L’eau dans l’industrie sucrière

Recyclages et réutilisations des eaux et des éléments fertilisants contenus dans les effluents de sucrerie-distillerie en agriculture

Remi AUBRY

Philippe ROBERT

L’eau dans l’usine du futur – Nancy 5/11/2015

L’importance de l’eau dans l’industrie sucrière résulte du fait que la matière première (betterave sucrière) est composée de 77% d’eau pour environ 18 à 19% de saccharose en moyenne. Le process sucrier consiste à extraire le sucre et les autres éléments d’intérêt de la betterave par séparations successives, notamment de toute cette eau. L’autonomie totale en eau des sites sucriers est possible, en associant la bonne gestion des différentes qualités d’eaux à des capacités de stockage suffisantes.

L’eau est utilisée pour transporter puis laver les betteraves, extraire le sucre, alimenter les chaudières pour produire la vapeur, démarrer les installations en début de campagne, les refroidir, les nettoyer en fin de campagne, ou les recycler dans un autre process, comme la production d’éthanol… Elle est plusieurs fois recyclée, réduisant au minimum voire à zéro l’apport d’eau neuve issue de forages. On ne parle pas d’eau mais bel et bien d’eaux, quand il s’agit de ses usages en sucrerie :

- L’eau condensée extraite du jus sucré au cours de l’étape d’évaporation est recyclée à différentes étapes du process sucrier (extraction du sucre, lavage final des betteraves,…)
- L’eau condensée excédentaire peut être directement utilisée en irrigation.
- L’eau condensée, traitée par ultrafiltration et osmose inverse, alimente les chaudières.
- L’eau de transport et de lavage des betteraves décantée, c’est-à-dire partiellement débarrassée de sa charge en terre est à nouveau réutilisée pour le transport et le lavage des betteraves ;
- La fraction chargée en terre est directement retournée aux parcelles agricoles par un épandage permettant de leur restituer de la terre, de l’eau et des éléments fertilisants exportés par la betterave.

Une sucrerie qui travaille 20 000 t de betteraves par jour durant une campagne de 110 jours produit chaque année environ 300 000 t de sucre, 400 000 t de pulpes, 60 000 t de mélasse… et 1,7 millions de m3 d’eau. On voit que, en volume, l’eau est de loin la première production d’une sucrerie ! Cette production fait l’objet de toutes nos attentions, à commencer par la capacité de la stocker comme un bien précieux pour atteindre le zéro prélèvement. Il ne s’agit pas de simplement s’en débarrasser mais de la valoriser dans une logique d’économie circulaire remettant à disposition des cultures, de la terre, des éléments fertilisants et de l’eau.

Plan de l’intervention

1. La filière sucre française
2. Betterave, sucre, éthanol… et eau
3. L’eau dans les procédés: lavage, transport, extraction du sucre, production de vapeur…
4. Recyclages d’eaux: nécessité du stockage
5. Valorisation des effluents

1. La filière sucre française

Betteraves (campagne 2014/2015)

- 26 000 planteurs
- 404 900 hectares (1,4% de la SAU)
- Surface moyenne ≥ 15,5 ha /planteur
- Rendement betteraves: >80 tonnes/ha
- Rendement sucre ≥ 14 tonnes/ha

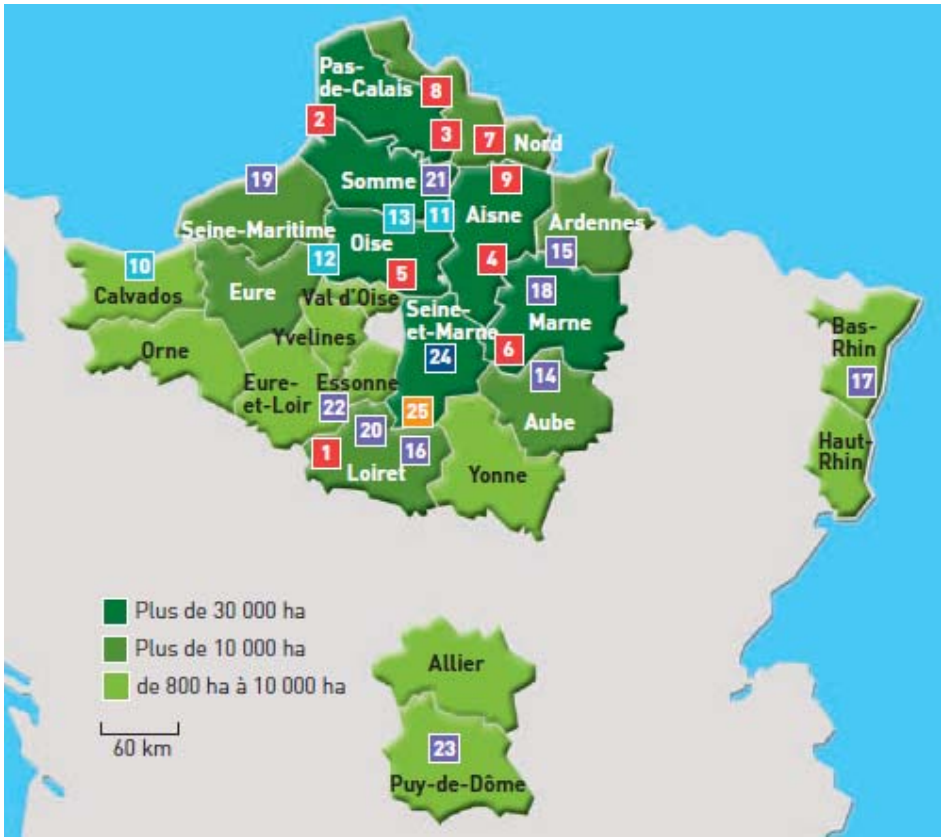
Source : CEDUS

Voici l'usine à sucre...

