



POMMES DE TERRE

Stockage pommes de terre : expérimentations et références 2026



hautsdefrance.chambre-agriculture.fr

PROagri
POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN

PROagri

POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN

PRODUCTIONS VÉGÉTALES

Conservez la qualité de vos pommes de terre, c'est possible

Stockage, ventilation,
maladies, alternatives
au CIPC : ne laissez rien
au hasard.

Avec **Quali'Conseil Stockage**,
vous optimisez chaque étape,
dès la récolte.

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr
service.pommedeterre@npdc.chambagri.fr
03 21 52 83 99



**CHAMBRES
D'AGRICULTURE**
HAUTS-DE-FRANCE

- 01** Comportement variétal au stockage 2025
- 18** Les consommations d'énergie et leurs impacts en stockage 2025
- 29** Évolution des coûts de stockage Systerre® 2024
- 34** Voyage d'étude aux Pays Bas 2025

Nous adressons nos remerciements :

À l'ensemble des agriculteurs ayant participé aux différentes expérimentations réalisées au sein de la Chambre d'agriculture Nord-Pas de Calais en 2025-2026.

Document rédigé par le :

Service Pommes de Terre
Chambre d'Agriculture Nord Pas de Calais

STOCKAGE VARIÉTÉS

Essai 2025-2026



OBJECTIFS

Le choix variétal ne se résume pas à la conduite au champ mais il impacte aussi la gestion du stockage. Chaque variété a une dormance qui la caractérise et implique d'adapter sa stratégie antigerminative en fonction de son comportement en stockage. Ensuite, l'utilisation d'inhibiteurs de germination alliée à la gestion des températures et de la ventilation va permettre de garantir un stockage de longue durée et de qualité.

Depuis l'arrêt du CIPC (chlorprophame), le choix variétal devient un critère majeur dans la gestion de la conservation. Cet essai a deux objectifs : comparer la dormance des variétés en condition de stockage avec ou sans inhibiteurs et évaluer la sensibilité au sucrage sur les variétés d'industrie.



Expérimentation variétale en stockage



MODALITES TESTEES

L'essai a été conduit sur des variétés de consommation parmi les plus représentatives du marché et sur les principales variétés d'industrie. Les pommes de terre sont issues d'une parcelle située à MAMETZ (Plaine de la Lys 62) ayant reçu une application d'hydrazide maléique le 15 juillet (ITCAN 11L/ha). Après récolte et calibrage, les variétés ont été placées dans 2 types de stockages différents le 15 octobre.

- **Stockage n°1** : Cellule à 8°C avec groupe froid pour observer la dormance des variétés sans antigerminatif en stockage. L'objectif est d'évaluer la dormance.
- **Stockage n°2** : Bâtiment de stockage isolé et ventilé à 7°C ayant reçu 4 applications de DORMIR. L'objectif est de juger de l'efficacité et la sélectivité des applications.

1. CONTEXTE DE L'ANNEE

L'année 2025 est caractérisée par une plantation tardive suivie d'un été sec avec parfois des amplitudes thermiques élevées. La culture a subi du stress abiotique et la pression mildiou a été modérée.

La récolte s'est déroulée assez tôt en saison. En stockage, les premiers signes de démarrage de germination ont été constatés en décembre.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions

Date	Produit et Dose dans le stockage n°2	Commentaires
05/11/2025		mise en stockage des variétés
15/11/2025	12 ml de dormir	
05/12/2025		notation 1
10/12/2025	12 ml de dormir	
12/01/2026		notation 2
09/02/2026		notation 3 et dernière notation pour le lot stocké dans le stockage n°1
13/02/2026	15 ml de dormir	
09/03/2026		notation 4
03/04/2026	15 ml de dormir	
13/04/2026		notation 5
18/05/2026		notation 6 et dernière notation pour le lot stocké dans le stockage n°2

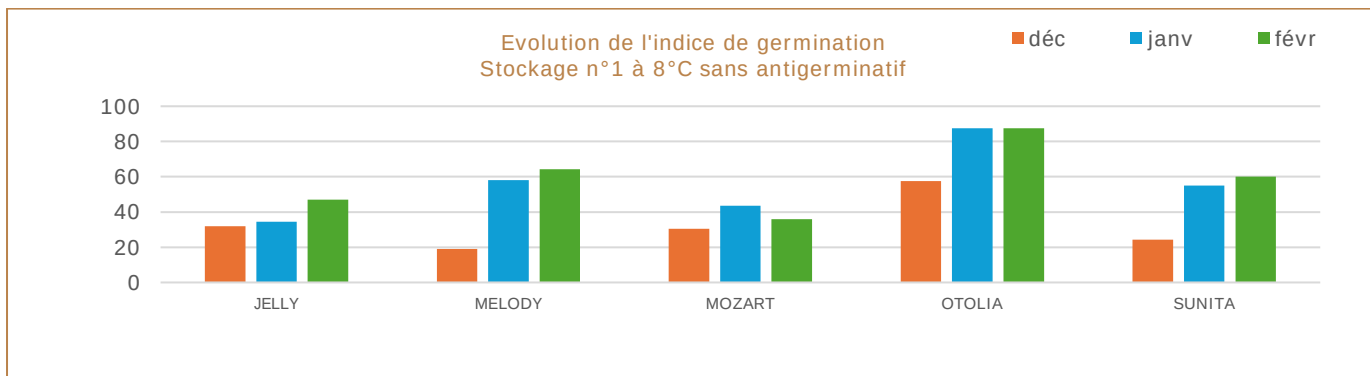
1. VARIETES DE CONSOMMATION

1.1. Indice de germination

Les notations ont démarré le 5 décembre, un mois après la mise en stockage des variétés, puis chaque mois (12 janvier, 9 février, 9 mars, 13 avril et 18 mai). L'indice de germination est calculé en mesurant la taille des germes de chaque tubercule. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes de terre présente des germes de plus de 1 cm.

Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatifs :

La pression germinative est beaucoup plus forte qu'en 2024. La germination a démarré très rapidement dès le mois de décembre pour s'accroître en janvier. En janvier, c'est la variété JELLY qui a le moins germé, suivie des variétés MOZART et SUNITA. En février, la germination ayant fortement progressé, le choix a été fait de ne pas stocker plus longtemps. A la dernière notation en février, les variétés OTOLIA, MELODY et SUNITA dépassent l'indice de 60 avec une proportion de germe supérieurs à 5 mm importante. MOZART est la variété ayant le moins germée.

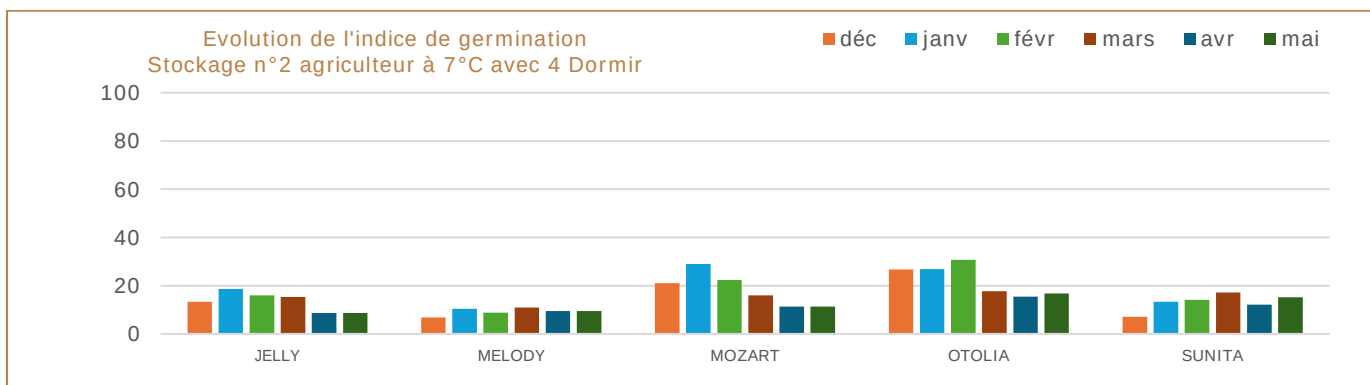


Stockage n°2 à 7°C + 4 Dormir : applications Dormir le 15 novembre, 10 décembre, 12 février, 3 avril

Les démarrages de germinations sont observés dès le mois de décembre. L'évolution de la germination s'est ensuite stabilisée en janvier et février. Les applications du DORMIR ont permis de contrôler les germes. Les variations de l'indice de germination dans le temps au sein d'une même variété s'expliquent par l'effet curatif léger (nécrose possible de germes existants) du DORMIR comme le montre la photo ci-contre.

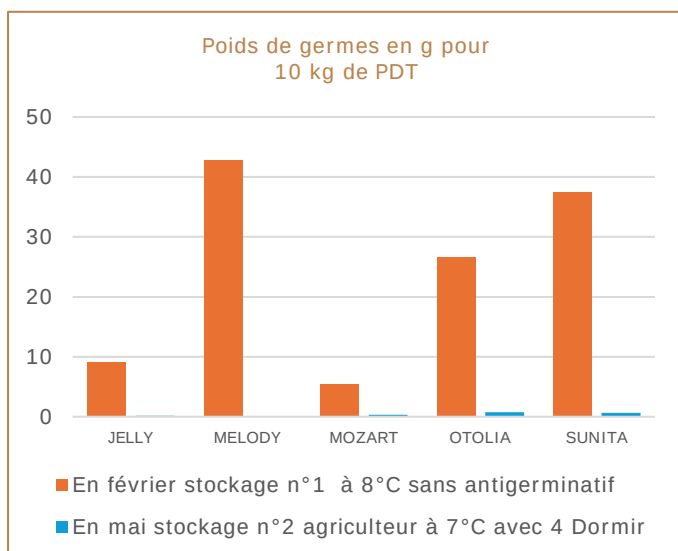


Germe brûlé en partie par du DORMIR



Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessus), nous pouvons constater, qu'en absence d'inhibiteur de germination (stockage n°1), les variétés ont un indice de germination plus élevé. Cependant, l'indice de germination est en moyenne de 59 au mois de février sans antigerminatif ce qui est supérieur à la campagne précédente où l'indice était de 29 à la même période.

1.2. Poids de germe



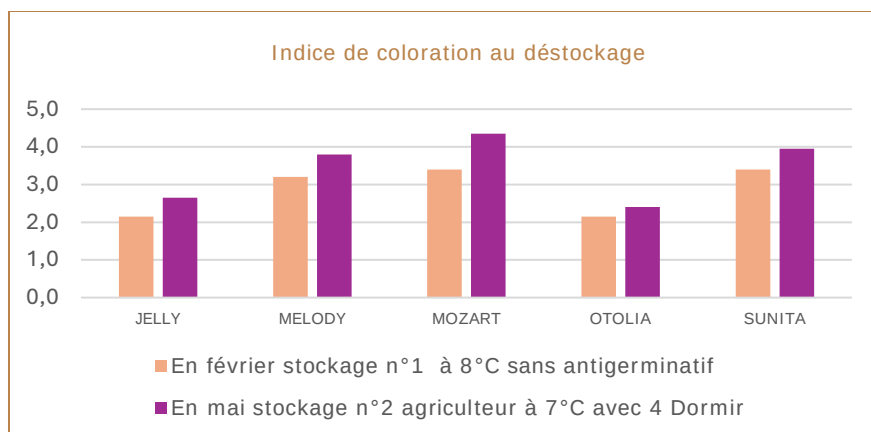
Ce type de notation permet d'évaluer l'intensité de la germination. Les germes sont cassés puis pesés pour évaluer leurs poids pour 10 kg de pommes de terre. La notation a lieu au déstockage le 9 février pour le stockage n°1 et le 18 mai pour le stockage n°2.

L'intensité de germination est la plus importante pour les variétés MELODY et SUNITA en février dans le stockage n°1 à 8°C. L'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps. En effet, les poids de germe en mai sont proches de zéro.

1.3 Impact du stockage sur la couleur des frites

Au déstockage, nous avons vérifié la couleur des frites de quelques variétés avec la grille de notations USDA. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé.

La variété OTOLIA dans le stockage n°1 en février et dans le stockage n°2 en mai a un faible indice de coloration avec respectivement 2.15 et 2.40. Les autres variétés ont un indice de coloration élevé au mois de mai supérieur à 2.5 dans le stockage n°2.



Coupe frite pour la notation coloration



Test coloration JELLY stockage n°1

1.4 Sélectivité dans le stockage n°2

L'application des antigerminatifs en stockage peuvent provoquer des brûlures sur les variétés à peaux fines ou en présence de condensation sur les tubercules lors des applications. Dans le stockage n°2, au déstockage le 18 mai, une notation spécifique a eu lieu pour évaluer la présence de brûlure suites à l'application de 4 passages de DORMIR.

Pour chaque variété, 20 tubercules ont été notés sur une échelle de 0 à 3 après épluchage de la couronne (la partie haute du tubercule, à l'opposé du stolon) et sur un œil :

- 0 aucune brûlure,
- 1 une trace de brûlure après un épluchage,
- 2 brûlure encore présente après 2 épluchages,
- 3 brûlure encore présente après 3 épluchages.

Les notes de 2 et 3 sont considérées comme impactant la qualité du tubercule.

Aucune variété n'a eu des brûlures graves avec DORMIR (note supérieure à 2). MOZART, a présenté un léger symptôme de brûlure avec 15 % des tubercules en note 1.



Notation sélectivité

Récapitulatif des notations sur les variétés de consommation :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g / 10 kg de pdt au déstockage	Indice de coloration	% de tubercules avec une note de sélectivité > 2
		décembre	février au déstockage			
JELLY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	32,0	47,0	9,1	2,2	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	13,3	8,7	0,2	2,7	0%
MELODY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	19,0	64,3	42,7	3,2	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	6,8	9,5	0,1	3,8	0%
MOZART	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	30,5	36,0	5,4	3,4	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	21,0	11,3	0,3	4,4	0%
OTOLIA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	57,5	87,5	26,6	2,2	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	26,7	16,8	0,7	2,4	0%
SUNITA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	24,3	60,0	37,4	3,4	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	7,1	15,2	0,6	4,0	0%

2. VARIETES D'INDUSTRIES

2.1. Indice de germination

Les dates de notations sont identiques aux variétés de consommation soit les 5 décembre, 12 janvier, 9 février, 9 mars, 13 avril et 18 mai. Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessous), nous pouvons constater, qu'en absence d'inhibiteur de germination (stockage n°1), les variétés ont un indice de germination plus élevé.

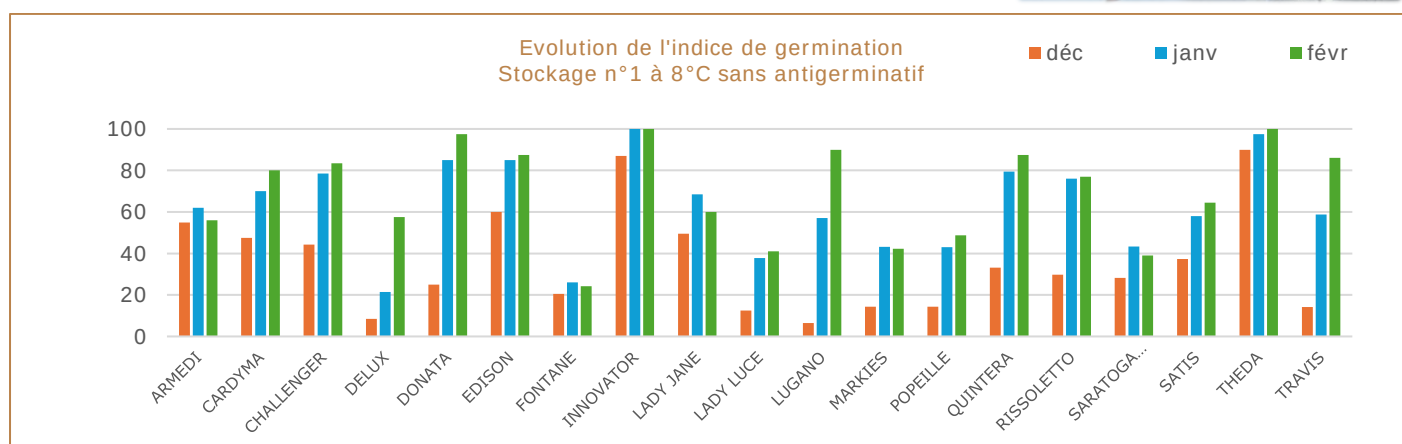
Tout comme les variétés de consommation, les variétés d'industries ont commencé à germer en décembre. La pression germinative est beaucoup plus forte qu'en 2024 aux mêmes périodes de l'année.

Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

Dès le mois de décembre apparaissent les différences de germination entre les variétés. Les 3 variétés ayant un indice de germination supérieur à 90 au déstockage sont INNOVATOR, THEDA et LUGANO. Pourtant, en décembre LUGANO avait un indice bien inférieur à INNOVATOR (6.5 contre 87) mais cette différence n'est plus visible en février. FONTANE est la variété ayant la moins germé lors du déstockage en février en absence d'antigerminatif.

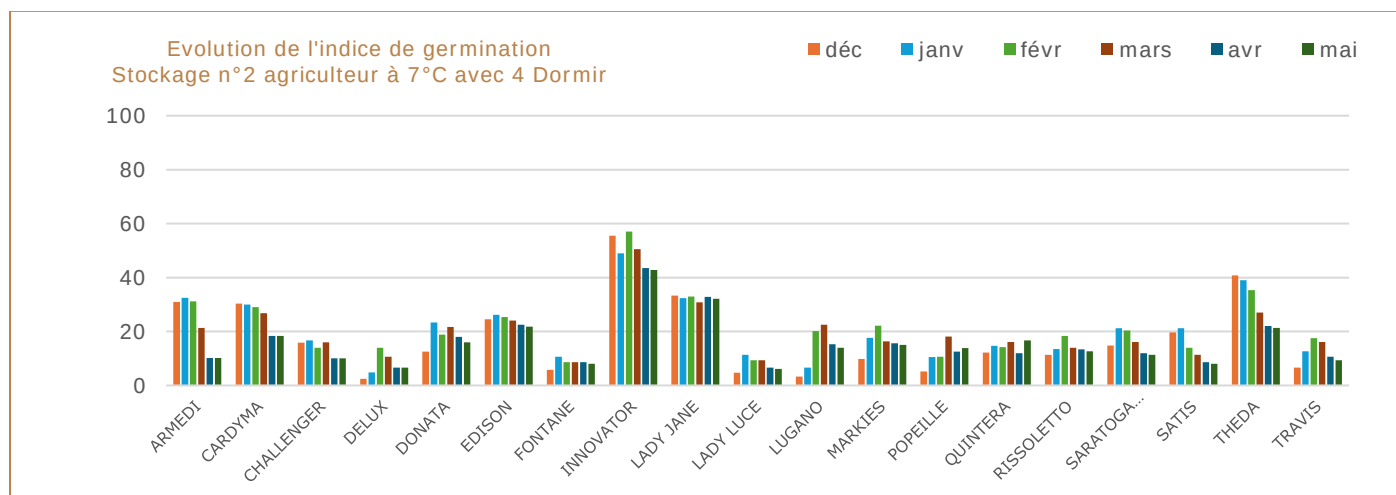


Innovator 3 décembre 2025



Stockage n°2 à 7°C + 4 Dormir : applications DORMIR les 15 novembre, 10 décembre, 12 février, 3 avril.

Les indices de germination sont plus faibles dans ce stockage. INNOVATOR, LADY JANE et THEDA sont les plus nerveuses. 79% des variétés dans ce stockage ont terminé au mois de mai sous le seuil de l'indice 20.



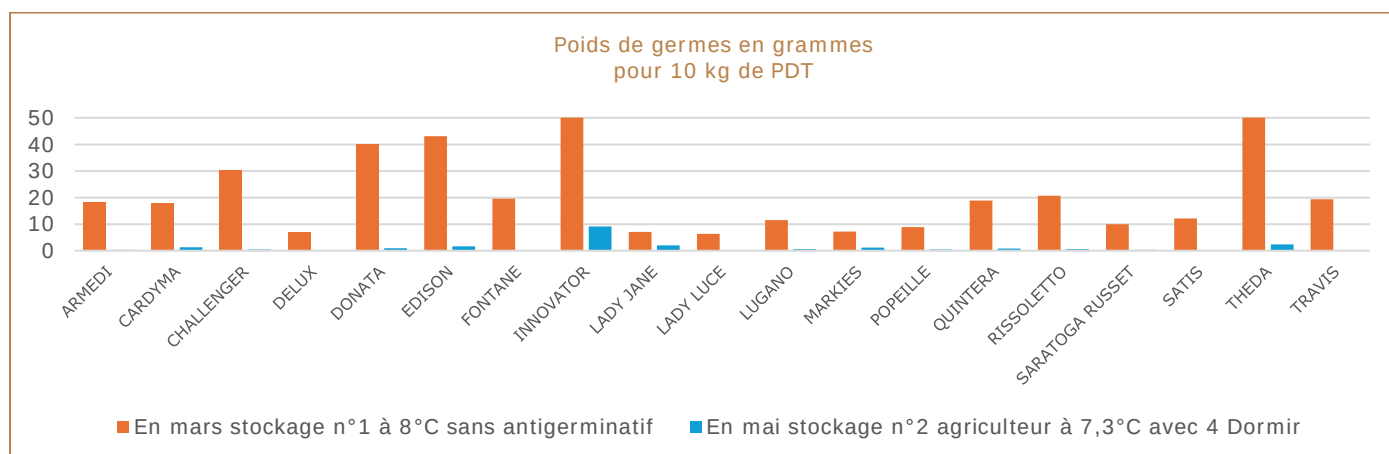
Fontane au 9 février dans les stockages
sans antigerminatif à gauche et avec 4 DORMIR à droite

2.2. Poids de germe

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le poids de germes au déstockage le 9 février pour le stockage n°1 et le 18 mai pour le stockage n°2 sur l'ensemble des variétés.

