



Pommes de terre
Année 2025



POMMES DE TERRE

**EXPÉRIMENTATIONS EN STOCKAGE
ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES**

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr



CHAMBRES
D'AGRICULTURE
HAUTS-DE-FRANCE



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

- P.01** Comportement variétal au stockage 2024
- P.15** Zoom sur la perte de poids
et les temps de ventilation 2023
- P.19** La perte de poids et la couleur à la cuisson
de 4 Stockages 2024
- P.24** Les consommations d'énergie
et leurs impacts en stockage 2024
- P.34** Évolution des coûts de stockage Systerre® 2023

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 2023-2025.

Document rédigé par le :

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

STOCKAGE VARIETES

Essai 2024-2025



OBJECTIFS

La conservation des pommes de terre passe dans un premier temps par le choix variétal et la durée de la dormance qui y correspond. Ensuite, l'utilisation d'inhibiteur 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. L'objectif de cet essai est, dans un premier temps, de comparer la dormance des variétés en condition de stockage avec ou sans inhibiteurs. Dans un second temps la sensibilité au sucrage est évaluée 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 Croisette (Ternois-62) en absence d'hydrazide maléique. 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 de stockage, l'objectif étant d'évaluer la dormance.
- **Stockage n°2 : Bâtiment** de stockage isolé et ventilé à 7,3°C ayant reçu des applications d'antigerminatifs. L'objectif est de juger de l'efficacité et la sélectivité des applications.

1. CONTEXTE DE L'ANNEE

L'année 2024 est caractérisée par une plantation tardive à la suite d'un printemps humide suivi d'un été doux sans stress hydrique ni amplitude thermique élevée. La culture n'a donc pas subi de stress végétatif. La pression mildiou a cependant été intense. La récolte s'est déroulée assez tôt en saison malgré les plantations tardives. En stockage, les premiers signes de démarrage de germination sont constatés en décembre.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions

Date	Produit / dose	Commentaires
15/10/2024		Mise en place des variétés dans le stockage
02/12/2024		1 ^{ère} notation
06/01/2025		2 ^{ème} notation
03/02/2025		3 ^{ème} notation
19/02/2025	Dormir (1,4 DMN) 20 ml/t	Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 4 mois
03/03/2025		4 ^{ème} notation du lot stocké dans le stockage n°2
28/03/2025		4 ^{ème} notation et dernière notation du lot stocké dans le stockage n°1
02/04/2025		5 ^{ème} notation dans le stockage n°2
18/04/2025	Dormir (1,4 DMN) 15 ml/t	Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 6.5 mois
05/05/2025		6 ^{ème} notation dans le stockage n°2

1. VARIETES DE CONSOMMATION

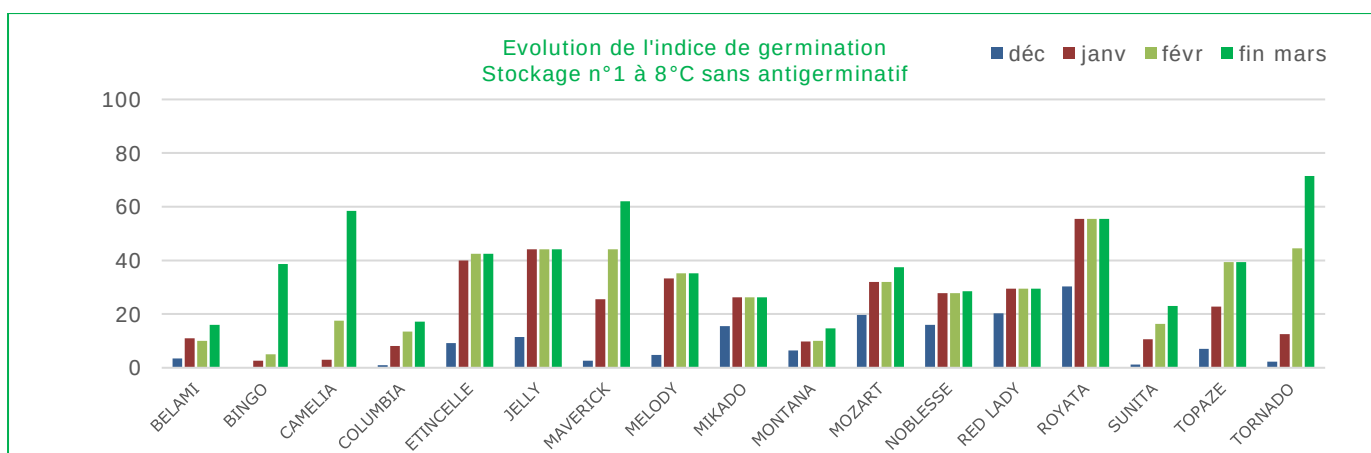
1.1. Indice de germination

Les notations ont démarré le 2 décembre un mois et demi après la mise en stockage des variétés puis chaque mois (6 janvier, 3 février, 3 et 28 mars, 2 avril et 5 mai). L'indice de germination est calculé selon 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.

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. Cependant, l'indice de germination est en moyenne de 35 au mois de mars ce qui est bien inférieur à 2023 à la même période où plusieurs variétés avaient un indice supérieur à 60.

Stockage n°1 à 8°C :

La pression germinative est moins forte qu'en 2023. La germination a démarré doucement en décembre pour s'accroître en janvier. En janvier, c'est la variété BINGO qui a le moins germé, suivie des variétés CAMELIA et COLOMBIA. En mars, les variétés TORNADO, MAVERICK et CAMELIA dépassent l'indice de 58 avec une proportion de germe supérieurs à 50 mm importante. BELAMI, COLOMBIA et MONTANA sont les 3 variétés ayant le moins germées.

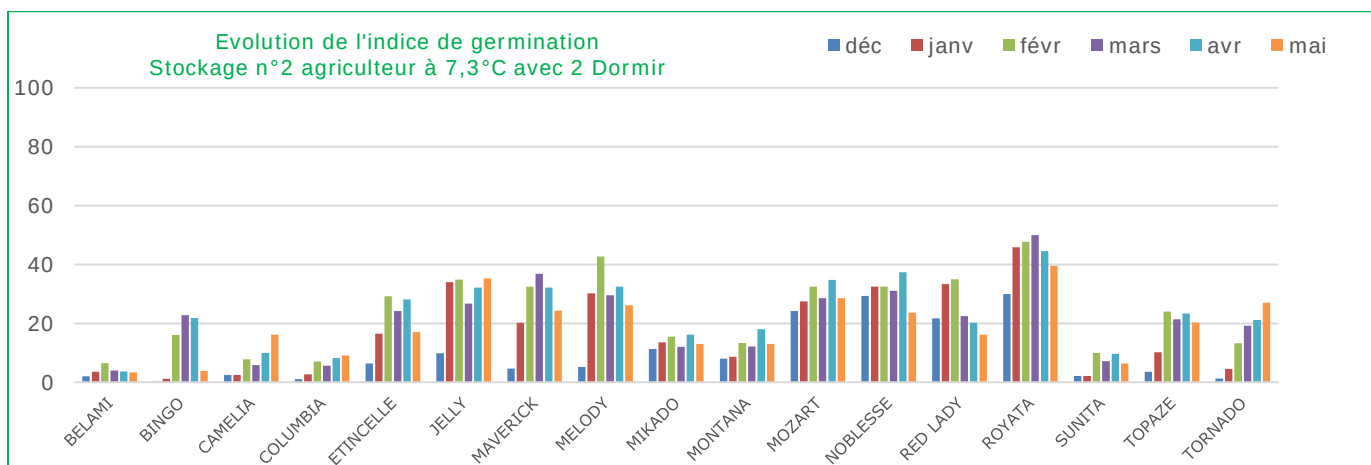


Stockage n°2 à 7,3°C + 2 Dormir : (applications Dormir le 19 février et 18 avril)

Les démarrages de germinations sont observés en décembre. En janvier, les variétés ROYATA et JELLY ont un indice de germination élevé en comparaison des autres variétés. Les applications du Dormir ont permis de contrôler cette germination qui n'a pas beaucoup évolué ensuite sur l'ensemble des variétés. 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.



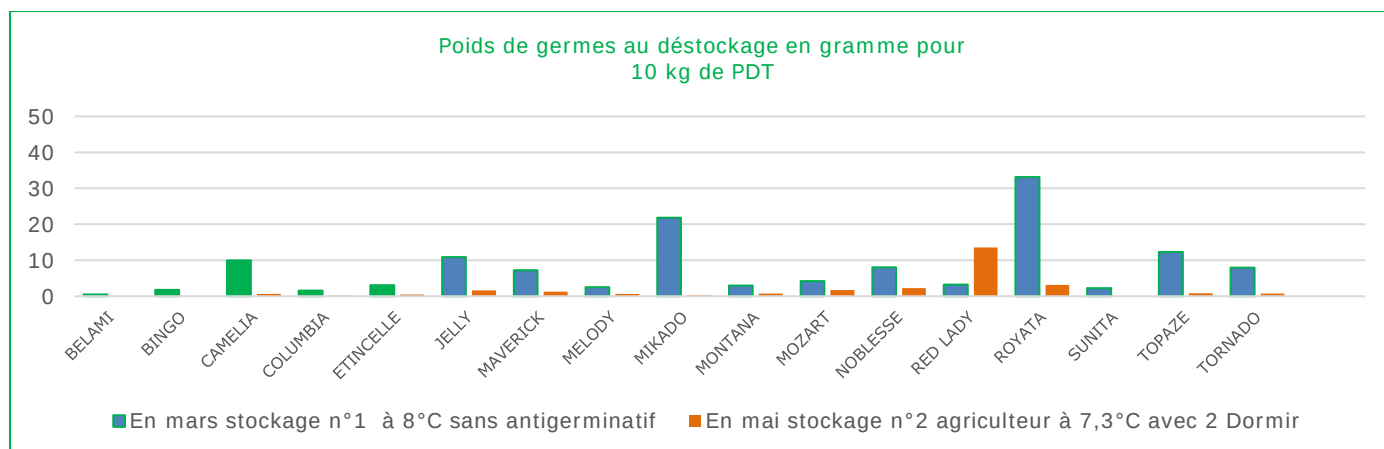
extrémité d'un grand germe brûlé, petits germes brûlés par le Dormir et nouveaux points blancs



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 28 mars pour le stockage n°1 et le 5 mai pour le stockage n°2

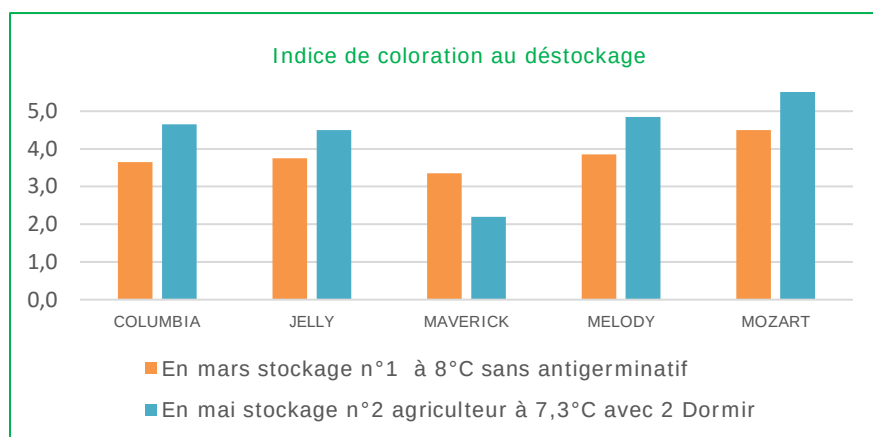
L'intensité de germination est la plus importante pour les variétés ROYATA, TOPAZE et JELLY en mars dans le stockage n°1 à 8°C. L'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps. En effet, les poids de germe en mars sont beaucoup plus bas que le stockage n°1. Comme en 2023, BELAMI et BINGO ont un poids de germe nul car aucun des germes présents ne dépassait le 2 millimètres, taille limite pour la pesée



1.3 Impact du stockage sur la couleur des frites

Dans le cadre de l'essai, nous avons souhaité vérifier 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.

Seule la variété MAVERICK dans le stockage n°2 avec l'application de Dormir a un faible indice de coloration (2.2). Le reste de l'essai a un indice de coloration élevé supérieur à 3.



Coupe frite pour la notation coloration



Test coloration MELODY

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. Au déstockage le 5 mai, une notation spécifique a eu lieu pour évaluer la présence de brûlure suites à l'application de deux passages de Dormir dans le stockage n°2.

Pour chaque variété, 20 tubercules ont été notés sur une échelle de 0 à 3 (0 = aucun brûlure, 1 = une trace de brûlure après un épluchage, 2 = brûlure encore présente après 2 épluchages, 3 = brûlure encore présente après 3 épluchages) après épluchage de la couronne (la partie haute du tubercule, à l'opposé du stolon) et sur un œil. 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, BELAMI et SUNITA ont présenté un léger symptôme de brûlure avec respectivement 21 % des tubercules en note 1 pour MOZART et 5% en note 1 pour BELAMI et SUNITA



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	déstockage			
BELAMI	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	3,5	16,0	0,5	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	2,0	3,3	0,0	-	0%
BINGO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,0	38,7	1,8	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,3	3,8	0,0	-	0%
CAMELIA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,0	58,5	9,9	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	2,5	16,2	0,7	-	0%
COLUMBIA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,0	17,2	1,6	3,7	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	1,0	9,1	0,2	4,7	0%
ETINCELLE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	9,2	42,5	3,1	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	6,3	17,0	0,5	-	0%
JELLY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	11,5	44,2	10,9	3,8	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	9,8	35,3	1,6	4,5	0%
MAVERICK	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	2,7	62,0	7,2	3,4	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	4,7	24,3	1,3	2,2	0%
MELODY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	4,8	35,2	2,5	3,9	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	5,2	26,2	0,7	4,9	0%
MIKADO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	15,6	26,3	21,8	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	11,3	13,0	0,3	-	0%
MONTANA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	6,5	14,7	3,0	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	8,0	13,0	0,7	-	0%
MOZART	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	19,7	37,5	4,2	4,5	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	24,2	28,6	1,7	5,6	0%
NOBLESSE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	16,0	28,5	8,0	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	29,3	23,7	2,3	-	0%
RED LADY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	20,3	29,5	3,3	4,6	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	21,7	16,2	13,5	5,0	0%
ROYATA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	30,3	55,5	33,1	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	30,0	39,5	3,2	-	0%
SUNITA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,2	23,0	2,2	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	2,2	6,3	0,0	-	0%
TOPAZE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	7,0	39,3	12,3	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	3,5	20,3	0,9	-	0%
TORNADO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	2,3	71,5	7,9	-	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	1,3	27,0	0,7	-	0%

2. VARIETES D'INDUSTRIES

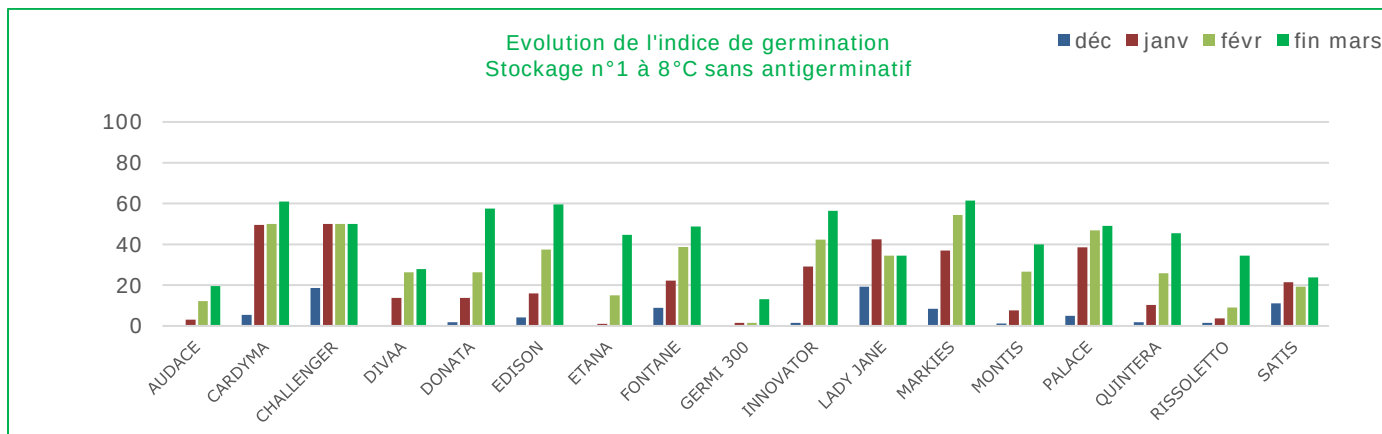
2.1. Indice de germination

Les dates de notations sont identiques aux variétés de consommation soit les 2 décembre, 6 janvier, 3 février, 3 et 28 mars, 2 avril et 5 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 avec une légère accélération en janvier et mars. La pression germinative est moins forte qu'en 2023 aux mêmes périodes de l'année

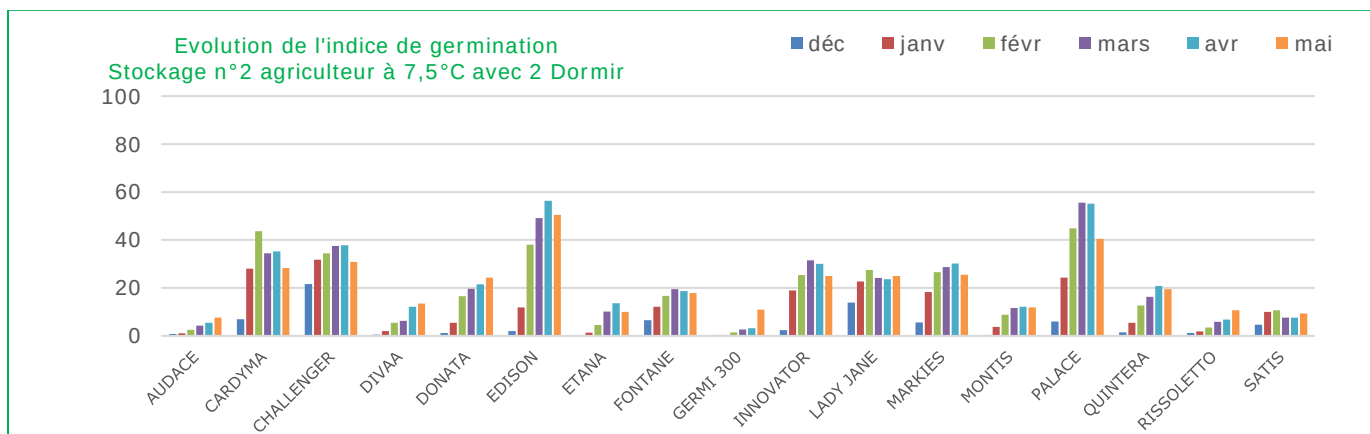
Stockage n°1 à 8°C :

C'est à partir de janvier que nous pouvons constater les différences entre les variétés. Les 3 variétés ayant un indice de germination supérieur à 58 au déstockage sont MARKIES, CARDYMA et EDISON. En mars, seules les variétés GERMI300, AUDACE, SATIS et DIVAA restent en dessous de l'indice 30.



Stockage n°2 à 7,3°C + 2 Dormir : (applications Dormir le 19 février et 18 avril)

Les indices de germination sont plus faibles dans ce stockage. EDISON, PALACE et CHALLENGER sont les plus nerveuses. La moitié des variétés ont terminé au mois de mai sous le seuil de l'indice 20.

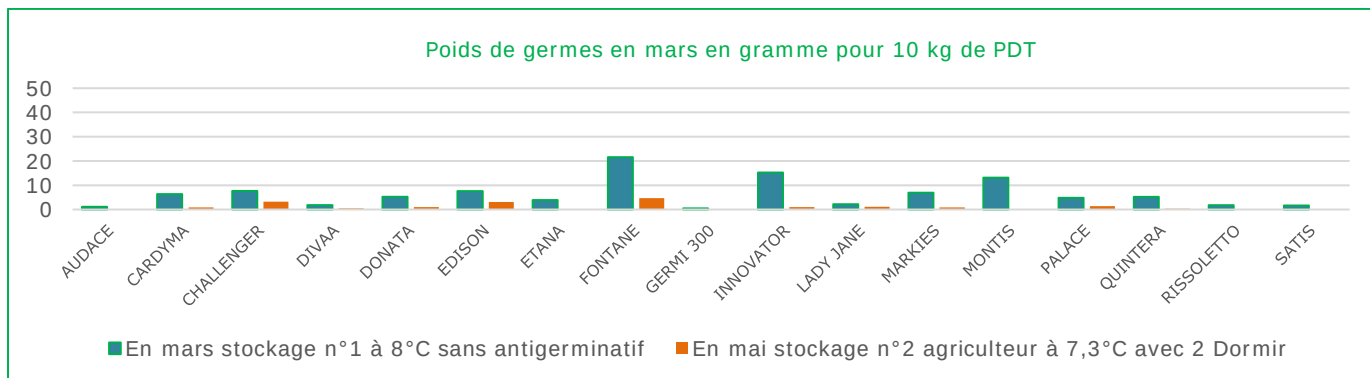


2.2. Poids de germe

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le poids de germes au déstockage le 28 mars pour le stockage n°1 et le 5 mai pour le stockage n°2 sur l'ensemble des variétés.

