

# Les sucreries de La Réunion au cœur de la transition écologique

Par **Éric de BOLLIVIER**

Directeur industriel de Tereos Océan Indien

La filière canne-sucre-rhum-énergie de La Réunion est au cœur du développement d'un ensemble économique lié à l'agriculture, à l'industrie, à l'énergie, à l'environnement ou encore au tourisme. Riche de plus de 200 ans d'histoire et dépassant l'enjeu sucrier, la filière a toujours su innover pour devenir aujourd'hui un véritable modèle d'économie circulaire en synergie avec les autres filières.

Pionnière mondiale de la production d'énergie à partir de la canne à sucre, l'industrie sucrière est à l'origine de nombreuses innovations. Aujourd'hui, la bagasse – résidu fibreux obtenu après extraction du sucre – constitue la première source d'énergie renouvelable de l'île. Depuis 2019, la mélasse est également utilisée pour fabriquer de l'éthanol combustible qui alimente la turbine à combustion en service dans le sud de l'île.

Au cœur des enjeux de transition écologique, l'industrie sucrière poursuit ses recherches pour augmenter la part de la filière correspondante dans la production d'énergie renouvelable. Les futures avancées techniques devront également garantir la qualité des sucres et les coproduits indispensables aux autres filières, et ainsi permettre de maintenir le rôle essentiel de la filière dans l'atteinte des objectifs du territoire en matière de transition écologique.

## Introduction

À La Réunion, les deux sucreries de canne en exploitation, du haut de leurs 200 ans révolus, sont des piliers industriels du territoire. Elles jouent un rôle clé dans l'économie locale au cœur de la filière canne-sucre-rhum-énergie qui recense environ 15 500 emplois directs, indirects et induits, soit presque 10 % des emplois privés de l'île.

S'appuyant sur des précurseurs et hommes de talent, à l'image d'Émile Hugot<sup>(1)</sup> ou de Maxime Riviere<sup>(2)</sup>, l'histoire de la filière canne-sucre-rhum-énergie réunionnaise est riche d'évolutions technologiques et de savoir-faire. L'industrie sucrière de l'île a vu naître de nombreuses innovations technologiques dont des premières mondiales, qui ont marqué toute l'industrie de la canne à sucre dans le monde et porté la renommée de La Réunion au-delà de ses frontières : appareil à cuire des masses cuites en continu, centrale bicom bustible de cogénération ou encore caisse d'évaporation à flot tombant, pour ne citer que celles-ci.

<sup>(1)</sup> Émile Hugot (1904-1993) a été PDG des Sucreries de Bourbon de 1948 à 1979 et le fondateur de la distillerie de Savanna. Il est mondialement connu pour son ouvrage référent, *La sucrerie de canne, manuel de l'ingénieur*.

<sup>(2)</sup> Maxime Riviere (1921-1995) a procédé à la mise au point du premier appareil à cuire en 1973.

Ayant très tôt cherché à valoriser la partie fibreuse et combustible de la canne à sucre, cette industrie a presque toujours été autonome sur le plan énergétique. Pourtant, au début des années 1990, il est décidé d'aller plus loin. Les sucreries arrêtent leurs installations internes de production d'énergie (vapeur et électricité) au profit d'installations de cogénération voisines, aujourd'hui exploitées par la société ALBIOMA. Ces installations sont capables de valoriser l'intégralité de la bagasse livrée, tout en assurant une production continue d'électricité.

La mélasse – résidu sirupeux obtenu après l'extraction du sucre cristallisable, le saccharose – est également valorisée. Outre son usage partiel consacré à l'alimentation animale, elle va être transformée en rhum dans des distilleries construites à cet effet.

En 2012, le groupe Tereos, après avoir finalisé son rachat des différentes sociétés sucrières de La Réunion, a cédé les installations des distilleries de Rivière du Mât et de Savanna, autrefois propriétés des sucreries.

Ainsi, au-delà de leur enjeu purement sucrier, les sucreries sont devenues, en tant que primo-transformateurs, les fournisseurs des matières premières nécessaires aux centrales thermiques et aux distilleries. En l'espace de vingt ans, le triptyque industriel sucre-rhum-énergie a été repensé et fonctionne avec des entités qui, bien que séparées, restent unies par une matière végétale commune, la canne à sucre.

