

# Développement de la nouvelle technologie d'extraction de betteraves par Fives Cail TowerMax et EcoMixer

Mark Taylor, Jean-Luc Magalhaes, Jean Urbaniack et Frédéric Payen

Fives Cail

## 1. INTRODUCTION

Cet article présente le développement industriel de la nouvelle technologie d'extraction betteraves respectant les principes du Groupe Fives Cail en termes de fiabilité, de performance, de régulation, d'économie d'énergie et de satisfaction des clients. Fives Cail a utilisé son expérience process en diffusion tour, son savoir-faire en conception mécanique et en fabrication locale pour réaliser le développement de cet équipement.

De sa création à nos jours, Fives Cail s'est impliqué dans la conception et la fourniture d'équipements pour l'extraction du sucre à partir de la betterave ou de la canne. Au début du développement de l'extraction continue du sucre de betterave, Fives Cail a commencé par construire des diffuseurs de type RT et est rapidement devenu leader mondial dans la conception et le développement de cette technologie avec plus de 240 références dans le monde entier. Plus tard, la première tour de diffusion fut développée et Fives Cail en a fabriqué et installé plusieurs ainsi que des malaxeurs à cossettes. Fives Cail continue de promouvoir les diffusions RT au travers de nombreux projets visant à maintenir et à améliorer les performances de celles-ci avec l'augmentation du débit à plus de 2 fois la capacité nominale.

En 2005 – 2006, Fives Cail a réalisé avec ses partenaires Maguin et O.E.P une nouvelle usine de 10.000 tonnes de betteraves / jour à Bogazliyan en Turquie. Cette usine est constituée des équipements les plus modernes, conçus pour les normes les plus exigeantes en termes de fiabilité, de performances, de régulation et de consommation d'énergie (Le Maout, Dedole 2007). Pour cette référence, un atelier clé était absent de la gamme des produits Fives Cail : l'atelier d'extraction. Fives Cail, souhaitant proposer à ses clients une approche globale dans le process de la betterave à sucre afin d'être en mesure d'offrir une gamme complète d'équipements, a lancé le développement de sa tour de dif-

fusion avec sa propre technologie. Cette tour de diffusion offre les mêmes performances d'extraction, de consommation globale d'énergie, d'emprise au sol et de coût d'investissement que tous les autres équipements Fives Cail.

## 2. DESCRIPTION GÉNÉRALE

L'atelier d'extraction comprend la TowerMax (diffusion tour), l'EcoMixer (malaxeur à contre courant) et des équipements périphériques (réchauffeurs, démousseur, séparateurs à pulpe, déssableurs, voir figure 2).

Fives Cail offre une gamme d'ateliers allant de 4000 à 14000 tonnes de betteraves par jour, ce qui couvre l'ensemble des exigences du marché (voir figure 1).

La TowerMax est une tour de diffusion qui comporte une base avec le support d'arbre et ses paliers, les grilles verticales et horizontales, les entrées cossettes et les sorties jus, une zone d'extraction avec les bras fixes et mobiles pour transférer les cossettes du bas vers le haut de la tour, une partie supérieure avec la motorisation et 2 vis d'extraction des pulpes. Toutes les pièces en contact avec le produit sont en 3Cr12 ou en acier inoxydable. Le temps de séjour des cossettes dans la zone d'extraction est compris entre 90 et 120 minutes. Les tamis nettoyés en permanence par des racloirs. Un nettoyage par jus est effectué si nécessaire. La TowerMax est conçue avec les règles de dimensionnement process qui ont déjà fait leurs preuves. La conception s'appuie sur une construction robuste associée à l'analyse des coûts pour une fabrication locale. La fiabilité et le contrôle de la TowerMax assurent une utilisation opérationnelle optimale et un coût de maintenance réduit. L'EcoMixer est un malaxeur de cossettes à contre courant qui comprend un corps avec des bras fixes, un arbre motorisé avec des bras et des mélangeurs, des grilles pour le jus écumé et le jus brut. Toutes les pièces en contact avec le produit sont en 3Cr12 ou en acier inoxydable.

Capacité (tj)	Tower-Max	EcoMixer	
	Diamètre extérieur (m)	Diamètre extérieur (m)	Longueur (m)
4000	6,7	4,3	7,0
6000	8,0	5,1	8,0
8000	9,3	5,9	8,0
10000	10,6	6,7	8,5
12000	11,9	7,5	9,5
14000	13,3	8,3	10,0