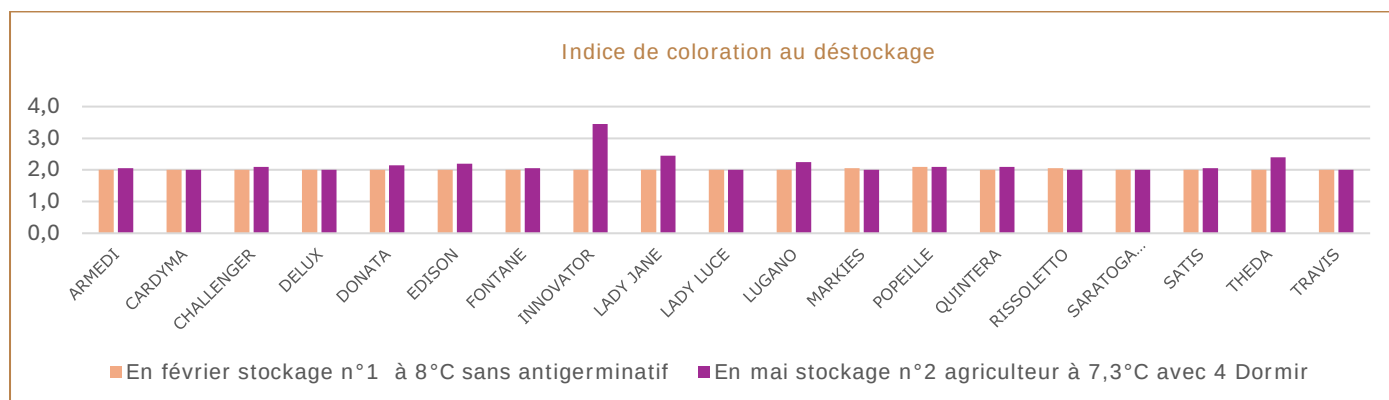
INNOVATOR et THEDA sont les 2 variétés avec un poids de germe supérieur à 90 g pour 10 kg de pommes de terre dans le stockage n°1 sans antigerminatif.

Avec l'application de 4 DORMIR en stockage n°2, nous pouvons constater que l'intensité de la germination est très faible dans le stockage n°2. Aucune variété ne dépasse les 10 grammes de germes pour 10 kg de tubercules.



2.3. Impact du stockage sur la couleur des frites

Dans le cadre de l'essai, nous avons souhaité vérifier la couleur des frites de chacune des variétés d'industrie avec la grille de notations USDA. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé.



Notation coloration des frites
3 min à 180 °C



INNOVATOR



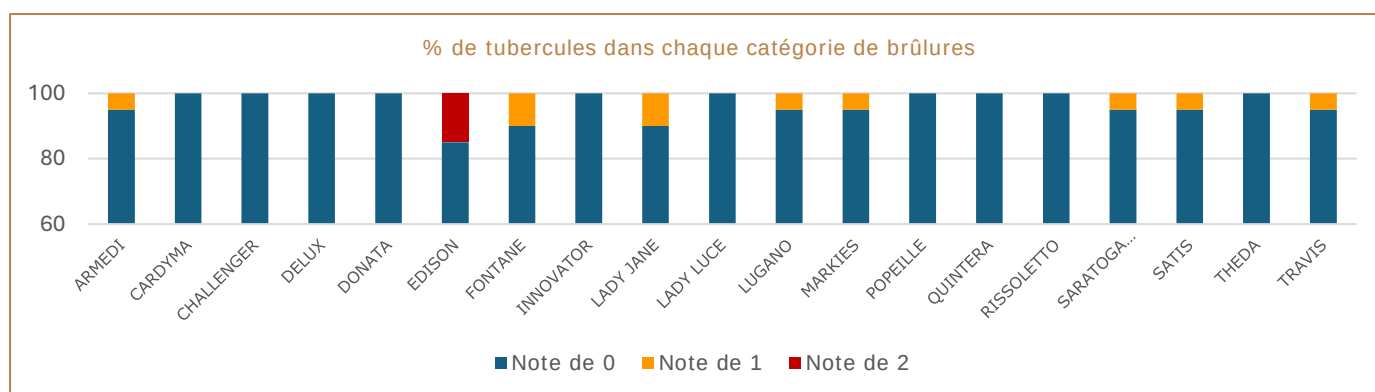
ARMEDI

Au cours de ce test de friture, en février, aucune variété n'a eu de couleur à la friture dans le stockage n°1. L'indice a fortement évolué pour les variétés INNOVATOR, LADY JANE et THEDA dans le stockage n°2 au mois de mai. Ce sont par ailleurs, les variétés ayant un indice de germination élevé. Il semblerait que le sucrage observé soit lié au vieillissement des tubercules pour ces 3 variétés.

La mesure de l'indice de coloration prend une part importante dans les critères qualités des industriels. C'est en stockage sous éthylène que le suivi des colorations doit être le plus pointu. Pour rappel, jusqu'à présent l'emploi de l'éthylène est uniquement validé sur les variétés MARKIES et FONTANE jusqu'à présent.

2.4 Sélectivité dans le stockage n°2

La notation sélectivité a également été réalisée sur les variétés d'industrie.



EDISON est la seule variété ayant présenté des brûlures importantes (note supérieure à 2). FONTANE et LADY JANE ont présenté de légers symptômes de brûlure à hauteur de 10% et dans une moindre mesure les variétés ARMEDI, LUGANO, MARKIES, SARATOGA RUSSET, SATIS et TRAVIS à hauteur de 5%.



Brûlures sur la variété EDISON

Récapitulatif des notations sur les variétés d'industrie :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g / 10 kg de pdt au déstockage	Indice de coloration	% de tubercules avec une note de sélectivité > 2
		décembre	mai au déstockage			
ARMEDI	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	54,8	56,0	18,2	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	31,0	10,2	0,4	2,1	0%
CARDYMA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	47,5	80,0	17,8	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	30,3	18,3	1,3	2,0	0%
CHALLENGER	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	44,3	83,5	30,4	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	15,8	10,0	0,4	2,1	0%
DELUX	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	8,5	57,5	6,9	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	2,5	6,7	0,0	2,0	0%
DONATA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	25,0	97,5	39,9	0,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	12,5	16,0	0,9	2,2	0%
EDISON	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	60,0	87,5	43,1	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	24,5	21,8	1,7	2,2	15%
FONTANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	20,5	24,2	19,6	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	5,8	8,0	0,2	2,1	0%
INNOVATOR	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	87,0	100,0	244,2	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	55,5	42,8	9,1	2,5	0%
LADY JANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	49,5	60,0	7,1	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	33,3	32,2	2,0	2,0	0%
LADY LUCE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	12,5	41,0	6,3	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	4,7	6,2	0,0	2,3	0%
LUGANO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	6,5	90,0	11,5	2,1	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	3,3	14,0	0,5	2,0	0%
MARKIES	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	14,3	42,2	7,1	2,1	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	9,8	15,0	1,2	2,1	0%
POPEILLE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	14,3	48,7	8,8	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	5,2	13,9	0,4	2,1	0%
QUINTERA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	33,2	87,5	18,9	2,1	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	12,2	16,7	0,8	2,0	0%
RISSOLETTO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	29,8	77,0	20,6	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	11,3	12,7	0,6	2,0	0%
SARATOGA RUSSET	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	28,3	39,0	10,0	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	14,8	11,3	0,4	2,1	0%
SATIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	37,3	64,5	12,1	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	19,7	8,0	0,1	2,4	0%
THEDA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	90,0	100,0	92,0	2,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	40,8	21,3	2,3	2,0	0%
TRAVIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	14,1	86,0	19,4	0,0	-
	n°2 à 7 °C + 4 Dormir	6,7	9,3	0,1	0,0	0%

STOCKAGE VARIÉTÉS BIO

Essai 2025-2026



OBJECTIFS

En agriculture biologique, le choix variétal est un critère majeur dans la gestion de la conservation. L'utilisation d'inhibiteur de germination étant possible en agriculture biologique, elle pourrait permettre de prolonger le stockage des pommes de terre. La gestion des températures ainsi que de la ventilation sont également des paramètres à régler afin de garantir un stockage de longue durée et de qualité.

Cet essai s'inscrit dans le cadre d'un projet de pomme de terre robuste ayant pour but d'utiliser des variétés qui peuvent garantir un rendement et une qualité suffisante en conditions peu favorables. C'est pourquoi, nous testons différentes variétés jusqu'au stockage afin de comparer et évaluer tous les critères de la production de pomme de terre.



Expérimentation variétale en stockage

L'objectif de cet essai est de comparer la dormance des variétés en agriculture biologique durant la campagne de conservation en situation de stockage avec et sans inhibiteur homologué en bio.



MODALITES TESTEES

31 variétés ont été sélectionnées dont 18 de consommation, 7 d'industrie et 6 de type chair ferme afin de tester leur comportement au stockage en conduite biologique. Nous appelons « type chair ferme », les variétés de type culinaire A, mais qui ne remplissent pas les critères du cahier des charges de la chair ferme française. Implanté le 24 avril à Carvin, cet essai n'a pas été irrigué.

Après récolte le 26 octobre et calibrage par la suite, les variétés ont été placées dans deux lieux de stockages différents en novembre. Les températures de stockage sont les mêmes, sur un des deux lieux, des traitements antigerminatifs au BIOX M (l'huile essentielle de menthe) ont été effectués. Les mêmes variétés ont été comparées sur les deux sites afin d'observer leur comportement au stockage avec et sans antigerminatif. A noter que les tubercules viennent du même essai récolté et du même lot de plant.

- **Stockage n°1** : Dans une cellule à 8°C avec groupe froid pour observer la dormance des variétés sans antigerminatif de stockage, l'objectif étant d'évaluer la dormance.
- **Stockage n°2** : Dans un bâtiment de stockage isolé et ventilé à 8°C ayant reçu des applications d'antigerminatifs à l'huile de menthe (BIOX M). L'objectif est de vérifier la dormance alliée à l'efficacité et la sélectivité des applications.

1. CONTEXTE DE L'ANNEE

L'année 2025 est caractérisée par une plantation dans les clous, à la suite d'un printemps et d'un été sec avec des jours chauds. La culture a donc subi un stress végétatif dès la levée, sans pression mildiou. La pluie en septembre a permis de réhumidifier le sol, la récolte s'est déroulée dans de bonnes conditions.

En stockage, les premiers signes de démarrage de germination sont constatés en décembre.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions (produit dans le stockage n°2)

Date	Produit / Dose	Commentaires
04/11/2025		mise en stockage des variétés
12/12/2025		notation 1
20/12/2025	BIOX-M 90 ml/T	
15/01/2026		notation 2
23/01/2026	BIOX-M 90 ml/T	
18/02/2026		notation 3

1. VARIETES DE CONSOMMATION

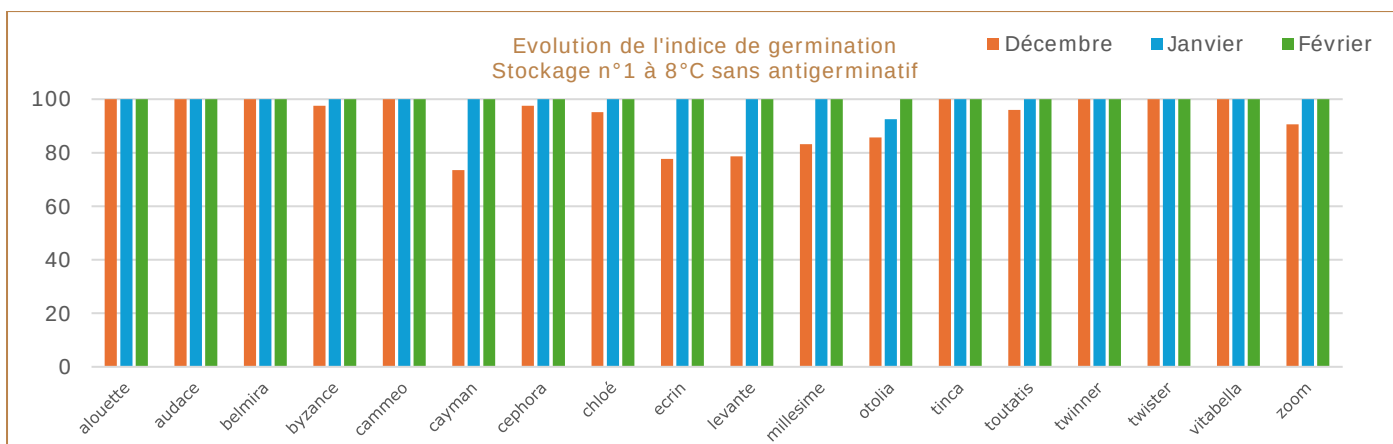
1.1. Indice de germination

Les notations ont démarré 1 mois après la mise en stockage des variétés (voir tableau ci-dessus). L'indice de germination est calculé selon la taille des germes de chaque pomme de terre. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes de terre présente des germes de plus de 1 cm.

Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessous), nous pouvons constater, qu'en absence d'inhibiteur de germination (stockage n°1), les variétés ont un indice de germination plus élevé de 42 %.

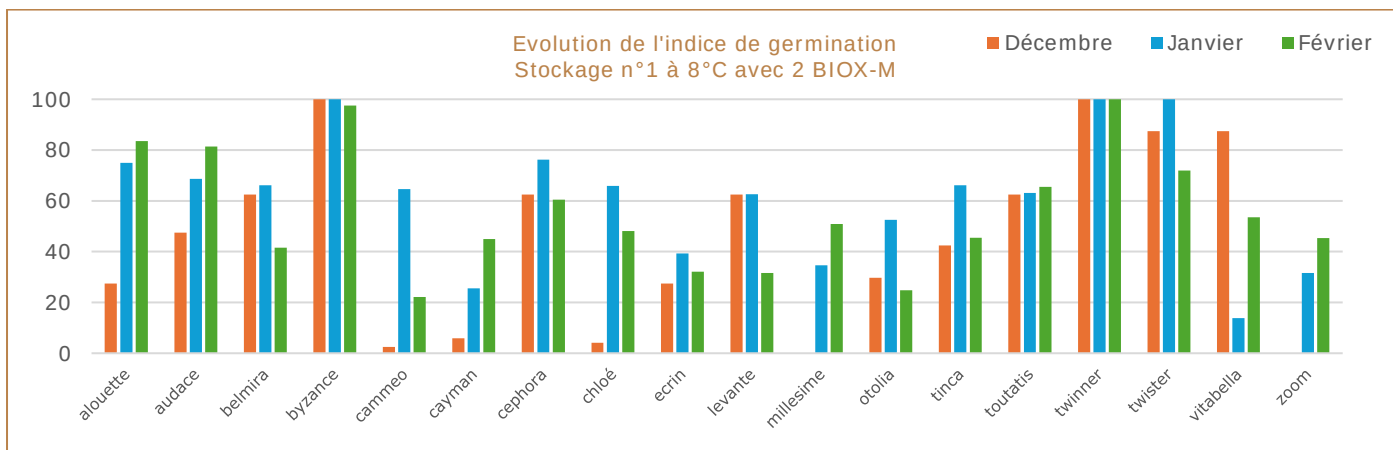
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré très rapidement cette année dès le mois de décembre, soit 1 mois après le début de mise en frigo. Quelques variétés comme CAYMAN, ECRIN, LEVANTE, MILLESIME et OTOLIA n'avaient pas encore atteint un indice de germination de 100% contrairement aux autres. On constate que par la suite dès le mois de janvier, toutes les variétés ont atteint 100% de germination sauf OTOLIA mais y reste proche. La totalité des variétés a quand même vite atteint les 100% de germination.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 20 décembre et 23 janvier)

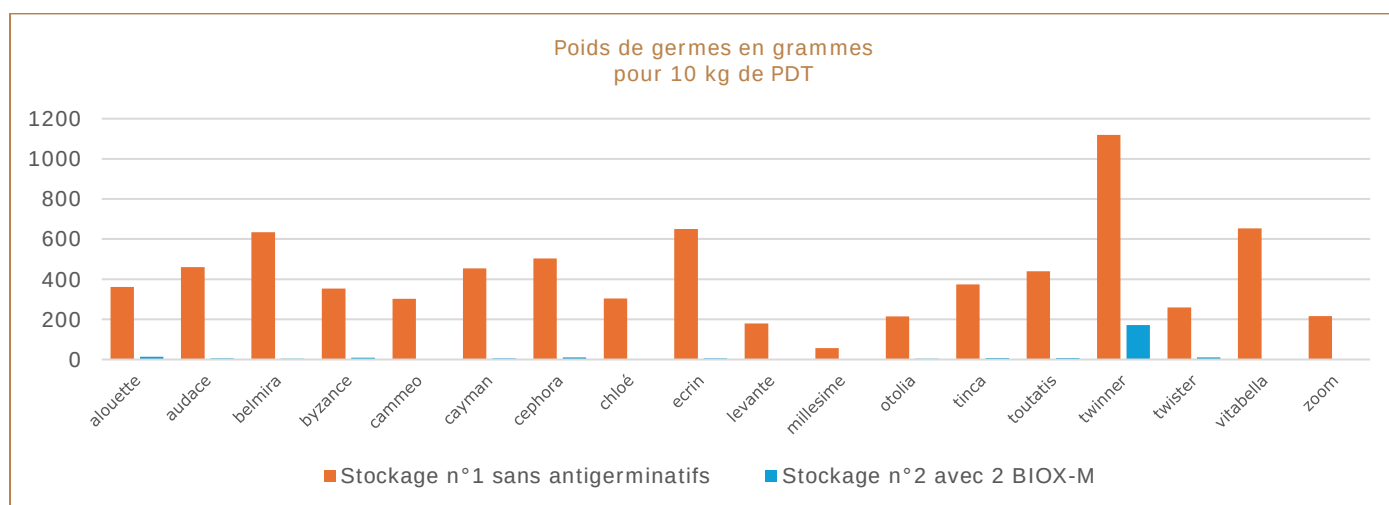
Grâce à l'application de l'antigerminatif, on remarque plus de différences entre les variétés. Dès décembre, BYZANCE et TWINNER ont déjà atteint un indice de germination de 100%. TWISTER et VITABELLA en sont très proches. Certaines n'ont pas voire très peu germées comme MILLESIME, ZOOM, CAMMEO, CAYMAN et CHLOE. Pour les autres, elles arrivent vite à 30% de germination. La première application de BIOX-M fin décembre a permis de stabiliser la germination en janvier de BELMIRA, ECRIN, LEVANTE, TOUTATIS et a même diminuée de 70% pour VITABELLA. On constate la même chose après la deuxième application de BIOX-M fin janvier où les indices de CAMMEO, CEPHORA, CHLOE, ECRIN, OTOLIA, TINCA et TWISTER ont diminué de 20% en février. La moyenne est donc descendue à 55% au lieu de 61% en janvier. Finalement, on retient que CAMMEO, ECRIN, LEVANTE et OTOLIA ont des indices inférieurs à 30% après 4 mois de stockage et que l'antigerminatif est efficace pour ralentir leur germination. Selon les variétés, elles ont donc une capacité plus ou moins importante à être stockées aussi longtemps.



1.1. Poids de germe

Cette notation permet d'évaluer l'intensité de la germination. Les germes mesurant au moins 2 mm sont cassés puis pesés afin de déterminer le poids de germe pour 10 kg de pommes de terre. La notation a eu lieu au déstockage le 18 février.

En corrélation avec l'indice de germination moins élevée grâce à l'antigerminatif, le poids de germes dans le stockage n°2 est donc en moyenne de 15 g contre 419 g pour le stockage n°1. C'est surtout la variété TWINNER qui a un poids de germe très important et le plus élevé dans les deux stockages. MILLESIME est la variété ayant le poids de germe le plus faible, ce qui représente sa longue dormance.



