

19 mars 2021

**Influence d'un bâchage de silo immédiatement après la récolte
sur la tare terre et sur la conservation du poids de sucre
Synthèse des campagnes d'essais 2015-16 à 2019-20**

I. OBJECTIF DES ESSAIS

Un bâchage précoce, ainsi que la forme du silo, sont susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des betteraves durant le stockage, c'est-à-dire sur l'évolution du taux de betteraves malades, de la tare terre et du poids de sucre = poids des betteraves achetées x richesse des betteraves).

L'expérimentation a eu pour objectif d'évaluer les différences éventuelles de qualité des betteraves stockées dans un silo homogène, entre une partie non bâchée (ou tardivement = témoin) et une partie sur laquelle est réalisé un bâchage immédiatement après la récolte.

Cette expérimentation a débuté en 2015-16 et s'est poursuivie sur plusieurs campagnes jusqu'en 2019-20.

Jusqu'en 2017-18, une comparaison a été réalisée entre des silos de forme trapézoïdale obtenus par bennes et des silos de forme pointue obtenus par arracheuses intégrales. Ces essais ont mis en évidence une moindre entrée d'eau dans les silos de forme pointue, c'est donc cette forme qui a été retenue pour les essais des campagnes ultérieures.

En 2018-19 est apparu un nouveau produit : la bâche Subtex du fournisseur Velitex (produit dont la qualité a évolué en 2019-20). le protocole a donc évolué afin de comparer ce nouveau produit en parallèle du produit historique testé depuis 2015 : la bâche Toptex de la société Pype (fabricant Tencate).

Les comptes rendus détaillés suivants ont été réalisés pour chacune des campagnes d'essai : 2016PMA700, 2017PMA022, 2018PMA049, 2019JLSA072, 2020JLSA159.

II. SITES D'ESSAIS

Lors de chaque campagne, les silos ont été mis en place dans plusieurs régions betteravières : Aisne, Normandie, Nord, Pas-de-Calais et Centre Val de Loire.

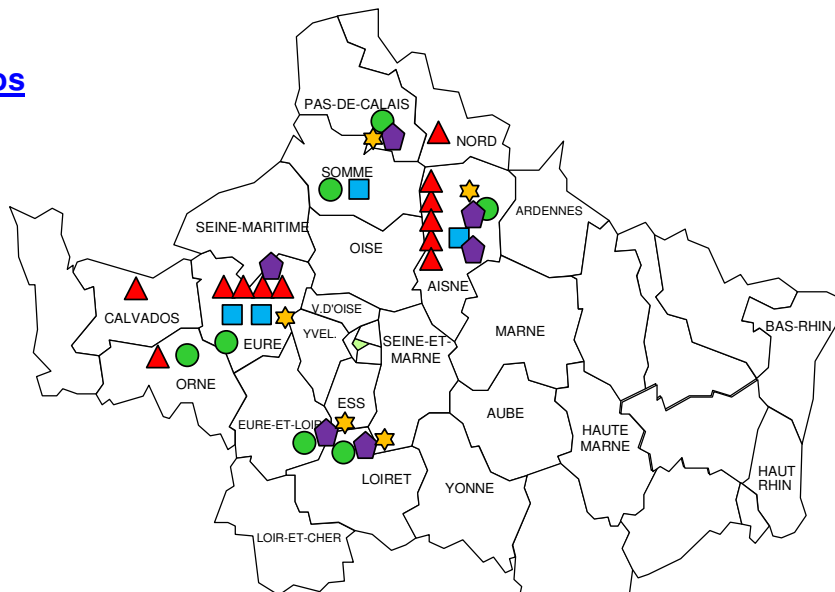
Les sites d'essais ont été choisis répondre aux objectifs suivants :

- arrachage et confection du silo au début novembre, en bonnes conditions et sans pluie afin de minimiser les blessures sur les betteraves et de minimiser l'humidité dans le silo au moment de sa constitution.
- arrachage, confection du silo et bâchage initial : autant que possible, sans interruption sur une journée (bâchage possible au plus tard 24 heures après la confection du silo, et impérativement avant l'arrivée de la pluie).
- date d'enlèvement avec l'objectif d'atteindre au minimum une somme de températures quotidiennes de 300 °C (correspondant au début de développement des pourritures : utilisation de l'outil de calcul SILOBET de l'ITB)

La carte ci-dessous indique la situation des différents sites d'essais.