## La sucrerie au cœur d'un *cluster* 100 % circulaire

La sucrerie de canne est souvent, et à juste titre, comparée à une bioraffinerie. En effet, au cours du processus de fabrication du sucre de canne, sont générés trois coproduits : la bagasse, les écumes et la mélasse (voir la Figure 1 ci-après), qui ouvrent le champ des possibles autant en matière de production d'énergie qu'en matière de confection de molécules plateformes pouvant remplacer leurs équivalents pétro-sourcés (Caderby *et al.*, 2014).

Depuis 2010, le groupe Tereos est devenu l'actionnaire majoritaire de deux installations industrielles, l'une implantée dans le sud de l'île, Le Gol, et l'autre dans le nord-est, Bois Rouge. Ces deux sucreries de canne ont des procédés de fabrication proches, mais présentent chacune leurs particularités, c'est le cas notamment pour le mode d'extraction du jus sucré.

Le Gol dispose ainsi d'un train de moulins reposant sur une extraction exclusivement mécanique, alors que Bois Rouge, suite à la dernière restructuration de la filière sucrière à La Réunion au début des années 1990, a fait le pari d'une technologie issue du *process* betteravier qui a été adaptée à la canne à sucre : la diffusion. Ces technologies permettent toutes deux de produire une bagasse présentant des taux résiduels de sucres bas (< 1,1 %) et des humidités satisfaisantes (48 - 50 %), faisant de celle-ci un combustible stable présentant un pouvoir calorifique inférieur proche de 1 900 kcal/kg. En 2021, la bagasse était la ressource locale la plus génératrice d'énergie avec 81 ketp, loin devant la ressource hydraulique et solaire thermique qui représentaient respectivement 30,8 et 26,5 ketp (Observatoire Énergie Réunion, 2022).

Le jus de canne brut est clarifié par réchauffage (température portée jusqu'à 104°C) et par ajout du lait de chaux, ce qui provoque la précipitation de certaines impuretés dissoutes (protéines, phosphate de calcium, cires) et piège également les charges colloïdales et les matières en suspension. Les écumes sont obtenues après décantation et filtration de ces précipités ; les sucreries en produisent entre 20 et 50 kg/tonne de canne. Cet amendement organique de fond permet une bonne fertilisation phosphatée et calcique des cultures, et reste largement employé notamment lors des phases de replantation de la canne à sucre (Février et Mansuy, 2021).

Le jus clarifié obtenu est concentré par évaporation, puis des cuissons successives vont permettre la production des sucres roux après séparation centrifuge et séchage. Les sucreries réunionnaises produisent, à raison d'environ 50 % de leur production, des sucres de spécialité destinés à la consommation directe et répondant à un cahier des charges strict. Les autres sucres produits sont destinés au raffinage, lequel est réalisé en Europe.

En fin d'étape de cristallisation, un liquide sirupeux demeure : la mélasse, qui est le dernier coproduit du *process* industriel sucrier. Sa concentration en sucre est insuffisante pour pouvoir en extraire, mais elle constitue un support de fermentation de choix pour les distilleries et la production de rhum ou d'alcool industriel. Une partie de cet alcool est d'ailleurs utilisée en tant que bioéthanol combustible pour alimenter la turbine à combustion (TAC) d'ALBIOMA située dans le sud de l'île, faisant de cette installation, mise en service en 2019, la première centrale au monde à produire une énergie de pointe destinée à sécuriser le réseau électrique local et fonctionnant donc au bioéthanol. En 2021, ce sont 1 106 tonnes de bioéthanol qui produites localement ont été valorisées via la turbine à combustion.

