

programme technique

► **Installations de diffusion de betteraves**

L'installation de diffusion

BMA à fonctionnement

*continu sert à l'extraction du sucre
des cossettes de betteraves.*

*Après le passage du malaxeur
de cossettes à contre-courant et
de la tour de diffusion,*

on obtient un jus brut se

distinguant par une pureté

élevée, une teneur en matière

sèche élevée et une

faible température.

Le fonctionnement stérile

à l'abri de l'air permet d'obtenir

un minimum d'infections et de pertes

en sucre qui y sont liées.



BMA 

Notre avance, c'est l'expérience!



Depuis des décennies, BMA représente l'entreprise leader mondial dans le domaine du développement et de la construction d'installations de diffusion de betteraves à fonctionnement continu. Les installations de diffusion de betteraves BMA figurent parmi les installations de diffusion les plus efficaces en matière de technologie et d'économie thermique.

Le nouvel développement de BMA, une tour de diffusion qui n'est plus équipée de tamis de fond, mais seulement de tamis latéraux comporte des avantages importants en ce qui concerne la sécurité de service, la minimisation d'infections, la conservation et l'entretien.

Sa conception nouvelle et une série de construction plus ample permettent d'atteindre les capacités de traitement journalier de betteraves de plus de 16 000 t dans une seule unité.

L'installation de diffusion BMA à fonctionnement continu sert à l'extraction du sucre des cossettes de betteraves. Après le passage du malaxeur de cossettes à contre-courant et de la tour de diffusion, on obtient un jus brut se distinguant par une pureté élevée, une teneur en matière sèche élevée et une faible température. Le fonctionnement stérile à l'abri de l'air permet d'obtenir un minimum d'infections et de pertes en sucre qui y sont liées.

L'installation de diffusion de betteraves

Bases technologiques

Pendant l'extraction solide-liquide, le saccharose contenu dans les cellules des cossettes de betteraves est enlevé avec de l'eau comme liquide d'extraction.

Etant donné que les molécules de saccharose ne peuvent pas passer au travers des membranes des cellules, elles doivent être soumises à une dénaturation avant l'extraction proprement dite. Une partie des membranes des cellules est déjà détruite par voie mécanique pendant la coupe des betteraves, pourtant, la partie principale n'est dénaturée en peu de temps que sous l'influence thermique.

L'objectif d'une installation de diffusion rentable en matière de technologie et d'énergie consiste à obtenir un jus brut se distinguant par une pureté élevée, une teneur en matière sèche élevée et une faible température. Le travail en contre-courant des cossettes et de la liqueur d'extraction, le recyclage entier des eaux de presses et les quantités réduites d'eau d'extraction permettent d'atteindre cet objectif. Grâce au mode de fonctionnement à l'abri de l'air, les infections et par conséquent les pertes en sucre provoquées par la destruction microbienne de saccharose sont réduites au minimum.

L'installation de diffusion de betteraves BMA se compose de deux composants principaux destinés aux différentes fonctions technologiques:

- **Le malaxeur de cossettes à contre-courant** pour la dénaturation thermique des cossettes entrantes et jus sortant, ainsi que le démoussage
- **La tour de diffusion** pour l'extraction solide-liquide du saccharose compris dans les cellules des cossettes par application du principe à contre-courant

Les deux composants - malaxeur de cossettes à contre-courant et tour de diffusion - sont liés entre eux moyennant tuyauteries et pompes spéciales et fonctionnent comme une seule unité.

