

## Décarbonation de l'industrie sucrière : procédés de déshydratation des pulpes de betteraves - note d'analyse -

Dans le cadre des appels à projets du volet « Décarbonation de l'industrie » du plan France Relance, les groupes sucriers Tereos et Cristal Union ont été retenus en décembre 2020 pour des projets relatifs à la déshydratation de la pulpe de betterave.

Cette note a pour but d'analyser les conséquences de ces projets sur les réductions d'émission de CO<sub>2</sub>, et également sur les conséquences économiques, notamment sur les coûts de production de la pulpe déshydratée.

### Projet du groupe TEREOS

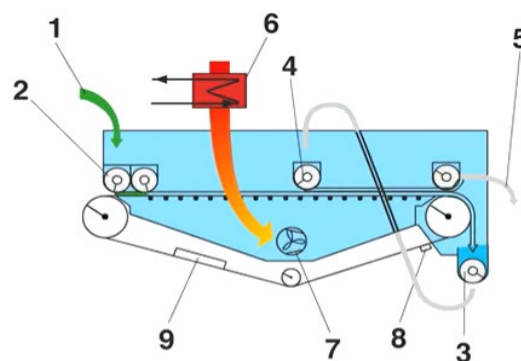
Le projet du groupe Tereos concerne la sucrerie de Connantre (51).

Il consiste à mettre en place dispositif de pré-séchage permettant de traiter les pulpes de betteraves avant leur acheminement vers l'un des quatre sites de déshydratation dans la Marne (Anglure, Aulnay aux planches, Pleurs, Montépreux).

En récupérant de la chaleur de la sucrerie, jusqu'alors inemployée, le pré-sécheur doit permettre de réduire la consommation d'énergie des unités de déshydratation d'environ 60 GWh par campagne et des émissions de CO<sub>2</sub> d'environ 18 000 t de CO<sub>2</sub> par campagne.

Le schéma figure 1 représente un exemple de pré-sécheur utilisé pour la pulpe de betterave. L'échangeur (6) utilise de la chaleur récupérée sur le process pour chauffer de l'air qui sera poussé à travers un lit de pulpe (1) déposé sur une bande transporteuse ajourée.

Une évaluation du procédé a été réalisée afin d'estimer l'impact de cette nouvelle configuration sur les coûts de production de la pulpe déshydratée.



- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 1. Wet material      | 6. Heat exchanger      |
| 2. Feeding screw 1   | 7. Extractor fan       |
| 3. Discharge screw 1 | 8. Cleaning brush      |
| 4. Feeding screw 2   | 9. Belt washing device |
| 5. Dry material      |                        |

Figure 1 : Exemple de dispositif de pré-séchage de pulpes de betterave

### Evaluation technico-économique des impacts du pré séchage

Le cout de revient pour l'opération de déshydratation avec un prix de combustible charbon (lignite) de 60 €/t, un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 35 €/tonne et une distance moyenne d'approvisionnement des sites situés à une distance moyenne d'environ 16 km de la sucrerie de Connantre est évalué à

124 €/ tonne de pellet déshydraté en 2020/21.

On peut en première approche estimer que le pré-séchage des pulpes apportera un gain d'environ 15 point de % d'humidité sur la matière sèche de la pulpe surpressée, ce qui la fera passer de 28% en moyenne à environ 43%. Le gain sur le poids d'eau sera de 48% et le gain sur le poids de pulpe surpressée de 35%.

Ce gain va entrainer plusieurs effets sur le cout de revient de déshydratation :

- . une baisse du coût lié au transport de la pulpe surpressée vers les sites déportés (et des émissions de CO2 associées),
- . une baisse du combustible nécessaire à la déshydratation avec les séchoirs rotatifs à tambours (voir principe en figure 2), estimée à environ 24%, et une baisse du besoin de financement en quotas CO2 associés.

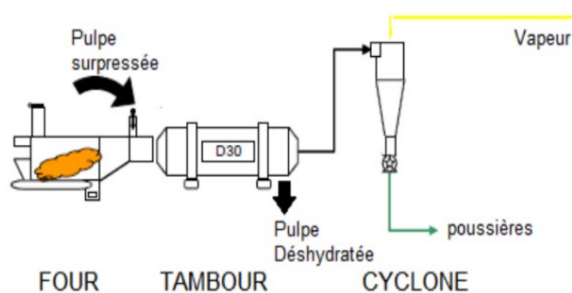


Figure 2 : Configuration classique de séchoir de pulpes rotatif à tambour

### Impact lié au transport de la pulpe surpressée :

Pour une production de pulpe déshydratée de 75 000 tonnes de pellets, la pulpe sous forme surpressée représente 241 000 tonnes sans l'opération de pré séchage et va baisser à 157 000 tonnes avec l'opération de pré séchage. Sur la base de véhicules de

transports de 45 m<sup>3</sup>, soit 31.5 tonnes de pulpes par chargement, le nombre total de km parcourus va passer de 245 000 km à 160 000 km, générant sur la base de 0.15 €/t /km une économie de 2.7 €/ tonne de pellet.

