

**ARTB**  
ASSOCIATION DE RECHERCHE  
TECHNIQUE BETTERAVIÈRE

10 juin 2021

**Assemblée Générale  
Ordinaire**

ARTB©2021, Tous droits réservés [artb-france.com](http://artb-france.com)

1

**ARTB**  
ASSOCIATION DE RECHERCHE  
TECHNIQUE BETTERAVIÈRE

**AGENDA**

- 1 - Sucrierie de betterave: quels enjeux, quelles évolutions technologiques et techniques d'ici 2030
- 2 - Paiement aux agriculteurs pour services environnementaux (PSE)

© ARTB, Tous droits réservés

2



Sucrierie de betterave:  
quels enjeux, quelles évolutions  
technologiques et techniques d'ici 2030

Laurence CEGEL, Directrice Réalisation  
**FIVES CAIL**

© ARTB, Tous droits réservés

3



fives

**AG ARTB**

Sucrierie de betteraves : quels enjeux, quelles  
évolutions technologiques/techniques à  
attendre d'ici 2030 »

—  
Date 10 juin 2021  
présenté par Laurence Cegel  
Directrice Réalisation Fives Cail

4

Fives, un Groupe industriel international



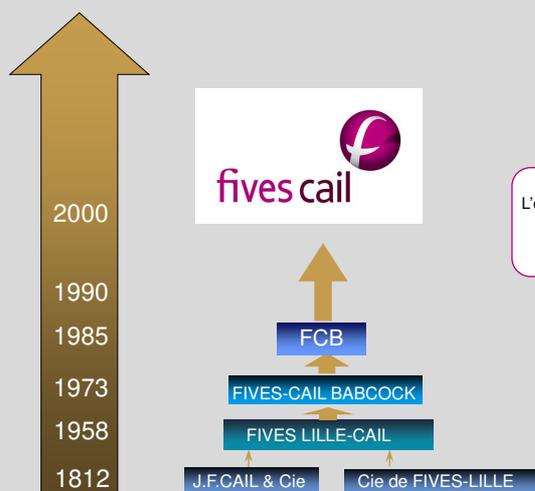
Fives conçoit et fournit des **machines**, des **équipements de process** et des **lignes de productions** pour les **plus grands acteurs industriels mondiaux**  
 CA : 1,8 Mds €



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

5

ÉVOLUTION DE FIVES CAIL



L'origine du Groupe est liée au développement de l'activité Sucre en France & Europe suite au blocus Napoléonien de 1812.



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

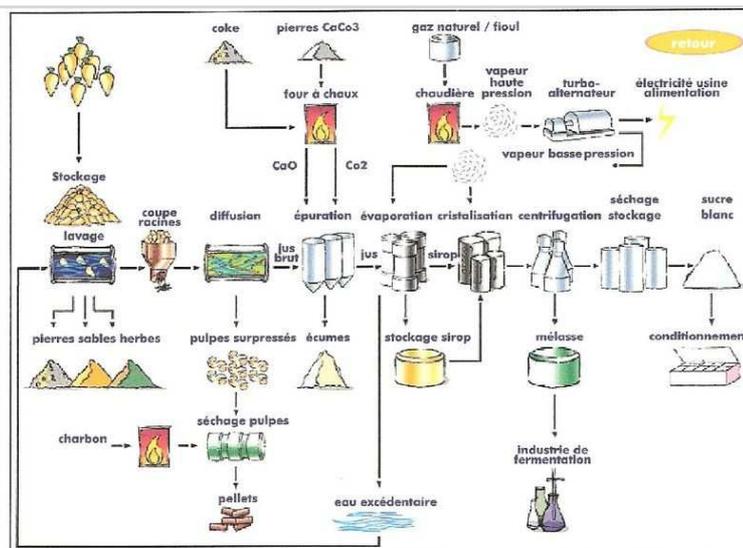
6



**SUCRERIE DE BETTERAVES :  
QUELS ENJEUX, QUELLES  
ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES/  
TECHNIQUES À ATTENDRE D'ICI  
2030 »**