Figure 1 : Gamme d'ateliers d'extraction betteraves

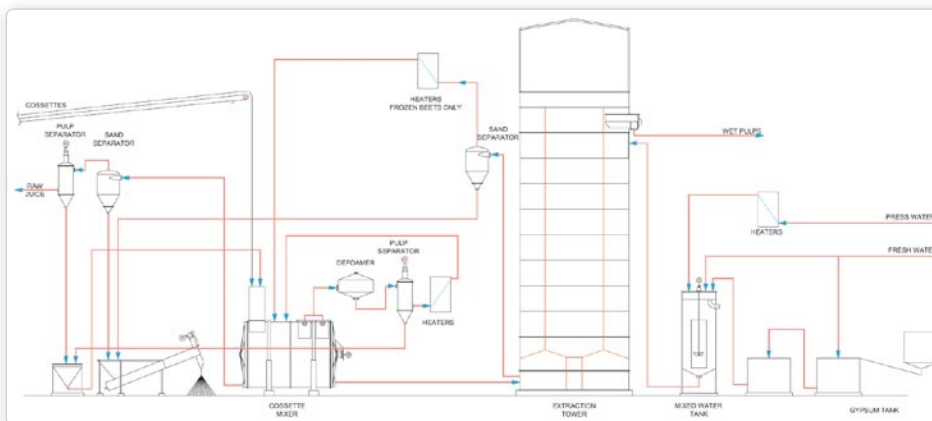


Figure 2 : Les équipements d'un atelier d'extraction

### 3. SPÉCIFICATIONS PROCESS DE L'ATELIER

Au lancement du développement de cette tour de diffusion, nous avons retenu que la conception de l'équipement ne devait pas s'écarter de manière significative de la technologie existante pour assurer un fonctionnement fiable et sûr du matériel. Nous avons aussi retenu que la consommation d'énergie doit être minimale, que le soutirage doit être faible, que l'extraction doit être maximale et que la production de pulpes humides doit être appropriée pour un bon pressage.

Les données opérationnelles suivantes ont été les objectifs de l'atelier :

- Soutirage : de 95 à 115% betterave
- Consommation de vapeur : de 1.0 à 1.7% betterave
- Pertes en sucre : de 0.2 à 0.25% betterave
- $\Delta T$  jus – cossettes : de 10 à 15°C

### 4. DESCRIPTION DU PROCÉDÉ

L'atelier d'extraction que nous avons développé comprend un malaxeur de cossettes à contre courant et une tour de diffusion pour l'extraction par diffusion du saccharose provenant de la betterave.

#### 4.1 EcoMixer, malaxeur de cossettes à contre courant

Un convoyeur amène les cossettes dans la chute d'alimentation du malaxeur. Une quantité adéquate de jus provenant de la tour de diffusion est mélangée aux cossettes. Le malaxeur est conçu pour préchauffer efficacement les cossettes jusqu'à la température de diffusion en mélangeant celles-ci avec le jus de la tour mais aussi pour dénaturer les cossettes afin de permettre l'extraction du saccharose dans la tour de diffusion. Une partie de ce jus va à contre courant à travers les cossettes froides et sort du malaxeur en tant que jus vert à une température approximativement 10 à 15°C au dessus de la température des cossettes. Ce jus vert à basse température peut ensuite être réchauffé en utilisant des condensats ou de la vapeur peu énergétique. Le reste du jus est mélangé aux cossettes pour produire un mélange pompable qui est transféré dans le bas de la tour de diffusion.

Un démousseur élimine la mousse éventuellement produite au cours du malaxage. Le jus transféré vers le démousseur est ensuite réchauffé.



Figure 3 : EcoMixer

#### 4.2 TowerMax, diffusion tour

La tour de diffusion est un dispositif d'extraction à contre courant. Les cossettes entrent par le bas de la tour et sont transportées vers le haut grâce à une série de bras mobiles qui sont fixés à l'arbre central de la tour qui est en rotation. Une série de bras fixes est attachée à la virole externe de la tour de diffusion afin de bien mélanger les cossettes avec le jus en assurant une distribution du temps de séjour. Les eaux neuves et les eaux de presse sont ajoutées près du sommet et s'écoulent vers le bas à contre courant du flux des cossettes.

Le bas de la tour est conçu avec des grilles horizontales et latérales pour la séparation jus cossettes.

Au sommet de la tour d'extraction, deux transporteurs à vis horizontaux transfèrent les pulpes humides vers la station de pressage des pulpes.

La tour fonctionne avec 100% de recirculation des eaux de presse. Celles-ci sont déulpées et réchauffées pour contrôler la température de la tour. Comme les eaux de presse sont en quantité insuffisante pour le soutirage, de l'eau neuve est rajoutée dans un bac de mélange avec de l'acide sulfurique pour contrôler le pH de la tour (environ 5.5) et du gypse. Les eaux mélangées pénètrent dans la tour au dessous des transporteurs à vis via des bras fixes. Le niveau est contrôlé à environ 2 mètres au-dessous des transporteurs pour permettre le drainage de la pulpe humide.