*Etude d'implantation
d'une installation de
diffusion BMA
à l'aide d'IAO*





Description du processus

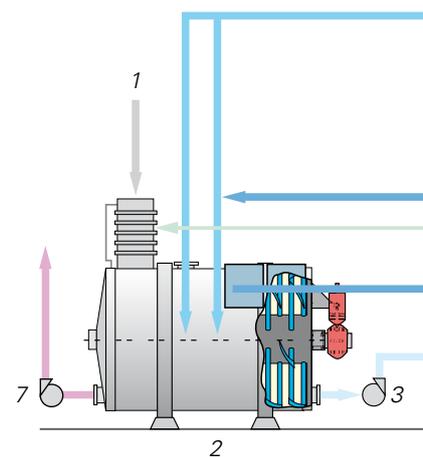
Les betteraves lavées et découpées passent par une trémie d'alimentation et sont introduites dans le malaxeur de cossettes à contre-courant où les cossettes sont réchauffées par le jus en provenance de la tour de diffusion et où les membranes des cellules sont rendues perméables pour permettre la sortie des molécules de sucre. Le mélange cossettes/jus obtenu dans le malaxeur de cossettes à contre-courant est pompé à l'aide de pompes à cossettes à vitesse réglable vers la tour de diffusion où il entre par le bas.

Dans la tour de diffusion, les cossettes sont transportées vers le haut, bien tassées et de façon régulière, à l'aide des pales transporteuses et des arrêteurs, les molécules de sucre comprises dans les cellules de betteraves étant extraites pendant le transport. Les cossettes épuisées sont enlevées de la tour à son extrémité supérieure au moyen de deux vis d'extraction et elles sont déshydratées par voie mécanique dans les presses à pulpes montées en aval. Les eaux de presses légèrement saccharifères qui s'y produisent sont entièrement recyclées dans la tour de diffusion.

Le liquide d'extraction, consistant en eau fraîche et eaux de presses, est amené dans la tour sur deux niveaux séparés. Le liquide d'extraction s'écoule vers le bas en contre-courant par rapport aux cossettes tout en s'enrichissant de sucre en raison du gradient de concentration toujours existant. Le jus ainsi produit est soutiré de la partie inférieure de la tour en passant par les tamis latéraux repartis sur tout son pour-tour et est recirculé dans le malaxeur de cossettes à contre-courant une fois passé le dessableur.

Une partie du jus ramené sert à la production d'un mélange pompable avec les cossettes, l'autre partie passe à travers le compartiment d'échange de chaleur incorporé dans le malaxeur de cossettes, tout en cédant aux cossettes fraîches une grande partie de sa capacité calorifique, et sort du malaxeur de cossettes comme jus brut „froid“ en passant par les tamis incorporés dans la paroi frontale pour parvenir au traitement ultérieur dans l'épuration des jus.

