

Economie de vapeur par passage de l'évaporation de 5 à 6 effets à la Sucrierie du Gol

Olivier Macé

Tereos Océan Indien (omace@tereos.com)

Résumé

Avec la mise en place des centrales thermiques équipées de turboalternateurs à soutirage et condensation à haut rendement, la production d'énergie devient un complément indispensable à l'activité des sucreries.

L'opportunité offerte par les caisses à flot tombant de travailler avec des écarts de température réduits entre la vapeur de chauffage et celle produite par la caisse permet d'intégrer un effet supplémentaire sans modifier significativement les caractéristiques de la vapeur de chauffage du 1^{er} effet et celles de la vapeur produite au dernier effet.

La réduction de consommation de vapeur induite, toutes choses égales par ailleurs, associée à une optimisation des prélèvements pour le réchauffage des jus, permet d'envoyer plus de vapeur dans l'étage de condensation du turboalternateur et génère un surplus d'énergie électrique disponible.

L'objet de la présentation est de montrer les résultats obtenus et l'intérêt de cette évolution en se basant sur une expérience de 5 campagnes sucrières.

Mots-clés : consommation spécifique de vapeur, turbine à soutirage et condensation, évaporation à flot tombant.

1/ Introduction

Dans le contexte insulaire de La Réunion, la production d'énergie est un sujet critique. C'est dans ce cadre que les sucreries sont couplées à des centrales thermiques performantes, et la consommation d'énergie électrique réunionnaise repose pour environ 25% sur la production de ces centrales pendant la campagne sucrière, de mi-juillet à mi-décembre chaque année.

La production d'énergie électrique à partir de la bagasse est un complément indispensable de l'activité des sucreries de nos jours.

Afin d'optimiser la production d'énergie, les sucreries ont cherché à réduire leur consommation de vapeur afin que celle-ci soit condensée dans les étages BP des turboalternateurs des centrales thermiques et produise de l'énergie électrique.

Les contraintes de température pour le chauffage des jus de canne sans provoquer d'inversion du saccharose en glucose et fructose limitent les possibilités de multiplier les effets d'évaporation ; cependant la technologie des caisses à flot tombant, permettant de travailler avec un faible écart de température permet le passage de 5 à 6 effets sans pour autant changer la température initiale de chauffage du jus.

2/ Centrale thermique – Turbo-alternateurs

La centrale thermique accouplée à la sucrierie brûle la bagasse issue du broyage de la canne dans des chaudières HP à 90bars, la vapeur est envoyée dans des groupes turbo-alternateurs avec soutirage à 3b pour alimenter l'évaporation de la sucrierie.

Les productions d'énergie électrique des turbo-alternateurs sont d'environ :

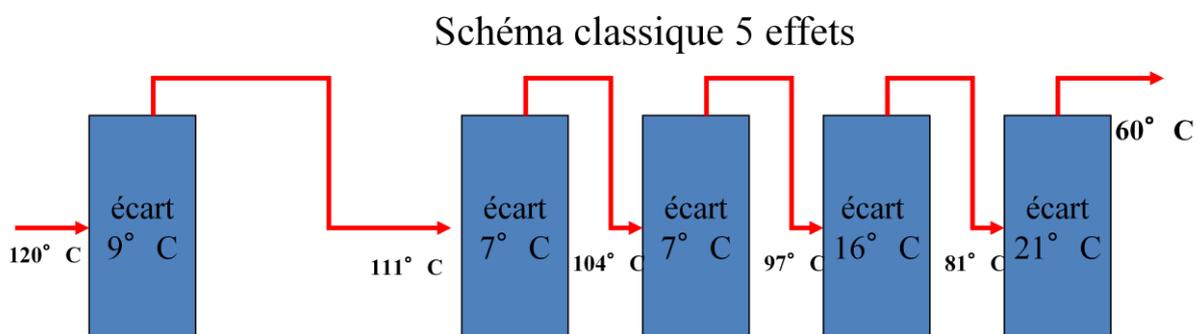
- 167kwh/tvapeur entre la vapeur HP et soutirage ;
- 254 kwh/tvapeur entre la vapeur HP et condensation.