Pour assurer une bonne extraction du sucre, il est essentiel que le tassage dans la tour soit correct et stable. Le tassage dans la section d'entrée de la tour est maintenu légèrement inférieur à la moyenne pour permettre une bonne séparation du mélange jus cossettes. Dans la section principale de la tour, là où l'essentiel de l'extraction a lieu, le mélange a un tassage moyen. Dans la partie supérieure de la tour, au-dessus de l'arrivée des eaux mélangées, le tassage est plus élevé.

Un tassage qui n'est pas correct aboutit à des pertes importantes en diffusion. Si le tassage de la tour est trop faible, la vitesse du jus est trop élevée et s'il est trop dense il peut y avoir des blocages. Les facteurs déterminant la nature du tassage sont la qualité des cossettes, la température et le pH. Le contrôle du tassage dans la tour peut être fait en variant la vitesse de la transmission de l'arbre et en ajustant le niveau de la tour. L'appréciation du tassage est réalisée par la mesure du couple de la transmission et la mesure de la pression de part et d'autre des grilles. Un antiseptique est ajouté dans la tour d'extraction et dans le malaxeur pour maintenir la contamination microbiologique sous contrôle.

Avant de passer à l'atelier de purification des jus, le jus vert subit les traitements suivants :

- Un dessablage par cyclonage,
- Un épulpage pour protéger les échangeurs thermiques.

#### 4.3 Application à des betteraves gelées

Lorsque les betteraves sont gelées, certains ajustements au niveau de la découpe des betteraves sont souhaitables (Nobel 2007). Les betteraves gelées ont tendance à se désagréger lorsqu'elles sont découpées en cossettes de taille standard, aussi il est recommandé de faire une découpe plus épaisse.

Le réchauffeur positionné sur le circuit de démoussage n'a pas la capacité de réchauffer suffisamment le jus pour que la température dans la tour soit maintenue à 70 - 72°C. Un réchauffeur complémentaire est alors installé sur le circuit

du jus de circulation provenant de la tour et retournant dans le malaxeur. Après le séparateur à sable, seule une fraction du jus de circulation est envoyée vers l'échangeur, l'autre fraction est envoyée directement au malaxeur. La température de soutirage est légèrement plus faible que dans le cas de betteraves non gelées, un réchauffage complémentaire est à prévoir en première carbonatation.

## 5. DESCRIPTION MÉCANIQUE

La TowerMax et l'EcoMixer ont été soigneusement conçus en tenant compte des coûts et de la capacité à faire fabriquer les principaux composants localement par les clients, ceci afin d'assurer la compétitivité de ces produits sur les marchés locaux. Les principaux composants décrits ci-dessous prennent ces aspects en considération. Cependant le groupe Fives Cail garde la flexibilité d'adapter la conception et la fourniture de ces équipements selon les exigences particulières des clients.

### 5.1 EcoMixer, Malaxeur de Cossettes à contre-courant

Le corps et l'arbre de l'EcoMixer sont fabriqués à partir d'acier au carbone. Toutes les parties en contact avec les betteraves sont plaquées avec 1.5 mm d'épaisseur de 3Cr12 ou d'acier inoxydable. L'arbre est de construction tubulaire. Les bras mobiles et fixes de la trémie d'alimentation des cossettes sont fabriqués en 3Cr12 ou en acier inox et la sortie de jus de soutirage ainsi que la recirculation de dé-moussage du jus sont réalisés en acier inox.

Les extrémités de l'arbre sont fabriquées en acier forgé soudé sur celui-ci. Les deux extrémités de l'arbre sont supportées par des paliers à roulement sphérique, montées fixes sur le côté moteur et libres de l'autre côté. L'arbre est équipé de presse-étoupes pour permettre l'étanchéité. L'entraînement moteur est constitué d'un variateur de fréquence, d'un moteur IP55 de classe F et d'un arbre. L'arbre moteur fonctionne à couple constant afin d'assurer un meilleur tassage des cossettes le long du malaxeur et un meilleur échange de chaleur entre les cossettes et le jus de soutirage ainsi qu'à assurer un meilleur transfert du mélange jus - cossettes vers la tour de diffusion.

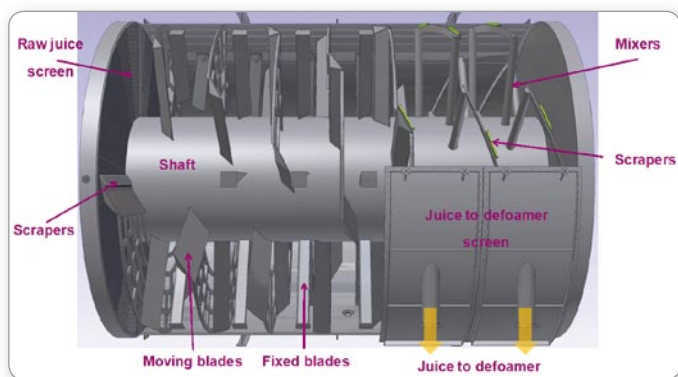


Figure 4 : Composants de l'EcoMixer

L'évacuation du jus vert ainsi que la sortie vers le circuit de dé-moussage de l'EcoMixer sont équipées de grilles à profil spécial (voir figure 5). Ces grilles sont équipées d'un système de nettoyage à contre-courant et des racleurs sont installés sur les bras mobiles du malaxeur afin de garder les grilles propres et passantes.



