



Pommes de terre
Année 2024



POMMES DE TERRE

**EXPÉRIMENTATIONS EN STOCKAGE 2023-2024
ET RÉFÉRENCES TECHNIQUES**

hautsdefrance.chambre-agriculture.fr



CHAMBRE
D'AGRICULTURE
NORD-PAS-DE-CALAIS



- 01.** Stockage variétés
- 08.** Stockage variétés bio
- 16.** Hydrazide maléique
- 21.** La perte de poids en stockage vrac
- 25.** Évolution des coûts de stockage Systeme®
- 29.** Le bâtiment du futur

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 2023-2024.

Document rédigé par le :
Service Pommes de Terre
Chambre d'Agriculture Nord Pas de Calais

STOCKAGE VARIETES

Essai 2023-2024



OBJECTIFS

La conservation des pommes de terre passe dans un premier temps par le choix variétal où la dormance est à prendre en compte pour la durée de conservation. Puis, l'utilisation d'inhibiteur de germination en végétation et en stockage, alliée à la gestion des températures et de la ventilation vont 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 durant la campagne de conservation dans des stockages avec ou sans inhibiteurs. Puis dans un second temps, évaluer la sensibilité au sucrage des variétés destinées à l'industrie.



Lot de variétés avant mise 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 à destination de l'industrie. Les pommes de terre ont été produites sur une parcelle à Arnèke (59) sur laquelle un traitement à l'hydrazide maléique a été appliqué le 15 août. Après récolte et calibrage, les variétés ont été placées dans 2 types de stockages différents le 25 octobre.

- **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 7,5°C ayant reçu des applications d'antigerminatifs. L'objectif est de vérifier la dormance alliée à l'efficacité et la sélectivité des applications.

1. CONTEXTE DE L'ANNEE

L'année 2023 est caractérisée par une plantation tardive suivie d'un mois de juin sec. L'été est resté relativement doux et avec des averses régulières. La culture n'a pas connu d'épisode de canicule et l'application d'hydrazide maléique a été réalisée en très bonnes conditions.

En stockage n°2 chez le producteur, le séchage s'est bien déroulé, mais la descente en température a été très difficile à cause des températures automnales trop douces. De même, le maintien de la température de consigne n'a pas été évident à la fin du mois de janvier. Pour autant, les pommes de terre n'étaient pas trop nerveuses. Les premiers signes de démarrage de germination ont été constatés timidement en décembre.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions dans le stockage n°2

| Date | Produit / dose | Commentaires |
|------------|-----------------------------|--|
| 25/10/2023 | | Mise en place des variétés dans le stockage |
| 04/12/2023 | | 1 ^{ère} notation |
| 20/12/2023 | DORMIR(1,4 DMN) 20 ml/t | Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 2 mois |
| 09/01/2024 | | 2 ^{ème} notation |
| 12/02/2024 | DORMIR (1,4 DMN) 20 ml/t | |
| 25/03/2024 | | 3 ^{ème} notation |

Les dates de notations sont identiques pour les deux modes de stockage.

1. VARIETES DE CONSOMMATION

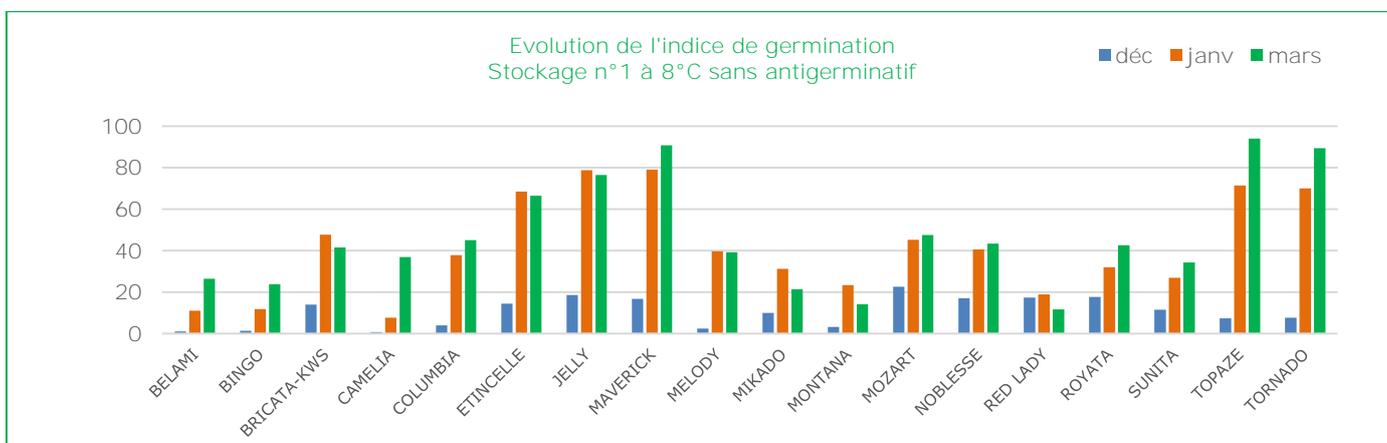
1.1. Indice de germination

Les notations ont démarré un mois et demi après la mise en stockage des variétés le 4 décembre, puis le 9 janvier et le 25 mars. 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.

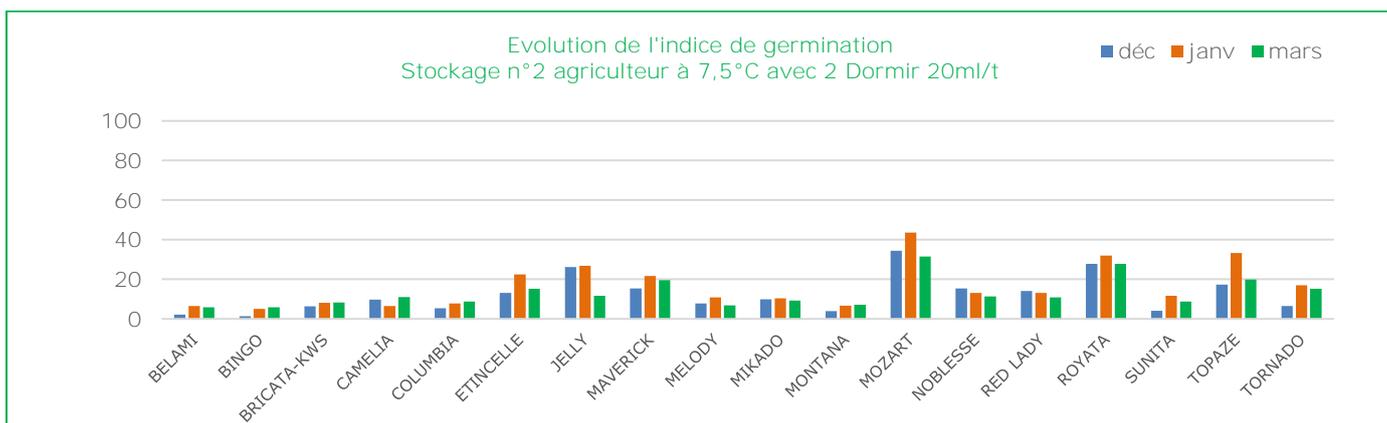
Stockage n°1 à 8°C :

La germination a démarré doucement en décembre pour s'accroître en janvier. Le maintien de la température de consigne par le groupe froid à la fin du mois de janvier a permis de limiter la progression de la germination. En janvier, c'est la variété CAMELIA qui a le moins germé, suivie des variétés BELAMI et BINGO. En mars, les variétés TOPAZE MAVERICK et TORNADO dépassent l'indice de 89 avec une proportion importante de germes supérieure à 1 cm. RED LADY, MONTANA et MIKADO sont les variétés la meilleure aptitude à la longue conservation.



Stockage n°2 à 7,5°C + 2 Dormir 20 ml/t : (applications Dormir le 20 décembre et le 12 février)

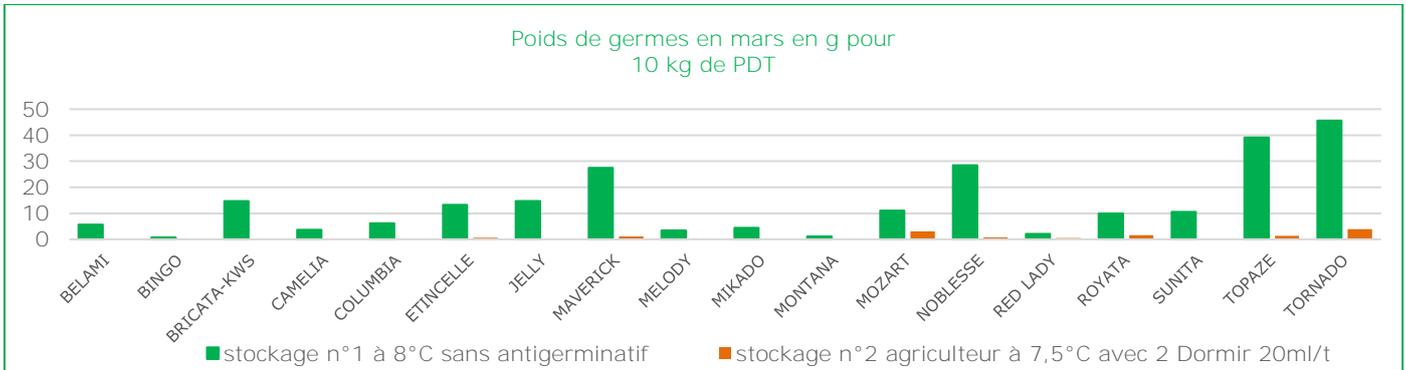
Dès le mois de décembre, les variétés MOZART et ROYATA ont un indice de germination plus élevé que les autres. Les applications du Dormir ont permis de stabiliser cette germination qui n'a plus beaucoup évolué jusqu'en mars sur l'ensemble des variétés.



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 leur poids pour 10 kg de pommes de terre. La notation a eu lieu au déstockage le 25 mars.

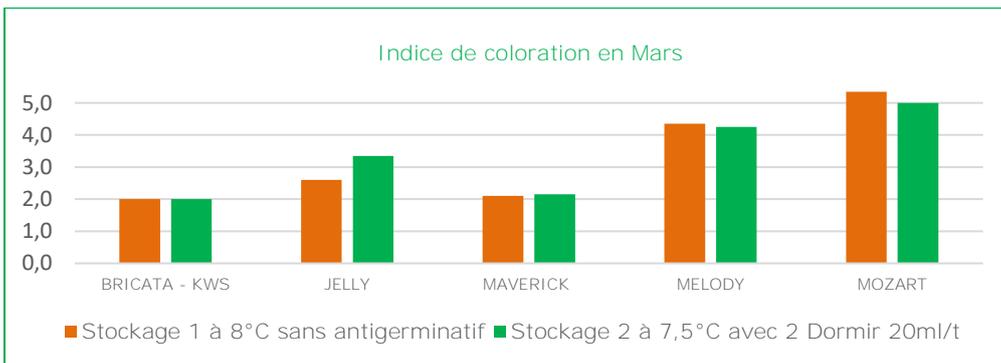
L'intensité de germination est la plus importante pour les variétés TOPAZE et TORNADO en mars dans le stockage n°1 à 8°C. L'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules. En effet, les poids de germe en mars sont beaucoup plus bas que le stockage n°1. BELAMI et BINGO ont un poids de germe de « zéro » car aucun des germes présents ne dépassait les 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 contrôler l'évolution de la couleur des frites de quelques variétés, en se basant sur la grille de notations USDA. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé.

BRICATA-KWS et MAVERICK sont les deux variétés avec un indice de coloration inférieur à 2,5 quel que soit le mode de stockage.



Notation coloration des frites 3 min à 180 °C

1.4 Sélectivité dans le stockage n°2

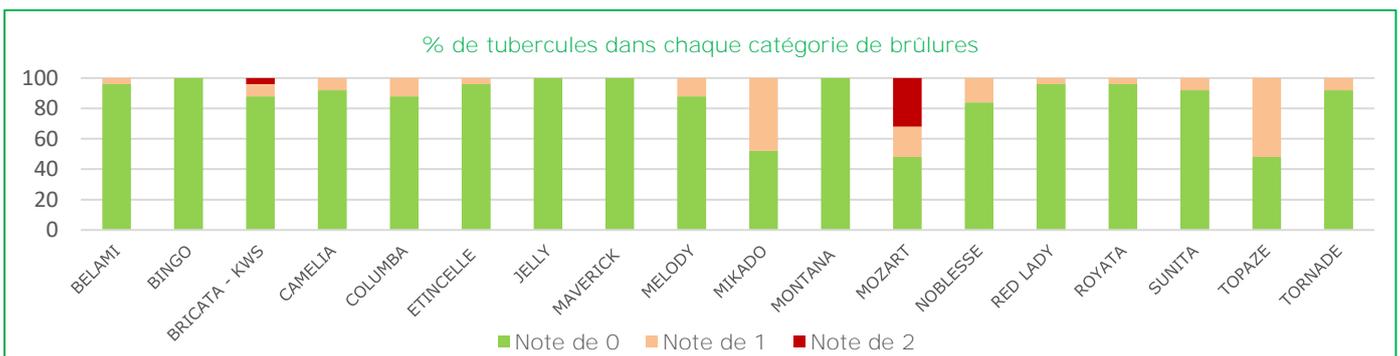
L'application d'antigerminatifs en stockage peut provoquer des brûlures sur les variétés à peau fines, ou en présence de condensation sur les tubercules lors des applications. Au déstockage le 25 mars, une notation spécifique a eu lieu pour évaluer la présence de brûlure suites aux applications de DORMIR dans le stockage n°2.

Pour chaque variété, 25 tubercules ont été notés après épluchage avec un économiseur de la couronne (la partie haute du tubercule, à l'opposé du stolon) et sur un œil. L'échelle de notation est comprise entre 0 et 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) Les notes de 2 et 3 sont considérées comme impactant la qualité du tubercule.



Notation sélectivité

Deux variétés ont présenté des brûlures : MOZART et BRICATA- KWS ayant respectivement 32 % et 4% des tubercules à une note de 2 en rouge sur le graphique ci dessous.