7

**Schéma simplifié d'une sucrerie de betteraves**



Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

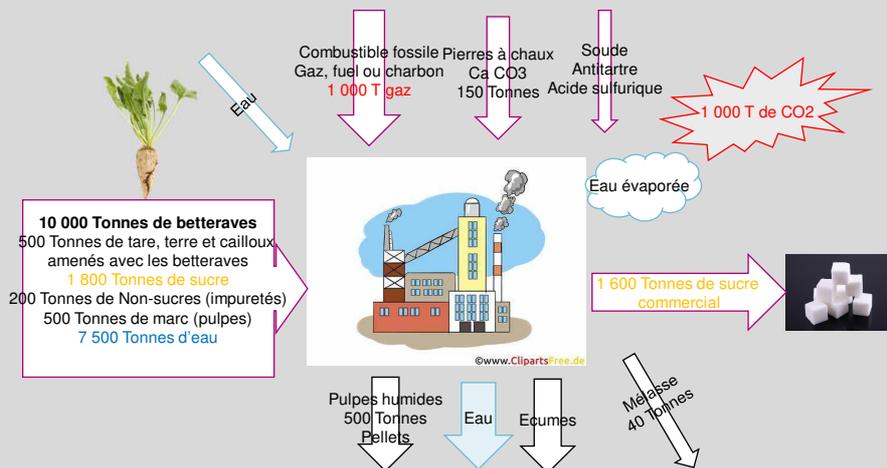
8

8

## Quelques chiffres pour une sucrerie française



Sur une base de 10 000 T Betteraves/ jour



Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

9

9

## Quelques éléments complémentaires



### Energie

Produite par « cogénération » de vapeur et d'électricité

Vapeur haute pression, 40 à 80 bars, détendue dans un turbo-alternateur jusque 3,5 bars avec production d'électricité.

Besoin en vapeur de 200 à 300 kg/ Tonne de betteraves travaillées

Besoin en électricité de 15 à 20 kWh/T

### Eau

Nécessaire en quantité importante dans le process : lavage des betteraves, diffusion, production de vapeur, utilités du process.

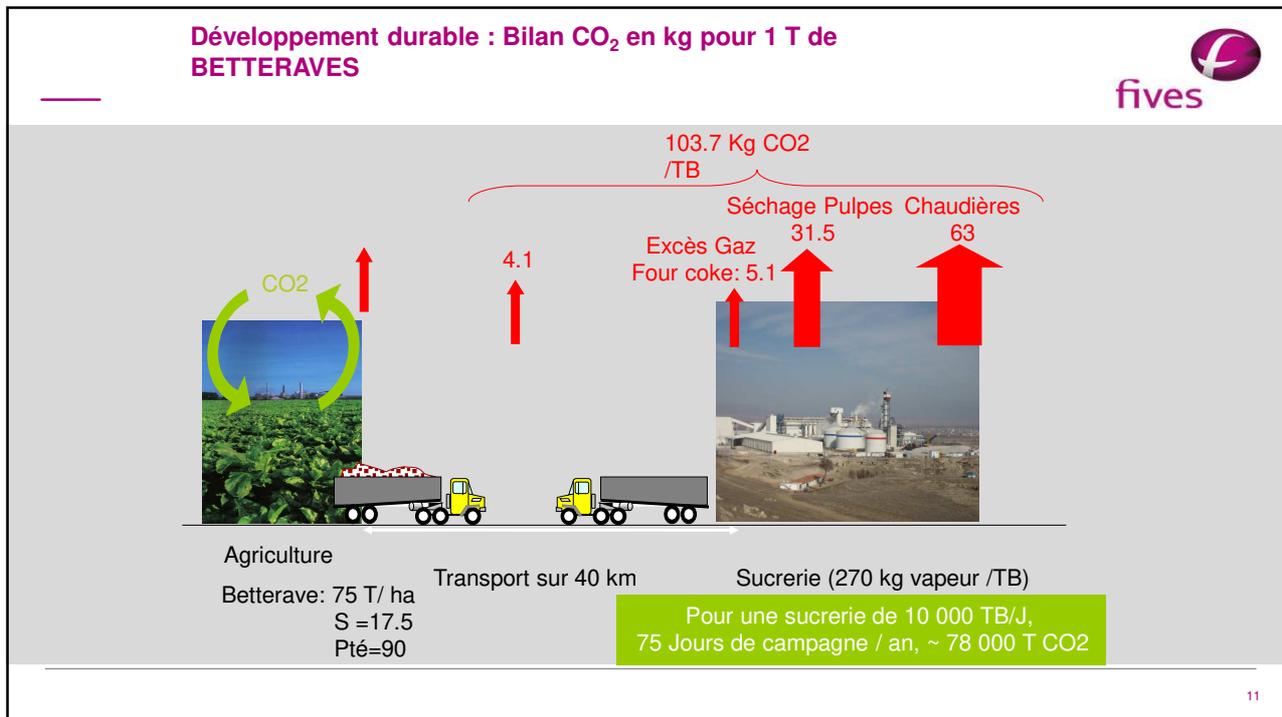
L'eau apportée par les betteraves est suffisante pour couvrir les besoins de la sucrerie MAIS un appoint externe est souvent nécessaire afin de disposer d'eau de la qualité requise