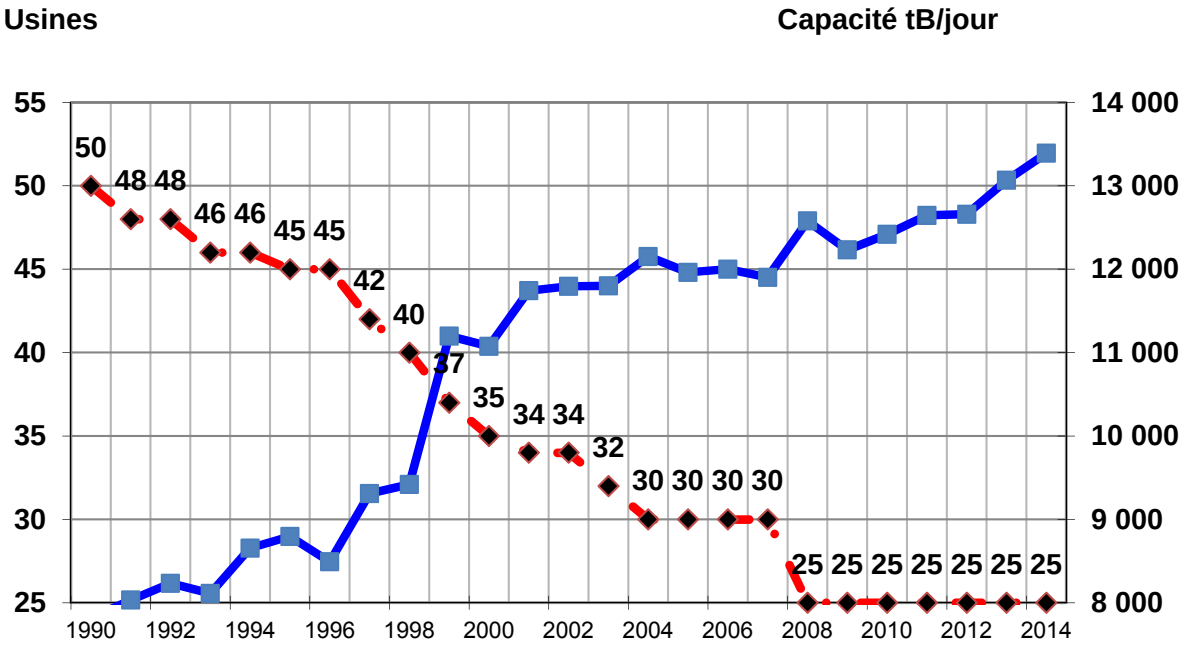
Image CEFS

1. La filière sucre française

- 25 usines
- Capacité journalière : 353 000 Tb/j
- Capacité moyenne : 14 000 Tb/j
- Durée moyenne de campagne : 110 j
- Production de sucre : 5,113 M de t

