s) (kW.h/tc)	Nécessaire 4.9	Nécessaire 4.9
Consommation énergétique totale (kW.h/tc)	8.4	> 11



Type "Brésilien" COP



**Shredder Maxcell
avec enclume de 45°**



Type "Brésilien" COP



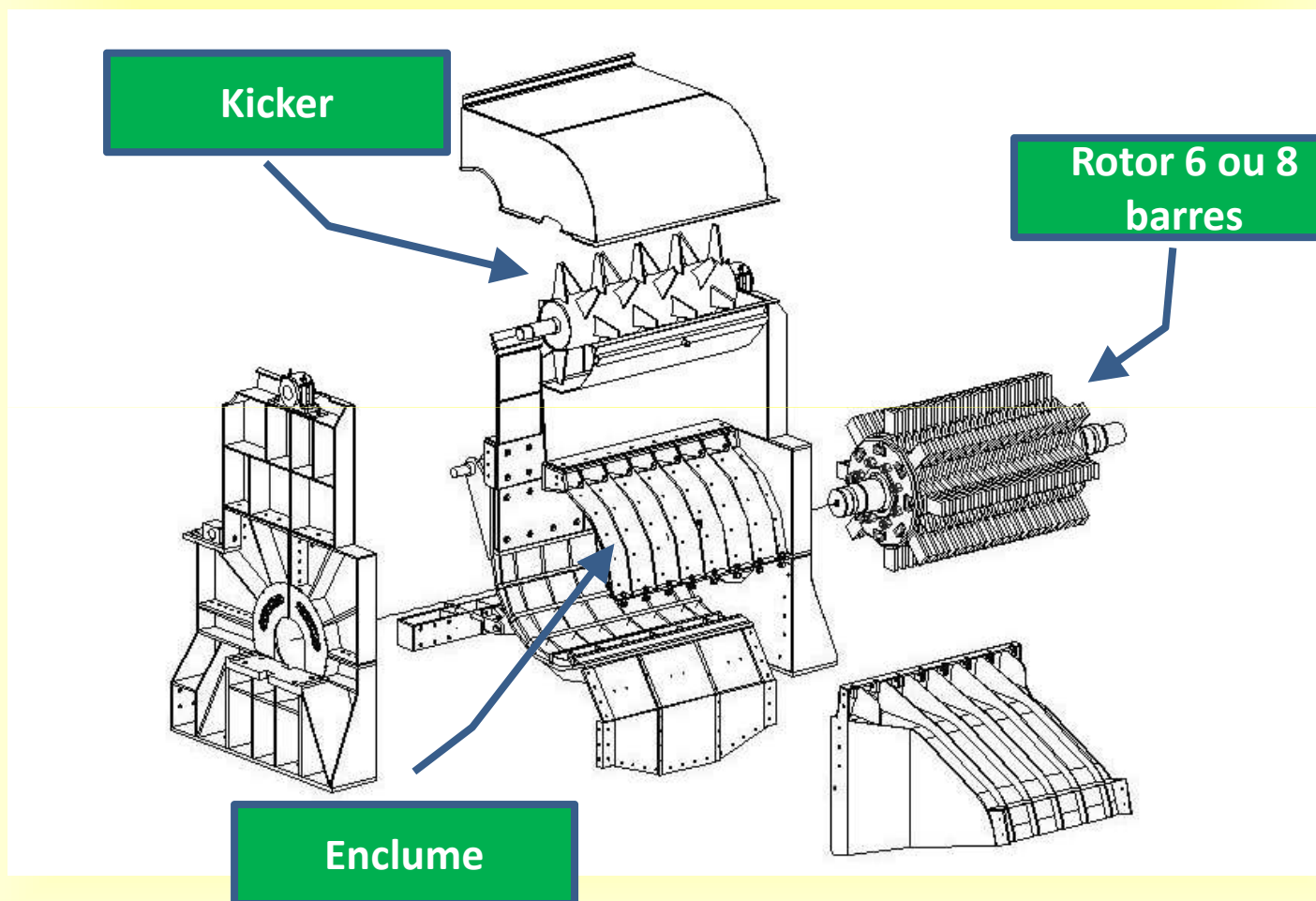
Qualité de la préparation jugée pauvre

Percolation acceptable

Fibres longues mais des parties non préparées



Type "Tongaat" - Gravitaire

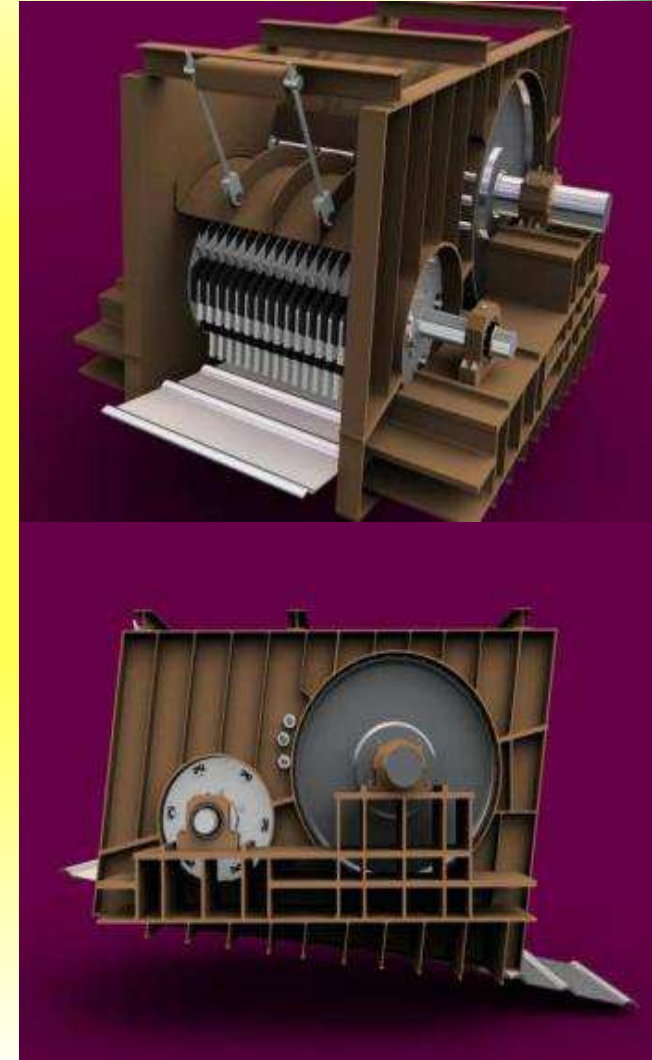
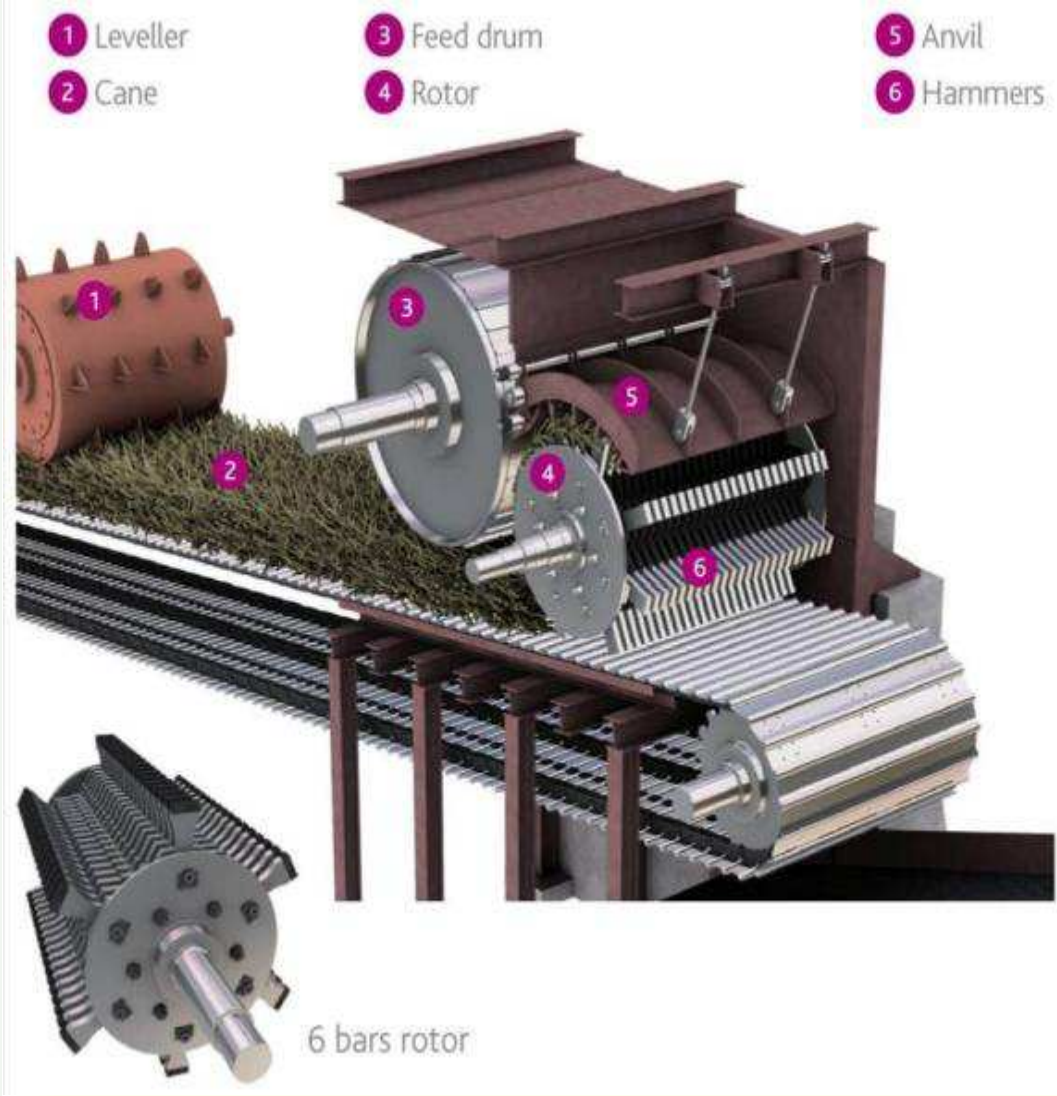




