

Comparaison des ateliers d'extraction des sucreries du Gol (moulins) et de Bois-Rouge (diffusion)

C. Roussel¹, P. Ricquebourg², G. Hoareau³, O. Macé⁴

¹ eRcane Service Procédés et Innovations Industriels, BP 315, 97494 Sainte Clotilde Cedex, La Réunion, roussel@ercane.re

² Sucrière de La Réunion : priquebourg@tereos.com

³ Sucrerie de Bois-Rouge : ghoareau@tereos.com

⁴ Téréos Océan Indien : omace@tereos.com

Résumé

Depuis les années 1990, pour faire face à la restructuration de l'industrie sucrière, les deux sucreries actuelles de La Réunion ont dû adapter leur outil de production notamment au niveau de la capacité de broyage. Pour son atelier d'extraction, l'usine du Gol a opté pour une adaptation de ses moulins. Cette usine fonctionne actuellement avec un train de 5 moulins, pour un total de 20 cylindres. Le premier moulin est en fait constitué d'un pré-extracteur à 3 cylindres et d'un moulin à deux cylindres. L'usine de Bois-Rouge a, quant à elle, préféré l'installation en 1992 d'un diffuseur. L'atelier d'extraction de Bois-Rouge fonctionne actuellement avec un pré-extracteur, un diffuseur de bagasse et deux moulins de répression.

De nombreuses études ont déjà été menées sur la comparaison d'une diffusion de canne par rapport à une extraction mécanique de moulins. La diffusion de canne est reconnue pour être globalement plus économe que les moulins, bien que plus consommatrice en eau. En revanche, peu d'études comparent une diffusion de bagasse et un train de moulin.

Dans cette étude, les deux ateliers d'extraction des sucreries du Gol et de Bois-Rouge seront comparés en termes de qualité de l'extraction ; de fonctionnement et d'entretien ; de consommations en eau, en électricité et en vapeur. La diffusion présente de nombreux avantages, mais nécessite une consommation d'eau et de vapeur supérieures au train de moulins.

Mots clés : moulins, diffusion de bagasse, extraction, coûts, consommations.

Introduction

La restructuration de l'industrie sucrière réunionnaise a fait passer le nombre de sucreries de 11 dans les années 1960 à deux actuellement sur l'île : Bois-Rouge à Sainte-Suzanne et Le Gol à Saint-Louis. Ces deux dernières sucreries de l'île ont dû adapter et moderniser leur outil de production, dont l'atelier broyage et extraction, notamment pour augmenter leur capacité de broyage afin de traiter les cannes des sites fermés. L'usine du Gol a opté pour une adaptation de ses moulins alors que Bois-Rouge a investi dans un diffuseur.

Les études sur le sujet prônent très souvent l'avantage de la diffusion sur les moulins, notamment dans le cas d'une installation neuve, car le coût d'achat et d'entretien de la diffusion est plus économique (Hugot, 1987, Rein, 2007). La consommation énergétique nécessaire pour la diffusion est plus faible également et il en résulte plus d'électricité disponible sur le réseau. Cependant, certains avantages sont donnés aux moulins : tout d'abord, ils consomment moins d'eau et de vapeur. Les moulins complètent le travail de la canne et à chaque pression, un maximum de jus est extrait ce qui permet un renouvellement profond de l'eau ou du jus d'imbibition alors que le diffuseur atteint mal les cellules non ouvertes ou les morceaux de canne mal broyés (Hugot, 1987 ; Rein 1995). La diffusion augmenterait la perte mélasse (Hugot, 1987 ; Koster 1995). Ivin *et al.* (1987) ont montré que

le jus provenant de la diffusion (canne ou bagasse) avait tendance à être légèrement moins pur, plus coloré et contenait plus de précurseurs de couleur mais moins de molécules de haut poids moléculaire.

Cette étude compare l'atelier d'extraction de l'usine du Gol (train de moulins) à celui de l'usine de Bois-Rouge (diffusion de bagasse).

Présentations et évolutions des ateliers broyage-extraction

En 2011, Le Gol a broyé 918 000 tonnes de canne et produit 102 000 tonnes de sucre. Bois-Rouge a broyé 969 000 tonnes de canne et produit 105 000 tonnes de sucre.

Usine du Gol

Le broyage est réalisé par un shredder de type Sullivan positionné sur la chaîne à canne. En 1994, les deux turbines à vapeur qui équipaient le shredder ont été remplacées par un moteur électrique de 4 MW (5 500 V et 1 000 tr/mn). Depuis 1995, le shredder tourne à 1 100 tr/mn grâce au moteur électrique et à un multiplicateur de vitesse. La vitesse au niveau de l'extrémité des marteaux est de $96,7 \text{ m.s}^{-1}$. Le rotor porte 144 marteaux.