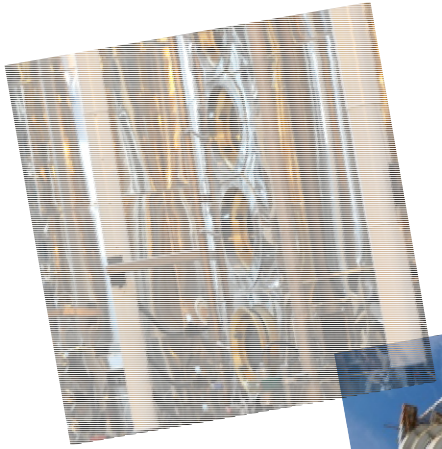


Source : CEDUS



1. La filière sucre française

... Et voici les procédés sucriers



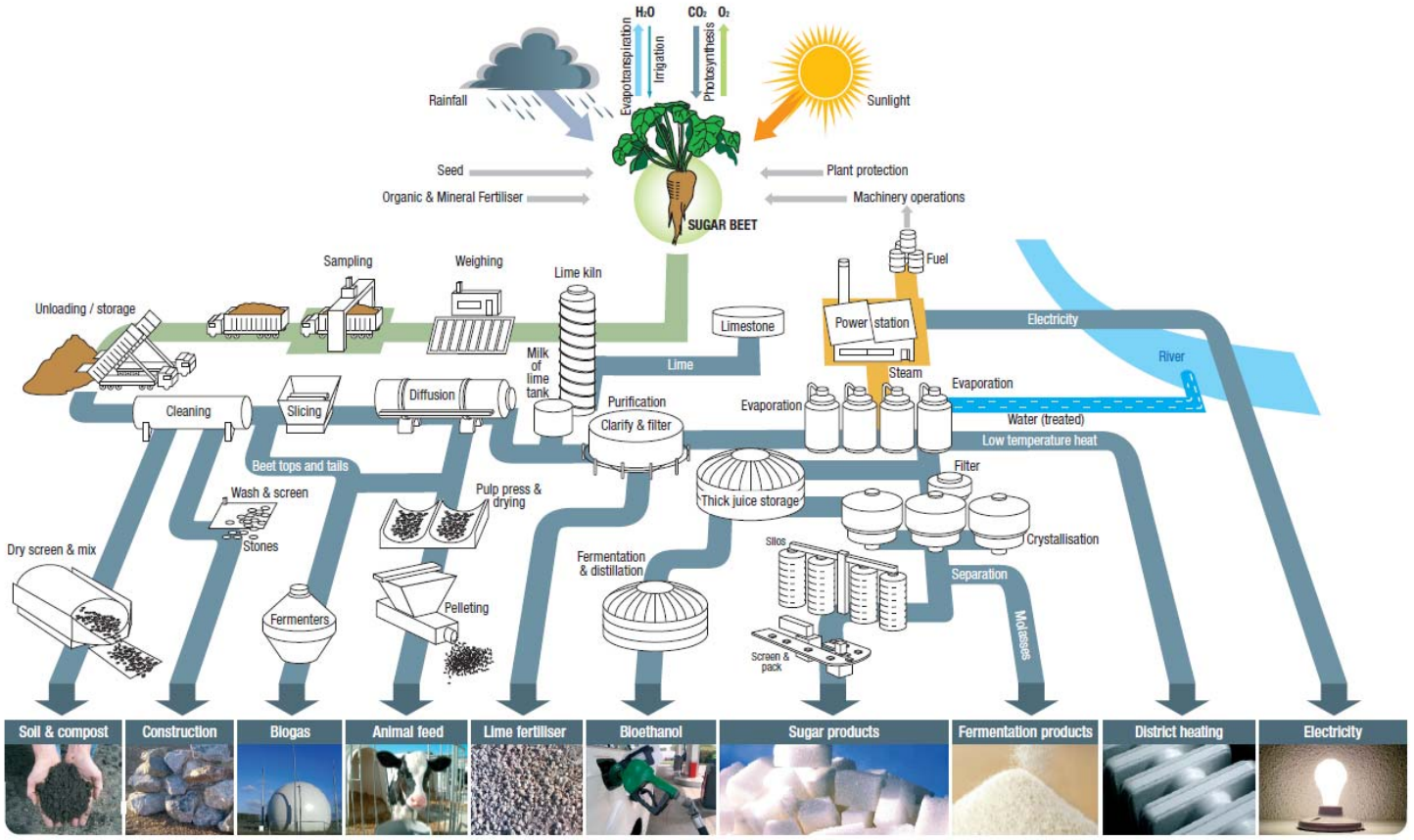


Image CEFS

2. Betterave, sucre, éthanol,… et eau

Une racine humide pour des produits secs

Betterave: 75-77% d’eau

18-20% saccharose

3-5% minéraux

Terre

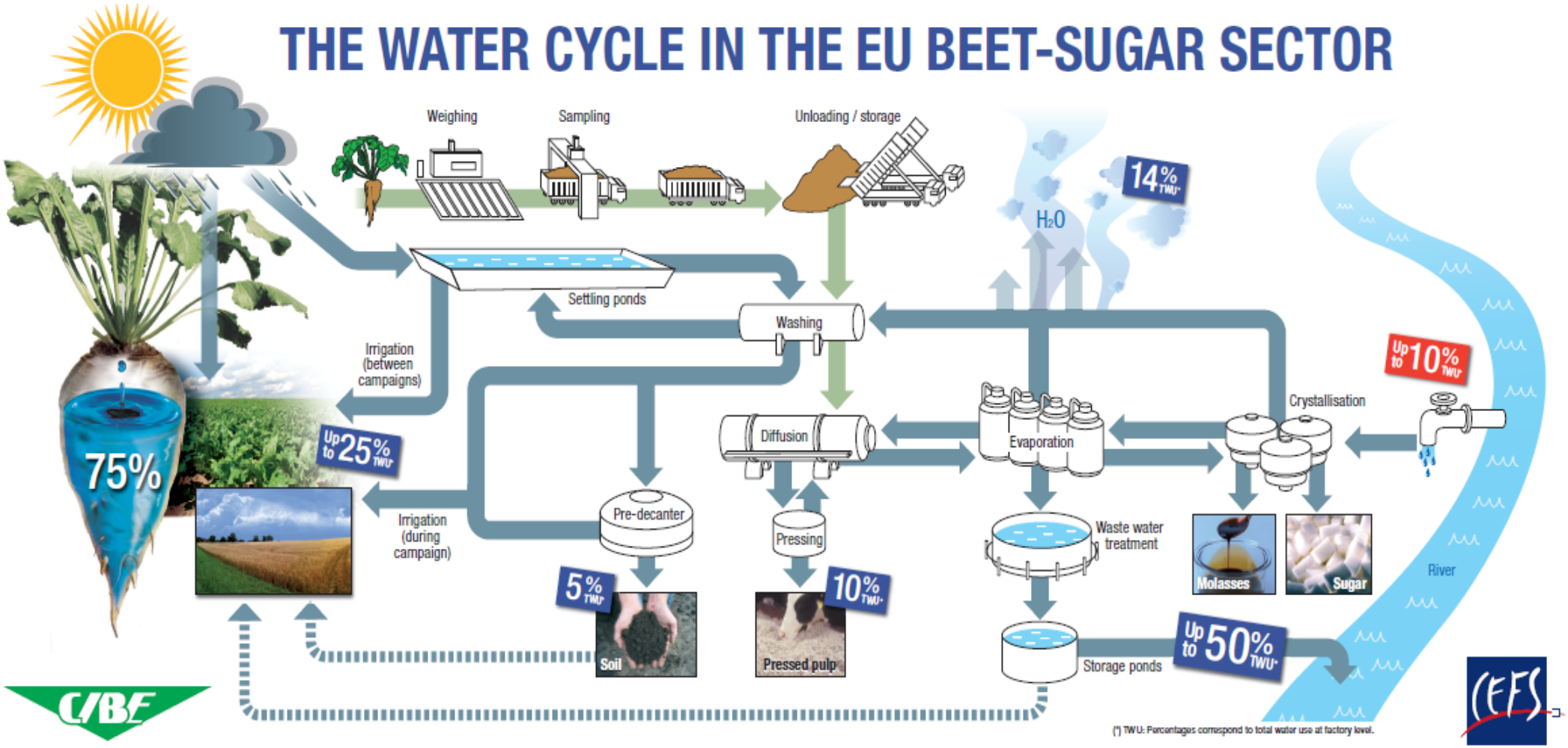
