



**« Le MillMax[®] et la CEFT,
2 équipements éco-innovants
au service d'une économie verte »**



Septembre 2012

www.cs12.re

Présentation

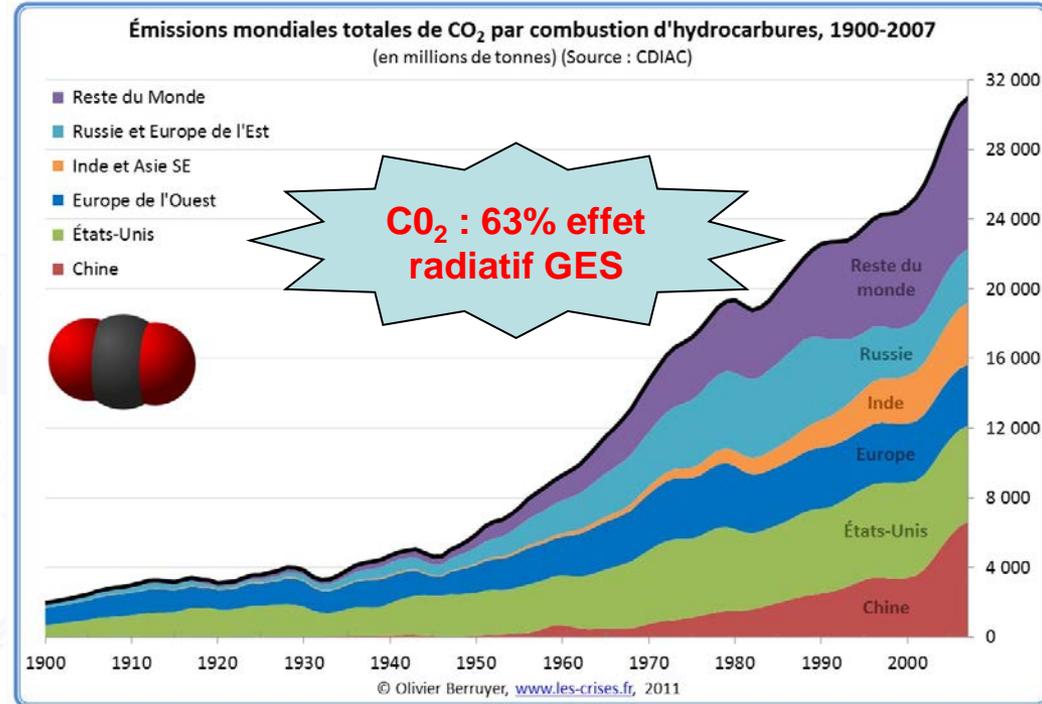
- 1. Enjeux environnementaux et économiques
- 2. Présentation de 2 Technologies innovantes
 - Le MillMax®
 - La Caisse d'Evaporation à Flot Tombant
- 3. Etude comparée entre technologies conventionnelles (Moulins conventionnels et caisses d'évaporation à flot grim pant) et technologies innovantes.



Enjeux

● Environnementaux

- Les émissions annuelles étaient de 3 milliards tonnes CO₂ an en 1900. Elles s'élèvent aujourd'hui à 34 milliards de tonnes. Les émissions des GES devraient augmenter de 70% d'ici 2050 (OCDE)
- La première source mondiale de GES est la production d'électricité



● Economiques

- En Europe les coûts énergétiques ont augmenté en moyenne de 40% depuis 2000 (la consommation baissait de 10%!). La croissance (en termes de coûts) est prévue de 30% d'ici 2030.
- La tendance (en termes de coûts) est similaire au niveau mondial

Enjeux

- Augmenter la part des énergies renouvelables (ENR) dans la production d'électricité.
 - France (Métropole) : 15% production électricité par ENR
 - La Réunion : 36% production électricité par ENR (2006)
- Améliorer la cogénération de vapeur et d'électricité dans la sucrerie de canne
- Diminuer la consommation énergétique de la sucrerie de canne et notamment la part des ateliers « énergivores » (Broyage, évaporation,...)