Le volume total à traiter avant rejet représente 1 million de m3 par campagne

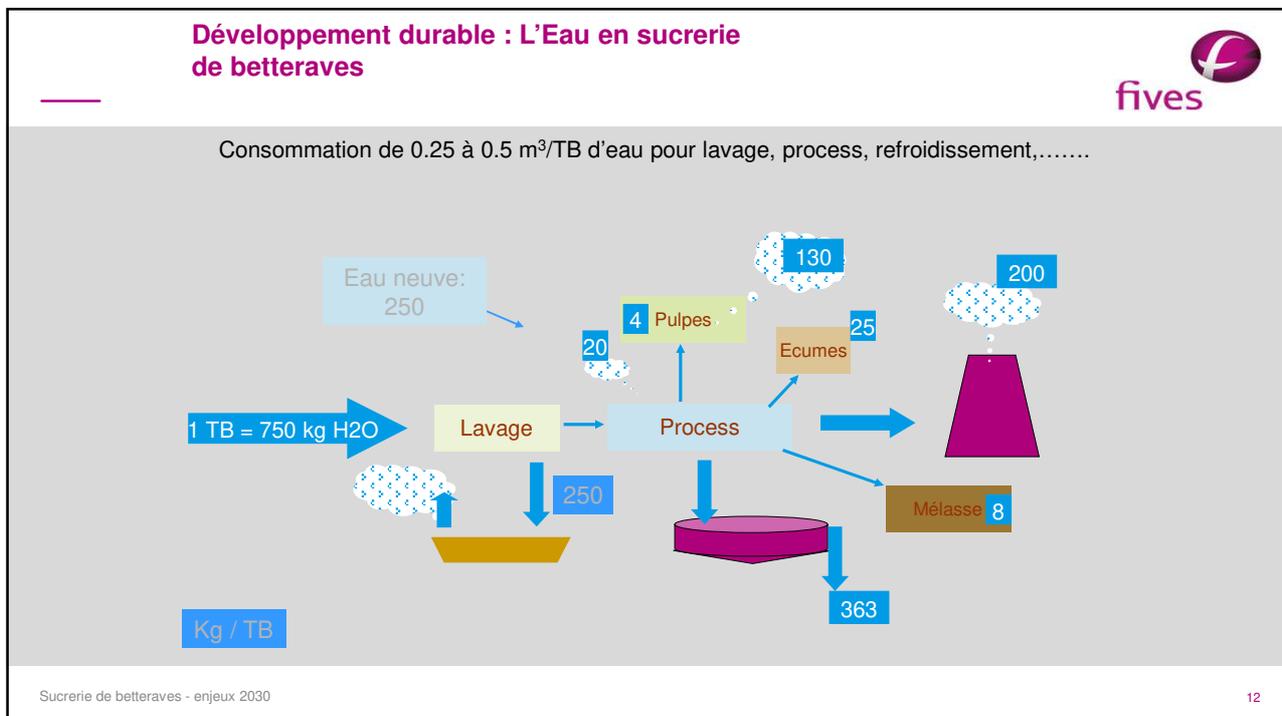
Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