AFCAS



IN LINE SHREDDER





Gravitary fed and In-Line shredders

	Tongaat type	In-Line type
Nombre de rangées de marteaux	6	6 à 8
Poids marteaux	20 kg	25 kg
Couverture enclume	90° à 110°	90° à 110°
Vitesse périphérique	90 m/s	90 m/s
Niveleur	Oui	Oui
Coupe canne	Oui – 1 ou 2	non
IP	>90	>90
Consommation énergétique rotor + alimentateur (kW.h/tF)	45	55
Consommation énergétique Coupe(s) canne(s) + niveleur(s) (kW.h/tF)	50	10
Consommation énergétique totale kW.h/tF	90	65
kW.h/tC	13	9/10



Type Tongaat



Qualité de la préparation jugée bonne

Percolation bonne

Fibres plus courtes mais bonne homogénéité de la préparation



Type en-ligne



Qualité de la préparation jugée bonne
Percolation bonne
Fibres longues mais des parties non préparées



Fibre issue
d'un shredder en-ligne



Fibre issue
d'un shredder gravitaire





- Pour diffuseur:
 - Préparation > 90%
 - Fibre longue
 - Absence d'un excès de particules fines
 - → risque de mauvaise percolation / "inondation"
 - → risque d'instabilité du diffuseur



Recommandations de l'auteur:

Pour des diffuseurs de canne:

	Brésilien	Gravitaire	In-line
Extraction	+	+++	++
Stabilité du diffuseur	+	+++	+++
Longueur des Fibres	+	++	+++
Consommation énergétique	-	+	+++

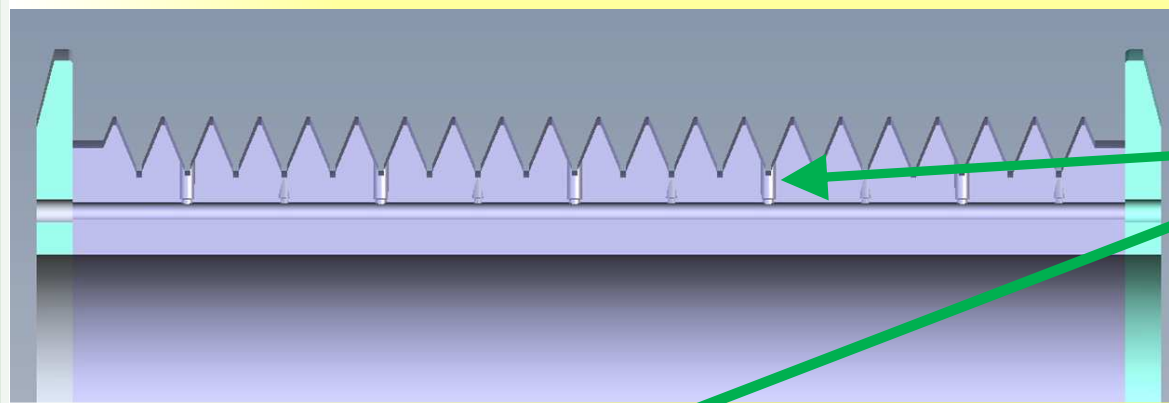
Pour des diffuseurs de bagasse:

La longueur des fibres est à privilégier sur les autres critères

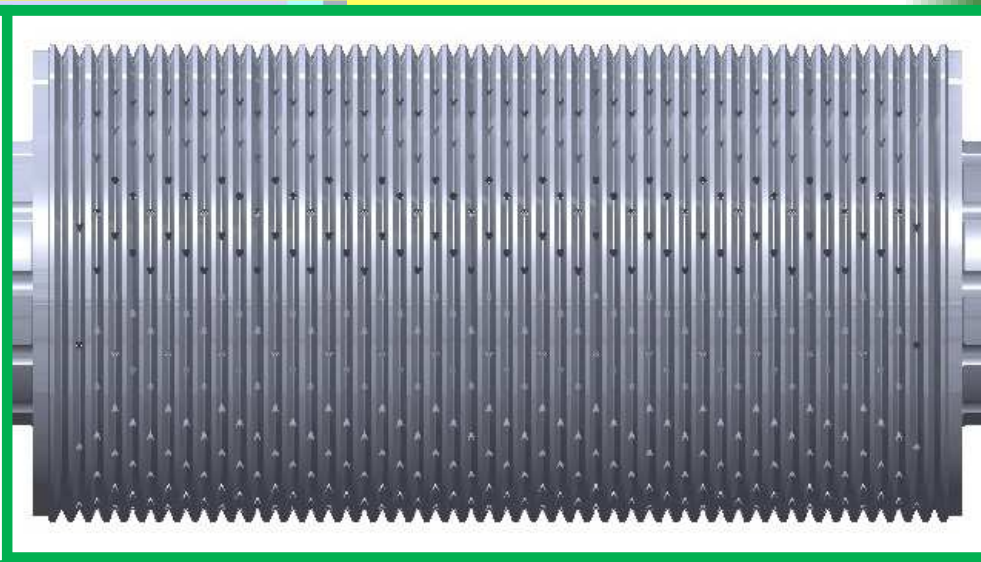
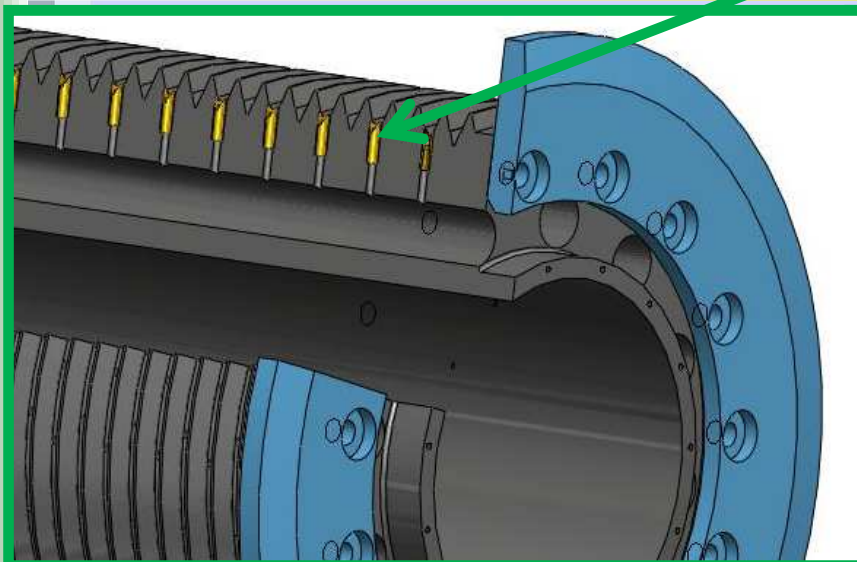
→ Shredder en ligne recommandé



REDUCTION DE LA REABSORPTION DU JUS UTILISANT DES CYLINDRES DE MOULIN MUNIS DE DRAINS INTERNES



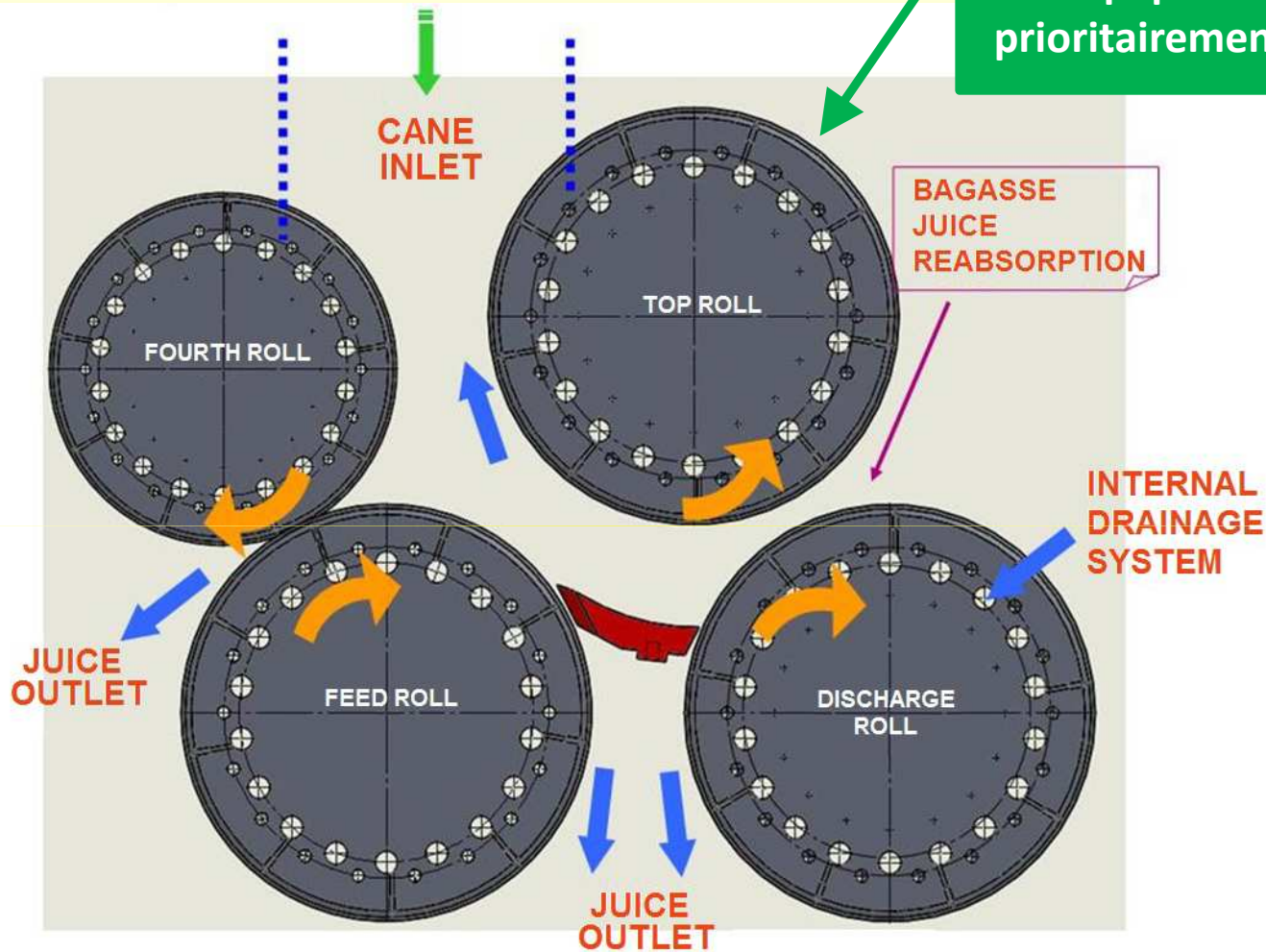
buses
divergentes avec
effet "vortex"