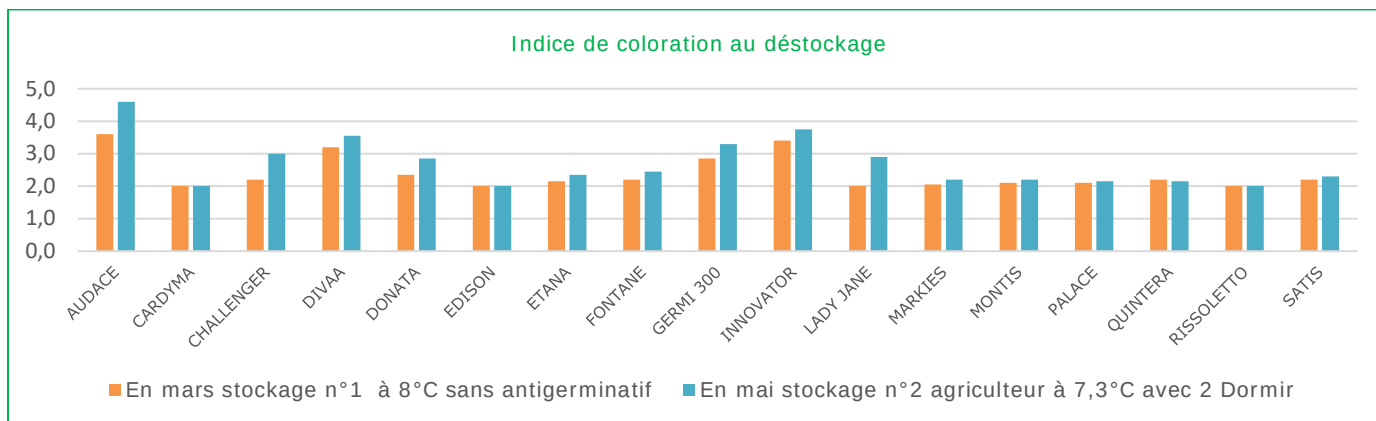
Le poids de germe est relativement faible en 2024. FONTANE, INNOVATOR et MONTIS sont les 3 variétés avec un poids de germe supérieur à 10 g pour 10 kg de pommes de terre dans le stockage n°1 sans antigerminatif. Ces valeurs sont très acceptables.

Avec l'application de deux 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 5 g 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



MONTIS



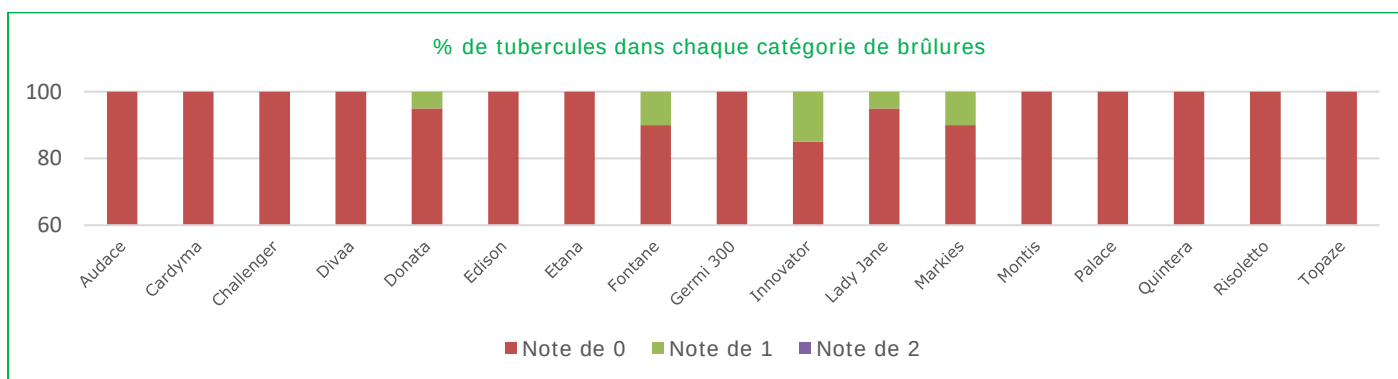
EDISON

Au cours de ce test de friture, CARDYMA, EDISON et RISSOLETTO sont les 3 variétés n'ayant pas eu de couleur à la friture. L'indice a évolué pour la majorité des variétés dans le stockage n°2. Cela s'explique par la durée de conservation plus longue de 2 mois qui peut induire une coloration liée au vieillissement du tubercule.

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, l'emploi de l'éthylène n'est validé uniquement que sur les variétés MARKIES, MAGNUM et FONTANE jusqu'à présent.

2.4 Sélectivité dans le stockage n°2

La notation sélectivité a également été réalisée sur les variétés d'industries. Aucune d'entre elle n'a présenté de brûlures importantes



Aucune variété n'a eu des brûlures graves au DORMIR (note supérieure à 2). INNOVATOR, MARKIES, FONTANE, LADY JANE et DONATA ont présenté un léger symptôme de brûlure avec respectivement 15 % des tubercules en note 1 pour INNOVATOR, 10% en note 1 pour MARKIES ET FONTANE et 5% en note 1 pour DONATA et LADY JANE

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	déstockage			
AUDACE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,3	19,5	1,1	3,6	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,8	7,7	0,1	4,6	0%
CARDYMA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	5,5	61,0	6,3	2,0	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	7,0	28,2	0,9	2,0	0%
CHALLENGER	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	18,7	50,0	7,6	2,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	21,7	30,8	3,2	3,0	0%
DIVAA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,0	27,9	1,8	3,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,5	13,5	0,4	3,6	0%
DONATA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,8	57,5	5,2	2,4	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	1,2	24,3	0,9	2,9	0%
EDISON	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	4,2	59,5	7,6	2,0	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	2,0	50,5	3,2	2,0	0%
ETANA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,0	44,7	3,9	2,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,2	10,0	0,0	2,4	0%
FONTANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	8,8	48,7	21,6	2,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	6,5	17,8	4,7	2,5	0%
GERMI 300	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0,0	13,2	0,5	2,9	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,3	17,8	0,2	3,3	0%
INNOVATOR	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,5	56,5	15,3	3,4	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	2,3	11,0	0,9	3,8	0%
LADY JANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	19,2	34,5	2,2	2,0	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	13,8	25,0	1,1	2,9	0%
MARKIES	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	8,3	61,5	6,9	2,1	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	5,7	25,0	0,8	2,2	0%
MONTIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,2	40,0	13,1	2,1	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	0,3	25,5	0,2	2,2	0%
PALACE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	5,0	49,0	4,8	2,1	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	6,0	11,9	1,3	2,2	0%
QUINTERA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,8	45,5	5,2	2,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	1,5	40,5	0,4	2,2	0%
RISSOLETTO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1,5	34,5	1,8	2,0	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	1,2	19,5	0,1	2,0	0%
SATIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	11,0	23,8	1,7	2,2	-
	n°2 à 7,3 °C + 2 Dormir	4,7	10,7	0,0	2,3	0%

STOCKAGE VARIETES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Essai 2024-2025



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.

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 agriculture biologique.



Mise en stockage des variétés
le 10 décembre 2024



MODALITES TESTEES

25 variétés ont été sélectionnées dont 13 de consommation, 9 d'industrie et 3 de chair ferme afin de tester leurs comportements au stockage en conduite biologique. L'essai de pomme de terre en stockage provient de la Chambre d'agriculture de la Somme. L'essai a été mené avec irrigation.

Après récolte le 23 octobre et calibrage le 6 décembre, les variétés ont été placées dans deux lieux de stockages différents le 10 décembre. Les températures de stockage sont les mêmes sur les deux sites. Sur un des deux lieux de stockage, des traitements antigerminatifs à l'huile de menthe (BIOX M) ont été effectués. Les mêmes variétés ont été comparées sur les deux sites afin d'observer leur comportement au stockage avec et sans antigerminatif.

- **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 2024 est caractérisée par une plantation tardive dues aux précipitations de février à mai très élevées, ce qui a initié le mildiou très tôt. La plantation a été suivie par un mois de juin dans la normale, mais légèrement plus frais. Le mois de juillet affiche une pluviométrie importante alors qu'en août, un temps sec a pu limiter le mildiou. Enfin, dès septembre, la pluie repart de plus belle ce qui a compliqué la récolte.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions dans le stockage n°2

Date	Produit / dose	Commentaires
10/12/2024		Mise en place des variétés dans le stockage
17/12/2024	BIOX M à 90 ml/T	Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 7 jours
13/01/2025		1 ^{ère} notation
15/01/2025	BIOX M à 90 ml/T	Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 1 mois
12/02/2025		2 ^{ème} notation
21/03/2025		3 ^{ème} notation

Les **dates de notations** sont identiques pour les deux lieux de stockage.

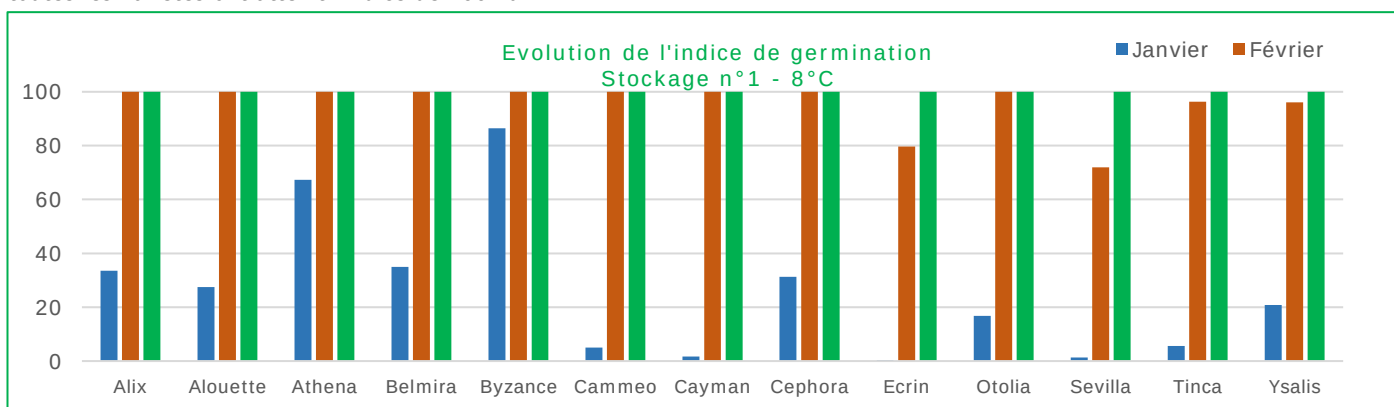
3. VARIETES DE CONSOMMATION

3.1. 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.

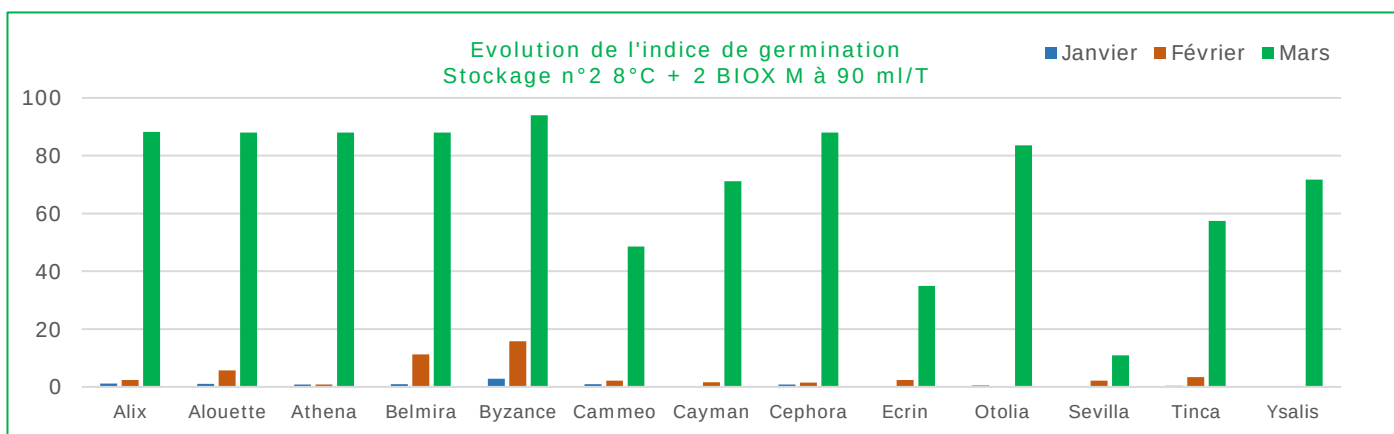
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré rapidement en janvier pour ATHENA et BYZANCE. Le maintien de la température de consigne par le groupe froid a permis de limiter la progression de la germination des autres variétés. On constate que la majorité des variétés se trouvent limitées dans leur conservation en février, les indices de SEVILLA et ECRIN n'atteignent pas encore les 100%. En mars, toutes les variétés ont atteint l'indice de 100 %.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 17 décembre et 15 janvier)

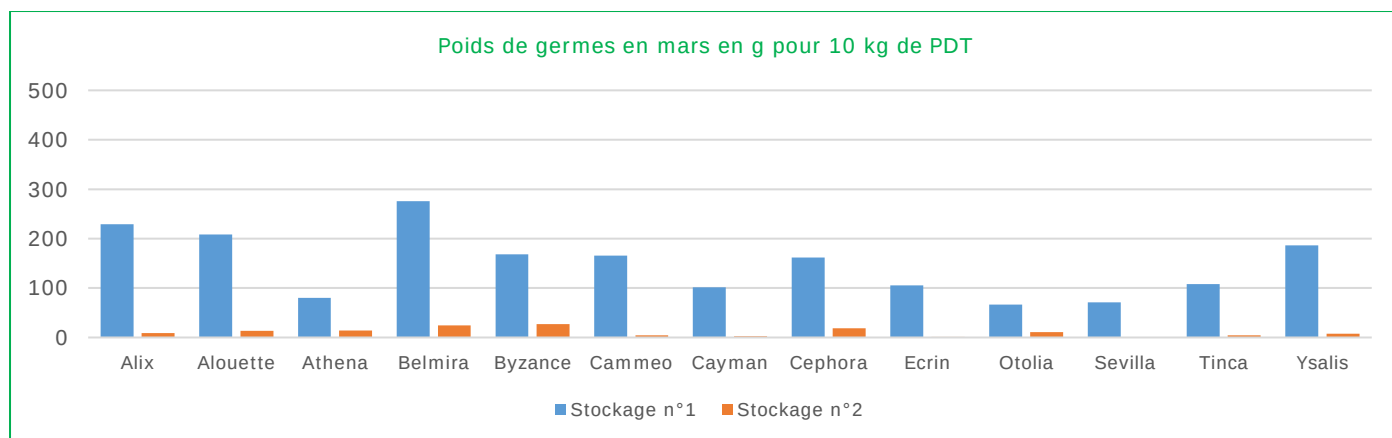
C'est en février que les variétés commencent à germer telles que BELMIRA et BYZANCE qui ont des indices se rapprochant des 15%. On remarque que les applications de BIOX M ont permis de limiter la germination des variétés qui a évolué progressivement jusqu'en mars. L'indice de germination de SEVILLA n'atteint même pas les 15%, alors que les indices des autres variétés se retrouvent entre 35 et 94% en mars.



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 21 mars.

Dans le graphique de la page suivante, nous pouvons constater que l'intensité de germination est la plus importante pour les variétés ALOUETTE, ALIX et BELMIRA dans le stockage n°1, qui atteignent 200 g à presque 300 g. Dans l'ensemble, l'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules puisqu'il y a en moyenne 130 g en moins par rapport au stockage n°1. 9 variétés ont des poids de germe inférieurs à 15 g dans le stockage n°2 alors que dans le stockage n°1, le minimum est de 76 g détenu par SEVILLA.



Variété BELMIRA le 12 février (2^{ème} notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite



Variété BYZANCE le 12 février (2^{ème} 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 21 mars
		13-janv	21-mars	
ALIX	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	34	100	229
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	88	9
ALOUETTE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	27	100	208
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	88	13
ATHENA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	67	100	80
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	88	14
BELMIRA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	35	100	276
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	88	25
BYZANCE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	86	100	168
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	3	94	27
CAMMEO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	5	100	166
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	49	5
CAYMAN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	2	100	101
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	71	3
CEPHORA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	31	100	162
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	88	19
ECRIN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0	100	106
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	35	1
OTOLIA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	17	100	66
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	84	11
SEVILLA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	1	100	71
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	11	1
TINCA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	6	100	108
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	57	4
YSALIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	21	100	186
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	72	8

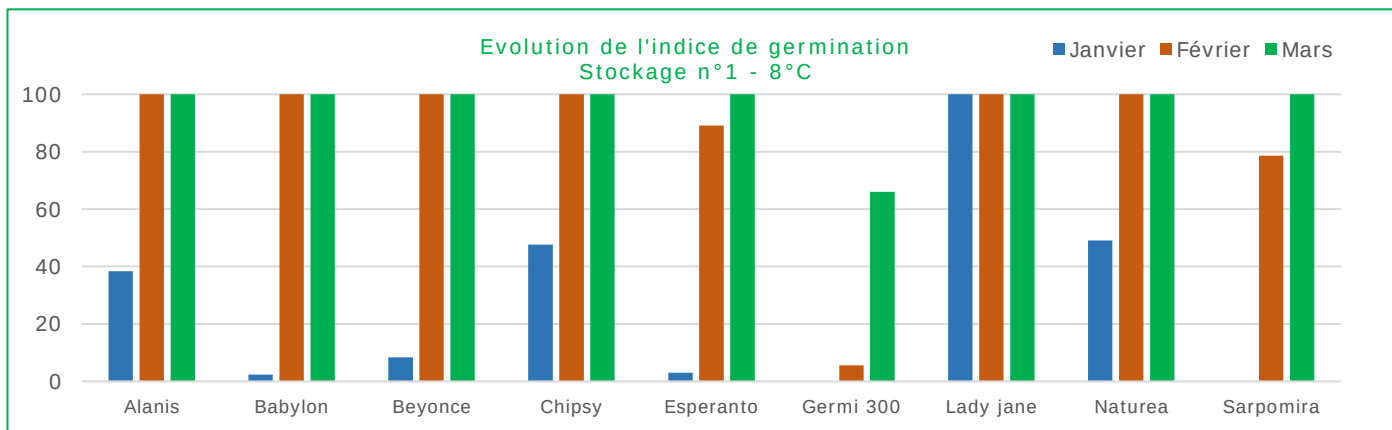
4. VARIETES D'INDUSTRIES

4.1. Indice de germination

Les notations ont démarré 1 mois après la mise en stockage des variétés (voir tableau 2.). L'indice de germination est calculé selon 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.