10

10



11



12

## Les enjeux actuels et à court terme



**Dans un marché très concurrentiel, porté par un cours du sucre bas, les enjeux sont économiques et environnementaux**

- ❖ Rendement de récupération du sucre, intégrant la valorisation des co-produits par la production d'éthanol
- ❖ Optimisation de la consommation d'énergie, réduction des quantités de gaz, fuel ou charbon. Impact direct lié au traitement des rejets gazeux et réduction des gaz à effets de serre
- ❖ Traitement des eaux avant rejets par station d'épuration et lagunage
- ❖ Augmentation des durées de campagne pour amortir l'outil industriel sur une durée supérieure
- ❖ Optimisation des consommables : pierre à chaux, soude, acide, antitartre, etc, optimisation portée par les évolutions de qualité technologique de la betterave et le suivi du process, mais impactée par l'allongement des campagnes



13

## Les enjeux actuels et à court terme



**Dans un marché très concurrentiel, porté par un cours du sucre bas, les enjeux sont économiques et environnementaux**

- ❖ Réduction des effectifs de production
- ❖ Réduction des coûts de transport en déterrants les betteraves avant départ des champs. Impact sur le traitement de la tare et du nombre de rotations pour le transport, influant sur les rejets atmosphériques routiers

14

## Les enjeux



### Liés à des contraintes financières et de rentabilité

**L'énergie** : les sucreries de betteraves utilisent un combustible fossile, fuel, gaz naturel ou charbon. Toute économie impacte la rentabilité des sites industriels.

Un gain significatif a été réalisé lors des 2 premiers chocs pétroliers puis lors des années récentes où le coût du pétrole était très élevé.

En lien avec le coût de l'énergie viennent s'impacter également des **contraintes environnementales** : décarbonation et traitement des rejets

Les **rejets gazeux** issus des chaudières sont soumis à des **normes environnementales** de rejets en termes de Nox, composés soufrés, poussières, etc nécessitant des filtres et traitements des fumées.

Le volume à traiter doit donc être optimisé.

15

## CDM : Clean Development Mechanism



### Décarbonation – crédit carbone

Le « CDM » vise à récompenser financièrement toute instauration de technologies réduisant les émissions de GES dans les pays en voie de développement, mais pénalise les pays développés sur la base d'un référentiel optimisé

Dans le cadre des **protocoles environnementaux**, les taux carbone sont évalués par rapport à un **référentiel** en partie optimisé avec un objectif de réduction.

Les **dépassements** par rapport à ces objectifs avec pénalisation de chaque tonne de CO<sub>2</sub> complémentaire émise.

Les **pénalités** sont de **5 à 50\$/T CO<sub>2</sub> pour la majorité** suivant les pays avec des valeurs extrêmes.

Ces **montants** évoluent **à la hausse** afin d'inciter les industriels à réduire significativement les rejets atmosphériques. De **40€/T CO<sub>2</sub> en France en 2005**, la valeur s'élèvera à **100 €/T en 2030**.

Des projets de décarbonation sont subventionnés partiellement en France via l'ADEME afin d'atteindre ces objectifs.

16

## Le marché du sucre



### Quelques chiffres

Consommation moyenne mondiale per capita = **22 kg/ habitant et par an** avec une amplitude élevée suivant les pays

Sucre produit à **80 %** base **canne** à sucre, **20%** base **betteraves** mais les enjeux dans les années à venir sont communs : l'énergie et l'eau mais pour des raisons qui diffèrent

- > L'eau mondiale est destinée à **70%** aux besoins de l'**agriculture**, **22%** à l'**industrie** et **8%** au **domestique**.

17

## Développement durable : Bilan CO<sub>2</sub>



Une centrale électrique classique utilisant de l'énergie fossile rejette environ **0.4 kg de CO<sub>2</sub>/KWh**.

Les **sucrieries de betteraves** utilisent de l'énergie fossile et rejettent donc du CO<sub>2</sub> contribuant à l'effet de serre.