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 25 mars | Indice de coloration | % de tubercules avec une note de sélectivité > 2 |
|-------------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|----------------------|--|
| | | 04-déc | 25-mars | | | |
| BELAMI | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 1,1 | 26,4 | 5,7 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 2,1 | 5,8 | 0,0 | - | 0% |
| BINGO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 1,3 | 23,9 | 0,8 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 1,3 | 5,9 | 0,0 | - | 0% |
| BRICATA-KWS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 14,0 | 41,6 | 14,7 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 6,4 | 8,3 | 0,0 | 2,0 | 4% |
| CAMELIA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0,8 | 36,9 | 3,7 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 9,7 | 11,1 | 0,3 | - | 0% |
| COLUMBIA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 4,0 | 45,1 | 6,2 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 5,3 | 8,8 | 0,1 | - | 0% |
| ETINCELLE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 14,4 | 66,5 | 13,3 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 13,1 | 15,2 | 0,7 | - | 0% |
| JELLY | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 18,5 | 76,4 | 14,7 | 2,6 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 26,3 | 11,7 | 0,3 | 3,4 | 0% |
| MAVERICK | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 16,7 | 90,8 | 27,4 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 15,3 | 19,6 | 1,2 | 2,2 | 0% |
| MELODY | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2,4 | 39,2 | 3,4 | 4,4 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 7,9 | 6,8 | 0,0 | 4,3 | 0% |
| MIKADO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 10,0 | 21,3 | 4,4 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 9,9 | 9,3 | 0,3 | - | 0% |
| MONTANA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 3,2 | 14,1 | 1,1 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 3,9 | 7,2 | 0,0 | - | 0% |
| MOZART | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 22,5 | 47,6 | 11,0 | 5,4 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 34,4 | 31,5 | 3,1 | 5,0 | 32% |
| NOBLESSE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 17,1 | 43,3 | 28,5 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 15,3 | 11,4 | 0,7 | - | 0% |
| RED LADY | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 17,3 | 11,6 | 2,1 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 14,1 | 10,9 | 0,5 | - | 0% |
| ROYATA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 17,6 | 42,7 | 9,9 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 27,7 | 27,7 | 1,6 | - | 0% |
| SUNITA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 11,5 | 34,3 | 10,6 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 4,1 | 8,8 | 0,3 | - | 0% |
| TOPAZE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,3 | 94,0 | 39,1 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 17,3 | 19,9 | 1,4 | - | 0% |
| TORNADO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,6 | 89,4 | 45,7 | - | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 6,5 | 15,2 | 4,0 | - | 0% |

2. VARIETES D'INDUSTRIES

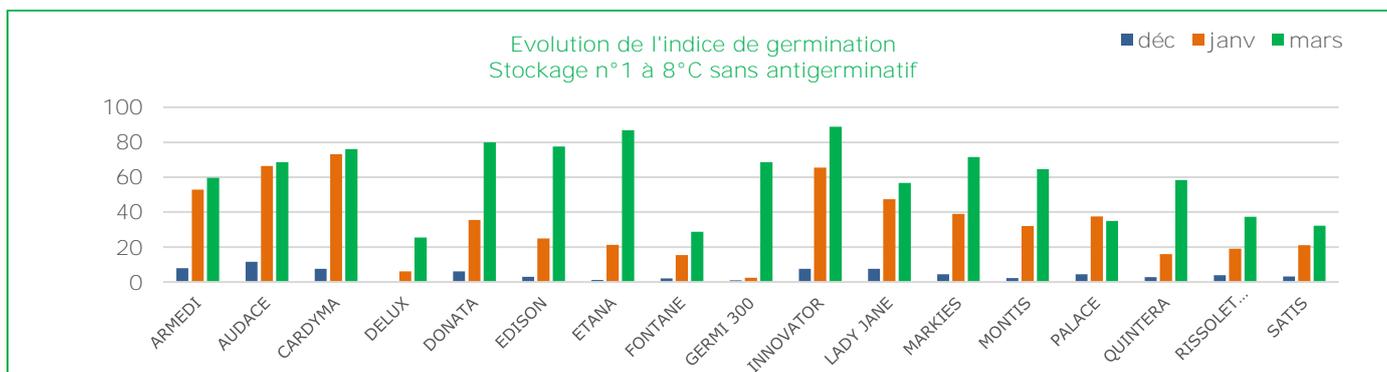
2.1. Indice de germination

Les dates de notation sont identiques aux variétés de consommation soit les 4 décembre, 9 janvier et 25 mars.

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.

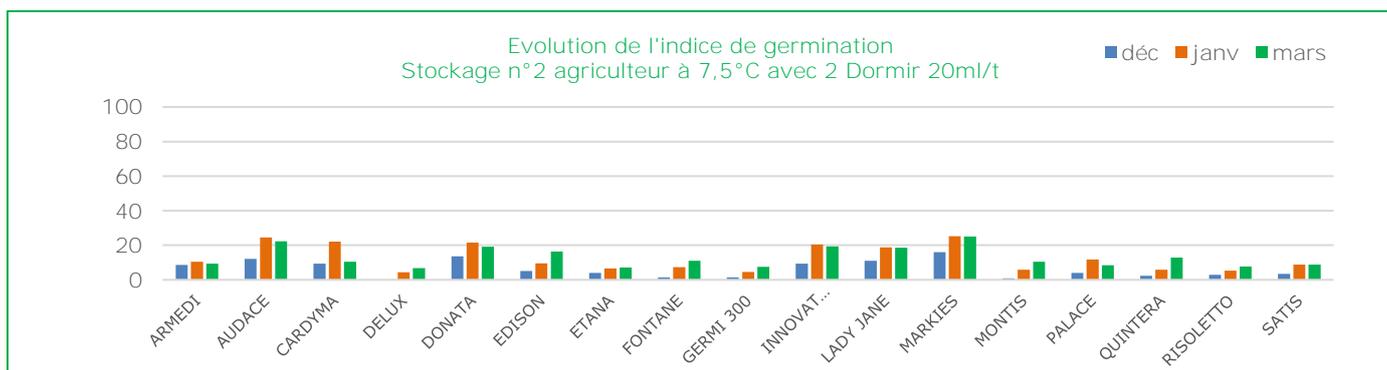
Tout comme les variétés de consommation, les variétés d'industrie ont commencé à germer en décembre, avec une forte accélération en janvier jusque mars.

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 65 sont CARDYMA, AUDACE ET INNOVATOR. En mars, seules les variétés DELUX et FONTANE restent en dessous de l'indice 30.



Stockage n°2 à 7,5°C + 2 Dormir 20 ml/t : (applications Dormir le 20 décembre et le 12 février)

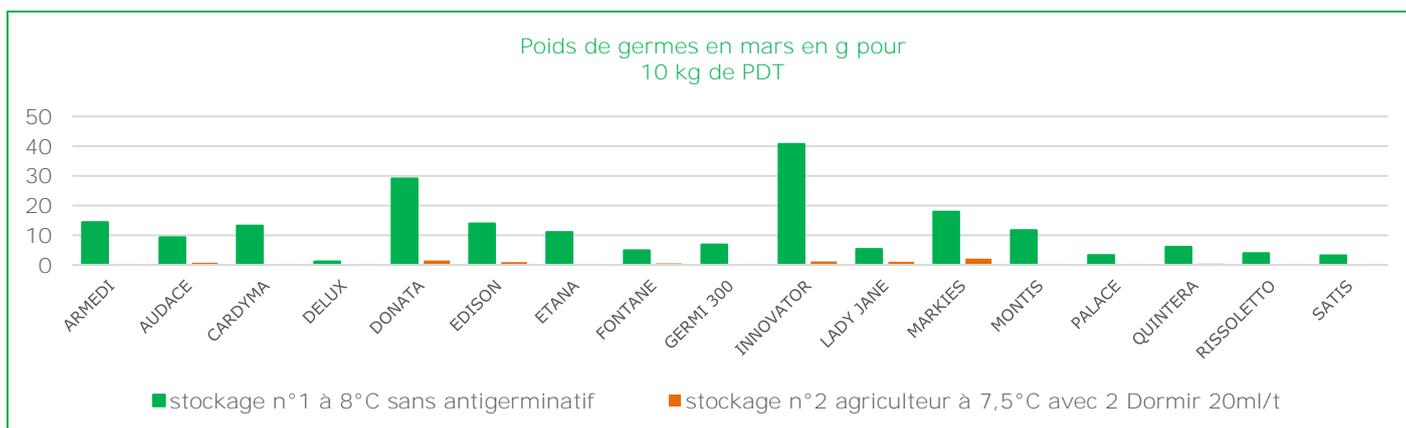
Les indices de germination sont restés très bas dans ce stockage, ne dépassant pas l'indice de 26 au mois de mars sur l'ensemble des variétés. MARKIES, AUDACE et CARDYMA sont les plus nerveuses mais dans des proportions très raisonnables avec des indices entre 22 et 26.



2.2. Poids de germe

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le poids de germes au déstockage le 25 mars sur l'ensemble des variétés.

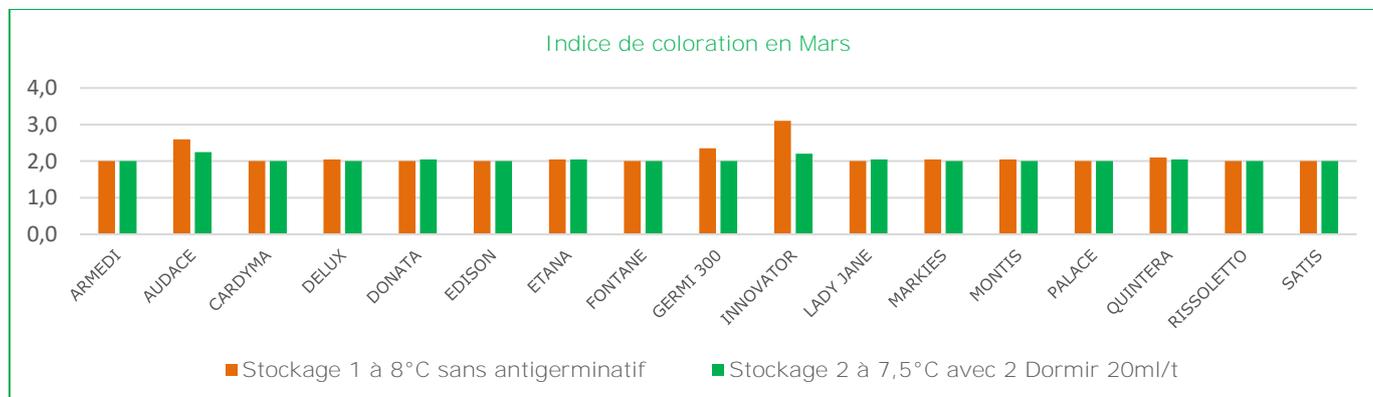
L'indice germination étant plus élevé en mars pour le stockage n°1 sans antigerminatif, le poids de germe est en conséquence plus élevé. Les variétés DONATA et INNOVATOR ont des poids de germe supérieurs à 29 g. Avec l'application de deux DORMIR en stockage, nous pouvons constater que l'intensité de la germination est très faible dans le stockage n°2. Aucune variété ne dépasse les 3 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.

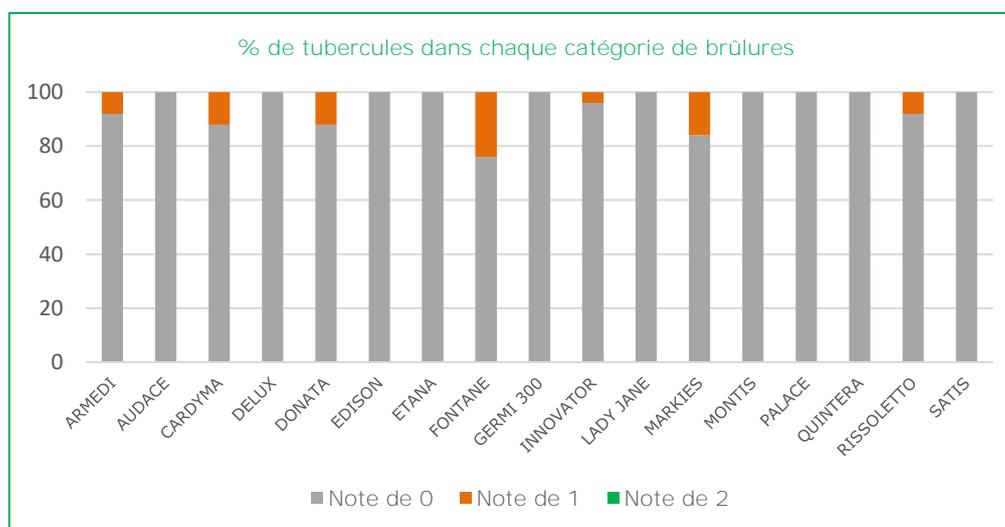
Au cours de ce test de friture, c'est uniquement dans le stockage n°1 où nous observons 3 variétés dépassant l'indice de 2,3 : INNOVATOR, AUDACE et GERMI 300. Dans le stockage n°2, aucune variété n'atteint l'indice de 2,3.



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 et FONTANE jusqu'à présent.

2.4 Sélectivité dans le stockage n°2

La notation sélectivité a également été réalisée sur les variétés destinées à l'industrie. Aucune n'a présenté de brûlures importantes.



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 25 mars | Indice de coloration | % de tubercules avec une note de sélectivité > 2 |
|------------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|----------------------|--|
| | | 04-déc | 25-mars | | | |
| ARMEDI | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,9 | 59,6 | 14,4 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 8,5 | 9,3 | 0,2 | 2,0 | 0% |
| AUDACE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 11,6 | 68,7 | 9,3 | 2,6 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 12,1 | 22,3 | 0,7 | 2,3 | 0% |
| CARDYMA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,6 | 76,0 | 13,2 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 9,3 | 10,4 | 0,2 | 2,0 | 0% |
| DELUX | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0,0 | 25,5 | 1,1 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 0,1 | 6,7 | 0,0 | 2,0 | 0% |
| DONATA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 6,1 | 79,9 | 29,1 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 13,6 | 19,2 | 1,5 | 2,1 | 0% |
| EDISON | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2,9 | 77,6 | 13,9 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 5,1 | 16,4 | 0,9 | 2,0 | 0% |
| ETANA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 1,1 | 86,8 | 11,1 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 4,0 | 7,2 | 0,0 | 2,1 | 0% |
| FONTANE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2,1 | 28,7 | 4,9 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 1,4 | 11,0 | 0,5 | 2,0 | 0% |
| GERMI 300 | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0,9 | 68,7 | 6,8 | 2,4 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 1,5 | 7,5 | 0,0 | 2,0 | 0% |
| INNOVATOR | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,5 | 88,9 | 40,7 | 3,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 9,4 | 19,3 | 1,1 | 2,2 | 0% |
| LADY JANE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 7,6 | 56,7 | 5,4 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 11,1 | 18,7 | 1,0 | 2,1 | 0% |
| MARKIES | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 4,5 | 71,5 | 17,9 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 16,0 | 25,1 | 2,1 | 2,0 | 0% |
| MONTIS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2,3 | 64,5 | 11,7 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 0,8 | 10,5 | 0,1 | 2,0 | 0% |
| PALACE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 4,5 | 34,9 | 3,3 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 4,0 | 8,4 | 0,0 | 2,0 | 0% |
| QUINTERA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2,8 | 58,3 | 6,1 | 2,1 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 2,4 | 12,8 | 0,4 | 2,1 | 0% |
| RISSOLETTO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 3,9 | 37,3 | 3,9 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 2,9 | 7,7 | 0,0 | 2,0 | 0% |
| SATIS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 3,2 | 32,3 | 3,2 | 2,0 | - |
| | n°2 à 7,5 °C + 2 DORMIR 20ml/t | 3,5 | 8,8 | 0,1 | 2,0 | 0% |

STOCKAGE VARIETES BIO

Essai 2023-2024



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 (Huile de menthe ou d'orange, éthylène), elle permet de prolonger le stockage des pommes de terre. La gestion des températures et 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 garantissant 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.



Présentation de l'essai
Lorgies 23 février 2024

L'objectif de cet essai est, dans un premier temps, de comparer la dormance des variétés en agriculture biologique durant la campagne de conservation en situation de stockage avec et sans inhibiteur homologué bio. Dans un second temps, la sensibilité au sucrage est évaluée sur les variétés d'industrie.



MODALITES TESTEES

40 variétés ont été sélectionnées dont 24 de consommation, 12 d'industrie et 4 de chair ferme afin de tester leur comportement au stockage en conduite biologique. L'essai de pomme de terre de consommation et d'industrie a été implanté le 24 mai à Carvin (59) et celui de chair ferme le 2 juin à Auchy-lez-Orchies (59). Les parcelles n'ont pas été irriguées.

Après récolte le 7 octobre et calibrage le 18 octobre, les variétés ont été placées dans deux lieux de stockages différents le 10 novembre. Les températures de stockage sont les mêmes. Sur un des deux lieux, il y a eu des traitements antigerminatifs à l'huile de menthe. Les 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 2023 est caractérisée par une plantation tardive due aux précipitations de mars à mai très élevées. Or la plantation a été suivie par un mois de juin très sec. L'été est resté relativement doux avec des averses régulières. Les mois de juin et septembre étaient particulièrement chauds cette année. Enfin, les épisodes pluvieux de l'automne ont rendu compliqué la récolte.