Sucre: 0,04% d’eau

99,96% Saccharose

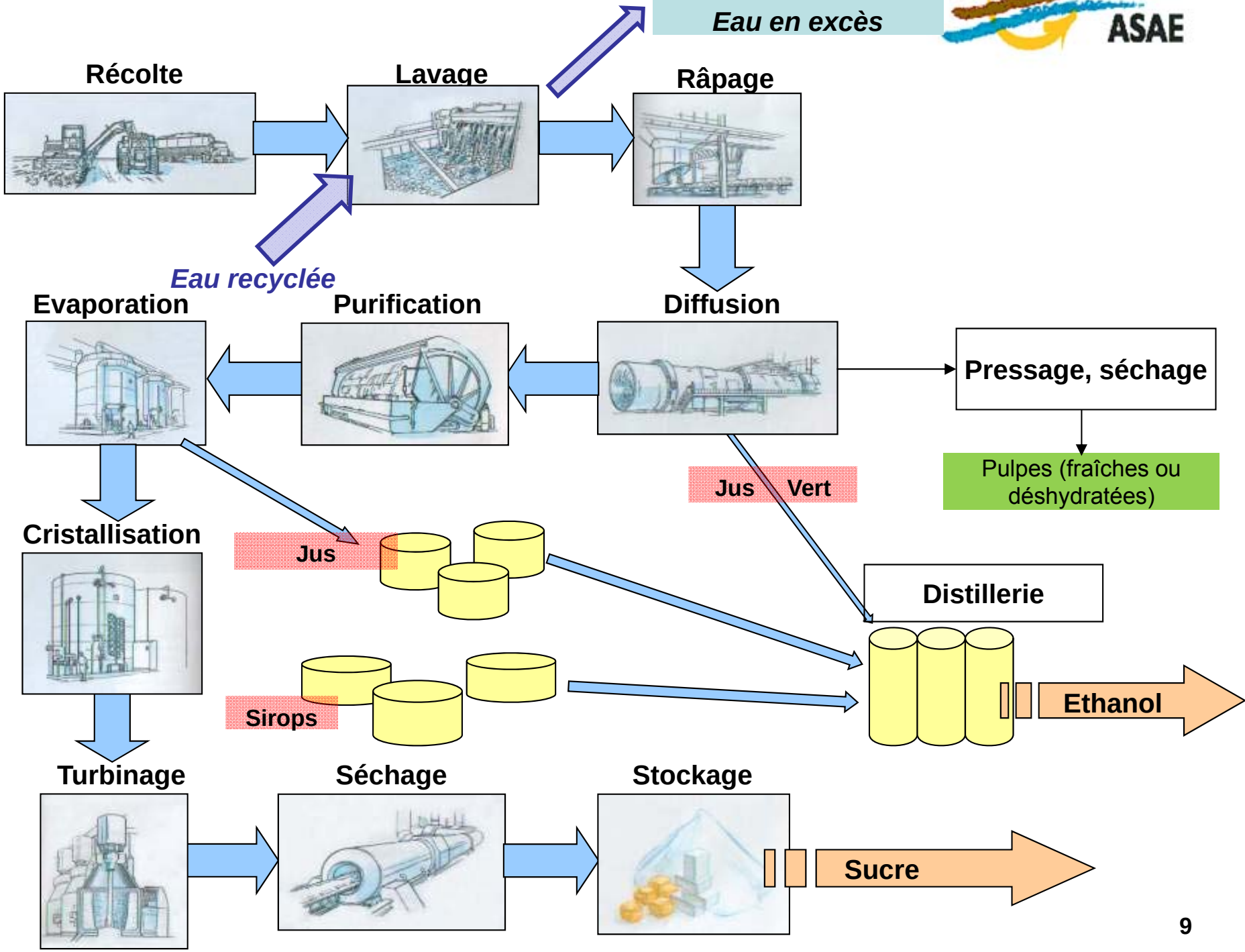
Parcelles

Ethanol: 0,03% d’eau

3. L'eau dans les procédés



Procédés



De la betterave au sucre et à l'éthanol, …

3. L’eau dans les procédés

L’eau est recyclée de nombreuses fois

Lavage et transport des betteraves
Extraction du sucre
Production de vapeur
Refroidissement
Ethanol