Si les KWh sont produits à partir d'une **sucrierie de canne** brûlant de la bagasse (biomasse), le rejet de CO<sub>2</sub> compense l'absorption équivalente de CO<sub>2</sub> par la plante, et le bilan rejet CO<sub>2</sub> est **nul**,

18

## Développement durable : L'Eau – Situation mondiale



- Quantité d'eau disponible par habitant/an : 7.800 m<sup>3</sup> en 1990, 4.800 m<sup>3</sup> en 2025
- **40 % de la population mondiale en pénurie d'eau (26 pays)**
- Plus de la moitié des cours d'eau mondiaux est grandement polluée
- **10 pays se partagent 60 % des ressources mondiales**
- L'eau mondiale est destinée à 70% aux besoins de l'agriculture, 22 % à l'industrie et 8% au domestique.

19

## Des outils de modélisation permettent d'aider les industriels



Fives Cail a développé un outil d'optimisation basé sur un jumeau numérique de la sucrierie .

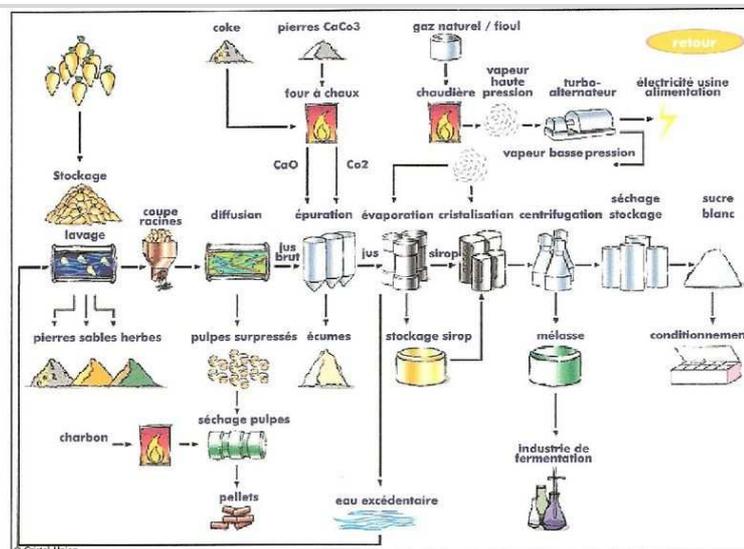
Après modélisation, il permet d'optimiser les réglages process et d'identifier les améliorations potentielles ainsi que leur impact sur le revenu du site.

Il permet également d'orienter des choix techniques pour des projets d'extension ou de création de sucrieries.



20

## Optimisations déjà engagées et potentielles



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

21

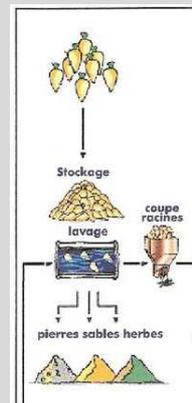
21

## Optimisations déjà engagées et potentielles



### Betteraves et tête d'usine

- ❖ Amélioration de la qualité technologique de la betterave : moins d'adjuvants et de pierres à chaux
- ❖ Déterrage aux champs : quantité transportée limitée à la betterave et quantité d'eau pour lavage des betteraves et sur le traitement d'épuration des eaux
- ❖ Lavage des betteraves : cour à betteraves à sec permettant de limiter la quantité d'eau sur le lavoir à 1 Tonne d'eau par Tonne de betteraves au lieu de minimum 3 Tonnes d'eau par tonne de betteraves pour une cour hydraulique. L'impact est direct sur la consommation électrique de l'atelier et se chiffre en MWh