2. DEROULEMENT DE L'ESSAI

Dates des interventions dans le stockage n°2

| Date | Produit / dose | Commentaires |
|------------|------------------|--|
| 10/11/2023 | | Mise en place des variétés dans le stockage |
| 20/12/2023 | BIOX M à 90 ml/T | Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 2 mois |
| 09/01/2024 | | 1 ^{ère} notation |
| 25/01/2024 | BIOX M à 90 ml/T | Les variétés de l'essai étaient présentes dans le stockage depuis 3 mois |
| 05/02/2024 | | 2 ^{ème} notation |
| 25/03/2024 | | 3 ^{ème} notation |

Les dates de notations sont identiques pour les deux modes de stockage.

1 VARIETES DE CONSOMMATION

1.1 Indice de germination

Les notations ont démarré deux mois et demi après la mise en stockage des variétés soit le 9 janvier, le 5 février et le 25 mars. 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.

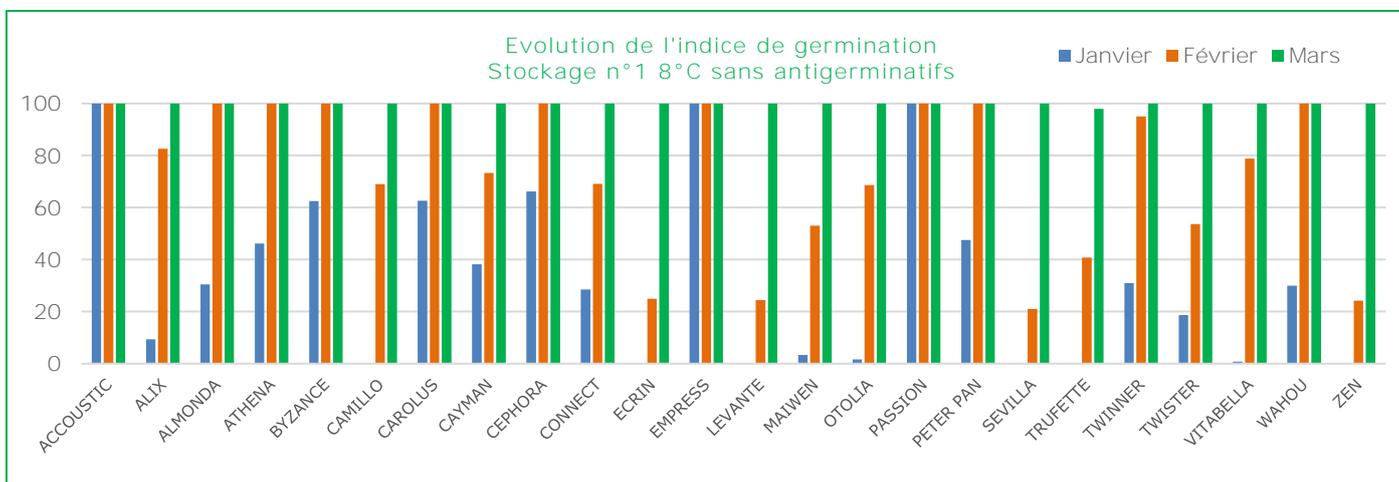
Contrairement à l'essai variétés en agriculture conventionnelle présenté au début de cette plaquette d'expérimentation, cet essai en agriculture biologique n'a pas reçu d'hydrazide maléique en végétation (non homologué en AB). De plus, ce n'est pas la même parcelle. C'est ce qui explique les gros écarts de germination dès le mois de décembre.

Entre les deux stockages (les deux graphiques ci-dessous), nous pouvons constater dans le bâtiment n°1, qu'en absence d'inhibiteur de germination en stockage, les variétés ont un indice de germination plus élevé de 40 %.

Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

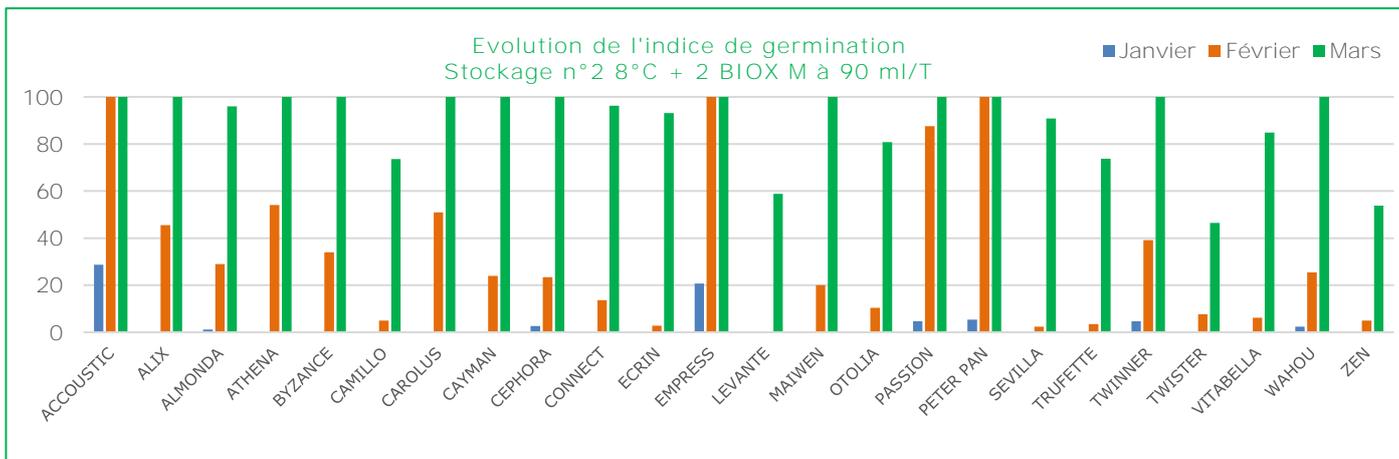
La germination a démarré rapidement en janvier pour ACOUSTIC, EMPRESS et PASSION. Le maintien de la température de consigne par le groupe froid a permis de limiter la progression de la germination des autres variétés. On constate que certaines variétés se trouvent limitées dans leur conservation en février, seules 5 variétés ont des indices inférieurs à 50 %.

En mars, toutes les variétés ont atteint l'indice de 100 avec une proportion de germe supérieure à 1 cm important.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 20 décembre et 25 janvier)

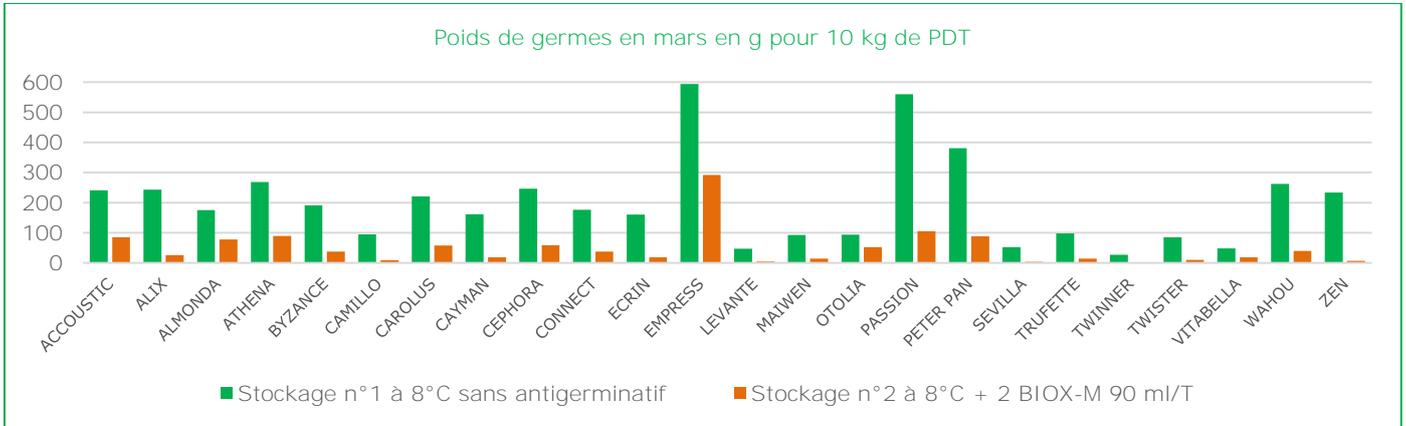
En janvier, seules 8 variétés ont commencé à germer. On remarque que les applications de BIOX M ont permis de limiter la germination des variétés qui a évolué progressivement jusqu'en mars. En mars, seule TWISTER a un indice inférieur à 50 %, elle répond très bien à l'antigerminatif.



1.2 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 leur poids pour 10 kg de pommes de terre. La notation a lieu au déstockage le 25 mars.

L'intensité de germination est la plus importante pour les variétés EMPRESS et PASSION 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 150 g de plus pour le stockage n°1. On retrouve EMPRESS qui a un poids de germe le plus élevé quel que soit le stockage. 6 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 27 g.



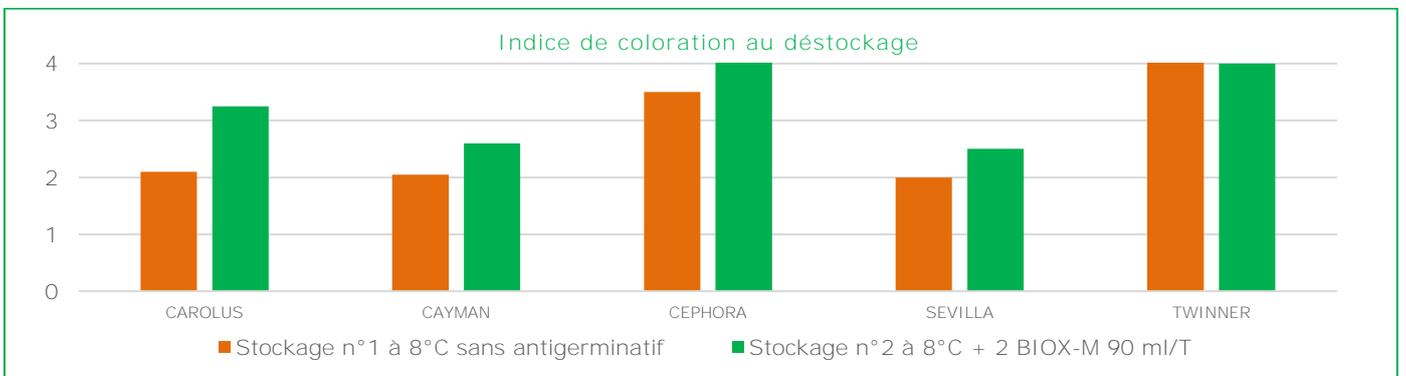
Variété ZEN

A gauche : stockage n°1 sans antigerminatif, à droite : stockage n°2 avec BIOX M

1.3 Impact du stockage sur la couleur des frites

Dans le cadre de l'essai, nous avons vérifié la couleur des frites de quelques variétés avec la grille de notations USDA. 20 frites sont prélevées au centre des pommes de terre qui sont ensuite plongées dans un bain d'huile 3 min à 180°C. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé.

Dans le stockage n°1, la plupart des variétés ont des indices proches de 2 sauf CEPHORA et TWINNER qui ont des indices supérieurs à 3. Les indices de coloration sont plus élevés dans le stockage n°2.



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 25 mars | Indice de coloration |
|-----------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|----------------------|
| | | 09-janv | 25-mars | | |
| ACCOUSTIC | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 100 | 100 | 241 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 29 | 100 | 85 | |
| ALIX | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 9 | 100 | 243 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 26 | |
| ALMONDA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 31 | 100 | 175 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 1 | 96 | 78 | |
| ATHENA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 46 | 100 | 268 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 90 | |
| BYZANCE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 63 | 100 | 191 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 38 | |
| CAMILLO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 94 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 73,6 | 9 | |
| CAROLUS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 63 | 100 | 221 | 2,1 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 57 | 3,3 |
| CAYMAN | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 38 | 100 | 161 | 2,1 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 19 | 2,6 |
| CEPHORA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 66 | 100 | 246 | 3,5 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 58 | 4,2 |
| CONNECT | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 29 | 100 | 176 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 96,2 | 38 | |
| ECRIN | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 161 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 93 | 19 | |
| EMPRESS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 100 | 100 | 594 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 21 | 100 | 292 | |
| LEVANTE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 48 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 58,8 | 5 | |
| MAIWEN | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 3 | 100 | 92 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 14 | |
| OTOLIA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 2 | 100 | 94 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 80,8 | 52 | |
| PASSION | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 100 | 100 | 560 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 5 | 100 | 106 | |
| PETER PAN | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 48 | 100 | 381 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 5 | 100 | 88 | |
| SEVILLA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 52 | 2 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 90,8 | 4 | 2,5 |
| TRUFETTE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 98 | 98 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 73,7 | 14 | |
| TWINNER | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 31 | 100 | 27 | 4,1 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 5 | 46,4 | 1 | 4 |
| TWISTER | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 19 | 100 | 85 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 10 | |
| VITABELLA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 1 | 100 | 48 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 84,8 | 18 | |
| WAHOU | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 30 | 100 | 262 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 2 | 100 | 40 | |
| ZEN | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 234 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 53,7 | 7 | |

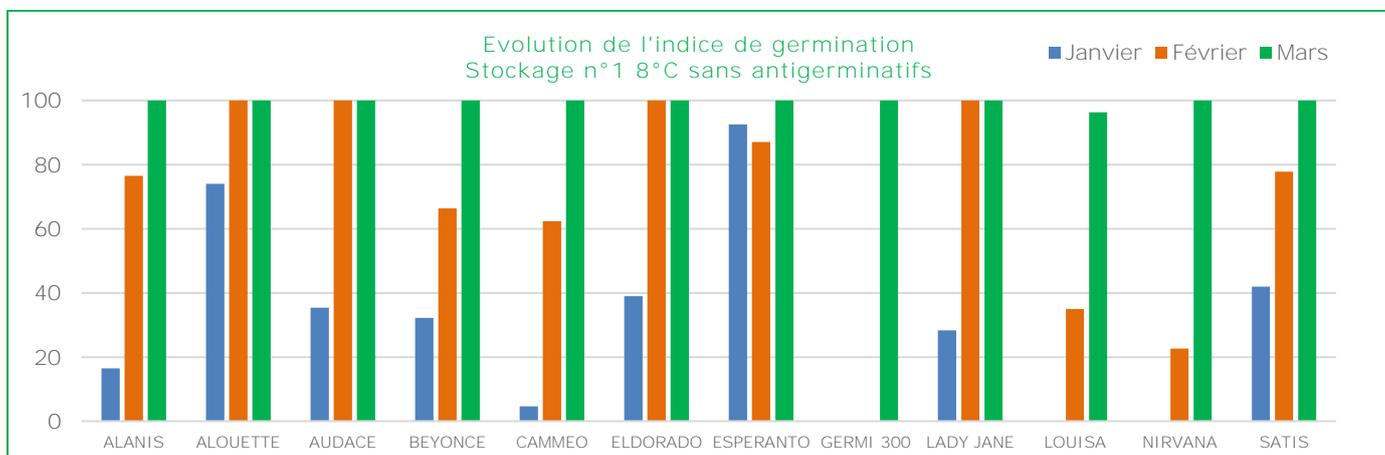
2 VARIETES D'INDUSTRIES

2.1 Indice de germination

Les dates de notations sont identiques aux variétés de consommation soit le 9 janvier, le 5 février et le 25 mars.