Rouleau supérieur avec 1 248 buses



Rouleau à équiper prioritairement



Généralisation de l'usage de rouleaux perforés
Jusqu'à 20 drains latéraux par chemise



Diam. Orifice buses	1 / 4 " (6.3mm) à 5/16" (7.9 mm)
Longueur	2" (50mm) à 3" (76mm)
Forme	cône divergent
Type	insert
Matière	plastique, acier, bronze,
Direction	radiale

Amélioration de la prise de la canne
Possibilité d'insérer des chevrons
Possibilité de réaliser de l'arcking

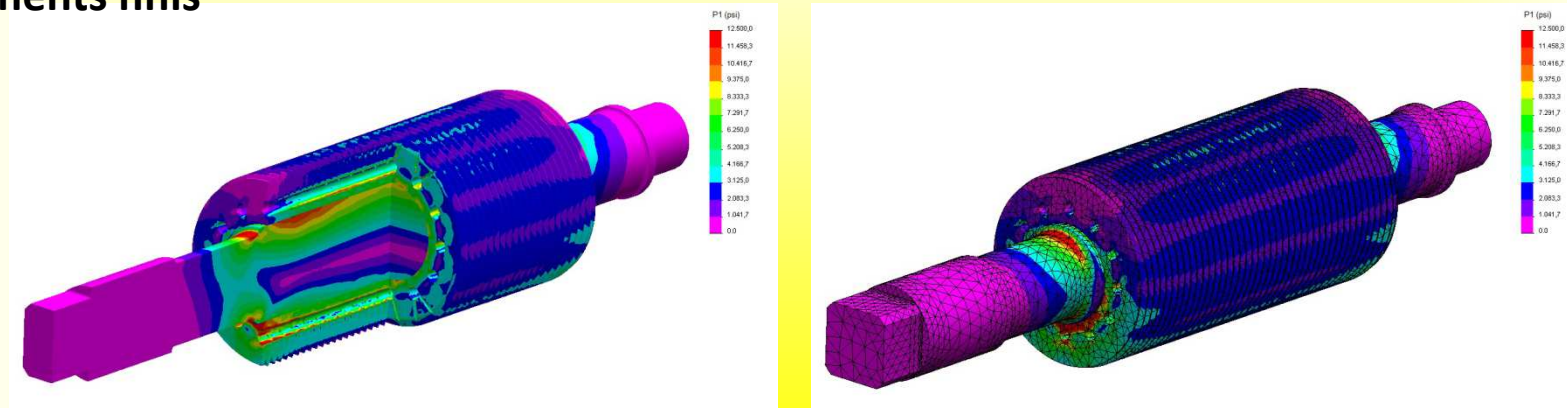


• Caractéristiques de fabrication

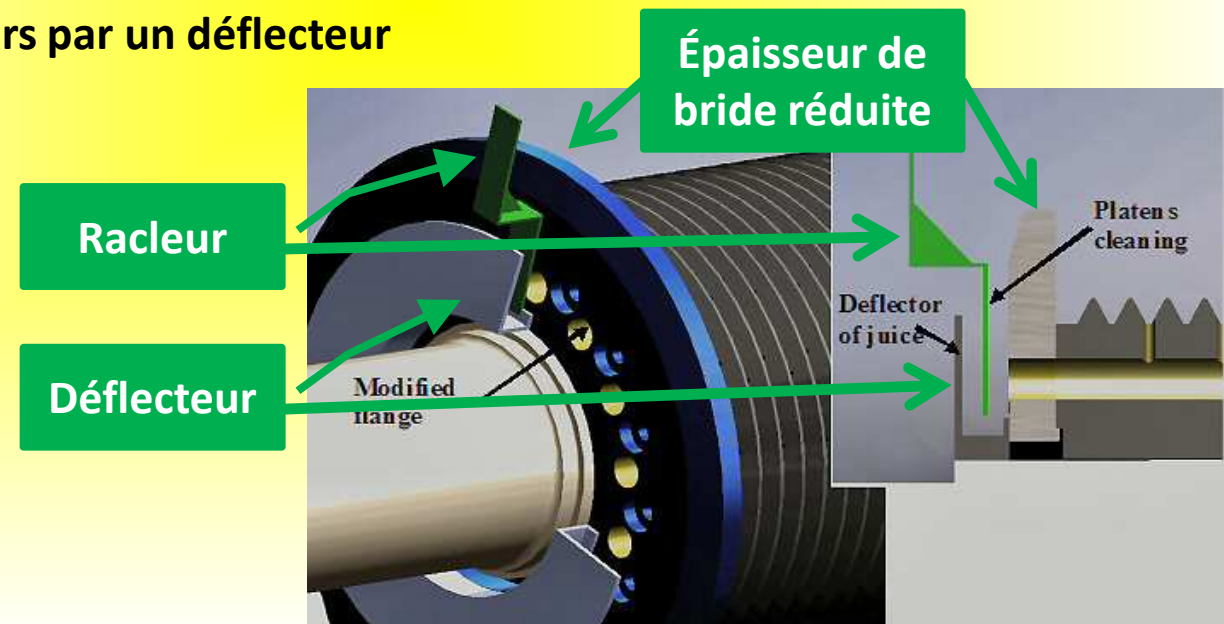
- Rarement en acier, qui est plus sensible à la corrosion que la fonte
- Fonte lamellaire ou ductile peut être employée.
- Rupture >275.6 Mpa et dureté 200 à 260 HBN avec structure perlitique
- Tubes de drainage latéraux sont en acier (moins cher qu'un perçage de la chemise)
- Quelques chemises en Inox 410 / 690 Mpa / 400 Brinell pour jus très corrosif
- Déconseillé de les percer près des extrémités latérales des chemises
- Eviter l'alignement des perçages



- Fragilisation de la structure du rouleau – nécessite une vérification de calcul par éléments finis



- Nécessite une adaptation pour nettoyage régulier. Débouchage des buses et raclage.
- Protection des paliers par un déflecteur





- **Intérêt croissant**
- **500 rouleaux perforés en opération en Amérique centrale et Amérique du sud dans plus de 50 usines.**
- **Bénéfices process**
 - **limite les sorties de jus par la partie supérieure pour les rouleaux alimentateur et supérieur**
 - **en moyenne -2% humidité bagasse**
 - **extraction réduite améliorée > 97% en Colombie**
 - **1er moulin à 4 rouleaux perforés: Extraction \geq 75%**



Sugarmill / Country	Milling TCD	Number of mills	Mills with XM rolls	XM roll position in the mill	Fiber % cane	Water imbibition % cane	Moisture in bagasse %	Sucrose in bagasse %	Extraction reduced at 12.5% fiber
Mayaguez / Colombia	7600	6	All	Top	18.0%	32.0%	49.0%	1.9%	97.0%
Risaralda / Colombia	5000	6	First and sixth	Top	13.5%	24.0%	47.0%	1.7%	97.0%
La Cabaña / Colombia	5600	6	All	Top	16.5%	30.5%	49.5%	1.8%	97.0%
Providencia / Colombia	9500	6	All	Top in all and all 4 rolls of first mill	15.5%	28.0%	47.0%	1.6%	97.1%
Incauca Fulton/ Colombia	7400	6	All	Top	15.6%	30.9%	47.3%	1.8%	97.0%
Incauca Farrel / Colombia	4400	6	1, 3, 4, 5 and 6	Top in all and discharge in first mill	15.6%	29.8%	48.0%	1.7%	97.0%
Castilla / Colombia	7200	6	3, 5 and 6	Top	15.4%	30.5%	50.3%	1.8%	97.2%
Riopaila / Colombia	8500	6	2, 5 and 6	Top	14.8%	29.5%	46.5%	2.1%	96.8%
Carmelita / Colombia	2000	6	Sixth	Top	17.0%	31.2%	50.2%	2.1%	96.6%
La Troncal / Ecuador	10500	6	1, 2 and 6	Feed in mill 1, top in mill 2, feed and top in mill 6	16.6%	20.9%	48.2%	1.8%	96.2%
Valdez / Ecuador	9000	1	One dryer mill	Feed and top	13.2%	<i>Diffuser</i>	50.5%	N/A	N/A
San Carlos TB/ Ecuador	9000	5	All	Top in all and discharge in 2, 3 and 5	13.5%	32.3%	49.2%	1.7%	96.2%
San Carlos TA/ Ecuador	4300	6	1, 3, 4, 5 and 6	Top in 1, 3, 5 and 6, discharge in mill 4	13.5%	33.5%	49.1%	2.0%	95.5%
Santa Rosa / Panama	7500	6	1, 2, 5 and 6	Top	15.3%	26.9%	49.7%	2.1%	95.7%
Varela / Panama	640	3	All	Top and discharge in all	15.0%	30.0%	48.1%	2.0%	N/A
La Victoria / Panama	6630	5	All	Top	15.1%	23.1%	50.9%	2.8%	92.9%
Alange / Panama	5300	6	First and sixth	Top	14.5%	26.9%	53.0%	2.9%	93.4%
Laredo / Peru	4500	6	First and sixth	Top	15.7%	33.9%	50.4%	1.4%	97.5%
Paramonga / Peru	4400	5	1, 2 and 6	Top	13.7%	23.1%	49.1%	2.2%	95.6%
San Jacinto / Peru	3000	5	First and fifth	Top	13.8%	28.9%	48.2%	1.8%	96.6%
Casagrande TB/ Peru	6000	6	Sixth	Feed, discharge and top	14.0%	26.0%	47.0%	1.7%	96.9%



$E_r > 97\%$



APPLICATION DE LA TRIBOLOGIE POUR AMÉLIORER LA DURÉE DE VIE DES COUSSINETS ET DES ARBRES DE MOULINS

Usure prématurée des coussinets des rouleaux supérieurs au niveau des interfaces.