Le MillMax®



Site de Richard Toll - Sénégal

Septembre 2012

www.cs12.re

Congrès
SUCRIER
2012

Le MillMax®

● Evolution des moulins – Le MillMax®

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

Capacité

Performance

Consommation
énergétique

Technologies conventionnelles

Technologie
Innovante

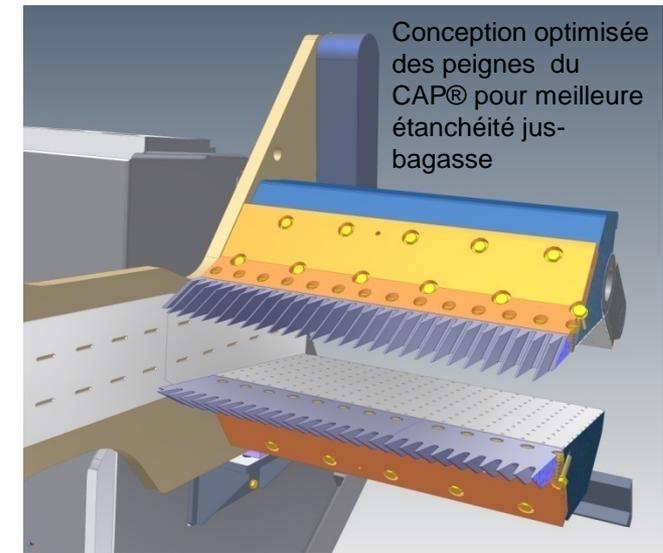
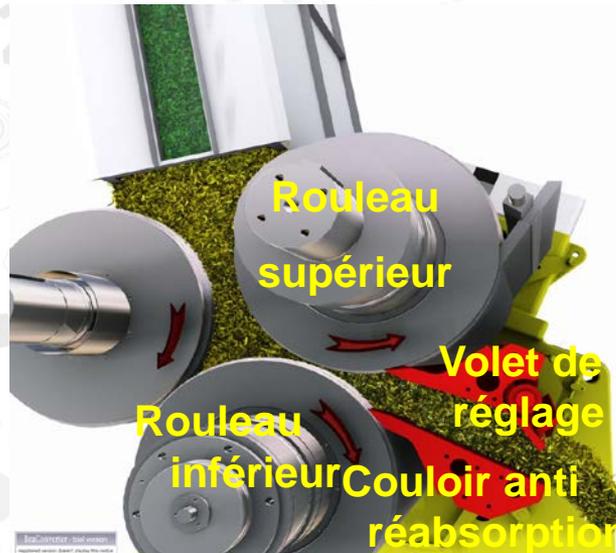
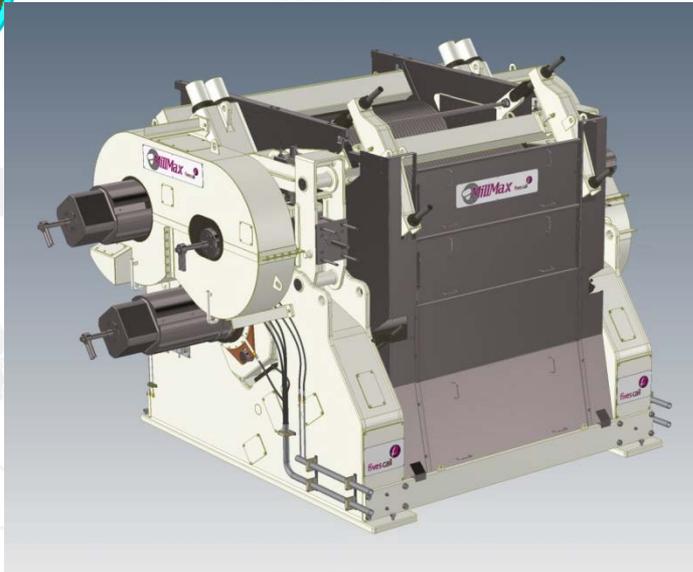
Septembre 2012