L'atelier d'extraction du Gol est composé d'un train de 5 moulins (Figure 1). L'augmentation de la capacité de production est passée par une optimisation des moulins. L'ensemble du 1^{er} moulin du Gol a été transformé en un moulin de 6 cylindres en 1991 par l'ajout d'un pré-extracteur, la capacité de broyage passant de 330 à 355 TCH. En 1994, le cylindre de sortie et la bagassière ont été supprimés au niveau du 2^{ème} moulin. En 2000, les aménagements du premier moulin ont concerné la suppression du cylindre de sortie, de la bagassière et l'installation d'une motorisation hydraulique Hagglunds composée de deux moteurs MB2400. En 2000, le réducteur de vitesse du 4^{ème} moulin est remplacé par un réducteur CMD nouvelle génération, puis la même configuration est répétée sur le 5^{ème} moulin en 2005. La suppression des cylindres de sortie et l'absence de bagassière sur les deux premiers moulins permettent de gagner en puissance consommée et en coût de maintenance.

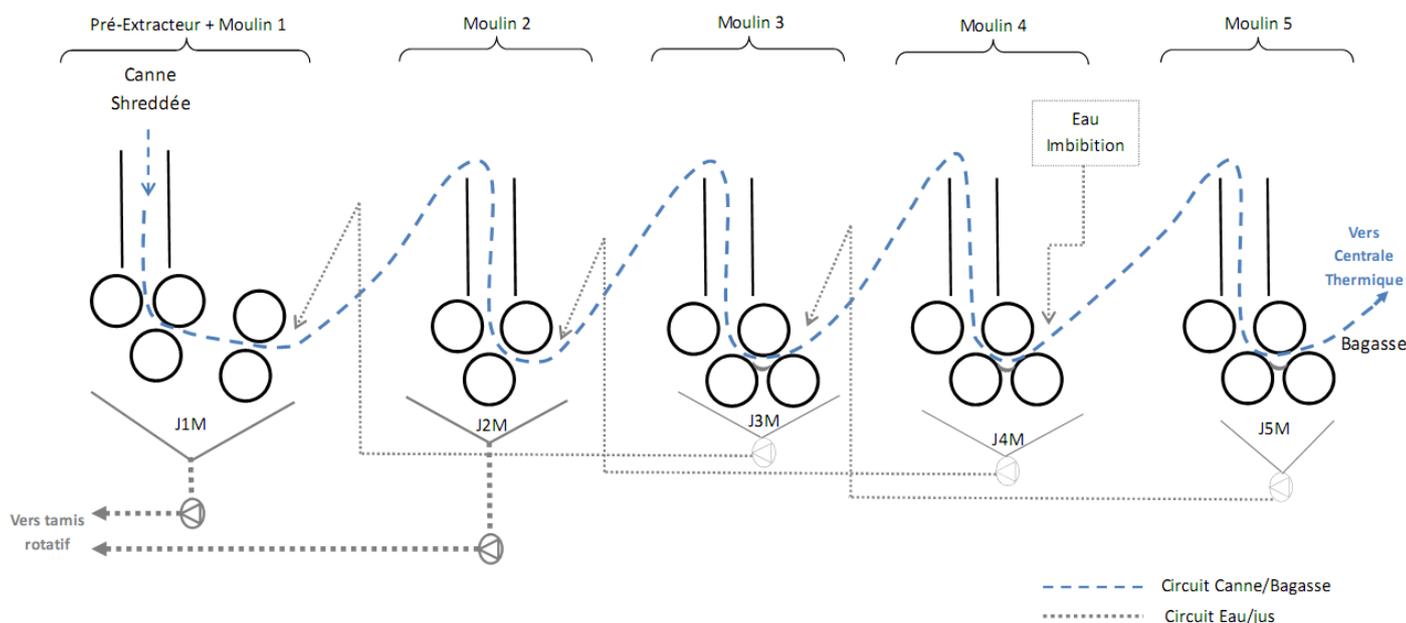


Figure 1. Schémas de l'atelier d'extraction du Gol. (JiM : Jus du ième moulin)

Le premier moulin tourne à une vitesse de 3,4 tr/min (pour un débit de 380TCH). Les cylindres des trois premiers moulins sont équipés de dents de pas 50 mm. Sur les deux

derniers, les dents ont un pas de 25 mm. Les cylindres ont une longueur de 2 300 mm pour un diamètre de 1 130 mm. Le délai entre la canne shreddée et la bagasse est de 5 à 8 minutes.