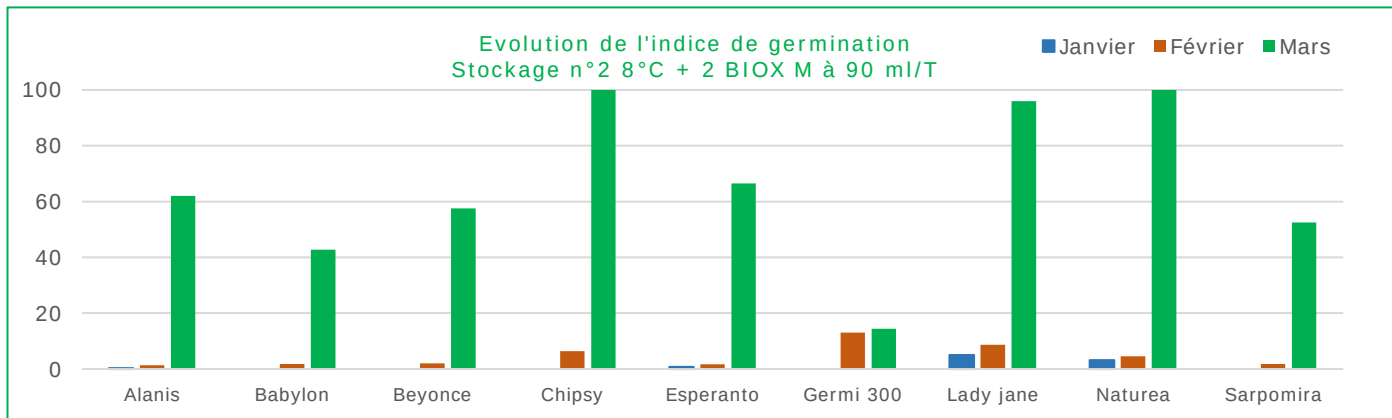
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré rapidement en janvier pour LADY JANE qui atteint directement les 100 %. Le maintien de la température de consigne par le groupe froid a permis de limiter la progression de la germination des autres variétés. On constate que la plupart des variétés se trouvent limitées dans leur conservation en février, seule GERMI 300 a un indice faible de 6%. En mars, toutes les variétés ont atteint un indice de 100 % sauf GERMI 300 qui ne dépasse pas les 66%.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 17 décembre et 15 janvier)

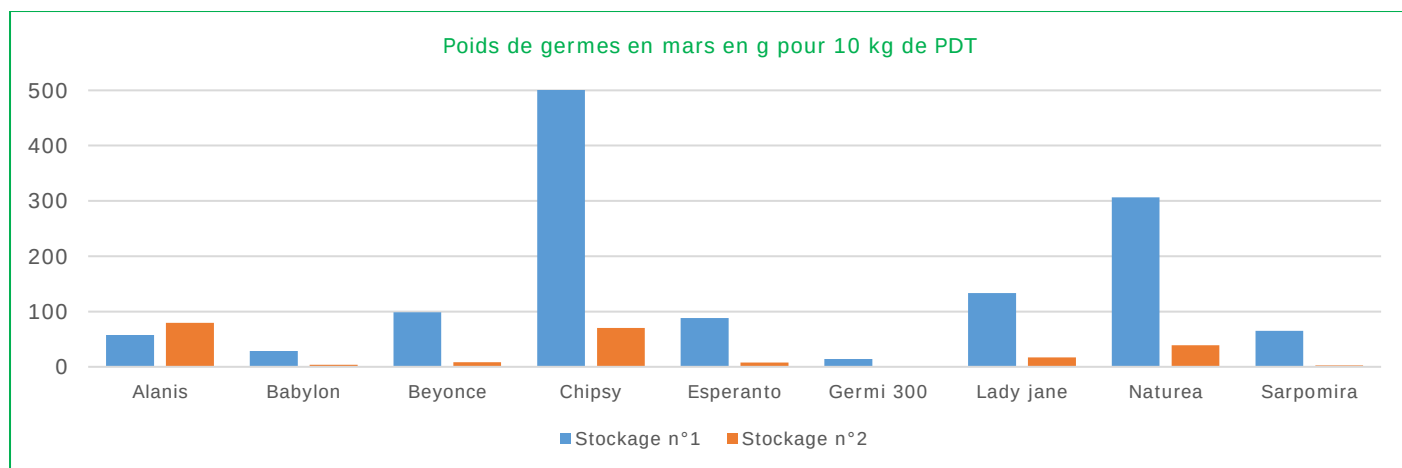
C'est en février que les variétés commencent légèrement à germer comme GERMI 300, LADY JANE et CHIPSY qui ont des indices se rapprochant des 15%. On remarque que les applications de BIOX M ont permis de limiter la germination des variétés qui a évolué progressivement jusqu'en mars, mais les indices de CHIPSY, LADY JANE et NATUREA atteignent voire sont très proches des 100%. Seule GERMI 300 n'atteint même pas les 15%, alors que les indices des autres variétés se retrouvent entre 43 et 100%.



4.2. 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 lieu au déstockage le 21 mars.

Dans le graphique de la page suivante, nous pouvons constater que l'intensité de germination est la plus importante pour les variétés CHIPSY et NATUREA dans le stockage n°1 à 8°C. Dans l'ensemble, l'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules puisqu'il y a en moyenne 122 g en moins par rapport au stockage n°1. L'antigerminatif n'a pas limité le poids de germe de la variété ALANIS, elle doit rapidement partir en industrie après la récolte. 5 variétés ont des poids de germe inférieurs à 10 g dans le stockage n°2 alors que dans le stockage n°1, le minimum est de 14 g détenu par GERMI 300. Malgré le débouché industrie de cette dernière, contrairement aux autres variétés, elle peut être sorti plus tard du frigo.



Variété NATUREA le 12 février (2^{ème} notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite



Variété ALANIS le 12 février (2^{ème} 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 21 mars
		13-janv	21-mars	
ALANIS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	38	100	58
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	62	79
BABYLON	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	2	100	29
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	43	3
BEYONCE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	8	100	99
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	58	8
CHIPSY	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	48	100	534
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	100	70
ESPERANTO	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	3	100	88
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	67	8
GERMI 300	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0	66	14
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	14	1
LADY JANE	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	100	100	133
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	5	96	17
NATUREA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	49	100	306
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	3	100	39
SARPOMIRA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0	100	65
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	53	2

5. VARIETES CHAIR FERME

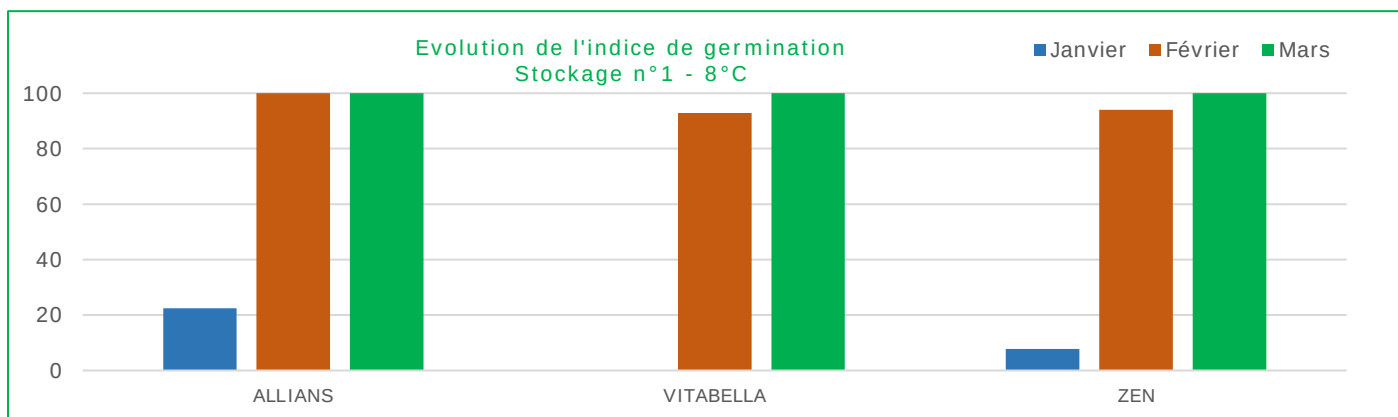
5.1. Indice de germination

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 50%. On remarque que pour la variété VITABELLA, la germination n'a commencé qu'en février contrairement à ALLIANS et ZEN qui ont commencé à germer en janvier.

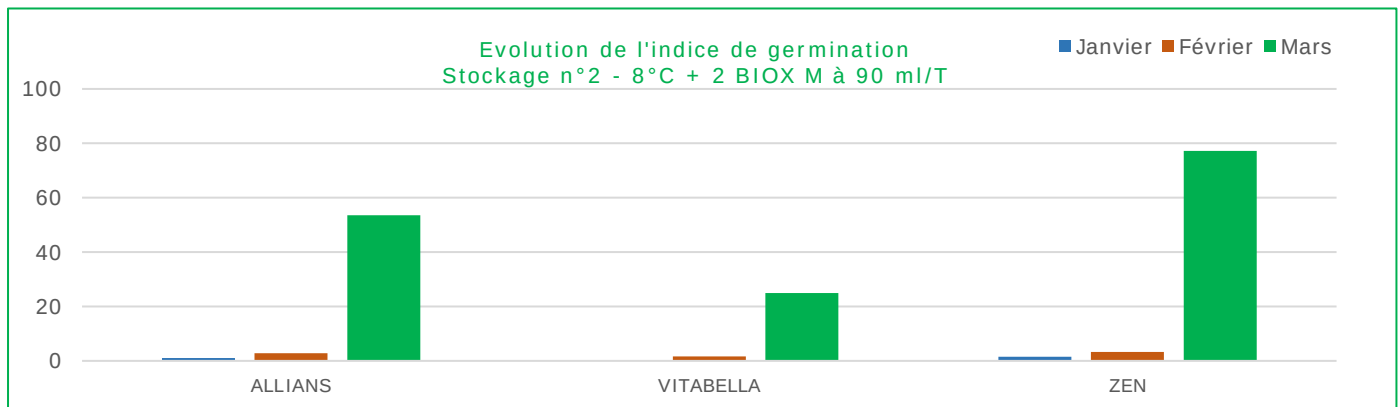
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré doucement en décembre pour ALLIANS et ZEN. En février, ALLIANS a atteint un indice de germination de 100 %, voire proche pour VITABELLA et ZEN. Elles ont continué à germer rapidement jusqu'en mars pour atteindre un indice de germination de 100 %.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/t : (applications BIOX M le 17 décembre et le 15 janvier)

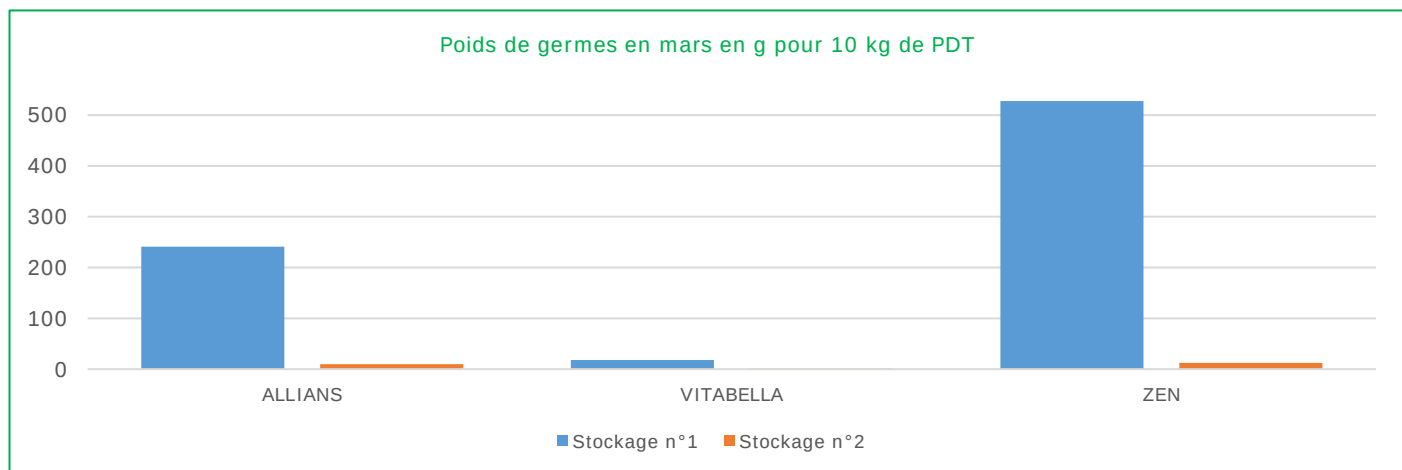
Les applications du BIOX M ont permis de stabiliser la germination qui n'a pas beaucoup évolué jusqu'en février sur l'ensemble des variétés. C'est en mars que les variétés ont décroché, mais elles atteignent maximum 77% (pour ZEN). On remarque dans ce stockage que le comportement d'ALLIANS n'est pas pareil que dans le stockage n°1. En effet, ici c'est plutôt la variété ZEN qui a décroché plus fortement alors que sans antigerminatifs, elle montre un indice plus faible qu'ALLIANS.



5.2. Poids de germe

Ce type de notation permet d'évaluer l'intensité de la germination. Les germes sont cassés puis pesés pour évaluer le poids de germe pour 10 kg de pommes de terre. La notation a lieu au déstockage le 21 mars.

Le graphique de la page suivante montre que l'intensité de germination est la plus importante pour la variété ZEN en mars dans le stockage n°1. ALLIANS se rapproche des 250 g alors que VITABELLA a un poids de germe très faible de 18 g. L'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules puisque le poids de germe moyen est de 262 g dans le stockage n°1 et 8 g dans le stockage n°2.



*Variété ALLIANS le 12 février (2^{ème} notation)
Stockage n°1 à gauche et stockage n°2 à droite*

Récapitulatif des notations sur les variétés chair ferme :

Variétés	Type de stockage	Indice de germination		Poids de germes en g/10 kg de pdt au 21mars
		13-janv	21-mars	
ALLIANS	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	22	100	241
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	1	54	10
VITABELLA	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	0	100	18
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	0	25	1
ZEN	n°1 à 8 °C sans antigerminatif	8	100	528
	n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T	2	77	12

ZOOM SUR LA PERTE DE POIDS ET LES TEMPS DE VENTILATION

Essai 2023-2024



OBJECTIFS ET MODALITES TESTEES

A partir de l’essai sur la perte de poids mené en 2023-2024, une analyse des durées de ventilation (externes et internes) a été réalisée dans deux stockages en fonction des températures extérieures, des températures de consigne, des températures des pommes de terre et cela tout au long de la conservation.

L’analyse a été réalisée dans 2 bâtiments en stockage vrac ventilés pour un débouché en industrie. La capacité de stockage 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.

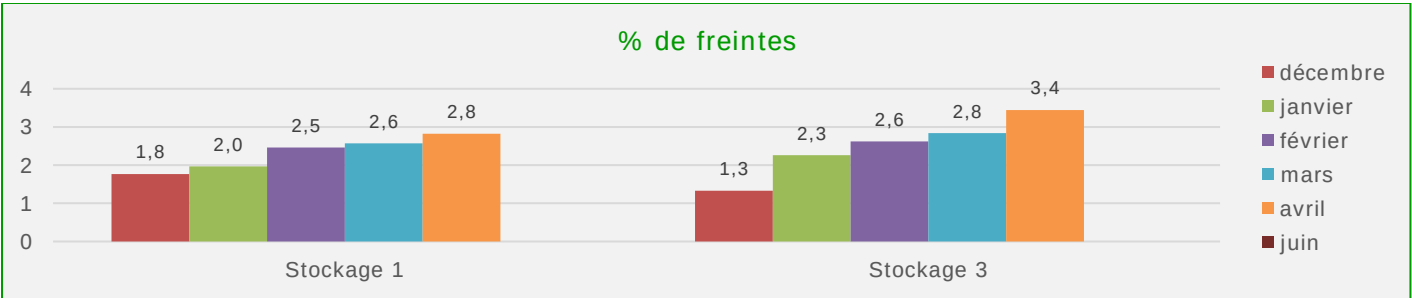
Le tableau ci-dessous détaille les caractéristiques de chaque bâtiment de l’essai.

	Bâtiment 1	Bâtiment 2
Date de récolte	09/10/2023	18/10/2023
Type de stockage	Caillebotis	Vrac gaines / extracteur CO ₂
Type de régulation	OmniCuro	Dfi Mc-Conso
Groupe froid	non	Oui en fonctionnement début mars
Variété	FONTANE	FONTANE
Débouché	Industrie	Industrie
Tonnage stocké	1 000 T	1250 T
T° de consigne	7.5°C	7°C
Durée de stockage	8,5 mois	8 mois
Applications en stockage		
Produit / Dose	Le 16 février ARGOS à 100 ml/t	ETHYLENE Restrain Démarrage le 2 décembre 8% puis 4% en janvier
Produit / Dose	Le 11 avril ARGOS à 100 ml/t	



RESULTATS SUR LES PERTES DE POIDS

C’est au début de la conservation, pendant la phase de séchage et de cicatrisation que les pertes de poids dues à la transpiration sont les plus importantes. L’évaluation de la perte de poids est réalisée une fois par mois dans les 2 bâtiments.



Dans le stockage n°1, la freinte a évolué progressivement pour atteindre 2.8 %. La température dans le tas est restée relativement stable mais, à deux reprises, elle est remontée près de 9°C à la période de fin décembre jusqu’à mi-janvier et à la dernière quinzaine de février.

Dans le stockage n°2, le groupe froid a été mis en fonctionnement à partir de la fin du mois de février quelques heures par jour en période de la production d’énergie avec les panneaux photovoltaïques. Puis en mars et avril, le groupe froid a fonctionné quotidiennement. C’est ce qui explique l’augmentation d’1% de la freinte en avril.

A noter que les freintes dans ces 2 stockages sont normales pour un déstockage de fin avril/ début mai sur une année où les variations de température ont été importantes et où l’hiver a été doux. Il n’est pas rare de terminer des stockages en juin ou juillet avec des pertes de poids avoisinants 8 %.



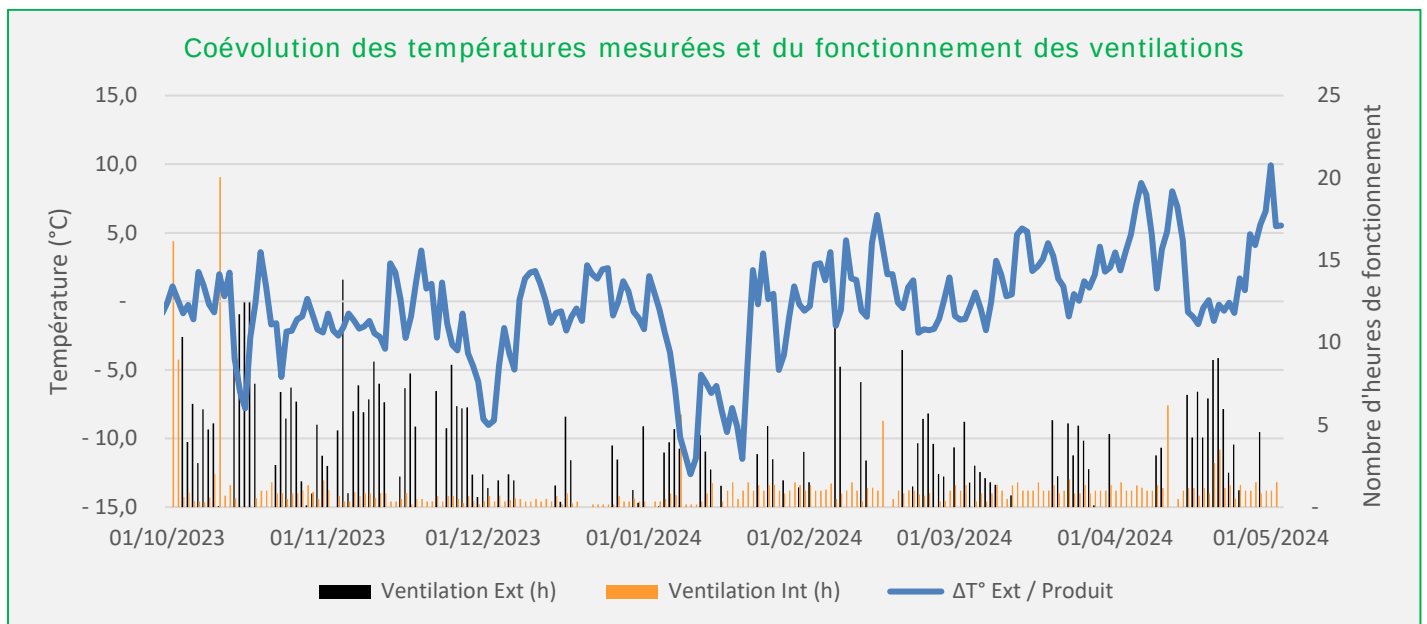
ANALYSE DES DONNEES DE REGULATION DU STOCKAGE N°1

Pour ce stockage n°1, les données de températures sont moyennées à la journée. Du 4 octobre 2023 au 2 mai 2024, il y a eu :

- **539 heures de ventilations externes**
- **218 h de ventilations internes.**

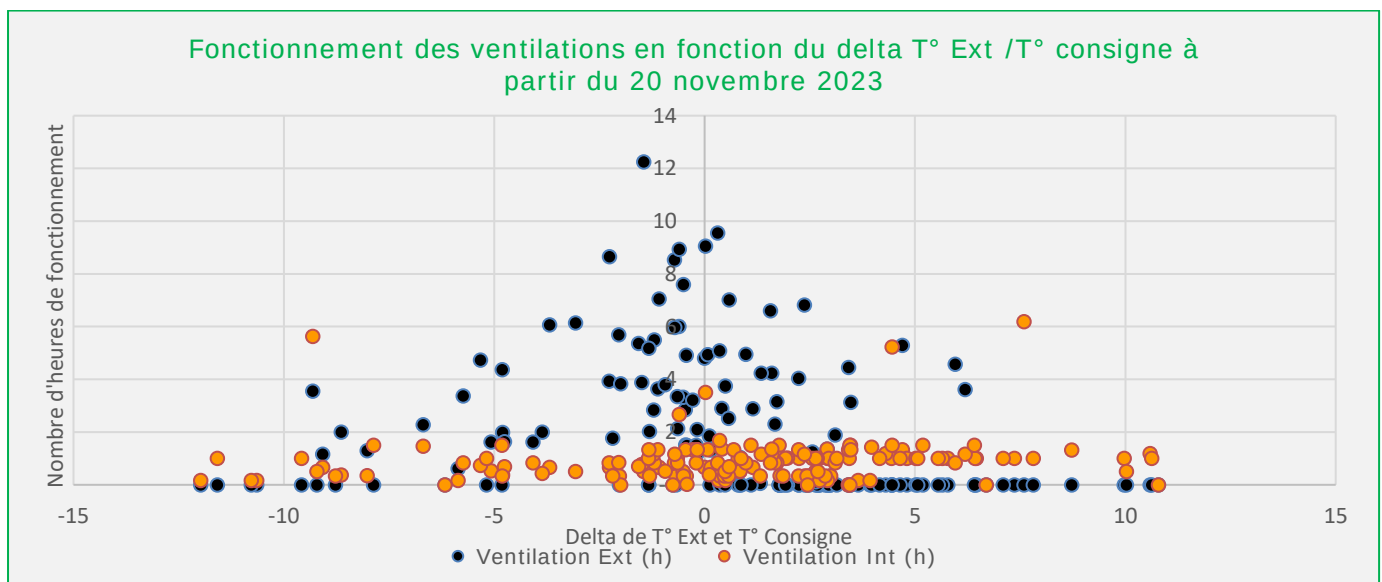
Dans le graphe ci-dessous, nous remarquons que la différence de température entre l'air extérieur et les pommes de terre stockées se situe régulièrement entre -5°C et 5 °C. Lorsque ce delta de température est situé entre 0 et - 3 °C c'est la ventilation externe qui fonctionne. La ventilation interne tourne entre 1 à 2 h tous les jours et de façon plus importante lors des thermo-nébulisations le 16 février et 11 avril. Dès lors que le delta est inférieur à 10°C comme le 10 janvier 2024, cela signifie que l'air extérieur est beaucoup trop froid par rapport aux tubercules avec un risque de gel qui explique l'absence de ventilation externe dans ce cas de figure.