Variété TWINNER le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite



Variété OTOLIA le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite

Récapitulatif des notations sur les variétés de consommation :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g / 10 kg de pdt au déstockage
		12-décembre	18-février	
ALOUETTE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	361
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	28	84	14
AUDACE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	460
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	48	81	6
BELMIRA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	634
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	42	4
BYZANCE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	98	100	353
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	100	98	8
CAMMEO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	302
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	3	22	1
CAYMAN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	74	100	455
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	6	45	5
CEPHORA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	98	100	503
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	61	11
CHLOE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	95	100	304
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	4	48	2
ECRIN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	78	100	650
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	28	32	6
LEVANTE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	79	100	180
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	32	3
MILLESIME	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	83	100	56
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	51	1
OTOLIA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	86	100	215
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	30	25	5
TINCA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	374
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	43	46	7
TOUTATIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	96	100	439
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	66	8
TWINNER	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	1119
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	100	100	172
TWISTER	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	259
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	88	72	10
VITABELLA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	653
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	88	54	3
ZOOM	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	91	100	216
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	45	3

2. VARIETES D'INDUSTRIES

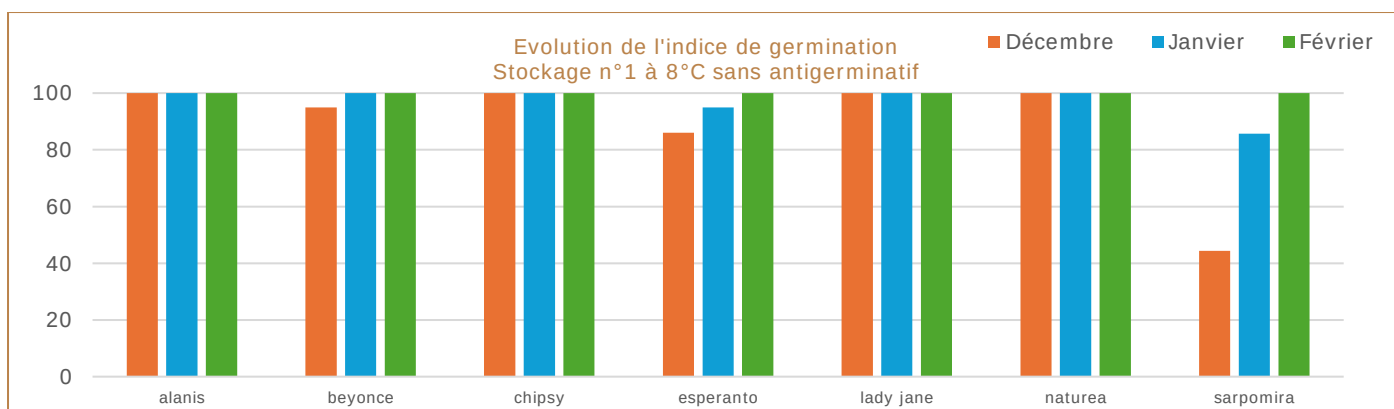
2.1. Indice de germination

Les notations ont démarré 1 mois après la mise en stockage des variétés. L'indice de germination est calculé selon la taille des germes de chaque pomme de terre. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes de terre présente des germes de plus de 1 cm.

Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessous), nous pouvons constater, qu'en absence d'inhibiteur de germination (stockage n°1), les variétés ont un indice de germination plus élevé de 33 %.

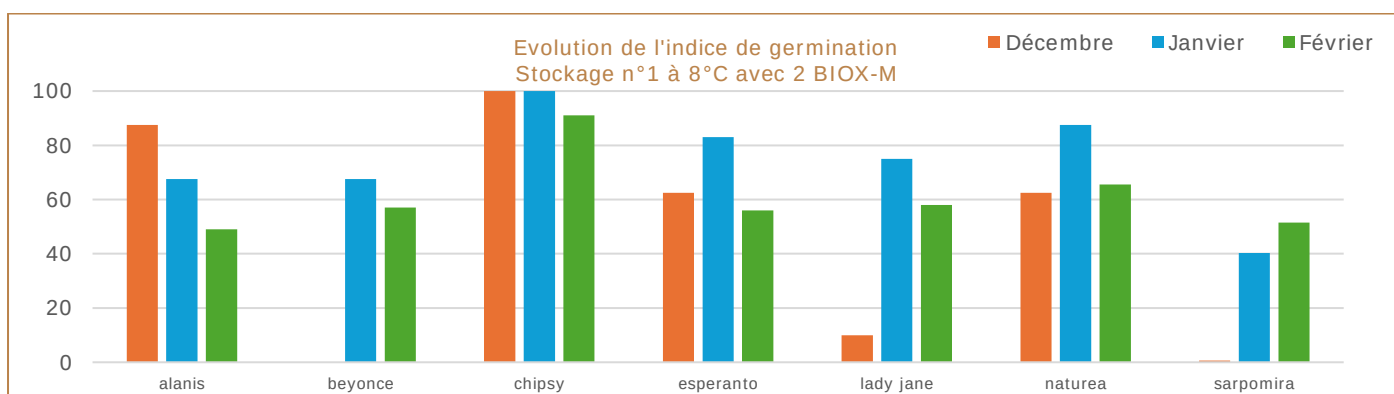
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré très rapidement cette année dès le mois de décembre, soit 1 mois après le début de mise en frigo. Quelques variétés comme ESPERANTO, BEYONCE et surtout SARPOMIRA n'avaient pas encore atteint un indice de germination de 100% contrairement aux autres. On constate que par la suite dès le mois de janvier, toutes les variétés ont atteint 100% de germination sauf ESPERANTO et SARPOMIRA mais y reste proche. La totalité des variétés a quand même vite atteint les 100% de germination.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 20 décembre et 23 janvier)

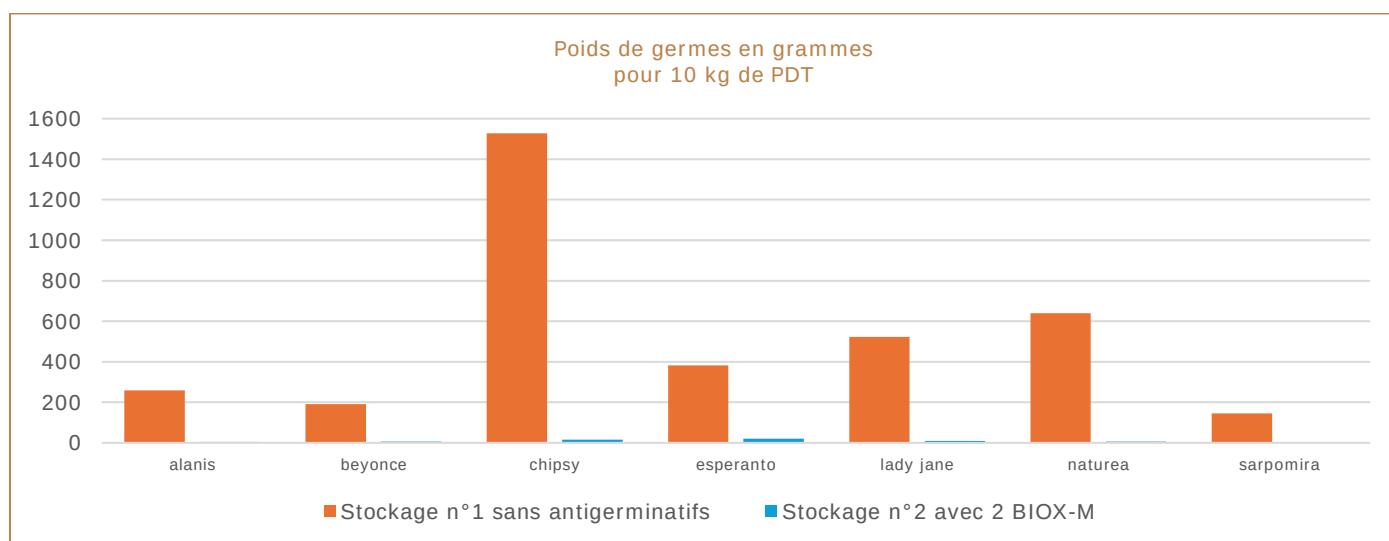
Grâce à l'application de l'antigerminatif, on remarque plus de différences entre les variétés. Dès décembre, CHIPSY a déjà atteint un indice de germination de 100%. ALANIS en est très proche. Certaines n'ont pas voire très peu germées comme BEYONCE, LADY JANE et SARPOMIRA. Pour les autres ont arrivent vite à 60% de germination. La première application de BIOX-M fin décembre a permis de diminuer de 20% la germination de ALANIS en janvier. On constate la même chose après la deuxième application de BIOX-M fin janvier où les indices de toutes les variétés ont diminué de 17% sauf pour SARPOMIRA qui a augmenté de 11% en février. La moyenne est donc descendue à 61% au lieu de 74% en janvier. Finalement, on retient que seule ALANIS a un indice de 50% après 4 mois de stockage, mais SARPOMIRA atteint les 50% progressivement en mars. L'antigerminatif est donc efficace pour ralentir la germination de la plupart des variétés. Les variétés d'industries ont une capacité beaucoup plus faible à être stockées aussi longtemps.



2.2. Poids de germe

Cette notation permet d'évaluer l'intensité de la germination. Les germes mesurant au moins 2 mm sont cassés puis pesés afin de déterminer le poids de germe pour 10 kg de pommes de terre. La notation a eu lieu au déstockage le 18 février.

En corrélation avec l'indice de germination moins élevée grâce à l'antigerminatif, le poids de germes dans le stockage n°2 est donc en moyenne de 9 g contre 524 g pour le stockage n°1. C'est surtout la variété CHIPSY qui a un poids de germe très important dans les deux stockages, mais rattrapé par ESPERANTO seulement dans le stockage n°1. SARPOMIRA est la variété ayant le poids de germe le plus faible, ce qui représente sa longue dormance.



Variété CHIPSY le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite



Variété SARPOMIRA le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite

Récapitulatif des notations sur les variétés d'industries :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g / 10 kg de pdt au déstockage
		12-décembre	18-février	
ALANIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	258
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	88	49	5
BEYONCE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	95	100	191
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	57	7
CHIPSY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	1527
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	100	91	15
ESPERANTO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	86	100	383
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	56	20
LADY JANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	523
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	10	58	10
NATUREA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	639
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	66	6
SARPOMIRA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	44	100	146
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	52	4

3. VARIETES CHAIR FERME ET TYPE CHAIR FERME

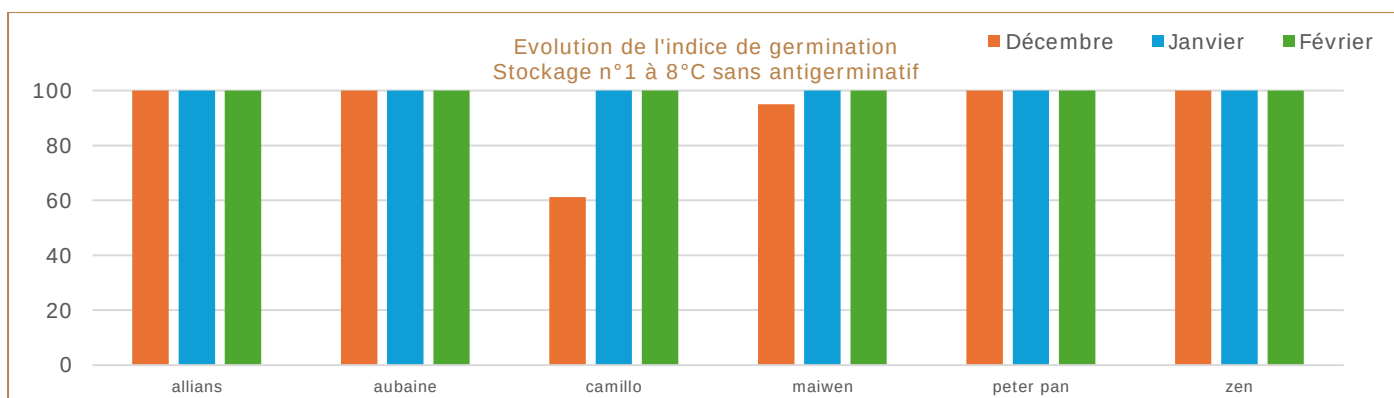
3.1. Indice de germination

Les notations ont démarré 1 mois après la mise en stockage des variétés. L'indice de germination est calculé selon la taille des germes de chaque pomme de terre. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes de terre présente des germes de plus de 1 cm.

Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessous), nous pouvons constater, qu'en absence d'inhibiteur de germination (stockage n°1), les variétés ont un indice de germination plus élevé de 39 %. Nous avons constaté une invasion de rats, mais ils se sont contentés de grignoter seulement des variétés plus riches en matière sèche telles que PETER PAN et MAIWEN.

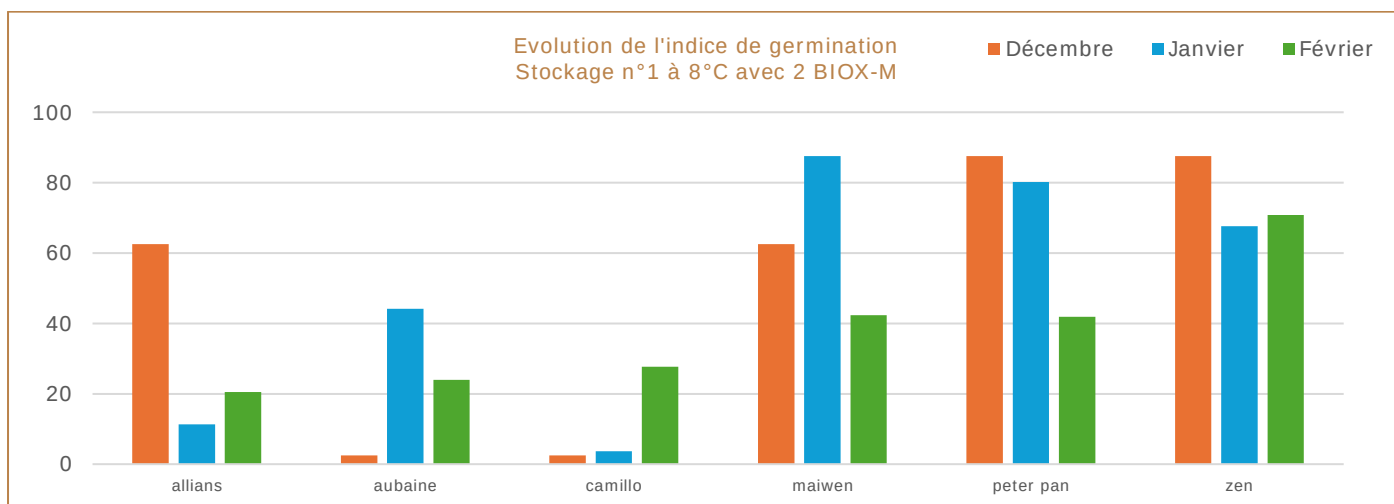
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré très rapidement cette année dès le mois de décembre, soit 1 mois après le début de mise en frigo. Quelques variétés comme CAMILLO et MAIWEN n'avaient pas encore atteint un indice de germination de 100% contrairement aux autres. On constate que par la suite dès le mois de janvier, toutes les variétés ont atteint 100% de germination.



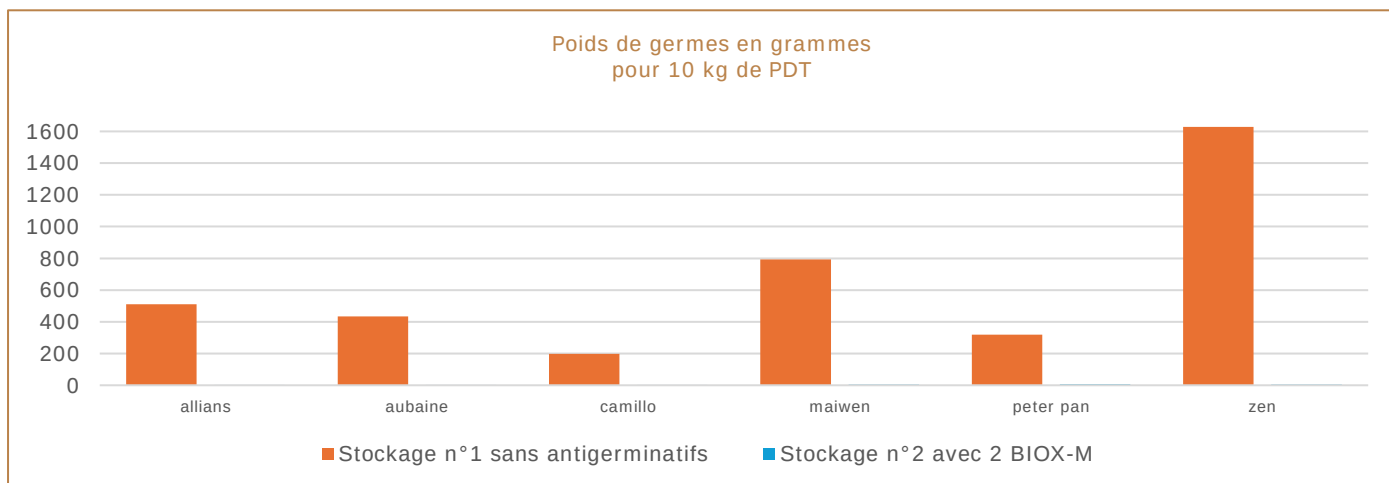
Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 20 décembre et 23 janvier)

Grâce à l'application de l'antigerminatif, on remarque davantage de différences entre les variétés. Dès décembre, PETER PAN et ZEN ont déjà atteint un indice de germination de 88%. Certaines n'ont pas voire très peu germées comme AUBAINE et CAMILLO. Pour les autres ont arrivent vite à 60% de germination. La première application de BIOX-M fin décembre a permis de diminuer de 50% la germination de ALLIANS puis de 15% celle de PETER PAN et ZEN en janvier. Celle de CAMILLO s'est stabilisée. On constate la même chose après la deuxième application de BIOX-M fin janvier où les indices d'AUBAINE, MAIWEN et PETER PAN ont diminué en moyenne de 35%, mais celui de CAMILLO a augmenté de 24% et les autres se sont stabilisés en février. La moyenne de février est donc descendue à 38% au lieu de 49% en janvier. Au final, on retient que seule ALLIANS a un indice de 20% après 4 mois de stockage, mais CAMILLO atteint les 28% progressivement en mars. L'antigerminatif est donc efficace pour ralentir la germination de la plupart des variétés. Les variétés chair ferme sont normalement conservées à une température plus faible que 8°C qui est plutôt une température de consigne pour les variétés de consommation et industrie afin d'éviter le sucrage, leur dormance a donc pu être pénalisée par cette variable.



3.2. Poids de germe

Cette notation permet d'évaluer l'intensité de la germination. Les germes mesurant au moins 2 mm sont cassés puis pesés afin de déterminer le poids de germe pour 10 kg de pommes de terre. La notation a eu lieu au déstockage le 18 février. En corrélation avec l'indice de germination moins élevée grâce à l'antigerminatif, le poids de germes dans le stockage n°2 est donc en moyenne de 3 g contre 647 g pour le stockage n°1. C'est surtout la variété ZEN qui a un poids de germe très important dans les deux stockages, mais rattrapé par PETER PAN que dans le stockage n°1. CAMILLO est la variété ayant le poids de germe le plus faible, ce qui représente sa longue dormance.



Variété ZEN le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite



Variété ALLIANS le 12 mars (dernière notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite

Récapitulatif des notations sur les variétés chair ferme et type chair ferme :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g / 10 kg de pdt au déstockage
		12-décembre	18-février	
ALLIANS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	510
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	21	1
AUBAINE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0	96	435
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	3	24	1
CAMILLO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	61	100	197
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	3	28	1
MAIWEN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	95	100	792
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	63	42	4
PETER PAN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	319
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	88	42	6
ZEN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	1628
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	88	71	5

LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET LEURS IMPACTS EN STOCKAGE

Essai 2025-2026



OBJECTIFS

La qualité des pommes de terre après stockage est très variable selon plusieurs critères tels que l'année climatique, la variété stockée, les calibres, le type de stockage, les températures de consigne, les paramètres de ventilation.... Ces facteurs peuvent avoir un impact financier non négligeable. L'objectif de ce suivi de stockage est d'évaluer dans 4 bâtiments de stockage vrac la perte de poids des tubercules, le contrôle de la germination, l'incidence qualitative lors de la cuisson à la friture ainsi que les consommations d'énergie nécessaires pour des stockages longue durée.



MODALITES TESTEES

L'essai réalisé en 2024 a été reconduit en 2025 dans les mêmes bâtiments. Ceux-ci sont 4 bâtiments en stockage vrac ventilés pour un débouché en industrie. La capacité de stockage entre les bâtiments et les températures de consigne sont différentes. Le type d'inhibiteurs de croissance et la date des applications en cours de stockage sont propres à chaque bâtiment en fonction de la levée de dormance des variétés et de leurs comportements en stockage. Le 22 septembre, plusieurs sacs sont constitués et pesés à partir d'un seul et même lot de la variété FONTANE. Ils sont entreposés dans le bâtiment C le 22 septembre, le bâtiment D le 25 septembre et dans les bâtiments A et B le 15 octobre. Ces sacs sont pesés puis recouverts de 20 à 30 cm de pommes de terre.