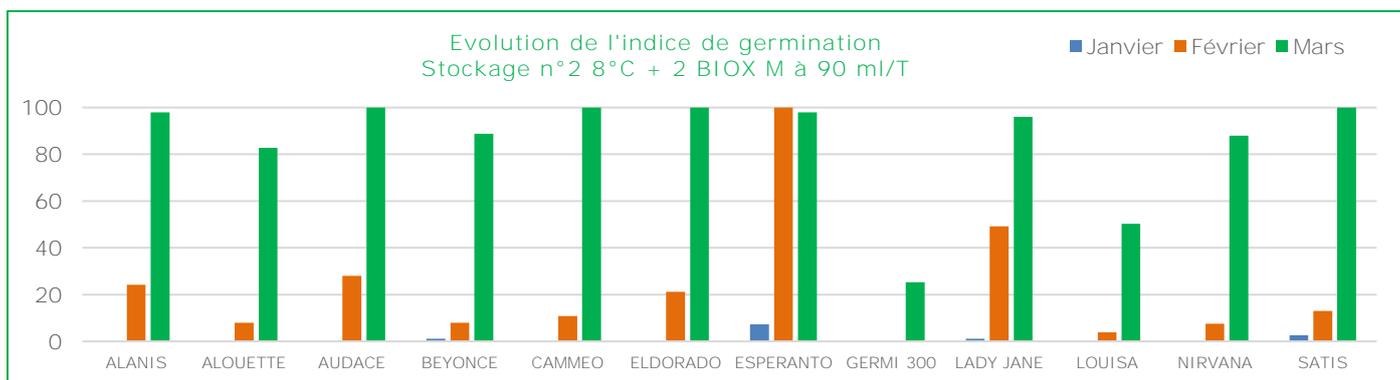
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré rapidement en janvier pour ESPERANTO et ALOUETTE. 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 certaines variétés se trouvent limitées dans leur conservation en février, seules GERMI 300, LOUISA et NIRVANA ont des indices inférieurs à 50. En mars, toutes les variétés ont atteint l'indice de 100 avec une proportion de germe supérieure à 1 cm importante.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/T : (applications BIOX M le 20 décembre et 25 janvier)

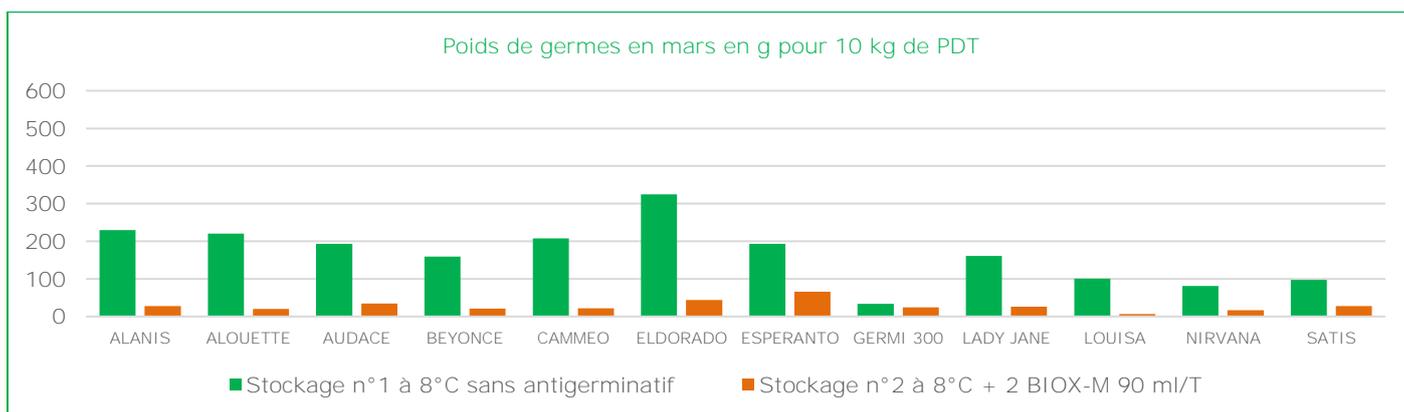
Au mois de janvier, on retrouve ESPERANTO qui a rapidement germé dès janvier et qui a atteint l'indice de 100 dès février. On remarque que les applications de BIOX M ont permis de limiter la germination des variétés qui a évolué progressivement jusqu'en mars. En mars, seules GERMI 300 et LOUISA ont des indices inférieurs à 50. Ces variétés répondent très bien à l'antigerminatif.



2.2 Poids de germe

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le poids de germes au déstockage le 25 mars sur l'ensemble des variétés.

L'intensité de germination est la plus importante pour les variétés ELDORADO dans le stockage n°1. Dans l'ensemble, l'utilisation de BIOX M dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules puisqu'il y a en moyenne 140 g de plus pour le stockage n°1. Seule LOUISA a un poids de germe inférieur à 10 g dans le stockage n°2 alors que dans le stockage n°1, le minimum est de 34 g.

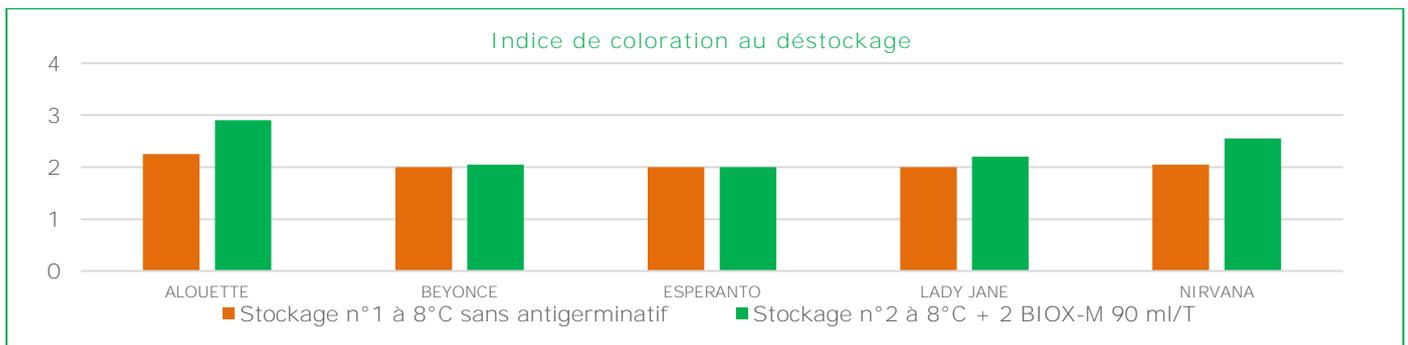




Variété LADY JANE
A gauche : stockage n°1, à droite : stockage n°2

2.3 Impact du stockage sur la couleur des frites

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le test de coloration à la friture sur quelques variétés. **La variété ALOUETTE a coloré plus que les autres variétés dans les stockages de l'essai. BEYONCE et ESPERANTO ont toutes les deux un indice de coloration ne dépassant pas 2.1 dans les deux stockages.**



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 25 mars | Indice de coloration |
|-----------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|----------------------|
| | | 09-janv | 25-mars | | |
| ALANIS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 17 | 100 | 230 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 98 | 28 | |
| ALOUETTE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 74 | 100 | 221 | 2,3 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 83 | 20 | 2,9 |
| AUDACE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 35 | 100 | 193 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 34 | |
| BEYONCE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 32 | 100 | 159 | 2 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 1 | 89 | 21 | 2,1 |
| CAMMEO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 5 | 100 | 208 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 21 | |
| ELDORADO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 39 | 100 | 325 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 44 | |
| ESPERANTO | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 93 | 100 | 194 | 2 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 7 | 98 | 66 | 2 |
| GERMI 300 | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 34 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 25 | 25 | |
| LADY JANE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 28 | 100 | 161 | 2 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 1 | 96 | 26 | 2,2 |
| LOUISA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 96 | 101 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 50 | 6 | |
| NIRVANA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 0 | 100 | 81 | 2,1 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 88 | 16 | 2,6 |
| SATIS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 42 | 100 | 97 | |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 3 | 100 | 28 | |

3 VARIETES CHAIR FERME

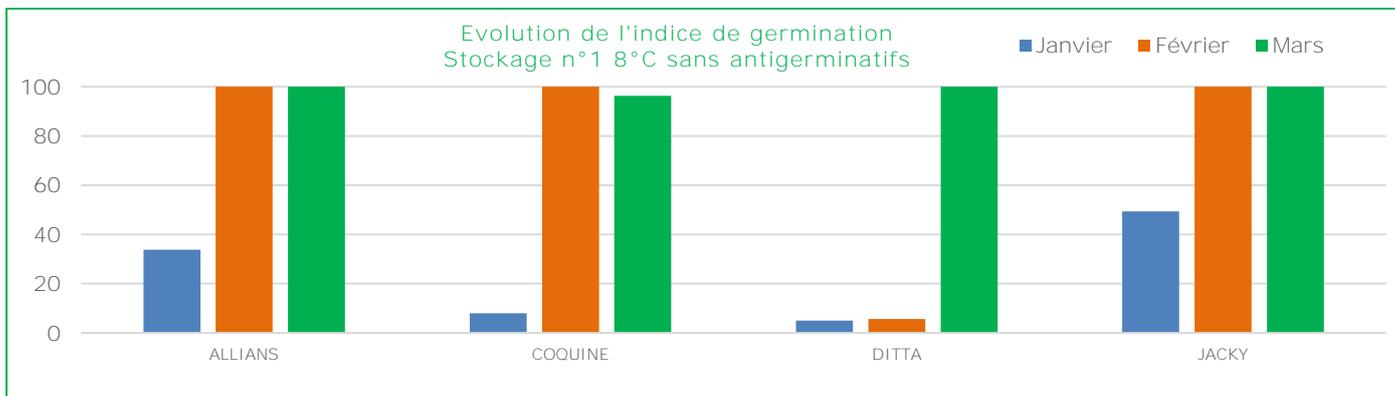
3.1 Indice de germination

Les dates de notations sont identiques aux variétés de consommation soit le 9 janvier, le 5 février et le 25 mars.

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 en moyenne un indice de germination plus élevé.

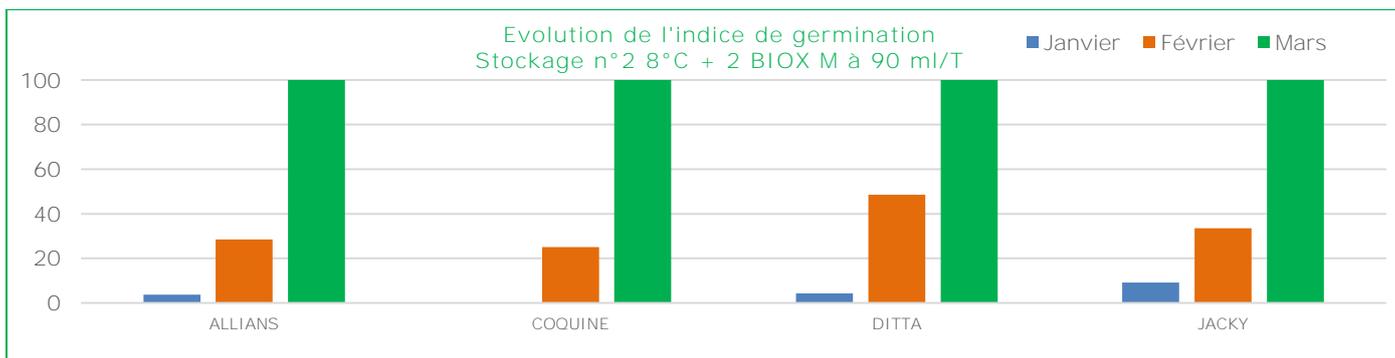
Stockage n°1 à 8°C sans antigerminatif :

La germination a démarré doucement en décembre pour s'accroître en janvier sauf pour DITTA qui a le moins germé en janvier. En mars, toutes les variétés ont atteint un indice de germination de 100. En général, les variétés à chairs fermes **n'ont pas l'aptitude** à être conservées pendant plus de 3 mois.



Stockage n°2 à 8°C + 2 BIOX M 90 ml/t : (applications BIOX M le 20 décembre et le 25 janvier)

Les applications du BIOX M ont permis de stabiliser la germination qui n'a plus beaucoup évolué jusqu'en février sur l'ensemble des variétés. En février, DITTA et JACKY ont un indice de germination plus élevé. En mars, toutes les variétés ont décroché et ont un indice de 100.

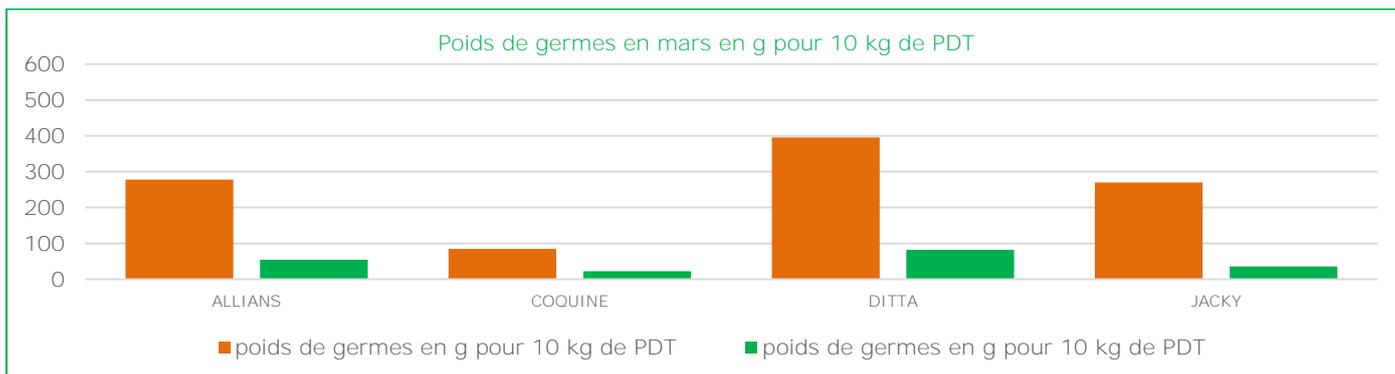


3.2 Poids de germe

Comme pour les variétés de consommation, nous avons réalisé le poids de germes au déstockage le 25 mars sur l'ensemble des variétés.

L'intensité de germination est la plus importante pour la variété DITTA en mars dans le stockage n°1. Seule COQUINE n'atteint pas les 100 g en poids de germe.

L'utilisation d'antigerminatif dans le stockage n°2 a permis de mieux contrôler la germination dans le temps des tubercules. En effet, les poids de germe en mars sont beaucoup plus bas de 200 g en moyenne par rapport au stockage n°1. COQUINE et JACKY ont les poids de germe les plus faibles.



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 25 mars |
|----------|--------------------------------|-----------------------|---------|--|
| | | 09-janv | 25-mars | |
| ALLIANS | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 34 | 100 | 278 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 4 | 100 | 55 |
| COQUINE | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 8 | 96 | 85 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 0 | 100 | 23 |
| DITTA | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 5 | 100 | 396 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 4 | 100 | 82 |
| JACKY | n°1 à 8 °C sans antigerminatif | 49 | 100 | 270 |
| | n°2 à 8°C + 2 BIOX M à 90 ml/T | 9 | 100 | 36 |

HYDRAZIDE MALÉIQUE

Essai 2023-2024



OBJECTIFS

L'hydrazide maléique (FAZOR STAR ou ITCAN SL270) est une molécule appliquée au champ pour limiter la germination en stockage. L'efficacité de ce produit dépend de la qualité de l'application, le stade de la culture et des conditions météorologiques après traitement. L'objectif de cet essai est de vérifier la recommandation des firmes qui est de ne pas avoir de pluie à moins de 24h à 48 h après traitement pour limiter le lessivage. Cependant, les conditions météorologiques ne permettent pas toujours d'avoir cette fenêtre de traitement. Nous avons souhaité dans cet essai comparer l'efficacité de l'hydrazide maléique appliqué avant ou après une pluie, seul ou associé avec un biostimulant susceptible d'améliorer l'absorption de la molécule.