Par conséquent, toute tonne de vapeur qui ne sera pas soutirée pour le procédé de la sucrerie permettra la production de 87 kwh supplémentaires sur le réseau électrique. C'est dans cet objectif que s'est inscrite la sucrerie du Gol avec la recherche d'économies substantielles de vapeur dans son procédé.

3/ Présentation des installations avant passage en 6 effets

Avant le passage à 6 effets, la sucrerie était déjà dans une situation de consommation faible de vapeur :

- évaporation en 5 effets



- organisation des réchauffeurs :

Jus à réchauffer	Prélèvements 5 effets
Jus mélangé	V4
Jus chaulé	V2 - V1
Jus clair	V1 - VE

- cuites continues en 1^{er} et 3^{ème} jets ;
- prélèvements sur V1 pour cuites discontinues, V2 et V3 pour les cuites continues ;
- Ratio d'imbibition des moulins d'environ 180% fibre, ce qui est faible et limite déjà la quantité d'eau à évaporer ;
- Vapeur de chauffage de la centrale thermique : maxi 2b abs / 120°C et dépression au 5^{ème} effet de -630mmHg (0,17b abs.).

Dans ces conditions, la consommation instantanée était de 135t vapeur/h pour un débit usine de 370tc/h soit une consommation de vapeur spécifique instantanée de 365kg/tc.

Afin de pouvoir comparer les consommations spécifiques avec des caractéristiques de vapeur qui peuvent varier d'une année à l'autre ou en fonction de l'encrassement des caisses, la

consommation de vapeur réelle sera transformée en consommation de vapeur de référence (2.7b / 150°C – 660 kcal/kg) par équivalence des chaleurs totales.

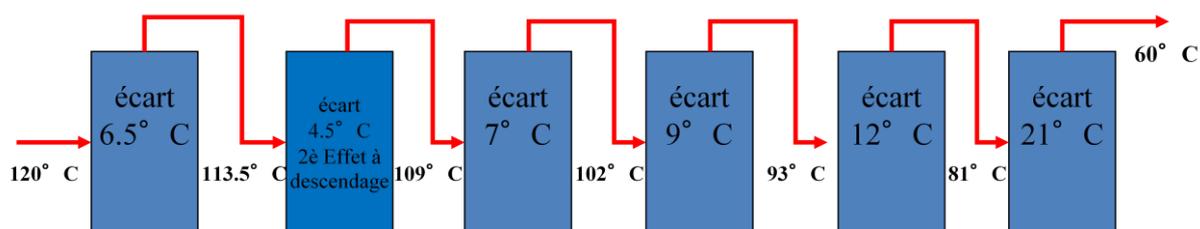
La consommation totale incluant les arrêts pour maintenance, les essais et la liquidation de fin de campagne de 419,9 kg/t canne en vapeur réelle ou 410,7 kg/t canne en vapeur référence (moyenne de consommation des années 2002-2006 en vapeur réelle).

4/ Projet de réduction de la consommation de vapeur

Le projet s'articule sur 2 axes :

- Le passage de l'évaporation de 5 à 6 effets.

Schéma à 6 effets



- Le réarrangement des réchauffeurs de jus pour consommer toutes les vapeurs de prélèvement.

Jus à réchauffer	Prélèvements 6 effets
Jus mélangé	EC - V6 - V5
Jus chaulé	V4 - V3 - V2
Jus clair	V2 - V1 - VE

- chauffage du jus mélangé sur condensats, V6 et V5 avec un unique réchauffeur platulaire Barriquand multiétagé ;
- chauffage du jus chaulé en V4, V3 et V2 avec des réchauffeurs tubulaires ;
- chauffage du jus clair en V2, V1 avec des réchauffeurs tubulaires et VE sur réchauffeur platulaire Barriquand monoétagé.

Avec l'introduction du nouveau 2^{ème} effet, les prélèvements pour les cuites sont modifiés : V2 pour les cuites discontinues et V3-V4 pour les cuites continues.

5/ Introduction des CEFT en 2^{ème} effet

La sucrerie a procédé pendant 3 ans à des programmes de recherche et développement sur une caisse à descendage pilote, en association avec la société FIVES, pour mettre au point le design et vérifier les conditions de fonctionnement.