Nettoyages
Autres circuits secondaires
…

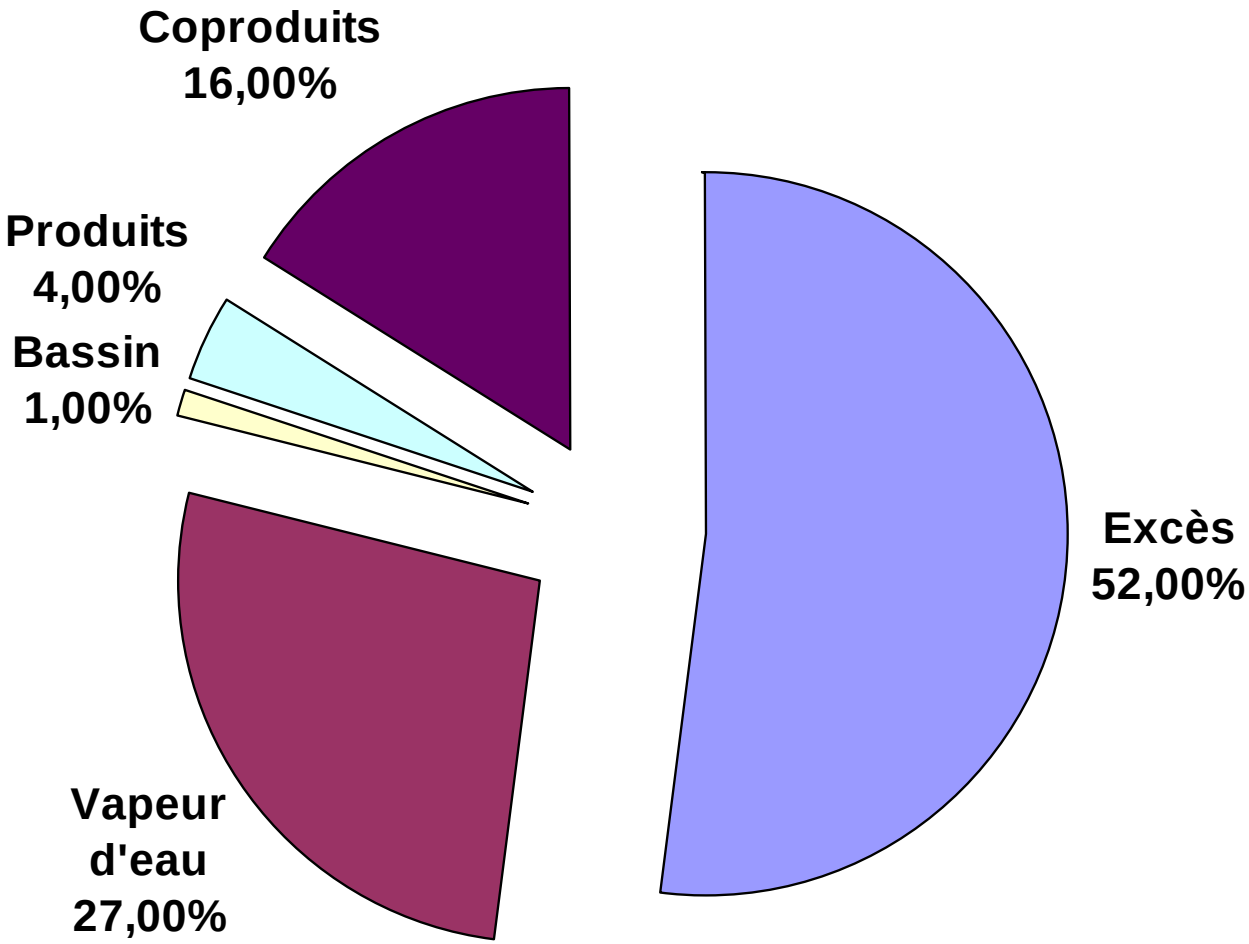
3. L'eau dans les procédés

Les sorties d'eau (1 an)

Pour une sucrerie travaillant 22 000 tonnes de betteraves par jour durant 100 jours de campagne

300 000 m^3
(pulpes, écumes)
70 000 m^3
(sirops, mélasse, sucre)
20 000 m^3
(évaporation bassins)
460 000 m^3
(vapeur d'eau cheminée)