*Tour de
diffusion*

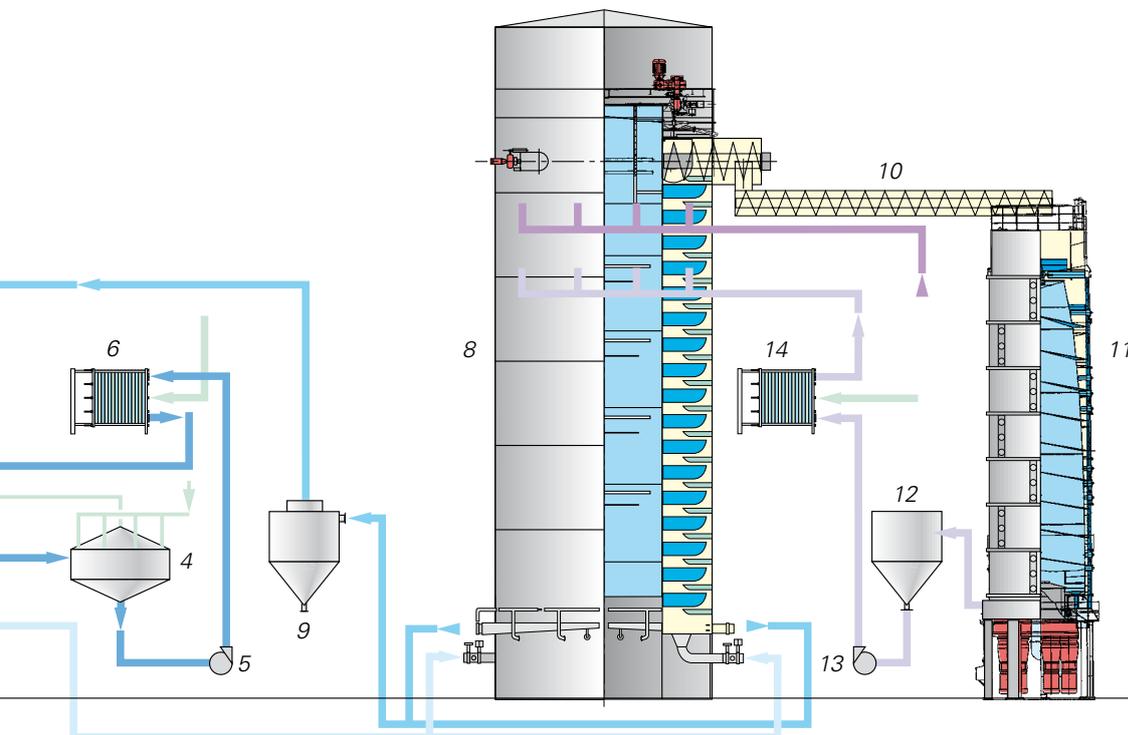




Installations de diffusion
de BMA
en voie de production

- ▶ Jus brut
- ▶ Jus de circulation
- ▶ Jus démoussé
- ▶ Mélange cossettes/jus
- ▶ Eaux de presses
- ▶ Eau fraîche
- ▶ Vapeur

1. Cossettes fraîches
2. Malaxeur de cossettes à contre-courant
3. Pompe à cossettes/jus
4. Ballon de démoussage
5. Pompe à jus démoussé
6. Réchauffeur à jus démoussé
7. Pompe à jus brut
8. Tour de diffusion
9. Dessableur
10. Vis de transport
11. Presse à pulpes
12. Récipient à eaux de presses
13. Pompe à eaux de presses
14. Réchauffeur à eaux de presses





Malaxeur de cossettes à contre-courant



L'allure de température à l'intérieur du malaxeur de cossettes à contre-courant montre une montée raide dans la plage de température entre 30° et 40°C qui est défavorable du point de vue microbiologique. En raison du fait que cette plage de température est vite parcourue, le risque d'infections est réduit au minimum. La température du jus brut soutiré du malaxeur de cossettes à contre-courant devait donc également être inférieure à 30°C.

La production du jus brut „froid”, dont la température - en fonction du soutirage de jus brut - est située entre 10 et 15 K au-dessus de la température des cossettes fraîches, représente une caractéristique particulière du malaxeur de cossettes à contre-courant. Au cours du procédé de production suivant, ce jus brut „froid” peut être réchauffé par de la chaleur sinon non-utilisée (vapeurs de cristallisation, eaux condensées). C'est ainsi que des économies de vapeur situées entre 5 et 7 % s. b. par rapport aux installations de diffusion travaillant sans malaxeur de cossettes à contre-courant peuvent être réalisées.

Pour un tassage correspondant, la différence de température à atteindre en théorie entre le jus brut soutiré et les cossettes fraîches dépend de la différence de température dans le compartiment de malaxage et des cossettes fraîches, ainsi que de la quantité du jus brut soutiré.

La différence de température pouvant être atteinte en pratique entre jus brut et cossettes fraîches dépend du facteur d'efficacité de l'échange thermique, qui se trouve, selon la qualité des cossettes et la densité de tassage correspondant, entre 90 et 95%.

Le malaxeur de cossettes à contre-courant se compose d'un compartiment d'échange de chaleur et d'un compartiment de malaxage.

Les cossettes froides et fraîches sont alimentées à l'abri de l'air à l'entrée du malaxeur de cossettes à contre-courant. La disposition et l'exécution des pales trans-porteuses et des arrêteurs dans le compartiment d'échange de chaleur, ainsi que le réglage en continu de la vitesse de l'arbre du malaxeur permettent d'obtenir le paquet de cossettes dense et homogène nécessaire à l'échange de chaleur optimal.

Le jus brut refroidi en contre-courant par rapport aux cossettes est soutiré en passant par un tamis incorporé dans la paroi frontale. Ce tamis, consistant en fils double coniques en acier spécial, dispose d'une surface tamisante libre de 34 %.

Le paquet dense des cossettes du compartiment d'échange de chaleur est détassé dans le compartiment de malaxage du malaxeur de cossettes à contre-courant, le réchauffement des cossettes s'y achève et il y a production du mélange pompable cossettes/jus.