Figure 5 : Grilles de soutirage

### 5.2 TowerMax, Tour de diffusion

Le corps de la tour, l'arbre ainsi que les vis de déchargement de la pulpe sont fabriqués en acier au carbone plaqué avec 1.5 mm d'épaisseur de 3Cr12 ou d'acier inox. Les bras mobiles et fixes sont fabriqués en 3Cr12 ou en acier au carbone plaqué de 1.5 mm d'épaisseur de 3Cr12. Les grilles de la tour sont fabriquées en acier inoxydable.

Les grilles situées sur le fond et sur les côtés de la tour sont fabriquées avec un profil spécialement conçu. Ces grilles sont autonettoyantes (voir figure 5), elles sont montées en plusieurs sections boulonnées et peuvent être remplacées depuis l'intérieur du diffuseur. Les grilles sont positionnées sur toute la circonférence de la tour. Les grilles couvrent les 2/3 de la base de la tour tandis que le dernier tiers est laissé libre pour l'arrivée des trois alimentations en mélange jus - cossettes. Des racleurs sont installés sur les bras mobiles. Les grilles situées sur le fond sont nettoyées avec des racleurs en bronze, les grilles latérales sont nettoyées avec des racleurs en polymère équipés de ressorts d'appui fixés aux extrémités des bras de distribution. Le jus passe à travers les grilles et s'écoule ensuite vers les bacs situés en dessous de la grille inférieure sous la base de la tour. Toutes ces grilles sont équipées d'un système de nettoyage à contre-courant utilisant chacune une pompe de nettoyage dédiée.

L'arbre est supporté par un ensemble de paliers à roulements cylindriques situés au dessus et en dessous de l'arbre, l'extrémité inférieure de l'arbre a un presse-étoupe pour éviter toute fuite depuis le diffuseur. Le bloc palier inférieur est lubrifié à l'huile et a été spécifiquement conçu de manière à ce qu'il soit possible de relever l'arbre durant la période de maintenance en inter-campagne et soulager ainsi le palier. Il est en effet supporté par un socle et une bride qui peut être démontée, permettant à l'arbre d'être relevé à l'aide d'un vérin hydraulique puis calé en position de repos à l'intérieur du diffuseur afin de supporter le poids de l'ensemble. Le palier supérieur de l'arbre est lubrifié à la graisse. L'arbre est partiellement rempli avec de l'eau ou du béton afin d'empêcher tout décollement en fonctionnement. L'accès à l'intérieur de l'arbre se fait à partir d'un trou d'homme situé sur le dessus de l'arbre, une échelle à l'intérieur ainsi que des plateformes permettent de réaliser les inspections de maintenance.

Le corps du diffuseur comprend tous les équipements nécessaires au fonctionnement et à la maintenance : hublots d'inspection, points de prise d'échantillon, trappes d'accès et brides spéciales pour raccorder l'instrumentation. Les supports des vis d'extraction de la pulpe sont soudés sur la section de décharge des pulpes de la tour, une gaine d'extraction située au dessus des vis permet d'évacuer la vapeur à l'extérieur et éviter ainsi tout contact entre la motorisation et la vapeur. L'entraînement de l'arbre est réalisé par une couronne horizontale en fonte, fabriquée en deux parties, fixée sur le dessus de celui-ci.

L'entraînement moteur de la couronne est généré par 6 à 12 pignons de type Bogiflex avec réducteur planétaire. Ce type d'entraînement a l'avantage d'obtenir un contact et un alignement parfaits entre les pignons et la couronne. Chaque bloc motoréducteur est équipé d'un capteur afin de détecter tout désalignement et d'avertir les opérateurs par une alarme ou par un arrêt automatique de l'arbre afin de protéger les motoréducteurs. Les motoréducteurs sont connectés à un variateur de vitesse afin de s'assurer qu'ils travaillent tous avec un couple constant.

Une centrale de lubrification du bloc moteur est fournie et installée dans une enceinte séparée située au niveau du sol. Le système comprend un réservoir d'huile, une panoplie de filtres avec instrumentation, deux pompes (dont une en stand-by), un débitmètre, un bac de vidange et toutes les vannes et tuyauteries associées. L'huile de lubrification alimente tous les groupes motoréducteurs.

Une centrale de lubrification automatique est également fournie afin d'assurer le graissage continu des presse-étoupes.