MODALITES TESTEES

1. DEROULEMENT DE L'ESSAI

L'essai s'est déroulé sur une parcelle de FONTANE (variété d'industrie) située à MERVILLE (59) et plantée le 8 mai à la densité de 37 000 pieds/ha en buttes de 75 cm. Le dispositif est un essai bloc Fisher à 3 répétitions.

A partir du 26 juin, le calibre des tubercules a été évalué chaque semaine sur la base d'un prélèvement de 10 pieds (calibrage 35 / 40 / 50 / 75 mm) pour déterminer la date d'application. Celle-ci est programmée lorsque 80% des tubercules atteignent un calibre supérieur à 35 mm.

L'hydrazide maléique (ITCAN SL 270 à la concentration de 270 g/L) a été utilisé à la dose de 11 L/ha en une seule application pour un volume de bouillie de 200 L/ha. Il a été associé ou non à d'autres produits :

- Le **STIMI X** (biostimulant à base d'extrait de plante : Achillée, Matricaire, Origan, Reine des prés associé à un Oligo-élément à base de Bore et de Silicium naturel)
- Le **SN - XS** (biostimulant à base d'extrait de plante : Achillée, Matricaire, Origan, Reine des prés sans l'oligo-élément)

L'objectif était d'intervenir soit 2 heures avant une pluie (ou irrigation) soit après une pluie. Dans les faits, nous sommes intervenus dès que le calibre visé a été atteint et avant une pluie annoncée le 26 juillet. Il a commencé à pleuvoir 14h après le traitement (10 mm dans la nuit) et 14 mm le jour suivant. Les prévisions météo à cette période annonçaient de la pluie tous les jours. Le déclenchement de l'application des modalités « après pluie » a eu lieu plus d'une semaine plus tard, le 7 août.

Les modalités testées :

- A Hydrazide maléique 14h avant pluie
- B Hydrazide maléique + STIMI X 14h avant pluie
- C Hydrazide maléique + SN-XS 14h avant pluie
- D 12 jours plus tard, Hydrazide maléique 24h après une pluie
- E 12 jours plus tard, Hydrazide maléique + STIMI X 24h après une pluie
- F 12 jours plus tard, 80% de la dose d'Hydrazide maléique + STIMI X 24h après une pluie
- G 12 jours plus tard, Hydrazide maléique + SN-XS 24h après une pluie
- O Témoin non traité

Les modalités A, B et C sont les modalités dites « à risques » car l'application est réalisée 14h avant une pluie. Pour les modalités D, E, F et G, l'intervention a eu lieu le 7 août (après la période de pluie), à la même date que l'intervention du producteur qui hébergeait l'essai. La modalité D est considérée comme la modalité témoin de référence car elle correspond aux conditions optimales classiques d'application. La modalité F correspond à la modalité E avec une réduction de la dose de l'hydrazide maléique.

Résultats du prélèvement du 24 juillet (2 jours avant le traitement des modalités A, B, C)

Calibres <35 mm

Calibres 35-40 mm

Calibres 40-50 mm

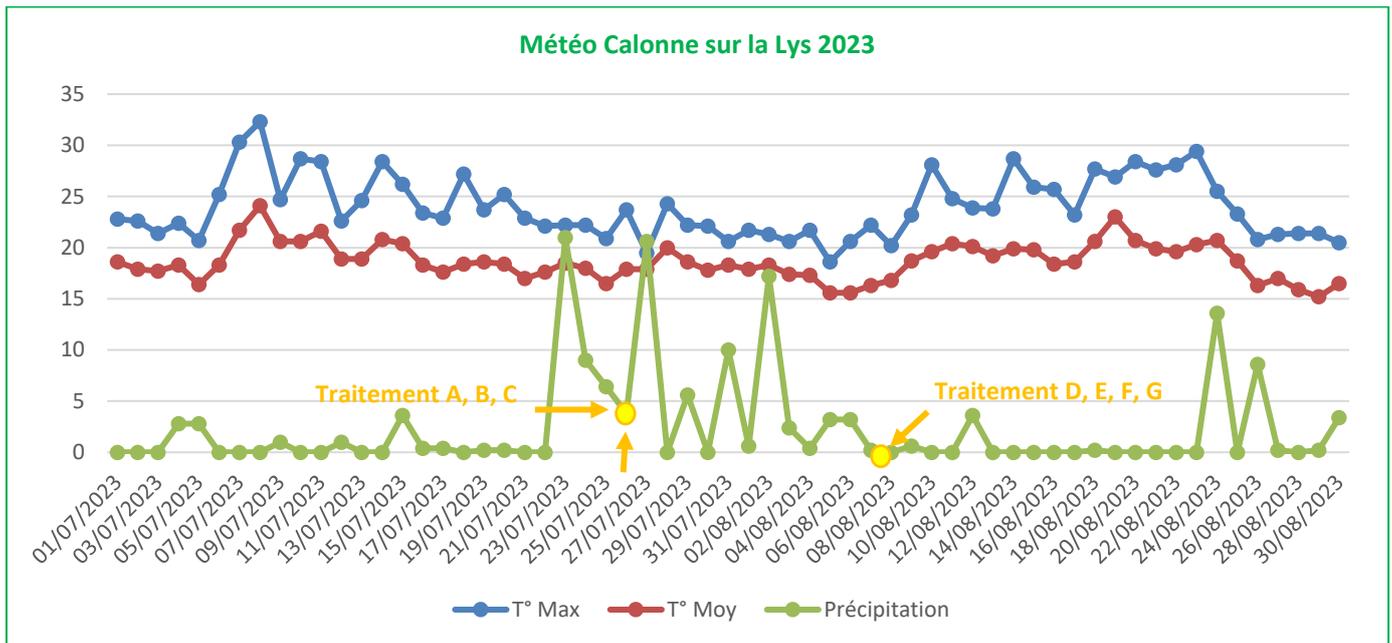
Calibres 50-75 mm



78% des calibres
> 35mm

2. TRAITEMENTS ET CONDITIONS METEO

Le début du printemps 2023 a été très humide, retardant les plantations. Puis, à partir de fin mai, c'est un temps très sec qui s'est installé jusqu'à la fin juillet, suivi par une petite période de pluie. La parcelle a été irriguée le 26 juin et 4 juillet (2 x 20 mm). Le mois d'août a été sec avec de rares averses en fin de mois. Le déclenchement de l'application déterminé au stade « 80% des tubercules supérieurs à 35 mm » a été réalisé le 26 juillet.

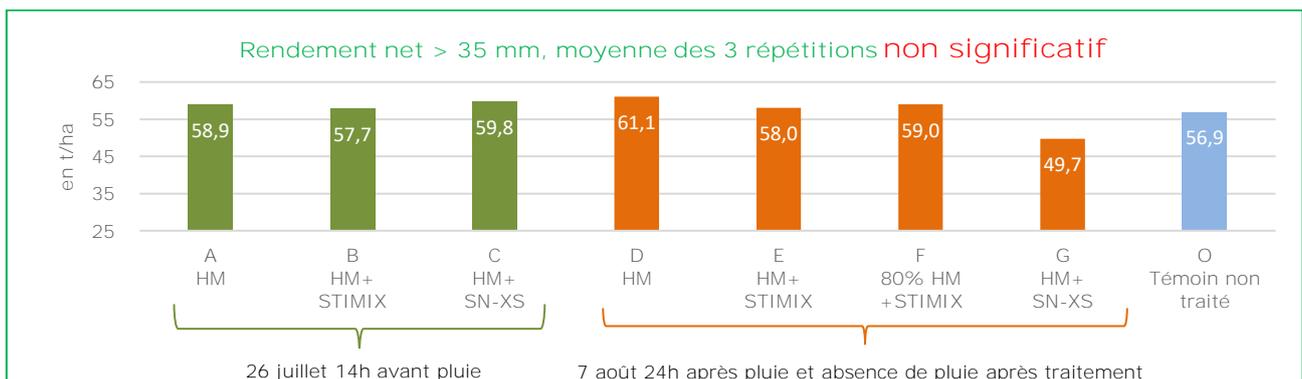


Les températures sont restées relativement douces après les applications. Le 10 août, 3 jours après l'intervention des modalités « après pluie », il y a eu un petit pic de chaleur à 28°C mais qui n'a pas duré (absence de canicule). Les conditions ont donc été très bonnes, sans stress pour la culture.



EVALUATION DE LA SELECTIVITE

Après traitement, nous n'avons pas observé de problème de sélectivité (zone de stress, brûlure...) lié à l'application de l'antigerminatif. La récolte a eu lieu le 25 septembre. Le rendement et le calibrage présentent des résultats non significatifs en analyse statistique au seuil de 5%. En effet, il existe une très grande hétérogénéité au sein d'une même modalité dans les répétitions. Par exemple, dans les témoins, le rendement net > 35 mm est de 54 T dans le bloc I, 56 T dans le bloc II et 60 T dans le bloc III.



Avec de telles disparités, **il n'est pas possible de comparer les modalités** entre elles. Cela ne permet pas de mettre en avant des problèmes de sélectivité liées aux applications. Ces résultats ne permettent pas non plus d'affirmer des gains de rendement avec le biostimulant avec ou sans oligo-élément.



Parcelle de l'essai le 24 juillet, le 9 août et le 4 septembre

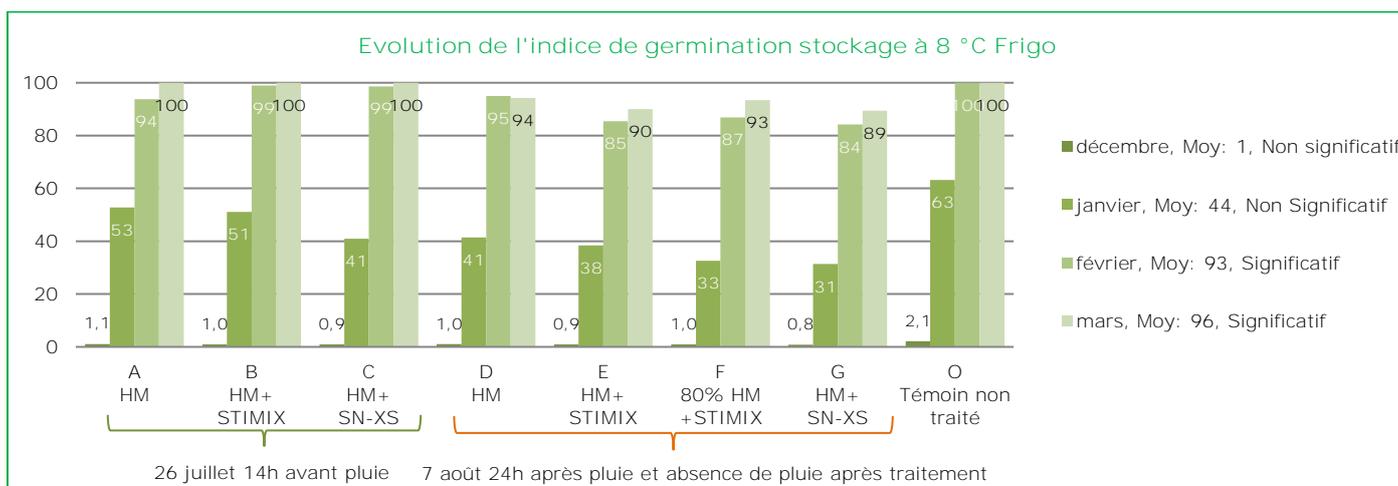
Après le calibrage, les pommes de terre ont été séchées et cicatrisées puis stockées dans deux bâtiments différents le 12 octobre :

- Stockage à 8°C dans une cellule frigo expérimentale sur le site de la chambre d'Agriculture à Lorgies
- Stockage à 7 °C sans groupe froid chez un producteur.

L'objectif est de comparer et d'évaluer la combinaison de l'hydrazide maléique à d'autres antigerminatifs appliqués en stockage. Chaque mois, à partir de décembre, une notation a eu lieu dans les deux stockages pour évaluer la germination. Un indice de germination de 0 à 100 est ainsi calculé. (0 = absence de germe, 100 = la totalité des tubercules observés sont germés.)

Dans le stockage frigo à 8°C et en absence d'antigerminatif en stockage :

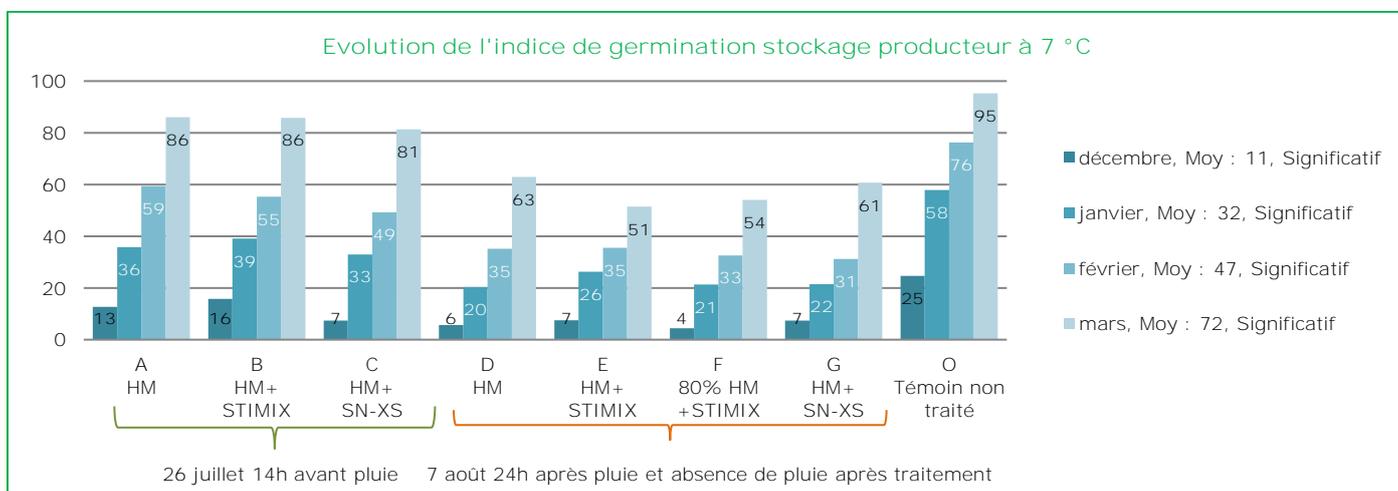
Les résultats ne sont pas significatifs lors de la notation de décembre et de janvier. Cependant, nous pouvons constater qu'en janvier, quelle que soit la date d'application, l'association avec le STIMIX ou le SN-XS apporte une efficacité supplémentaire. En février, les analyses statistiques montrent que les modalités F, E et G sont significativement moins germées que le témoin non traité. Cela correspond aux modalités traitées après les pluies et associées au biostimulant. En mars, la germination a fortement évolué en absence d'antigerminatif en stockage et ne permet plus de faire de différence entre les modalités.



Dans le stockage à 7°C du producteur :

La germination a été plus active dans un 1^{er} temps dans le stockage du producteur que dans le stockage sur le site d'expérimentation de Lorgies. En effet, la descente en température dans le bâtiment de stockage du producteur a été plus difficile avec un automne et un début d'hiver très doux. Ce qui n'est pas le cas de la cellule à 8°C, où le groupe froid a permis de stabiliser dans le temps la température de conservation. Dans ce stockage, une application d'Argos à 100 ml/t a été réalisée le 16 février (après la notation de février).