1 000 000 m^3 EN EXCÈS



4. Recyclages d’eaux

La capacité de stockage d’eau condensée est déterminante

On vise l’autonomie en eau de la sucrerie

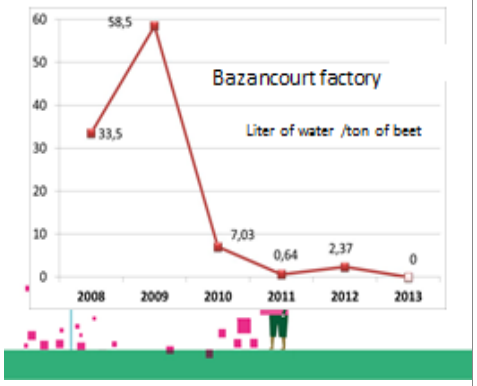
4. Recyclages d'eaux

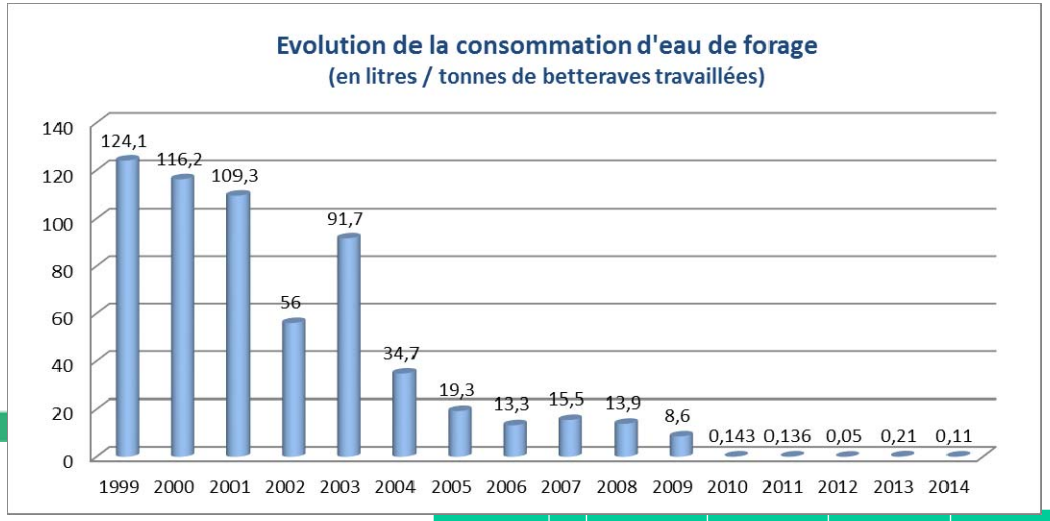
Exemples de Bazancourt & Sillery

CRISTAL UNION

A sugar factory must be autonomous in water due to the sugar beet water content !

- Bazancourt & Sillery treat 4,5 million tons of beets per year without any ground water !





	2000		2008	2009	2010	2011	2012	2013
litres / t	0		105	107	130	132	178	**185**
1000 m3	0		162,0	237,6	260,7	308,0	405,1	**420,4**

4. Recyclages d’eaux

Pour d’autres utilisations

En fermentation pour produire de l’éthanol
(microfiltration puis osmose inverse)

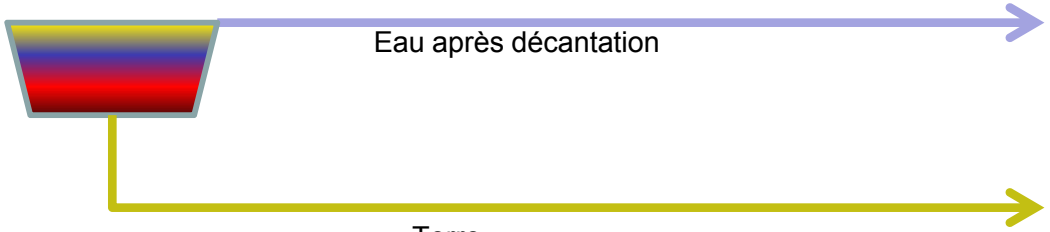
En agriculture pour produire de la biomasse