Les jus 1^{er} et 2^{ème} moulins sont filtrés sur un tamis rotatifs puis mélangés pour aboutir au Jus Mélangé (JM).

Usine de Bois-Rouge

Le broyage est réalisé par un shredder de type Sullivan positionné en bout de chaîne, alimenté par deux moteurs de 2,4 MW ; le rotor porte 124 marteaux et tourne à 1 000 tr/min, pour une vitesse à l'extrémité des marteaux de 99,5 m.s⁻¹.

Son installation en 1992 a participé à l'augmentation du débit de canne de 250 à 325 TCH.

La sucrerie de Bois-Rouge dispose d'une diffusion de bagasse (Figure 2). La canne shreddée passe tout d'abord dans un pré-extracteur à deux cylindres, de technologie australienne Bundaberg qui extrait environ 60 à 70% du jus. Ces cylindres de 2 500 mm de long et 1 300 mm de diamètre sont équipés de dents de pas de 50 mm et tournent à 4 à 5 tr/min. Ce pré-extracteur a été installé en 2005 et a participé à augmenter la capacité de broyage de l'usine de 325 à 380 TCH. Le jus pré-extracteur est réchauffé par les eaux condensées. Ainsi, en consommant des calories disponibles, de la vapeur est économisée.

La bagasse issue du pré-extracteur passe ensuite par un diffuseur De Smet. C'est un diffuseur à chaîne, de 65 m de long et 7,5 m de large et qui comporte 15 étages (ou cellules) de circulations de jus. Installé en 1992, il a également participé à l'augmentation de la capacité de l'usine. Le temps de séjour de la mégasse dans le diffuseur est de 1 h environ.