Les durées de ventilations externes et internes sont les plus conséquentes lors du séchage et de la cicatrisation (d'octobre à fin novembre).



Le nuage de point représente les durées journalières de ventilation externes et internes en fonction de la différence de température avec l'air extérieur et la température de la consigne renseignée dans le paramétrage de régulation. La ventilation interne fonctionne régulièrement entre 0 et 2h tandis que la ventilation externe varie beaucoup plus selon les deltas de températures :

- Très souvent proche de zéro quand le delta est positif et supérieur à 5°C.
- Entre 2 et 7 h par jour quand les deltas se situent entre -2 et 2 °C.





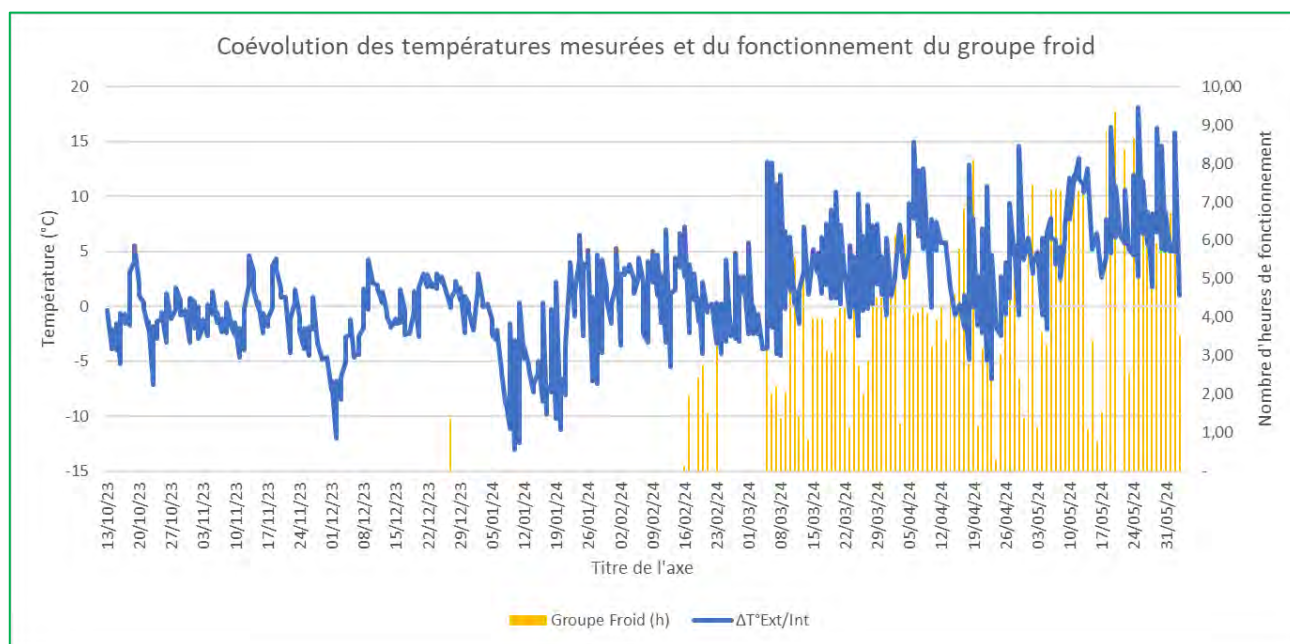
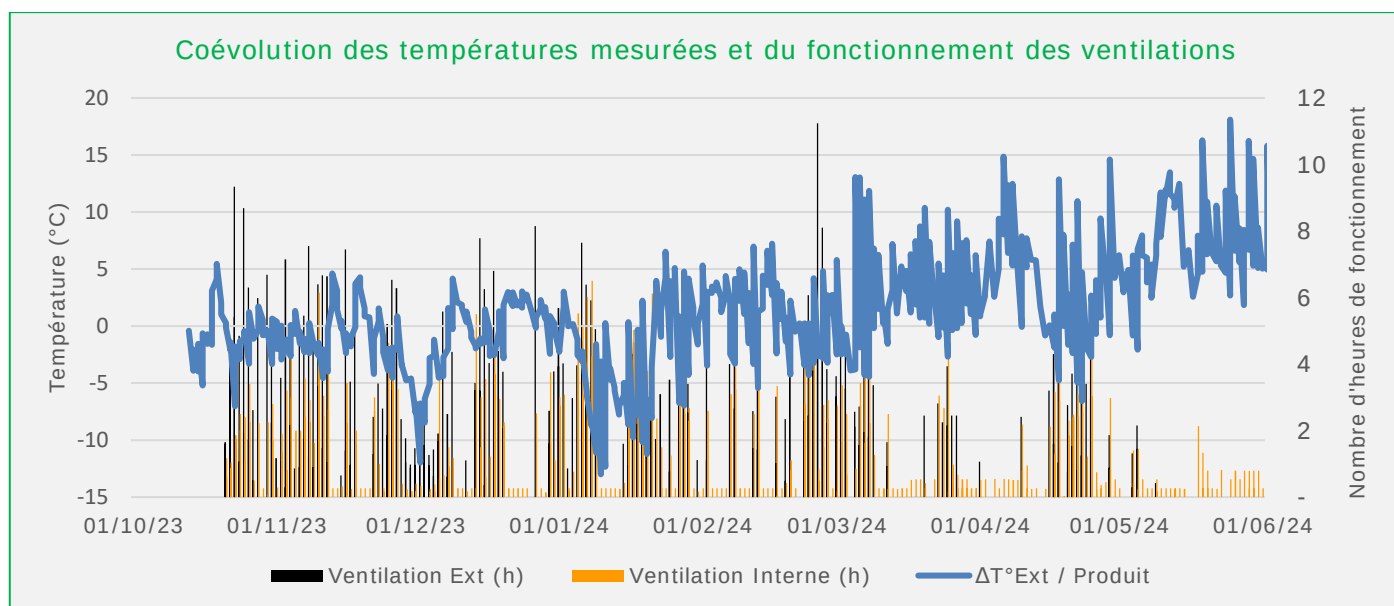
ANALYSE DES DONNEES DE REGULATION DU STOCKAGE N°2

Dans le stockage n°2, le bâtiment est équipé d'un extracteur de CO2 indépendant de la ventilation et il est pourvu d'un groupe froid. Du 4 octobre 2023 au 2 mai 2024, il y a eu :

- **651 heures de ventilations externes**
- **473 h de ventilations internes.**

Le Bâtiment n° 2 a des durées de ventilation externes et internes plus importantes que le bâtiment n°1 avec une température de consigne de 7°C contre 7.5 °C. Cette différence peut également s'expliquer par un volume de stockage plus important de 250T mais surtout par la présence d'un lot récolté très tardivement (plus d'un mois après la majorité du stockage) et très humide. Les temps de séchage et la cicatrisation ont donc duré plus longtemps.

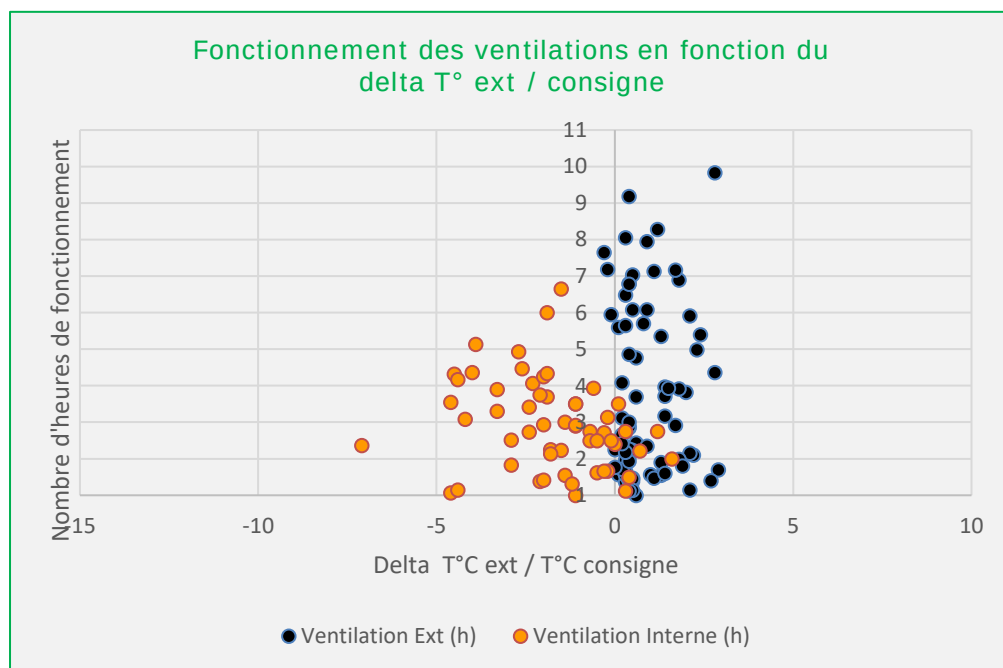
Dans les 2 graphiques suivants, nous observons la coévolution du delta de températures (Extérieure – Intérieure) et le nombre d'heures de fonctionnement des équipements assurant le refroidissement (début de campagne) et le maintien de température de consigne (reste de la campagne).



En début de campagne, les températures extérieures nocturnes voir diurnes permettent de garantir via la ventilation extérieure un apport de froid suffisant à l'atteinte et au maintien de la consigne de température intérieure et du produit.

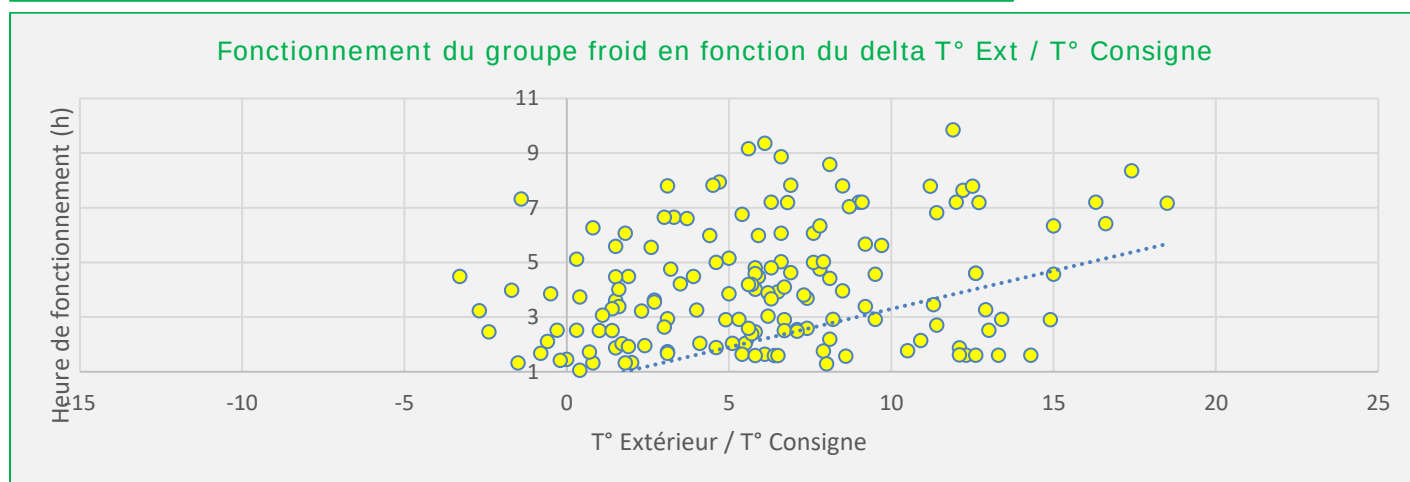
Le groupe froid a commencé à fonctionner au 16 février quelques jours mais c'est à partir du 5 mars que son fonctionnement est important et quotidien. Ce besoin s'explique par des températures extérieures plus chaudes à la consigne « de jour comme de nuit » induisant une ventilation extérieure inefficace pour permettre de maintenir la consigne.

Les 2 graphiques suivants représentent un nuage de points illustrant le niveau de fonctionnement par demi-journée (2 valeurs par jour avec intervalle 12h) des ventilations et du groupe froid en fonction du delta de température entre l'extérieur et l'intérieur.



Comme pour le 1^{er} bâtiment analysé, il est logique de constater que la ventilation interne fonctionne régulièrement tandis que la ventilation externe a un fonctionnement variable selon les deltas de températures :

- Très proche de zéro quand le delta est positif et supérieur à 5°C
- Positif quand les deltas se situent entre -5 et 2 °C.



Quand le système de ventilation extérieur ne parvient plus à maintenir la consigne à cause de températures trop élevées de jour comme de nuit, le groupe froid prend le relais. Dès lors, nous constatons que plus l'écart entre la température extérieure et la consigne est élevé, plus le groupe doit fonctionner.



CONCLUSIONS

Les paramétrages de la régulation ont une incidence sur les temps de ventilations. Ils doivent être modifiés chaque année et plusieurs fois durant la conservation en fonction des conditions climatiques de l'année et l'aspect sanitaire des pommes de terre. L'objectif est d'optimiser les durées de ventilations pour limiter les impacts de consommation d'énergie et limiter la perte de poids des pommes de terre. Il est bon de ne pas oublier que la performance énergétique du bâtiment (isolation) et l'étalonnage de tous les appareils de mesures sont des leviers complémentaires pour atteindre cet objectif.

LA PERTE DE POIDS ET LES COULEURS A LA CUISSON DE 4 STOCKAGES

Essai 2024-2025



OBJECTIFS

La perte de poids durant la conservation des pommes de terre est très variable selon l'année climatique, la variété stockée, les calibres, le type de stockage, les antigerminatifs, les paramètres de ventilation... Ce phénomène a un impact financier non négligeable. L'objectif de cet essai est d'évaluer la perte de poids dans 4 bâtiments de stockage et la couleur des frites avec deux variétés. L'essai a été conduit avec la collaboration de la société RESTRAIN.



MODALITES TESTEES

L'essai est réalisé dans 4 bâtiments différents pour un débouché en industrie. Les variétés, la capacité de stockage, les paramètres de ventilation et les températures de consigne sont différents (ces facteurs sont dépendants du producteur stockeur).

Dans chaque bâtiment, il y a deux lots : 1 lot avec la variété FONTANE en provenance du bâtiment B et 1 lot d'une variété MARKIES en provenance du bâtiment A. L'ensemble des sacs sont pesés puis entreposés dans chaque bâtiment (recouverts de 20 à 30 cm de pommes de terre) après le séchage et la cicatrisation et avant l'application des antigerminatifs. L'opération s'est déroulée le 4 et 5 novembre 2024. L'essai est réalisé en 3 répétitions sur 3 dates de notations (10 février, 7 avril et 12 mai)

Caractéristiques de chaque bâtiment

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Type de stockage	Vrac gaines	Palox	Vrac caillebotis	Vrac gaines
Extracteur CO ₂	Non	Oui	Oui	Oui (à partir de février)
Type de régulation	Cooche	Fancom	Mooji Agro	Ivagri
T° de consigne	7.0 °C	6.9°C	6.9°C	7.2 °C
Applications en stockage				
Produit / Dose	ETHYLENE Restrain 8%	Le 29 novembre DORMIR à 17.4 ml/t	ETHYLENE Restrain 4 % puis 14 % le 7 février puis 20 % le 8 avril	Le 1er décembre DORMIR à 20 ml/t
Produit / Dose		Le 12 février DORMIR à 17.5 ml/t		(Le 27 janvier Dormir 20ml/t sur le tas juste à côté séparé de stomo)
Produit / Dose		-		Le 17 mars DORMIR à 15 ml/t

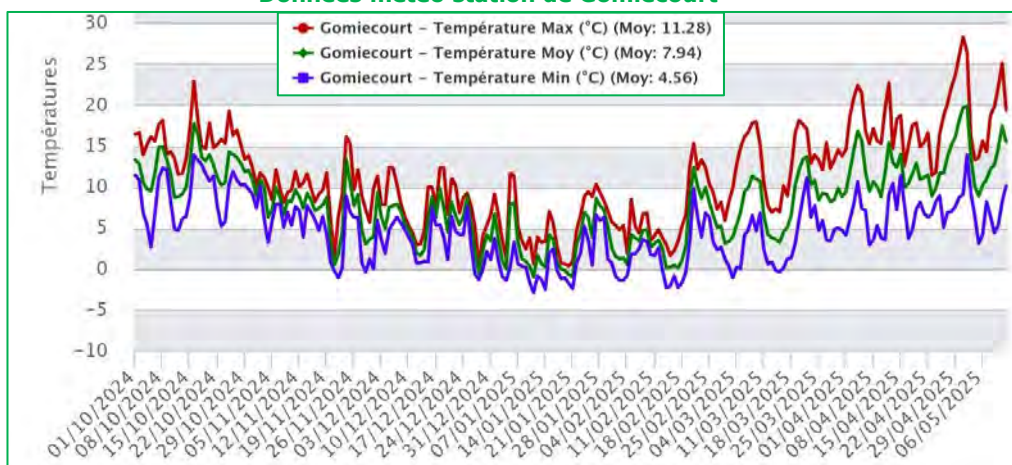


**Disposition des sacs avant entreposage et enfouissement
(à gauche bâtiment C, à droite bâtiment D)**

CONTEXTE DE L'ANNEE :

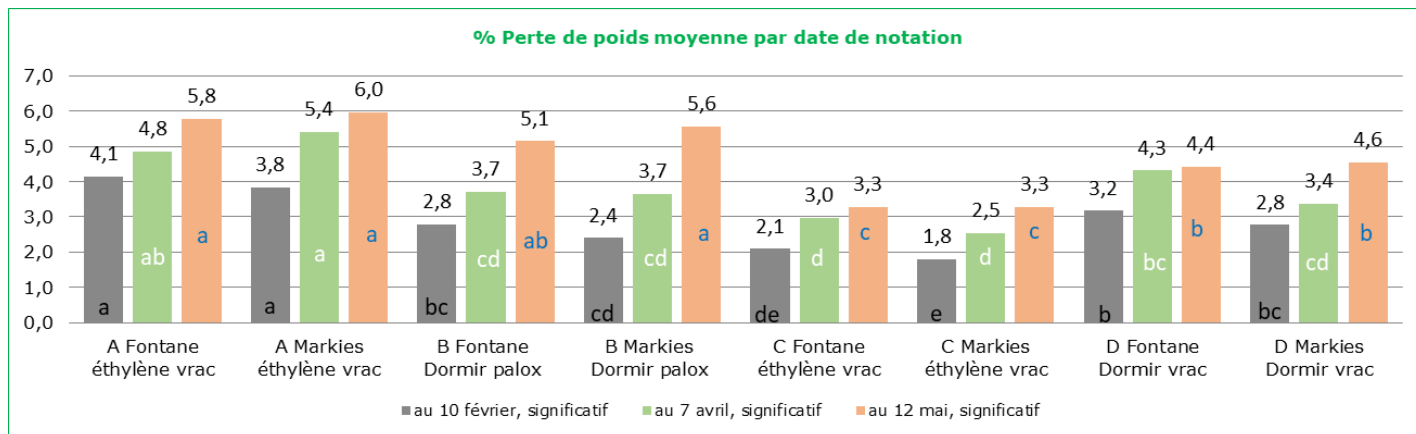
Les récoltes pour les variétés de l'essai ont été réalisées entre le 10 et 15 octobre avant des pluies annoncées et par temps froid. Puis le mois de novembre a été caractérisé par des températures douces rendant difficile le séchage (temps de ventilation externe et interne plus élevée). Les températures au début du mois de décembre ont permis de réaliser la descente en température des pommes de terre sans difficulté. A plusieurs reprises il y a eu des périodes de gels en janvier et février. En mars, les températures en journée sont remontées mais les nuit sont restées relativement fraîches permettant un bon maintien des températures de stockage

Données météo station de Gomiécourt



NOTATION DE LA FREINTE EN STOCKAGE :

A chaque date de notations, 3 sacs par variété sont prélevés dans chaque bâtiment pour être pesés avant transport afin d'évaluer la freinte en pourcentage. Les sacs sont pesés à l'état « brut » sans avoir enlevé les germes. Le nombre de tubercules dans chaque sac est également vérifié afin de constater si des tubercules se seraient dégradés en stockage (Erwinia, mildiou ou autres). Lorsque l'analyse est significative (test de Newman et keuls à 5%), les groupes sont identifiés sur les graphiques par a, ab, b, bc, c etc... Le tableau ci-dessous représente la perte de poids moyenne aux 3 dates de notations de chaque stockage.