- Pression élevée / effort mécanique intense / vitesse faible
- Matériaux de construction et dureté
- Lubrification limite
- Levée hydraulique augmente le risque de contamination par le jus + matériaux étrangers
- Refroidissement parfois insuffisant, etc.
- Alignement arbre / coussinet



Dans le cas des paliers de moulins, c'est le régime de lubrification de limite qui prédomine:

- Echange thermique élevé par friction
- Contact direct entre arbre et coussinets (aspérités contre aspérités)
→ propice au matage des surfaces, usure par abrasion, adhérence des matériaux

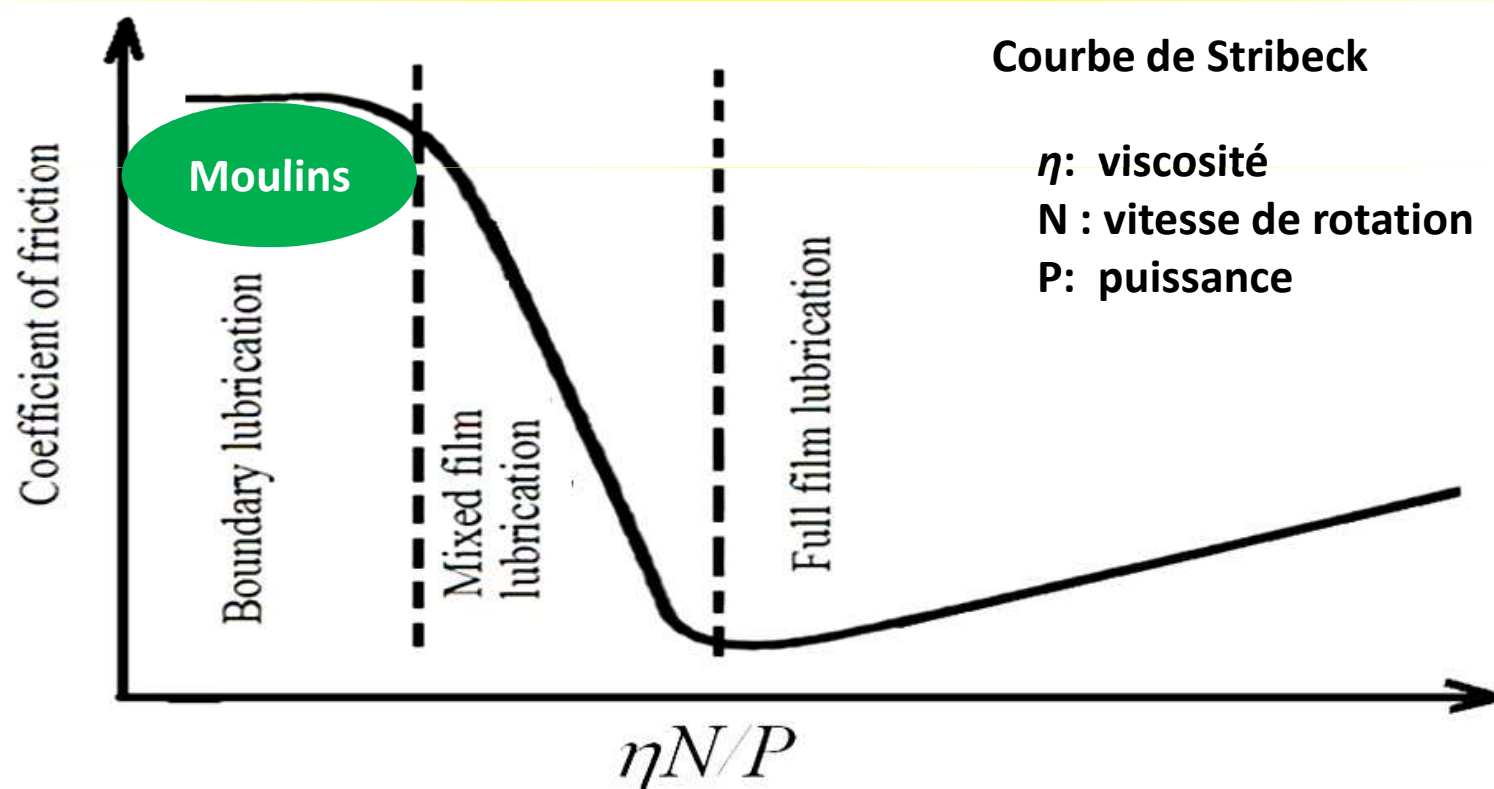




Table 1—Mill roll size and operating data.

S. No.	Particulars	Units	Size
1	Mill roll diameter	mm	1020
2	Roll length	mm	2030
3	Design crush rate	t/h	340
4	Fibre (% Cane)	–	15
5	Design hydraulic load	kN/m	2300
6	Design torque at top roll square end	kN–m	1167
7	Mill roll speed	r/min	4–5
8	Journal diameter (d_{shaft}) × Length (L)	mm × mm	500 × 660
9	Height of top roller bearing	mm	425
10	Bearing liner thickness	mm	30
11	Roll shaft material	–	Forged carbon steel with hardness of 170 BHN
12	Bearing liner material	–	Leaded bronze with hardness 65–85

Table 2—Mechanical and thermal properties of shaft and bearing liner materials.

S. No.	Properties	Units	Shaft material	Liner material
1	Yield strength (0.2%)	MPa	310	120
2	Ultimate tensile strength	MPa	630	230
3	Young's modulus (E)	N/m ²	2.0×10^{11}	0.97×10^{11}
4	Modulus of rigidity (G)	N/m ²	0.80×10^{11}	0.44×10^{11}
5	Poisson's ratio (ν)	–	0.3	0.33
6	Thermal expansion coefficient (α)	(m/m/°C)	12×10^{-6}	18×10^{-6}
7	Thermal conductivity (k)	Watt/m/°C	30	47
8	Specific heat (C_p)	J/kg–K	450	380
9	Load carrying capacity	MPa	–	21 to 28
10	Maximum operating temperature	°C	300	232 to 260

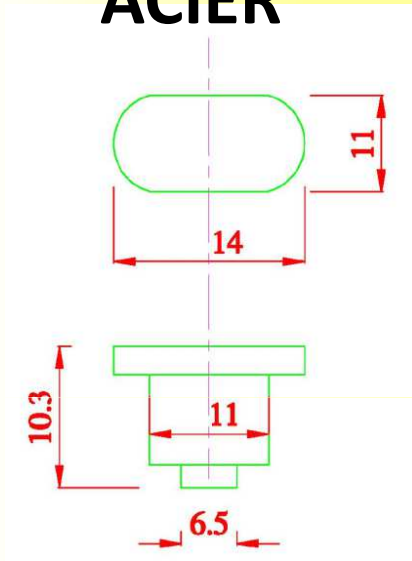
Charge radiale: 292 tonnes

Vitesse de glissement arbre / coussinet: 0.12 m/s



Test de friction sur éprouvettes de géométries différentes

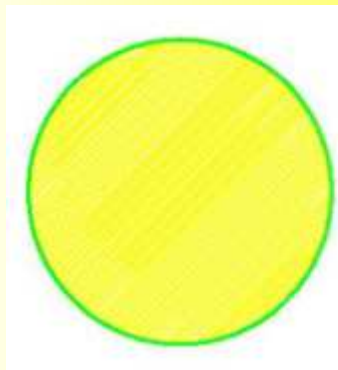
ACIER



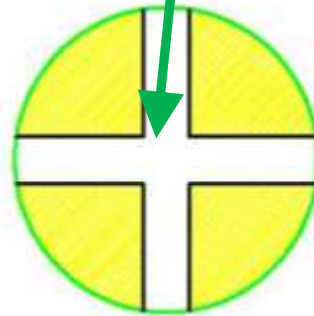
- (a): Sliding face without lubrication channel
- (b): Sliding face with cross lubrication channel
- (c): Sliding face with channel along the sliding direction
- (d): Sliding face with multiple grooves