Un **démoussage** efficace est d'une importance essentielle pour le fonctionnement optimal d'un malaxeur de cossettes à contre-courant et la stérilité de l'installation entière. De la mousse peut se produire par exemple par les gaz dégagés lors de la dénaturation des cellules de betteraves ou pendant le traitement de betteraves pas mûres ou endommagées du point de vue microbiologique. De plus, de l'air introduit avec la charge de cossettes peut mener à une formation plus prononcée de mousse.

La mousse est éliminée du malaxeur de cossettes avec un courant partiel de jus en passant par un tamis à fentes situé dans la partie supérieure du compartiment de malaxage et précipitée à l'aide de la vapeur ou, en cas de besoin, avec un mélange de vapeur et agent antimousse dans le ballon de démoussage monté en aval.

Outre les eaux de presses et l'eau fraîche, la quantité de chaleur nécessaire à la dénaturation des cellules des cossettes et à l'extraction, est amenée au système avec le courant partiel de jus du circuit de démoussage. Dans ce circuit se trouve incorporé un réchauffeur qui réchauffe le jus mélangé en circuit dans l'ordre de 80 % s. b. à environ 80 °C. De plus, du point de vue microbiologique, ce réchauffement entraîne l'effet positif de la stérilisation du courant partiel, tout en réduisant considérablement l'indice de germination dans le jus.



Malaxeur de cossettes

à contre-courant pour l'échange

de chaleur optimal



Tous les éléments de construction du malaxeur de cossettes entrant en contact avec les cossettes sont fabriqués en acier résistant à la corrosion ou plaqués d'acier inoxydable.

Quant à **la technique de mesure et de régulation** employée pour le malaxeur de cossettes à contre-courant, il faut tenir compte du fait que la dénaturation des cossettes dans le compartiment de malaxage du malaxeur de cossettes exige le maintien exact de la température nécessaire d'environ 70 °C. Cela est possible grâce au réchauffement contrôlé du jus démoûssé, permettant l'automatisation en fonction de la température dans le compartiment de malaxage.

Afin d'obtenir la température du jus brut la plus basse possible, le contrôle du remplissage de cossettes dans le compartiment d'échange de chaleur est absolument nécessaire. Avec la régulation de tassage utilisée à cette fin, la vitesse de l'arbre du malaxeur est réglée en fonction de l'absorption de courant du moteur d'entraînement. Le niveau de charge dans le malaxeur de cossettes est maintenu constant grâce à la régulation de la vitesse des pompes à cossettes.

Avant d'entrer dans le malaxeur de cossettes à contre-courant, le jus démoûssé et réchauffé à 80 °C, est mélangé avec le jus de la tour plus froid, de sorte que des suréchauffements locaux avec leurs effets négatifs connus par rapport à la structure des cossettes soient exclus.

L'entraînement du malaxeur de cossettes à contre-courant est réalisé moyennant des réducteurs rapportés avec accouplement de sécurité et moteur électrique bridé, dont la vitesse est réglable en continu.

Tant le tamis frontal pour le soutirage du jus brut, que le tamis de démoûssage, sont nettoyés à l'aide de racleurs mobiles qui se trouvent sur les pales transporteuses rotatives.

La conception nouvelle de la tour de diffusion de BMA

La tour de diffusion BMA se compose du corps de la tour cylindrique pourvu d'arrêteurs, de l'arbre de transport équipé de pales transporteuses et distributrices, de l'entraînement, des vis d'extraction et de la partie inférieure avec les tamis latéraux. L'espace d'extraction proprement dit avec sa géométrie perfectionnée par rapport aux modèles antérieurs, est l'espace annulaire entre la virole extérieure et l'arbre de transport intérieur.

L'une des caractéristiques les plus évidentes de la tour de diffusion connue jusqu'à présent, est le soutirage du jus à travers les grilles de fond et les tamis latéraux. La charge maximale des grilles de fond s'élève à environ $65 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. Cette valeur est limitée par la pile de cossettes au-dessus des grilles agissant sur le courant.