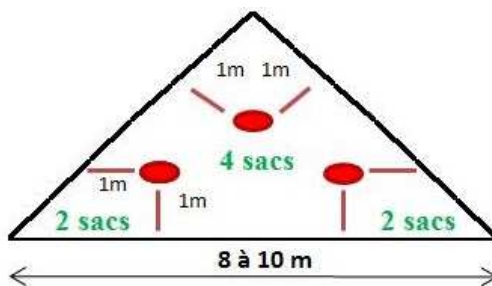
Situation des silos

- ▲ 2015
- 2016
- 2017
- ◆ 2018
- ★ 2019



Au moment de la récolte des sacs de betteraves homogènes ont été instrumentés et placés dans chaque silo avec pour objectifs principaux ; d'une part de permettre de mesurer les températures dans les silos correspondant à chaque modalité d'essais ; et d'autre part de permettre de mesurer le différentiel de poids des betteraves et de teneur en sucre afin de déterminer l'évolution du poids de sucre lors du stockage.

Le schéma ci-dessous illustre la position des sacs dans une vue en coupe pour un silo en pointe.



Pour chaque site d'essai, il a été constitué : un silo témoin qui n'a pas été bâché immédiatement après l'arrachage, mais seulement selon la pratique habituelle, c'est-à-dire lorsqu'un avis de bâchage est émis par la sucrerie en cas de prévision de températures négatives, un silo bâché avec bâches de type Toptex de la société Pype, et un silo bâché avec des bâches de type Subtex de la société Velitex pour les années 2018-19 et 2019-20.

Exemple de site d'essai après constitution des silos (2019 Erceville 45480).

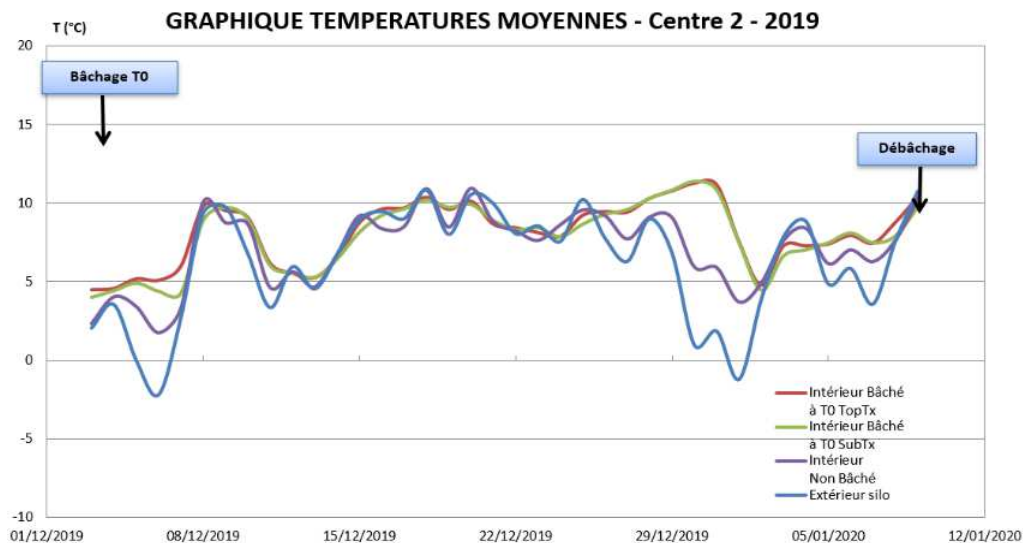


3 modalités : silo bâché Toptex, silo de référence, silo bâché Subtex

Juste avant l'enlèvement du silo par la sucrerie, les sacs instrumentés sont retirés et analysés en laboratoire. Les paramètres suivants sont déterminés : l'humidité de la terre attenante aux betteraves, le poids brut des betteraves, le poids des betteraves lavées, le poids des parties non marchandes (BNM), la richesse en sucre.