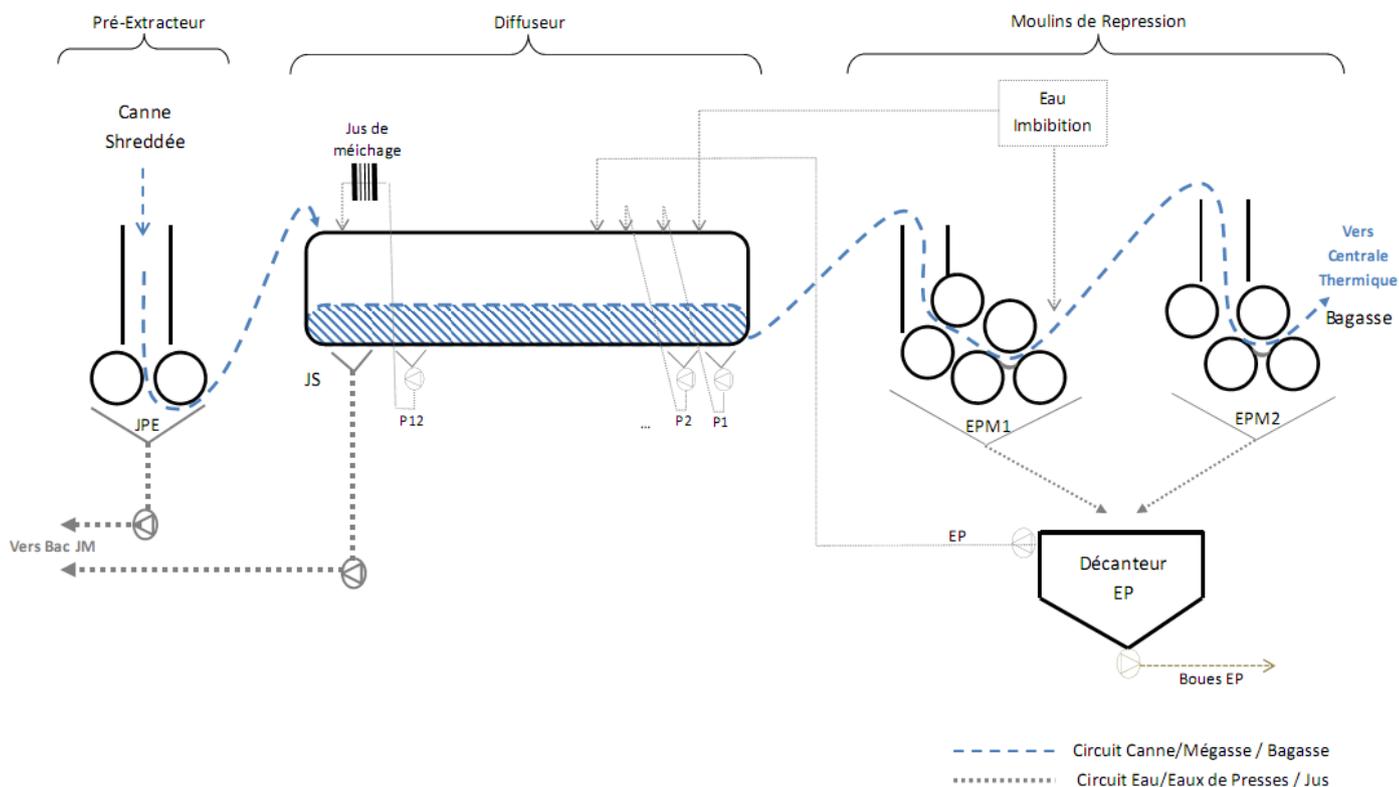


Figure 2. Schéma de l'extraction de Bois-Rouge. (JM : Jus mélangé, JPE : Jus Pré-Extracteur, JS : Jus de Soutirage, Pi : i^{ème} pompe de recirculation du jus, EP : Eaux de Presses, EPMi : Eaux de Presses Moulin i)

La mégasse est ensuite pressée dans deux moulins de repression afin de terminer l'extraction et de sécher la bagasse avant transfert en centrale thermique. Ce sont des moulins de types

Elgin, hérités de l'ancien train de moulins avant l'arrivée du diffuseur. Le premier moulin est composé de trois cylindres d'extraction et deux cylindres d'alimentation forcée. Les cylindres sont équipés de cannelures de Meschaert, et de dents de pas de 40 mm. Le second moulin est composé de trois cylindres d'extraction et d'un cylindre d'alimentation forcée. Les cylindres portent des dents de pas de 25 mm et seuls les moulins d'entrée et de sortie comportent des Meschaert.

Le Jus première pression, ou jus pré-extracteur (JPE) et le jus de soutirage du diffuseur (JS) sont collectés pour obtenir le jus mélangé (JM).

Performances

Bilan extractions

L'extraction d'un appareil (un moulin, le diffuseur...) se définit comme la quantité de sucre récupérée dans le jus par rapport à la quantité de sucre contenue dans le produit entrant.

Les tableaux 1 et 2 ci-dessous présentent les différences d'extractions par unité pour les deux usines. Ces données ont été récoltées lors de bilans complets des ateliers d'extraction. Pour Bois-Rouge, 5 bilans ont été réalisés en 2009 et 2011, 6 pour le Gol, en 2010 et 2011. Pour chaque bilan, la démarche est de récupérer des échantillons de canne, bagasses et jus avant et après chaque unité. Les relevés de débits et les analyses des produits sont à la base des calculs d'extraction.

D'après ces bilans l'extraction cumulée de Bois-Rouge est supérieure de 0,8 point à celle du Gol.

Pour Le Gol, les deux premiers moulins fournissent une extraction plus importante. Les moulins 3, 4 et 5 ont des extractions plus faibles autour de 55%. Ce résultat est souvent observé dans les trains de moulins, en effet, plus la bagasse est désucriée, plus il est difficile de sortir le sucre restant.

Pour Bois-Rouge, le Pré-Extracteur extrait 68% du sucre, la diffusion réalise également un très gros travail d'extraction. Le premier moulin de repression se situe dans le même ordre de grandeur que les derniers moulins du Gol. L'extraction du second moulin de repression est plus faible ; là également, son rôle est plus important au niveau de l'humidité de la bagasse finale.

Tableau 1. Extraction de l'atelier du Gol

	Pré-extracteur + Moulin 1	Moulin 2	Moulin 3	Moulin 4	Moulin 5
Extraction de l'unité	75,65	64,30	54,37	57,06	53,54
Extraction cumulée	75,65	87,65	90,77	94,24	97,40

Tableau 2. Extraction de l'atelier de Bois-Rouge

	Pré-extracteur	Diffuseur	Moulin Repression 1	Moulin Repression 2
Extraction de l'unité	68,35	78,55	55,77	29,88
Extraction cumulée	68,35	91,96	97,21	98,24

Résultats de l'atelier

Les résultats de l'atelier d'extraction, campagne 2010, sont présentés sur le tableau 3.

L'atelier de Bois-Rouge présente une extraction plus forte ainsi qu'un pol bagasse et une perte bagasse plus faibles que Le Gol. En revanche, son humidité de bagasse est supérieure. Cependant, la fibre % Canne de l'usine du Gol est plus élevée. L'extraction réduite permet de comparer deux usines ayant des taux de fibres différents. Sur ce critère, la différence d'extraction entre Le Gol et Bois-Rouge est plus faible, passant de 0,55 à 0,40 point, avec toutefois de meilleurs résultats pour l'atelier de Bois-Rouge.

Tableau 3. Résultats des ateliers extractions.