En particulier, la conception de l'alimentation des tubes afin de garantir un mouillage suffisant des tubes (≥ 800 l/h/m), avec le minimum de disparités entre les débits des tubes, et

vérifier que la capacité évaporatoire se maintenait avec les nettoyages réguliers à la soude caustique.

Le choix du 2^{ème} effet a été fait pour limiter au maximum les risques de perturbation avec la centrale thermique, de plus les connexions de vapeur et de jus ont été étudiées de façon à pouvoir by-passer le 2^{ème} effet et repasser en 5 effets en cas de problème de fonctionnement, ce qui n'a jamais été le cas, mais a occasionné un surcoût de réalisation.

Les risques de bouchage des tubes par des résidus de boue en cas d'épuration imparfaite ont été pris en compte par plusieurs mesures :

- remplacement du décanteur existant par un décanteur SRT ;
- filtration du jus épuré sur tamis statique 80 mesh (180 μ) ;
- installation de filtres statiques à l'entrée des boucles de circulation de jus des caisses CEFT.

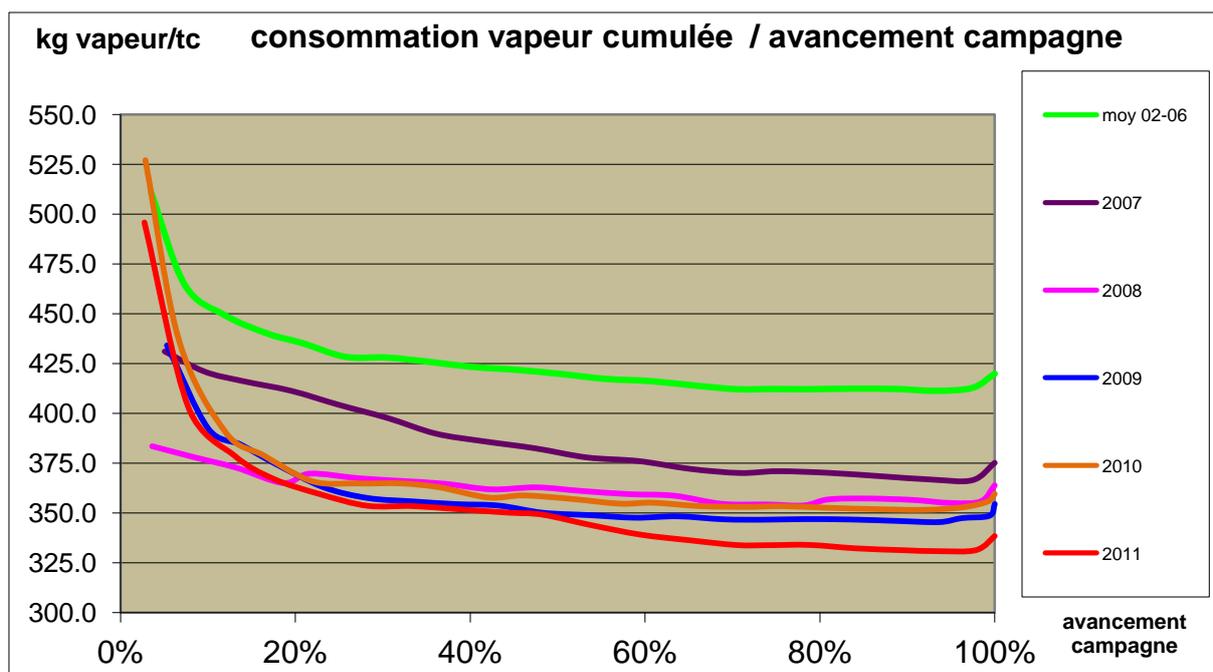
De même, la sucrerie a dû revoir son dispositif de nettoyage chimique de l'évaporation pour prendre en compte le plus grand nombre de tubes à nettoyer, autre facteur de surcoût non négligeable, cependant l'avantage des CEFT est d'utiliser le même circuit pour la distribution de jus en fonctionnement normal et pour la solution de soude pour le nettoyage.

6/ Des résultats de fonctionnement à la hauteur des attentes

L'objectif de réduction de consommation était de passer d'une consommation spécifique totale de 410,7 kg vapeur /t canne à 342,5 kg/t canne soit une réduction de 68,2 kg/t canne aux conditions de vapeur référence.