Mise en place des sacs avant recouvrement de tubercules

Le tableau ci-dessous détaille les caractéristiques de chaque bâtiment de l'essai :

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
				
Date de récolte	15/10/2025	15/10/2025	22/09/2025	25/09/2025
Type de stockage	Vrac gaines	Vrac gaines	Vrac gaines	Caillebotis intégral
Variété	FONTANE	MARKIES	FONTANE	FONTANE
Tonnage stocké	1 100 T	1 800 T	1 200 T	1050 T
T° de consigne	7.2°C	7.2°C	7.1°C	7,1°C
Ventilateurs	5 Ventilateurs à variateurs de fréquence adaptée	9 Ventilateurs EC	5 Ventilateurs EC	7 Ventilateurs EC
Extracteur CO ₂	Extracteur relié à la régulation	Extracteur Restrain indépendant de la régulation	Extracteur relié à la régulation	Extracteur relié à la régulation
Applications en stockage				
Produit / Dose	Le 29 octobre	ETHYLENE Restrain	ETHYLENE Restrain	Le 12 novembre
	DORMIR à 20 ml/t	Démarrage le 10 novembre	Démarrage le 04 novembre	DORMIR à 20 ml/t
Produit / Dose	Le 29 décembre	4% atteint le 26 novembre	4% atteint le 20 novembre	Le 02 janvier
	DORMIR à 20 ml/t	passage à 8% le 28 novembre	passage à 8% le 22 novembre	DORMIR à 20 ml/t
Produit / Dose	Le 15 février			Le 23 février
	DORMIR à 20 ml/t			DORMIR 15 ml/t et ARGOS 15ml/t



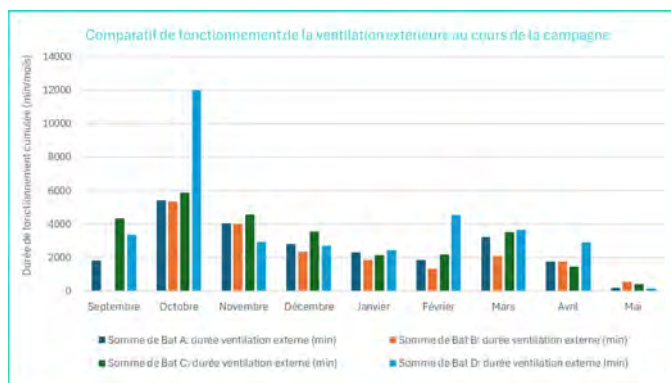
RESULTATS

1. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

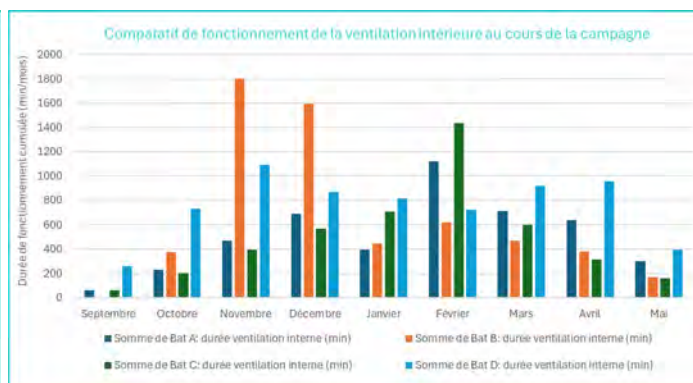
Pour les 4 bâtiments, un boîtier d'enregistrement a été installé pour mesurer avec précision le niveau de fonctionnement horaire des divers équipements ainsi que leurs consommations électriques tout au long de la campagne de stockage. L'analyse de ces données est réalisée en partenariat avec le service énergie de la chambre d'agriculture du Nord Pas de Calais.

1.1. Durée de fonctionnement des équipements

Les graphiques permettent de visualiser les durées de fonctionnement mensuelles cumulées des équipements pris individuellement pour chaque bâtiment.



Graphique 1



Graphique 2

Ventilation extérieure :

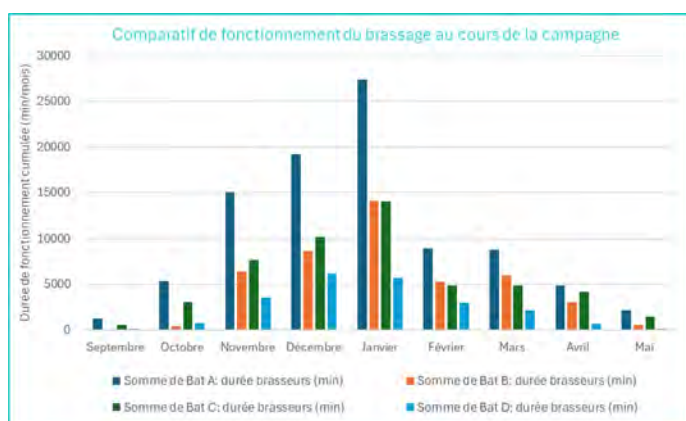
Pour tous les bâtiments, nous constatons en toute logique que les besoins de ventilation extérieure (**graphique 1**) sont plus importants sur la **première période de la campagne** de stockage. Cette période s'étale essentiellement d'octobre à décembre et correspond aux phases de séchage, cicatrisation et de baisse de température des pommes de terre.

Nous observons des écarts significatifs pour le mois d'octobre notamment pour le bâtiment D dont l'usage est 2 fois plus important que les autres bâtiments. Autant cet écart se justifie par les dates de démarrage pour les bâtiments A et B ; autant l'écart avec le bâtiment C ne trouve pas cette justification. Le mois de septembre est quant à lui non représentatif.

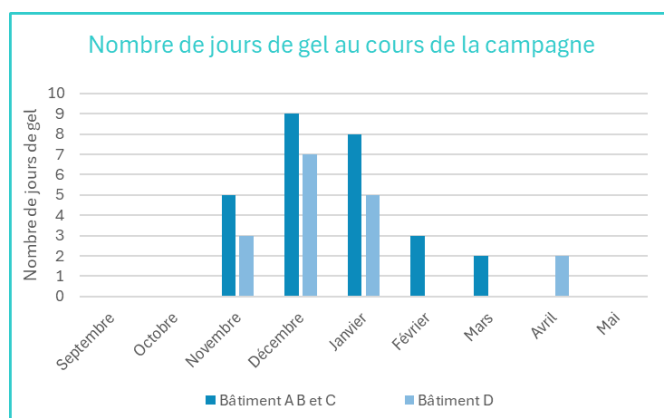
Ventilation intérieure :

Concernant la ventilation interne (**graphique 2**), nous observons une plus grande variabilité des besoins au cours de la campagne et des écarts plus conséquents entre les divers bâtiments. Nous pouvons remarquer une augmentation lors de la 1^{ère} phase de stockage puis une réduction en 2^{ème} phase de stockage. L'activité de la ventilation intérieure a été particulièrement importante au cours des mois de novembre et décembre pour le bâtiment B en comparaison des autres bâtiments.

Brassage d'air :



Graphique 4



Graphique 3

L'usage des brasseurs d'air (**graphique 3**) permettant de limiter la condensation est très variable en fonction des bâtiments. Son usage est plus important lors des périodes de froid et de gel.

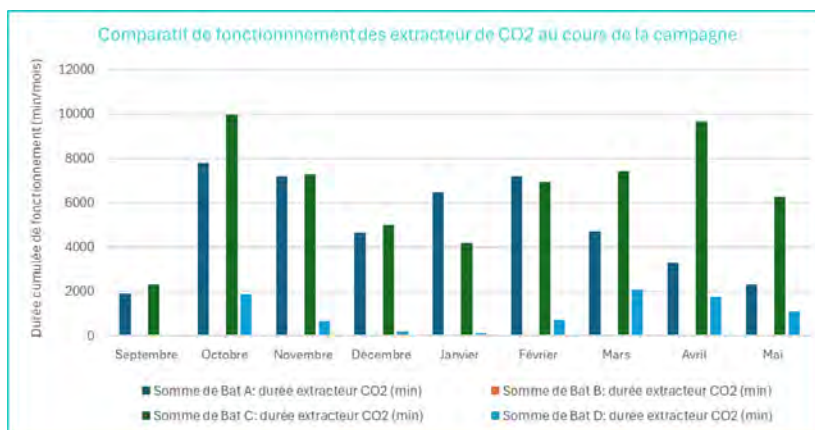
Les bâtiments A, B et C sont localisés dans le même secteur géographique à proximité de Douai, alors que le bâtiment D est proche de Bergues. En considérant le nombre de jours de gel comme indicateur (**graphique 4**), nous observons un écart significatif entre les 2 secteurs en cohérence avec le constat associé au fonctionnement des brasseurs d'air. Néanmoins, sur le même secteur, le

bâtiment A est caractérisé par un fonctionnement 2 fois plus important que les 2 autres bâtiments dont le bâtiment B à une date de mise en tas identique.



De gauche à droite, photos des aérothermes des bâtiment A, B, C et D

Extracteur de CO₂ :



Graphique 5

Enfin, l'extraction du CO₂ nécessaire pour maintenir un air avec une teneur inférieure à 5000 ppm de CO₂, est illustrée sur le **graphique 5**. Le fonctionnement de l'extraction n'est pas régulier au cours de la campagne. L'allure des histogrammes des bâtiments est similaire, mais les niveaux de fonctionnement sont très différents. Le bâtiment D présente un fonctionnement d'extraction beaucoup plus faible que les autres bâtiments mesurés.

Remarques : pour cet équipement, le bâtiment B n'a pas été mesuré car les extracteurs de CO₂ sont indépendants de la régulation ce qui ne permet pas de connaître leurs durées de fonctionnement. Ainsi, nous excluons ces besoins dans le comparatif de consommation global mais les traiterons dans une partie dédiée.



Extracteur CO₂ Bat A (vue intérieure et extérieure)



Extracteur CO₂ Restrain Bat B



Extracteur CO₂ Bat D

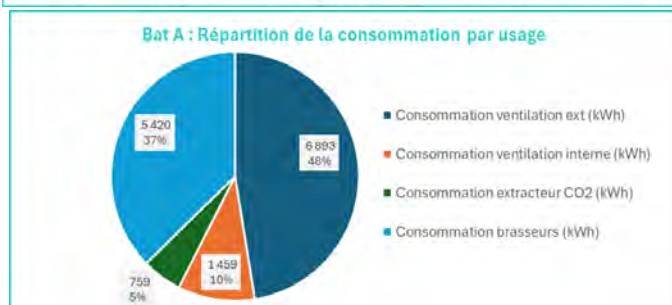
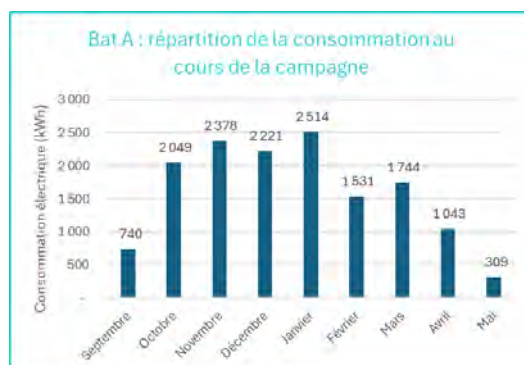
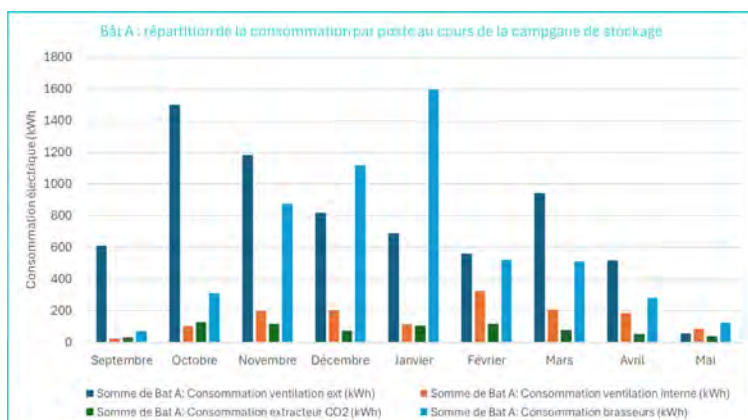


Générateur Ethylène Stockage C

1.2. Répartition de la consommation électrique durant la campagne

L'usage des équipements nous permet d'appréhender le fonctionnement des bâtiments en fonction des besoins et du mode de gestion du stockage au cours de la campagne. En intégrant la puissance des équipements, nous pouvons analyser la consommation électrique pour chaque équipement et chaque bâtiment. Les graphiques suivants permettent d'avoir une approche détaillée au cours de la campagne (graphique avec répartition mensuelle) par bâtiment.

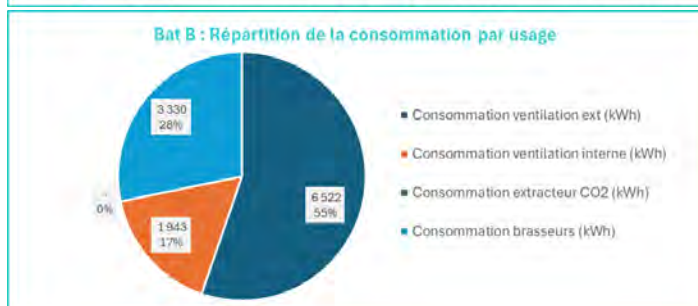
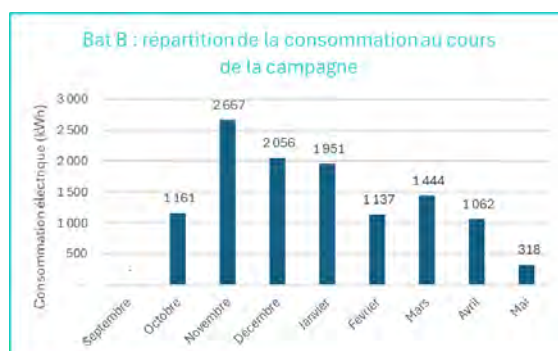
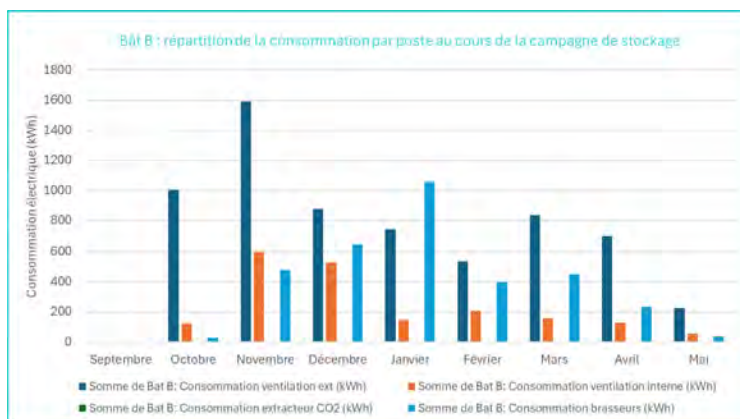
Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment A :



Bâtiment A	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	6,3
Ventilation Int	1,3
Brasseurs	4,9
Total (hors CO₂)	12,5

Pour le bâtiment A, les 2 postes principaux de consommation proviennent de la ventilation extérieure et du brassage d'air même si cette année les chauffages sur les aérothermes sont à l'arrêt. La consommation électrique au cours de la campagne présente un pic au mois de janvier induit par un usage important des brasseurs.

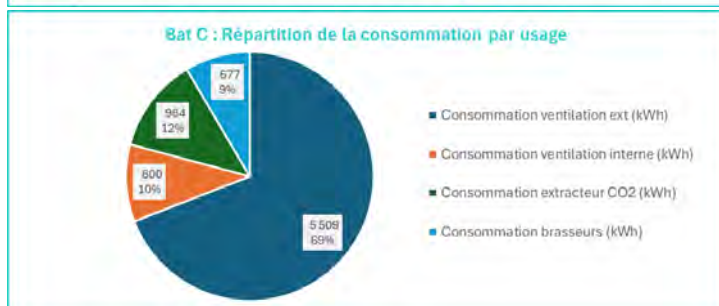
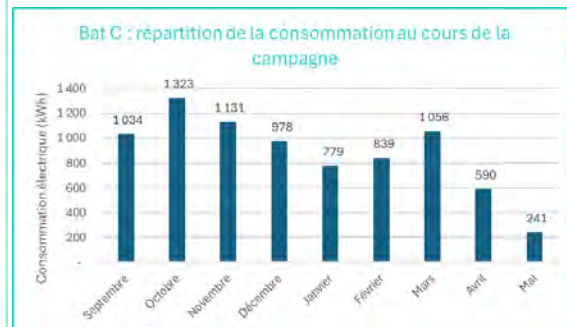
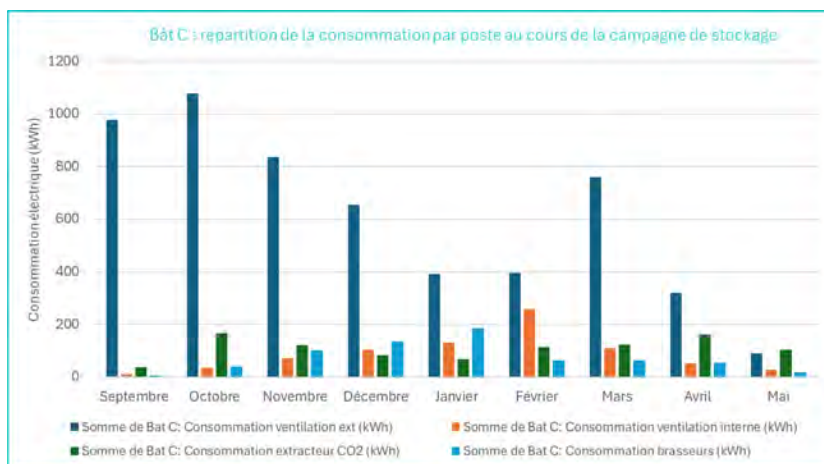
Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment B :



Bâtiment B	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	3,6
Ventilation Int	1,1
Brasseurs	1,9
Total (hors CO₂)	6,6

Les 2 postes principaux de consommation proviennent de la ventilation extérieure et du brassage d'air même si cette année les chauffages sur les aérothermes sont à l'arrêt. La capacité de stockage supérieure de ce bâtiment fait que le rapport de consommation à la tonne stockée (hors extraction CO2) est beaucoup plus économe.

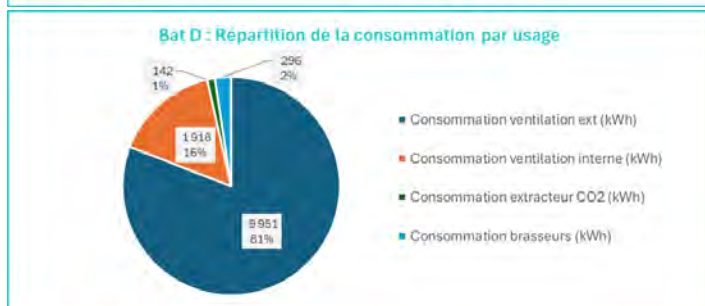
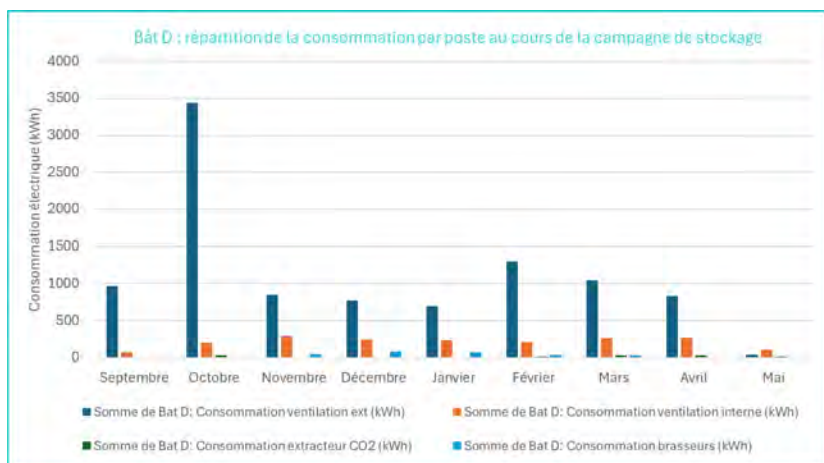
Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment C :



Bâtiment C	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	4,6
Ventilation Int	0,7
Brasseurs	0,6
Total (hors CO₂)	5,8

Le bâtiment C a une répartition des consommations électriques différentes des 2 bâtiments précédents. La ventilation extérieure représente plus des 2/3 des besoins de la campagne. Les consommations électriques du bâtiment C rapportées à la tonne stockée sont les plus basses de cette étude.

Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment D :



Bâtiment D	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	9,5
Ventilation Int	1,8
Brasseurs	0,63
Total (hors CO₂)	11,6

Pour le bâtiment D, la grande majorité des besoins électriques est associée à la ventilation extérieure. Les consommations électriques du bâtiment D rapportées à la tonne stockée sont les plus élevées avec celles du bâtiment A.

1.3. Comparatif des consommations électriques des bâtiments (hors extraction CO2)

Dans cette partie, nous allons comparer la consommation électrique des divers bâtiments tout au long de la campagne de stockage. Les bâtiments se distinguent par des durées de fonctionnement d'équipement différents ainsi que par une capacité de stockage différents. Le tableau suivant permet d'analyser plus précisément les écarts entre bâtiment via le calcul de consommations rapportées à la tonne stockées et/ou au nombre d'heures de fonctionnement des équipements.

Ventilation extérieure :

Tableau récapitulatif : ventilation extérieure				
	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Tonnage (t)	1100	1800	1200	1050
Date de démarrage	15-oct	15-oct	22-sept	25-sept
Durée de fonctionnement (h)	391	322	468	579
Consommation totale (kWh)	6 893	6 522	5 509	9 951
Consommation totale (kWh/t)	6	4	5	9
Consommation horaire moyenne	18	20	12	17
Consommation horaire moyenne (Wh/t)	16	11	10	16

Les bâtiments A et B ont démarré leur période de stockage sur la même période. La consommation horaire moyenne est 10% plus faible pour la ventilation du bâtiment A (certainement en lien avec sa capacité de stockage). Néanmoins, bien que le bâtiment B ait une capacité de stockage plus importante, sa durée de ventilation a été plus faible de 15% et sa consommation de 5%.

La comparaison des bâtiment C et D dont la période de stockage est sensiblement identique est toutefois à nuancer par leur localisation différente induisant des conditions météorologiques variables. Ici, la consommation horaire moyenne du bâtiment C est 19% plus faible que celle du bâtiment D. De même, la durée de ventilation est moindre de 20% et la consommation de 45% à l'avantage du bâtiment C.

Ventilation intérieure :

Tableau récapitulatif : ventilation intérieure				
	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Tonnage (t)	1100	1800	1200	1050
Date de démarrage	15-oct	15-oct	22-sept	25-sept
Durée de fonctionnement (h)	77	98	74	113
Consommation totale (kWh)	1 459	1 943	800	1 918
Consommation totale par tonne (kWh/t)	1,33	1,08	0,67	1,83
Consommation horaire moyenne	19	20	11	17
Consommation horaire moyenne (Wh/t)	17	11	9	16

Concernant la ventilation interne, les bâtiments A et B présentent un écart de l'ordre de 21% sur la durée de ventilation et 25% sur la consommation en faveur du bâtiment A. Néanmoins, en rapportant aux tonnages stockés, le bâtiment B est plus économe de l'ordre de 19%.

Les bâtiments A et C présentent des capacités de stockage ainsi que des durées de fonctionnement proches. Néanmoins, les divers rapports de consommations sont bien plus faibles (de l'ordre de 40 à 50%) pour le bâtiment C.

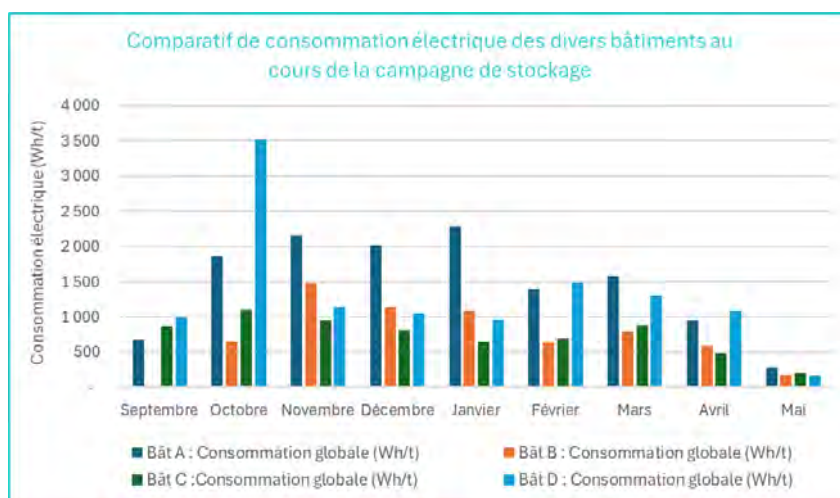
Brasseurs d'air :

Tableau récapitulatif : brasseurs d'air				
	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Tonnage (t)	1100	1800	1200	1050
Date de démarrage	15-oct	15-oct	22-sept	25-sept
Durée de fonctionnement (h)	1 548	740	846	369
Consommation totale (kWh)	5 420	3 330	677	296
Consommation totale par tonne (kWh/t)	4,93	1,85	0,56	0,28
Consommation horaire moyenne	3,50	4,50	0,80	0,80
Consommation horaire moyenne (Wh/t)	3,18	2,50	0,67	0,76

Pour ce poste, le tableau ci-dessus révèle également de gros écarts en termes d'usages (nombre d'heures), de consommations horaires et totales. La consommation horaire moyenne est liée directement à la puissance des équipements et donc intrinsèquement aux bâtiments et leurs capacités de stockage. Là encore, le ratio à la tonne stockée illustre des écarts non négligeables : les bâtiment C et D sont 70 à 80% plus économes que les bâtiments A et B. Pour rappel, le bâtiment D n'a pas la même localisation géographique que les 3 autres et peut présenter des besoins différents (cf. Graphique sur coévolution des températures moyennes mensuelles).

Bilan global rapporté à la tonne stockée :

Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Ventilation Extérieure	6,3	3,6	4,6	9,5
Ventilation Intérieure	1,3	1,1	0,7	1,8
Brasseurs d'air	4,9	1,9	0,6	0,3
Totale (hors CO2)	12,5	6,6	5,8	11,6



Les bâtiments A et D présentent les consommations les plus élevées de cette campagne de stockage.

Le bâtiment A présente la consommation la plus élevée notamment sur les postes de ventilation extérieure et de brassage. L'écart de consommation globale est réparti sur l'ensemble de la campagne de stockage.

Concernant le bâtiment D, la (sur)consommation est spécifiquement attribuable au poste de ventilation extérieure notamment au cours du mois d'octobre, et dans une moindre mesure en février et mars.

Les bâtiments B et C sont les 2 bâtiments les plus économes et sont caractérisés par des besoins par poste et au cours de la campagne assez proches. Le matériel plus économe ainsi que l'optimisation de la régulation justifient certainement une grande partie des écarts.

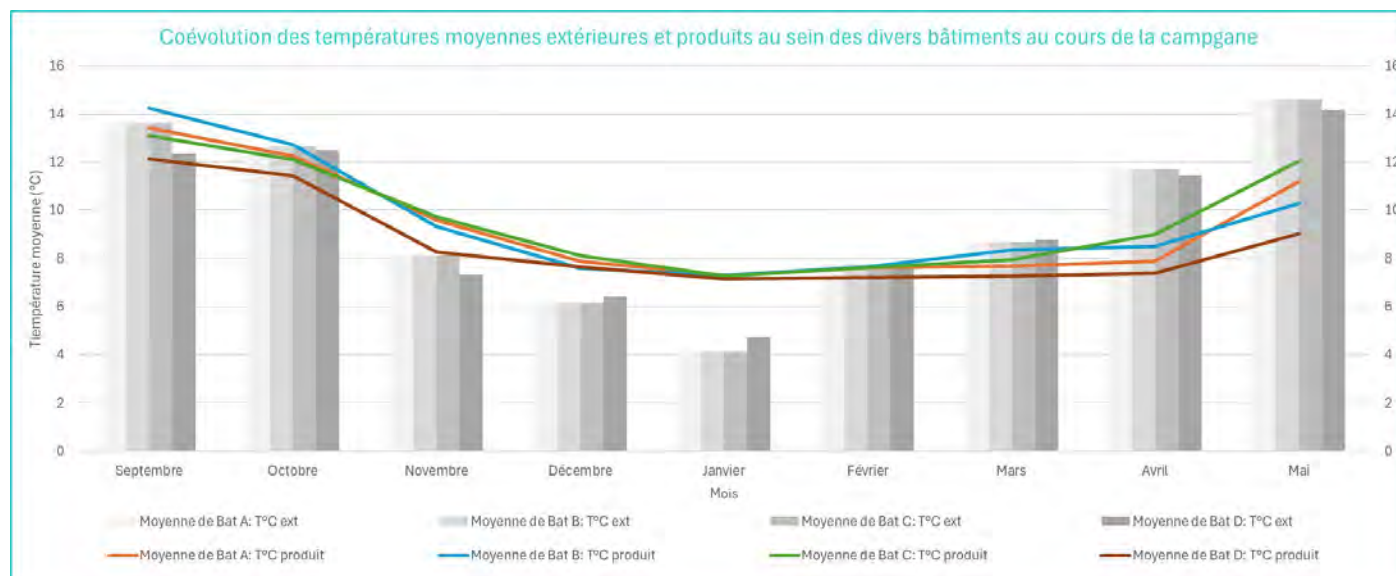
1.4. Coûts électriques du stockage

Afin de fournir une approche économique, le choix a été fait de définir un coût moyen de consommation électrique à **0,185 €/kWh**. Il correspond au tarif réglementé de fourniture en tarif bleu chargé des taxes et réseau moyen constaté pour les sites diagnostiqués.

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Tonnage (t)	1100	1800	1200	1050
Date de démarrage	15-oct	15-oct	22-sept	25-sept
Prix moyen de l'électricité (€/kWh)	0,185			
Consommation totale (kWh)	14 530	11 796	7 971	12 307
Consommation totale par tonne (kWh/t)	13,2	6,6	6,6	11,7
Coût total (€)	2 688 €	2 182 €	1 475 €	2 277 €
Coût à la tonne (€/t)	2,44 €	1,21 €	1,23 €	2,17 €

1.5. Comparatif des conditions de stockage des bâtiments

Le graphique ci-dessous permet de visualiser la coévolution des moyennes mensuelles de la température extérieure et des températures « produit » (= températures relevées dans le tas de pommes de terre) au sein des divers bâtiments de stockage.



Lorsque les températures extérieures dépassent les 10°C, les températures de consigne sont difficilement maintenues comme nous pouvons le constater dans les 4 stockages en avril et en mai.

1.6. Point sur la production solaire photovoltaïque

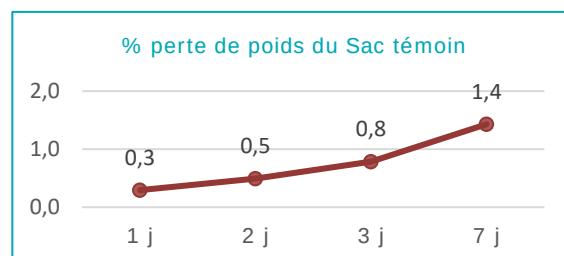
Le secteur agricole et la filière pomme de terre dispose de large surface de toiture dans les exploitations. Ces surfaces bénéficient en grande majorité de potentiels importants de production d'électricité photovoltaïque. L'installation d'une centrale solaire photovoltaïque nécessite de respecter un cahier des charges en termes de résistance de la charpente et de couverture.

Le raisonnement de ce type de projet peut se faire selon diverses stratégies (vente totale, autoconsommation individuelle ou collective) qu'il convient d'étudier individuellement en fonction de la capacité d'autoconsommation de l'exploitant.

La chambre d'agriculture dispose d'une expertise reconnue sur ce volet pour apporter une vision stratégique, neutre et indépendante (émergence de projet, analyse de la capacité d'autoconsommation, dimensionnement de projet, étude économique, ...).

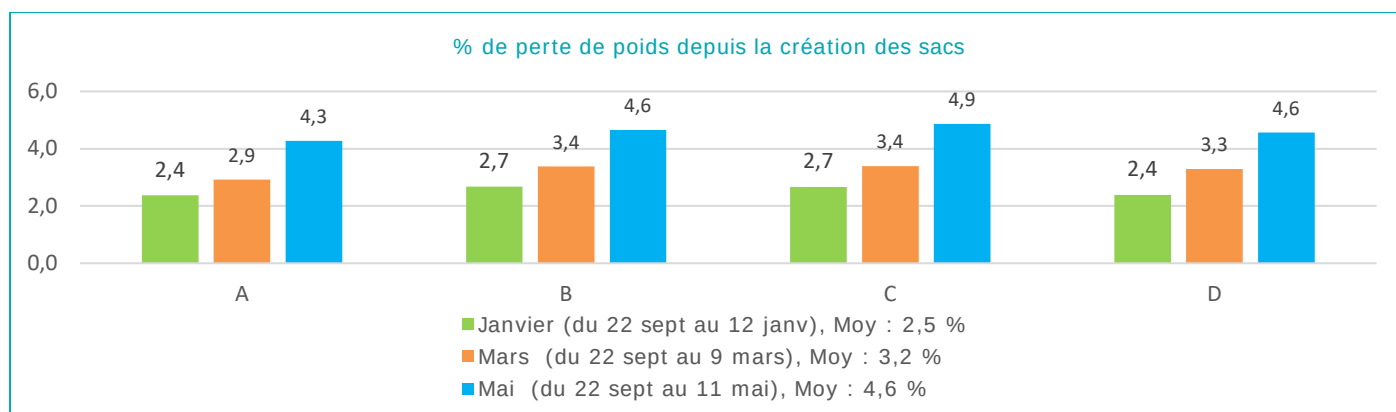
2. LES PERTES DE POIDS

Lors de la mise en place de l'essai, nous avons gardé un sac témoin (en dehors des stockages) pour évaluer la perte de poids le lendemain de la récolte et jusqu'au 7^e jour. Le sac perd 0.3% de son poids le lendemain de sa création (comme en 2024) puis 0.8% à 3 jours et jusqu'à 1.4% à 7 jours.



La perte de poids entre la création des sacs et la mise en place des sacs dans les stockages est en moyenne de 1.3% pour les bâtiments A et B en 23 jours et de 0.3 % pour le stockage D en 3 jours.

Le graphique ci-dessous présente la perte de poids dans les 4 stockages depuis la création à 3 dates de notation : janvier, mars et mai.

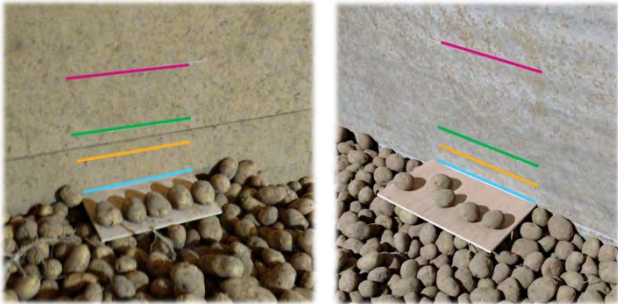


La freinte a évolué chaque mois progressivement dans les 4 stockages. La progression a été plus importante entre mars et mai avec 1.4 % d'augmentation en moyenne. Les sacs ayant été positionné au moment de la récolte dans chaque bâtiment, la perte de poids liée à la ventilation du séchage est donc prise en compte. Il y a peu de différence entre les stockages sur cette année d'essai.

L'année dernière, la perte de poids était en moyenne de 5 % au mois de mai. Les résultats de cette année sont légèrement inférieurs notamment pour le bâtiment C qui était à 6.7% de freinte en mai 2025 et qui est à 4.9% en mai 2026.

3. HAUTEUR DE TAS ET DUREE DE VENTILATION

La ventilation est un des facteurs pouvant impacter la perte de poids en stockage. En effet, une ventilation avec de l'air extérieur faible en hygrométrie (<90%) va venir déshydrater les tubercules stockés. Il est donc important de prendre en compte cette hygrométrie dans les paramétrages de la ventilation.



Evolution de la hauteur de tas du bâtiment A

Dans le tableau ci-dessous, nous pouvons constater l'évolution de la hauteur de stockage entre la mise en stockage et la dernière notation au mois de mai en lien avec les heures de ventilations

Hauteur de stockage perdue chaque mois en cm et durée de ventilation jusqu'au 11 mai

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
De la mise en stockage à début janvier	20 cm	19.5 cm	26 cm	29.5 cm
De la mise en stockage à début mars	27 cm	29 cm	33 cm	43 cm
De la mise en stockage à début mai	38,5 cm	42.5 cm	46 cm	50.5 cm
Durée de ventilation avec air extérieur	391 h	322 h	468 h	579 h
Durée de ventilation interne	77 h	98 h	74 h	113 h
Durée de ventilation totale	468 h	420 h	542 h	692 h

Le bâtiment D a certes un nombre d'heures de ventilation externes plus conséquent que les 3 autres stockages mais pour autant la perte de poids n'a pas été plus importante à la fin du stockage. Cela indique que l'air extérieur utilisé pendant ces phases de ventilations était humide et n'a pas déshydraté les tubercules. C'est le paramétrage de la régulation qu'il est nécessaire de s'approprier pour éviter d'injecter de l'air extérieur trop sec dans son tas.

4. L'IMPACT FINANCIER DE LA FREINTE

L'impact financier de la freinte se situe entre 10 et 12 € la tonne

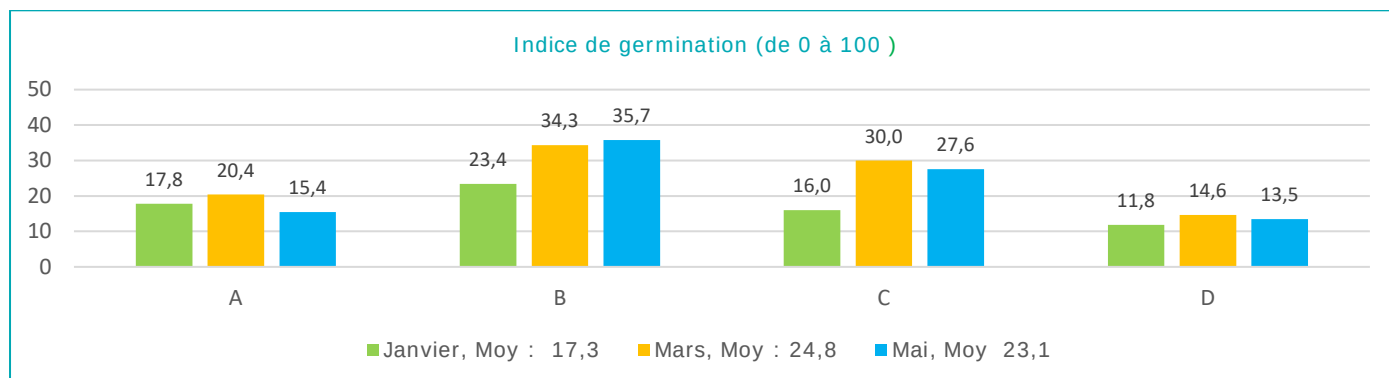
	Bâtiment 1	Bâtiment 2	Bâtiment 3	Bâtiment 4
Tonnage stocké	1 100 T	1 800 T	1 200 T	1050 T
Impact financier de la freinte				
Exemple d'un prix du contrat au déstockage au mois de mai 2026	250 €			
Freintes au déstockage	4,30%	4,6%	4,90%	4,60%
Perte financière (Tonnage perdu x Prix)	11 825 €	20 700 €	14 700 €	12 075 €
Impact financier à la tonne	10.75 €	11.50 €	12.25 €	11.50 €

5. INDICE DE GERMINATION

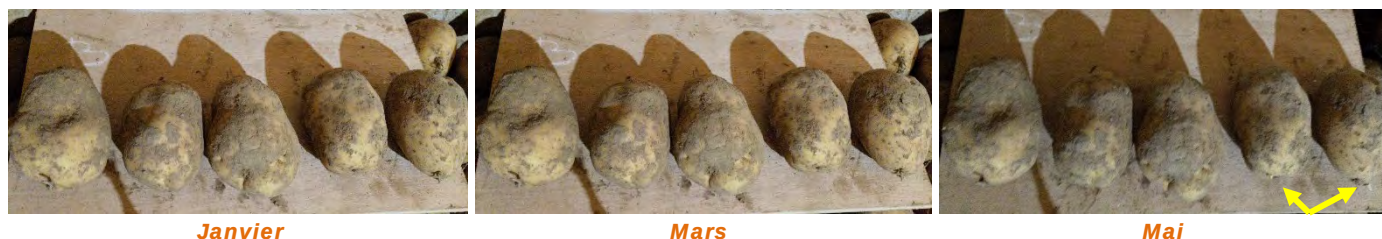
Un des facteurs influençant la freinte est la germination par la reprise de la respiration des tubercules. L'indice de germination est calculé selon la taille des germes présents de chaque tubercule. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes de terre présente des germes de plus de 1 cm. Les tubercules de l'essai ont reçu une application d'hydrazide maléique en parcelle.

Les pommes de terre étant particulièrement nerveuses cette année, la levée de dormance a débuté très tôt en saison dès le mois d'octobre alors que les bâtiments n'avaient pas encore atteint leurs températures de consigne. La mise en œuvre des antigerminatifs de stockage a débuté plus tôt cette année avec des applications dès le mois de novembre. Les températures douces de novembre et décembre ont accentué cette pression de germination.