Les séries d'essais ont montré que le débit de passage spécifique des tamis latéraux peut être augmenté sans problèmes jusqu'à $200 \text{ m}^3/[\text{m}^2 \cdot \text{h}]$. Dans les nouvelles tours, le soutirage du jus s'effectue exclusivement à travers les tamis latéraux de conception entièrement nouvelle.

Le mélange de jus et cossettes préparé dans le malaxeur de cossettes à contre-courant est refoulé à l'aide des pompes à cossettes vers la tour de diffusion dans laquelle il est introduit en contre-courant par rapport au sens de circulation et de rotation au travers des tubulures se trouvant dans la plaque de fond. Des pales distributrices à grande surface assurent une distribution régulière des cossettes sur toute la section d'extraction, ainsi que leur transport rapide vers le haut. Ainsi se forme au niveau des tamis latéraux une zone, où se trouve surtout du jus, permettant son soutirage facile.

L'arrangement optimal des pales transporteuses et des arrêteurs assure le transport des cossettes avec délicatesse à travers la tour de diffusion vers le haut, où elles sont évacuées de la tour par des vis d'extraction.

L'arrangement des pales transporteuses et des arrêteurs permet d'atteindre une charge régulière de la tour sur toute la section. Il est par conséquent déjà possible d'obtenir en 105 minutes d'extraction un soutirage de jus brut de 110 % s. b., les pertes en saccharose étant de 0,25 % s. b. Les expériences acquises dans la pratique ont montré que de tels résultats peuvent également être atteints pour des pourcentages de râpures élevés. La figure ci-dessous représente le rapport entre soutirage du jus, durée d'extraction et pertes en saccharose.

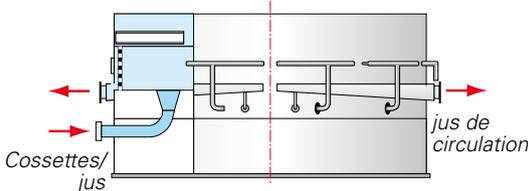
L'extraction du sucre compris dans les cossettes a lieu à l'intérieur de la tour de diffusion avec l'eau fraîche et les eaux de presses menées en contre-courant. Tandis que l'eau fraîche est apportée en dessous des vis d'extraction et est répartie sur toute la section d'extraction, les eaux de presses sont alimentées au niveau de la tour, dont la teneur en sucre correspond au liquide d'extraction.

La **partie inférieure de la tour** est équipée d'une plaque de fond en acier massif résistant à la corrosion au lieu des grilles de fond utilisées auparavant.

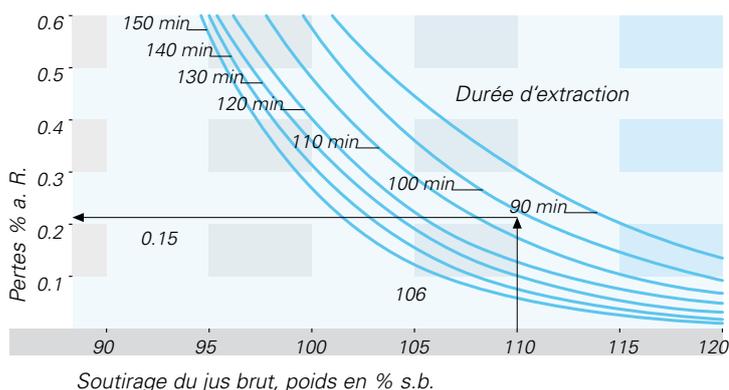
L'avantage de la nouvelle construction sans grilles de fond avec leurs racleurs est le fait que celles-ci ne peuvent plus être détériorées par des corps étrangers de façon à pouvoir renoncer également aux travaux d'entretien correspondants après la campagne, ne réduisant ainsi non seulement les coûts d'investissement, mais aussi les coûts d'entretien.

Un autre avantage décisif de la nouvelle conception du fond de la tour est dû à la suppression des zones de jus au-dessous des grilles de fond autrefois menacées par des infections. Ainsi, il a été possible de réduire considérablement le risque de formation de contaminations microbiologiques et d'assurer un service stérile de la tour.