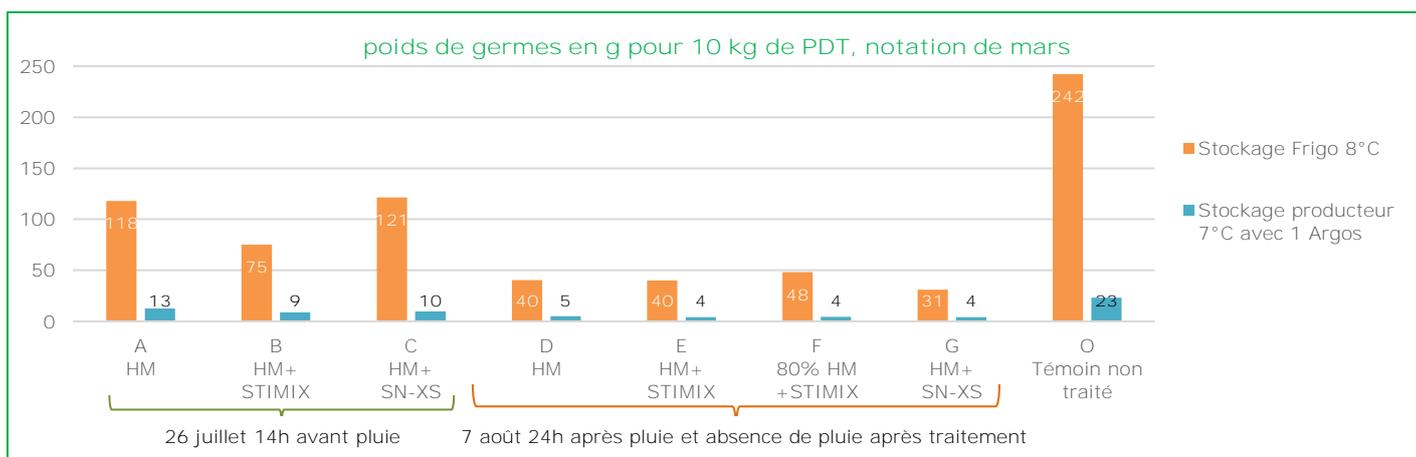
Avant cette application, toutes les modalités ont une efficacité significativement supérieure au témoin. L'effet du biostimulant dans ce stockage en janvier ne montre pas le même intérêt que le stockage frigo. C'est lorsque la germination est plus intense à partir de février que nous retrouvons le petit gain d'efficacité avec le STIMIX ou le SN-XS. En février, les modalités A et B traitées avant les pluies ont un indice de germination supérieur aux modalités traitées après la période pluvieuse D, E, F et G. En mars, les modalités traitées avant les pluies (A, B et C) sont les plus germées avec ou sans biostimulant associé.



Le fait de baisser la dose d'hydrazide maléique et d'associer le STIMIX (modalité F) avec une application dans de bonnes conditions donne une efficacité comparable à la pleine dose solo (modalité D) dans les deux stockages.

Lors de la dernière notation en mars et après avoir été classés selon leurs tailles, les germes ont été pesés pour ensuite calculer le poids de germes pour 10 kg de pommes de terre.

Ainsi, nous pouvons observer l'effet de l'Argos appliqué dans le stockage du producteur avec des germes nécrosés moins lourds.



Pour les deux stockages, les résultats sont significatifs. Dans la cellule à 8°C, l'effet de l'application après la période pluvieuse et en absence de pluie après le traitement sur la germination en stockage (D, E, F et G) est très visible sur le graphique.

A noter que, même appliqué dans des conditions non optimales (juste avant une pluie), l'hydrazide maléique apporte une efficacité en comparaison au témoin non traité.

Photos de pommes de terre de l'essai de la répétition 1, le 4 mars, stockage en cellule à 8°C





CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'hydrazide maléique est une molécule qui migre lentement vers les tubercules. Il est nécessaire de l'appliquer dans de bonnes conditions pour s'assurer de son efficacité :

- Volume d'eau minimum de 200 L/ha
- Plantes vigoureuses, sans stress
- Absence de pluie pendant 24h
- Application au stade « 80% des calibres de plus de 35mm » pour les variétés d'industrie.

Cependant, du fait de la météo, il n'est pas facile de réunir toutes ces conditions d'interventions.

L'essai nous montre qu'il est **primordial de ne pas avoir d'eau après l'application de l'hydrazide** maléique (irrigation ou orage) pour garantir une efficacité optimale. La plante doit être vigoureuse pour pouvoir absorber et faire descendre le produit jusqu'aux tubercules.

L'association de cet antigerminatif avec le STIMIX ou le SN-XS a permis de montrer une bonne maîtrise de la germination de la Fontane. Appliquée en conditions favorables, cette association permet un maintien du niveau d'efficacité en baissant la dose d'hydrazide maléique de 20%.

Il convient de vérifier dans des conditions climatiques différentes (stress en culture, canicule...) si la baisse de dose de l'hydrazide maléique permet de garder une bonne efficacité lorsqu'il est associé au STIMIX. Par ailleurs, nous pouvons nous demander si ces résultats peuvent être appliqués à toutes les variétés et à d'autres biostimulants.

LA PERTE DE POIDS EN STOCKAGE VRAC

Essai 2023-2024



OBJECTIFS

La perte de poids durant la conservation des pommes de terre est très variable selon l'année climatique, la variété stockée, les paramètres de ventilation, les calibres, le type de stockage, les températures de consigne... Ce phénomène a un impact financier non négligeable. L'objectif de ce suivi de stockage est d'évaluer la perte de poids mensuelle dans trois bâtiments de stockage vrac.



MODALITES TESTEES

L'essai a été réalisé dans 3 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.

En octobre, plusieurs sacs sont constitués à partir de la variété présente dans le bâtiment et en cours de récolte. Ces sacs sont pesés puis entreposés dans le tas, recouverts de 20 à 30 cm de pommes de terre. Dans chaque bâtiment, à partir de décembre, un sac est prélevé la 1^{ère} semaine de chaque mois pour être pesé afin d'évaluer la freinte en pourcentage. Lors de la mise en place de l'essai, un sac témoin est également pesé pour estimer la perte de poids un jour après récolte.



Mise en place des sacs avant recouvrement de tubercules

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



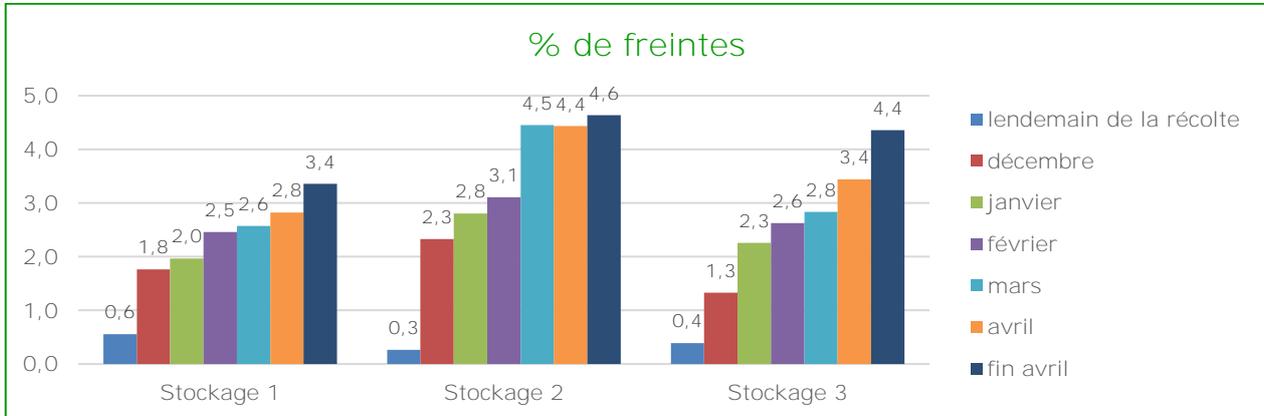
| | Bâtiment 1 | Bâtiment 2 | Bâtiment 3 |
|--------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---|
| Date de récolte | 09/10/2023 | 07/10/2023 | 18/10/2023 |
| Type de stockage | Caillebotis | Vrac gaines | Vrac gaines / extracteur CO ₂ |
| Type de régulation | OmniCuro | Fancom | Dfi Mc-Conso |
| Groupe froid | non | non | Oui en fonctionnement début mars |
| Variété | FONTANE | FONTANE | FONTANE |
| Débouché | Industrie | Industrie | Industrie |
| Tonnage stocké | 1 000 T | 620 T | 1250 T |
| T° de consigne | 7.5°C | 7°C | 7°C |
| Durée de stockage | 8,5 mois | 7,5 mois | 8 mois |
| Applications en stockage | | | |
| Produit / Dose | Le 16 février ARGOS à 100 ml/t | Le 20 décembre DORMIR à 20 ml/t | ETHYLENE Restrain Démarrage le 2 décembre 8% puis 4% en janvier |
| Produit / Dose | Le 11 avril ARGOS à 100 ml/t | Le 12 février DORMIR à 20 ml/t | |



RESULTATS

1. LES PERTES DE POIDS

Après la phase de séchage et de conservation, les pesées sont réalisées dans les 3 bâtiments aux mêmes dates lors de la 1^{ère} semaine de chaque mois. Lors de la mise en place de l'essai, nous avons gardé un sac pour évaluer la perte de poids le lendemain de la récolte. La perte de poids moyenne est de 0.4 %.



Pour rappel, 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. C'est le premier grand palier observé dans cet essai où la freinte est de 1.8 % en moyenne en décembre.

Dans le stockage n°1, la freinte a évolué progressivement pour atteindre 3.4 %. La température dans le tas est restée relativement stable mais, à deux reprises, elle est remontée proche 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 maintien de la température de consigne a été plus difficile tout au long du stockage avec des pics à 9.5°C. Par ailleurs, 50% du volume du bâtiment était rempli alors que la puissance de ventilation est restée identique. La freinte a brutalement évolué à partir du mois de mars passant de 3.1% à 4.5%. La température dans le stockage étant de 9.5 °C début février, les durées de ventilations externes journalières ont été plus importantes pendant les quinze premiers jours de février lorsque les températures extérieures plus froides. C'est ce qui peut expliquer cette augmentation de la freinte, d'autant plus si l'hygrométrie extérieure était faible.

Dans le stockage n°3, le groupe froid a été mis en fonctionnement à partir de la fin du mois de février quelques heures par jour à la période de la production d'énergie avec les panneaux photovoltaïques. Puis en mars et avril, le groupe froid a fonctionné tous les jours. C'est ce qui explique l'augmentation d'1% de la freinte en avril.

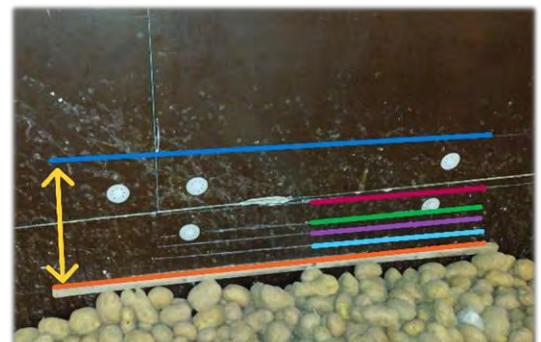
A noter que les freintes dans ces 3 stockages sont relativement correctes pour un déstockage de fin avril/ début mai sur une année où les variations de température ont été importantes et où l'hiver a été doux. Il n'est pas rare de terminer des stockages en juin ou juillet avec des pertes de poids avoisinants 8 %.

2. HAUTEUR DE TAS ET DUREE DE VENTILATION

Un des facteurs pouvant impacter la perte de poids en stockage est la ventilation. 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 paramètres de la ventilation.

Dans le tableau de la page suivante, nous pouvons constater l'évolution de la hauteur de stockage entre la mise en stockage et la dernière notation à la fin du mois d'avril.

C'est durant la période de séchage et de cicatrisation que la hauteur de stockage a le plus diminué et durant la période de refroidissement en décembre et janvier. Puis la perte d'hauteur a été moins accentuée les mois suivants



La hauteur de tas évolue entre la récolte et le déstockage. Ici dans le stockage n°2, le tas a baissé de 43 cm entre octobre et début avril

Hauteur de stockage perdue entre les dates notations en cm et durée de ventilation jusque fin avril

| | Bâtiment 1 1 000 T | Bâtiment 2 620 T | Bâtiment 3 1 250 T |
|---|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| De la mise en stockage à début décembre | 17.5 cm | 20 cm | (*) |
| De décembre à début janvier | 6.5 cm | 8 cm | 9.5 cm |
| De janvier à début février | 3 cm | 4.5 cm | 5.5 cm |
| De février à début mars | 4 cm | 5.5 cm | 7 cm |
| De mars à début avril | 2 cm | 5 cm | 6 cm |
| De début avril à fin avril | 3 cm | (*) | 4.5 cm |
| Perte de hauteur TOTALE | 36 cm | + de 43 cm | + de 32.5 cm |
| Durée de ventilation avec air extérieur | 539 h | (*) | 651 h |
| Durée de ventilation interne | 218 h | (*) | 473 h |
| Durée de fonctionnement groupe froid | - | - | 278 h |

(*) données manquantes

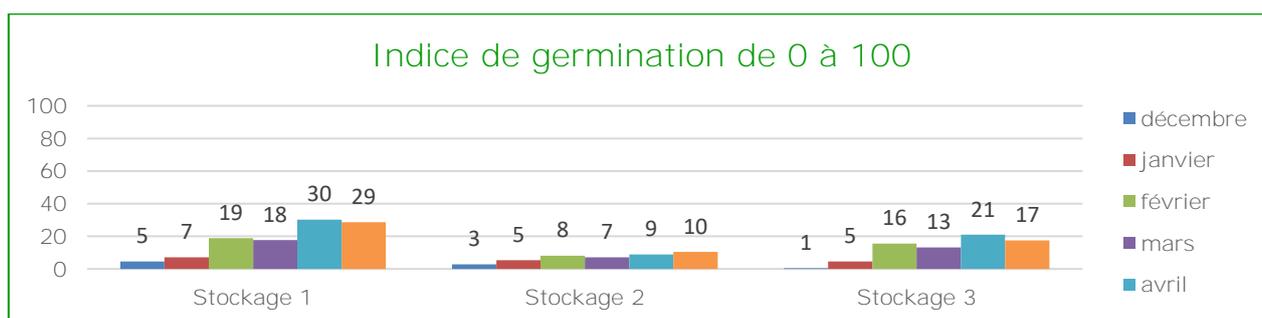
Les durées de ventilations ne sont malheureusement pas disponibles pour le bâtiment n°2.

Le Bâtiment n° 3 a des durées de ventilation externes et internes plus importantes que le bâtiment n°1 mais 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.

3. 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 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.

A noter que le poids de germe n'a pas été réalisé.



Le stockage n°1 où la freinte est la plus basse en avril a cependant l'indice de germination le plus élevé des 3 bâtiments. Cela s'explique par l'application à deux reprises d'ARGOS qui est un produit curatif et non préventif. La dormance s'est levée pendant le mois de janvier nécessitant la 1^{ère} application d'ARGOS après la notation de février en présence de germes inférieurs à 5 millimètres. L'indice « 30 » en avril est acceptable pour un débouché en industrie.

Le stockage n° 2 a les indices de germination les plus faibles avec l'utilisation à deux reprises de DORMIR qui est un produit préventif.