Dans l'essai, les indices de germination sont restés relativement stables et faibles pour les stockages A et D avec l'utilisation du DORMIR. L'indice de germination est un peu plus élevé dans les stockages B et C avec l'éthylène mais dans des proportions très acceptables. Les remontées de températures dans les bâtiments en avril et mai ont favorisé cette reprise de germination dans ces 2 stockages.

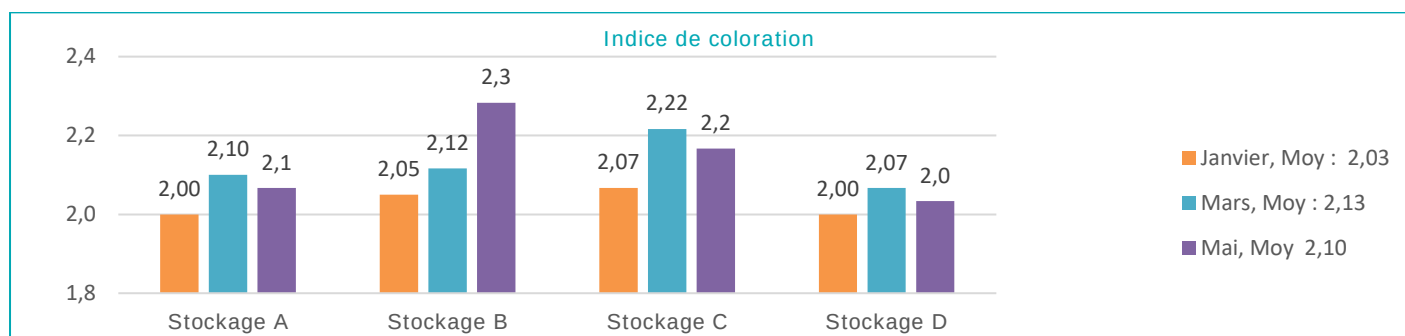


Les photos ci-dessous ont été prises lors de chaque date de notation sur 5 tubercules dans le stockage B afin d'observer l'évolution de la germination en haut du tas. Nous pouvons constater que sur ces 5 tubercules, 2 présentent des germes au mois de mai.



6. INDICE DE COLORATION

Nous avons vérifié la couleur des frites avec la grille de notations USDA. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé. Ce test avait été également réalisé lors de la mise en stockage avec des indices de coloration à zéro.



L'indice de coloration le plus élevé est de 2.3 au déstockage en mai pour le stockage B. Les indices sont très faibles pour cette période de stockage. Les indices dans les deux bâtiments à éthylène B et C ont évolué à partir de janvier progressivement puis de manière plus significative au mois de mai pour le bâtiment B.

Il est bon de rappeler que pour limiter les colorations à la friture, l'évolution du taux d'éthylène au début de stockage doit être très progressif.



Exemple test de couleur de frites : bâtiment C à gauche et bâtiment D à droite

Cette étude permet de mettre en évidence que la réussite d'une longue conservation tant sur le plan qualitatif que d'un point de vue économique passe par :

- L'utilisation de matériels performants adaptés, contrôlés, étalonnés et économes en énergies
- La gestion du paramétrage de ces outils
- L'entrée en stockage de pommes de terre saines sans endommagement ni maladie
- L'application dans les bonnes conditions d'emploi des inhibiteurs de croissance
- La surveillance de la qualité du lot durant toute la campagne de stockage

ÉVOLUTION DES COÛTS DE STOCKAGE SYSTERRE® 2024



OBJECTIFS

A partir de l'étude menée par la Chambre d'Agriculture du Nord Pas de Calais portant sur le calcul en pomme de terre des coûts de production avec l'outil SYSTERRE®, un focus est réalisé sur les charges de stockage pour la campagne 2024 (stockage 2024-2025). Nous avons également réalisé un focus sur le coût des inhibiteurs de germination appliqués en stockage.

La collecte de ces données a été réalisée pendant l'automne 2025 sur la campagne récoltée en 2024 et stockée jusqu'en juin 2025.



RESULTATS

1. LES CHARGES DE STOCKAGE (prix normés)

Pour le calcul des charges de stockage, les bâtiments et le matériel sont considérés comme étant toujours en cours d'amortissement. Leurs prix sont normés et issus de la base de données SYSTERRE®. En revanche, les charges de main d'œuvre, d'assurances, d'électricité et les autres charges proportionnelles (antigerminatifs, big bag, filets, ...) sont calculées à partir des chiffres réels des producteurs.

En 2024, **27 exploitations** ont été enquêtées pour collecter des données issues de la **campagne 2024** : 21 exploitations sur le débouché de l'industrie et 11 exploitations sur le débouché du frais. Une exploitation pouvant avoir plusieurs cellules dans un bâtiment, nous avons ainsi relevé 36 situations de stockage en industries et 29 situations de stockage en frais.

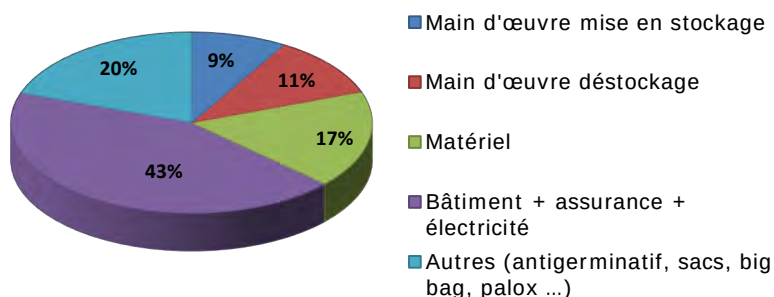
Les chiffres indiqués dans le tableau sont moyennés pour tous les débouchés confondus (frais et industrie).

Charges de stockage (€/t) tous débouchés confondus en 2023 et 2024

	2023			2024		
	Moyenne	Mini	Maxi	Moyenne	Mini	Maxi
Main d'œuvre mise en stockage	5,0	0,9	11,8	5,3	0,0	18,2
Main d'œuvre déstockage	6,2	0,3	36,9	6,8	0,3	32,4
Matériel	11,0	4,1	63,3	10,9	2,2	57,4
Bâtiment + assurance + électricité	27,2	10,5	64,7	27,2	10,5	64,7
Autres (antigerminatif, sacs, big bag, palox ...)	12,6	0,0	65,8	12,3	0,0	44,9
Charges de stockage Totales	62,0	25,7	176,0	62,6	-	-

Les charges « autres » comprennent les antigermiatifs mais aussi la désinfection, les emballages, le renouvellement des palox... L'année de stockage 2024-2025 a été caractérisée par une pression germinative modérée engendrant des coûts d'antigerminatifs moins importants qu'en 2023.

Répartition des charges de stockage campagne 2024

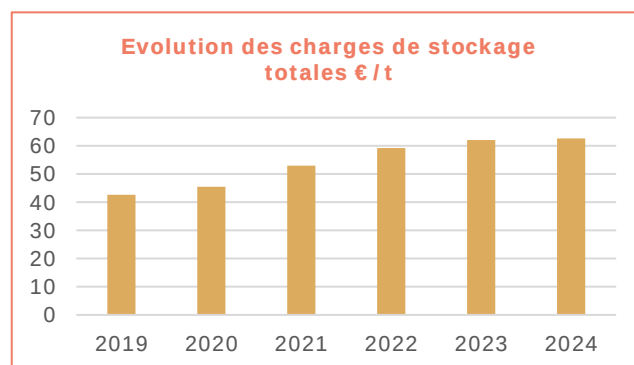


En regardant la répartition des charges de stockage en 2024, l'amortissement du bâtiment est le poste qui pèse le plus sur les charges de stockage (plus de 43%). Depuis l'arrêt du CIPC en 2020, les autres charges (antigerminatif, big bag, filets, palettes...) sont passées devant les charges de main d'œuvre et de matériel.

Cette répartition a peu évolué par rapport à 2023.

Les charges totales de stockage ont fortement augmenté entre 2019 et 2024 du fait de l'augmentation de chaque poste. Elles sont passées de 42.6 €/t en 2019 à 62.6 €/T en 2024

Cela est dû notamment aux coûts des emballages et de l'électricité qui ont connu une forte hausse depuis 2020. Cependant, les charges de stockage sont relativement stables entre 2023 et 2024.



2. LES CHARGES D'ANTIGERMINATIF (prix réels)

Si nous regardons plus en détail les frais d'antigerminatifs, nous pouvons constater que les coûts diffèrent selon les types de stockage (vrac ventilé ou palox réfrigéré) et selon les bâtiments. En effet, le choix variétal, la température de consignes, les paramètres de ventilation, le choix et la dose des produits appliqués vont influencer l'évolution de la germination.

24 producteurs ont été enquêtés (débouchés industrie, frais ou mixte). Cela représente 51 situations de stockages différentes selon les débouchés (cellules en vrac ou palox avec ou sans frigo) avec des applications de différents produits antigerminatifs : ARGOS (huile d'orange), DORMIR (1.4 DMN) ou éthylène. En 2024, il n'y a pas eu l'utilisation de BIOX M (huile de menthe) dans notre panel d'enquête.

Dans le tableau ci-dessous, ne sont repris que les frais d'antigerminatifs en stockage. L'antigerminatif réalisé en végétation (FAZOR STAR ou ITCAN 270 SL) n'y figure pas.

Charges d'antigerminatifs (€/t) par type de stockage en 2024

Nombre de stockage :	Vrac ventilé		Vrac Frigo	Palox ventilé	Frigo palox	
	8	24	2	2	3	12
Durée moyenne de stockage en mois	3,6 mois	6,4 mois	7 mois	9 mois	4,7 mois	6,2 mois
Coût Moyen total des produits appliqués en €/t	sans anti-germinatif	5,5 €/t	5,3 €/t	6,6 €/t	sans anti-germinatif	4 €/t
Coût Moyen total des prestations d'application ou de location en €/t		0,9 €/t	3,3 €/t	0,3 €/t		4,3 €/t
% des stockages où l'antigerminatif a été appliqué par le producteur		29%	50%	0%		67%
Coût Moyen total des antigerminatifs de stockage en €/t		6,1 €/t	7 €/t	7 €/t		5,9 €/t

Sur 51 stockages, **11** n'ont pas reçu d'antigerminatif en conservation.

En stockage vrac ventilé, représenté majoritairement par des pommes de terre d'industrie, ce sont **29%** des producteurs qui appliquent eux-mêmes les inhibiteurs de croissance (en baisse de 1% par rapport à 2023).

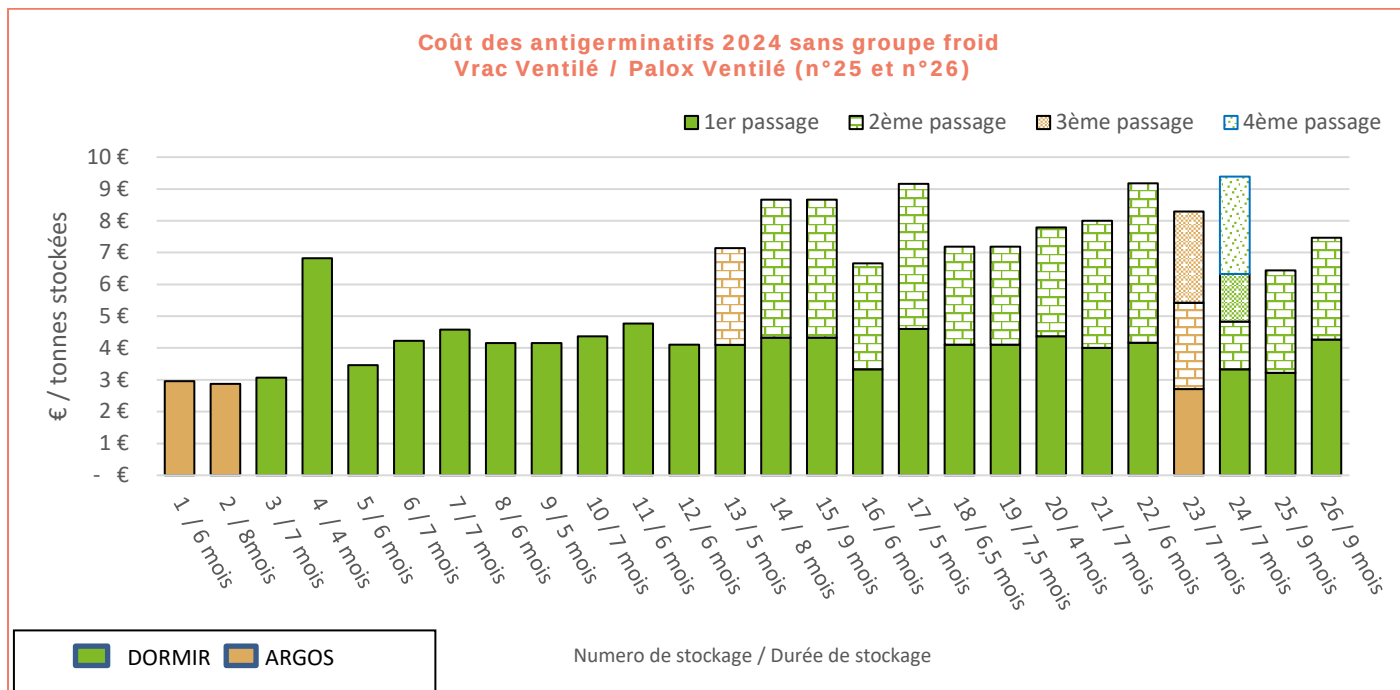
En stockage frigo palox, représenté en majorité par le marché du frais, ce chiffre est de **67 %** (en baisse de 8% par rapport à 2023).

La moyenne des prestations de mise en œuvre des antigerminatifs, tout type de bâtiment confondu, est de **0.60 €/t** (en augmentation de 54% par rapport à 2023).

En 2024, le nombre de passages moyens d'applications (hors éthylène) est de **1.65 passages** (-0.15 par rapport à 2023). Pour rappel, l'année 2023 avait déjà connu une pression germinative beaucoup moins forte qu'en 2020, 2021 et 2022.

Le coût total des passages d'antigerminatifs (prestation et location comprises) est de **6.1 €/t** en moyenne en 2024 pour une durée de stockage moyenne de **6.5 mois**. En 2024, les coûts totaux des antigerminatifs sont proches entre les stockages avec ou sans groupe froid. Dans les frigos, les doses sont en générales moins importantes car les températures de stockage y sont plus basses. Pour ces derniers, les frais de prestations sont le plus élevés et font augmenter les frais totaux au même niveau que les autres types de stockage.

Charges d'antigerminatifs par passage pour les stockages SANS Groupe Froid (€/t)



Sur les 34 bâtiments sans groupe froid, 26 ont reçu un ou plusieurs antigerminatifs.

Les stockages **en Palox sans groupe froid** concernent les stockages n°25 et 26.

Aucun des bâtiments vracs ventilés sans groupe froid n'a reçu de BIOX M ou d'éthylène en 2024.

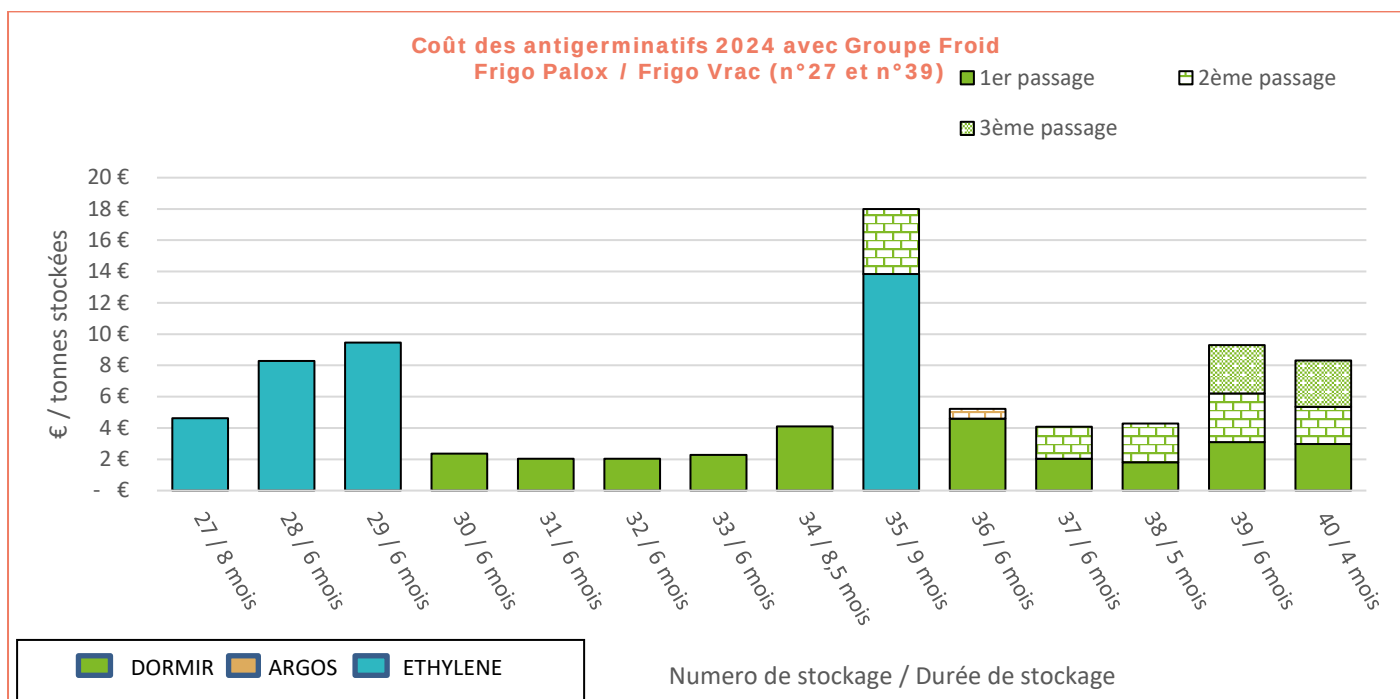
La plupart des bâtiments ont reçu au 1^{er} passage du DORMIR avec un coût moyen de 4.1 €/t (hormis les stockages n° 1 et 2 ayant reçu un seul passage d'ARGOS). Le stockage n°13 a reçu un 2^{ème} passage de l'ARGOS, tandis que les stockages n°14 à 26 ont reçu au second passage du DORMIR pour un coût moyen de 3.5 €/t.

Le coût du 1^{er} passage de DORMIR est plus élevé car la dose est souvent plus importante (en moyenne 18.8 ml/t de DORMIR) qu'au 2^{ème} et 3^{ème} passage (en moyenne 16.5 ml/t). Le coût moyen pour un passage d'ARGOS dans le stockage n° 1 et n°2 est de 2.9€/t

Concernant le stockage n°23, il a reçu 3 passages d'ARGOS pour un coût total de 8.3 €/t pour 7 mois de conservation.

Le stockage n°24 a reçu le plus grand nombre d'intervention avec 4 passages de DORMIR pour un coût total de 9.4 €/t pour 7 mois de conservation.

Charges d'antigerminatifs par passage pour les stockages Frigo Vrac et Frigo Palox (€/t)



Sur les 17 frigos enquêtés, 14 ont reçu des antigerminatifs.
Les stockages **frigos en vrac** concernent les stockages n°27 et 39.
Aucun frigo n'a reçu de BIOX M.

Quatre stockages (**n°27,28,29 et 35**) sont gérés avec l'éthylène pour un coût moyen de 9.1 €/T. Il est plus élevé dans le bâtiment n° 35, mais la durée de stockage est également plus longue (9 mois) que pour les autres stockages et il y a eu une intervention avec du DORMIR en complément.

Le coût total de l'éthylène va dépendre du coût de la location du générateur lié au tonnage, de l'étalonnage de la sonde qui est fixe quel que soit le volume stocké, et de la consommation d'éthanol.