www.cs12.re



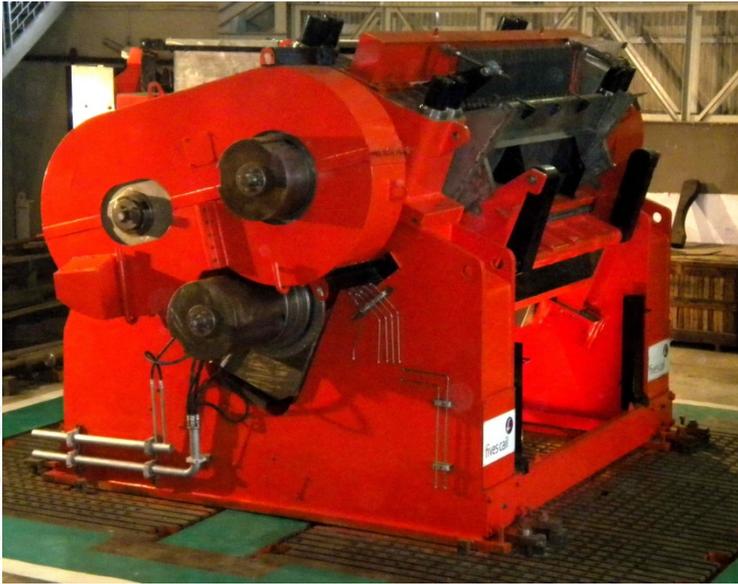
Le MillMax®

Le MillMax® : Description



Le MillMax®

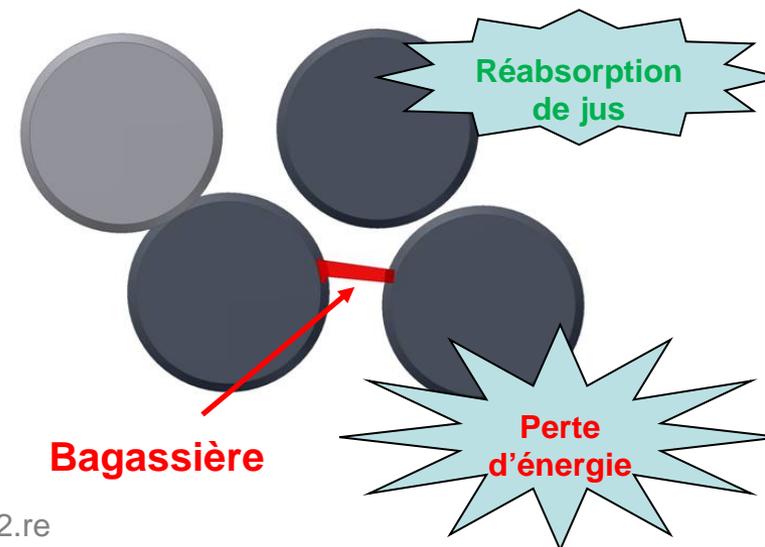
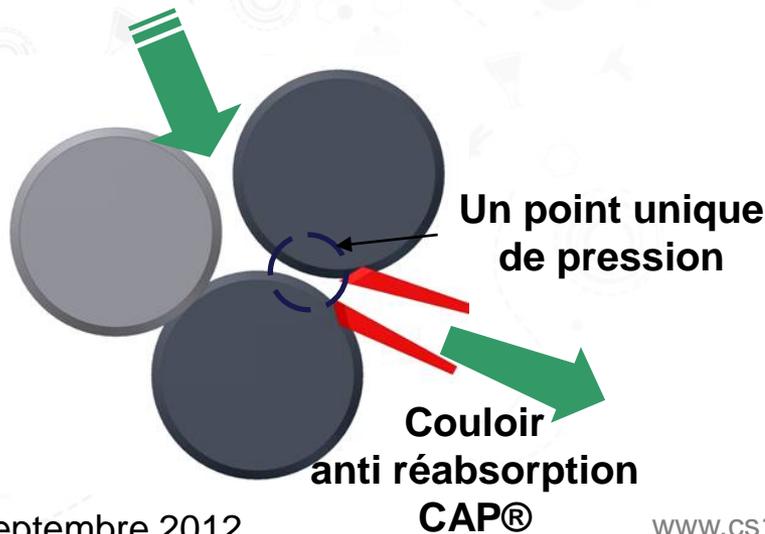
Le MillMax® vs Technologies conventionnelles



Extrait webste National Heavy Engineering Co- Operative Limited

6 à 9 kwh /Tonne de fibre

10 à 13 kwh /Tonne de fibre



Septembre 2012

www.cs12.re

Congrès
SUCRIER
2012

Le MillMax®

- Le MillMax® a été installé :
 - En tant qu'unité dans une batterie de moulins existants (position 1 à 5)
 - En tant que batterie complète d'extraction
- Le MillMax® : Quelques chiffres et références

Implantation	Pakistan	Guadeloupe	Inde	Sénégal (1)
Position dans la batterie	1	1	1 à 4	1 à 5
Largeur (m)	2,134	1,980	1,980	2,134
Taux de fibre (%)	15	14	-	17
Capacité (Tonnes de cannes par heure)	325	250	210	270
Puissance absorbée (kW) (2)	420	385	-	271
Puissance absorbée spécifique moyenne (kW / Tonnes de fibre par heure)	8,9	6,5	6,7	5,9

(1) L'installation ne fonctionne pas encore dans les conditions nominales

(2) L'entraînement des MillMax® est réalisé par moteur électrique dans les configurations ci-dessus



13 kw/tfh moulins conventionnels

- Le MillMax®, autres atouts : coûts d'installation réduits, pas d'efforts axiaux sur réducteurs...

La CEFT



Site de Equipav- Brésil

Septembre 2012

www.cs12.re

Congrès
SUCRIER
2012

La CEFT

- La CEFT : Transfert de chaleur

$$Q = Hg \times S_{\text{Echange}} \times \Delta Tu$$

$$\begin{aligned} Q &: W \\ Hg &: W/m^2 \cdot ^\circ C \\ \Delta Tu &: ^\circ C \\ S &: m^2 \end{aligned}$$

$$\Delta Tu = T^\circ \text{ faisceau} - T^\circ \text{ Calandre} - \Delta T_{\text{ebulliométrique}} - \Delta T_{\text{hydrostatique}}$$

**0 en caisse à
descendage**

● Un ΔTu plus faible (*) par caisse d'évaporation à flot tombant permet :

- L'ajout d'un effet dans la station d'évaporation et un « recul » des prélèvements
- Et/ou La baisse de la température de vapeur faisceau entrant dans le 1^{er} effet
- Et/ou La réduction de la surface d'échange

(*) Pour une même valeur du coefficient d'échange Hg

**La technologie de la CEFT permet de diminuer
les consommations de vapeur de la station d'évaporation**



La CEFT

La Technologie d'évaporateur à flot tombant est éprouvée en sucrerie de betterave

- En canne, le jus entrant dans la station d'évaporation présente plus d'impuretés et présente des risques accrus d'encrassement du système de distribution et de la surface d'échange.
- La caisse d'évaporation à flot tombant, en tant que technologie innovante à implémenter en sucrerie de canne, doit permettre :
 - Une distribution uniforme et homogène du jus
 - Une bonne répartition de la vapeur faisceau et l'obtention d'un « bon » coefficient d'échange thermique global
 - Un désucrage efficace de la vapeur sortant de la calandre
 - Un nettoyage chimique/mécanique aisé