Les capteurs de température permettent de suivre les évolutions de températures intérieures des silos dans les différentes modalités et de la température extérieure.

Exemple de relevé de température (2019 Trinay 45410).



Globalement les températures dans les silos suivent les températures extérieures en les atténuant du fait de l'inertie thermique de la masse de betteraves.

III. RÉSULTATS

Les tableaux suivants reprennent les résultats des différentes campagnes d'essais pour les silos de forme pointue. Les données des campagnes 2018-19 et 2019-20 comprennent en outre les résultats des bâches Subtex.

3-1 Caractéristiques des silos

année	site	durée stockage (jours)	durée bâchage "t0" (jours)	durée bâchage modalité "non bâché à t0" (jours)	température à l'arrachage (°C) ⁽¹⁾
2015	moy. (12 silos)	46	44	0	13,0
	mini	37	30	--	11,0
	maxi	54	54	--	15,4
2016	moy. (4 silos)	46	43	22	6,7
	mini	45	40	13	4,0
	maxi	48	47	36	11,3
2017	moy. (7 silos)	46	43	11	11,5
	mini	30	25	0	11,5
	maxi	72	70	58	2,0
2018	moy (6 silos)	47	44	18	5,7
	mini	24	20	0	2,4
	maxi	69	65	39	11,0
2019	moyenne	47	45	6	5,8
	mini	28	26	0	2,1
	maxi	62	60	17	9,9

(1), température moyenne du jour de l'arrachage,

NB : Dans les tableaux suivants, les intitulés "sans bâchage" correspondent aux parties de silos témoins.

3-2 Terre

Le tableau suivant récapitule, pour les silos bâchés Toptex et Subtex, les données relatives :
 - à la tare terre de réception en sucrerie,
 - à la tare terre des betteraves mises en sacs,

année	site	tare terre réception (% / net lavé)					tare terre des sacs (% / net lavé)				
		avec bâchage TopTex	avec bâchage SubTex	sans bâchage	écart TopTex	écart SubTex	avec bâchage TopTex	avec bâchage SubTex	sans bâchage	écart TopTex	écart SubTex
2015	moy, 10 silos				-0,6					-0,6	
2016	moy, 4 silos				-0,3					0	
2017	moy, 5 silos				-2,1					-1,2	
2018	moy, 6 silos				-1,5	-1,2				-0,3	-0,1
	IC 95 Std				0,8	0,5				0,4	0,7
	écart significatif				S	S				NS	NS
2019	moy, 5 silos	13,2	13,8	17,2	-4,1	-3,4	9,2	9,4	10,1	-0,9	-0,7
	IC 95 Std				3,0	3,5				2,8	2,6
	écart significatif				S	NS				NS	NS

> Pour une bâche Toptex, le gain en tare terre sur net en réception varie suivant les campagnes entre 0.3 points en 2016 et 4.1 points en 2019.

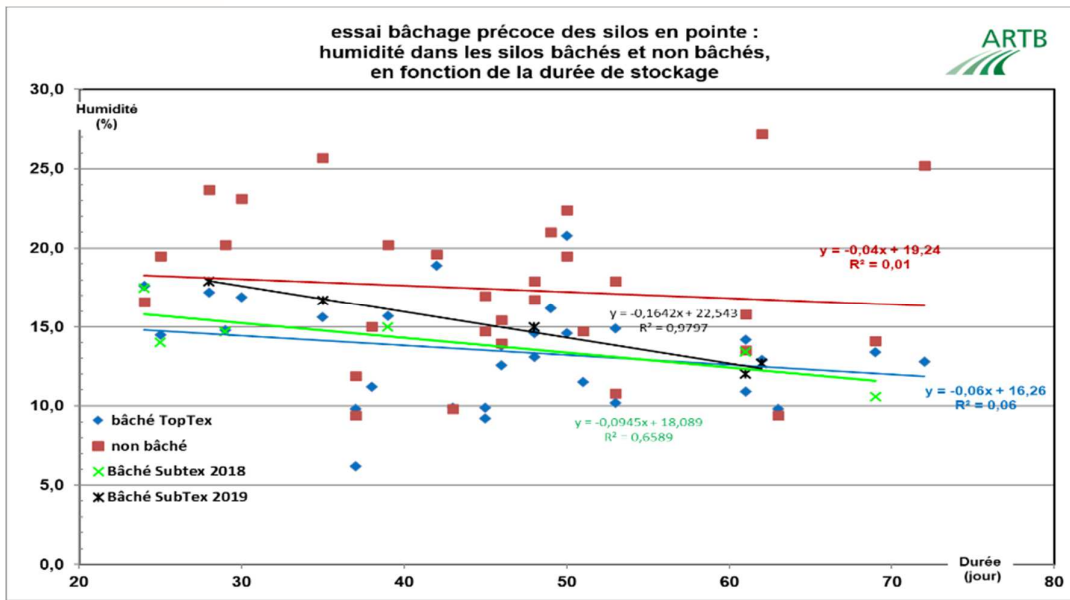
> Pour la bâche Subtex, le gain en tare terre sur net en réception était de 1,2 points avec la qualité de bâche et les conditions de la campagne 2018 et 3.4 points avec la qualité de bâche et les conditions de la campagne 2019.