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

22

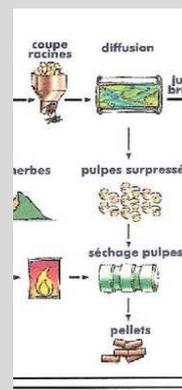
22

## Optimisations déjà engagées et potentielles



### Diffusion et pulpes

- ❖ **Installation de préparateur à cossettes** devant la diffusion pour récupération de calories de fluides de niveau thermique faible pour réduire la quantité de vapeur utilisée. La température de diffusion est de 70°C, les betteraves doivent donc être portées à cette température, ce qui nécessite un flux thermique important
- ❖ **Optimisation du soutirage** ( eau de diffusion) tenant compte de l'optimum économique entre prix du sucre récupéré et besoin thermique complémentaire en évaporation
- ❖ **Séchage des pulpes** : les techniques précédemment utilisées impliquaient des sècheurs rotatifs avec appoint direct de combustible fossile et les vapeurs issues des pulpes lors du séchage étaient perdues thermiquement et nécessitaient un traitement pour éviter le rejet des poussières dans l'atmosphère. Les sècheurs à pulpes Haute Pression disponibles actuellement permettent de récupérer les vapeurs produites directement dans le process, ce qui génère une économie de combustible significative.



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

23

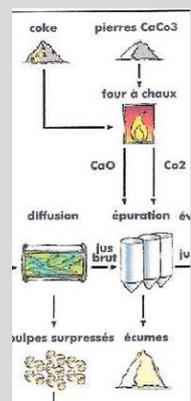
23

## Optimisations déjà engagées et potentielles



### Epuration et four à chaux

- ❖ **Réduction de la consommation de pierres à chaux** : optimisation autour de 15 kg de pierres à chaux/Tonne de betteraves, les consommations il y a 20 ans étaient de l'ordre de 25 à 30 kg /tonne.
- ❖ Le four à chaux nécessite un ratio de combustible (coke) de 7% de la pierres à chaux pour permettre la dissociation autour de 1200°C. toute réduction de consommation s'accompagne de réduction de combustible.
- ❖ Les nouvelles générations de fours à chaux utilisent du gaz naturel, générant des rejets gazeux moins polluants qu'avec le coke.
- ❖ **Utilisation de filtres presses à écumes afin de limiter les pertes en sucre.**



Sucrierie de betteraves - enjeux 2030

24

24

## Optimisations déjà engagées et potentielles



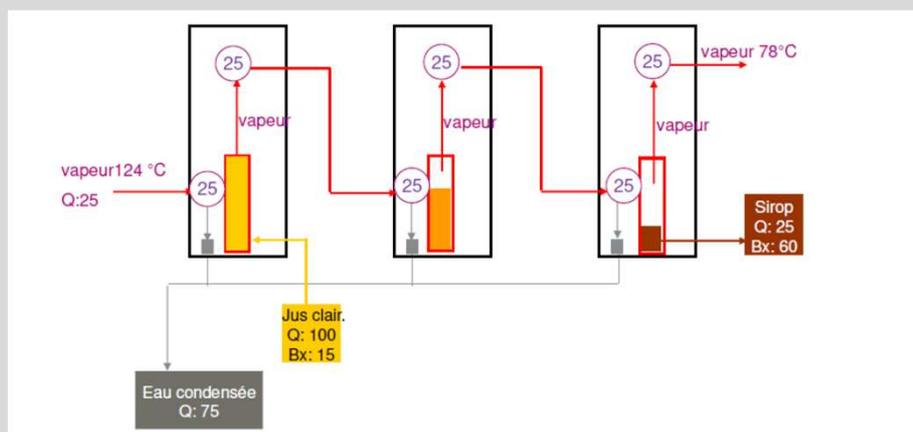
### Evaporation

- ❖ **Réduction de la consommation de vapeur** : l'évaporation est le cœur thermique de la sucrerie
- ❖ **Son rôle est double** :
  - ❖ concentrer le jus pour permettre la cristallisation du sucre
  - ❖ Distribuer la vapeur aux divers utilisateurs du process, réchauffeurs et cristallisation
- ❖ Les réductions de consommation d'énergie passent par une augmentation du nombre d'effets en évaporation ainsi que par l'optimisation des prélèvements (besoins process)
- ❖ Les sucreries actuelles sont avec un schéma en **4 à 6 effets**