5. Valorisation des effluents

- **Épandage**
  - **Eau + terre**

15 sucreries

  - **Eau décantée**



- **Traitement de l'eau**

5 sucreries

  - **Lagunage**

5 sucreries

  - **STEP**

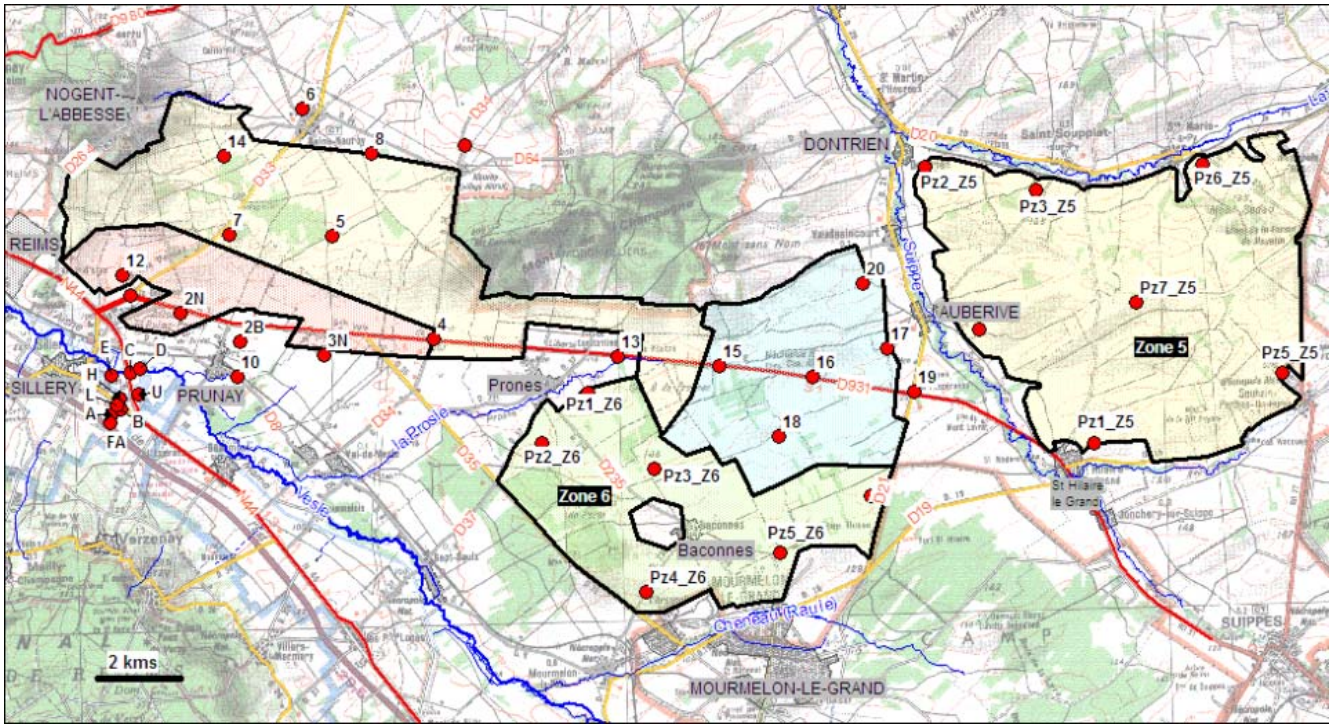
5. Valorisation des effluents

L’épandage est très répandu dans le secteur sucrier français

16 usines (68% de la capacité) épandent soit durant la campagne ou après stockage d’eau
9 usines (32% de la capacité) disposent d’unités de traitement et/ou pratiquent le lagunage

5. Valorisation des effluents

Approche agro-environnementale



Apports sur des zones préalablement étudiées et autorisées par arrêté préfectoral

Approche agro-environnementale

5. Valorisation des effluents

Suivis des effluents et de leur valorisation

- SRR (Suivi Régulier des Rejets)
- Procédure de validation des mesures et de suivi interne à l'établissement
- Audits externes

L'épandage est supervisé dans le cadre du système de management de l'usine et strictement contrôlé en référence à son autorisation d'exploiter :

- Précision des apports
- Composition de l'effluent
- Modalités: pression, vitesse, volume, flux…

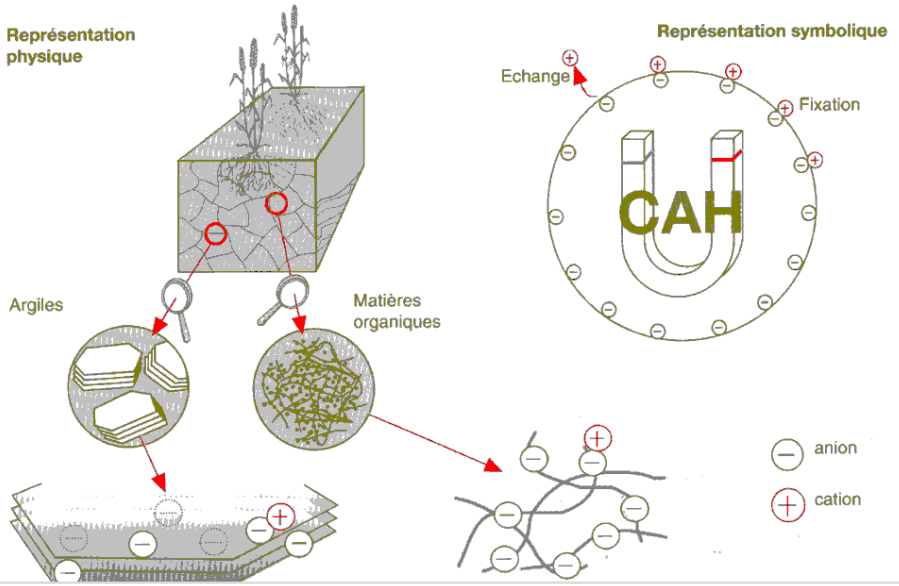
5. Valorisation des effluents

Les effluents de sucrerie : EPANDAGE sur les terres agricoles

- Une technique d'épuration et de valorisation
- Le sol joue un double rôle de filtre physique et de matrice biologique
- Les cultures de la rotation ont deux actions essentielles :
  - Eau
  - Eléments fertilisants
- La succession culturale détermine le temps de retour
- La gestion de l'azote (CIPAN, Bilan N) concourent à la maîtrise des impacts