	Gol	BR	Différence BR-Gol
Fibre % cannes	15,46	14,07	-1,39
Pol % Bagasse	1,08	0,84	-0,24
Humidité % Bagasse	48,10	50,56	2,46
Extraction (%)	97,53	98,08	0,55
Extraction réduite (à 12,5 Fibre) (%)	97,52	97,92	0,40
Perte bagasse % Canne	0,32	0,24	-0,08

Impact sur le process

Composition du jus mélangé

Le tableau 4 ci-dessous donne la composition du jus mélangé pour chaque usine.

L'imbibition étant supérieure à Bois-Rouge, il en résulte une quantité de jus mélangé supérieure et une baisse du brix du jus mélangé. Le pH est également plus acide à Bois-Rouge, ce qui est expliqué par la plus grande quantité d'acide lactique et acétique, composés libérés par la dégradation des fibres de bagasse lié au chaulage via les eaux de presse et aux fortes températures et au temps de séjour plus long dans la diffusion. En conséquence, la consommation de chaux sera augmentée.

Tableau 4. Compositions des jus mélangés (JM)

	Gol	BR	Différence BR-Gol
JM (poids % cannes)	97,26	122,81	25,55
Brix (g/100g)	14,93	11,73	-3,21
pH	5,34	5,22	-0,11
Pureté (%)	85,95	84,62	-1,33
Pureté cible mélasse (%)	35,70	34,83	-0,87
Acide lactique (%brix)	0,04	0,05	0,02
Acide acétique (%brix)	0,03	0,06	0,03

La pureté est légèrement plus faible dans le cas de Bois-Rouge, confirmant les données d'Ivin *et al* (1987).

La pureté cible de la mélasse est plus forte au Gol, ce qui s'explique par la présence en quantité plus importante de cendres dans le jus.

Effet sur écumes

Dans le tableau 5 figurent les résultats de l'atelier de filtration. Le poids d'écume est supérieur pour l'usine du Gol, mais le pol écumes est similaire pour les deux usines. Il en résulte une perte écume plus importante au Gol. Au Gol, les boues sont traitées sur des filtres rotatifs. A Bois-Rouge, depuis 2009, elles sont traitées par des filtres à bandes. Il est donc délicat de comparer les résultats de la filtration et d'imputer cela à la différence diffusion/moulins.

Tableau 5. Résultats de l'atelier de filtration

	Gol	BR	Différence BR-Gol
Ecumes (poids%canne)	5,16	3,68	-1,49
Pol écumes	1,10	1,10	0,00
Perte écumes	0,06	0,04	-0,02

En revanche, la comparaison des résultats internes à Bois-Rouge à la mise en place du diffuseur, montre effectivement une baisse brutale du poids d'écume % canne qui diminue de 4,45 sur la moyenne quinquennale 1987-1991 à 2,21 sur la moyenne quinquennale 1992-1996. La perte écume est réduite de 0,11 à 0,04 sur les mêmes périodes.

Cette baisse du poids d'écume en diffusion est confirmée dans la bibliographie ; Wood (1981) ainsi que Koster (1995) rapportent que le poids d'écume % canne est diminué dans les diffuseurs de canne ou de bagasse, une partie des impuretés se déposant sur le tapis de bagasse. D'après les auteurs, la pratique de chaulage du jus dans la diffusion y contribue. A Bois-Rouge, si le diffuseur n'est pas directement chaulé, le pH est contrôlé par l'intermédiaire des eaux de presses clarifiées, qui retournent en queue de diffuseur avec un pH de 9 environ.

D'après l'ensemble de ces éléments, il semble juste de penser que la quantité de boues plus importante au Gol peut être attribuée, au moins en partie, au train de moulins.

Pannes

Pour la campagne 2011, à Bois-Rouge, le nombre d'heures de pannes attribuable à l'atelier d'extraction est de 14h50, dont 20% dus au diffuseur. Au Gol, le nombre d'heures de pannes est de 42h pour la campagne 2011, tout équipement d'extraction confondu (moulins, transporteurs, pompes...). Le diffuseur occasionnerait moins de temps d'arrêt que les moulins.

Consommations

- Eau d'imbibition

En théorie, plus l'imbibition est augmentée, plus l'extraction sera élevée. Selon Rein (1995), il n'y a pas de limite haute ou basse à l'imbibition dans un diffuseur, juste un compromis entre la taille du diffuseur et l'évaporation à réaliser ensuite. En revanche, pour les moulins, cette limite existe car pour des imbibitions trop élevées, il y a un risque de perturber la prise

de la bagasse, de faire patiner les moulins et d'augmenter l'humidité de la bagasse finale (Rein 1995 ; Koster, 1995).