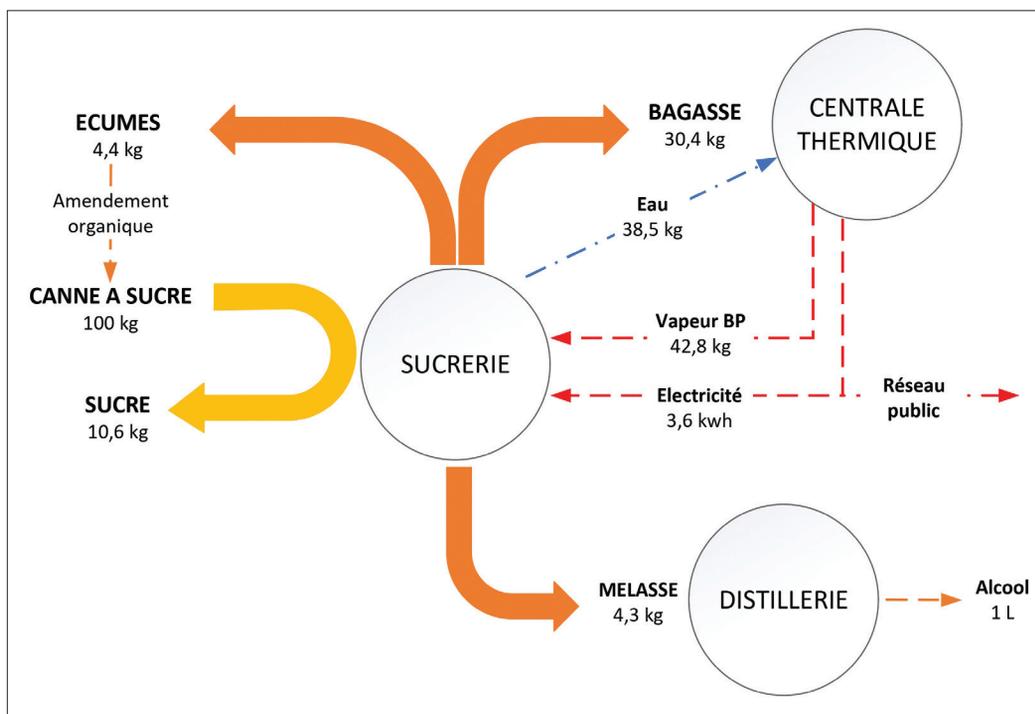


Figure 1 : Le complexe canne-sucre-alcool-énergie.

## Produire du sucre et toujours plus d'énergie

Tereos dispose à La Réunion d'un centre de recherche variétal, eRcane, qui, par hybridation, produit annuellement plusieurs milliers de variétés de canne. Après un parcours de sélection de plus de quinze ans, si une variété démontre des performances sucrières supérieures aux variétés référentes d'une zone, elle sera alors libérée et mise à disposition des planteurs de canne de La Réunion.

C'est à travers ce dispositif qu'en 2008, une variété de canne ayant atteint les derniers stades de la sélection et disposant d'un profil atypique attire toutes les attentions. Elle excelle sur les terres difficiles des hauts de l'est et du sud de l'île et se caractérise par son taux de fibre largement au-dessus des standards réunionnais. Ses rendements en tonne de sucre par hectare sont supérieurs aux variétés témoins, ce qui s'explique par des productions végétales brutes en tonne de matière/ha bien supérieures aux standards. La première canne à sucre « mixte » réunionnaise est ainsi officiellement libérée en 2010 et se nomme R585. Elle est qualifiée de « mixte », car elle présente un potentiel qui est autant sucrier qu'énergétique. Elle sera par la suite détrônée dans les hauts du Sud et de l'Ouest par une nouvelle canne mixte, libérée en 2013 : la R586. Ces deux variétés occupent désormais une part significative de la sole cannière réunionnaise (voir la Figure 2 ci-dessous).

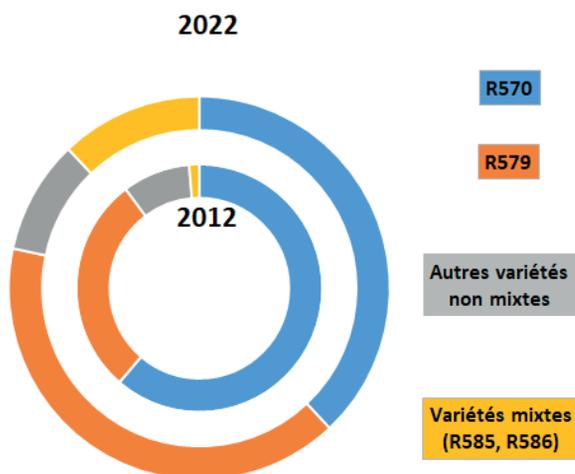


Figure 2 : Évolution du mix variétal réunionnais entre 2012 et 2022.