L'analyse statistique de l'ensemble des stockages et des périodes de notations sont significatives.

Le stockage A présente la freinte la plus élevée quelle que soit la date de notation et la variété. Elle termine pour la Fontane à 5.8 % et la Markies à 6% au mois de mai. Le stockage C a la freinte la plus faible tout au long de l'essai sur les 2 variétés.

FONTANE :

En février, le bâtiment A affiche significativement plus de freinte que les 3 autres bâtiments. Tandis que le bâtiment C a la plus faible perte de poids.

En avril, les analyses statistiques permettent de mettre en évidence la différence significative entre le stockage A et C.

En mai, ceux sont les bâtiments A et B qui ont le plus de freinte avec 5.8 % et 5.1 %. La perte de poids la plus faible reste significativement dans le bâtiment C.

MARKIES :

En février et avril, le stockage A a significativement la perte de poids la plus élevée en Markies.

Par contre, au mois de mai le bâtiment B a aussi une freinte élevée et significativement proches du bâtiment A.

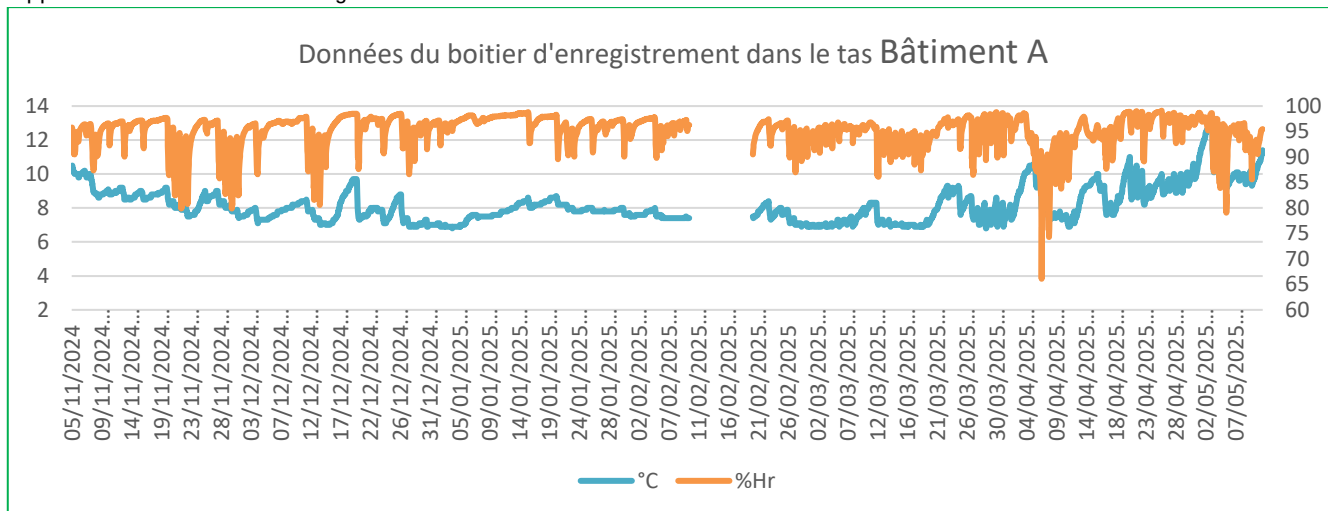
Pour les 3 dates de notations sur la variété Markies, c'est le bâtiment C qui a le moins de perte de poids.

En regardant plus précisément les données du stockage A, il s'avère que les paramètres de régulation durant la phase de conservation étaient restés identiques à ceux de l'année dernière au printemps. C'est-à-dire que les déclenchements de ventilation avec l'air extérieur se réalisaient avec des écarts de delta de températures très faibles entre l'air extérieur et l'air du tas : 0.3 °C. Pour une température de consigne à 7°C, la ventilation avec l'air extérieur était autorisée dès lors qu'il faisait 6.7 °C dehors. Ce qui a été souvent le cas en janvier et février.

Dans l'idéal, ce delta de température se situe généralement entre 1 et 1.5°C durant l'hiver. Puis, avec les conditions climatiques plus douces au printemps ce delta de température est ensuite modifié pour être abaissé à 0.5°C.

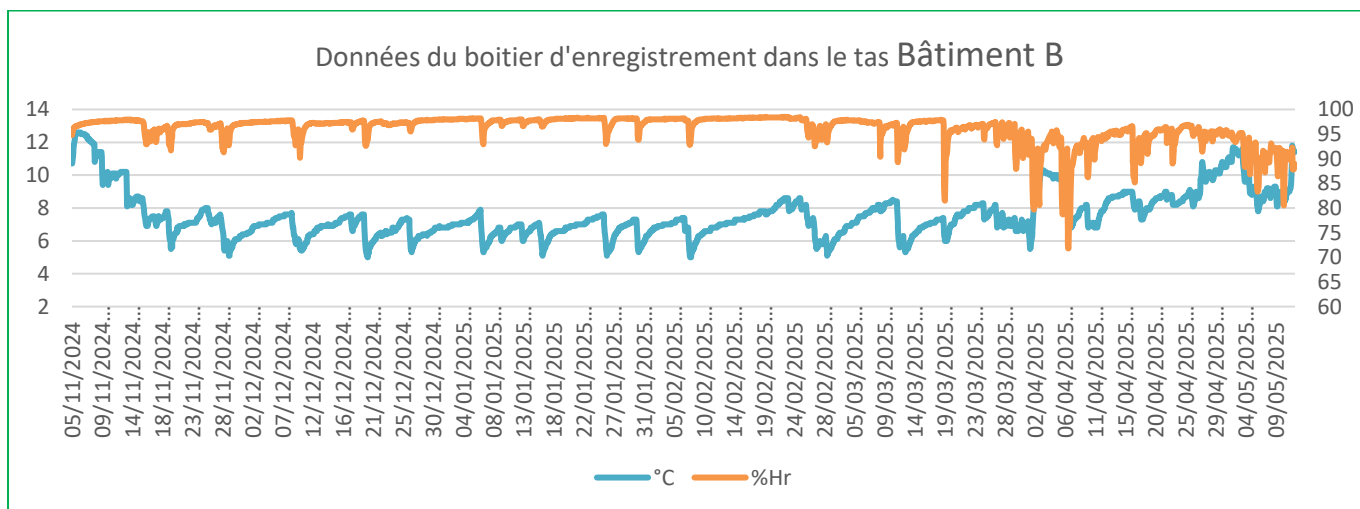
A noter, toujours dans ce bâtiment A, que les relevés de température sur la régulation à chaque visite montraient une différence de 1°C avec le boîtier d'enregistrement positionné par nos soins dans le tas pour l'expérimentation.

Le paramétrage de la régulation a donc toute son importance durant toutes les phases de conservation mais il faut pour cela que les appareils de mesures soient également bien étalonnés.



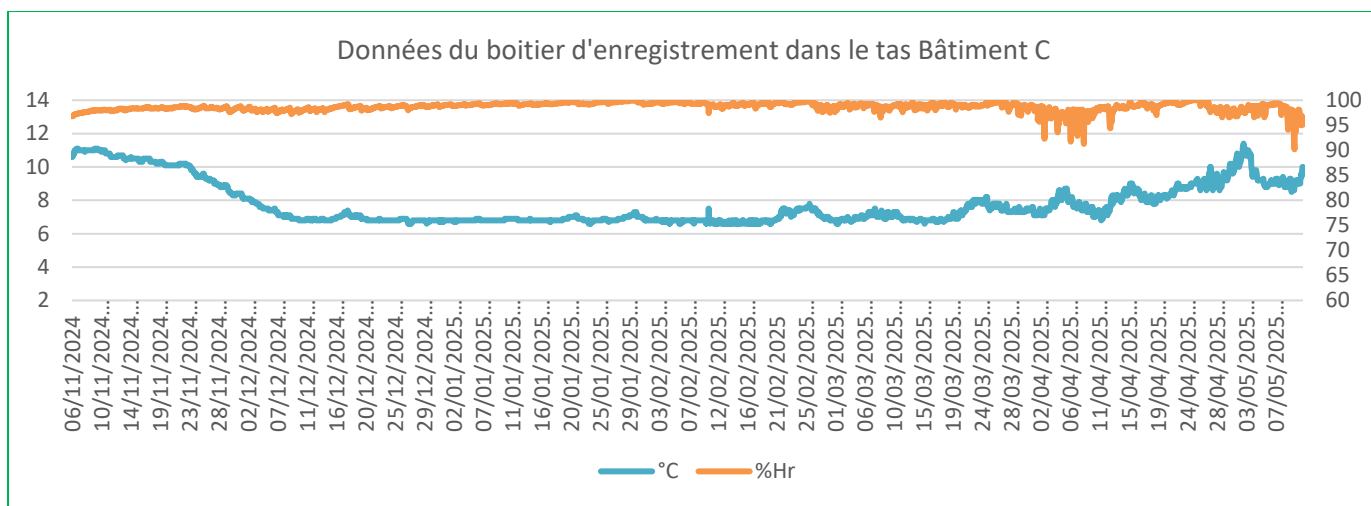
Le boîtier d'enregistrement positionné dans le tas pour l'expérimentation montre que dans le bâtiment A la température de stockage se situe entre 7 et 8 °C. L'hygrométrie est assez fluctuante dans ce stockage pouvant indiquer que de l'air trop sec a dû être injecté dans le tas provoquant une baisse de l'hygrométrie. C'est ce qui expliquerait la perte de poids importante.

Sur le même principe, nous pouvons constater que sur le bâtiment B l'hygrométrie varie plus fréquemment à la fin du mois de mars et surtout au début du mois de mai. Cette variation s'accompagne d'une augmentation de la température dans le stockage.

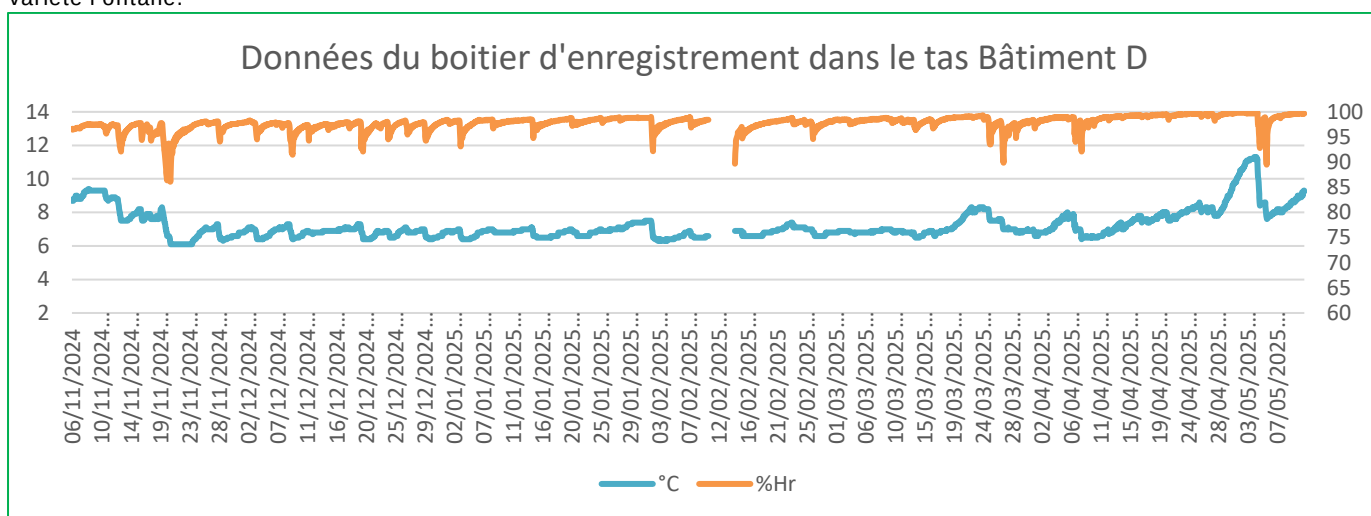


Il est également important de voir que la température de consigne a très régulièrement baissée avec des valeurs proches des 5°C dès le mois de novembre. Il s'avère que les paramètres de régulation étaient réglés sur « ventilation forte », c'est-à-dire que le régulateur autorisait une ventilation avec un delta de 5 °C entre l'air sortant du couloir technique et les pommes de terre. Donc, un mélange d'air à 2°C sortant du couloir technique pouvait être soufflé dans les palox à 7°C. En théorie, ce delta de température dénommé « gaine/produit » dans la régulation se situe entre 2 et 2.5°C pendant la phase de conservation.

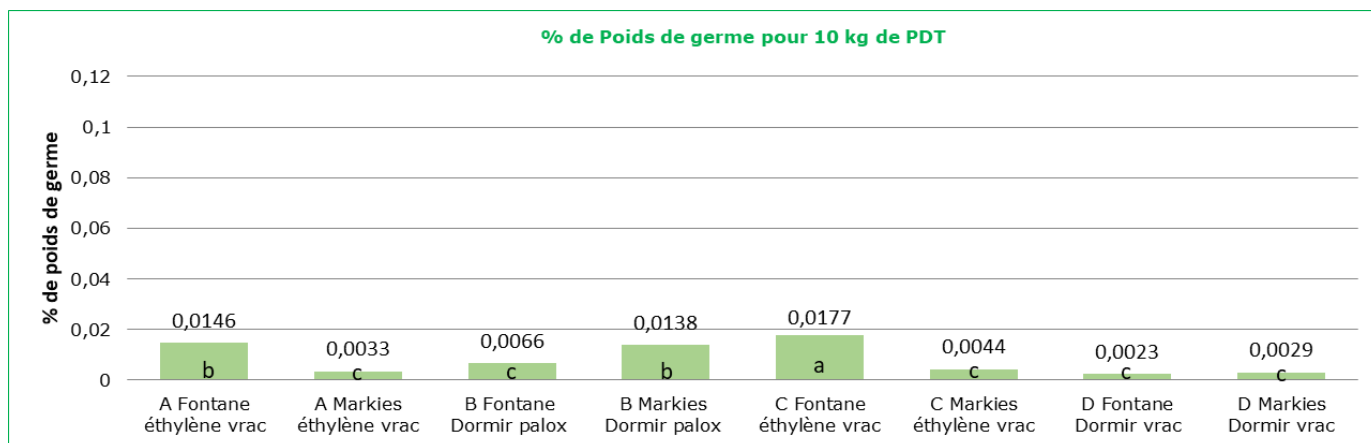
En regardant les données d'enregistrement du bâtiment C, nous nous apercevons que l'hygrométrie et la consigne de température sont restées très constante dans le temps pouvant expliquer les bons résultats sur la freinte. L'hygrométrie a baissé à partir de début avril en même temps que la température dans le tas a augmenté.



Les données d'enregistrement du bâtiment D montre une légère variation de l'hygrométrie entre 90 et 97% et de la température entre 6.5 et 7°C. Ces plages de variations restent faibles et ne semble pas expliquer l'augmentation de la freinte en avril sur la variété Fontane.



Lors de la dernière notation, après avoir noté la perte de poids de chaque sac, nous avons cassé les germes pour les peser afin d'évaluer le poids de germe pour 10 kg de pommes de terre. C'est ce qui est représenté dans le tableau suivant.

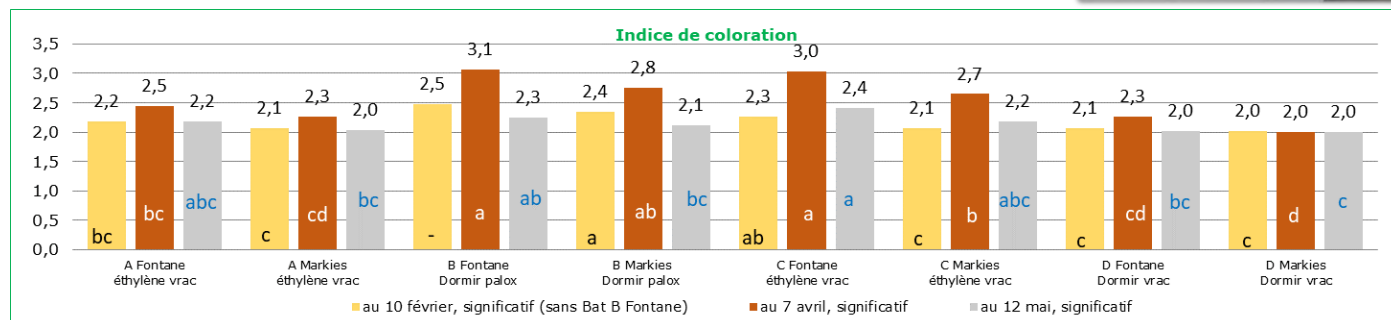


Lors de cette notation, il y a eu un résidu suspect dans le bâtiment C en Fontane qui a été retiré pour l'analyse statistique. L'analyse est significative. Les sacs de la variété Fontane provenant des stockages A et C avec l'éthylène ont des poids de germe plus élevés. Cette tendance n'est pas la même sur la variété Markies où le poids de germe le plus important est constaté dans le bâtiment B. Cependant, ces valeurs sont très faibles et tout à fait acceptable pour une mise sur le marché. Le bâtiment D avec l'application de DORMIR a des poids de germe très faibles sur les 2 variétés. L'éthylène bloque l'élongation de la germination qui a pu démarrer. C'est pourquoi il est normal d'avoir un peu de germes. A noter que 0.14 % de germes pour 10 kg de pommes de terre est un résultat très faible. Les résultats dans les 4 stockages sont très satisfaisants.

➤ NOTATION DE LA COLORATION EN FRITURE :

Les tests de friture sont réalisés pour évaluer l'incidence des différents stockages sur la couleur des frites.

La notation est réalisée sur 20 tubercules où l'on prélève une frite centrale. Les 20 frites sont mises 3 minutes dans un bain d'huile de tournesol à 180 °C. Les frites sont classées par couleur selon la grille USDA. Un indice de coloration est calculé à la suite de cette notation.



L'essai est significatif aux 3 dates de notations mais la présence de deux résidus suspects dans le stockage B sur la variété Fontane à la 1^{ère} notation ne permet pas de donner les résultats statistiques. L'analyse a alors été réalisée sans la Fontane du stockage B pour la 1^{ère} notation.

Le pic de coloration semble se situer entre le mois de février et avril puisqu'après cette période les résultats de coloration s'améliorent.

En février, les analyses sur les indices de colorations sont les plus élevées pour la variété Fontane du bâtiment C et la variété Markies du Bâtiment B.

En avril, ceux sont les stockages B et C sur les 2 variétés qui ont des indices de coloration les plus élevés. Puis en mai, quel que soit les stockages les colorations se situent à des niveaux très satisfaisants pour un débouché d'industrie (inférieur à 2.15 en moyenne).

C'est la variété Fontane qui semble être dans cet essai la plus sensible au sucrage.

Remarque : les données d'enregistrement du bâtiment B montrent que les températures en stockage ont régulièrement baissé **avoisinant 5°C**. C'est ce qui pourrait expliquer ce sucrage plus important. Par ailleurs, après la notation d'avril, la température de consigne a progressé dans le temps. Les sucres réducteurs ont peut-être été consommés par les pommes de terre au travers du processus de respiration ou ont été reconvertis en amidon lors de la remontée des températures. Ces phénomènes pourraient expliquer l'augmentation du sucrage à la dernière notation.

FONTANE :

En avril, l'indice de coloration est significativement le plus élevé dans les stockages B et C.

Enfin, après le pic de coloration atteint, les résultats à la dernière notation sont très satisfaisants avec un indice entre 2 et 2.4 au maximum. L'indice de 2.4 reste satisfaisant et va dépendre du débouché et de l'exigence de l'industriel.