Le stockage n° 3 a vu son indice de germination évoluer en février passant de 5 à 16. L'éthylène a atteint rapidement le taux de 8% début décembre puis il est redescendu à 4% début janvier. Suite à un retard de changement de bidon d'éthanol, le générateur à éthylène n'a pas diffusé pendant 10 jours fin janvier provoquant un démarrage de la germination en février.

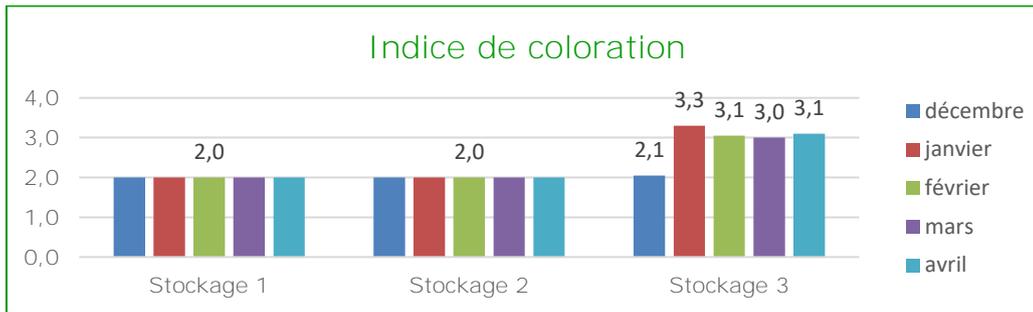
Quel que soit le stockage, les indices de germination sont très faibles comme nous le montre également les photos prises lors de la dernière notation à la fin du mois d'avril

Photos lors de la dernière notation le 25 avril



4. INDICE DE COLORATION

Nous avons souhaité vérifier la couleur des frites avec la grille de notations USDA. Après classification des couleurs sur les 20 frites, un indice de coloration est calculé.



| Jour n° | % d'éthylène |
|---------|--------------|
| 1 | 0,2 |
| 4 | 0,4 |
| 8 | 0,6 |
| 12 | 0,8 |
| 16 | 1 |
| 18 | 2 |
| 20 | 4 |
| 22 | 8 |

Progression du taux d'éthylène recommandé

Dans le stockage 1 et 2, l'indice de coloration est resté à "2" de décembre à avril. Tandis que dans le stockage 3 avec l'éthylène, l'indice de coloration a dépassé l'indice de "3" à partir de janvier. Cela s'explique par le taux de l'éthylène à la mise en fonctionnement de l'appareil qui a été beaucoup trop rapide. Il est recommandé et cela devient primordial de réaliser une montée très progressive de l'éthylène lors des trois premières semaines pour éviter les problèmes de coloration. Il y a un petit effet d'atténuation dans le temps en février jusqu'avril. Cependant à ce niveau d'indice de coloration, il y aura peu d'effet réversible avec le réchauffement des tubercules (consommant les sucres réducteurs)

5. L'IMPACT FINANCIER

L'impact financier de la freinte est non négligeable comme le montre le tableau ci-dessous.

| | Bâtiment 1 | Bâtiment 2 | Bâtiment 3 |
|---|------------|------------|------------|
| Durée de stockage | 8,5 mois | 7,5 mois | 8 mois |
| Tonnage stocké | 1 000 T | 620 T | 1 250 T |
| Impact financier de la freinte | | | |
| Exemple d'un prix du contrat au déstockage au mois de mai | 280 €/t | | |
| Freintes au déstockage | 3.4 % | 4.6 % | 4.4 % |
| Perte financière (Tonnage perdu x Prix contrat) | 9 520 € | 7 986 € | 15 400 € |
| Impact financier à la tonne | 9.52 €/t | 12.88 €/t | 12.32 €/t |

Dès lors que nous affectons la perte de poids sur le tonnage total du bâtiment de stockage, nous constatons que la perte financière qui en découle se situe entre 7 900 € et 15 500 € selon les bâtiments pour un coût de 11.6 € à la tonne en moyenne.



CONCLUSIONS

Pour limiter la perte de poids en stockage, il est important de :

- De récolter des tubercules qui ne sont pas trop chauds et/ou immatures pour optimiser le séchage
- De limiter les blessures lors de la récolte et la mise en stockage pour optimiser la cicatrisation
- De ventiler pendant la phase de conservation avec de l'air extérieur ayant une humidité relative la plus élevée possible
- De limiter le taux de respiration des tubercules en optimisant au départ le séchage puis en maîtrisant la germination.

Dans ce suivi, les freintes ne sont pas extrêmement élevées. Il n'est pas rare de mesurer des freintes au-delà de 5% dans d'autres situations. En effet, de nombreux facteurs peuvent influencer les pertes de poids en stockage : le type de stockage, les paramètres de ventilation, l'utilisation d'un brumisateur, l'état sanitaire des tubercules, l'aspect de la peau des pommes de terre (fines ou épaisses), les conditions météorologiques, ... Il n'est pas simple de maîtriser l'ensemble de ces paramètres mais l'objectif est de diminuer les impacts de ces freintes qui peut avoir une incidence financière importante.

ÉVOLUTION DES COÛTS DE STOCKAGE SYSTERRE® 2022



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 2022 (stockage 2022-2023). 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 2023 sur la campagne récoltée en 2022 et stockée jusqu'en juin 2023 pour donner lieu à cette synthèse en 2024.



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 (antigerminatifs, big bag, filets, ...) sont calculées à partir des chiffres réels des producteurs.

Charges de stockage (€/t) tous débouchés confondus en 2021 et 2022

| | 2021 | | | 2022 | | |
|---|-----------------------------|------|-------|-----------------------------|------|------|
| | (18 industries et 10 frais) | | | (19 industries et 11 frais) | | |
| | Moyenne | Mini | Maxi | Moyenne | Mini | Maxi |
| Main d'œuvre mise en stockage | 4.9 | 0.9 | 10.4 | 5.4 | 0.8 | 17.5 |
| Main d'œuvre déstockage | 5.7 | 0.3 | 30.2 | 5.5 | 0.3 | 34.3 |
| Matériel | 7.5 | 3.2 | 25 | 8.3 | 2.9 | 30 |
| Bâtiment + assurance + électricité | 24 | 7.2 | 67.7 | 24 | 7.2 | 67.7 |
| Autres (antigerminatif, sacs, big bag, palox ...) | 10.8 | 0 | 29.1 | 12.7 | 0 | 37 |
| Charges de stockage Totales | 52.9 | 22.8 | 114.5 | 55.9 | - | - |

L'échantillon de producteurs enquêtés peut varier selon les années. C'est ce qui est arrivé en 2022, où deux producteurs (un débouché industrie et un débouché marché du frais avec un conditionnement en sac) ont été intégrés.

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 2022-2023 a été marquée par une pression germinative forte engendrant des coûts d'antigerminatifs plus importants qu'en 2021.

Les frais d'emballage ont également fortement augmenté en 2022 impactant les charges de stockage « autres »

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. Cela représente 50 stockages différents selon les débouchés (cellules en vrac ou palox avec ou sans frigo) avec des applications d'ARGOS (huile d'orange), BIOX M (huile de menthe), DORMIR (1.4 DMN) ou d'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. En moyenne en 2022, l'hydrazide maléique appliqué en culture coûte 2.04 €/tonne en moyenne.

Charges d'antigerminatifs (€/t) par type de stockage en 2021

| Nombre de stockage : | Vrac ventilé | | Frigo vrac | Frigo palox | |
|--|--------------|---------|------------|-------------|---------|
| | 4 | 26 | 4 | 2 | 14 |
| Durée moyenne de stockage | 4 mois | 6 mois | 6 mois | 6.5 mois | 6 mois |
| Coût Moyen total des produits appliqués en €/t | 0 | 6,9 €/t | 10.3 €/t | 0 | 4.9 €/t |
| Coût Moyen total des prestations d'application ou de location en €/t | | 1 €/t | 1.7 €/t | | 0.5 €/t |
| % des stockages où l'antigerminatif a été appliqué par le producteur | | 38% | 75% | | 90% |
| Coût Moyen total des antigerminatifs de stockage en €/t | | 8 €/t | 10.7 €/t | | 5.8 €/t |

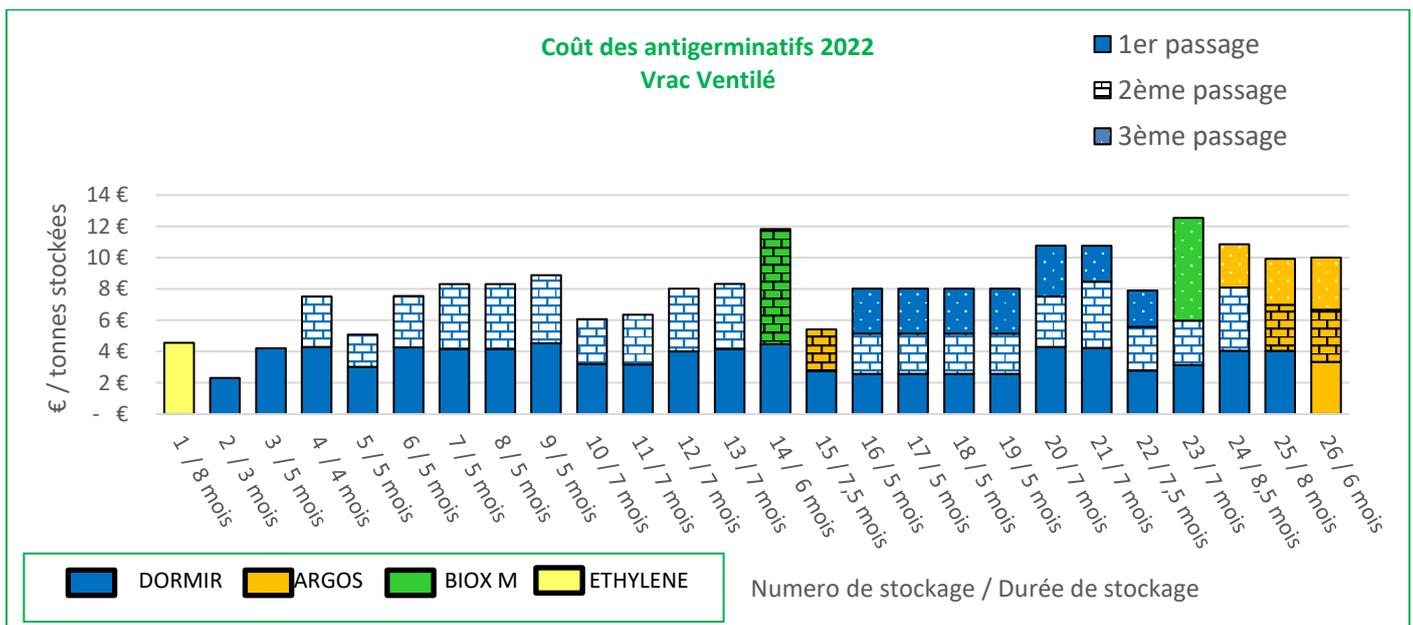
Sur 50 stockages, 6 n'ont pas reçu d'antigerminatif en conservation. En stockage vrac ventilé, représenté majoritairement par des pommes de terre d'industrie, ceux sont 38% des producteurs qui appliquent eux-mêmes les inhibiteurs de croissance (en baisse de 12% par rapport à 2021). En stockage frigo palox, représenté en majorité par le marché du frais, ce chiffre est supérieur. Il est de 86 % (en hausse de 28% par rapport à 2021).

La moyenne des prestations de mise en œuvre des antigerminatifs, tout type de bâtiment confondu, est de 1.04 €/t (en augmentation de 27% par rapport à 2021).

En 2022, le nombre de passages moyens d'applications (hors éthylène) est de 2.3 passages (+0.7). Pour rappel, l'année 2022 a 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 7.54 €/t en moyenne en 2022 pour une durée de stockage moyenne de 6 mois. En frigo, les coûts des antigerminatifs sont moins importants que les stockages vrac ventilés par le fait que la consigne de température est plus basse et mieux stabilisée avec les groupes froids. Cependant, la consommation énergétique est plus conséquente.

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



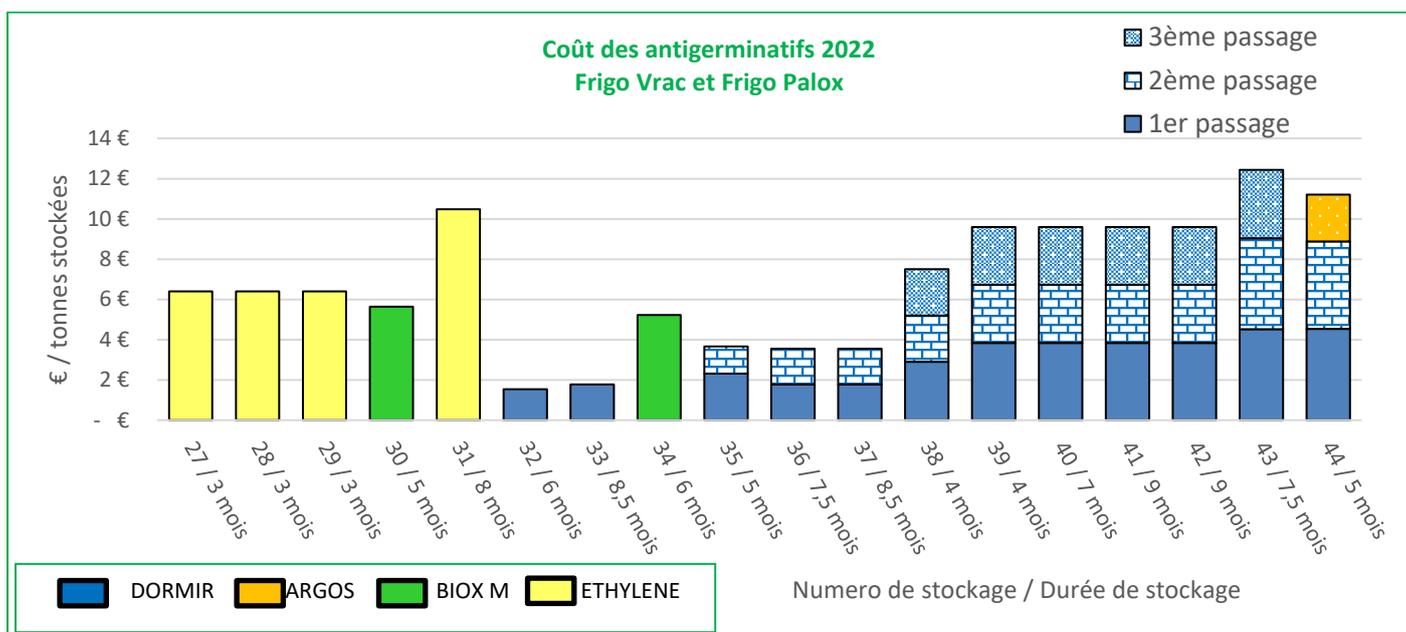
Un seul stockage vrac, le n° 1, est géré avec l'éthylène pour un coût de 4.6 €/t. Les stockages n° 2 à 25 ont reçu au 1^{er} passage du DORMIR avec un coût moyen de 3.6 €/t. Les stockages n°4 à 13 et n°16 à 25 ont reçu un second passage de DORMIR pour un coût moyen de 3.3 €/t. Le coût du 1^{er} passage est plus élevé car la dose est souvent plus importante (en moyenne 18 ml/t de DORMIR) qu'au 2^{ème} et 3^{ème} passage (en moyenne 15 ml/t).

Concernant le stockage n° 14, il a reçu un passage de DORMIR puis de BIOX M, augmentant les charges totales pour atteindre 11.8 €/t pour 6 mois de stockage. Une nouvelle fois, c'est la dose appliquée qui va faire augmenter le coût des antigerminatifs.