La CEFT

Système de distribution de jus

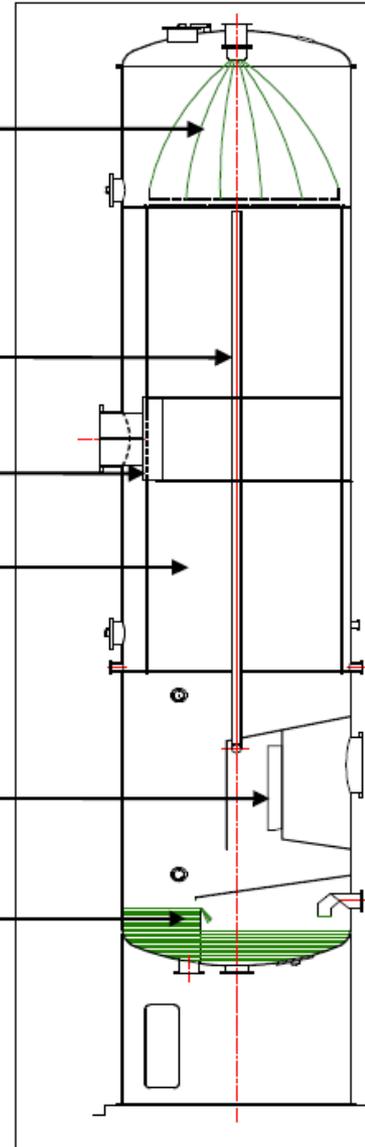
Système d'extraction des gaz incondensables