Solution retenue

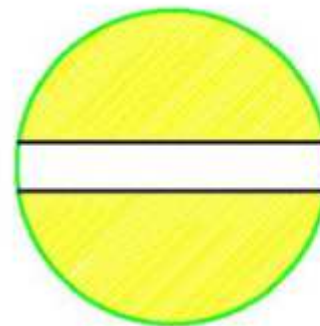
BRONZE



a



b



c



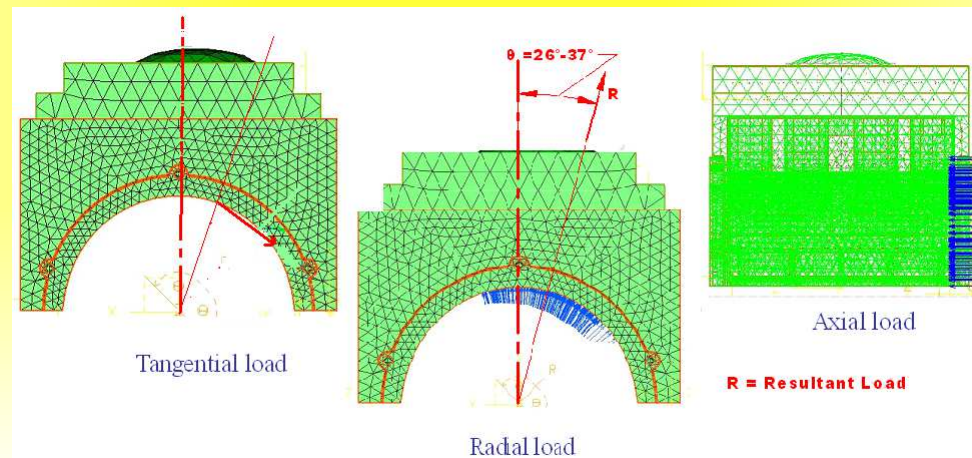
d



Coef de friction acier / bronze évolue de :
0.10/0.15 en mode lubrification limite
0.05/0.10 en mode lubrification mixte
0.20 /0.40 en mode frottement sec

Simulation de l'augmentation de la température → nouveau jeu défini entre arbre et coussinet

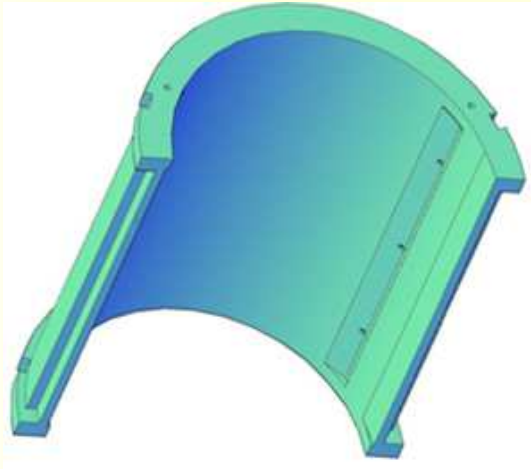
Calcul de la déformation du coussinet vs température et contrainte mécanique



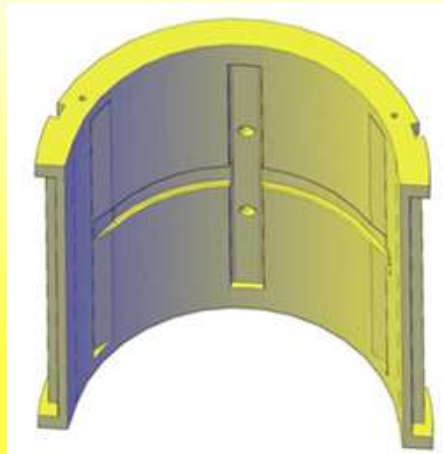


• **Modifications apportées:**

- Jeu radial revu entre coussinet et arbre pour permettre la dilatation du palier et du coussinet.
- Canaux de lubrification afin de s'approcher du régime de lubrification mixte
- Rainurage central en croix pour améliorer la lubrification avec effet tampon
- Dureté des coussinets augmentée de 170 BHN à 230 BHN par laminage à froid
- Finition de surface du coussinet améliorée.



Ancien design



Nouveau design



Après une campagne sucrière

Test sur 1 moulin 4 rouleaux Ø 1020 × 2030 mm

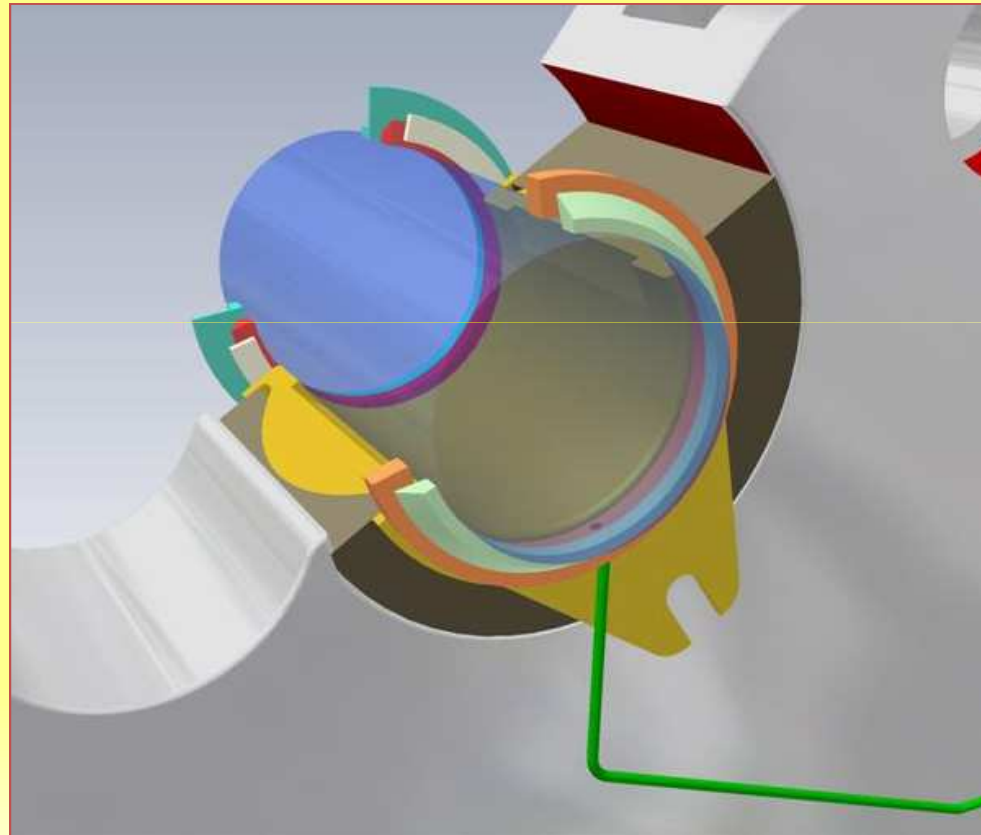
Création d'une zone "tampon"

Observation après 1 campagne sucrière:

- Température du palier réduite (eau sortant à 70°C pour 33°C entrée)
- État de surface préservé
- Absence de matage



COUSSINETS ROTULES EN BRONZE AUTO-ALIGNANTS





1) AVANT USINE

2) ARRIÈRE USINE

3) PRODUCTION D'ÉNERGIE



AFCAS



Station d'évaporation à flot tombant pour une sucrerie de canne

Sucrerie de canne Indian Cane Power Ltd. (ICPL - Karnatala) cogénère pour le réseau local

- Objectif: Augmenter le rendement énergétique en réduisant la consommation spécifique de vapeur
- ICPL met en oeuvre des nouvelles technologies afin d'augmenter leur production de sucre et leur capacité de cogénération d'électricité à partir de bagasse





ICPL configuration originelle de l'usine:

- évaporateurs à grimpage + à flot tombant
- cuites continues pour cristallisation

Nouvelle évaporation 5 effets à flot tombant

- conçu pour 7000 tc/j
- FFE1 – 4000 m²
- FFE2 – 4000 m²
- FFE3 – 4000 m²
- FFE4 – 1000 m²
- FFE5 – 1000 m²

Installé en 2011

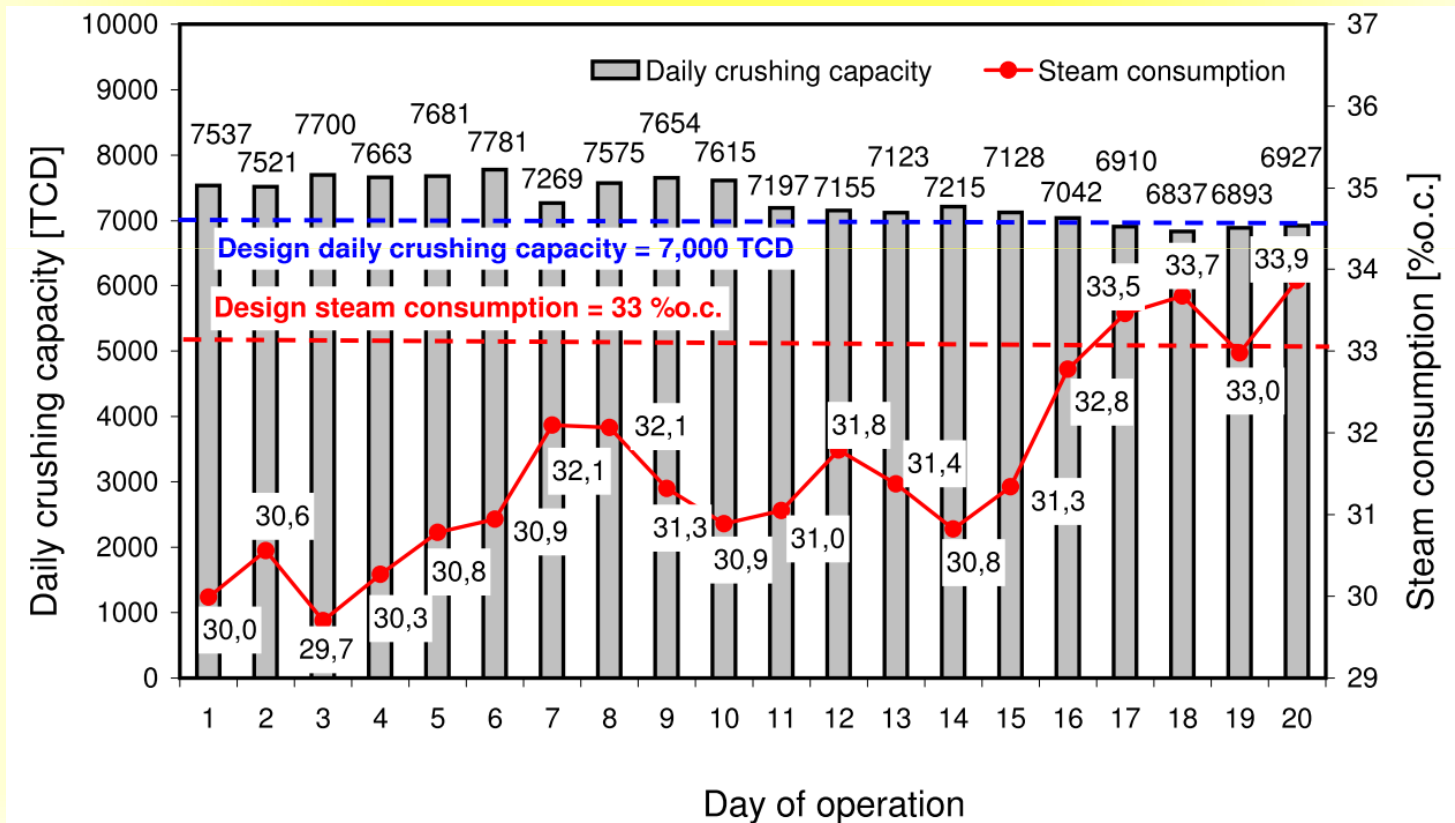
- + équipements complémentaires, pompes, réchauffeurs de jus, bacs