25

## Principe du multiple effet



26

## Optimisations déjà engagées et potentielles

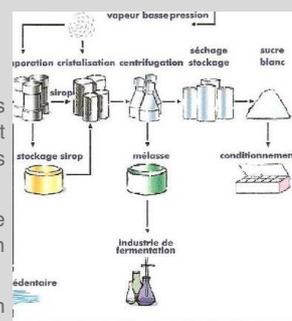


### Cristallisation

#### ❖ Production du sucre commercial

#### ❖ L'enjeu double :

- ❖ Optimiser le rendement de récupération de sucre. 3 jets sont utilisés, seul le sucre produit en 1<sup>er</sup> jet est commercialisé, les autres sucres produits sont refondus et recyclés.
- ❖ De nombreuses sucreries ne disposent que de 2 jets et le sucre restant est envoyé en distillerie pour production d'alcool carburant ou de bouche
- ❖ Limiter la consommation vapeur par utilisation d'équipements utilisant des vapeurs de bas niveau thermique



Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

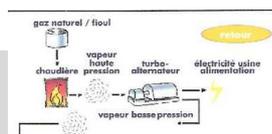
27

27

## Optimisations déjà engagées et potentielles



### Centrale thermique



#### ❖ Production couplée de vapeur et d'électricité pour le process : cogénération

- ❖ Utilisation de **chaudière de haute pression** permettant un meilleur rendement thermique, pression de sortie de **65 à 80 Bars**
- ❖ Recyclage des eaux condensées issues de l'évaporation afin de récupérer l'énergie thermique associée
- ❖ Recyclage des eaux condensées de l'évaporation afin de limiter les traitements chimiques avant la chaudière et limitation du volume d'eau d'appoint entrée dans la sucrerie
- ❖ Installation d'unités de production de biogaz sur base de coproduits : herbes, eau chargée en matière organique
- ❖ Utilisation de moteurs électriques suivant la norme IE3 avec un rendement optimisé

Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

28

28



## COMPARATIF DES SUCRERIES DE CANNES ET DE BETTERAVES

29

### Comparaison sucrerie betteraves / cannes



#### CONTRAINTES et AVANTAGES

##### Energie

Energie fossile nécessaire



Contraintes liées aux rejets

Station de traitement des eaux

Energie produite à partir de la bagasse

Possibilité de revente d'électricité excédentaire



##### Eau

Contraintes plus limitées, en évolution notable

Besoin d'eau important de la canne en comparaison avec la betterave au niveau agricole

Grande sensibilité à la sécheresse:

**3 fois plus d'eau pour produire 1 kg de sucre base canne que base betteraves**

Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

30

30

## comparaison sucrerie betteraves / cannes



### CONTRAINTES et AVANTAGES

#### Qualité de sucre

Sucre blanc produit en direct



Production de sucre roux, moins valorisé que le sucre blanc ou raffiné



Nécessité de raffinerie pour produire du sucre blanc



Sucrerie de betteraves - enjeux 2030

31

31



## QUESTIONS ?

32



**fives**  
Industry can do it

Fives Call  
Laurence Cegel

[www.fivesgroup.com](http://www.fivesgroup.com)

33



**ARTB**  
ASSOCIATION DE RECHERCHE  
TECHNIQUE BETTERAVIÈRE

Paiement aux agriculteurs pour services  
environnementaux (PSE)

Fabienne SIGAUD, Directrice  
**IMAGIN'RURAL**

© ARTB, Tous droits réservés

34



**Des services environnementaux adaptés aux territoires**



Epiterre

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre

35

## La marque Epiterre

Une offre sur mesure...

Epiterre, c'est une **solution clé en main pour répondre aux enjeux environnementaux**. Elle propose principalement aux entreprises et aux collectivités de construire des partenariats locaux avec les agriculteurs **pour valoriser ou produire des services environnementaux**.

Elle permet ainsi de relocaliser les actions des entreprises en faveur de la biodiversité au niveau local et de renouer le dialogue entre collectivités, citoyens et agriculteurs.



Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif

36

## La marque Epiterre

... en réponse aux attentes sociétales!