Jupe protectrice

Faisceau de tubes

Séparateur Zig-Zag

"Flash" et Recirculation du jus

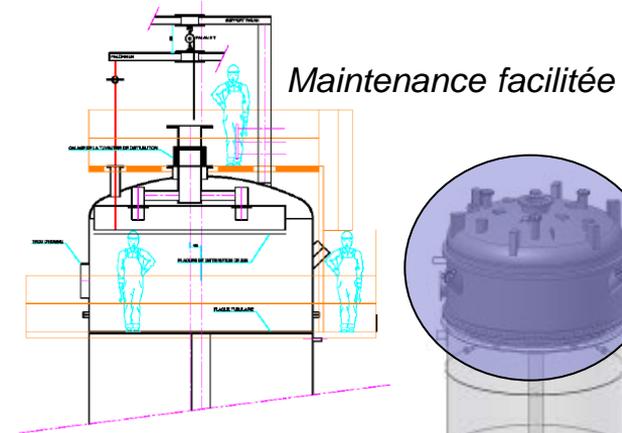


Septembre 2012

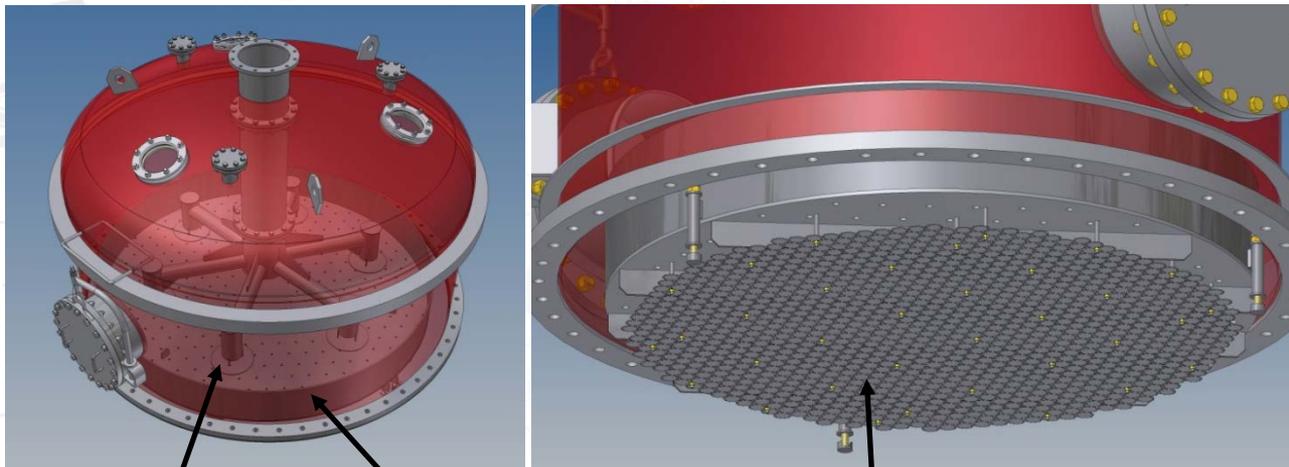
www.csiz.fr

Congrès
SUCRIER
2012

La CEFT



- La CEFT : système de distribution de jus
 - 3 étapes de distribution de jus



1

2

3

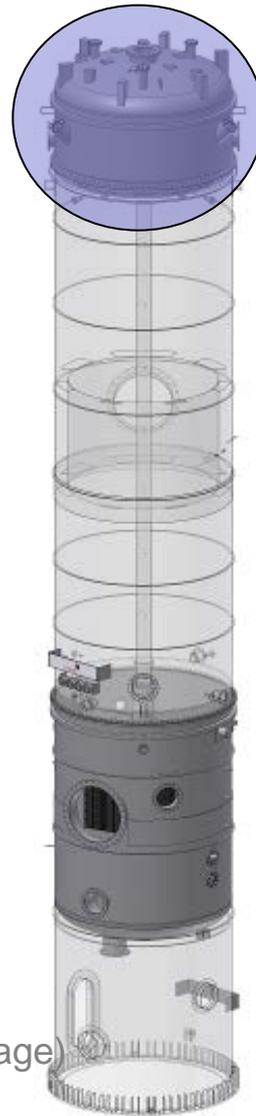
Buses de distribution

Bac de distribution

Plaque de distribution

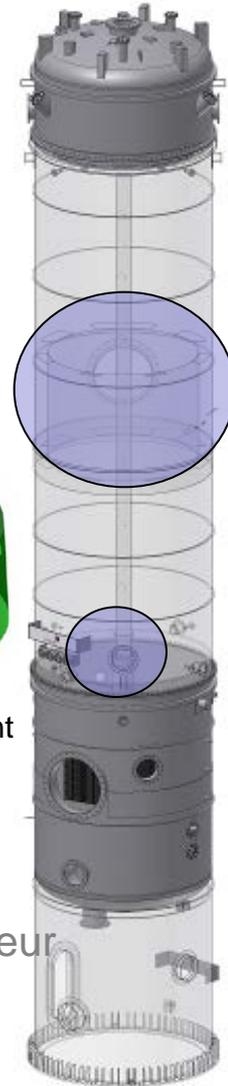
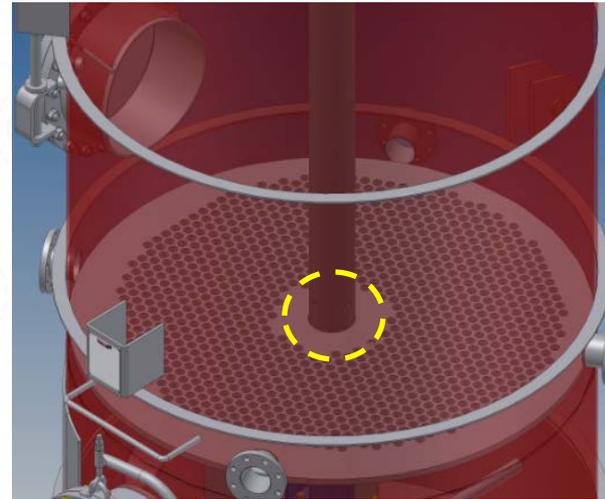
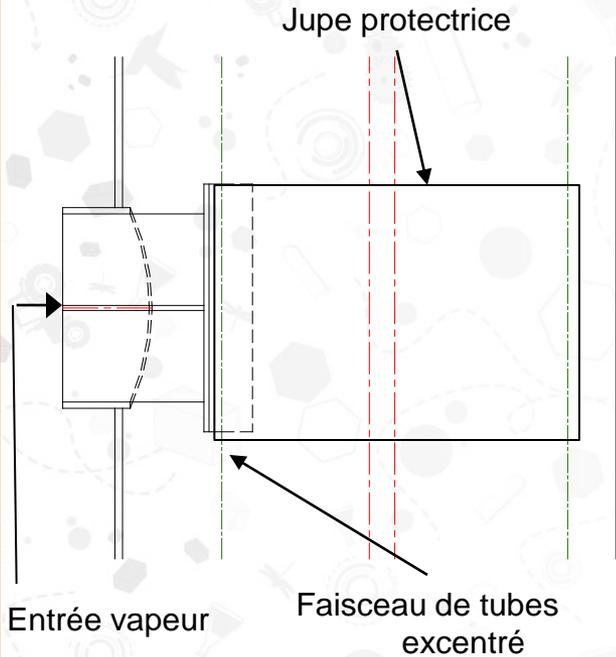
● Cette conception :

- Assure une distribution homogène de jus dans le faisceau de tubes (mouillage)
- Permet un nettoyage aisé (mécanique ou chimique)
- Préviend l'encrassement (pas de section "critique" pour l'écoulement du jus)



La CEFT

La CEFT : Faisceau de tubes - Extraction des incondensables

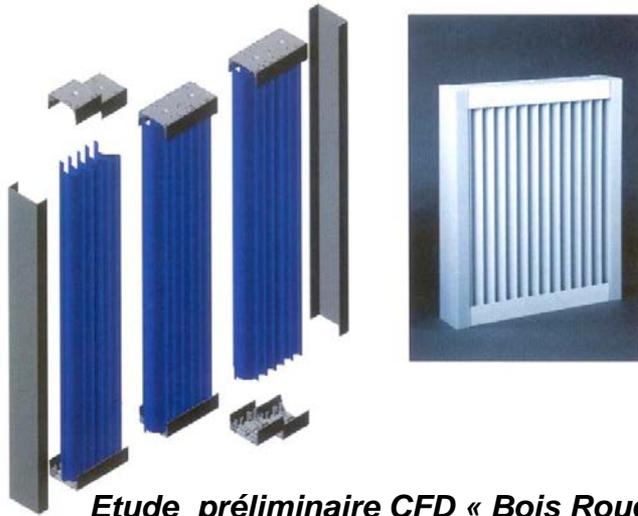


● La conception du système d'entrée vapeur, du faisceau de tubes, et du système d'extraction des gaz incondensables, avec "balayage" vapeur correct (2.5 % du débit de vapeur faisceau entrant) :