Durant cette même période, des expérimentations ont été réalisées afin de caractériser l'« usinabilité » d'une variété de canne au-delà de ses critères purement constitutionnels (Laurent Corcodel et Camille Roussel, 2011), ce qui a amené à démontrer l'intérêt technique d'une variété mixte pour le complexe sucrerie-centrale thermique (Corcodel, 2011), même si une généralisation de celle-ci à l'échelle de l'île reste peu probable du fait du mix variétal des bassins canniers. Par ailleurs, les sucreries ont également validé lors d'un essai le broyage exclusif de la canne R585. Cet essai a permis

de mieux orienter leurs investissements sur le long terme si ce type de canne venait à se développer à plus grande échelle. En dépit de l'impact sur la puissance électrique consommée au niveau de l'atelier chargé de la préparation et de l'extraction de cette variété, celle-ci n'a pas mis en défaut le dimensionnement technique actuel des sucreries.

## Une production alimentaire et énergétique : des limites complexes

L'évolution des modes de coupe, avec notamment la raréfaction de la main-d'œuvre et le déploiement de coupeuses mécaniques de cannes longues, qui ont été développées localement et sont spécifiquement adaptées aux terrains escarpés de La Réunion, a occasionné une dégradation de la qualité de la canne. Cela se traduit par une augmentation de la présence de feuilles (sèches et vertes) et de portions en croissance de la canne, appelées « bouts blancs ». Cela a pour conséquences une augmentation du taux de fibres, ce qui peut apparaître opportun dans un contexte global caractérisé par le souhait d'une augmentation de l'énergie produite par la filière, mais *a contrario* une baisse plus problématique de la pureté du jus sucré (voir la Figure 3 ci-dessous).

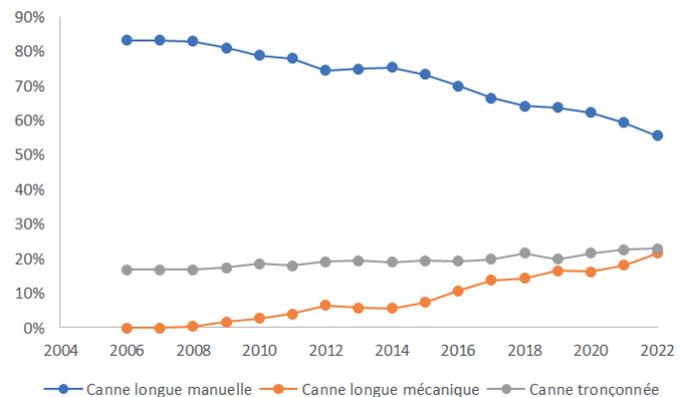


Figure 3 : Évolution du mode de coupe de la canne à sucre à La Réunion.

Afin de projeter une évolution tendant vers une dégradation totale de la qualité de la canne, les sucreries ont organisé, chacune, un essai industriel consistant à ne traiter que de la canne entière, c'est-à-dire sans aucun effeuillage volontaire préalable. Plus de 900 tonnes de cannes ont ainsi été broyées pendant au moins 3 heures pour permettre une roulaison stabilisée. Les résultats sont édifiants et les chantiers qu'ils ouvrent sont nombreux (voir le Tableau 1 page suivante).

La chute de richesse de la canne confirme les très faibles concentrations en sucres pour les composantes autres que la tige de la canne à sucre. Même la partie en croissance présente des teneurs en saccharose très faibles du fait de l'immaturation des tissus.