La réduction des émissions de CO2 liée au transport va, sur la base de 1.04 kg de CO2 par km (Base ADEME pour le B10), représenter une réduction des émissions d'environ 90 tonnes de CO2.

### Impact lié au combustible et à l'achat de quotas CO2 :

Pour une production de pulpe déshydratée de 75 000 tonnes de pellets, le tonnage de charbon lignite nécessaire à la déshydratation représente environ 42 000 tonnes sans l'opération de pré séchage et va baisser à 32 000 tonnes avec l'opération de pré séchage, générant une économie de 8.1 €/ tonne de pellet.

Ces 10 000 tonnes de charbon lignite économisées vont représenter en termes d'énergie, sur la base de 6 150 kWh/ t de charbon, environ 60 GWh d'énergie économisée, et sur la base d'un facteur d'émission de 1.82 t de CO2/ t de lignite (Base ADEME) une réduction des émissions d'environ 18 000 tonnes de CO2.

D'autre part, le cout d'achat de crédit carbone liés à la combustion va passer de 47 000 à 36 000 tonnes de CO2, générant une économie de 3.5 €/ tonne de pellet.

### Impact sur le cout de production de la pulpe déshydratée :

Globalement, après pré séchage, le cout de revient de la pulpe déshydratée va passer de 124 €/t à environ 110 €/t.

En partant sur une hypothèse d'investissement de 9 M€, l'amortissement de l'installation est inférieur (notamment compte tenu des tendances d'évolution du prix du CO<sub>2</sub>) à 9 ans sans subvention. Avec les subventions estimées à environ 5 M€, le temps de retour devrait être de moins de 4 ans.

**A souligner le caractère complètement novateur de ce dispositif pour des sites déportés de déshydratation de pulpe de betterave, et qui se rapproche de ce qui a été mis en place dans la filière luzerne avec le pré séchage aux champs.**

### Projet du groupe Cristal Union

Le projet du groupe Cristal Union consiste à remplacer l'unité de déshydratation de pulpe de betterave actuelle située à Epéanecourt et qui déshydrate la pulpe avec de l'air chaud en utilisant du charbon, par une nouvelle unité de séchage avec de la vapeur située sur le site de la sucrerie de Sainte Emilie (80).

La nouvelle unité de séchage utilisera la vapeur du circuit principal de la sucrerie, ce qui est aujourd'hui la meilleure technique disponible connue pour déshydrater les pulpes de betterave. Le séchage est effectué dans une enceinte sous pression, un lit fluidisé de de pulpes est réalisé à l'aide d'un ventilateur au travers duquel passe la vapeur surchauffée. Il est rappelé que les sécheurs de pulpes utilisant la vapeur n'émettent ni pollution atmosphérique, ni

COV, ni poussière. De plus, toute l'énergie qui était consommée par le sécheur tambour classique est économisée. Cette installation va entraîner l'arrêt de l'usage du charbon et de ce fait une diminution de 90 % des émissions de CO<sub>2</sub> de l'opération de séchage soit environ 40 000 t CO<sub>2</sub>/an.

le séchoir vapeur se greffe sur le circuit vapeur de la sucrerie au même titre qu'un effet supplémentaire d'évaporation, voir figure 3 ci-après.

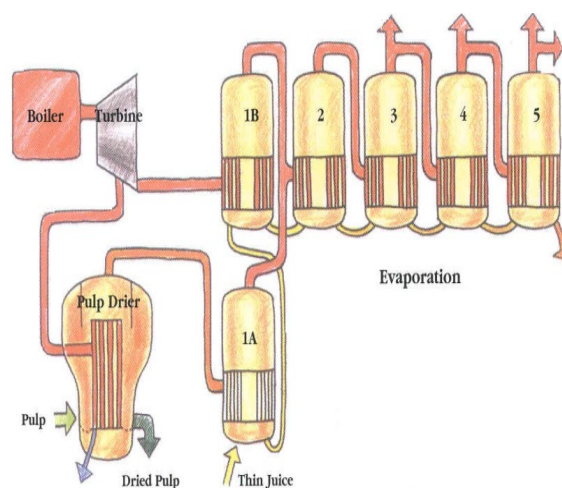


Figure 3 : Schéma de principe de séchoir vapeur intégré sur le circuit vapeur de la sucrerie.

### Evaluation technico-économique des impacts du pré séchage

Le cout de revient pour l'opération de déshydratation avec un prix de combustible charbon (lignite) de 60 €/t, un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 35 €/tonne et une distance moyenne d'approvisionnement du site d'Epéanecourt situé à une distance de 27 km de la sucrerie de Ste Emilie est évalué à 131 €/ tonne de pellet déshydraté en 2020/21.

La nouvelle unité de séchage à la vapeur sera située sur le site de la sucrerie de Ste Emilie ce qui va entraîner des gains à plusieurs niveaux :

- . arrêt d'utilisation du combustible charbon pour la déshydratation des pulpes de betterave, entraînant une réduction des coûts d'achat du combustible et d'achat de quotas CO2,

- . arrêt du transport de pulpe sur le site déporté d'Épéanecourt entraînant la suppression des coûts de transports et les réductions d'émissions de CO2 (et autres rejets atmosphériques associées),

- . réduction du personnel, la supervision pouvant être faite par le personnel de la sucrerie, et le procédé nécessitant moins d'entretien,

- . baisse des coûts d'entretien (plus de four à charbon, ni de tambours tournants à passages multiples).