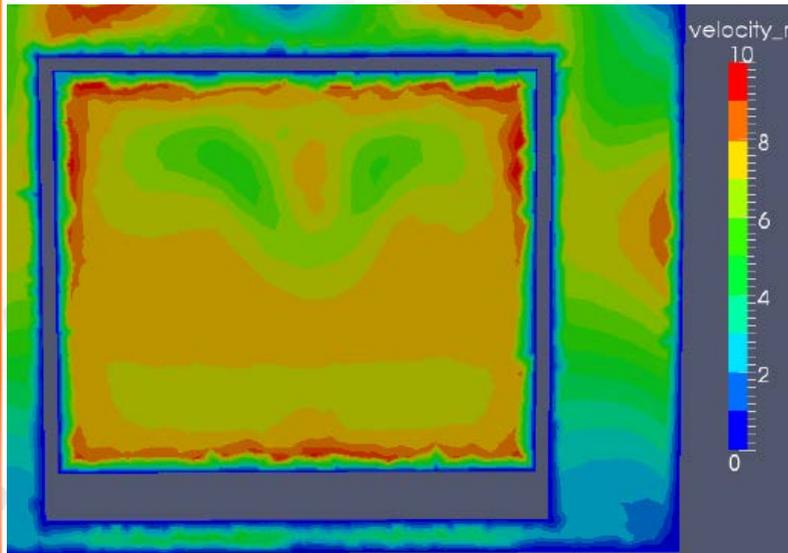
- Permet une bonne extraction des gaz incondensables
- Assure une répartition optimale de vapeur dans le faisceau de tubes
- Permet d'obtenir des coefficients d'échange thermique élevés ($> 3000 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ \text{C}$, 1^{er} effet)

La CEFT

La CEFT : Désucrage de la vapeur calandre



*Etude préliminaire CFD « Bois Rouge » -
Distribution vitesses entrée vapeur dans désucreur*



Une conception adaptée de la partie basse permet :

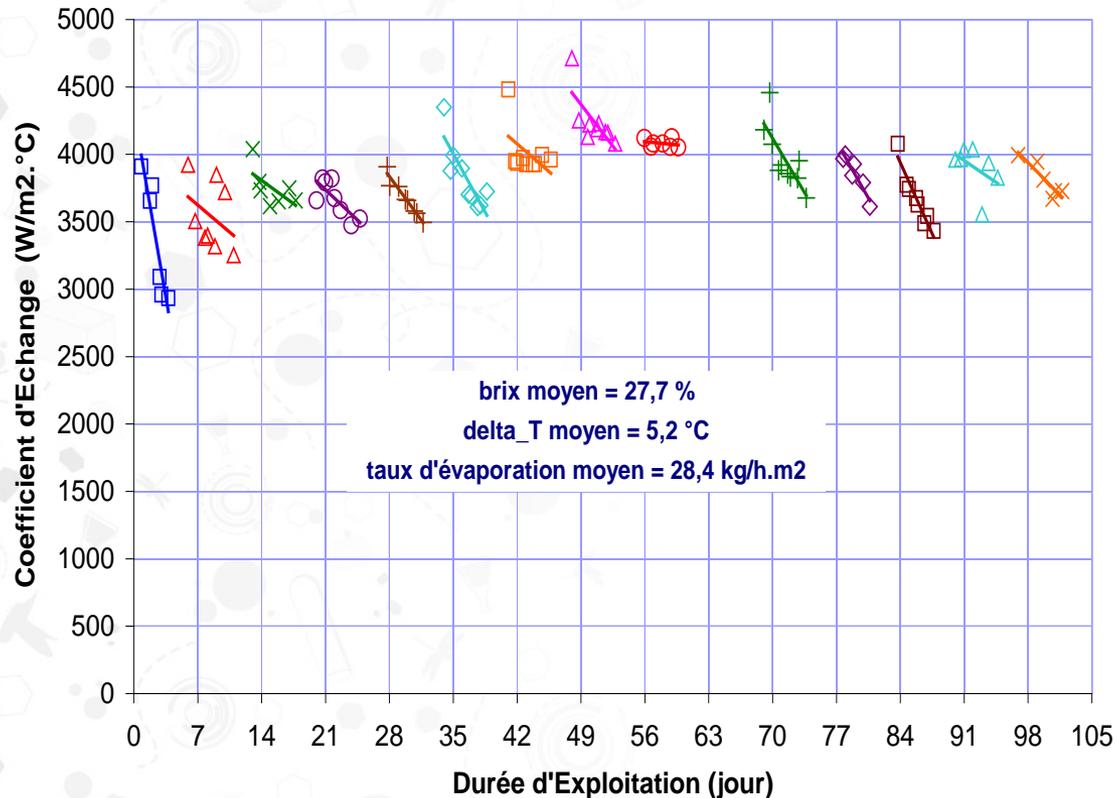
- Une distribution uniforme des vitesses de vapeur dans le désucreur
- Une faible ΔP
- Des taux de désucrage élevés (< 15 ppm)



La CEFT

- La CEFT : Les caisses d'évaporation à flot tombant permettent un nettoyage chimique et/ou mécanique efficace et sécurisé.