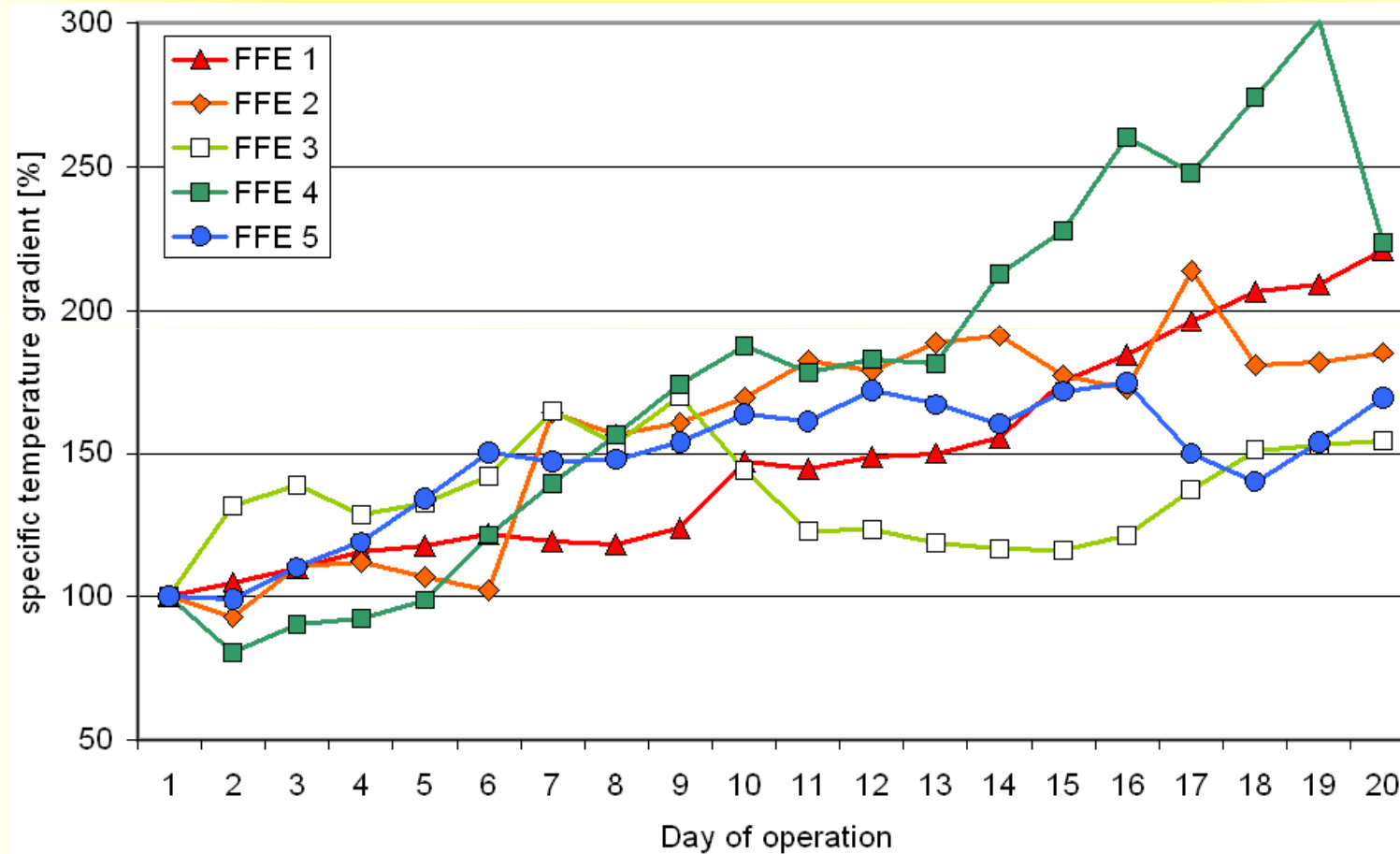
Conditions d'opération:

- Broyage 7,000 tcj
- Brix jus de 15 % à 65 %
- Température vapeur 1: 116 °C
- Température vapeur 5: 75 °C
- Consommation vapeur: 33 %. Canne à 2.1 bar abs.










Incrustation → augmentation delta T utile
21 jours: > 200%





Analyse des incrustations

Effect	FFE 1	FFE 2	FFE 3	FFE 4	FFE 5
Calcium carbonate	2.8 %	3.1 %	< 0.1 %	1.5 %	2.9 %
Calcium phosphate	42.8 %	6.6 %	3.5 %	3.0 %	1.4 %
Calcium sulphate	11.2 %	19.7 %	32.3 %	31.8 %	27.5 %
Calcium sulphite	0.1 %	14.4 %	< 0.1 %	1.8 %	< 0.1 %
Silicate	0.4 %	9.3 %	21.1 %	34.9 %	31.8 %
Scale samples					
Scale structure	Soft, thin layer. Can easily be scraped off.	Soft, thin layer. Can easily be scraped off.	Hard, thick layer. Difficult to remove mechanically.	Very hard, thin layer. Very difficult to remove mechanically.	Very hard and compact, thick layer. Very difficult to remove mechanically.

Épuration du jus: phospho-défecation avec sulfitation du jus clair

- Riche en phosphate de calcium dans les 1ers effets: incrustation "molle"
- Riche en sulfite de calcium dans les 1ers effets
- Riche en sulfate de calcium dans les derniers effets : incrustation "dure"
- Riche en silicate dans les derniers effets incrustation très "dure"



Nettoyage chimique standard après 30 jours d'opération

Nettoyage alcalin avec 6 % soude caustique à 100 °C pendant 8 h

Nettoyage acide (acide sulfamique) à 100 °C pendant 8 h











■ ***Resultat***

- FFE1: très bon nettoyage, surfaces d'échange propres
- FFE2: très bon nettoyage, surfaces d'échange propres
- FFE3: bon nettoyage, surfaces d'échange globalement propres
- FFE4: pauvre nettoyage, tubes toujours encrassés
- FFE5: pauvre nettoyage, tubes toujours encrassés

■ ***Conséquence***

- FFE1, FFE2, FFE3: Nettoyage chimique après 30 jours
- FFE4, FFE5: alternance nettoyage chimique et haute pression sur des périodes d'opération plus courtes.



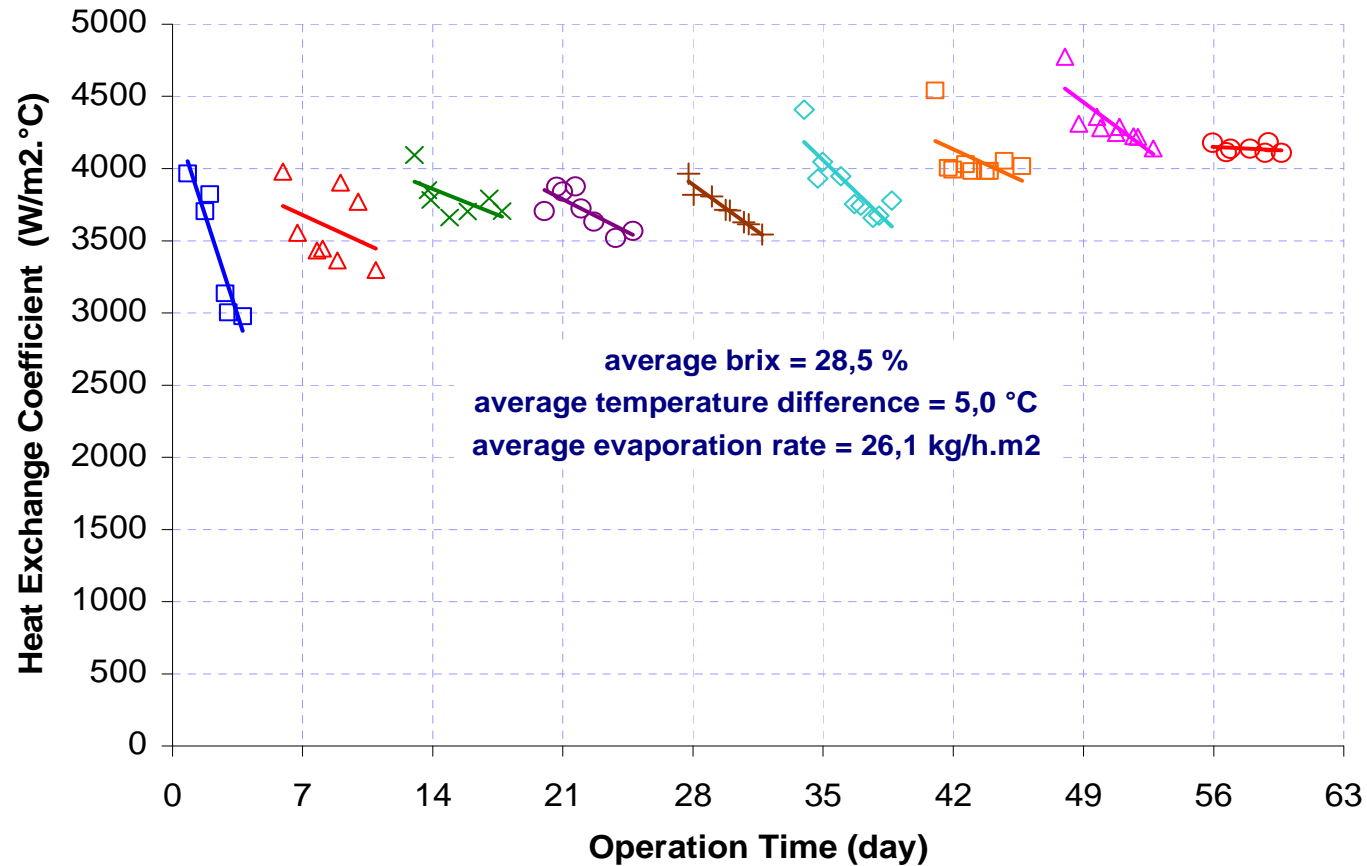
Effect	Before cleaning	After cleaning	Cleaning effect
FFE 1			Very good. Heating tubes are clean.
FFE 2			Very good. Heating tubes are clean.
FFE 3			Good. Heating tubes are largely clean.
FFE 4			Poor. Heating tubes still covered with considerable encrustations.
FFE 5			Poor. Heating tubes still covered with considerable encrustations.