> Compte tenu de l'intervalle de confiance de Student à 95% sur les moyennes, il n'est pas possible de conclure sur une différence significative de comportement concernant la tare terre entre les silos bâchés Toptex ou les silos bâchés Subtex (aussi bien avec la qualité de bâche Subtex 2018 que celle de 2019).

NB : sur les échantillons traités au laboratoire, les niveaux et les écarts de tare terre apparaissent bien moins importants, plusieurs causes à cela : la prise manuelle des betteraves (pas d'effet de ramassage de fond de silo et de la terre correspondante), la différence d'agressivité du lavage en réception, et probablement aussi la manipulation des sacs (un peu de terre est perdue au travers des filets).

. Effet du bâchage précoce sur l'humidité de la terre attenante

Le graphique suivant représente l'humidité de la terre attenante aux betteraves en fonction de la durée de stockage (mesure sur sacs).

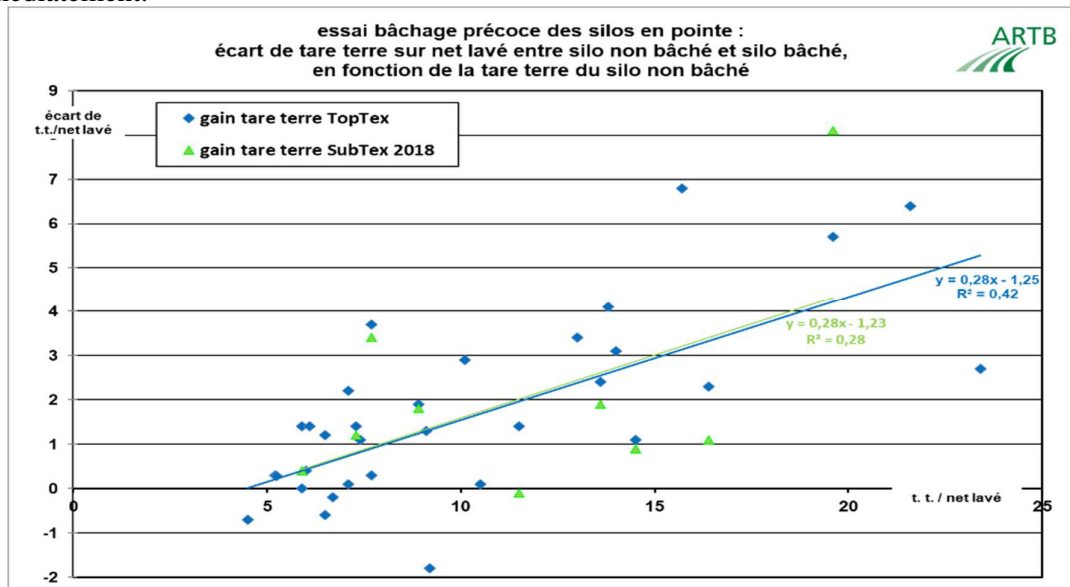


Sur une période de 25 à 70 jours de stockage :

- . pour les silos bâchés Toptex, par rapport aux silos non bâchés, on peut observer un assèchement d'environ 3 à 4 points de la terre attenante aux betteraves,
- . pour les silos bâchés Subtex, le phénomène semble moins net avec la qualité 2019 ce qui n'était pas le cas avec la qualité 2018, néanmoins il faut relativiser compte tenu du fait du nombre limité de points de mesure (5 points de mesure en 2019).