La nouvelle construction de la partie inférieure de la tour



Pertes à l'extraction en fonction du soutirage du jus brut et de la durée d'extraction



Comme nous l'avons déjà mentionné, les tamis latéraux peuvent supporter une charge allant jusqu'à 200 m³/[m²*h]. Afin de garantir une sécurité suffisante, la charge des tamis de la nouvelle tour a été limitée à 100 m³/[m²*h] lors de l'étude.

Les **tamis latéraux** sont entièrement intégrés dans la chemise extérieure de manière à ce que les espaces de jus antérieurs ont pu être supprimés et que les tamis forment une surface lisse avec la paroi extérieure de la tour.

La conception du soutirage de jus à l'intérieur et à l'extérieur des tamis permet d'atteindre un courant de circulation de 100%, évitant ainsi toute possibilité de formation de dépôts.

Les tamis disposés sur tout le pourtour de la tour ont une largeur de fente légèrement modifiée. Selon l'expérience, les tamis latéraux ne risquent pas d'être endommagés. Pour des raisons de sécurité, les conduites de rinçage sont prévues pour permettre le nettoyage des tamis en cas de pannes éventuelles provoquées par une qualité insuffisante des cossettes.

Il n'est pas nécessaire d'ouvrir les compartiments d'accumulation de jus après la campagne, ce qui attribue à la réduction des coûts d'entretien.

L'entraînement de l'arbre de transport de la tour de diffusion se fait par l'intermédiaire de plusieurs unités d'entraînement à vitesse réglable. Avec pour objectif de pouvoir transmettre de manière sûre et sans perturbations les couples importants survenant pendant le service avec tassages élevés, BMA a développé, en coopération avec des entreprises spécialisées en matière de réducteurs, un entraînement spécial, dont le logement des pignons d'entraînement est tellement flexible, que le parallélisme exact des flancs par rapport à la grande roue est assuré à tout moment. Le couple transmis d'une unité d'entraînement est soumis aux mesures et aux contrôles permanents.

La conception révisée de l'entraînement prévoit un nombre réduit d'unités d'entraînement à relation de transmission modifiée entre les pignons et la grande roue. Ces unités maintenant sont exécutées comme engrenages planétaires à disposition cen-

trée et protégées contre les charges excessives extraordinaires par un accouplement de sécurité.

La tour de diffusion est équipée de la **technique de mesure et de régulation** suivante. Afin d'assurer un excellent travail d'extraction, la tour doit être exploitée avec une charge de cossettes élevée et constante. La régulation du tassage se fait par la modification du niveau de liquide dans la tour ou par variation de la vitesse de l'arbre de transport.

Dans la pratique, la vitesse est ajustée en fonction de la charge souhaitée. Les variations de tassage, provoquées par une quantité ou une qualité irrégulières des cossettes, sont compensées par la modification automatique du niveau de liquide dans la tour.

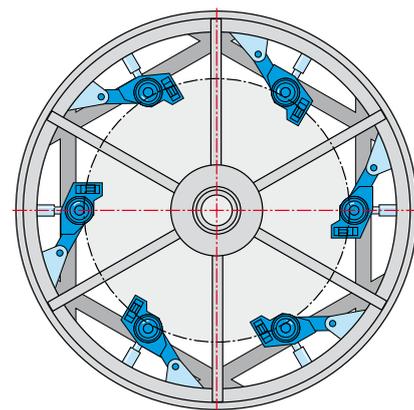
Selon les dimensions de la tour et la capacité de traitement, le niveau normal du liquide dans la tour se trouve entre 1 et 2 m en dessous des vis d'extraction. Lorsque le niveau de la charge est en position basse, la zone de séchage ainsi allongée rend plus difficile la sortie des cossettes de la tour, c.-à-d. que le temps de séjour des cossettes dans la tour est prolongé, le tassage étant plus élevé. L'augmentation du niveau permet aux cossettes de sortir plus facilement de la tour. La quantité plus élevée des cossettes sortantes réduit le temps de séjour des cossettes dans la tour et par conséquent également le tassage.