- Evaporation 5 effets à flot tombant et système de cristallisation continue alimenté en VP3 permet une consommation moyenne de vapeur de 30 à 33 % canne.
- Favorise la production d'électricité pour l'exportation
- L'incrustation progressive durant plusieurs semaines (jusqu'à 30j), entre 2 nettoyages, limite la capacité de broyage
- La composition de l'incrustation varie du premier effet (principalement phosphate de calcium) jusqu'au dernier effet (Sulphate de calcium et silicate)
- Nécessité d'adapter le nettoyage en fonction des effets
 - Effets 1, 2, 3 : nettoyage chimique seul
 - Effets 4, 5: nettoyage chimique + mécanique
- La majorité des gaz incondensables sont extraits du jus dès le premier effet.



Essais CEFT – LeGol 2008





1) AVANT USINE

2) ARRIÈRE USINE

3) PRODUCTION D'ÉNERGIE



AFCAS



AMÉLIORATION DE LA BAGASSE PAR SÉCHAGE À LA VAPEUR SURCHAUFFÉE





AFCAS



Récolte et transport

Energie pour séchage
Gaz chaud de charbon



Sécheur de pulpe

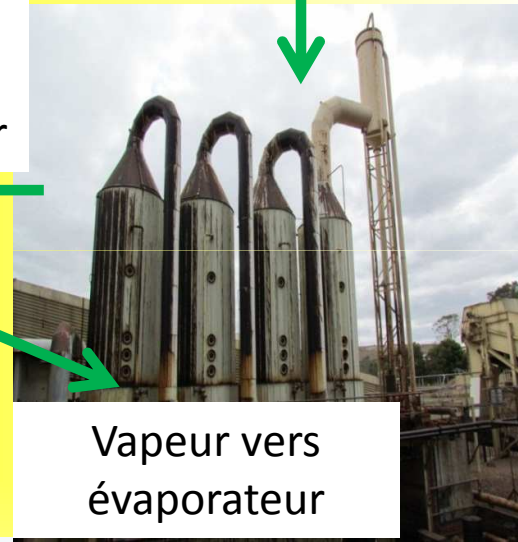
Fibre + sirop
séchés < 12%H
vers emballage



Broyeur



Jus vers évaporateur



Sirop
vers
sécheur

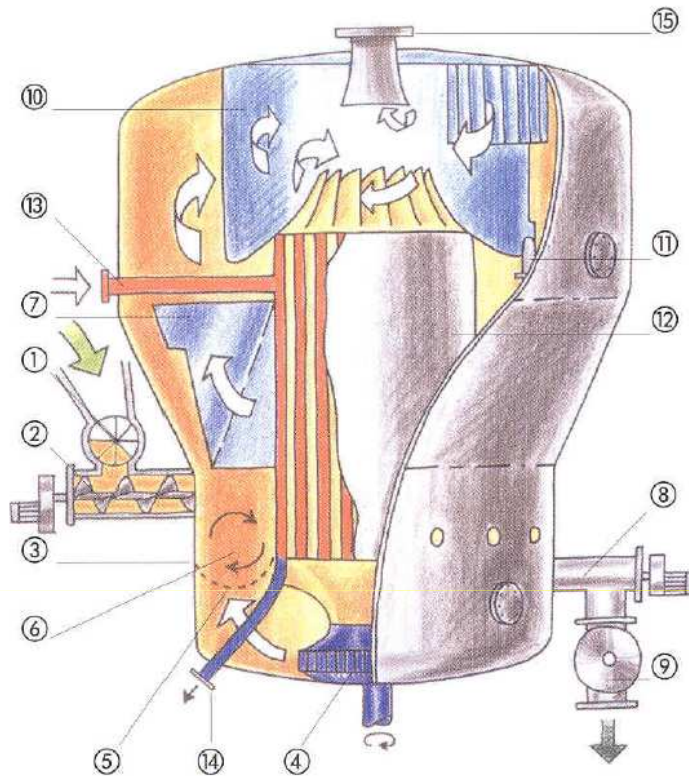
Vapeur vers
évaporateur





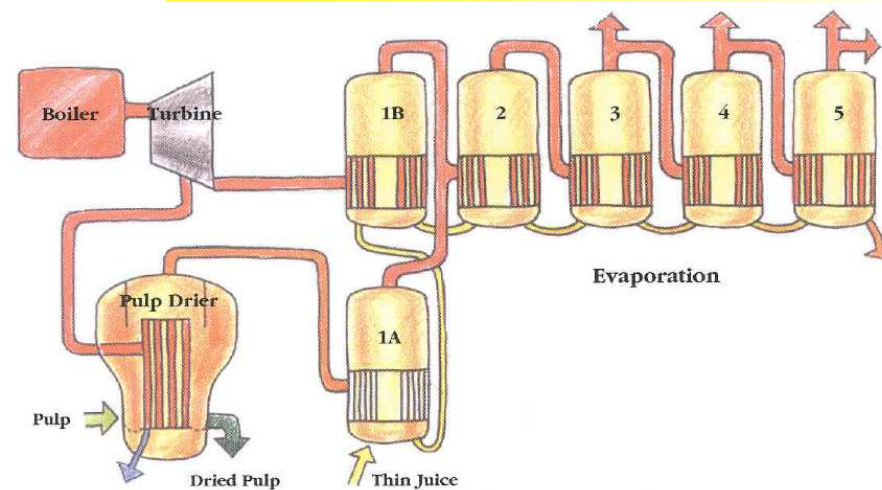
Séchage par vapeur surchauffée – projet CowCandy™

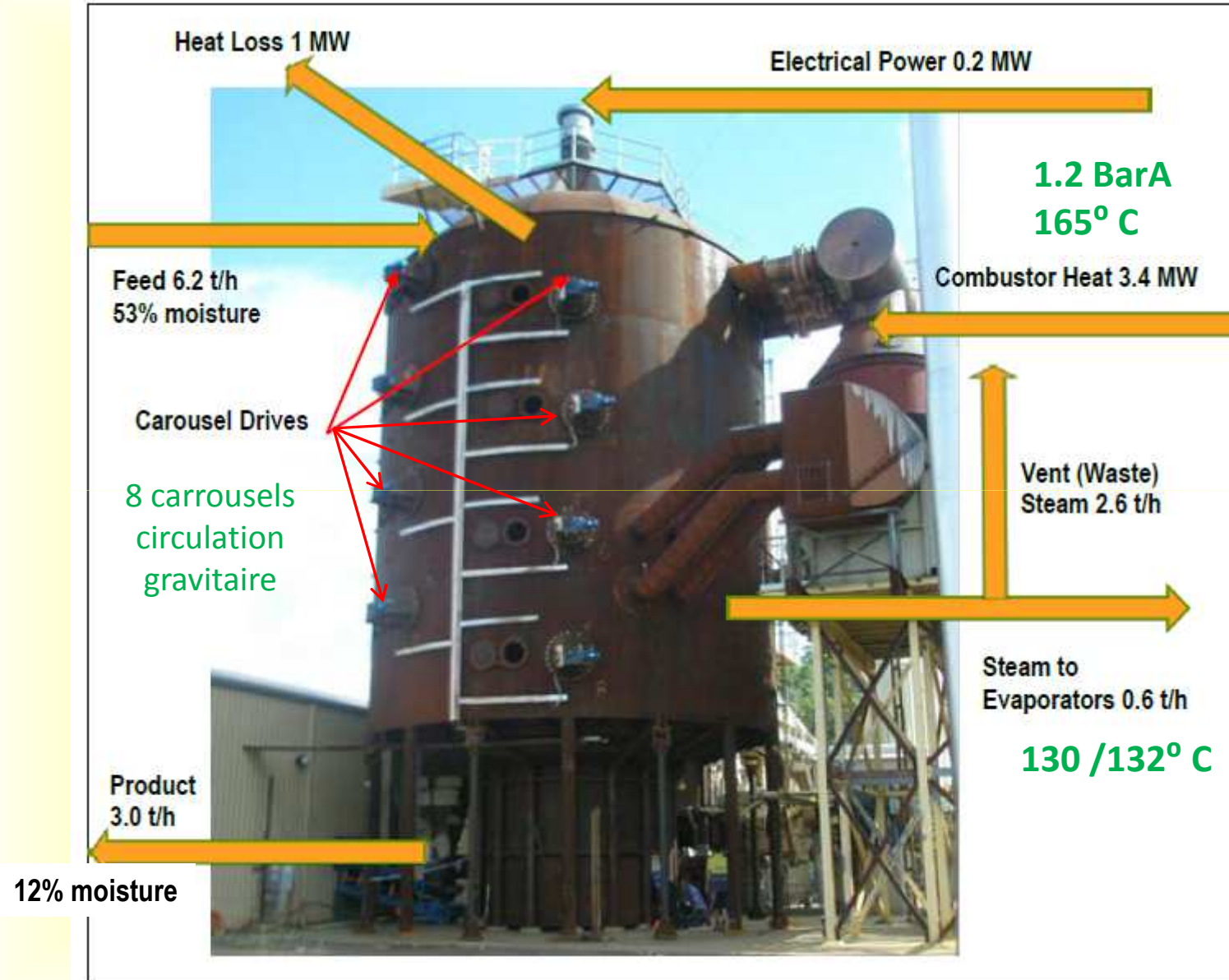
- 3 phases
 - 2003-2004: Prototype, sécheur à lit unique
 - 2005-2007: Semi-commercial, sécheur à 4 lits + pressage/emballage
 - 2007-2010: Échelle Commerciale. Lancement du projet, phase d'installation et tests "greenfield"
 - 2011: mise en service et tests
 - 2012: production industrielle
- Résultats
 - Quelques adaptations requises entre les différentes échelles:
 - Manutention des produits telle que l'arrivée de la canne avec feuilles + partie supérieure
 - La vanne de déchargement et d'étanchéité du sécheur a dû être revue
 - Améliorations de certaines parties des tamis, carrousel et distribution à l'entrée du sécheur
 - Contrôlé par 1 seul opérateur
 - Humidité du produit final stabilisée autour de 12% . Possibilité d'humidité plus réduite $H < 10\%$
 - Ouvre vers des opportunités de valorisation de la bagasse.