MARKIES :

En février, le bâtiment B a significativement un indice de coloration supérieur aux 3 autres stockages.

Puis les analyses montrent les mêmes tendance qu'avec la Fontane, à savoir qu'en avril, l'indice de coloration est significativement le plus élevé dans les stockages B et C.

Enfin, après le pic de coloration atteint, les résultats à la dernière notation sont très satisfaisants avec un indice entre 2 et 2.2.



CONCLUSIONS

L'essai montre bien cette année que la perte de poids et les colorations à la friture ne sont pas impactés uniquement par les antigerminatifs de stockage. Certes, l'utilisation de l'éthylène va engendrer un pic de coloration en cours de stockage. Cependant, il devient primordial de

- bien s'approprier les paramétrages de la régulation tout au long de la conservation et de les adapter à la situation sanitaire et climatique de l'année
- de contrôler et étalonner les matériels de mesures chaque année afin que la régulation utilise des données fiables.
- d'intervenir en temps et en heure avec les antigerminatifs de stockage et de respecter les consignes de mises en œuvre

Sur la coloration des frites, nous pouvons observer que l'aspect variétal a une importance liée à la sensibilité au sucrage. L'utilisation de l'éthylène n'a pas impacté de façon importante la coloration des frites sur les Fontane et n'a pas eu d'effet sur les Markies au déstockage au mois de mai.

LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE ET LEURS IMPACTS EN STOCKAGES

Essai 2024-2025

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 est réalisé dans 4 bâtiments différents en stockage vrac ventilés pour un débouché en industrie. La capacité de stockage 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 27 septembre, plusieurs sacs sont constitués et pesés à partir d'une seule et même variété FONTANE. Le 14 octobre, ils sont de nouveau pesés puis répartis pour être entreposés dans les 4 bâtiments de stockage. Ces sacs sont recouverts de 20 à 30 cm de pommes de terre. Une notation mensuelle est effectuée une fois par mois sur 3 sacs de chaque bâtiment. Le tableau ci-dessous détaille les caractéristiques de chaque bâtiment de l'essai.



Mise en place des sacs avant recouvrement de tubercules

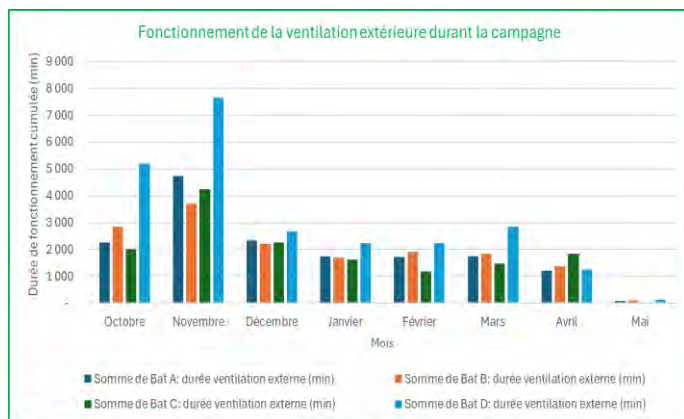
	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Date de récolte	02/10/2024	10/10/2024	26/10/2024	27/10/2024
Type de stockage	Vrac gaines	Vrac gaines	Vrac gaines	Caillebotis intégral
Variété	FONTANE	MARKIES	FONTANE	FONTANE
Tonnage stocké	1 100 T	1 800 T	1 200 T	1300 T
T° de consigne	7.5°C	7.5°C	7.5°C	7,1°C
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 03 décembre DORMIR à 20 ml/t	ETHYLENE Restrain	ETHYLENE Restrain	Le 19 février DORMIR à 20 ml/t
Produit / Dose	Le 5 février DORMIR à 20 ml/t	Démarrage le 17 novembre 4% atteint le 24 novembre	Démarrage le 22 novembre 4% atteint le 2 décembre	Le 18 avril DORMIR à 15 ml/t
Produit / Dose	Le 27 mars DORMIR à 20 ml/t	passage à 8% le 20 février	passage à 8% le 20 février	

1. LES CONSOMMATIONS D'ENERGIE

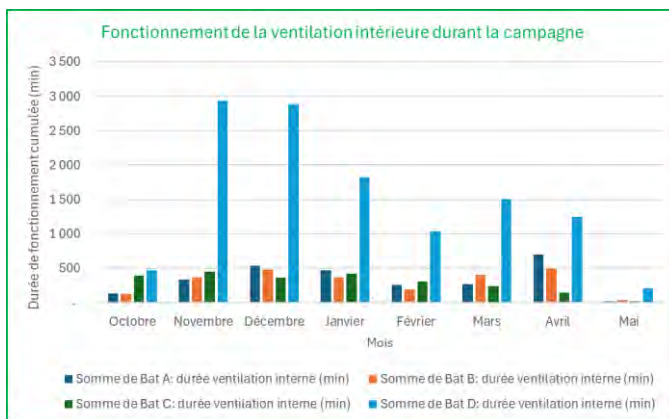
Pour les 4 bâtiments, un boîtier d'enregistrement a été installé pour mesurer avec précision le niveau de fonctionnement horaire de divers équipements ainsi que leurs consommations électriques tout au long de la campagne de stockage (environ 200 jours). L'analyse de ces données est réalisée en partenariat avec le service énergie de la chambre d'agriculture du Nord Pas de Calais.

1.1. Durée de fonctionnement des équipements

Les 4 graphiques qui suivent permettent de visualiser les durées de fonctionnement mensuelles cumulées des équipements pris individuellement pour chaque bâtiment.



Graphique 1

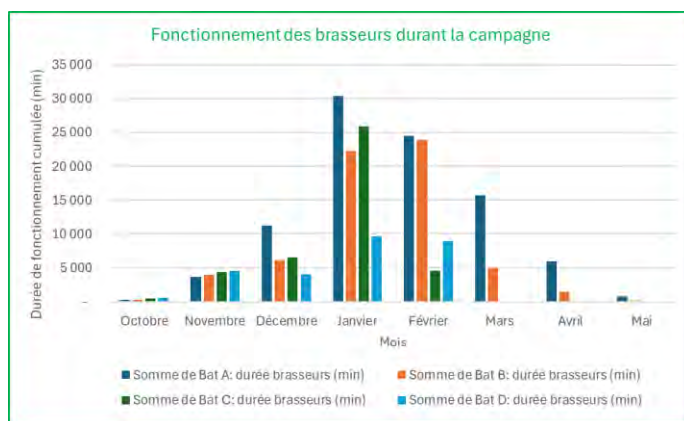


Graphique 2

Pour tous les bâtiments, nous constatons en toute logique que les besoins de ventilation extérieure en **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.

Le bâtiment D est caractérisé par des usages plus importants justifiés par une température de consigne plus basse de 0.4 °C par rapport aux autres bâtiments mais aussi par l'intégration d'un dernier lot de pomme de terre en front de tas nécessitant plus de ventilation pour raisons sanitaires.

Concernant la ventilation interne en **graphique 2**, nous observons davantage de régularité dans les besoins tout au long de la campagne à l'exception à nouveau du bâtiment D dont les besoins sont plus conséquents pour gérer le front de tas plus humide.



Graphique 3

L'usage des brasseurs d'air en **graphique 3** permettant de limiter la condensation est très proche pour les divers bâtiments en début de campagne. Son usage présente un pic en janvier et février (période de gel) et divergent beaucoup selon les bâtiments à cette période. Ces écarts se creuseront également en termes de consommation électrique par la présence d'aérothermes avec chaufferettes pour les bâtiments A et B induisant des puissances d'équipement plus importantes (CF : paragraphe 1.3)

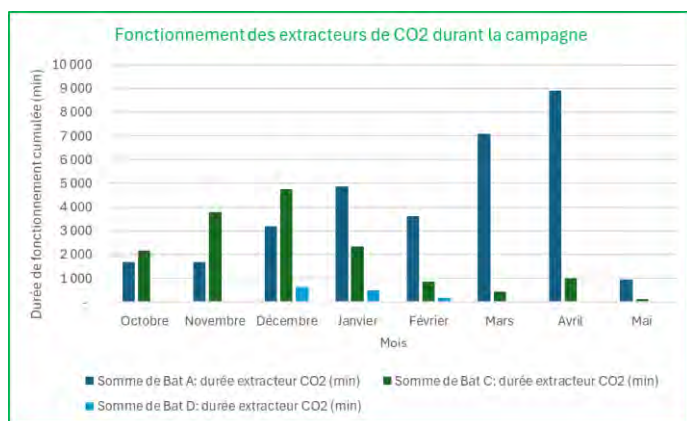


Condensation bâtiment A le 16 octobre



Aérothermes du bâtiment B

Enfin, sur le **graphique 4**, l'extraction du CO₂ nécessaire pour maintenir un air avec une teneur inférieure à 5000 ppm de CO₂ est quant à elle beaucoup moins régulière au cours de la campagne et très variable selon le bâtiment considéré.



Graphique 4

Le bâtiment A présente des besoins croissants au cours de la campagne.

L'extraction de CO₂ dans le bâtiment C croît d'octobre à décembre et décroît sur le reste de la campagne. Ceci d'explique par un déstockage progressif de ce bâtiment induisant une réduction de la respiration du stock (par réduction du volume stocké) et des besoins d'extraction dégressifs.

Le bâtiment D quant à lui illustre à nouveau sa singularité par des besoins très réduits. Ce constat peut s'expliquer par :

- la ventilation interne importante qui limiterait l'accumulation du CO₂ au ras du sol car l'air est régulièrement mélangé. La sonde dans le couloir technique déclencherait moins vite.
- La dormance des pommes de terre par l'utilisation du DORMIR
- Le paramétrage de l'extracteur : dès que le seuil de CO₂ atteint 3500 ppm plus de 10 min ou dès lors que le seuil dépasse les 4500 ppm, l'extracteur fonctionne 5 min.

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

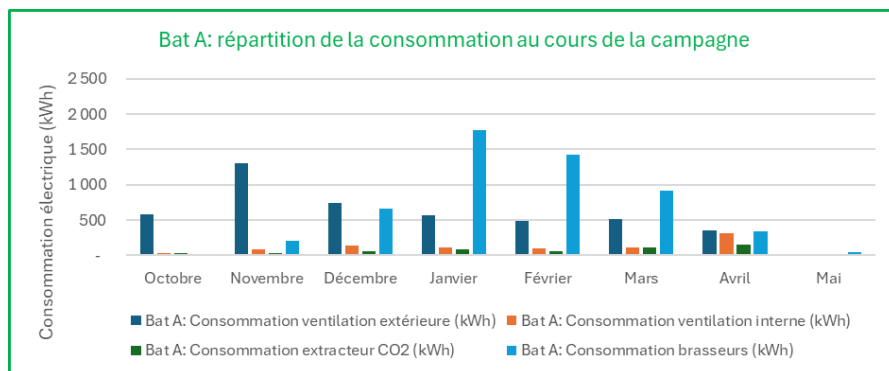


extracteur CO₂ Bat D

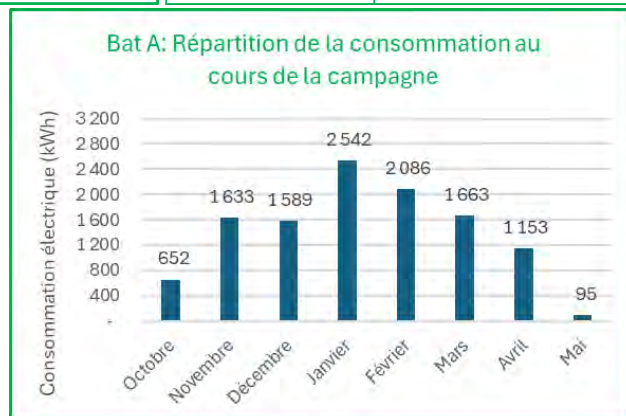
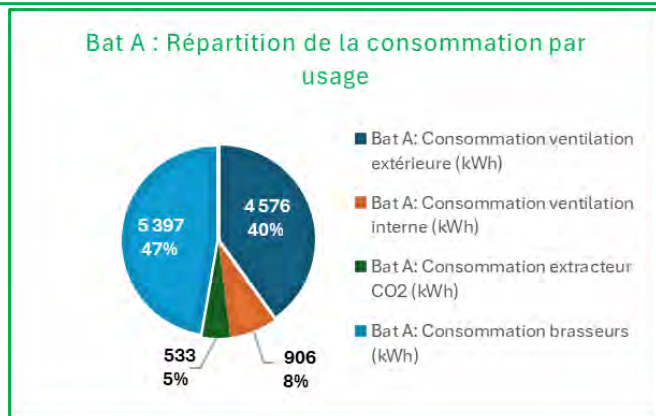
1.2. Répartition de la consommation électrique durant la campagne

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 :

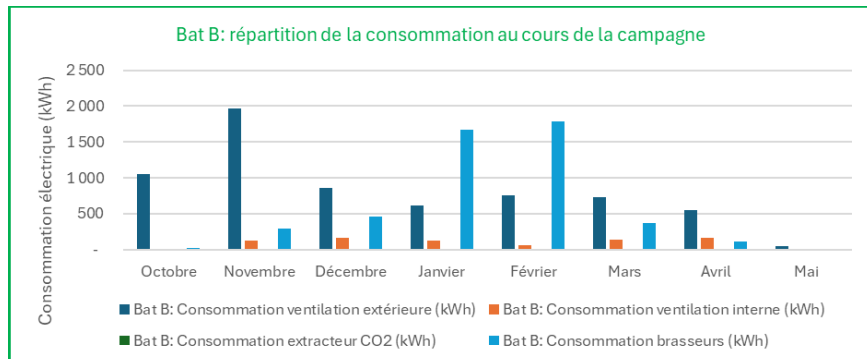


Bâtiment A	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	4,16
Ventilation Int	0,82
Brasseurs	4,91
Totale (hors CO2)	9,89

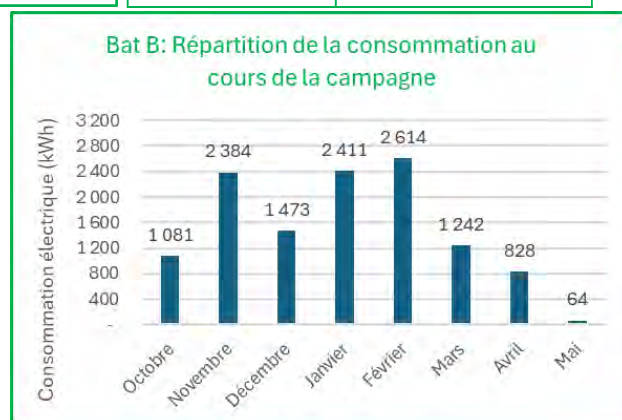
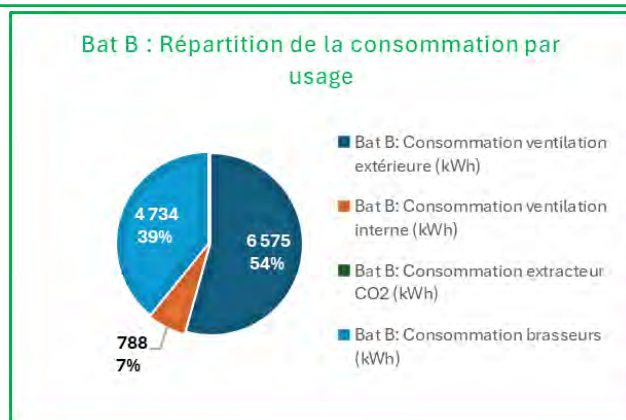


Pour le bâtiment A, les 2 postes principaux de consommation proviennent de la ventilation extérieure et du brassage d'air avec les aérothermes. La consommation électrique au cours de la campagne présente un pic au mois de janvier induit par un usage important des brasseurs avec chauffage.

Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment B :

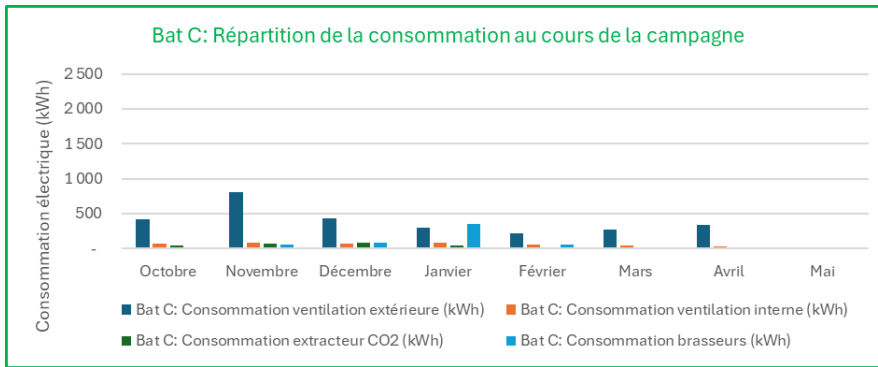


Bâtiment B	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	3,65
Ventilation Int	0,44
Brasseurs	2,63
Totale (hors CO2)	6,72

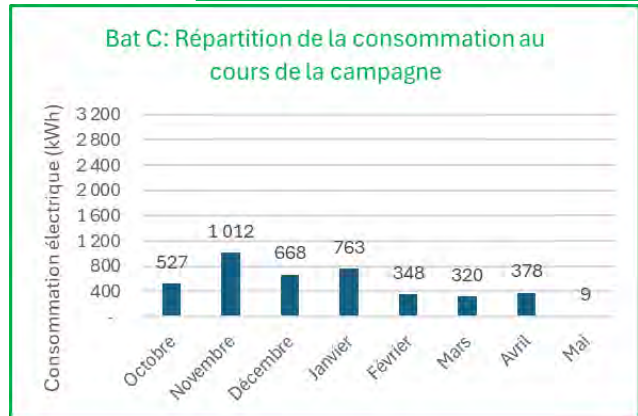
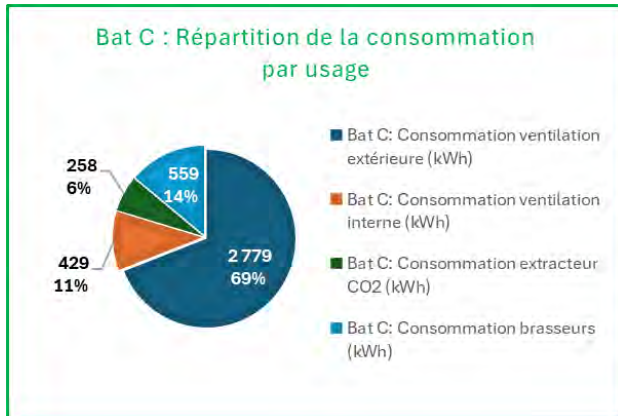


Le bâtiment B en dehors du fait qu'il ne soit pas analysé sur les besoins en lien avec l'extraction de CO2 présente une répartition très proche de celle du bâtiment A. Les 2 postes principaux de consommations sont la ventilation extérieure et le brassage avec les aérothermes équipés de chauffage. Néanmoins, la capacité de stockage supérieure de ce bâtiment fait que le rapport de consommation à la tonne stockée (hors extraction CO2) est plus économe d'1/3.