La partie supérieure de la tour est couverte d'un toit en bardage et équipé d'un support de levage, d'un chariot électrique et d'un palan. A l'intérieur du bardage, la poutre de levage peut être orientée manuellement de 360° au dessus de chaque bloc moteur. Une ouverture dans le bardage et une seconde poutre de levage située à l'extérieur permettent d'évacuer les blocs moteur de l'intérieur vers l'extérieur jusqu'au sol lors d'opérations de maintenance.

## 6. MAINTENANCE PRÉVENTIVE DE L'ECOMIXER ET DE LA TOWERMAX

Les équipements d'extraction EcoMixer et TowerMax ont été conçus de manière à réduire au maximum la maintenance requise, certaines actions restent cependant essentielles afin d'assurer la longévité des équipements :

- Laver tous les composants à l'issue de chaque campagne
- Vidanger l'huile de chaque réducteur et la remplacer en fonction des recommandations du fournisseur
- Inspecter les paliers et graisser lorsque nécessaire
- Recharger les presse-étoupes si nécessaire
- Nettoyer à haute pression les grilles et lubrifier légèrement à l'huile
- Inspecter l'intérieur des équipements visuellement et réparer lorsque nécessaire, vérifier particulièrement les soudures étanches des bras fixes et mobiles
- Vérifier les racleurs et remplacer les parties usées
- A l'issue de la campagne, déconnecter le palier inférieur du socle, relever l'arbre et mettre des cales afin d'enlever la charge sur le palier inférieur ou faire tourner l'arbre toutes les 2 semaines.

## 7. FABRICATION DES ÉQUIPEMENTS ET MONTAGE SUR SITE

L'EcoMixer et la TowerMax sont équipés de nombreux composants qui ne peuvent être installés directement en atelier et nécessitent un montage sur site. La politique de Fives Cail vise à faire fabriquer l'essentiel des équipements directement sur site ou à proximité par le client et de ne fournir que les équipements clés comme les grilles, le système d'entraînement moteur... La fabrication locale a l'avantage d'être meilleur marché et de réduire les délais de livraison. Les exigences du client en termes de qualité sont garanties par les inspections réalisées par Fives Cail dans les ateliers de fabrication afin de s'assurer que les réalisations soient en accord avec nos standards.

Les méthodes de fabrication et d'assemblage ont été pensées dans le but de minimiser les coûts. Les procédures complètes d'assemblage des équipements ont été détaillées afin de s'assurer de la bonne planification et du bon déroulement du montage sur site. Les EcoMixer de petite taille peuvent être livrés sur site en un seul élément principal,

ne laissant que la trémie d'alimentation en cossettes et le bloc d'entraînement moteur à assembler sur site. Pour les modèles de plus grande taille, l'EcoMixer doit être livré en plusieurs parties telles que les corps supérieurs et inférieurs, les tôles d'extrémité, l'arbre interne, les bras fixes et mobiles, les jeux de grilles ainsi que la trémie d'alimentation et le bloc d'entraînement moteur. Ces différents composants doivent être assemblés directement sur site.

Pour le montage de la TowerMax un marbre de chantier plat et à niveau est nécessaire comprenant deux zones, l'une pour la virole extérieure et l'autre pour l'arbre. La zone de montage est protégée par un toit sur rail de manière à permettre d'effectuer le montage sous n'importe quel type de conditions climatiques. En général la virole extérieure du TowerMax est construite à partir de deux moitiés et l'arbre à partir d'un seul bloc.

Un des points les plus critiques de la fabrication concerne le plaquage intérieur et extérieur des viroles avec 1.5 mm d'épaisseur de 3Cr12 ou d'acier inoxydable de manière à réduire le coût de la fabrication tout en conservant une bonne résistance à la corrosion et à l'abrasion. Les plaques de 3Cr12 ou d'acier inoxydable sont livrées sur site et assemblées in situ. Le plaquage est appliqué par une série de soudures étanches.

Toutes les soudures critiques comme celles concernant le plaquage doivent être inspectées à 100% en utilisant la méthode de pénétration.

Une fois que tous les composants ont été fabriqués sur site, ils sont ensuite assemblés sur les fondations avec l'aide d'une grue. Une étape importante du montage concerne la mise en place du palier inférieur. Un contrôle doit être fait afin de vérifier perpendicularité, centrage et hauteur car il servira de référence pour le reste de l'installation. La perpendicularité de chaque élément doit ensuite être vérifiée systématiquement à l'aide d'un fil à plomb ou d'un laser et toutes les soudures doivent être contrôlées en utilisant la méthode de pénétration.