PCI Bagasse = 4250 – 12s – 48.5w (Hugot)
1% sucre
49% Humidité → 1.860 kcal/kg
25% Humidité → 3.025 kcal/kg
10% Humidité → 3.753 kcal/kg

PRINCIPE DU SECHEUR PAR VAPEUR SURCHAUFFÉE









SECHAGE PAR VAPEUR SURCHAUFFÉE

Conclusions

- Faisabilité technique du séchage de bagasse prouvée
- Vapeur surchauffée est un fluide très efficace pour le séchage en sucrerie en réduisant les risques par rapport à des sécheurs conventionnels.
- Le séchage de la bagasse augmente la production d'énergie de la sucrerie de canne
- L'efficacité de la co-génération peut être améliorée par ce procédé
- Ouvre sur la possibilité de production d'énergies renouvelables (bio-fuels) par torrefaction, pyrolyse rapide et gasification.
- Une technologie qui peut maximiser le potentiel énergétique de la canne à sucre.



Rendement de transformation de la biomasse sèche – Hugot 2010

Process	Typical process conditions	Char wt%	Liquid wt%	Gas wt%
Fast Pyrolysis	500 °C, high heating rate, short vapour residence time (< 2s)	10–20	60–75	10–20
Vacuum Pyrolysis	450 °C, low heating rate, long–medium vapour residence time (few minutes)	20–30	35–45	25–35
Slow Pyrolysis	500 °C, low heating rate, long–long vapour residence time (5 min –30 min)	25–35	30–45	25–35
Torrefaction	300 °C, low heating rate, long vapour residence time	70	0	30
Gasification	>800 °C, high heating rate, long vapour residence time	10	5	85

Fuel	HHV (MJ/kg)	Density (kg/L)	Energy density (MJ/L)	Energy equivalence
Dry bagasse	18.7	0.1	1.9	1
Bio-char	30	0.3	9	5
Bio-oil (20% moisture)	18	1.2	21.6	12
Fossil oil	40	0.9	37.6	20

HHV: Higher Heating Value



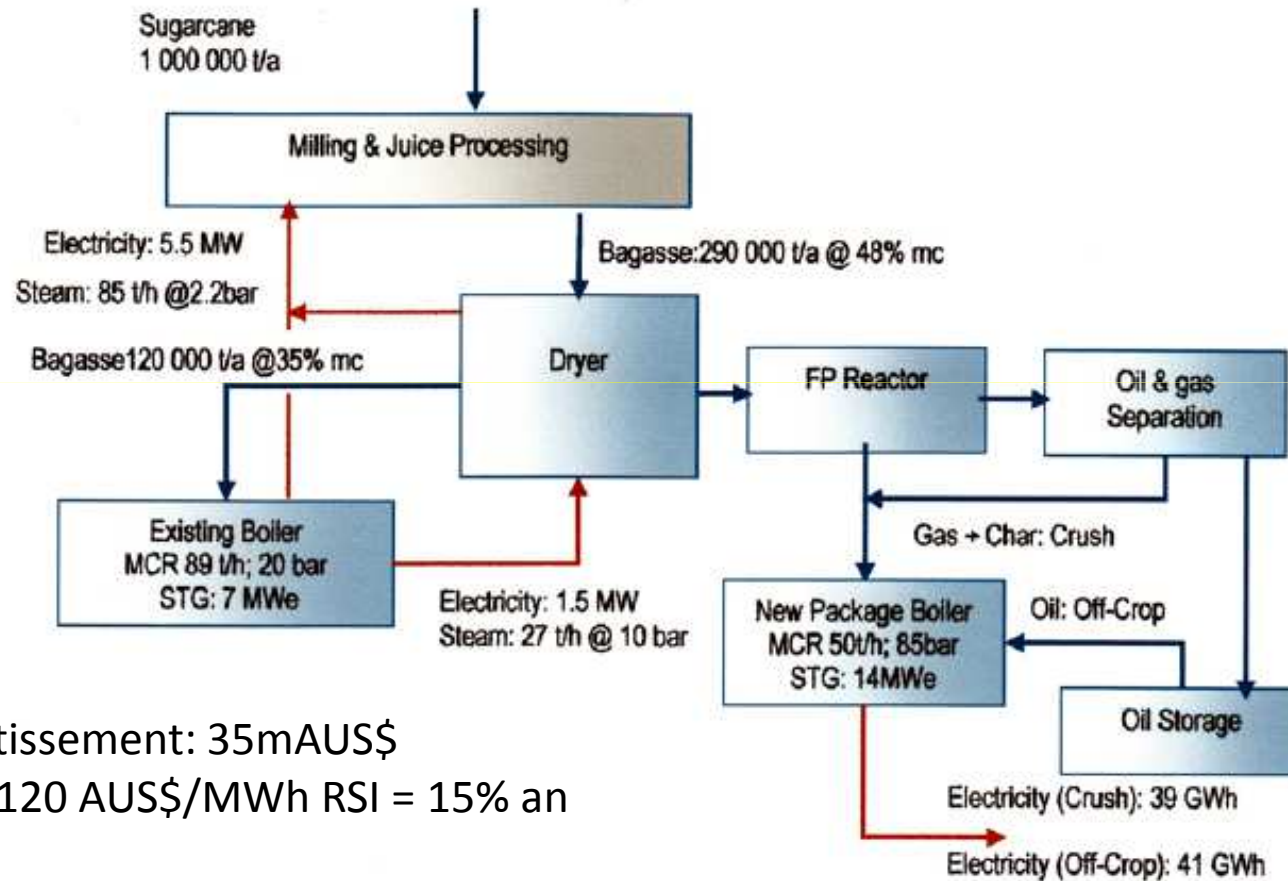
Process	Product	Comments
Combustion	Electricity	<ul style="list-style-type: none">Increases boiler efficiency by 15%Power output increased by 15 – 18 % - up to 140 kWh/t cane3 to 6 years payback for the dryer
Torrefaction	Bio-Coal Electricity	<ul style="list-style-type: none">Alternative to pelletising excess bagasse<ul style="list-style-type: none">Lower energy for grinding and pelletisingHigh moisture resistance5 year payback if the selling price is \$120/t
Fast-Pyrolysis	Bio-Oil Electricity	<ul style="list-style-type: none">Good option for factory upgrade and all year cogenDirect replacement for heavy fuel oil in kilns and furnacesBest for trash utilisation, sustainability and CO₂ reduction
Gasification	Electricity	<ul style="list-style-type: none">Combined cycle maximises electricity generation efficiencyMost likely development is bio-oil or bio-coal gasification for the production of 2nd gen liquid fuels



Torrefaction	Pyrolysis	Gasification	Combustion
150°C to 300°C	500°C (Fast)	>800°C	>1000°C
No air in reactor	No air in reactor	Partial air or Oxygen	>100% air



Exemple d'une augmentation de capacité dans une usine australienne intégrant le procédé de Pyrolyse rapide



Investissement: 35mAUS\$
Avec 120 AUS\$/MWh RSI = 15% an

Fig. 3—Fast pyrolysis mass and energy flows.



Vivement le XXIX^e congrès de l'ISSCT 2016 en Thaïlande!

et ses sessions Industrielles

Remerciements aux auteurs:

- Voigt I. & Bellam F. (2013) - The comparison of different cane shredders with reference to diffusion performance
- Sanchez J.J. & Chavarro S. (2013) - Reducing sugarcane juice reabsorption in sugar mills using mill rolls with internal drains: greater sucrose extraction and lesser moisture in bagasse
- Kharbanda J.K. & Pandey R.K. (2013) - Application of tribology for enhancing the life of sugar mill roll bearing and journal
- Lehnberger A., Brahim F., Mallikarjun S.S (2013) - Falling-film evaporator plant for cane sugar factory: presentation of the concept and operating results
- Batsatone D. & Morgenroth B. (2013) – Improving the value of bagasse by superheated steam drying



AFCAS



Merci pour votre attention