Répartition de la consommation électrique pour le bâtiment C :

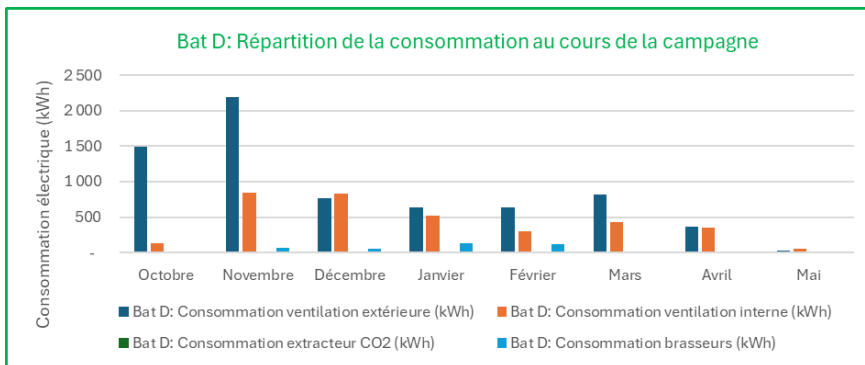


Bâtiment C	
Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	
Ventilation Ext	2,32
Ventilation Int	0,36
Brasseurs	0,47
Totale (hors CO2)	3,14

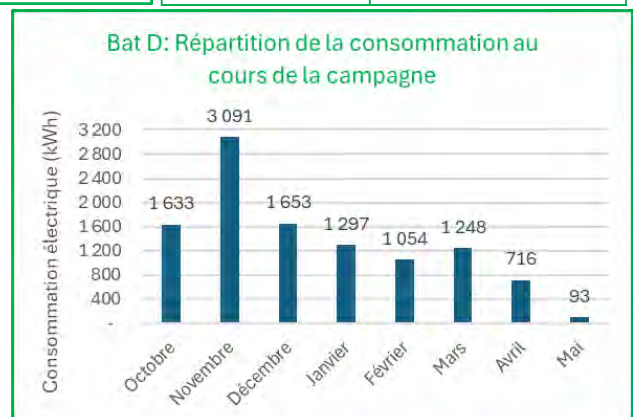
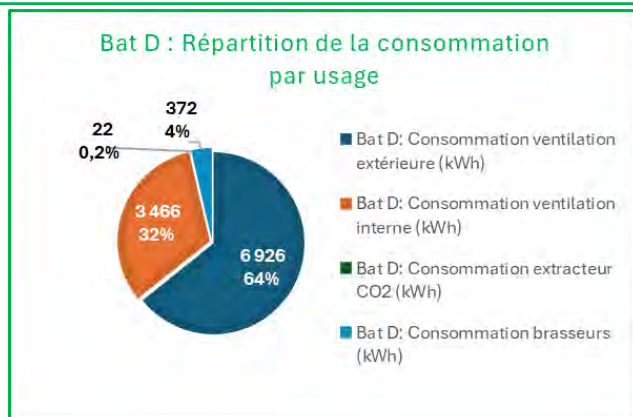


Le bâtiment C a une répartition des consommations électriques différentes des 2 bâtiments précédents. La ventilation extérieure représente plus des 2/3 des besoins de la campagne. Les brasseurs dépourvus de chauffages sont moins consommateurs ce qui explique cette singularité. Les consommations électriques 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	5,33
Ventilation Int	2,67
Brasseurs	0,29
Totale (hors CO2)	8,28



Pour le bâtiment D, les 2 postes principaux de consommation proviennent des ventilations extérieures et intérieures. La faible utilisation des extracteurs et des brasseurs sans chauffage explique cette répartition. Nous savons que ce bâtiment a nécessité davantage de ventilation pour assainir le dernier lot stocké. C'est pourquoi nous aurons un regard à deux niveaux sur la comparaison de la campagne de stockage des divers bâtiments.

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. Ce comparatif sera surtout axé sur la ventilation extérieure et le brassage d'air du fait de leur importance dans le bilan de consommation des bâtiments.

Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Ventilation Ext	4,16	3,65	2,32	5,33
Ventilation Int	0,82	0,44	0,36	2,67
Brasseurs	4,91	2,63	0,47	0,29
Totale (hors CO2)	9,89	6,72	3,14	8,28

Ventilation extérieure :

Le bâtiment D ayant nécessité une durée de fonctionnement significativement plus conséquente induisant une consommation plus importante n'est pas intégré dans la comparaison. Les autres bâtiments se distinguent sur les besoins de ventilation avec des équipements et une capacité de stockage différents. Le tableau suivant permet d'analyser plus précisément les écarts entre bâtiments :

	Bâtiment A			Bâtiment B			Bâtiment C		
Tonnage (t)	1100			1800			1200		
Nombre ventilateurs	5			9			5		
Niveau de fonctionnement	100%	85%	80%	100%	85%	80%	100%	85%	80%
Courant (A)	44	30	26	60,9	39	32	32	20,5	16,9
Puissance (kW)	26,6	17,6	15	37,8	24	19,9	20,7	13,2	11
Durée de fonctionnement (h)	262			261			243		
Consommation totale (kWh)	4 576			6 575			2 779		
Consommation horaire moyenne (kWh)	17			25			11		
Consommation totale par tonne (kWh/t)	4,16			3,65			2,32		
Consommation horaire moyenne par tonne (Wh/t)	15,85			13,99			9,52		
Consommation horaire moyenne par ventilateur (Wh)	3,49			2,80			2,28		
Comparatif bâtiment	B / A			C / A			C / B		
Ecart de consommation à la tonne (%)	-12%			-40%			-32%		
Ecart de consommation par ventilateur (%)	-20%			-35%			-18%		

Les bâtiments A et C possèdent des capacités de stockage et une durée de ventilation proches, un nombre de ventilateur identique mais se distinguent en termes de matériels utilisés. Sur l'intégralité de la campagne, le bâtiment C est plus performant de 40% à la tonne de produit stocké et de 35% par ventilateur.

Les bâtiments C et B se distinguent par leurs capacités de stockage et légèrement par la durée de fonctionnement. Néanmoins, les écarts sont calculés sur la consommation horaire moyenne à la tonne ou par ventilateur. Ils sont donc associés à la gestion et à la régulation (optimisation des niveaux de fonctionnement).

Brasseurs d'air :

		Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Tonnage (t)		1100	1800	1200	1300
Puissance des Brasseurs d'air (kW)		3,5	4,5	0,8	1,8
Total de la campagne	Durée de fonctionnement total (h)	1542	1052	699	464
	Consommation totale (kWh)	5397	4735	559	372
	Consommation totale par tonne (kWh/t)	4,91	2,63	0,47	0,29
Zoom sur janvier février (période de gel)	Durée de fonctionnement (h)	915	769	508	310
	Part sur la campagne (%)	59%	73%	73%	67%
	Consommation totale (kWh)	3204	3459	406	248
	Consommation par tonne (kWh/t)	2,91	1,92	0,34	0,19

Les bâtiments A et B se distinguent par l'usage de brasseurs d'air avec système de chauffage ayant des puissances électriques plus conséquentes. Ces 2 bâtiments présentent également des durées de fonctionnement nettement plus importantes sur l'ensemble de la campagne tout comme sur la période de pic (janvier février).



Condensation Bâtiment C le 3 février

1.4. Comparatif des consommations électriques des bâtiments hors période de séchage (hors extraction CO2)

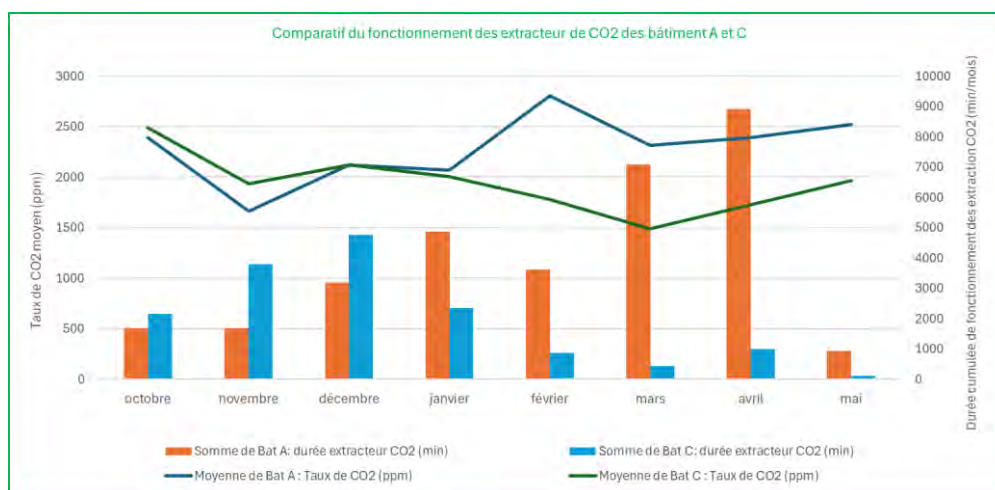
Le bâtiment D ayant nécessité une surconsommation de ventilation pour assainir le dernier lot, nous avons fait le choix dans cette partie de comparer la consommation électrique des divers bâtiments en dehors de la période de séchage/cicatrisation et descente en température, c'est-à-dire de janvier à mai.

Consommation à la tonne stockée (kWh/t)	période de janvier à mai			
	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
Ventilation Ext	1,77	1,50	0,94	1,91
Ventilation Int	0,60	0,28	0,17	1,28
Brasseurs	4,10	2,20	0,34	0,19
Totale (hors CO2)	6,47	3,98	1,45	3,38

Le niveau de performance de consommation rapporté à la tonne du bâtiment D est en amélioration sur cette période. Néanmoins, il reste le plus consommateur sur les besoins de ventilation internes sur cette période.

1.5. Zoom sur l'extraction de CO2

Le bâtiment B n'ayant pas de mesure de fonctionnement des extracteurs de CO2, le choix a été fait de ne pas l'intégrer dans la comparaison. Celle-ci ne portera que sur les bâtiments A et C qui utilisent le même dispositif d'extraction. En effet, ces bâtiments disposent de volumes de stockage équivalents mais les pratiques différentes. Pour le bâtiment C, déstockage progressif et utilisation d'éthylène au générateur RESTRAIN pour la gestion de la germination, tandis que pour le bâtiment A démarrage du déstockage en mai et application de DORMIR.



Alors que les besoins d'extraction sont croissants pour le bâtiment A, ils sont en net déclin à partir de janvier pour le bâtiment C. Néanmoins, il est important de rappeler que ces besoins ne représentent qu'environ 5% des consommations électriques sur la campagne.

1.6. Coûts électriques du stockage

Afin de fournir une approche économique, le choix a été fait de définir un coût moyen de consommation électrique à **0,18 €/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
Prix moyen de l'électricité (€/kWh)	0,18	0,18	0,18	0,18
Consommation totale (KWh)	11412	12097	4025	10786
Coût total (€)	2054	2177	725	1941
Consommation totale par tonne (kWh/t)	10,37	6,72	3,35	8,30
Coût à la tonne (€/t)	1,87	1,21	0,60	1,49

Dans le tableau ci-dessus sont présentés les coûts de stockage pour chaque bâtiment. Le bâtiment A est le plus coûteux pour cette campagne de stockage. Comme indiqué dans les parties précédentes, cela se justifie par un système de ventilation extérieur et des brasseurs d'air avec un système de chauffage plus énergivores.

Le bâtiment C bénéficie du coût énergétique de stockage le plus faible. Cette performance s'explique en partie par des équipements plus économes ainsi que par le déstockage progressif.

1.7. Point sur la production solaire photovoltaïque

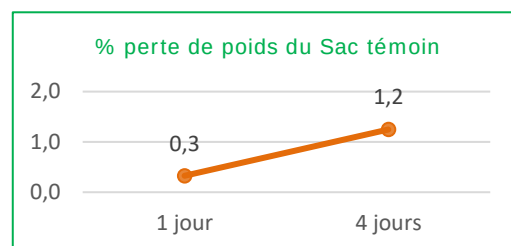
Le secteur agricole et la filière pomme de terre dispose de large surface de toiture dans les exploitations. Ces surfaces bénéficient en grande majorité de bons potentiels de production d'électricité photovoltaïque. L'installation d'une centrale solaire photovoltaïque nécessite de respecter un cahier 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 : émergence de projet, analyse de la capacité d'autoconsommation, dimensionnement de projet, étude économique, ...

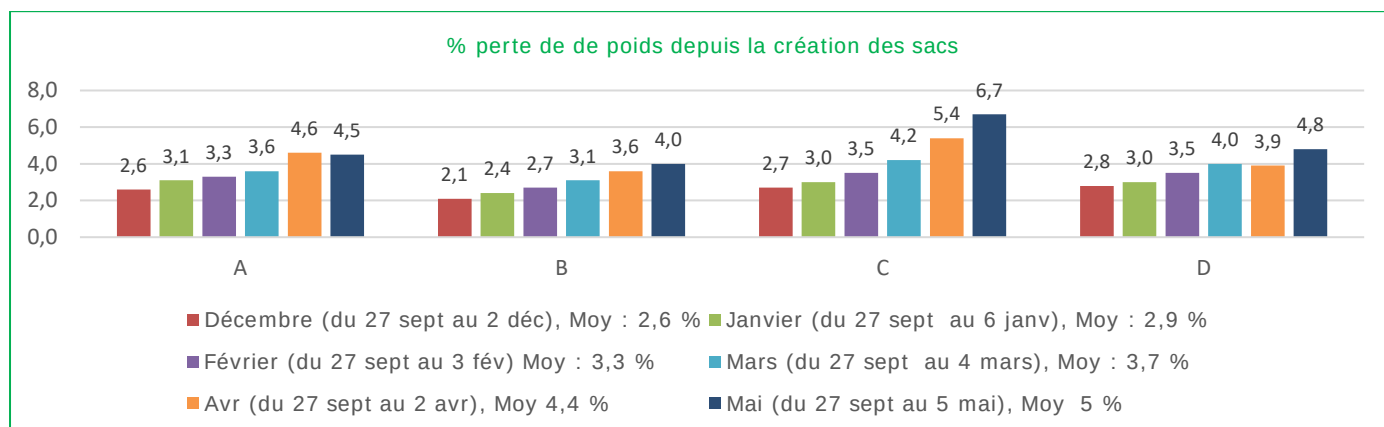
2. LES PERTES DE POIDS

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 4^e jour. Le sac perd 0.3% de son poids le lendemain de sa création jusqu'à 1.2% 4 jours après.

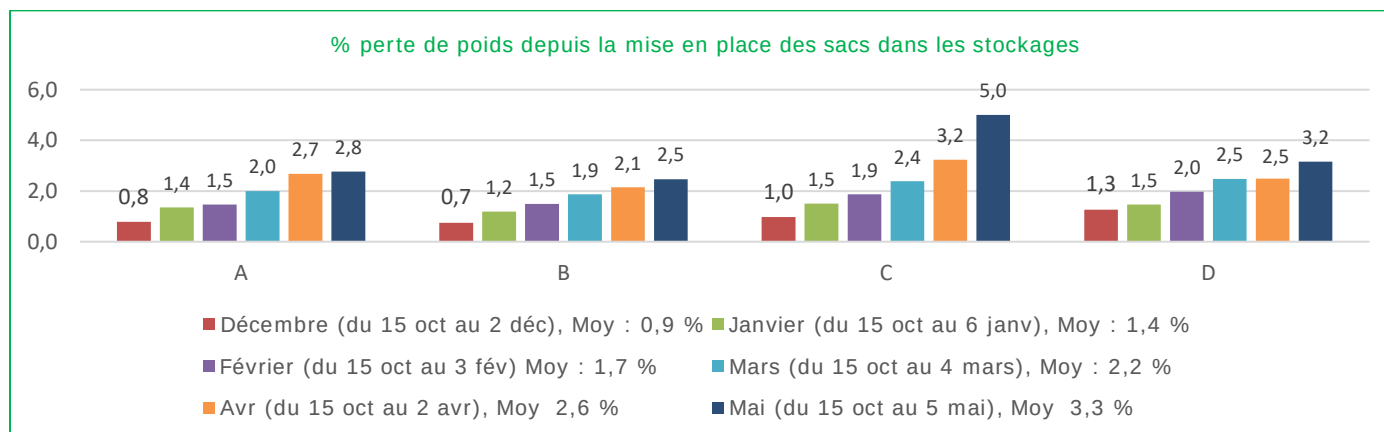


La perte de poids est en moyenne de 1.6% entre la création des sacs et la mise en place dans les stockages.

la perte de poids a évolué chaque mois progressivement dans les 4 stockages sauf entre avril et mai pour le bâtiment C qui a vu son pourcentage de freinte augmenter plus fortement pour atteindre 6.7 %. Cette évolution sur le dernier mois de stockage pourrait s'expliquer par le fait que le bâtiment a commencé à être déstocké progressivement à partir du 20 février. Au mois de mai, seulement 20% du stock initial était encore présent dans le bâtiment. Il est plus difficile dans ce cas de figure de maintenir la température de consigne et de limiter la sur-ventilation. Le bâtiment B termine avec une freinte très faible de 4 % en mai.



Les sacs ont été réalisés le 27 septembre pour être entreposés le 14 octobre. Le graphique ci-dessous présente l'évolution mensuelle de la freinte pour chaque stockage depuis la mise en place des sacs dans les tas. L'impact du séchage n'est pas représenté ici car les sacs ont été positionné plus de 15 jours après cette opération de séchage.



Les résultats suivent la même tendance.

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.

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 5 mai

Evolution de la hauteur de tas du bâtiment D

	Bâtiment A	Bâtiment B	Bâtiment C	Bâtiment D
De la mise en stockage à début décembre	8.5 cm	6.5 cm	7 cm	10 cm
De décembre à début janvier	14.5 cm	11 cm	14 cm	15 cm
De janvier à début février	18.5 cm	16 cm	16 cm	18 cm
De février à début mars	22 cm	21 cm	21 cm	21 cm
De mars à début avril	26 cm	24.5 cm	24 cm	25 cm
De début avril à début mai	30 cm	30 cm	32 cm	29.5 cm
Durée de ventilation avec air extérieur	315 h	304 h	287 h	382 h
Durée de ventilation interne	50 h	39 h	41 h	179 h
Durée de ventilation totale	365 h	343 h	328 h	561 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. 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.

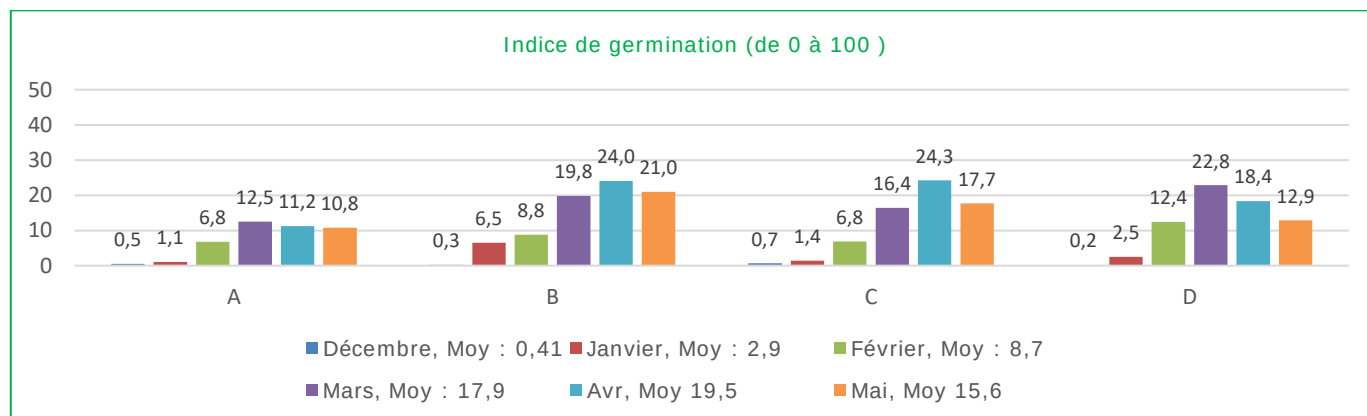
4. L'IMPACT FINANCIER DE LA FREINTE

L'impact financier de la freinte varie de 12 €/t à 20 €/t

	Bâtiment 1	Bâtiment 2	Bâtiment 3	Bâtiment 4
Tonnage stocké	1 100 T	1 800 T	1 200 T	1300 T
Impact financier de la freinte				
Exemple d'un prix du contrat au déstockage au mois de mai	300 €			
Freintes au déstockage	4,50%	4%	6,70%	4,80%
Perte financière (Tonnage perdu x Prix)	14 850 €	21 600 €	24 120 €	18 720 €
Impact financier à la tonne	14 €/t	12 €/t	20 €/t	14 €/t

5. INDICE DE GERMINATION

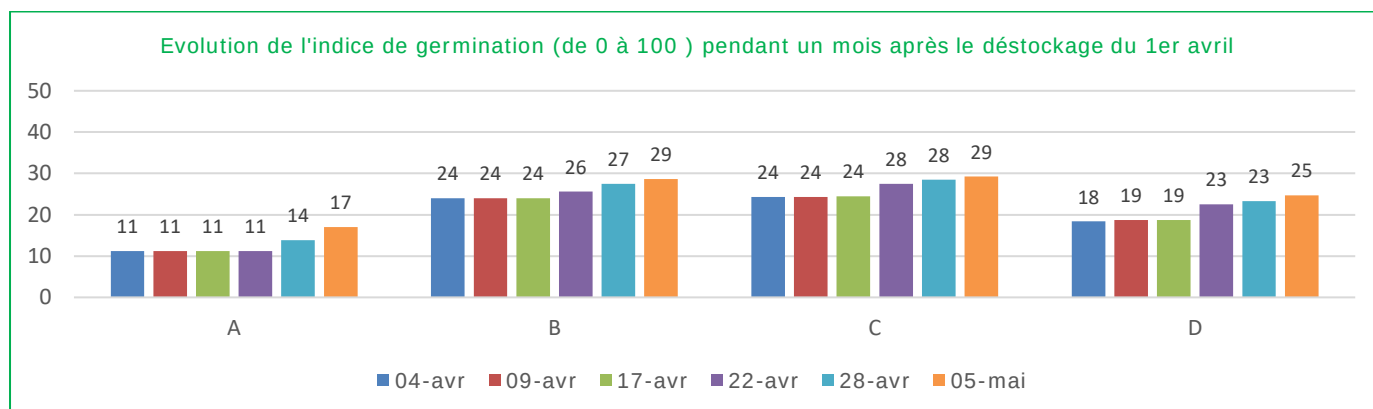
Un des facteurs influençant la freinte est la germination par la reprise de la respiration des tubercules. L'indice de germination est calculé selon la taille des germes présents de chaque tubercule. L'indice 0 indique qu'aucune pomme de terre n'a germé. L'indice 100 indique que la totalité des pommes 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 indices sont restés faibles à la dernière notation. Les bâtiments A et D gérés par l'application de DORMIR ont des indices de germination les plus bas.