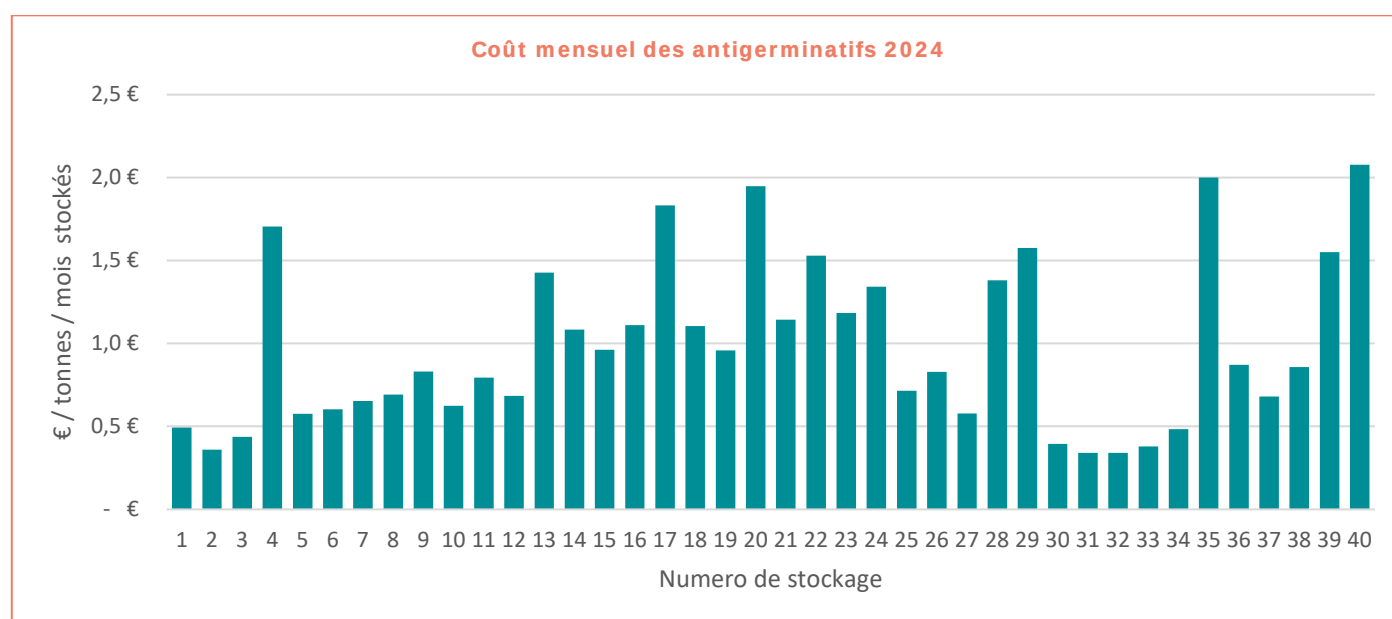
Le stockage **n°36** est le seul bâtiment ayant reçu de l'ARGOS en 2^{ème} application pour un coût modéré de 0.63 €/t du fait d'une faible dose d'application.

Les autres frigos ont reçu du DORMIR en un, deux ou trois passages. Pour un coût moyen de 2.9 €/t au 1^{er} passage puis 2.5 €/t au 2^e passage et 3 €/t au 3^e passage.



Photo d'un stockage Palox réfrigéré

Charges moyennes d'antigerminatifs mensuel par stockage (€/t/mois)



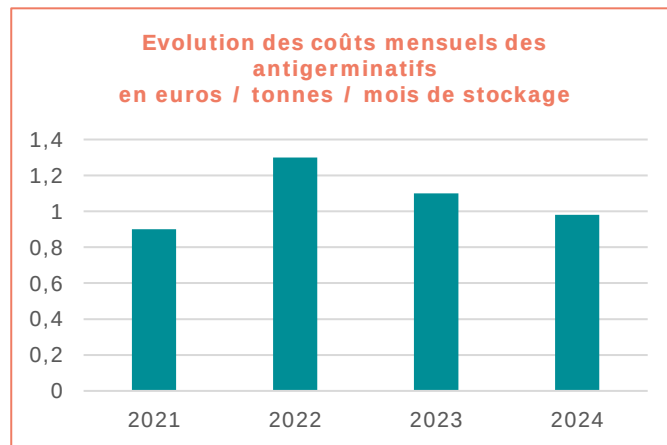
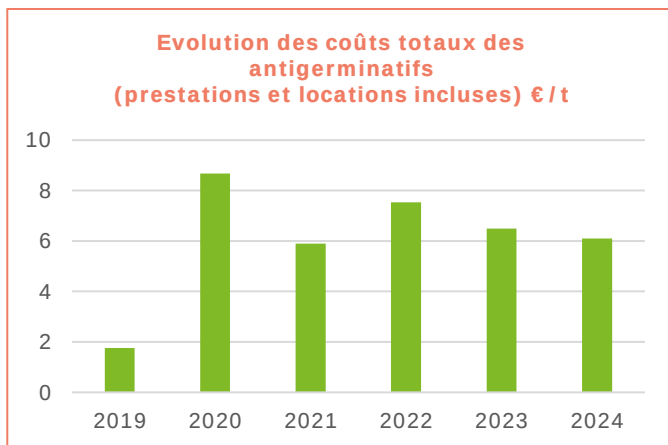
Il est intéressant de comparer ces coûts d'antigerminatifs par mois de stockage. Dans cette enquête, le coût moyen mensuel des antigerminatifs est de **0.98 €/t/mois de stockage** tout type de débouché confondu. Il était de 0,90 €/t/mois de stockage en 2021, de 1.30 €/t en 2022 et de 1.10 €/t en 2023. Ces différences sont liées principalement à la pression germinative de l'année et la faculté du maintien des températures de consigne.

Il y a de grandes variations entre les bâtiments en fonction du choix des antigerminatifs, de leur dose, de leur efficacité et rémanence (nombre de passages).

Par exemples :

- Le stockage **n°40** a le coût mensuel le plus élevé avec 2.1 €/ t / mois car il y a eu 3 passages de DORMIR à la dose de 15 ml/t par passage réalisé sans prestation pour une durée de stockage de 4 mois.
- Le stockage **n° 2** avec un seul passage d'ARGOS pour 8 mois de stockage et les stockages **n°30,31 et 32** avec un seul passage de DORMIR à 15 ml/t, n'ont pas eu de frais de prestation et, sur une longue conservation, ont les plus faibles coûts mensuels entre 0.34 et 0.40 €/t/mois de stockage.
- Les stockages **n° 15 et n°19** sont sur un coût moyen mensuel dans la moyenne du panel à 0.96€/t/mois. L'un a reçu deux DORMIR à 20 ml/t avec le thermo-nébulisateur en location pour 9 mois de stockage et le second a reçu deux DORMIR sans prestation d'application à 20 puis 15 ml/t pour 7.5 mois de stockage.

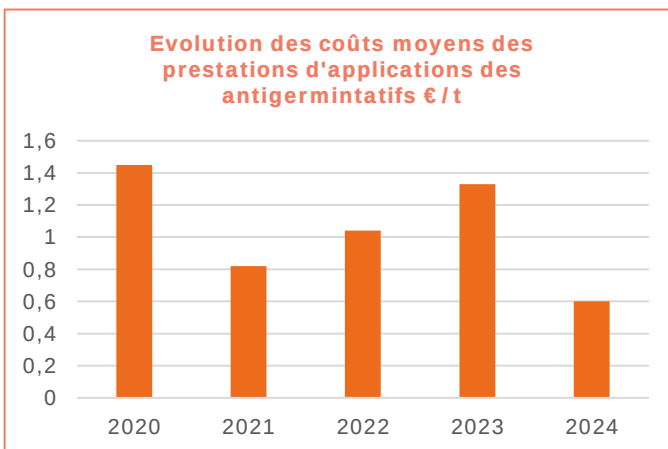
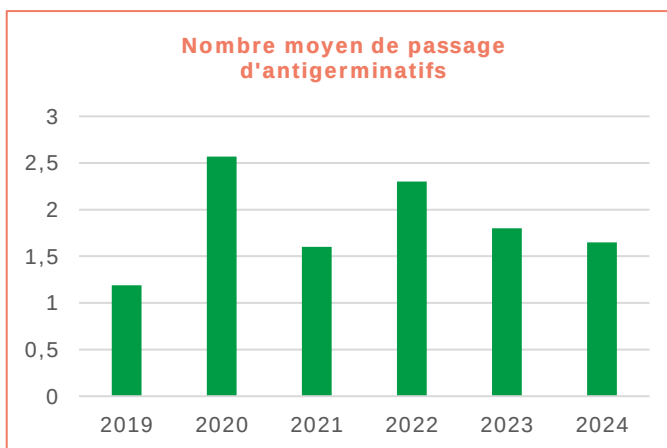
3. EVOLUTION DES CHARGES DEPUIS L'ARRET DU CIPC



L'année 2019 a été la dernière année d'utilisation du CIPC (Chlorprophame) dans les stockages pommes de terre.

Le coût total des passages d'antigerminatifs, comprenant les coûts de prestations et de location, est passé de **1.76 €/t** en 2019 à **8.68 €/t** en 2020 (pression germinative était très forte avec une moyenne de 2.6 interventions dans les stockages). Puis les coûts ont diminué. La variation est surtout marquée par la pression germinative en début de conservation.

L'évolution des coûts ramenés au mois (absence de données en 2019 et 2020) montre les mêmes tendances de variations avec notamment l'année 2022 où les coûts totaux et mensuels sont élevés avec un nombre d'intervention moyen à 2.3.



Le coût des prestations n'a pas suivi cette même tendance. Les prestations dépendent surtout du choix de l'inhibiteur. En effet, un producteur ayant l'habitude d'intervenir avec du DORMIR va préférer faire intervenir un prestataire pour l'emploi d'un produit curatif par exemple.

De même, plusieurs producteurs ont fait le choix d'investir dans le matériel pour intervenir eux-mêmes.



CONCLUSIONS

Le choix variétal, les doses d'antigerminatif, le choix du produit appliqué, le nombre de passage, la qualité de l'application, le stade d'intervention, la durée de conservation, la température de consigne, l'isolation du bâtiment sont les facteurs pouvant affecter le coût des antigerminatifs.

Le stockage prend à présent une part importante dans les coûts de production de la pomme de terre. Tous les paramètres de la conservation doivent être maîtrisés pour limiter ces charges. La pomme de terre passe autant de temps en culture (5.5 mois) qu'en stockage (de 3 à 9 mois). La surveillance et la maîtrise technique de la conservation sont indispensables pour produire de la qualité dans des coûts raisonnables.

VOYAGE D'ETUDE AUX PAYS-BAS

9 et 10 décembre 2025

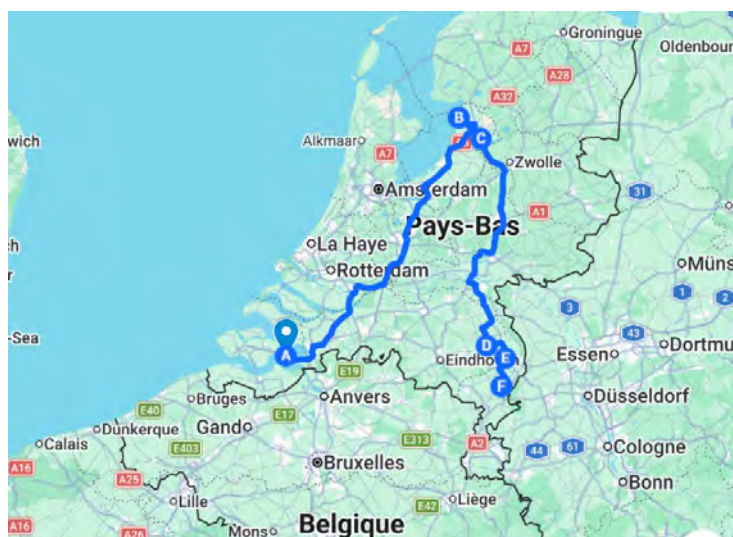


Organisé par MAT-Harvesting en collaboration
avec la Chambre d'Agriculture



Le séjour de 2 jours a réuni 30 personnes au cours duquel des négoceurs, exploitations et fournisseurs ont été visités sur la thématique de stockage et conditionnement des pommes de terre et oignons.

- A **Jonika BV**, Oostdijk
- B **Landbouwbedrijf De Groot**, Creil
- C **VHM Machinery**, Ens
- D **Mts Derikx Akkerbouw**, Ysselsteyn
- E **Mooij Agro BV**, Hegelsom
- F **Biologische Tuinderij de Waag BV**, Neer



PRESENTATION DES 6 STRUCTURES VISITEES

1/ JONIKA B.V

Jonika BV est une entreprise spécialisée dans la transformation, le conditionnement et l'exportation de 70 000 tonnes d'oignons. Plus de 200 producteurs livrent à Jonika sur la base de prix du marché libre. Les contrats se font uniquement sur les oignons repiqués. L'export est réalisé principalement vers la côte ouest africaine (Sénégal, Côte d'Ivoire...), en concurrence avec la Chine et l'Egypte. Les oignons partent en bateau en caisson ventilé. Les rendements moyens sont de 55 T/ha irrigués avec une problématique fusariose qui s'intensifie. Le paiement aux producteurs se fait sous les 7 jours (30 à 60 jours en France).



Le stockage des oignons est en système boîte aux lettres. Le principe est de souffler de l'air via un couloir technique à chaque étage de palox. Les palox étant spécifiques pour ce type de séchage : palox fermé de l'extérieur, l'air passe par les pales planches du palox. Au bout de la rangée de palox, les pales planches sont fermées avec des carrés de mousse afin de forcer l'air à passer au travers des palox.



Palox en cours de déstockage, amenés vers la ligne VHM

Mur du couloir technique permettant de visualiser les entrées d'air

Mousse fermant le passage d'air



Zone de remise en stockage des palox sortants de la ligne VHM des oignons triés et calibrés.

Une ligne VHM de 5 modules est utilisée pour le chargement et déchargement sur la ligne de tri.

Ainsi, un cariste dépose 2 palox d'oignons à trier qui glisseront vers le retourneur de Palox.

L'option de remplisseur de Big Bags « Filr Pro » est possible sur cette ligne VHM. Auparavant, 3 caristes étaient nécessaires pour manipuler les palox. A présent, un seul cariste assure les 50 palox à l'heure passant dans la ligne de tri.

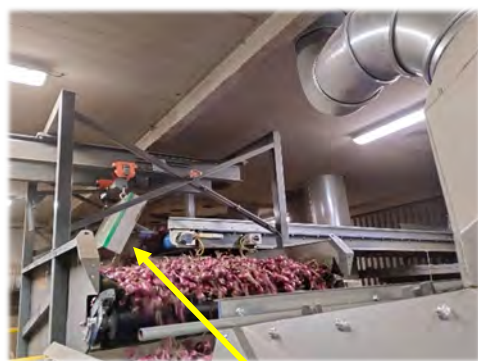


Ligne VHM de 5 modules. De droite à gauche : empileur de caisse, retourneur de caisse sur la ligne, zone d'attente du palox vide, trémie tampon avec remplisseur de caisse des oignons triés, empileur de caisse avec les oignons triés

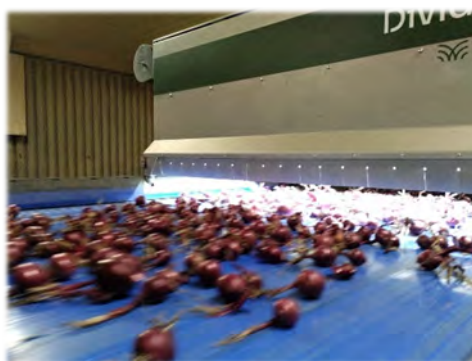
Dépose de 2 palox à trier par le cariste

Dans un bâtiment au dos de ligne VHM, les oignons sont envoyés pour le triage :

- Passage à l'aimant puis au trieur optique pour retirer les corps étrangers (terre, métaux, cailloux...),
- Effeillage puis calibrage et triage optique par catégorie de calibre,
- Les oignons calibrés partent ensuite dans la zone de conditionnement pour l'emballage.



Aimant à la sortie du convoyeur



Trieur Optique des corps étrangers





Effeuilleuse avec grilles en cours de changement par le robot



Calibreur



Sortie du calibreur et envoi vers les trieurs optiques



Trieur optique



Zone de mise en conditionnement

- Les calibres d'oignons qui ne sont pas conditionnés reviennent vers la ligne VHM dans la trémie tampon EvenFlowTipr entièrement automatique.
- Les oignons de la trémie tampon sont ensuite remis en palox via le remplisseur de caisse automatique Boxfilr.



Palox d'oignons calibrés et triés

Remplisseur automatique

2/ LANDBOUWBEDRIJF DE GROOT

Landbouwbetrijf De Groot est une entreprise agricole familiale, productrice de pommes de terre et d'oignons.

L'exploitation de 250 ha produit 90 ha de plants de pommes de terre. Les oignons sont stockés sur un autre site de conservation sur un tonnage moyen de 7 000 tonnes. La durée de rotation des cultures est la suivante : 6 ans en oignon, 3 ans en plant de pommes de terre et 6 ans en carottes. Ces faibles rotations engendrent une grosse problématique sur le risque de nématodes. Le sol est pourvu de 70 % de sable, 30 % d'argile avec une quantité de calcium importante (15 % de coquillage dans le sol). C'est la région historique de production de pommes de terre et de tulipes.

L'achat de parcelle est extrêmement coûteux avec un coût d'achat allant jusqu'à 220 000 € de l'hectare. C'est pourquoi, les cultures sont des productions à fortes valeurs ajoutées.

L'exploitation possède sa propre éolienne et des panneaux photovoltaïques. Elle a pour projet d'investir dans une batterie de stockage d'électricité. La zone où se situe l'exploitation est dans le Flevoland où le niveau de la mer est 4 mètres plus haut ! C'est dans cette zone où les éoliennes produisent le plus. Les producteurs sont regroupés en coopérative pour l'exploitation des éoliennes.



La régulation des bâtiments de stockage des oignons et pommes de terre utilisent l'électricité produite sur l'exploitation. L'ordinateur décide du nombre de cellule de stockage pouvant être ventilés en fonction de la disponibilité en électricité.

Au conditionnement du plant, le producteur utilise un remplisseur de caisse VHM le Boxfilr entièrement automatique. Les caisses utilisées sont de 1.60 m et la hauteur de chute des pommes de terre est de 20 cm. Il est possible d'ajouter un remplisseur de big bag sur la ligne VHM.



Il y a une ligne pour le tri et le calibrage du plant. Le tri démarre par un passage au trieur optique pour être ensuite visité par deux personnes. Puis le lot est calibré et remis en palox pour être conservé.



Le trieur optique et les écarts de tri

Calibreur et mise en palox

La zone de stockage est équipée de 9 cellules de stockage en ventilation boîte aux lettres et de 8 nouvelles cellules en système par aspiration créé en 2025.

Système boîtes aux lettres (palox fermé sur l'extérieur) avec un groupe froid et un mur intermédiaire humidificateur dans le couloir technique. Ce mur est composé d'une paroi alvéolée où l'eau circule en arrivant par le dessus, ruisselle sur cette paroi et est récupérée par une gouttière en bas. Ainsi l'air froid soufflé par les ventilateurs passe par ce mur humide pour se charger en eau et passe ensuite dans les palox de pommes de terre. L'air froid et humide ainsi poussé ne vient pas déshydrater les tubercules et limite la perte de poids de 1 à 2 % ce qui est très faible.



Une cellule de stockage système boîte aux lettres



Mur humidificateur dans le couloir technique



Pour atténuer les bruits de ventilation :
A gauche : Caisson au-dessus du ventilateur
A droite : dents sur les pales du ventilateur

Les pommes de terre sont également stockées dans des cellules avec un système par aspiration. Dans le schéma ci-dessous, l'air froid entre sur la partie haute du couloir technique puis en haut du bâtiment. Cet air est aspiré sur les côtés des palox pour arriver dans les couloirs d'aspiration créés à chaque fois par 2 rangées de palox et une bâche. Cet air initialement froid qui s'est réchauffé au contact des tubercules repart dans le couloir technique pour être évacué à l'extérieur. Les bâches sont initialement fixées en haut de la cellule par un système venant ensuite les abaisser sur les palox, limitant ainsi tous risques de chutes lors de la pause.



Une cellule de stockage système aspiration en cours de déstockage.

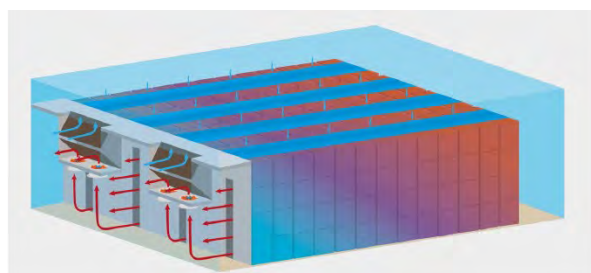


Schéma système aspiration lors de la phase de refroidissement (source Mooij Agro)

Un laveur de caisse était en démonstration. Celui-ci permet de nettoyer avec un désinfectant des palox d'1.80 et 2.40 m. Les temps de lavage peuvent être de 15, 30, 45 ou 75 secondes. Le volume d'eau nécessaire au nettoyage est d'environ 180 litres par palox. Cette machine est équipée d'un système de récupération de l'eau limitant ainsi la consommation d'eau.



Laveur de caisse

3/ VHM



VHM est une entreprise familiale créée en 2010 spécialisée dans la fabrication de remplisseur et retourneur de caisses, trémie tampon et automatisation.

Cette société commercialise avec 18 pays (en Europe et dans le sud du Canada principalement). 80 à 90 % de leurs fabrications sont dédiées aux pommes de terre, carottes et oignons.

Leurs procédés fonctionnent aussi bien pour des caisses en bois ou plastiques et les big bag.

Une ligne peut aller jusqu'à 7 modules placés côte à côte et équipé d'un seul boîtier de paramétrage. Exemple, un palox peut être amené pour être vidé et se retrouver en bout de ligne avec un produit fini pour partir en transport ou stockage.