Résultats obtenus :

- 2007, année d'installation, très mauvaise campagne avec peu de cannes (778 ktc) :
→ consommation réalisée de 367,3 kg/t canne soit un gain de 43,4 kg/tc.
- 2008, mise au point progressive au cours de la campagne et campagne courte (924 ktc) :
→ consommation réalisée de 356 kg/t canne soit un gain de 54,7 kg/tc.
- 2009, 1^{ère} campagne en exploitation « normale » :
→ consommation réalisée de 345,6 kg/t canne soit un gain de 65,1 kg/tc, proche de l'objectif.
- 2010, exploitation normale, mais sécheresse sévère en fin de campagne (918 ktc) :
→ consommation réalisée de 351,2 kg/t canne soit un gain de 59,5 kg/tc.
- 2011, exploitation normale, optimisation du réchauffeur platulaire jus mélangé à mi campagne, campagne courte avec sécheresse en fin de campagne (920ktc) :
→ consommation réalisée de 330,7 kg/t canne soit un gain de 80 kg/tc, objectif dépassé.

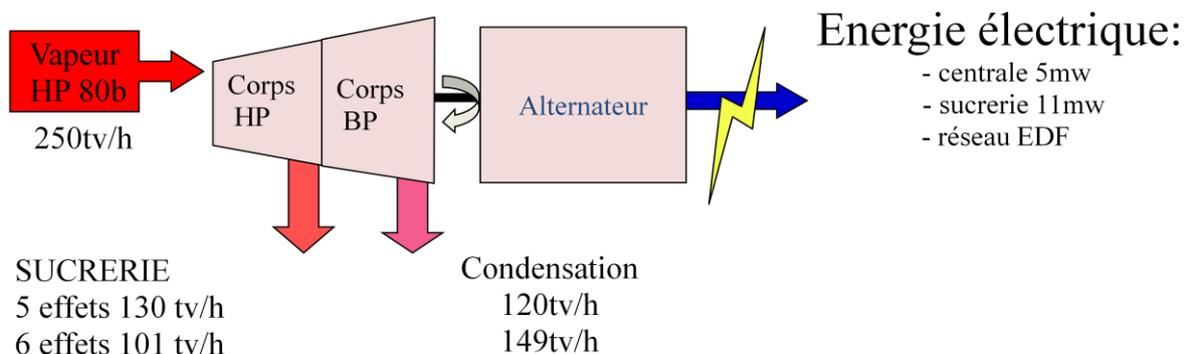


Impact sur le production d'énergie électrique

Rappel de la production d'énergie du turbo-alternateur :

- corps HP entre la vapeur HP et le soutirage pour le procédé sucrier : 0,167 Mwh / t vapeur
- corps HP+BP entre vapeur HP et condensation : 0,254 Mwh / t vapeur

→ Chaque tonne de vapeur économisée au process qui passera dans le corps BP de la turbine produira 0,087 Mwh.



	corps HP uniquement		corps HP+BP		ensemble turbo-alternateur	
	vapeur tv/h	puissance MW	vapeur tv/h	puissance MW	débit vapeur tv/h	puissance MW
5 effets	130	21,7	120	30,5	250	52,2
6 effets	101	16,9	149	37,8	250	54,7

La diminution de consommation de vapeur par le procédé sucrier se traduit par la production sur le réseau électrique d'une puissance supplémentaire de 2,5Mw.

Conclusion

L'installation du Gol a encore du potentiel d'amélioration par une optimisation des consommations de vapeurs. Le choix du passage à 6 effets avec les CEFT montre l'adéquation de ces équipements avec les contraintes du procédé, de même que les réchauffeurs platulaires qui montrent leur efficacité sur des vapeurs de basse pression.

Les économies de vapeur sont incontournables aujourd'hui avec le développement de la cogénération qui est une réelle piste de développement d'activité liée aux sucreries.

C'est un moyen de générer de l'énergie électrique supplémentaire et à un coût réduit en comparaison de l'installation de nouveaux moyens de production (turbines à gaz, turbine à vapeur à vapeur, moteurs diesel) et sans accroître la consommation de combustible, ce qui conforte la canne à sucre et sa filière de transformation en acteur du développement durable.