Les imbibitions appliquées aux ateliers en 2011 sont présentées dans le tableau 7. L'imbibition % fibre est effectivement deux fois plus forte à Bois-Rouge. Il en résulte un brix du jus mélangé plus faible, qui nécessite une consommation de vapeur supérieure pour aboutir au sirop.

Tableau 6. Comparaison des imbibitions

	Gol	BR	Différence BR-Gol
Imbibition % cannes	29,03	51,07	22,04
Imbibition % Fibre	187,02	368,45	181,43
Brix Jus Mélangé	14,93	11,73	-3,21

- Consommation de vapeur

Le tableau 8 présente les consommations en équivalent vapeur d'échappement (VE) pour les ateliers de réchauffage et d'évaporation.

La diffusion, de par l'imbibition plus importante, entraîne un débit de jus plus élevé et un brix de jus mélangé plus faible. Il en résulte une plus grande quantité de vapeur nécessaire pour le réchauffage (jus de méchage et jus mélangé) et pour l'évaporation. Koster (1995) a chiffré une hausse de 6% de la consommation d'énergie pour obtenir un sirop issu d'un procédé d'extraction par diffusion. Les données présentées ici sont légèrement plus importantes, l'évaporation dans le cas de la diffusion nécessite environ 9% de VE supplémentaire.

Tableau 7. Consommations de vapeur en kg VE/TC

	Gol	BR	Différence BR-Gol
Vapeur échappement (kg/TC)	338,43	368,92	30,49
Consommation électrique (kWh/TC)	30,43	29,98	-0,45
Consommation d'eau (m3/TC)	1,20	1,21	0,02

- Bilan énergétique

Les bilans énergétiques présentés dans les tableaux 9 et 10 ont été obtenus sur une semaine de rouaison normale. Conformément à ce que l'on peut attendre, la consommation énergétique brute de l'atelier extraction du Gol avec son train de moulins est supérieure (+1,06 MWh). La consommation de l'atelier d'extraction du Gol est également supérieure à celui de Bois-Rouge si on ramène les données à la tonne de canne (TC) et à la tonne de fibre (TF).

Tableau 8. Consommations moyennes des unités de l'atelier broyage extraction du Gol. Bilan énergétique semaine 37- données application eRcane CanNRJ.

TCH	Shredder	Pré-extracteur	Moulin 1	Moulin 2	Moulin 3	Moulin 4	Moulin 5	Total	Total	Total
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	MWh	kWh/TC	kWh/TF
365,94	2751,92	332,06	364,57	447,42	468,25	501,13	474,67	5,34	14,59	94,01

Tableau 9. Consommations moyennes des unités de l'atelier broyage extraction de Bois-Rouge. Bilan énergétique semaine 37- données application Teeo.

TCH	Shredder kWh	Pré-extracteur kWh	Diffuseur kWh	Moulin Repression 1 kWh	Moulin Repression 2 kWh	Total MWh	Total kWh/TC	Total kWh/TF
352,02	2278,11	350,00	550,65	598,63	502,92	4,28	12,16	87,73

- Consommations chimiques

- Chaux et floculant

Bois-Rouge a consommé en 2011 786 g/TC de chaux contre 763 g/TC pour Le Gol. La consommation de floculant pour la clarification du jus brut a été de 9,2 g/TC pour Bois-Rouge contre 3,35 pour Le Gol.

Les consommations de chaux des deux ateliers sont très proches, en revanche les consommations de floculant sont bien plus importantes à Bois-Rouge. Cependant, l'effet de la diffusion n'explique pas une consommation supplémentaire de floculant. La raison est probablement dans le reste du process de Bois-Rouge.

- Lubrifiant/huiles

Pour ses 2 moulins de repression, Bois-Rouge consomme 400 litres d'huile par semaine ainsi qu'environ 400 litres par campagne de graisse pour les roulements du pré-extracteur. Jusqu'en 2010, Le Gol consommait sur les coussinets des moulins 6 fûts de 210 litres d'huile par semaine de 49 000 TC soit au total pour une semaine de rouaison 1 260 litres d'huile d'hydrocarbure. Depuis 2011, l'huile utilisée est remplacée par une nouvelle huile biodégradable et sa consommation est de 180 litres pour une semaine de rouaison.

- Sanitation

Au Gol, la sanitation est réalisée en continu sur le jus mélangé pour une consommation de 2 700 litres de biocides sur la campagne. Cette sanitation est complétée par des traitements ponctuels en cas de nécessité.

A Bois-Rouge, le nettoyage se fait par jet d'eau à haute pression, lors des arrêts hebdomadaires, il n'y est pas fait usage de biocides pour l'atelier d'extraction.