Les programmations des machines sont réalisées en interne afin d'adapter les programmes en fonction des besoins des clients.

Le retourneur à palox est capable de lever jusqu'à 3 tonnes et de tourner à 360 degrés ce qui peut être intéressant pour l'égermage du plant.

Il existe également un module pour vider des big bag dans une trémie. Lors du remplissage de palox, les goulottes (2 à 4 selon la taille de palox) tombent à l'endroit où il n'y a de pale planche quand un autre palox sera positionné au-dessus, afin de ne pas écraser les tubercules. Le palox une fois rempli a donc 2 ou 4 petits dômes.



Automate distribuant les pièces nécessaires

Il faut compter 6 à 8 semaines pour produire une ligne. Un robot distribue les pièces nécessaires à l'assemblage (sur le même principe que les robots en pharmacie).

4 / MTS DERIKX AKKERBOUW



Derikx est producteur de 90 ha d'oignons et 45 ha de pommes de terre et production de plants. Il travaille avec d'autres producteurs sur environ 500 ha. Les bâtiments de stockages ont été construits en 2020 et 2023. Les portes latérales sont pleines et occupent toute la hauteur (et non sectionnelles). Cela permet de remplir les cellules à l'optimum jusqu'à la porte. La zone nécessaire pour la manipulation des derniers palox est possible avec le grand hall du milieu.

La ligne VHM à l'entrée du bâtiment est un remplisseur TwinFilt de caisse double sans empileur ni dépileur. Un tapis permet de distribuer à gauche ou à droite.

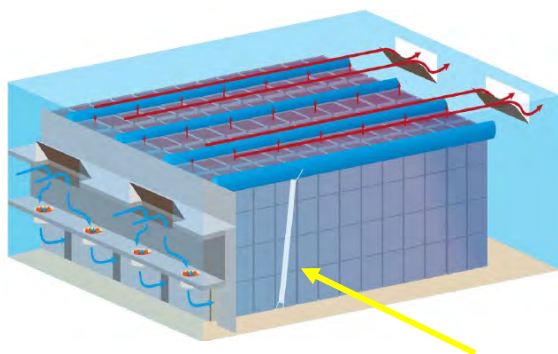


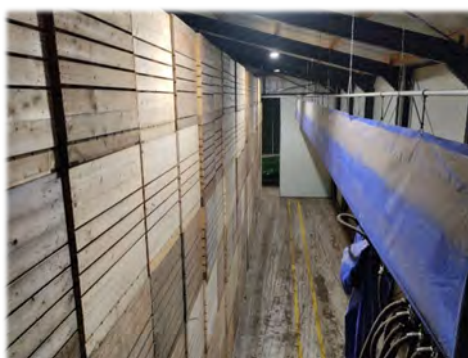
Schéma système air poussé avec Every-Air lors de la phase de refroidissement (source Mooij Agro)

Les pommes de terre sont stockées en palox avec air soufflé sous pression. L'air froid passe dans le couloir technique pour être poussé par les ventilateurs dans les couloirs créés par deux rangées de palox et refermés par le dessus avec une bâche gonflée. L'air froid se réchauffe au contact des tubercules, ressort en haut des palox et est évacué à l'extérieur. L'option du « Every-Air » permet d'aider à l'air d'être poussé soit au bout de la rangée de palox soit avant (comme sur le schéma) selon l'endroit à prioriser.

Le couloir est ainsi fermé par un coussin d'air en plastique gonflé via l'ouverture d'une valve, vertical et mobile sur un rail fixé en hauteur sous le coussin horizontal. Le stockage peut être réalisé jusqu'à 36 m de long.



Vue du dessus, 60 cm pour les couloirs avec la bâche gonflée et 20 cm entre les palox



Une partie du bâtiment étant vide permet de visualiser le système Every-Air

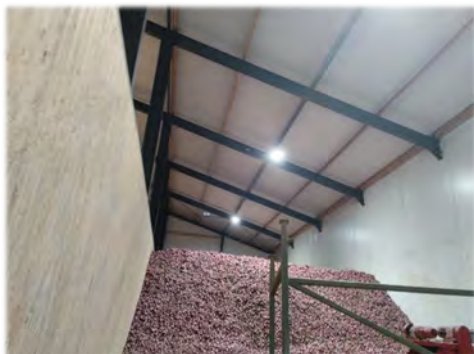




Une cellule a été utilisée pour du stockage temporaire précaire suite à un décalage de livraison. Les pommes de terre ont été mises en vrac entouré par un mur de palox.

Les pommes de terre n'ont pas encore reçu d'antigerminatif mais il sera prévu de l'ARGOS.

Stockage précaire de Fontane



Un des bâtiments contient deux cellules de stockage vrac (oignons jaunes à gauche et oignons rouges sur la droite) en gaines hors sol.

Stockage vrac oignon

Une autre partie des oignons est stockée palox dans un système de séchage par condensation. Deux radiateurs sèchent l'air qui est ensuite injecté dans le stockage pour sécher les oignons. L'objectif étant de diminuer l'humidité de l'air pour un séchage efficace.

Le couloir technique communique avec 2 cellules d'oignon. Il est équipé d'un seul groupe froid pour les 2 cellules. En fonction des besoins, le producteur peut orienter l'air vers une seule cellule ou les deux cellules à l'aide d'un système de volets roulants situé au niveau des couloirs de palox.



Groupe froid dans le couloir technique et à l'extérieur

Volets roulants pour cloisonner les couloirs entre les palox (3 volets sur la verticale)

5 / MOOIJ – AGRO

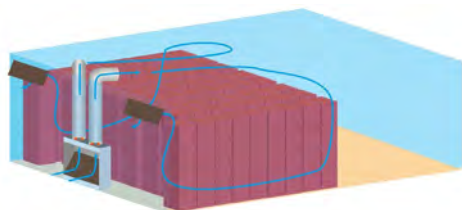


Mooij - Agro est une entreprise de fabrication de régulation et de ventilation pour le stockage des pommes de terre, oignons, carottes, ail et production de plants etc... Mooij fait partie du groupe Hotraco (spécialisé bâtiments poulaillers, serres horticoles...).

Mooij préconise l'utilisation de ventilateur EC pour diminuer la puissance de ventilation après la phase de séchage et de cicatrisation mais aussi lors de l'application des antigerminatifs. Les ventilateurs sont des IBM de 3.5 Kw avec 5 palmes d'1 mètre et un variateur de fréquence dans le moteur.

Ils proposent également la régulation via le Smart Energy Manager qui permet de choisir l'énergie favorable pour ventiler (éolienne, panneaux photovoltaïques etc..). La régulation peut être possible jusqu'à 16 cellules de stockage. Le Smart Cooling Manager est utilisé en présence de groupe froid (eau glycolée) avec une centrale générale pour gérer plusieurs bâtiments.

Présentation en salle des différents systèmes de ventilation en pommes de terre : air brassé avec cheminées, air aspiré et air poussé.



Le système de séchage par brassage d'air (très courant en France) demande plus de temps et d'heure de ventilation (1410 heures contre 915 heures avec l'aspiration ou air poussé).

Schéma « air brassé »

Avec le système par aspiration, lors de la phase de refroidissement, ceux sont les palox du bord qui sont les plus froids en 1^{er}. Tandis que par le système « air poussé », ceux sont les palox à l'opposé du couloir technique qui se refroidissent en 1^{er}.

Afin d'être plus homogène, Mooij propose l'option du « Every-Air » pousse l'air soit au bout de la rangée ou avant selon la position du coussin vertical (expliqué pages 7 et 8 de ce compte rendu).

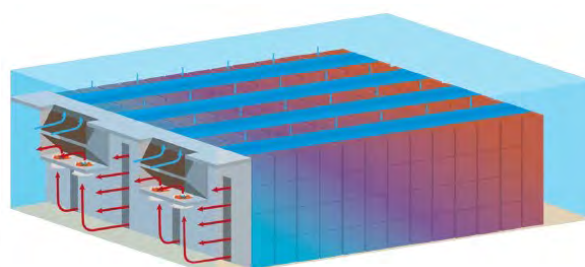
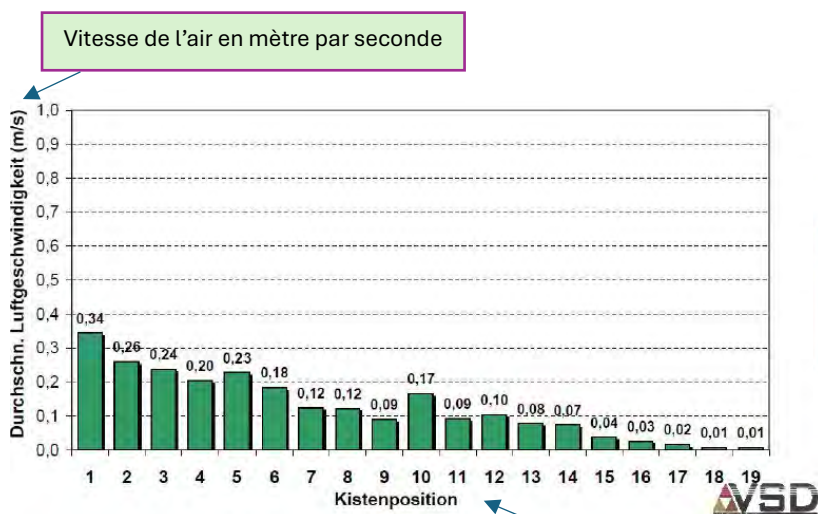
Via un organisme VSD, la société Mooij a fait mesurer la vitesse de l'air passant dans les palox selon la rangée de palox. L'objectif étant de vérifier la qualité de ventilation quelque soit l'endroit où se trouve le palox de pommes de terre.

Les résultats sont présentés sur la page suivante. D'après les chiffres présentés par VSD, la distribution de l'air est plus efficace avec l'air poussé par rapport à l'aspiration (histogramme 1 et 2). Mais celle-ci reste hétérogène. Des palox se retrouvent trop secs tandis que d'autres ne le sont pas encore.

Pour rappel, l'hétérogénéité amène des différences de températures de stockage et d'humidité relative favorisant ensuite la condensation dans le stockage.

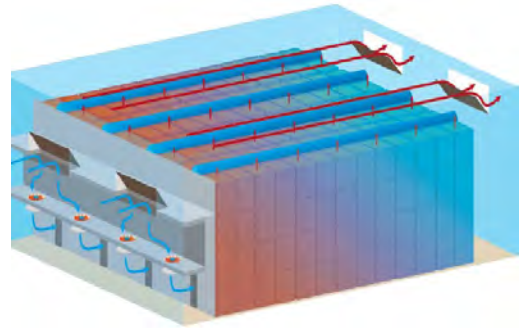
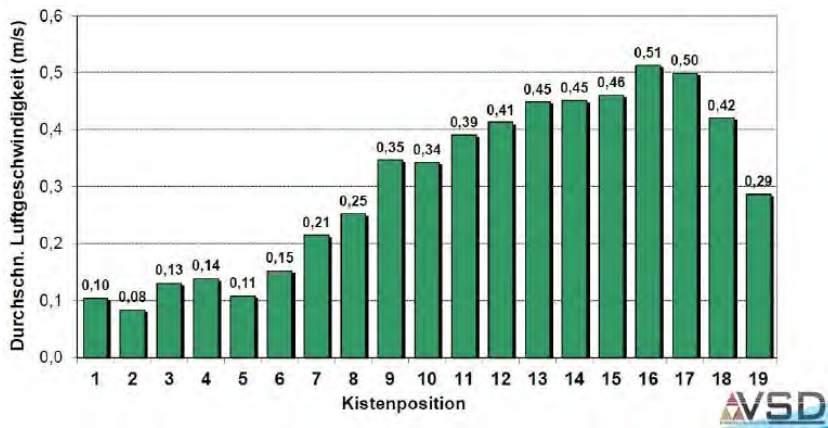
Dans le 3^{ème} histogramme : L'air semble réparti de façon plus homogène avec l'option « Every-Air » (le coussin d'air gonflable positionné vertical et mobile afin de forcer l'air à aller dans une zone du stockage).

Système aspiration

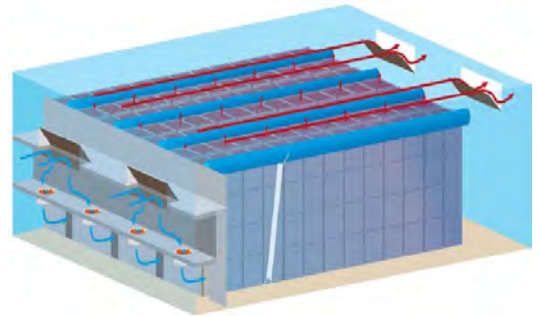
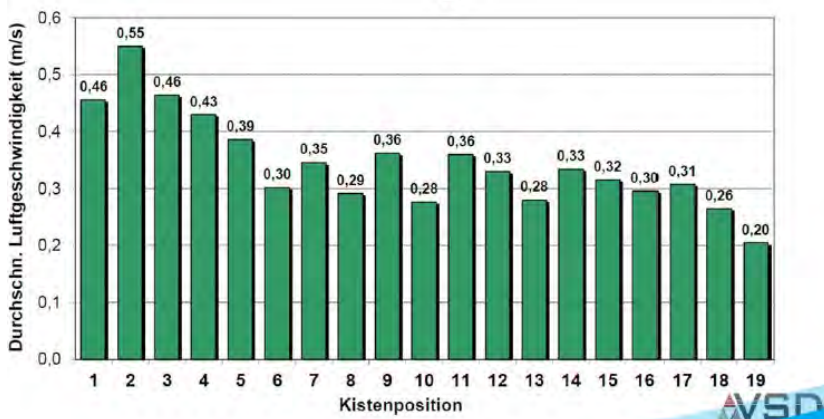


Numéro de la rangée de palox

Système air poussé



Système air poussé avec Every-Air



6 / DE WAOG



Lavage et conditionnement
des patates douces

De Waog est un producteur Bio de Patates douces, pommes de terre, oignon, chou cabus, citrouille, poireau... C'est une exploitation familiale qui a démarré avec 1 ha en vente directe avec des paniers et qui aujourd'hui arrive à 70 ha.

La culture de patate douce a débuté en 2014 pour remplacer la culture de champignons. La production est en moyenne de 1 000 T/an pour le marché du frais. Ce produit permet de garder le personnel toute l'année avec une récolte en septembre puis un déstockage de mai à octobre. La particularité à la récolte est le faible débit de chantier qui est de 1.2 tonne à la journée, 9 personnes sont nécessaires sur l'arracheuse pour trier et déposer les patates douces dans les palox afin de limiter les endommagements



Le producteur a contacté Mooij pour améliorer la conservation de la patate douce (aménagement des bâtiments, conseil de ventilation ...). Dans un 1^{er} temps, le stockage des patates douces était réalisé dans les anciennes cellules de stockage des champignons aménagées à cet effet avec un système d'aspiration.

Système aspiration, palox en cours de déstockage

Puis, un nouveau bâtiment a été créé en 2024 avec 4 cellules de stockages de 300 T réfrigérées avec un système de séchage par condensation (système identique au fonctionnement d'une pompe à chaleur réversible). La patate douce doit être séchée à 29 °C puis refroidie pour être conservée à 13°C pendant 8 mois. La lecture du CO₂ est un indicateur de la levée de dormance de la patate douce. Le séchage par condensation permet d'atteindre 29°C lors de la mise en stockage en 28 à 36 heures.

A l'avenir, avec le coût de l'énergie extrêmement cher aux Pays-Bas le producteur souhaite investir dans des panneaux photovoltaïques avec une batterie de stockage.



Système air poussé par séchage par condensation



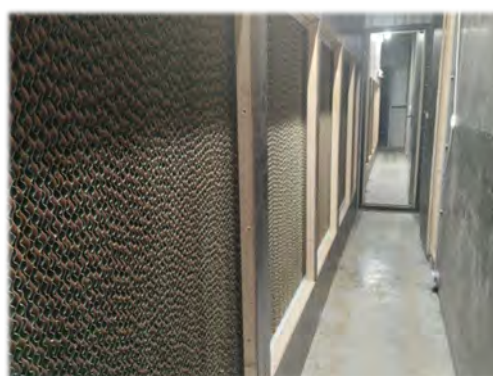
serpentin de chauffage dans le couloir technique (1^{er} étage)



Pompe à chaleur réversible



Mur humidificateur au début de la mise en route (début d'écoulement)



Mur humidificateur au rez-de-chaussée du couloir technique. Les photos ont été prises au niveau de la cloison du mur humidificateur séparant le couloir technique en deux dans sa longueur

CONCLUSIONS

Le voyage d'étude a permis de découvrir les innovations dans le stockage de la pomme de terre et oignons. Les producteurs se sont ainsi interrogés sur la faisabilité ou adaptation sur leur exploitation. Les objectifs étant de produire de la qualité en diminuant les charges de stockage (dont le poste de l'énergie) tout en gardant une performance et rentabilité.

PROagri

POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN

PRODUCTIONS VÉGÉTALES

Avec Quali'Conseil, prenez les bonnes décisions au bon moment !

Restez informé pour mieux
protéger vos cultures.

Recevez une information juste
et actualisée.

Bénéficiez de conseils
adaptés et de préconisations
ciblées avec les bulletins
stratégiques Quali'Conseil
(culture, culture
et miléos®, stockage).

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr
service.pommedeterre@npdc.chambagri.fr
03 21 52 83 99



CHAMBRES
D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE



PROagri

POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN



ÉNERGIE

Exploitez tout le potentiel de vos bâtiments avec le photovoltaïque

Profitez d'un
accompagnement
sur mesure, de l'étude au suivi
technico-économique.

Transformez vos bâtiments
en sources d'énergie
et de revenus durables.

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr
angelique.urbaniaak@npdc.chambagri.fr
03 27 21 46 85



CHAMBRES
D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE

VOS SPÉCIALISTES POMMES DE TERRE

Responsable du service pommes de terre, MILEOS®

Benoît HOUILLIEZ
06 84 97 10 17
benoit.houilliez@npdc.chambagri.fr

Démarches qualité, volet économique, Bulletin de Santé du Végétal Pommes de Terre®

Christine HACCART
06 74 35 36 52
christine.haccart@npdc.chambagri.fr

Accompagnement, gestion du stockage

Florine DELASSUS
06 82 08 70 17
florine.delassus@npdc.chambagri.fr

Stockage, conception bâtiments de stockage et montage dossiers de subvention

Hervé PHILIPPO
06 43 60 97 73
herve.philippo@npdc.chambagri.fr

Variétés

Samuel BUECHE
06 85 08 78 30
samuel.bueche@npdc.chambagri.fr

Agriculture biologique

Clémence LECLERCQ
06 33 17 59 77
clemence.leclercq@npdc.chambagri.fr

Expérimentations

Jérémy MONCHY
06 85 08 61 03
jeremy.monchy@npdc.chambagri.fr

VOS CONTACTS LOCAUX

Calais / Saint-Omer

Guillaume DECUREQUY
07 88 10 81 43
guillaume.decurequy@npdc.chambagri.fr

Ternois

Christophe GUILLE
06 84 70 54 12
christophe.guille@npdc.chambagri.fr

Flandre Maritime

Florence COULOUMIES
06 68 63 60 48
florence.couloumies@npdc.chambagri.fr

Béthune / Aire

Olivier LESAGE
07 86 84 64 49
olivier.lesage@npdc.chambagri.fr

Flandre Intérieure

Olivier LESAGE
07 86 84 64 49
olivier.lesage@npdc.chambagri.fr

Lille

Aurélien HONORE
06 84 68 99 17
aurelien.honore@npdc.chambagri.fr

Scarpe / Hainaut

Marion BECUWE
06 81 91 72 04
marion.becuwe@npdc.chambagri.fr

Artois

Lisa HOLLOSI
06 77 67 31 09
lisa.hollosi@npdc.chambagri.fr

Avesnes-le-Comte

Lisa HOLLOSI
06 77 67 31 09
lisa.hollosi@npdc.chambagri.fr

Montreuil

Charles SAGNIER
06 47 32 79 35
charles.sagnier@npdc.chambagri.fr

Cambrai

Aliénor DE POURCQ
06 40 81 95 16
alienor.de-pourcq@npdc.chambagri.fr

Haut-Pays

Julie SPECHT
07 86 84 64 91
julie.specht@npdc.chambagri.fr

CONSEILLERS SPÉCIALISÉS

Agronomie

Anthony CARNEAU
Conseiller érosion
anthony.carneau@npdc.chambagri.fr

Pierre MORTREUX

Agronome
pierre.morteaux@npdc.chambagri.fr

Laurent SALMON

Conseiller
laurent.salmon@npdc.chambagri.fr

Aristide RIBAUCCOUR

Conseiller en Agriculture
de conservation des sols
aristide.ribaucour@npdc.chambagri.fr

Biodiversité

Pauline LEBECQUE

Conseillère
pauline.lebecque@npdc.chambagri.fr