Cette rapidité de nettoyage permet d'assurer la stabilité du coefficient d'échange thermique



- La CEFT : Autres atouts :

- Temps de résidence plus faible qu'en évaporation à grimpage, coloration et pertes en sucre par inversion diminuée.
- Installation compacte et montage facilité

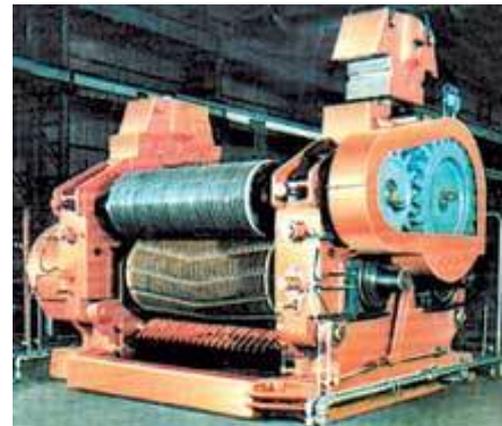
Septembre 2012

www.cs12.re



Etude comparée

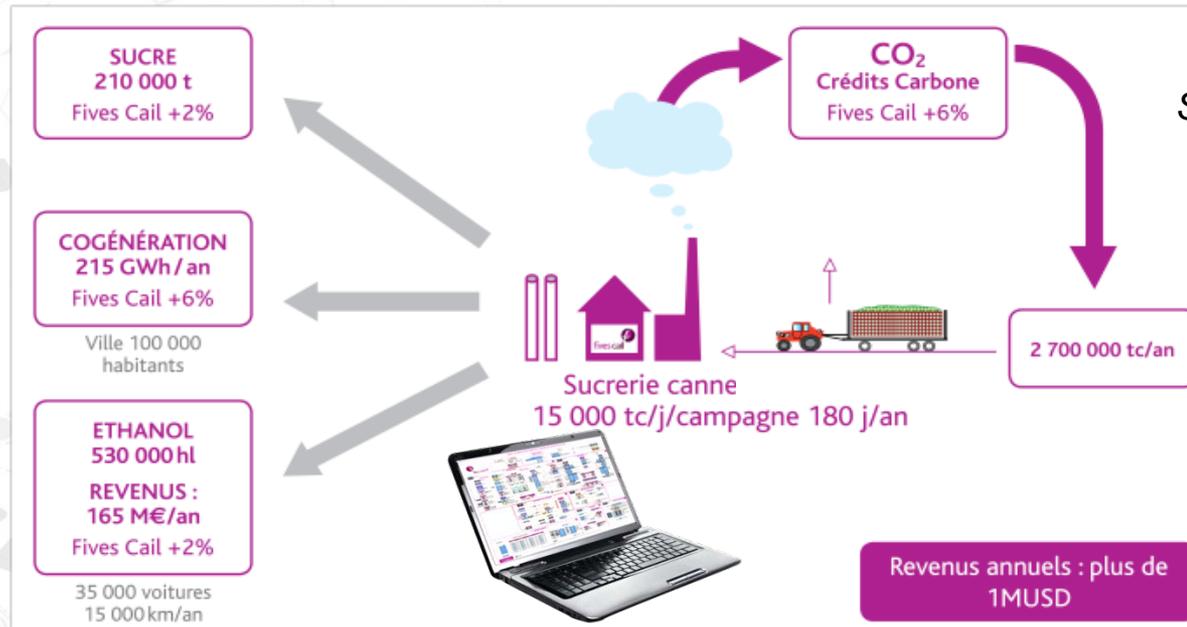
Technologies innovantes/Conventionnelles



Etude comparée

Technologies innovantes/Conventionnelles

Le logiciel CAMEIO™ (Cane plant Model for Energy & Incomes Optimization)



*Schéma de principe
- Exemple*

- Il effectue un bilan massique et énergétique d'une usine existante ou nouvelle, pour une sucrerie de canne, suivant différentes technologies d'équipements et process
- Il calcule et compare les revenus de la production de sucre, d'éthanol, ou crédits CO₂ suivant différentes configurations d'usines.
- Il participe ainsi à la définition ou la validation l'orientation des choix technologiques assurant une maximisation des revenus

Septembre 2012

www.cs12.re

Etude comparée

Technologies innovantes/Conventionnelles

Simulation suivant 3 configurations d'usine produisant du sucre roux

Capacité de cannes (Tonnes de cannes par jour)	10 000		
Taux de fibre (%)	14		
POL cannes (%)	14		
Pureté cannes (%)	85		
Durée campagne (jours)	210		
Pays	Sénégal		
Facteur d'émission (kg CO ₂ / MWh)	726		
Prix du MWh (€ / MWh)	55		
Prix tonne CO ₂ évité (€/Tonne)	12		
Type d'usine	Conventionnelle	Mixte	Moderne
Avant usine	Coupe-cannes, shredder gravitaire, avec motorisation électrique, imbibition 200%		
Technologie moulins	Conventionnelle	MillMax®	MillMax®
Technologie Evaporation	Type Robert	Type Robert	Type Flot Tombant
Optimisation prélèvements vapeur	Oui		
Process	Cristallisation : trois jets cuites continues, schéma C-B-A		
Chaudière	60 bar abs, 470°C, vapeur process 2 bar abs		
Production électrique	Turboalternateur contre-pression + Turboalternateur à condensation		
Raffinerie	Non		
Bagasse revendue	Non		
Distillerie	Non		
Electricité revendue	Oui		
Crédits CO ₂	Oui		