## 8. SYSTÈME DE CONTRÔLE ET DE SUPERVISION DE LA TOUR DE DIFFUSION

L'atelier de diffusion est piloté par des automates montés dans des armoires, sur lesquelles vient se raccorder l'instrumentation nécessaire au fonctionnement automatique de l'installation. Il peut y avoir un ou plusieurs postes de supervision opérateurs qui permettent, à partir de vues synoptiques générales et détaillées, la conduite de l'unité. Le système de supervision permet de visionner les pages d'alarmes et courbes de tendances ainsi que toutes les données importantes du procédé. Toutes les séquences et boucles de régulation sont réalisées dans les automates et peuvent être adaptées aux besoins et standards des différentes usines.

Une armoire électrique dédiée au contrôle de la tour intègre un automate ainsi que les variateurs et départs moteurs de la tour. Un terminal opérateur situé au niveau des moteurs d'entraînement permet des opérations de maintenance ainsi que la surveillance de la machinerie avec ses inter-verrouillages entre les différents équipements. Une séquence automatique de nettoyage est régulièrement générée par l'automate de la tour ou activée en cas de pression différentielle trop élevée au niveau des grilles de filtration en sortie de jus. Cette séquence permet le

nettoyage des filtres par un jet d'eau à contre-courant et assure un fonctionnement optimal de l'unité. Le système de lubrification de la machinerie est lui aussi géré depuis cette armoire.

Une autre armoire électrique est dédiée au fonctionnement du reste de l'unité. Elle comprend également un automate relié par un réseau de communication du type Ethernet TCP-IP à l'automate de la tour et au(x) poste(s) de conduite opérateurs. L'automate gère la régulation et l'automatisme du malaxeur de cossettes, du circuit de démoussage et de jus de tour, du circuit d'appoint et de préparation d'eau ainsi que des filtres et autres équipements annexes (gypse, acide, etc).

Depuis les postes de conduite, les opérateurs peuvent mettre en marche ou à l'arrêt l'ensemble de l'atelier ainsi que fixer les différents points de consigne des boucles de régulation. En cas de déviation d'un paramètre du procédé, une alarme est automatiquement activée et peut déclencher une sirène de façon à alerter le plus rapidement possible les opérateurs en zone. Si la déviation s'aggrave, le système de contrôle met automatiquement l'installation en position de sécurité. La déviation peut ensuite être interprétée grâce aux enregistrements mémorisés. Le système de contrôle peut facilement s'intégrer dans le système existant dans l'usine ou s'étendre vers d'autres unités de production. Via le réseau informatique de l'usine, une connexion sécurisée entre le système de contrôle de la tour et l'extérieur permet une éventuelle assistance à distance en cas de panne importante.

## 9. BILANS MASSIQUES ET THERMIQUES

La figure 6 ci-après présente un bilan massique type pour une usine traitant 10000 tonnes de betteraves par jour. Ce bilan est basé sur les hypothèses suivantes :

- Pol cossette 17%
- Marc cossette 4.5%
- Jus de soutirage 110%
- Pertes en diffusion 0.25%
- Pureté du jus de sous tirage 90%
- Pureté des eaux de presse 80%
- Débit de jus démoussé 80% betterave
- Débit de jus de circulation 350% betterave
- Matière sèche des pulpes humides 10%
- Matière sèche des pulpes sèches 26%

La figure 7 (page suivante) présente un bilan thermique type pour une usine traitant 10000 tonnes de betteraves par jour. Ce bilan est basé sur les hypothèses suivantes :

- Température cossettes 13°C
- Température vapeur 91°C
- Température pulpes humides 69°C
- Température pulpes pressées 62°C
- Cp pulpes humides 3830 J/kg/K (Bubnik et al)
- Cp pulpes pressées 3800 J/kg/K (Bubnik et al)
- Cp cossettes 3640 J/kg/K (Bubnik et al)