. Effet sur la tare terre en fonction de son niveau

Le graphique suivant représente l'écart de tare terre (mesurée en réception) entre le silo bâché et le silo non bâché immédiatement, en fonction du niveau de tare terre du silo non bâché immédiatement.



Pour les silos bâchés Toptex , en regroupant toutes les années, on observe un gain en tare terre proportionnel à la tare terre de la partie non bâchée immédiatement avec un coefficient d'environ 0,28.

Pour les silos bâchés Subtex, en 2018 il n'apparaissait pas de différence de comportement avec la bâche Toptex ; en 2019, les résultats n'ont pas été représentés du fait de résultats trop peu solides dont l'origine n'est pas explicable (évolution de la qualité de la bâche, erreur de manipulation, problème liée à la réception des betteraves ou au niveau de betteraves non marchandes).

Note 1 : A remarquer qu'on n'observe plus d'amélioration du niveau de tare terre & déchets à partir d'une valeur d'environ 4,5 % sur net lavé. Cette valeur est à mettre en rapport avec le niveau de pertes de matière marchande dans les laveuses : on comprend en effet qu'il n'est plus possible d'améliorer la tare terre & déchets dès lors qu'il n'y a plus de terre.

Note 2 : Grace à ce gain, la baisse sur le coût de la terre pour l'agriculteur est estimé à ~ 30 €/ha pour un niveau de 15% de tare terre & déchet sur net lavé, et d'environ ~ 60 €/ha pour un niveau de 25% de tare terre & déchet sur net lavé.

3-3 Richesse

Le tableau suivant récapitule, pour les silos bâchés Toptex et les silos bâchés Subtex, les données relatives :

- à la richesse de réception en sucrerie,
- à la richesse des betteraves mises en sacs,

année	site	Richesse réception (°S)					Richesse finale des sacs (°S)				
		avec bâchage TopTex	avec bâchage SubTex	sans bâchage	écart TopTex	écart SubTex	avec bâchage TopTex	avec bâchage SubTex	sans bâchage	écart TopTex	écart SubTex
2015	moy 10 silos				0,3					0,1	
2016	moy, 4 silos				0,3					0,1	
2017	moy, 5 silos				0,4					0,4	
2018	moy, 6 silos				0,7	0,6				0,2	0,1
	IC 95 Std				0,2	0,3				0,5	0,5
	écart significatif				S	S				NS	NS
2019	moy. 5 silos	17,2	17,2	16,8	0,44	0,44	17,6	17,5	17,1	0,5	0,4
	IC 95 Std				0,41	0,36				0,6	0,6
	écart significatif				S	S				NS	NS

> Globalement, la richesse en réception apparaît plus élevée dans les silos bâchés à t0 que dans les silos non bâchés immédiatement (environ 0.4 points en moyenne).

> Compte tenu de l'intervalle de confiance de Student à 95% sur les moyennes, il n'est pas possible de conclure sur une différence significative de comportement entre les silos bâchés Toptex ou les silos bâchés Subtex (aussi bien avec la qualité de bâche Subtex 2018 que celle de 2019).