		Canne de référence	Canne entière	Variation
<b>Richesse</b>	Sucre % canne	13,8	10,8	- 21,5 %
<b>Fibre</b>	% canne	16,1	23,0	+ 42,9 %
<b>Bagasse</b>	% canne	30,9	43,8	+ 41,8 %
<b>Perte bagasse</b>	% sucre entrée usine	2,2	3,9	+ 79,1 %
<b>Pureté jus de canne</b>	%	85,3	76,4	- 10,4 %
<b>Couleur jus de canne</b>	kUI	27,9	59,7	+ 113,8 %
<b>Mélasses</b>	% canne	4,1	5,6	+ 35,9 %

Tableau 1 : Principaux résultats des essais industriels réalisés sur la canne entière (2019)

L'augmentation des quantités de fibres à traiter s'accompagne proportionnellement d'une hausse des consommations électriques et nécessiterait, pour une marche continue à pleine capacité, une modification dimensionnelle des équipements mécaniques de préparation et de broyage. En cas de dégradation généralisée de la qualité de la canne livrée, le shredder, équipement principal du début du processus sucrier, devrait être doublé et précédé par un ébaucheur.

La quantité accrue de bagasse, du fait de l'apport supplémentaire de fibres, occasionne, même à taux de sucre résiduel constant, une très forte augmentation de la perte en sucre dans ce coproduit.

De manière moins attendue, notamment dans les proportions observées, la chute de pureté du jus de canne n'a pas permis à l'atelier de clarification de jouer son rôle épuratoire. En effet, malgré la tenue des cibles *process*, le jus de canne reste trouble. De plus, la forte augmentation des impuretés fait bondir de 35,9 % la production de mélasse et, par là même, la perte en sucre dans ce coproduit, dans l'hypothèse optimiste où les sucreries parviendraient à maintenir les mêmes performances d'épuisement.

Enfin, la coloration du jus de canne ne permettrait plus en l'état aux sucreries non seulement de fabriquer des sucres roux clairs, mais aussi de tenir les cibles d'humidité, car certaines impuretés (les sucres réducteurs, notamment) ont une forte capacité à réabsorber l'eau après séchage et à prendre en masse lors des phénomènes, bien connus des producteurs de sucres roux, de migration d'humidité (Rogé et Mathlouthi, 2001).

**Face à l'ampleur de ces conséquences, un traitement en sucrerie de ces cannes « dites entières » apparaît impossible en l'état des exigences de qualité pesant sur le produit final**

Une évolution technique pourrait consister à préparer la canne à l'entrée des sucreries, grâce notamment à des systèmes de séparation aérauliques tiges/feuilles/

pailles, qui pour l'instant sont dédiées aux cannes préalablement tronçonnées (Soares *et al.* 2019).

Les sucreries de La Réunion ne disposent pas de tronçonneurs à postes fixes capables de traiter le mix de coupe spécifique à cette île. De surcroît, même si des tronçonneurs industriels étaient installés, ce qui reste discutable compte tenu de l'équilibre technico-économique de tels investissements, les équipements de séparation tiges/feuilles présentent eux aussi des limites importantes et des problèmes de mise au point. En effet, les parties en croissance de la canne affichent des densités proches de celle de la tige usinable et sont plus difficilement séparables (Bernhardt, 1994). Les feuilles vertes sont moins sensibles aux conditions aérauliques de séparation et sont susceptibles de rester accrochées aux tiges. Enfin, les performances de ces technologies se dégradent rapidement en cas de pluie, ce qui est très problématique, notamment pour la sucrerie de Bois Rouge.

D'autres procédés de séparation existent, notamment celui d'une combustion contrôlée des feuilles et pailles, avec récupération énergétique pour les utilités du *process* sucrier. Un brevet (Bernhardt, 2016) a fait l'objet d'essais pilotes en Afrique du Sud, mais n'a pas à ce jour donné lieu à création d'une unité industrielle.

De manière moins globale, les équipes agricoles de Tereos testent à La Réunion des solutions à plus petites échelles, qui permettraient de soulager la charge en impuretés à l'entrée des sucreries, mais uniquement pour les parcelles dont les modes de coupe constatées ne permettent pas le respect du référentiel qualité Cannes. Ainsi, de petites machines sur pneus, déployables à proximité des champs pour tronçonner et épauler la canne avant son chargement à destination des sucreries, sont en cours de développement. La matière végétale ainsi séparée pourrait alors être mise en bale et acheminée vers les centrales thermiques pour une valorisation énergétique.