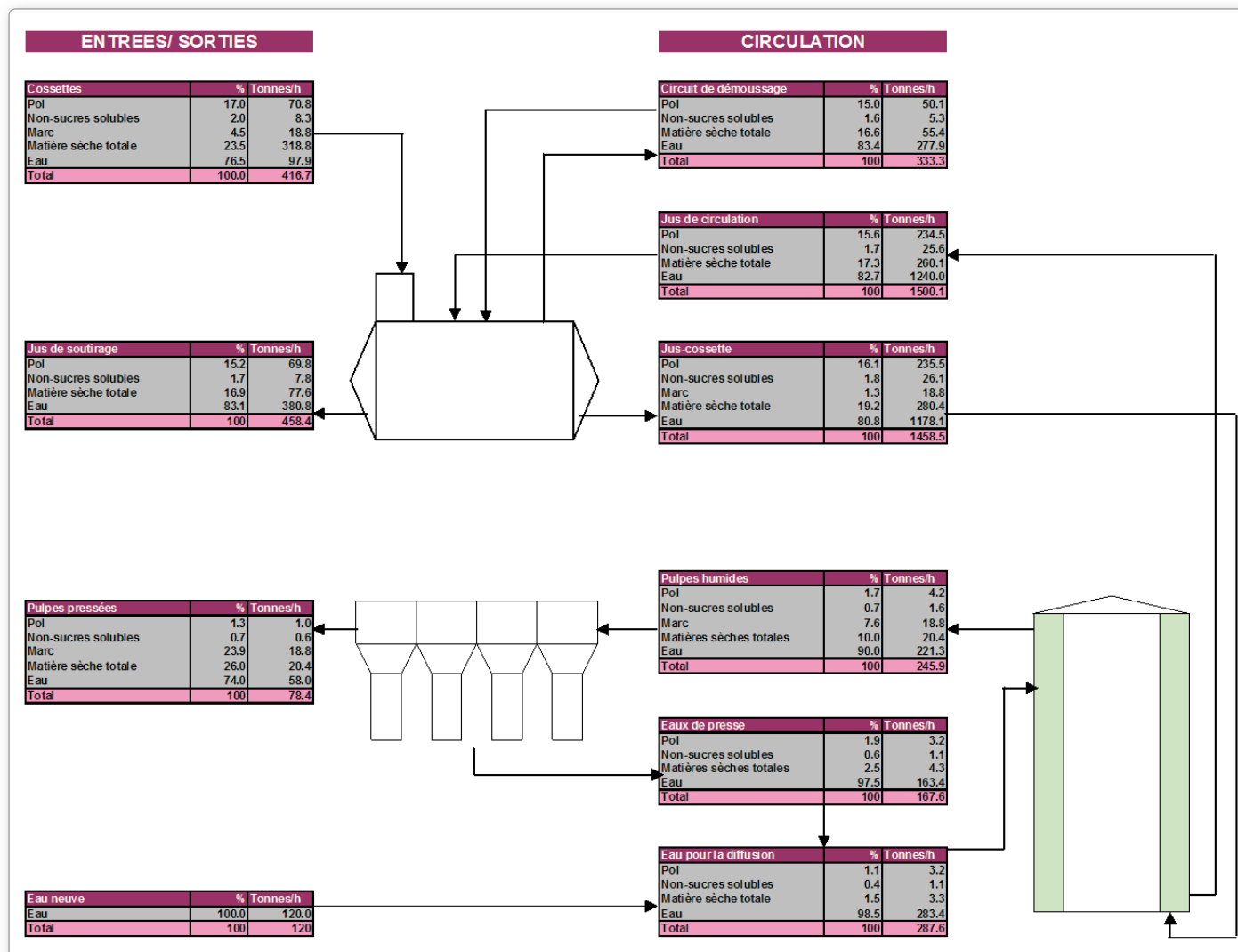


Figure 6 : Bilan massique type pour une usine de 10 000 tonnes de betteraves par jour