La littérature confirme cette pratique. Ainsi, selon une étude de Mackrory *et al* (1984), l'activité microbienne est importante dans les trains de moulins, dont les jus sont à des températures faibles, alors qu'elle est faible au niveau des diffuseurs, dont les températures sont plus élevées. Il en résulte au niveau des moulins une flore mésophile, produisant principalement de l'acide lactique, de l'acide acétique et de l'éthanol. En Afrique du Sud, les auteurs ont établi que dans leurs conditions, les pertes en sucres dues à une activité microbienne étaient plus importantes au niveau des moulins qu'en diffusion.

Production énergétique

Le Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) combiné au tonnage de bagasse sert de base pour de calculer l'énergie contenue dans la bagasse produite par les usines (tableau 11). Le PCI de la bagasse de Bois-Rouge est plus faible que celui de la bagasse du Gol, ce qui est principalement lié à l'humidité de la bagasse du Gol, inférieure à celle de Bois-Rouge. De plus, l'usine du Gol produit plus de bagasse % canne. Au final, l'usine du Gol a, via sa bagasse, un potentiel de production énergétique plus important que Bois-Rouge. Ce résultat n'est cependant pas lié à la diffusion, mais à la composition de la canne broyée et au réglage des derniers moulins.

En Afrique Du Sud, Koster (1995) a, quant à lui, observé une production énergétique légèrement plus faible avec de la bagasse des moulins (-4%). Hoekstra (1995) affirme que dans le cas d'un export d'électricité sur le réseau, la diffusion génère plus d'électricité, mais que cette différence est très faible si le process prélève préférentiellement de la VP2 (Vapeur de Prélèvement du 2^{ème} corps d'évaporation), ce qui est le cas dans nos usines.

Tableau 10. Production énergétique de la bagasse (données 2011)

	Gol	BR	Différence BR-Gol
PCI Bagasse (kJ/kg)	7 361,19	6 834,45	-526,74
Poids bagasse (t)	291 611,52	260 580,33	-31031,18
Energie Bagasse (kWh/TC)	603,00	533,21	-69,79

Conduite

Flexibilité de conduite

Le débit optimal de Bois-Rouge en 2011 est de 335 TCH. Cependant, la flexibilité de l'atelier autorise des débits entre 200 et 400 TCH. Le débit optimal actuel du Gol est de 365 TCH. Si la conduite des deux premiers moulins au Gol nécessite un débit minimal de 300 TCH, il est possible de broyer en pointe 450 TCH.

Opérateurs

La conduite de l'extraction au Gol nécessite 2 opérateurs : un chef de l'atelier et un opérateur sur le poste de conduite. Les deux peuvent se remplacer mutuellement sur le poste de conduite et font les rondes à tour de rôle. Le chef de l'atelier est aussi opérationnel sur l'atelier de l'épuration. L'opérateur est aussi opérationnel sur la conduite de l'alimentation des cannes de la plateforme. L'arcing, soudures à l'arc réalisées sur les cylindres pour améliorer leur accroche, est effectué sur les alimentateurs en semaine et sur tous les cylindres lors des arrêts de fin de semaine, cette équipe est composée de 4 personnes.

A Bois-Rouge, l'extraction est gérée par 2 opérateurs : une personne au poste de contrôle (également en charge de la surveillance de l'atelier clarification) qui gère les paramètres de réglages et un rondier qui vérifie sur place le bon fonctionnement du diffuseur et des moulins. L'arcing est réalisé lors des arrêts hebdomadaires.

Rein (1995) pense que la conduite des moulins nécessite une routine stricte et requiert plus de main d'œuvre. Dans les usines du Gol et de Bois-Rouge, hormis l'arcing, la conduite de l'extraction requiert une main d'œuvre équivalente.

Démarrage/arrêts

Au Gol, la mise en route des moulins nécessite 30 minutes, car il faut tout d'abord remplir les cuvettes en eau puis démarrer les moulins un à un. L'imbibition est ajoutée lorsque la bagasse arrive à son niveau. L'arrêt normal des moulins nécessite 2h, avec un nettoyage en parallèle, 1h avant l'arrêt des moulins. En cas de panne grave d'un moulin, celui-ci peut être by-passé. Cette opération demande entre 3 et 4 heures.

