

Point de veille sur les procédés de déshydratation permettant la réduction de la consommation d'énergie thermique

1. Objectifs

L'objectif de cette veille est de passer en revue les dispositifs les plus performants disponibles sur le marché permettant de réduire la consommation d'énergie thermique nécessaire à la déshydratation des pulpes de betteraves, et de les comparer à la référence.

La réduction de consommation d'énergie thermique va entraîner de fait une réduction des émissions de gaz à effet de serre, et principalement de CO₂.

2. Installation de déshydratation conventionnelle = référence



Image 1 : Vue d'ensemble de l'installation



Image 2 : Four tambour sécheur à multiples passages cyclone

2.1. Principe

Le principe de l'installation consiste à générer de l'air chaud à haute température (800 à 900°C) avec un four utilisant comme source d'énergie thermique, dans l'ordre décroissant d'émissions CO₂, le charbon ou le lignite, le gaz ou encore les plaquettes de bois.

Actuellement, la plupart des sites de déshydratation de pulpe de betterave ou de luzerne sont équipés de ce type d'installation,

la raison principale étant le coût d'investissement plus bas relativement aux autres solutions.

En termes énergétiques, ce type d'installation est complètement indépendant de la sucrerie.

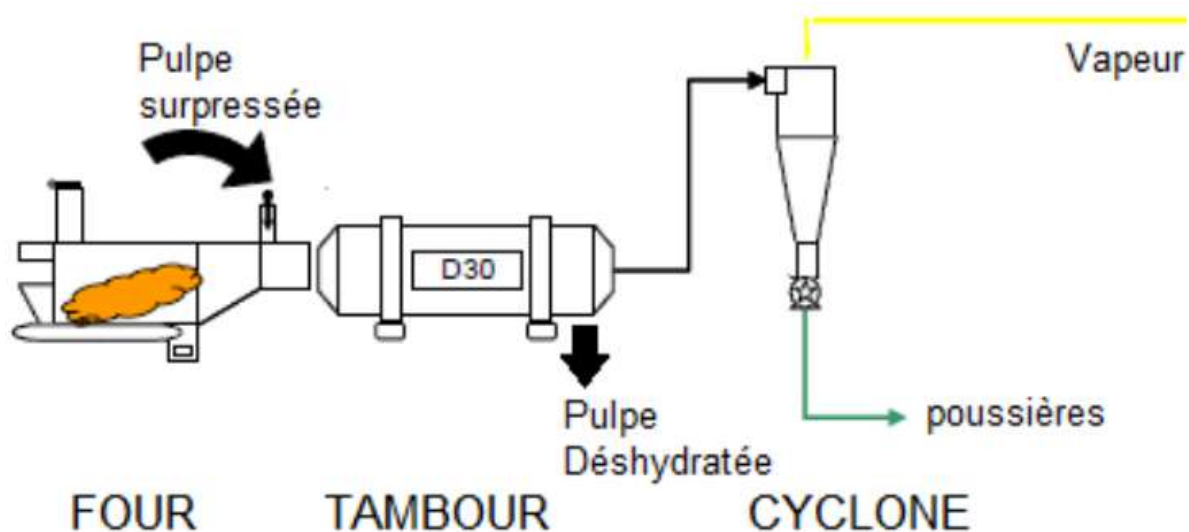


Figure 1 : Schéma de principe

2.2. Principaux fournisseurs

Maguin Promill, Swiss Combi

2.3. Références

La plupart des installations de déshydratation en France sont sur ce modèle.

3. Installation de déshydratation conventionnelle avec récupération de chaleur latente



Image 3 : Condenseur de récupération de la chaleur latente



Image 4 : Sécheur basse température à bande

3.1. Principe

Le principe de l'installations consiste, en partant de l'installation conventionnelle précédente, à récupérer la chaleur latente de la vapeur de déshydratation présente dans les rejets gazeux, pour chauffer de l'eau à l'aide d'un condenseur installé sur le circuit de la cheminée.

Cette eau chaude environ va ensuite permettre soit de présécher la pulpe avant son entrée dans le sécheur haute température conventionnel si le sécheur basse température est disposé en série, soit de sécher

complètement la pulpe si le sécheur basse température est disposé en parallèle.

La récupération de cette chaleur latente s'accompagne de la condensation de la vapeur en eau qu'il faut ensuite évacuer. Lorsque l'installation est accolée à une sucrerie, cette eau peut être recyclée en diffusion.

Lorsque l'installation est indépendante, des bassins sont nécessaire afin de récupérer cette production d'eau.