Au-delà de ces traitements amont, d'autres technologies pourraient être investiguées en complément. Il s'agit de solutions innovantes qui sont utiles pour atteindre les exigences des référentiels qualité des sucreries. Par exemple, ce sont des technologies telles que :

- l'ultrafiltration, qui permet d'obtenir un jus clarifié sans utilisation de chaux, avec toutefois des freins importants sur la réelle capacité de ces technologies à passer du stade de la recherche et des essais à celui de pilote industriel (Vu *et al.*, 2020) ;
- ou encore un traitement chromatographique par résines échangeuses d'anions et de cations, qui, réalisé avant l'étape d'évaporation, pourrait également permettre de réduire la coloration du jus et retirer une partie des éléments minéraux les plus entartrants (phosphate, calcium).

Pour ces deux technologies, la gestion respective des rétentats et des éluats resterait par ailleurs en suspens. Enfin, plus connues des sucriers, les technologies de phosphoflotation des sirops pourraient aider les opérations sucrières, mais elles seraient vraisemblablement insuffisantes au regard de la charge à traiter.

Dans tous les cas, ces pistes de Recherche et Développement ne constituent pas, à moyen terme pour les sucreries présentes à La Réunion, une réalité techniquement viable, ni une solution économiquement soutenable.

## Conclusion

La filière canne-sucre-rhum-énergie de La Réunion constitue une « bioraffinerie à l'échelle du territoire », avec, au cœur de ce système, des sucreries dont les marges de manœuvre sont contraintes. Elles le sont, tout d'abord, par l'évolution de la qualité des cannes livrées, ensuite, par l'exigence toujours accrue au regard de la qualité des sucres qu'elles produisent et, enfin, par l'obligation pour elles d'assurer la fourniture en volumes suffisants de coproduits comme la bagasse et la mélasse notamment.

L'augmentation du volume de ces coproduits est inévitablement liée à l'évolution de la matière première entrante. Celle-ci devra se faire en tenant compte des limites technologiques et en permettant le maintien des équilibres entre les productions alimentaires et celles énergétique. Chacun des acteurs de la filière a su, au fil des concentrations et réorganisations passées, optimiser ses *process* et son fonctionnement, en tenant compte des contraintes des autres acteurs. L'évolution future ne pourra se poursuivre qu'avec le maintien de cette concertation permanente, qui a fait la force du modèle réunionnais.

## Références bibliographiques

- OBSERVATOIRE ÉNERGIE RÉUNION (2022), « Bilan énergétique 2021 de La Réunion », p. 14.
- FÉVRIER A. & MANSUY A. (2021), « La fertilisation de la canne à sucre : une plante aux multiples perspectives », *La Réunion*, Clermont-Ferrand, 15<sup>e</sup> rencontre Comifer-Gemas.
- CADERBY E., ROUSSEL C. & PETIT A. (2014), « La canne à sucre : une plante aux multiples perspectives », *La Revue des industries agro-alimentaires*, dossier spécial « Sucre ».
- CORCODEL L. & ROUSSEL C. (2011), "Energy content: A new approach to cane evaluation", *International Sugar Journal*, volume 113, n°1355.
- CORCODEL L. (2011), « Influence de l'augmentation du taux de fibre de la canne à sucre sur les performances du complexe Sucrierie-Centrale thermique », thèse de doctorat, AgroParisTech, 191 pages.
- ROGÉ B. & MATHLOUTHI M., « Facteurs affectant la maturation et le stockage du sucre cristallisé », Reims, AVH Association – 8<sup>th</sup> Symposium, pp. 38-45.
- SOARES C., OKUNO F., DUFT D., CARVALHO D., MORANDI J., JUNIOR P., TREZ C., MANTELATTO P. & LEAL M. (2019), Commercial sugarcane dry cleaning systems in Brasil: progress and challenges.
- BERNARDT H. W. (1994), "Dry cleaning of sugarcane – A review", *Proceedings South African Technologists' Association*, pp. 91-96.
- BERNARDT H. W. (2016), Cane Trash Burner, Brevet WO 2016/125112 A1.
- VU T. (2020), "Clarification of sugarcane juice by ultrafiltration membrane: toward the direct production of refined cane sugar", *Journal of Food Engineering*, volume 264.