Les stockages n°16 à 26 ont reçu trois interventions, trois passages de DORMIR pour les stockages de 16 à 22 pour un coût moyen total de 8.8 €/t. Les stockages 23 et 24 ont reçu pour leur dernier passage respectivement du BIOX M et de l'ARGOS pour un coût total de 12.5 €/t pour l'un et 10.9 €/t pour l'autre.

Le stockage n°25 a reçu de l'ARGOS lors des deux dernières interventions pour un coût total de 9.93 €/t. Enfin le stockage n° 26 a été géré uniquement avec de l'ARGOS en trois passages pour un coût total de 10 €/t.

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



Les stockages frigo en vrac concernent les stockages n°39, 40, 43 et 44.

Sur les 18 frigos, 8 ont reçu un seul antigerminatif en stockage

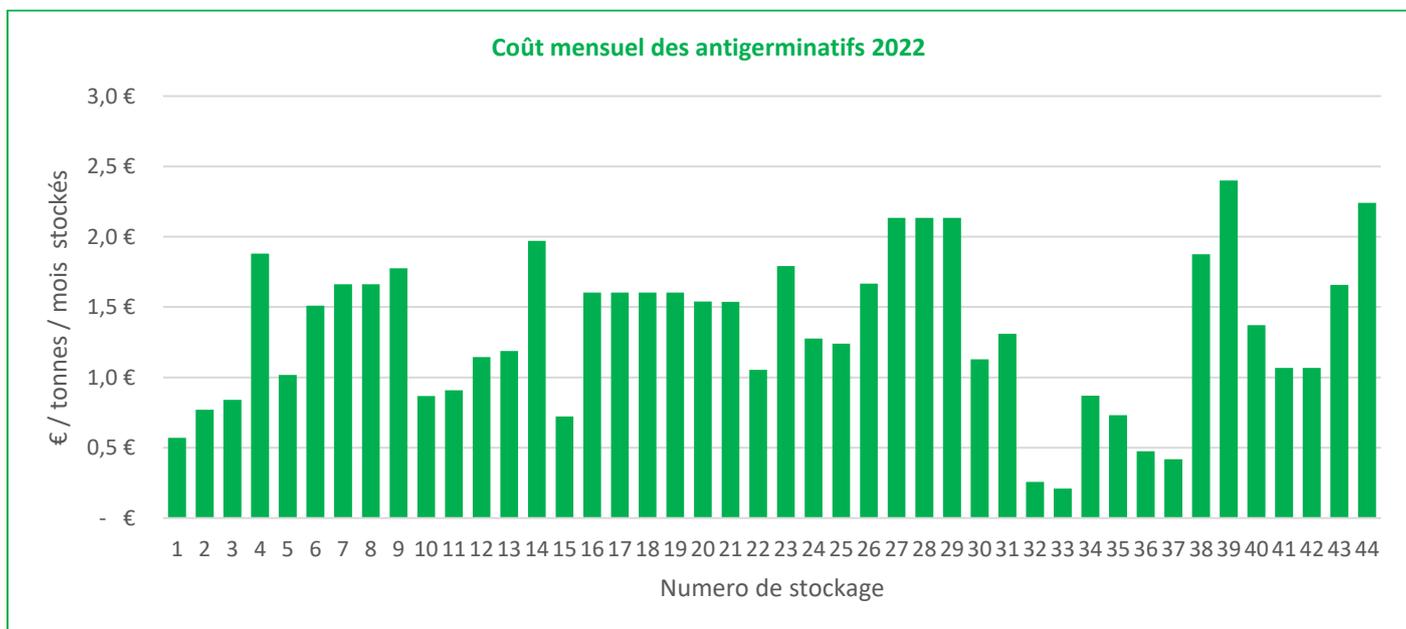
Quatre stockages sont gérés avec l'éthylène n° 27, 28, 29 et 31 pour un coût moyen de 7.42 €/T. Il est plus élevé dans le bâtiment n° 31 mais la durée de stockage est également plus longue (8 mois) que les autres stockages.

Le coût moyen pour un seul passage de BIOX M dans le stockage n° 30 et 34 est de 5.43 €/t

Le stockage n° 44 est le seul bâtiment ayant eu de l'ARGOS en 3^{ème} application.

Les autres frigos ont reçu du DORMIR en un, deux ou trois passages. Pour un coût moyen de 3.04 €/t au 1^{er} passage puis 2.75 €/t au 2^e passage et 2.86 €/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 1,30 €/t/mois de stockage tout type de débouché confondu. Il était de 0,90 €/t/mois de stockage en 2021 où la pression germinative était beaucoup moins forte.

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 exemple, **le stockage n°39 a le coût mensuel le plus élevé avec 2.4 €/ t / mois car il y a eu 3 passages de DORMIR sur une courte durée de stockage (4 mois).**

Les stockages 32 et 33 sont à un seul passage de DORMIR pour 6 et 8.5 mois de stockage en frigo pour un coût mensuel de 0.26 et 0.21 €/t/mois de stockage. Le stockage n° 24, proche de la moyenne du panel, a reçu 2 passages de DORMIR puis 1 passage d'ARGOS amenant un coût mensuel de 1.28 €/ t / mois de stockage.

C'est pourquoi 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 face aux dernières actualités économiques (inflation, tarif de l'électricité). 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.**

LE BATIMENT DU FUTUR



Le stockage des pommes de terre a subi quelques bouleversements ces cinq dernières années. Avec l'arrêt du CIPC (*chlorprophame*) ? les producteurs ont dû s'adapter à l'utilisation de nouveaux produits antigerminatifs qui nécessitent une plus grande vigilance et surveillance de l'évolution du stockage.

Le développement de l'utilisation de l'éthylène a permis de remettre en avant un paramètre important dans la conservation : la gestion du CO₂. L'utilisation de l'ARGOS, BIOX M ou DORMIR nécessite une meilleure appréhension des paramètres de ventilation et une meilleure performance énergétique des bâtiments (isolation par exemple).

Par ailleurs, l'année 2022 a été marquée par une forte augmentation des prix de l'électricité en France pouvant impacter les coûts de stockage.

C'est dans ce contexte que des conseillers de la Chambre d'Agriculture NPDC, des producteurs membres du bureau du Comité Technique Pommes de terre et des ingénieurs Arvalis, ont visité des bâtiments futuristes aux Pays Bas par l'intermédiaire de la société Omnivent. C'est en effet, plusieurs innovations qui ont été mises en place pour stocker des pommes de terre en optimisant les énergies produites et consommées sur l'exploitation.



Il a fallu 8 ans au producteur Hollandais pour concrétiser le projet du bâtiment du futur puis un an et demi pour la construction des bâtis par la société Altez et l'équipement des cellules par Omnivent.

Le bâtiment intègre le projet européen AgroFossilFree (décarboner l'agriculture). La conception du site vise à le rendre autonome voir producteur d'énergie.

C'est la 5^e génération qui s'installe avec 250 hectares cultivés dont les cultures principales sont la pomme de terre, les céréales, la betterave, les pois, les oignons et les carottes.

La capacité de stockage est de 12 000 tonnes, partagée par les pommes de terre, les oignons ainsi qu'un peu de carottes et de patates douces



Un des Halls d'entrée pour accéder aux cellules de stockage pomme de terre de part et d'autre et permettant le chargement, le tri ou l'emballage



Aile droite du bâtiment pour le stockage des autres cultures (oignons, carottes...). On peut observer sur le toit, les panneaux photovoltaïques

L'exploitation réalise également de la prestation de stockage pour la culture de l'oignon. On compte 11 cellules de stockages de 1 000 tonnes en vrac principalement mais aussi en palox (systèmes boîtes aux lettres) pour les oignons, et une zone de séchage temporaire également en système boîtes aux lettres dans le hall.



Le bâtiment est équipé de 5 000 panneaux photovoltaïques permettant une production de 1.8 Mégawatts avec une gestion par le module ESM (Energy Management System). C'est une gestion de la consommation d'énergie en fonction de l'énergie disponible, des besoins des cellules de stockage, des tarifs de l'électricité, des prévisions météo, ... Avec le module Omnicro, la ventilation peut être déclenchée lors des heures où le tarif de l'électricité est négatif et où le producteur sera alors payé pour consommer de l'électricité (En raison du déséquilibre sur le réseau et d'une production d'énergie renouvelable importante sur l'exploitation) !

L'ISOLATION DU BATIMENT



Le bâtiment a été conçu avec une double paroi isolante. Les murs et la toiture sont **doublés avec une large cavité d'air entre les deux parois**. Ainsi les rayons du soleil ne viennent pas frapper directement les parois des cellules de stockage.

Les portes sectionnelles des cellules de stockage se situent à l'intérieur du bâtiment (accès par le hall principal), limitant ainsi les ponts thermiques (pas d'accès direct à l'air libre ou aux rayons du soleil).



LE STOCKAGE DE L'EAU POUR PRODUIRE DE L'ENERGIE

Dans le sous-sol, 6 000 m³ d'eau sont stockés. Cette eau provient de la récupération de l'eau de pluie sur les toitures, de la condensation produite pendant le stockage, etc...

Cette eau est utilisée ensuite pour :

- humidifier les pommes de terre à partir de février (via **l'humidificateur**) pour limiter la perte de poids des tubercules,
- **nettoyer les machines et matériels de l'exploitation**,
- remplir le pulvérisateur,
- produire de **l'hydrogène** par électrolyse pour approvisionner la station « greenpoint » voisine (alimentation des bus, camion et voiture en hydrogène).

LES CELLULES DE STOCKAGE DES POMMES DE TERRE

Les cellules de stockage vrac sont en caillebotis intégral, **équipées d'une ventilation et d'un groupe froid à l'eau glycolée**. Les volets d'entrée d'air se situent sur le côté dans le couloir technique et les volets de sortie d'air se situent dans la toiture.

L'isolation est de 8 cm sur les parois latérales des cellules (béton et isolation), 10 cm au plafond et 3 cm supplémentaires avec la double toiture.

Deux des cellules sont équipées de clips en plastique adaptables dans le caillebotis : Flexifloor de Swann ». Les clips se changent pour permettre de stocker d'autres cultures.



Pour le groupe frigorifique, le choix s'est porté par une centrale à l'ammoniac avec l'eau glycolée comme fluide.



Evaporateurs dans la cellule de stockage



La salle des **machines pour la compression de l'ammoniac**

LE SECHAGE PAR CONDENSATION

Les cellules sont équipées d'un système de ventilation avec régulation. L'air extérieur est privilégié pour le séchage des pommes de terre ou le refroidissement quand les conditions météo sont idéales suivant les paramètres enregistrés dans l'ordinateur.

Si la météo ne le permet pas (comme cette année sur les récoltes tardives, tubercules rentrés froids et humides), un système de séchage par condensation est disponible dans toutes les cellules.

Le principe : L'air ambiant humide qui sort du tas de pommes de terre lors de la ventilation pour séchage est partiellement aspiré dans les évaporateurs présents dans la cellule. Le refroidissement de l'air humide par les évaporateurs du groupe froid génère un effet de condensation sur les lamelles à l'intérieur des évaporateurs. Cette eau condensée est évacuée vers l'extérieur. Un deuxième circuit est incorporé dans le même évaporateur et sert à réchauffer l'air qui est passé (air déshumidifié artificiellement) pour garder une température constante à l'intérieur du bâtiment de stockage.

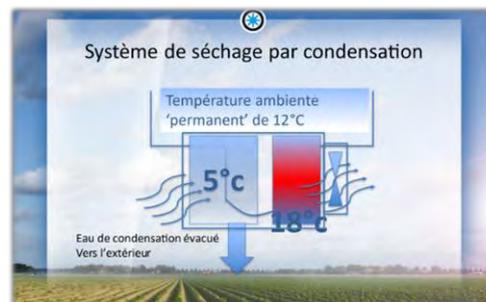


Schéma de l'évaporateur pour le séchage par condensation (Source Omnivent)

Par ailleurs, le sol du couloir technique a été créé pour incorporer un radiateur au-dessus de chaque ventilateur. Les radiateurs permettent ainsi en année climatique difficile pour le séchage des pommes de terre, la production d'air chaud ventilé dans le tas de pommes de terre.



Photo de gauche : vue du dessus du radiateur avec la grille de protection
Photo de droite : vue de dessous du radiateur fixé au-dessus du ventilateur

LES EXTRACTEURS A CO₂

Les extracteurs de CO₂ sont également présents dans le couloir technique afin d'aspirer le CO₂ en dessous des caillebotis déclenchés par une sonde CO₂.



Extracteur à CO₂ et son tuyau au sol perforé à distance égale pour aspirer le CO₂



UNE BATTERIE POUR STOCKER L'ÉNERGIE

La seconde visite concernait une exploitation agricole produisant de l'énergie avec l'implantation de 50 hectares de panneaux photovoltaïques et 5 éoliennes. Sur le site, à côté du bâtiment de stockage et de la prairie se dresse une **batterie** de 2 x 93 KWh. L'objectif de cette batterie est de stocker l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques et les éoliennes pendant la période où l'exploitation n'a pas besoin d'électricité (groupe froid des stockage de pommes de terre par exemple).



Batterie de stockage de l'énergie

La gestion avec le module EMS (Energy Management System) et Omnicuro permet de prendre en compte le tarif électrique de l'EPEX (bourse Européenne de l'électricité). Ainsi le producteur peut vendre (quand les tarifs sont préférentiels) l'électricité produite (ou stockée par la batterie) au gestionnaire de réseau pour bénéficier du meilleur prix du jour au lieu de consommer cette énergie dans son stockage de pommes de terre. C'est ainsi de **l'optimisation de la consommation** d'énergie verte.



Module Omnicuro



PERSPECTIVES

Ces innovations observées lors de ces visites aux Pays Bas montrent l'évolution de la production et de la consommation de l'énergie dans le stockage des pommes de terre. Certaines de ces techniques sont déjà mises en place en France (extracteur CO2, double toiture etc..). C'est en additionnant toutes ces innovations que l'optimisation et l'autonomie de la consommation d'énergie pourra se faire. Les producteurs de pommes de terre deviendront des gestionnaires de l'énergie...

QUALICONSEIL STOCKAGE

CONSERVER LA QUALITÉ DE VOS POMMES DE TERRE

NOTRE SERVICE

Pour une qualité irréprochable de vos lots de pommes de terre, recevez les conseils de nos spécialistes lors des phases : post-récolte, cicatrisation, refroidissement, définition et maintien des températures de consigne, préparation au déstockage...

Ces précieuses informations vous aideront à découvrir et à mettre en place les alternatives au Chlorpropham (CIPC) et à mieux déceler les maladies au stockage.

LA CHAMBRE D'AGRICULTURE
À VOS CÔTÉS POUR RÉUSSIR

PROagri
POUR VOUS. AUJOURD'HUI. ET DEMAIN

NOUS CONTACTER :

Service Pomme de terre
Tél : 03 21 52 83 99

service.pommedeterre@npdc.chambagri.fr

 **Chambre d'agriculture du Nord-Pas de Calais**
 www.hautsdefrance.chambre-agriculture.fr


**CHAMBRE
D'AGRICULTURE**
NORD-PAS-DE-CALAIS

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

**Techniques de production
en déficit hydrique**
Elie CASIEZ - 07 88 62 84 03
elie.casiez@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
Sébastien FLORENT - 06 77 67 31 13
sebastien.florent@npdc.chambagri.fr

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

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

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

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

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

Artois
Laurent DEVOHELLE
06 85 04 36 55
laurent.devochelle@npdc.chambagri.fr

Avesnes-le-Comte
Samuel ALLEXANDRE
06 77 67 31 09
samuel.allexandre@npdc.chambagri.fr

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



Avec la participation financière de :