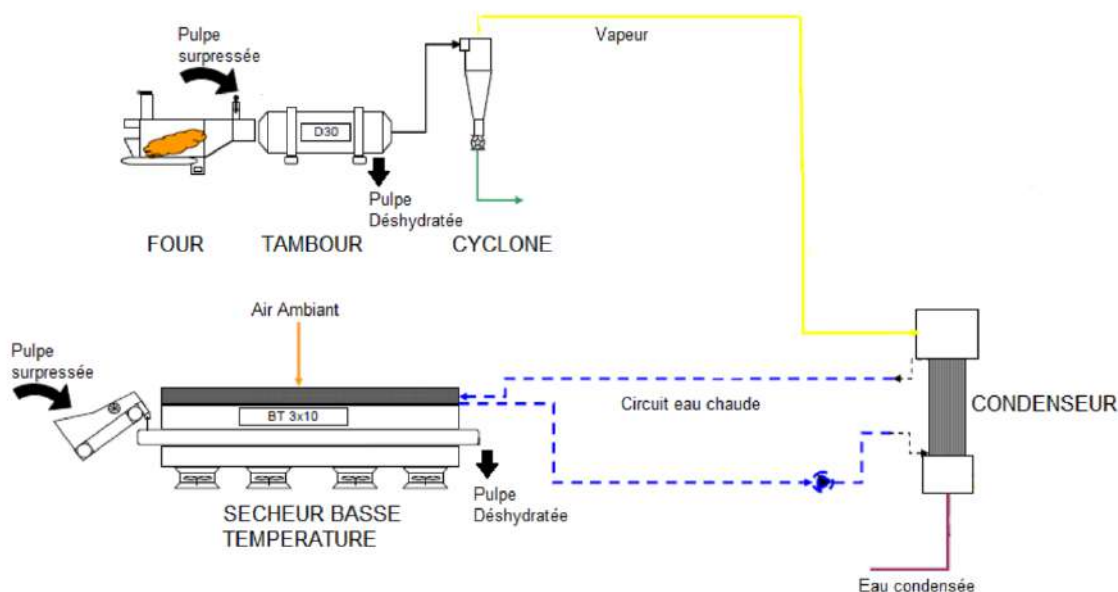


Figure 2 : Schéma de principe

Les fumées chargées de vapeur passent dans un échangeur de type air/ eau : le condenseur. L'eau chaude 70- 80°C, alimente un sécheur basse température à bande. Ce type de dispositif peut être indépendant de la sucrerie,

mais nécessite alors de disposer de bassins de récupération de l'eau condensée.

Il n'y a actuellement que quelques sucreries en France qui utilisent ce dispositif : Escaudoeuvres, Bazancourt

3.2. Gain Energétique par rapport à la référence

Le gain total en énergie thermique + électrique est variable selon les sources et va de 20 à 40 % (b) par rapport à la solution de référence, il inclue une consommation électrique supplémentaire d'environ 1 à 2%.

3.3. Principaux fournisseurs

Swiss Combi ; Maguin Promill

Références

Sucreries d'Escaudoeuvres et de Connantre (sécheur Basse Température en série), Bazancourt (sécheur Basse Température en parallèle).

4. Installation de déshydratation à la vapeur



Image 5 : Enceinte de séchage vapeur à lit fluidisé

4.1. Principe de fonctionnement

Les flèches vertes symbolisent la manière dont la pulpe sur-pressée entre et la pulpe déshydratée sort du sécheur à vapeur, à travers les vannes rotatives qui isolent l'enceinte sous pression du milieu extérieur.

Lorsque la pulpe est à l'intérieur du sécheur à vapeur, elle est maintenue en suspension dans un lit fluidisé par la vapeur, symbolisée par les flèches blanches. Le ventilateur principal en

bas souffle la vapeur chauffée à travers des plaques perforées sur lesquelles la pulpe est maintenue en lévitation en tourbillonnant. Les mouvements de la vapeur dans le dispositif poussent la pulpe à cheminer tout autour du sécheur jusqu'au point de sortie. La vapeur en circulation est dépoussiérée dans la partie supérieure qui forme un cyclone avant de sortir du sécheur dans la partie supérieure. Une

partie est condensée dans l'échangeur de chaleur central et évacuée en partie basse du dispositif.



Figure 3 : Principe de fonctionnement

4.2. Intégration dans une sucrerie

<https://enerdry.eu/the-steam-dryer-technology>

Le principe de l'installations consiste à insérer le sécheur vapeur dans le circuit vapeur, en tête de l'évaporation.