Des évaluations énergétiques ont été réalisées sur la base des informations contenues dans le BREF-FDM « Best available techniques REFERENCE document » réalisé par l'union Européenne en 2006 sur les secteurs « Food, Drink and Milk Industries ».

Dans cette édition du BREF-FDM sont comparées plusieurs configurations de sucreries, notamment : sans déshydratation de pulpes, avec déshydratation de pulpes classique avec séchoir rotatif à tambour (HTD), avec déshydratation de pulpes avec séchoir vapeur (FBD), voir constitution type en figure 4.

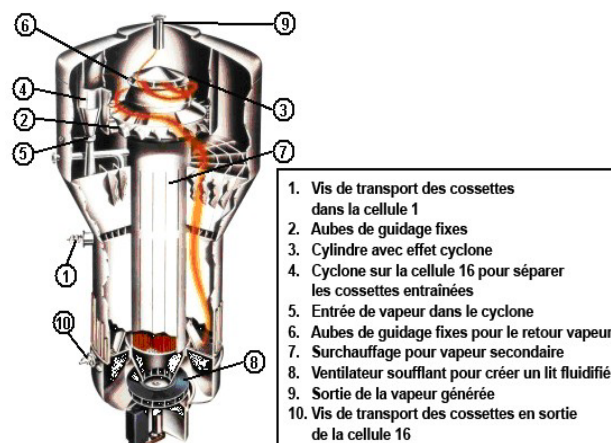


Figure 4 : Constitution du séchoir vapeur

D'après ces évaluations, il ressort que le besoin en énergie thermique n'est que de 10% de plus que la référence sans unité de déshydratation avec le séchage vapeur, le besoin en énergie électrique est de 11% supérieur pour une production électrique 2% inférieur du fait que la vapeur utilisée pour le séchage ne permet plus une production aussi importante d'électricité (voir tableau 1). Cela nécessite donc la mise en place d'une turbine supplémentaire à gaz par exemple pour produire l'énergie électrique manquante. Comparativement on remarquera que le séchage par tambour rotatif demande 67% d'énergie thermique supplémentaire à la sucrerie.

	sans déshy	avec déshy HTD		sucrerie avec déshy FBD	
Dde énergie thermique (MWh)	<b>67,13</b>	<b>111,83</b>	67%	<b>73,72</b>	10%
Dde énergie électrique (MWh)	<b>10,4</b>	<b>11,2</b>	8%	<b>11,55</b>	11%
Production électrique (MWh)	<b>11,66</b>	<b>11,66</b>	0%	<b>11,48</b>	-2%

Tableau 1 : Comparaison énergétique des différentes configurations de sucreries

Juin 2021

## Impact lié au transport de la pulpe surpressée

Pour une production de pulpe déshydratée de 60 000 tonnes de pellets, la pulpe sous forme surpressée représente 193 000 tonnes.

Sur la base de véhicules de transports de 45 m<sup>3</sup>, soit 31.5 tonnes de pulpes par chargement, le nombre total de km évités va être de 330 000 km, générant sur la base de 0.15 €/t/ km une économie de 2.7 €/tonne de pellet.

La réduction des émissions de CO<sub>2</sub> liée au transport va, sur la base de 1.04 kg de CO<sub>2</sub> par km (Base ADEME pour le B10), représenter une réduction des émissions d'environ 344 tonnes de CO<sub>2</sub>

## Impact lié au combustible et à l'achat de quotas CO<sub>2</sub>

Pour une production de pulpe déshydratée de 60 000 tonnes de pellets, le tonnage de charbon évité représente environ 33 000 tonnes, générant une économie (en incluant le surcout en gaz pour la production de vapeur et d'électricité manquante) de 29.5 €/tonne de pellet.

L'énergie économisée va représenter environ 200 GWh, et sur la base d'un facteur d'émission de 2.7 t CO<sub>2</sub>/ t de charbon (Base ADEME) une réduction des émissions d'environ 90 000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

D'autre part, le cout d'achat de crédit carbone liés à la combustion va passer de 37 500 à environ 2 000 tonnes de CO<sub>2</sub>, générant une économie de 12.6 €/tonne de pellet. A cela vont s'ajouter environ 15 €/t de frais de maintenance et 15 €/t de frais de personnel.

## Impact sur le cout de production de la pulpe déshydratée :

Globalement, après pré séchage, le cout de revient de la pulpe déshydratée va passer de 131 €/t à environ 55 €/t.

En partant sur une hypothèse d'investissement de 25 M€, l'amortissement de l'installation devrait être inférieur (notamment compte tenu des tendances d'évolution du prix du CO<sub>2</sub>) à 6 ans sans subvention.

Avec les subventions estimées à environ 16 M€, le temps de retour devrait être inférieur à 3 ans.