Etude comparée

Technologies innovantes/Conventionnelles

- Simulation suivant 3 configurations d'usine produisant du sucre roux

	Conventionnelle	Mixte	Moderne
Technologie			
Nb moulins (1)	5	5	5
Cons. élec (kW/tfh)	13.3	9	9
Nb effets (2) (Surface totale m ²)	5 (16000)	5 (16000)	5 (15000)
Cons. vapeur station évaporation (T/h)	146,7	146,7	131.4
Elect. exportable réseau / an (MWh)	0*	+ 6 260	+ 11 280
Emission de GES évitables (tCO2/an)	0*	4 540	8 190

(1) Imbibition 200%, 96.6% extraction, 50% Humidité bagasse (2) Vapeur 1^{er} effet : 125° C

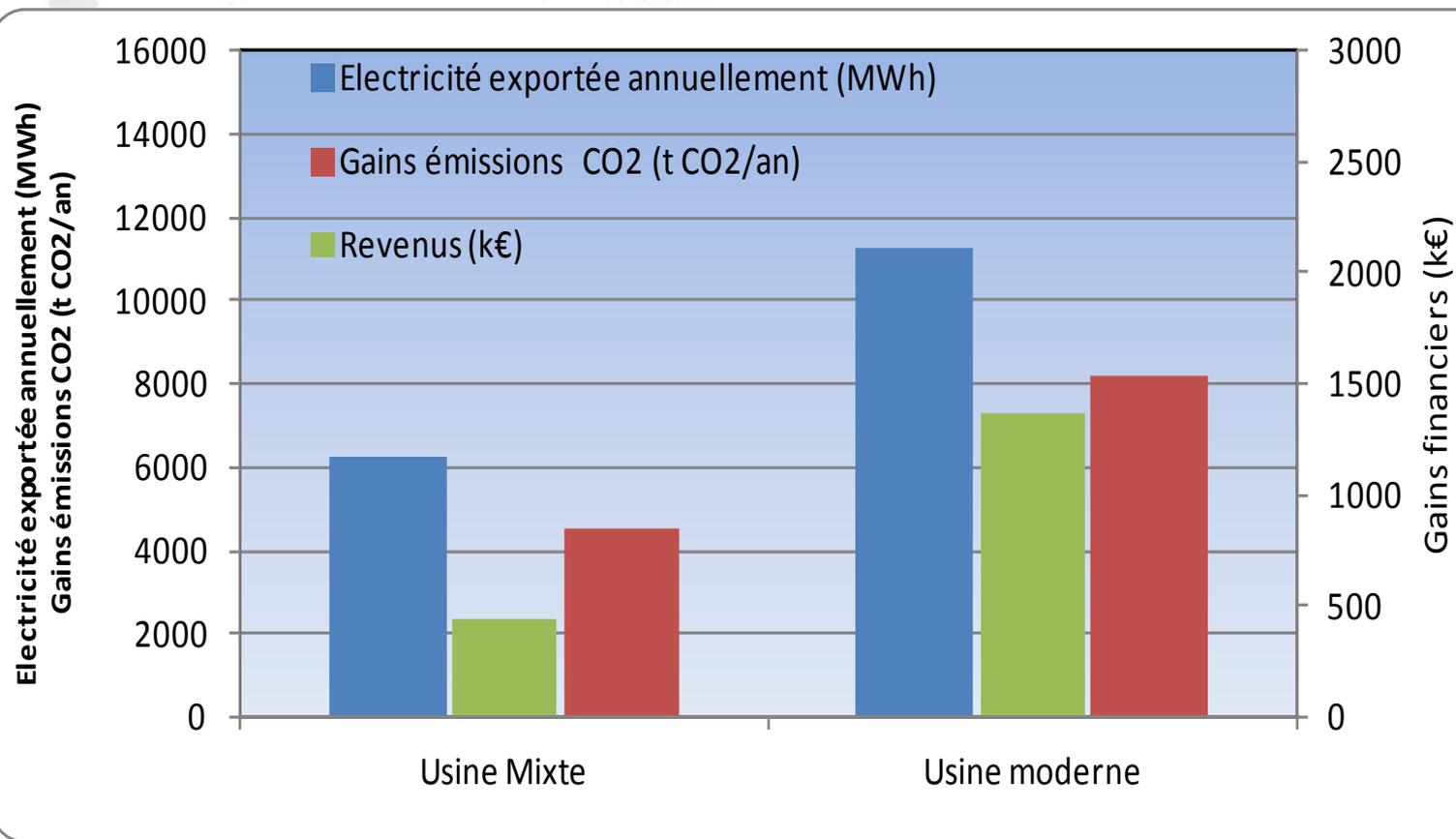
(*) Différence par rapport usine conventionnelle

Etude comparée

Technologies innovantes/Conventionnelles

30 % gain consommation énergétique moulins

10% gains consommation vapeur station évaporation



Conclusion

- L'emploi de technologies économes en électricité ou en vapeur permet de favoriser d'autres sources de revenus que le sucre produit lui-même, à savoir l'électricité exportée au réseau et les gains "carbone".
- D'autres technologies d'équipements participent déjà à ces réductions de consommations énergétiques : le shredder en ligne, la cuite continue...
- Exploration de nouvelles pistes (canne à haute teneur en fibre, valorisation de la paille...)