L'utilisation de l'éthylène dans les stockages B et C montre une germination plus active à partir de début mars au moment où le taux d'éthylène a été augmenté pour permettre de gérer cette levée de dormance.

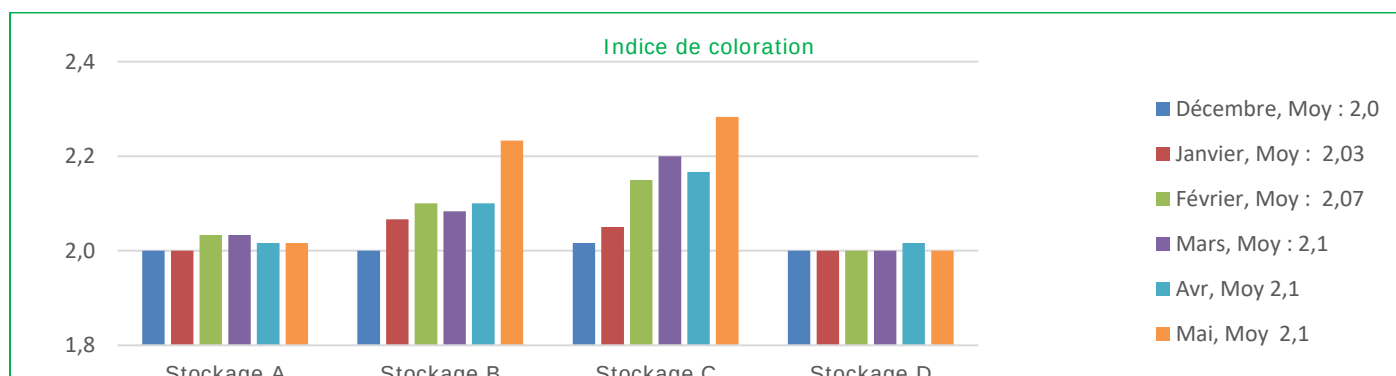
Lors du déstockage du 1^{er} avril, nous avons gardé les tubercules servant à la notation pour poursuivre la notation régulièrement pendant un mois hors stockage afin d'observer la reprise de la germination des pommes de terre lorsque celles-ci ne sont plus en conditions contrôlées.



La reprise de la germination après le déstockage s'observe au bout de 21 jours pour les stockages B, C et D (le 22 avril) et de 27 jours pour le stockage A (28 avril).

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.



L'indice de coloration le plus élevé est de 2.3 au déstockage en mai pour le stockage C. 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.

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.

Progression du taux d'éthylène recommandé

Jour n°	% d'éthylène
1 à 10	Très faibles doses
11 - 12	0,4
13 -14	0,6
15	0,8
16	1
17	2
18 -19	4



CONCLUSIONS

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®

Données de 2023-2024



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 2023 (stockage 2023-2024). 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 2024 sur la campagne récoltée en 2023 et stockée jusqu'en juin 2024 pour donner lieu à cette synthèse en 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.

Charges de stockage (€/t) tous débouchés confondus en 2022 et 2023

	2022			2023		
	(19 industries et 13 frais)			(19 industries et 12 frais)		
	Moyenne	Mini	Maxi	Moyenne	Mini	Maxi
Main d'œuvre mise en stockage	5.3	0.8	12.4	5.0	0.9	15.0
Main d'œuvre déstockage	5.5	0.3	34.3	6.4	0.34	36.9
Matériel	8.3	2.9	30.0	11.1	4.1	63.3
Bâtiment + assurance + électricité	27.8	12.4	91.8	27.8	12.4	91.8
Autres (antigerminatif, sacs, big bag, palox ...)	12.3	0	37.0	13.8	0	65.8
Charges de stockage Totales	59.2	27.8	156.6	64.1	-	-

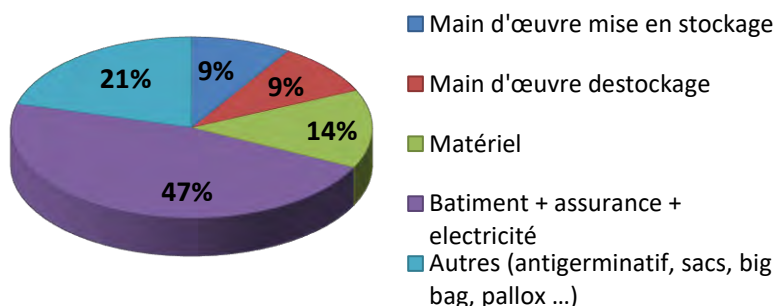
L'échantillon de producteurs enquêtés peut varier selon les années.

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

Les charges « autres » comprennent les antigerminatifs mais aussi la désinfection, les frais d'emballage, de palox, ...

L'année de stockage 2023-2024 a été marquée par une pression germinative modérée engendrant des coûts d'antigerminatifs moins importants qu'en 2022. Par contre, les frais d'emballage ont continué à augmenter en 2023.

Répartition des charges de stockage campagne 2022



En regardant la répartition des charges de stockage en 2022, c'est l'amortissement du bâtiment qui pèse le plus sur les charges de stockage (près de 50%). Depuis l'arrêt du CIPC en 2020, les charges (antigerminatif, big bag, filets, palettes...) sont passées devant les charges de main d'œuvre et de matériel.

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.

26 producteurs ont été enquêtés (débouchés industrie, frais ou mixte). Cela représente 55 stockages différents selon les débouchés (cellules en vrac ou palox avec ou sans frigo) avec des applications de différents produits antigerminatifs : ARGOS (huile d'orange), BIOX M (huile de menthe), DORMIR (1.4 DMN) ou éthylène.

Dans le tableau de la page suivante, 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 2023

Nombre de stockage :	Vrac ventilé		Frigo vrac	Frigo palox	
	9	27	1	2	16
Durée moyenne de stockage	5.2 mois	6.3 mois	6 mois	3 mois	5.3 mois
Coût Moyen total des produits appliqués en €/t	0	6,3 €/t	5.5 €/t	0	4.2 €/t
Coût Moyen total des prestations d'application ou de location en €/t		1.2 €/t	0 €/t		3.2 €/t
% des stockages où l'antigerminatif a été appliqué par le producteur		30%	-		75%
Coût Moyen total des antigerminatifs de stockage en €/t		7.0 €/t	5.5 €/t		5.6 €/t

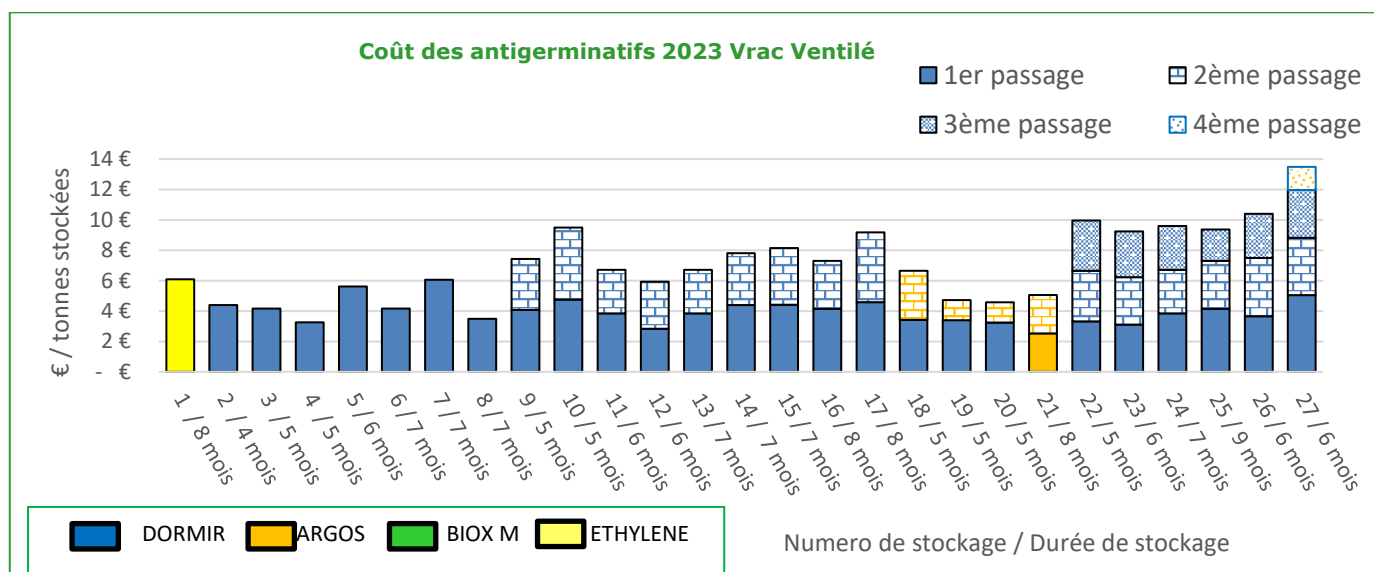
Sur 55 stockages, **11** n'ont pas reçu d'antigerminatif en conservation. En stockage vrac ventilé, représenté majoritairement par des pommes de terre d'industrie, ce sont **30%** des producteurs qui appliquent eux-mêmes les inhibiteurs de croissance (en baisse de 8% par rapport à 2022). En stockage frigo palox, représenté en majorité par le marché du frais, ce chiffre est supérieur. Il est de **75 %** (en baisse de 13% par rapport à 2022).

La moyenne des prestations de mise en œuvre des antigerminatifs, tout type de bâtiment confondu, est de **1.33 €/t** (en augmentation de 28% par rapport à 2022).

En 2023, le nombre de passages moyens d'applications (hors éthylène) est de **1.8 passages** (-0.5). Pour rappel, l'année 2022 avait déjà connu une pression germinative beaucoup moins forte qu'en 2020 et 2021.

Le coût total des passages d'antigerminatifs (prestation et location comprises) est de **6.5 €/t** en moyenne en 2023 pour une durée de stockage moyenne de **6 mois**. En frigo, les coûts des antigerminatifs sont moins importants que les stockages vracs ventilés par le fait que la consigne de température est plus basse et mieux stabilisée avec les groupes froids. De même, les doses d'applications des antigerminatifs sont souvent moins importantes en frigo. Cependant, la consommation énergétique est plus conséquente.

Charges d'antigerminatifs par passage pour les stockages Vrac Ventilé (€/t)

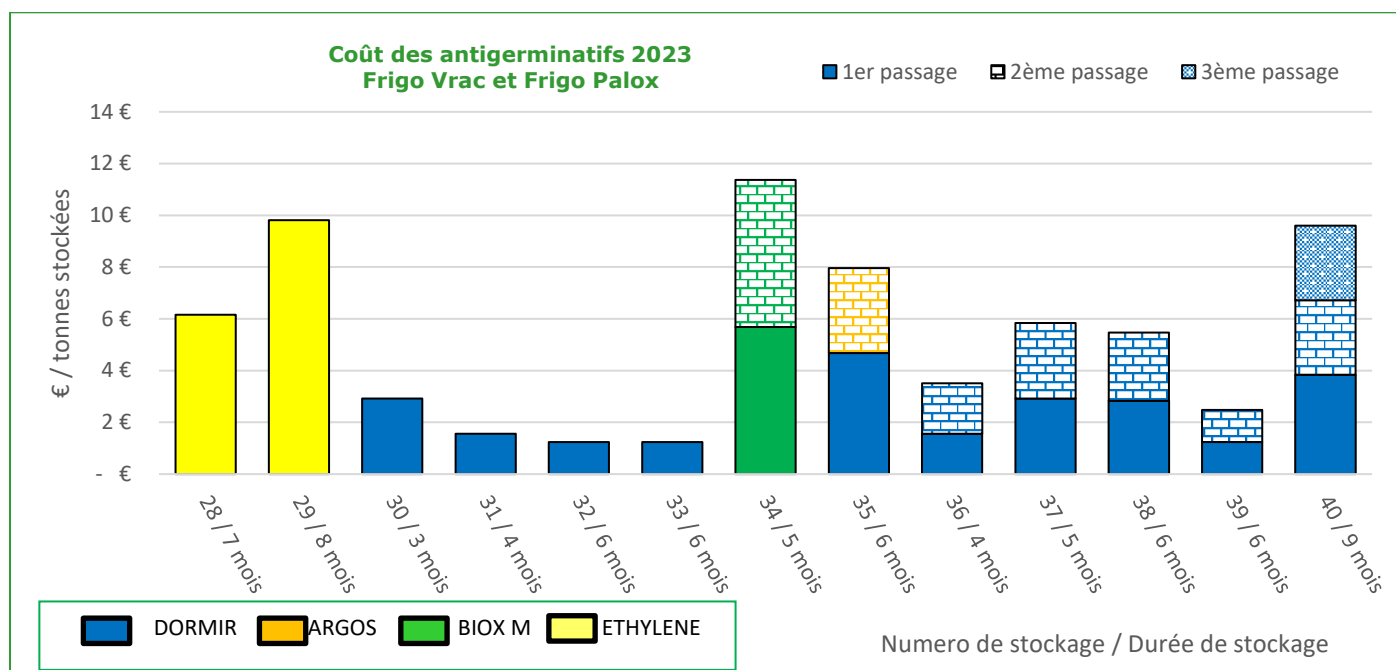


Aucun des bâtiments vracs ventilés n'a reçu de BIOX M en 2023.

Un seul stockage vrac, le **n°1**, est géré avec l'éthylène pour un coût de 6.1 €/t. Hormis les stockages **n° 1 et 2**, les bâtiments ont reçu au 1^{er} passage du DORMIR avec un coût moyen de 4.1 €/t. Les stockages **n°9 à 17** et **n°22 à 27** ont reçu un second passage de DORMIR pour un coût moyen de 3.5 €/t. Le coût du 1^{er} passage est plus élevé car la dose est souvent plus importante (en moyenne 18.7 ml/t de DORMIR) qu'au 2^{ème} et 3^{ème} passage (en moyenne 16.3 ml/t).

Concernant le stockage **n°20**, il a reçu deux passages d'ARGOS pour un coût total de 5.1 €/t pour 8 mois de conservation. Les stockages 18 à 21 et 25 à 26 ont reçu un deuxième passage d'Argos. Les coûts de ce 2^{ème} passage varient beaucoup (de 1.3 €/t à 3.8 €/t) encore une fois par rapport à la dose appliquée et le coût de la prestation d'application. Les stockages **n°22 à 26** ont reçu trois interventions, trois passages de DORMIR pour les stockages de 22 à 24 pour un coût moyen total de 9.8 €/t sur 6 mois de stockage en moyenne. Les stockages 25 et 26 ont reçu pour leur dernier passage de l'ARGOS pour un coût moyen total de 9.9 €/t pour 7.5 mois de stockage en moyenne. Le stockage **n°27** a reçu quatre interventions : trois passages de DORMIR puis un passage d'ARGOS pour un coût total de 13.5 €/t.

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



Le stockage **frigo en vrac** concerne le stockage n°38.

Sur les 18 frigos, 16 ont reçu des antigerminatifs dont 3 où nous n'avons pas eu le détail des interventions raison pour laquelle nous avons souhaité les retirer de ce graphe.

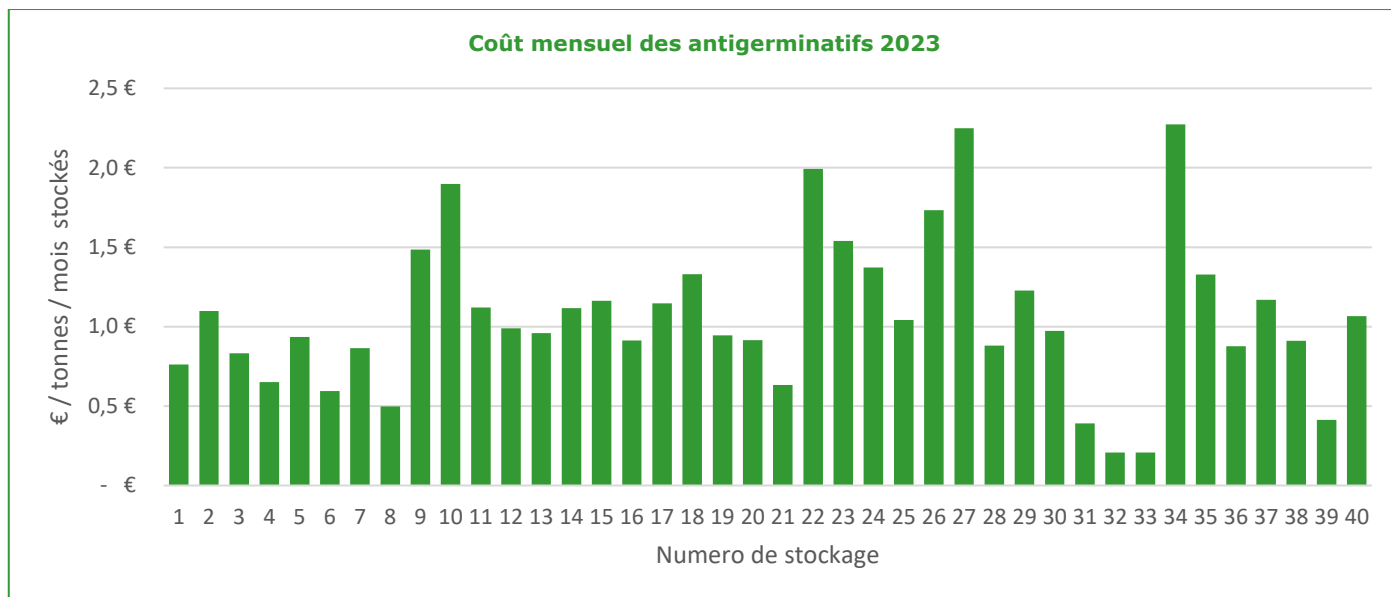
Deux stockages sont gérés avec l'éthylène **n°28 et 29** pour un coût moyen de 8 €/T. Il est plus élevé dans le bâtiment n° 29 mais la durée de stockage est également plus longue (8 mois) que les autres stockages. Le coût total de l'éthylène va dépendre du coût de la location du générateur lié au tonnage, de l'étalonnage de la sonde qui est fixe quel que soit le volume stocké, et de la consommation d'éthanol.

Le coût moyen pour un passage de BIOX M dans le stockage **n° 34** est de 5.7 €/t

Le stockage **n°34** est le seul bâtiment ayant eu de l'ARGOS en 2^{ème} application pour un coût de 3.3 €/t.

Les autres frigos ont reçu du DORMIR en un, deux ou trois passages. Pour un coût moyen de 2.4 €/t au 1^{er} passage puis 2.3 €/t au 2^e passage et 2.9 €/t au 3^e passage.

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 dans ce panel est de **1.10 €/t/mois de stockage** tout type de débouché confondu. Il était de 0,90 €/t/mois de stockage en 2021 et de 1.30 €/t en 2022.

Il y a de grandes variations entre les bâtiments en fonction des choix des antigerminatifs, de leurs doses, de leurs efficacités et rémanences (nombre de passages).

Par exemples :

- le stockage n°34 a le coût mensuel le plus élevé avec 2.3 €/ t / mois car il y a eu 2 passages de BIOX M à la dose de 87ml/t par passage réalisé en prestation pour une durée de stockage de 5 mois. (dose pleine du produit sur une conservation qui n'est pas très longue)
- Les stockages 32 et 33 sont à un seul passage de DORMIR à 10 ml/t sans frais de prestation pour 6 mois de stockage en frigo pour un coût mensuel de 0.21 €/t/mois de stockage.
- Les stockages n° 2 et n°40 sont sur un coût moyen mensuel dans la moyenne du panel à 1.1 €/t/mois alors que l'un a reçu 1 seul DORMIR à 20 ml/t en prestation pour 4 mois de stockage et le second a reçu 3 passages de DORMIR sans prestation d'application à 10 ml/t pour 9 mois de stockage



CONCLUSIONS

Il est difficile de pouvoir précisément indiquer un coût moyen des antigerminatifs. 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 deviennent indispensables pour produire de la qualité dans des coûts raisonnables.

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

CONSEILLERS ET SPÉCIALISTES SONT À VOTRE DISPOSITON POUR RÉPONDRE À VOS QUESTIONS ET VOUS ACCOMPAGNER.

N'hésitez pas à les contacter !

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 DECREQUY
07 88 10 81 43
guillaume.decrequy@npdc.chambagri.fr

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

Flandre Maritime
Florence COULOUIMIES
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
Laurent DEVOCHELLE
06 85 04 36 55
laurent.devochelle@npdc.chambagri.fr

Avesnes-le-Comte
06 77 67 31 09

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

Cambrai
Alexandre SALEZ
06 40 81 95 16
alexandre.salez@npdc.chambagri.fr

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



Comité National
Interprofessionnel
de la Pomme de Terre