3-4 Betteraves non marchandes et poids de sucre

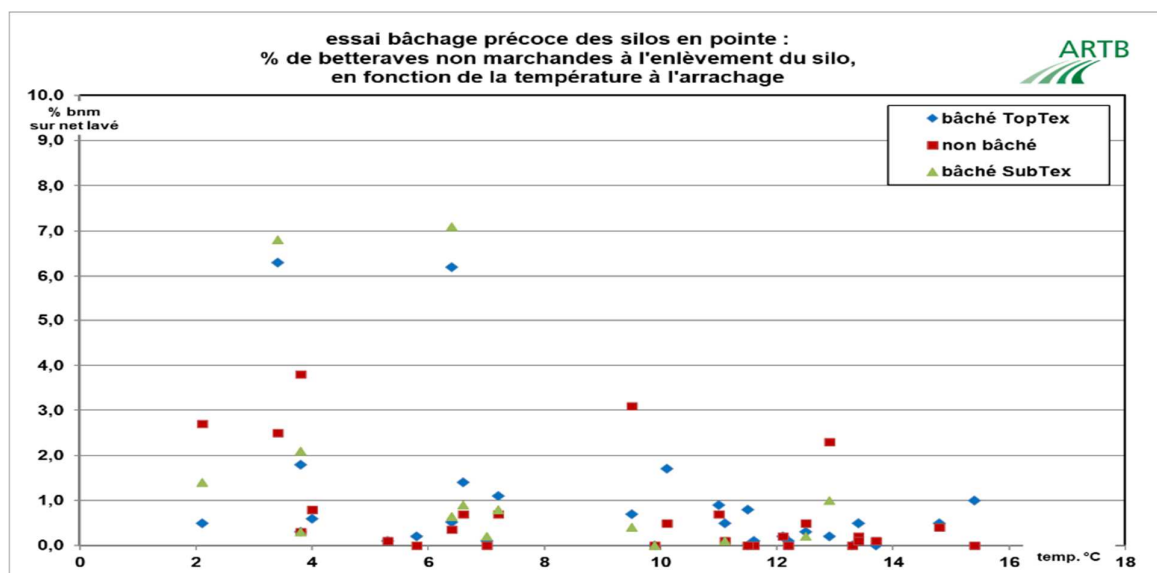
Le tableau suivant récapitule, sur les silos bâchés Toptex et bâchés Subtex, les données relatives :

- au pourcentage de betteraves non marchandes relevé en réception en sucrerie (en % du poids net lavé),
- au poids net lavé (sans déduction des betteraves non marchandes, ni du collet forfaitaire) des betteraves mises en sacs, à partir d'un poids brut initial des betteraves fixé à 100),
- à l'évolution du poids de sucre entre la constitution du silo et l'enlèvement, dans les betteraves mises en sacs (la valeur indiquée correspond à la perte de poids de sucre, exprimée en % du poids de sucre initial : un écart positif indique qu'il y a plus de pertes dans la partie bâchée).

Ces résultats montrent que la somme des températures paraît généralement plus élevée dans les sacs des silos bâchés immédiatement après l'arrachage, que dans les sacs des silos témoins. Néanmoins, compte tenu de l'intervalle de confiance de Student à 95% sur les moyennes des écarts, on ne peut pas conclure que ces différences soient significatives. De ce fait, il n'y a pas non plus d'écart significatif entre la modalité de bâchage Toptex ou la modalité de bâchage Subtex (aussi bien avec la qualité de bâche Subtex 2018 que celle de 2019).

Température à l'arrachage

Une autre question souvent posée est celle de l'impact de la température à l'arrachage. Le tableau ci-dessous donne le % de Betteraves non-marchandes relevé en réception en fonction de la température lors de l'arrachage du silo.



Dans une gamme de 4°C à 16°C, on n'observe pas d'effet significatif de la température extérieure au moment de l'arrachage sur le taux de BNM, que le silo soit bâché TopTex, bâché SubTex ou non bâché immédiatement après l'arrachage.

IV. CONCLUSIONS

L'ensemble des résultats obtenus lors des 5 campagnes 2015-16 à 2019-20 pour la bâche Toptex, et des résultats de la campagne 2018-19 avec une première qualité de bâche et de la campagne 2019-20 avec une seconde qualité de bâche Subtex, conduit à l'observation des tendances suivantes :

dans un silo bâché immédiatement après l'arrachage par rapport à un silo non bâché ou bâché plus tardivement (témoin):

- l'humidité de la terre adhérente aux betteraves est en moyenne plus faible,
- la tare terre présente une amélioration (réduction), qui est proportionnelle au niveau de tare terre du témoin à partir d'une valeur d'environ 5% sur net lavé,
- la richesse en réception est un peu plus élevée d'environ 0.4 à 0.5 °S,
- les taux de betteraves non marchandes ne sont pas statistiquement différents,
- les poids de sucre ne sont pas statistiquement différents.