RESPONSABILITÉ  
SOCIÉTALE DE  
L'ENTREPRISE



TRAME VERTE ET  
BLEUE



PRÉVENTION DES  
INONDATIONS ET DES  
RISQUES NATURELS



PROTECTION DE LA  
RESSOURCE EN EAU



COMPENSATION  
ÉCOLOGIQUE



PRÉSERVATION DE LA  
BIODIVERSITÉ



RÉDUCTION DE  
L'EMPREINTE  
CARBONE



LUTTE CONTRE LE  
RÉCHAUFFEMENT  
CLIMATIQUE

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



37

## Focus mesure « haie champêtre »

L'exemple du MEDEF, projet RSE

### Objectif de neutralité carbone d'un évènement

4 km de haies champêtres en Champagne crayeuse

Volonté d'inscrire cette démarche volontaire en France, à travers :

#### *Le Captage et stockage de Carbone*

Un kilomètre de haie absorbe en moyenne 9t de CO<sub>2</sub> par an (INRA 2013) en fixant le carbone dans ses tissus racinaires, foliaires et dans le sol.

#### *La protection de la biodiversité*

De nouveaux corridors écologiques pour la biodiversité locale

#### *Les effets sur le climat et le patrimoine local*

Régulation de l'eau, pollution et redéploiement d'une trame paysagère...



Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



38

## Focus mesure « haie champêtre »

L'exemple du MEDEF, projet RSE

**Aujourd'hui, 4 CPSE signés** avec contractualisation de 6 ans, pour déploiement et entretien de 4 km de haies avec bande enherbée

39% réalisés sur les sites validés techniquement, le reste est programmé pour la prochaine session (Octobre 2021).



**Budget : 42 051 €**  
**Montage des CPSE et « implantation »**  
**des mesures, entretien et suivi,**  
**ingénierie financière**

*Animation/Ingénierie Epiterre - Symbiose*  
*Financement 100% MEDEF*

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



39

## Focus mesure « couvert mellifère »

L'exemple d'une Communauté de Communes ( Hérault)

**Objectif de déploiement d'actions en faveur de la biodiversité et des paysages**

Ambition péri-urbaine avec accompagnement en cours de définition, en plein ou en jonction de parcelles cultivées.



**Budgétisation prévi : 84 000 € pour 30 ha**  
**Montage des CPSE et « implantation »**  
**des mesures pour 3 ans,**  
**ingénierie financière**

*Animation/Ingénierie Epiterre*  
*Financement NC*

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



40

## Focus mesure « couvert inter-cultures »

L'exemple d'une société agro-alimentaire (Pas de Calais)

### Objectif de déploiement d'actions en faveur de la protection de l'eau et de la biodiversité

Sur deux sites de production avec ambition d'implanter 150 ha de couverts inter-cultures au total, 15 CPSE.



**Budgétisation prévi : 408 000 €**  
**Montage des CPSE et « implantation »**  
**des mesures pour 5 ans,**  
**ingénierie financière**

*Animation/Ingénierie Epiterre*  
*Financement NC*

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



41

## Epiterre...

Et la filière « betteravière »

*Des dynamiques projets spécifiques!*

*26 000 betteraviers et 21 sucreries dans nos territoires ruraux, 45 000 emplois directs, premier producteur européen de sucre et de bioéthanol*



*Epiterre en bref :*

- *Permet d'avoir une porte d'entrée unique pour concevoir un projet multi partenarial d'experts locaux ;*
- *Permet d'être force de proposition grâce à des expertises ciblées et un cadre juridique sécurisé ;*
- *Facilite la conception des projets en phase avec le contexte local agricole ;*

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre



42

MERCI DE VOTRE ATTENTION



 **Epiterre**  
fabienne.sigaud@adasea.net  
gilles.baraize@reseaufnsea.fr

Association de Recherche Technique Betteravière – Présentation du dispositif Epiterre 

43



**ARTB**  
ASSOCIATION DE RECHERCHE  
TECHNIQUE BETTERAVIÈRE

**MERCI DE VOTRE  
ATTENTION**

ARTB©2021, Tous droits réservés [artb-france.com](http://artb-france.com)

44