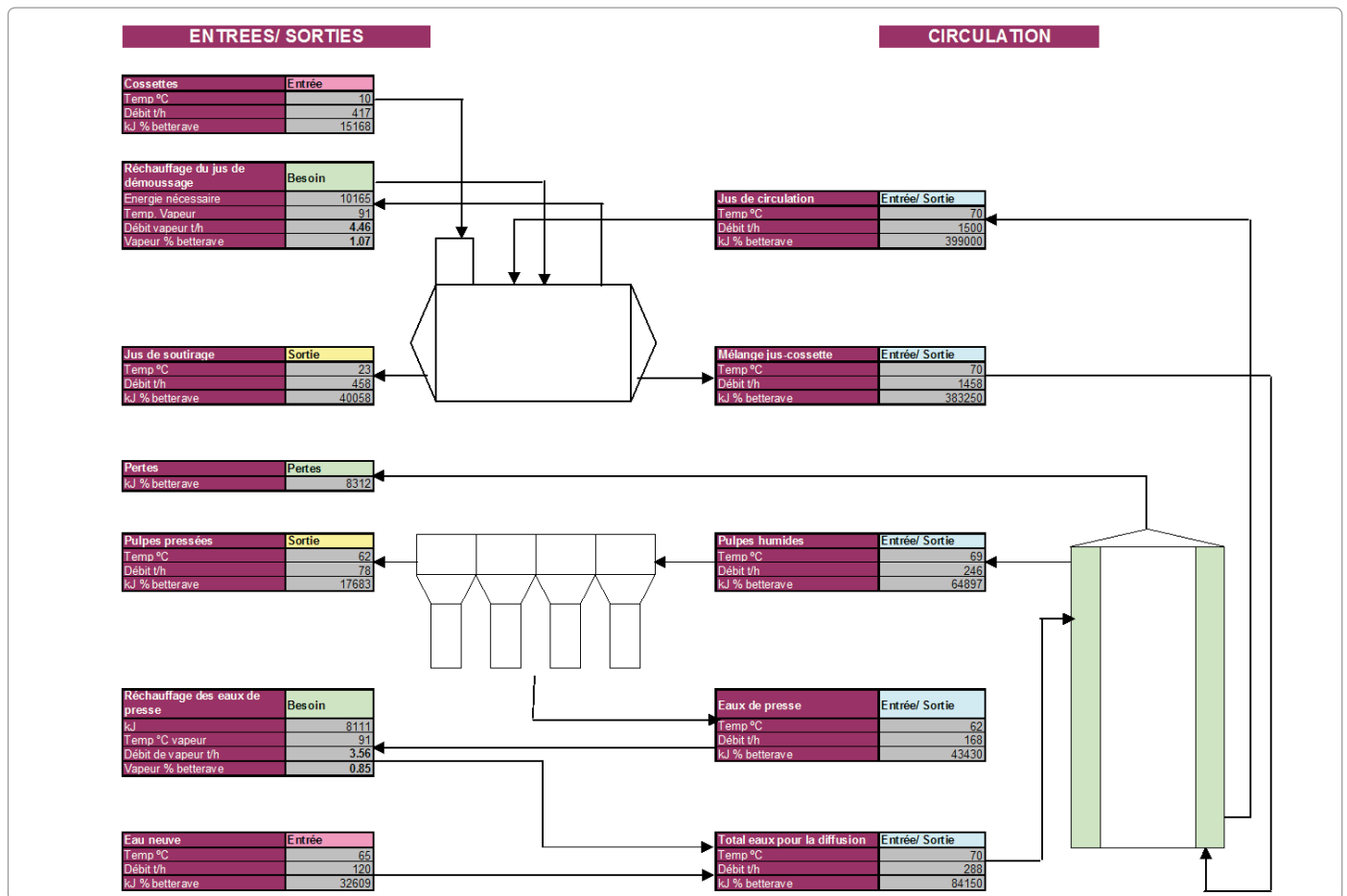


Figure 7 : Bilan thermique type pour une usine de 10 000 tonnes de betterave par jour

Ce bilan thermique est réalisé dans le cas où les betteraves traitées sont saines et non gelées. La vapeur est utilisée pour réchauffer l'eau de presse et le jus du circuit de démoussage. La consommation énergétique est très faible, les ratios de consommation vapeur (exprimés en % vapeur par rapport au débit de betterave) sont de 0.97% pour le circuit de démoussage et 0.78% pour le réchauffage des eaux de presse. La quantité de chaleur dépend de la température des cossettes. Si les betteraves sont gelées, un réchauffage complémentaire sur le jus de circulation et le jus vert est à prévoir (Thompson, 1999).

## 10. SYNTHÈSE – LES AVANTAGES DE LA NOUVELLE TOUR DE DIFFUSION FIVES CAIL

Le Groupe Fives Cail a développé l'EcoMixer et la TowerMax selon ses critères internes de conception d'équipements, c'est-à-dire en s'assurant d'allier au meilleur procédé la meilleure efficacité énergétique et les meilleures règles de construction. De plus, Fives Cail s'appuie sur une expérience de plus de 60 ans en diffusion continue et sur un savoir-faire reconnu en industrie sucrière.

Les avantages de la tour de diffusion Fives Cail sont les suivants :

- Un équipement fiable, un design robuste
- Un procédé éprouvé
- Une gamme d'équipements couvrant la demande du marché
- Une conception et une construction répondant aux standards qualité de Fives Cail et aux standards internationaux

- Un équipement réalisé en local pour le client, ce qui réduit les délais et les coûts
- Un design réalisé pour respecter les performances procédés suivantes :
- Un jus de soutirage de 95 à 115% betterave
- Pertes en sucres de l'ordre de 0.20 à 0.25% betterave
- Un  $\Delta T$  jus de soutirage / cossette de 10 à 15°C
- Une faible consommation énergétique de 1.0 à 1.7% betteraves (non gelées)
- Une qualité de pulpes assurant le meilleur pressage
- Une température du jus de soutirage garantissant l'efficacité du point froid
- Une installation en extérieur, un encombrement minimum
- Une maintenance minimale
- Un équipement complètement automatisé
- Un design flexible et répondant à toutes les demandes des clients. ■

## RÉFÉRENCES

- Hempelmann. R (1999). Tower 2000 A New Tower Extraction Concept, 30th Biennial Meeting, American Society of Sugar Beet Technologists.
- Le Maout and Dedole (2007). The new Bogazliyan beet factory: The new reference in modern technology, International Sugar Journal Oct 2007.
- Nobel. D (2007). Beet Sugar Process Fundamentals, Diffusion and Pulp Pressing.
- Bubnik. Z, Kadlec. P, Urban. D, Bruhns. M (1995). Sugar Technologists Manual, Chemical and Physical Data for Sugar Manufacturers and Users.
- Thompson. P (1999), Reducing Energy Consumption in Beet Factories, The European Experience and its Application to North America, American Society of Sugar Beet Technologists.