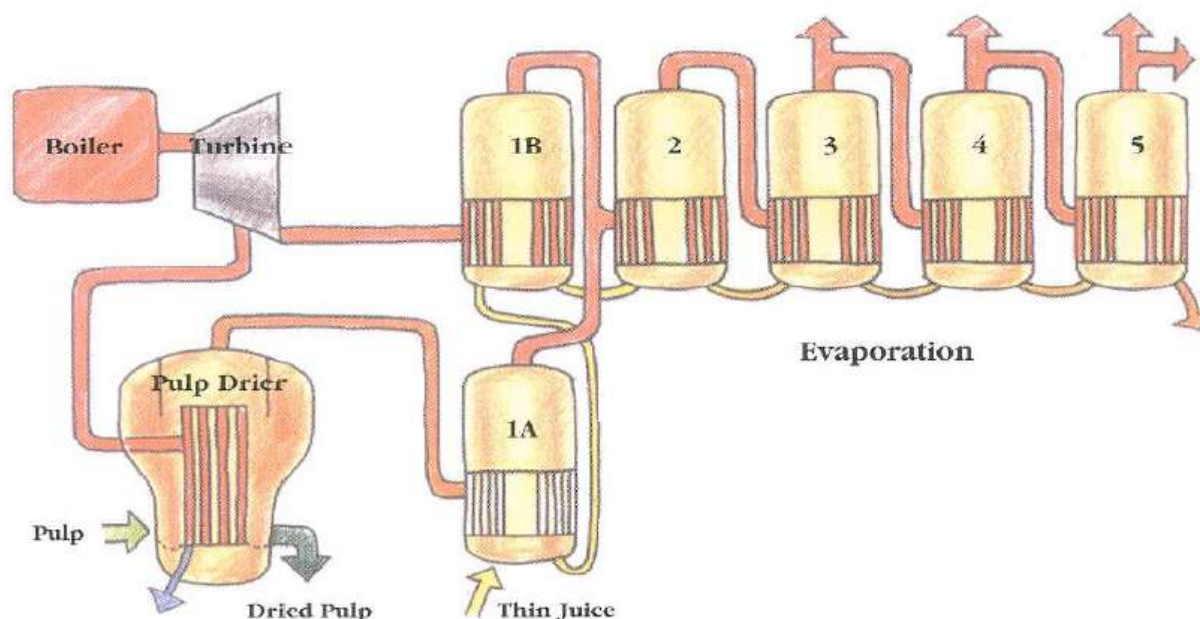


Figure 4 : Schéma d'intégration dans une sucrerie

4.3. Gain Energétique par rapport à la référence

Le gain total en énergie thermique + électrique est variable selon les sources et va de 85 à 90 % (a) par rapport à la solution de référence, ce chiffre inclue une consommation électrique supplémentaire d'environ 1 à 2%.

4.4. Principaux fournisseurs

EnerDry

4.5. Références¹

France : sucrerie de Nangis, sucrerie de Sainte Emilie (en construction).

Monde (pays : nbr d'installations) : USA : 6, Allemagne : 4, Japon : 3, Suède : 2, Russie : 2, Serbie : 1, Espagne : 1, Hollande : 1, Danemark : 1.

ANNEXE 1 – Références

(a) : Document de référence sur les meilleures techniques disponibles - Industries agroalimentaires et laitières, Août 2006 ; références <https://enerdry.eu/>, Communications Cristal Union sucrerie de Sainte-Emilie.

(b) : Communications Tereos sucrerie de Connantre, et Cristal Union sucrerie de Bazancourt.

ANNEXE 2 – Publications concernant le séchage vapeur

- . Sugar Industry mai 2011: Steam drying of beet pulp in Japan.
- . Sugar Industry novembre 2015 « Energy and the environment in beet sugar production ».
- . Sugar Industry décembre 2017 « Steam drying compared to drum drying markedly increases early phase rumen fermentability of sugar beet pulp ».
- . Superheated Steam Drying juillet 2015« An Overview of Pilot and Industrial Dryers with a Focus on Energy Efficiency (Hedi Romdhana, Catherine Bonazzi & Martine Esteban-Decloux) ».
- . Drying Technology Journal mars 2017 « Reducing energy requirement for drying of beet-pulp: Simulation of energy integration between superheated steam and air drying systems (Yacine Chryat, Hedi Romdhana & Martine Esteban-Decloux) ».
- . Drying Technology Journal avril 2018 « A concept and industrial testing of a superheated steam rotary dryer demonstrator: Cocurrent-triple pass design (Y. Chryat, M. Esteban-Decloux, C. Labarde & H. Romdhana) ».

¹ A noter une publication dans la revue Sugar Industry n° 142 de décembre 2017 : « *Steam drying compared to drum drying markedly increases early phase rumen fermentability of sugar beet pulp* », qui indique que la pulpe séchée à la vapeur avait une fermentation plus rapide que la pulpe séchée en tambour pendant les 12 à 15 premières heures ce qui pouvait augmenter la valeur nutritionnelle pour les vaches laitières à haut rendement qui ont des temps de rétention dans le rumen de l'ordre de 13 heures.