Etant donné sa longueur et le temps de séjour de la bagasse (1h environ), les interventions sur le diffuseur sont longues. A Bois-Rouge, le démarrage nécessite 3 heures avec une étape de remplissage des cuves, puis le réchauffage par le jus de méchage avant de pouvoir l'alimenter en bagasse. 2 à 3 heures sont également nécessaire à sa liquidation, il faut dans un premier temps vider la mégasse puis recirculer les jus. Ces derniers jus sont chargés et dilués, ils

induisent un ralentissement de la décantation, ce qui implique un ralentissement du tapis du diffuseur. Ces jus provoquent également des encrassements au niveau des évaporateurs et une baisse de la qualité du sucre.

Bilan de l'expérience réunionnaise

Les données présentées ci-dessus concernent les résultats techniques de deux sucreries ayant fait des choix stratégiques différents il y a 20 ans, une matière première de composition différente et un process qui peut varier d'une usine à l'autre.

Pour pallier aux différences entre les deux sucreries, nous proposons de prendre l'exemple d'une usine fictive, broyant 1M TC, à 13,8 de richesse et 12,5 de fibre. Cette usine aurait une BHR (Boiling House Recovery) de 88%.

Le tableau ci-dessous compare les résultats de cette sucrerie fictive en termes de sucre produit, de consommations énergétiques, en prenant en compte deux cas de figure, l'extraction par un train de moulin et l'extraction par une diffusion de bagasse et en se basant sur les conclusions des données présentées ci-dessus, tout le reste du process étant similaire par ailleurs. Il est à noter que pour calculer une consommation totale en équivalent électrique, il a été considéré que 1 tonne de vapeur d'échappement correspond à 87 kWh.

Les performances de la diffusion sont supérieures à celles des moulins. En revanche, la consommation d'eau et de vapeur pour évaporer l'eau supplémentaire est très nettement augmentée dans le cadre d'une diffusion, ce qui conduit à une consommation en équivalent électrique plus forte.

Tableau 11. Comparaison des ateliers moulins et diffusion de bagasse

	Moulins	Diffusion de Bagasse	Différence Diffusion - moulins
Tonnage de Cannes	1 000 000	1 000 000	-
Extraction (%)	97,66	98,33	0,67
Perte bagasse (%Canne)	0,27	0,21	-0,06
Perte écume (%Canne)	0,06	0,04	-0,02
Sucre produit (t)	118 558	119 230	672
Consommation d'eau (Imbibition-m3)	290 000	510 000	220 000
Consommation énergétique Broyage/Extraction (kWh/TF)	94,01	87,73	-6,29
Consommation Vapeur Echappement (kg VE/TC)	145	206	61
Consommation équivalent électrique (MWh)	24 367	28 888	4 521

Conclusion

Dans le cas d'une usine neuve, les coûts d'investissement sont réputés pour être plus faibles dans le cas d'une diffusion de canne ou de bagasse par rapport à un train de moulins: les coûts d'investissement initiaux sur une diffusion de canne seraient de l'ordre de 60 à 66% de ceux d'un train de moulins. Les coûts d'entretien et de maintenance d'une diffusion

représentent eux 55 à 60% de ceux d'un train de moulins et 75% dans le cas d'une diffusion de bagasse (Lamusse, 1984 ; Rein, 2007).

La diffusion de bagasse permet de meilleures performances et engendre des coûts d'exploitation plus faibles. En revanche, ses consommations en eau, en vapeur et en électricité sont supérieures au train de moulin. En cas de valorisation de la bagasse par une centrale thermique, cette donnée doit être prise en compte pour aider à la décision.

Remerciements

Les auteurs remercient le personnel des sucreries du Gol et de Bois-Rouge et d'eRcane pour leur contribution à ce document.

Références bibliographiques

- Hoekstra, R.G., (1995). Energy consequences of diffusion versus milling. Proc SASTA : 205-207.
- Hugot, E., (1987). La sucrerie de cannes. 3^{ème} édition. Lavoisier : 357-359.
- Ivin, P.C., Clarke, M.L., Blake, J.D., (1987). Comparison of extractives from milling and diffusion. Proc Aus SSCT : 191-199.
- Koster, K.C., (1995). Some downstream effects resulting from diffusion compared with milling as published by the South African Sugar Industry. Proc SASTA : 201-204.
- Lamusse, J.P., (1984). The choice between diffusion and milling. Revue agricole et sucrière. Ile Maurice. Vol 63 : 35-45.
- Mackrory, L.M., Cazalet, J.S., Smith, I.A., (1984). A comparison of the microbiological activity associated with milling and cane diffusion. Proc SASTA : 86-89.
- Rein, P.W., (1995). A comparison of cane diffusion and milling. Proc SASTA : 196-200.
- Rein, P.W., (2007). Cane sugar engineering. Eds Bartens : 165-169.
- Wood, R.A. (1981). The effect of different extraction processes on the nutrient content of filtercake. Proc SASTA : 177-180.