Indépendamment de la régulation de tassage, le niveau de charge dans la tour de diffusion est maintenu à un niveau constant grâce à l'apport de l'eau d'extraction en fonction de la valeur de consigne déterminée.

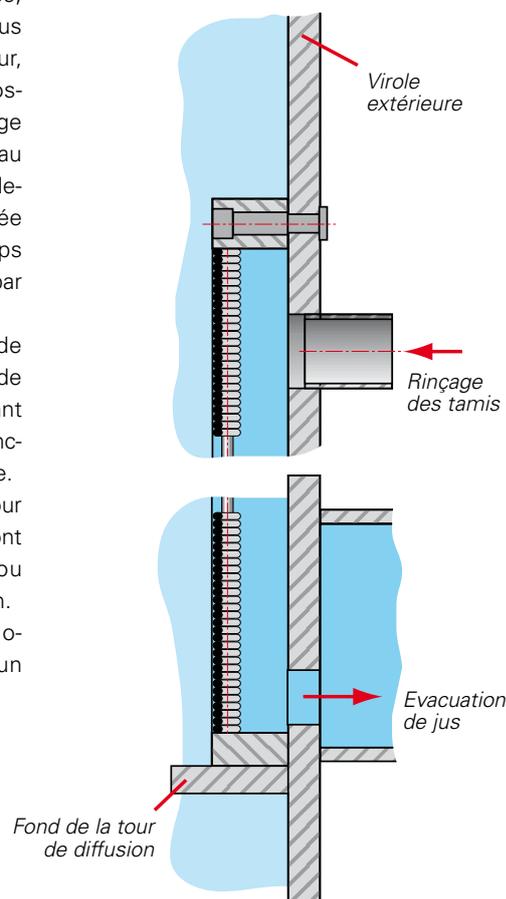
Les éléments de construction de la tour de diffusion en contact avec le produit sont toujours plaqués d'acier inoxydable ou fabriqués en acier résistant à la corrosion.

La disposition de l'ensemble des logements est telle, qu'ils permettent un entretien facile.