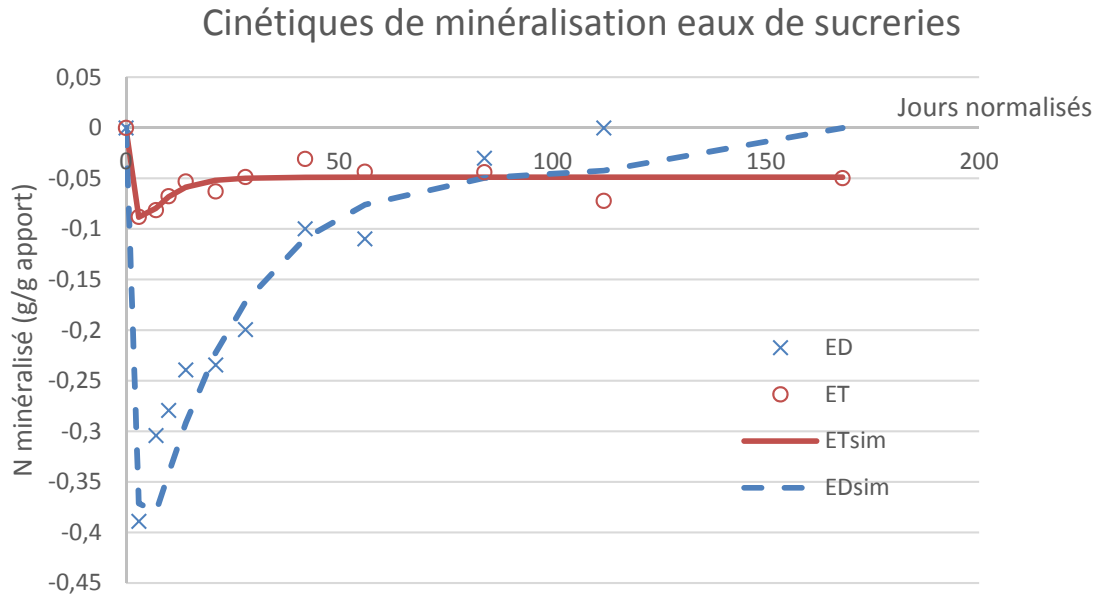
Approche agro-environnementale

LE COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE (C.A.H.)



5. Valorisation des effluents

A travers le complexe argilo-humique, le sol exerce son pouvoir de fixation et d'échanges d'ions.



Cinétiques de la minéralisation nette des eaux terreuses et des eaux décantées issues de mesures en conditions contrôlées (points) et des cinétiques paramétrées dans STICS après calibration (courbes). Les jours normalisés sont des jours en conditions d'humidité et de température constantes (température 15°C et humidité du sol correspondant à la capacité au champ).

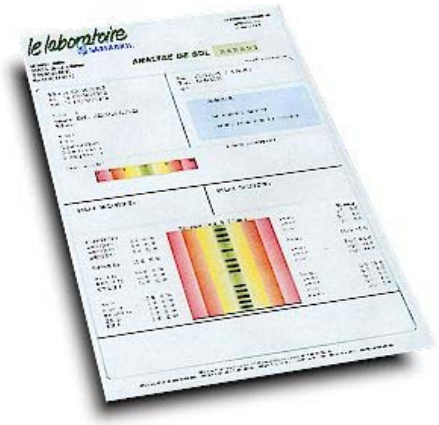
5. Valorisation des effluents

Le Suivi Agronomique à la parcelle

Approche agro-environnementale

- Prélèvements de sols
- Analyses Azote
- Analyses fertilisation de fond

Conseil Azote
Conseil fertilisation de fond



Économie circulaire

5. Valorisation des effluents

Une solution durable de gestion de l'eau

- Une technique d'irrigation pour l'agriculture locale économisant l'eau souterraine
- Une technique recyclant l'effluent en agriculture
- Une pratique agronomique réduisant l'usage de fertilisants de synthèse
- Une pratique de gestion des sols prévenant l'érosion: la terre retourne aux parcelles
- Une surveillance de la qualité des eaux souterraines
- Une pratique strictement maîtrisée soumise à autorisation

5. Valorisation des effluents

Agriculture & Environnement

Qui?: Personnel de l'usine et agriculteurs (conventions)

Où?: Dans les parcelles proches de l'usine (où sont cultivées betteraves & céréales)

Quoi?: Valorisation des effluents (analyses: effluent, terres, eaux)

Quand?: Durant les campagnes (effluent + terre) et le reste de l'année (eau décantée)

Comment?: 1/ utilisation de la capacité du sol (filtre et matrice biologique)

2/ utilisation des éléments fertilisants de l'effluent par les cultures

3/ contrôles réglementaires (quantités apportées, mesures du milieu)

Pourquoi?: Production industrielle & agriculture durables:

- Qualité de l'eau souterraine
- Qualité des sols
- Qualité des productions agricoles (betteraves, céréales…)
- Qualité des produits (sucre, éthanol, pulpes, …)

Merci pour votre attention

Vos questions…