Entraînement
avec engrenage
planétaire



Tamis latéraux

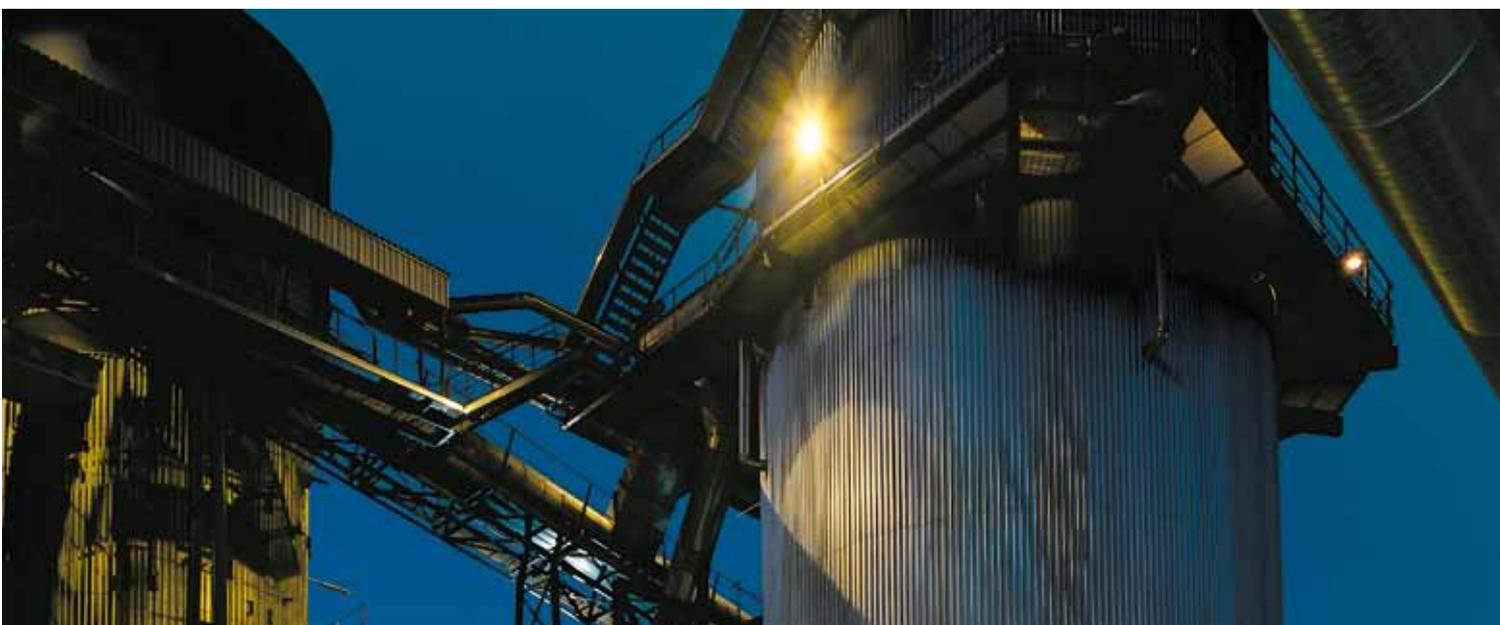




Avantages, caractéristiques et tailles de construction

Les installations de diffusion de betteraves BMA représentent les avantages suivants et se distinguent par les caractéristiques suivantes:

- Expériences acquises grâce à plus de 360 installations de diffusion dans pratiquement tous les pays du monde traitant des betteraves
- Faible demande de place
- L'implantation permet de grandes distances entre malaxeur de cossettes à contre-courant et tour de diffusion
- Possibilité d'implantation de la tour en air libre, même dans les conditions climatiques extrêmes
- Grande fiabilité de service
- Souplesse maximale à l'égard des conditions de service respectives et de la qualité des cossettes, la capacité de traitement pouvant se situer entre 65 et 120 % de la capacité nominale
- Possibilité de combiner un malaxeur de cossettes à contre-courant avec une ou deux tours de diffusion ou de combiner une tour de diffusion avec plusieurs malaxeurs de cossettes à contre-courant
- Production d'un jus brut „froid”, donc réduction considérable du besoin en chaleur
- Pertes à l'extraction extrêmement faibles à un soutirage de jus réduit
- Traitement des cossettes obtenues par couteaux Koenigsfeld, Goller ou des cossettes en tranches
- Démoussage optimal du malaxeur de cossettes à contre-courant
- Travail pratiquement stérile grâce à la suppression des espaces de jus au-dessous des grilles de fond, au circuit de démoussage avec stérilisation de courant partiel et à la zone courte de température critique dans le compartiment d'échange de chaleur du malaxeur
- Surfaces tamisantes largement dimensionnées pour le soutirage du jus sans problèmes
- Traitement des cossettes avec délicatesse
- Pas de suréchauffements locaux des cossettes
- Teneur en matière sèche des cossettes épuisées située entre 10 et 12 %
- Reprise complète des eaux de presses
- Minimum d'entretien et de maintenance.



Traitement de betteraves nominal [t/d]	Tour de diffusion Diamètre [m]	Malaxeur de cossettes à contre-courant Diamètre / Longueur [m]
4.000	6,5	4,2 / 7,0
5.000	7,0	4,7 / 8,0
6.000	7,6	5,2 / 8,0
7.000	8,2	5,6 / 8,0
8.000	8,9	6,0 / 8,0
9.000	8,9	6,0 / 8,0
10.000	9,6	6,7 / 8,5
11.000	10,6	6,7 / 8,5
12.000	10,6	7,5 / 9,5
13.000	12,0	7,5 / 9,5
14.000	12,0	8,2 / 10,0
15.000	13,6	8,2 / 10,0
16.000	13,6	9,0 / 11,0
17.000	13,6	9,0 / 11,0

Les longueurs d'extraction varient en fonction du cas d'utilisation et de la taille de l'installation.



© Braunschweigische
Maschinenbauanstalt GmbH
Postfach 32 25
38022 Braunschweig
Allemagne
Téléphone +49-531-8040
Télécopieur +49-531-804 216
sales-de@bma-worldwide.com
www.bma-worldwide.com

► Nous nous réservons le droit d'apporter des modifications techniques 06/10

