



SOMMAIRE

Evolutions des pratiques et des équipements des installations de stockage à la fermePages 1 - 3

Comment la présence d'insectes affecte-t-elle la qualité du blé stocké ?Pages 4 - 6



INSCRIVEZ-VOUS

Si vous souhaitez recevoir cette lettre technique, merci de bien vouloir vous inscrire à l'aide du formulaire prévu sur notre site :

<https://www.arvalis.fr/contacter-arvalis>

EVOLUTIONS DES PRATIQUES ET DES ÉQUIPEMENTS DES INSTALLATIONS DE STOCKAGE À LA FERME

En 2018, nous avons réalisé, avec l'appui de BVA, une première enquête sur les équipements et les pratiques de stockage des grains chez les agriculteurs (lettre Stock@ge n° 11, novembre 2019). Celle-ci illustre l'importance du stockage agricole pour la filière, près de la moitié des agriculteurs disposant de capacités de stockage et stockant des grains pour une durée moyenne d'environ 6 mois. Quatre ans après cette première enquête, nous avons mis à jour l'état des lieux des pratiques et des équipements des agriculteurs-stockeurs.

Le stockage à la ferme représente une part très significative des capacités de stockage en France. FranceAgriMer estime ainsi que près de 30 % des capacités de stockage françaises sont des stockages agricoles ⁱ et l'enquête que nous avons réalisée en 2018 l'avait confirmé ⁱⁱ. Par ailleurs, le stockage à la ferme a été identifié comme un potentiel gisement de compétitivité

de la filière céréalière dans une étude réalisée en 2020 à la demande de FranceAgriMer et Intercéréales ⁱⁱⁱ. En effet, l'existence d'un réseau de stockage à la ferme sur une zone de collecte permet de lisser les livraisons tout au long de la campagne, de limiter le nombre de silos de collecte sur ce territoire et d'augmenter les capacités d'allotement des OS dans un contexte de multiplication des cahiers des charges. Compte tenu de ces enjeux, une bonne connaissance des équipements et des pratiques des agriculteurs stockeurs est indispensable pour pouvoir les accompagner efficacement, surtout dans un contexte de changement rapide des pratiques, en particulier de lutte contre les ravageurs. C'est pourquoi nous avons reconduit en 2022 l'enquête sur les pratiques de stockage à la ferme, avec la même méthodologie qu'en 2018 afin de pouvoir percevoir les dynamiques en œuvre dans le secteur (voir encart méthodologie).

Méthodologie de l'enquête

La cible de l'étude est constituée de l'ensemble des agriculteurs produisant plus de 20 ha de céréales. Un échantillon représentatif de cette cible de 2 216 producteurs a été défini par BVA selon la méthode des quotas. Les données ont été redressées par région et taille d'exploitation selon la structure des dernières données FranceAgriMer fournies.

Un mail personnalisé d'invitation à répondre à l'enquête a été envoyé le 1^{er} mars à une base de 65 355 adresses. Une relance a été effectuée le 8 mars. Le recueil téléphonique a permis de compléter les cellules de quota dont l'objectif n'était pas atteint. Le recueil des données a été réalisé en ligne pour la majorité des répondants (1 816) et le complément a été obtenu par interviews téléphoniques (300).

La marge d'erreur pour un intervalle de confiance à 95 % varie de 1,3 à 2,1 sur l'échantillon total (2 216 répondants) et de 1,7 à 2,8 sur l'échantillon des stockeurs (1 212 répondants).

Le stockage à la ferme progresse

On évalue désormais à 53 % la proportion d'agriculteurs disposant d'une capacité de stockage, soit une augmentation de 6 points par rapport à 2018. Cette augmentation est significative, et parmi les régions dans lesquels le taux d'agriculteurs stockeurs est significativement plus important que la moyenne, on distingue : l'Auvergne (75 %), la Champagne-Ardenne (69 %), Midi Pyrénées : (62 %), le Centre (74 %), la Bourgogne (77 %), la Lorraine (78 %) et l'Île-de-France (73 %). Comme en 2018, les agriculteurs-stockeurs sont majoritairement des producteurs de grandes cultures. Enfin, les agriculteurs en agriculture biologique sont aussi significativement plus nombreux à stocker que la moyenne (70 %).

La dynamique déjà observée en 2018 semble se renforcer puisque, parmi les agriculteurs qui n'ont pas de stockage, 40 % n'envisagent pas d'investir, alors qu'ils étaient 48 % dans cette situation en 2018. Par ailleurs, nous avons ajouté une nouvelle question cette année, destinée aux agriculteurs ayant déjà des capacités de stockage. Parmi eux, 11 % envisagent d'investir dans cette capacité de stockage, ce qui démontre une volonté d'agrandir ou d'améliorer l'équipement du stockage existant (Figure 1). Dans cette situation, quelques régions se distinguent par une dynamique plus forte : l'Auvergne (24 % envisagent un investissement), la Champagne-Ardenne (20 %) et le Centre (17 %). En agriculture biologique, ils sont 24 % à envisager d'investir dans leur stockage.

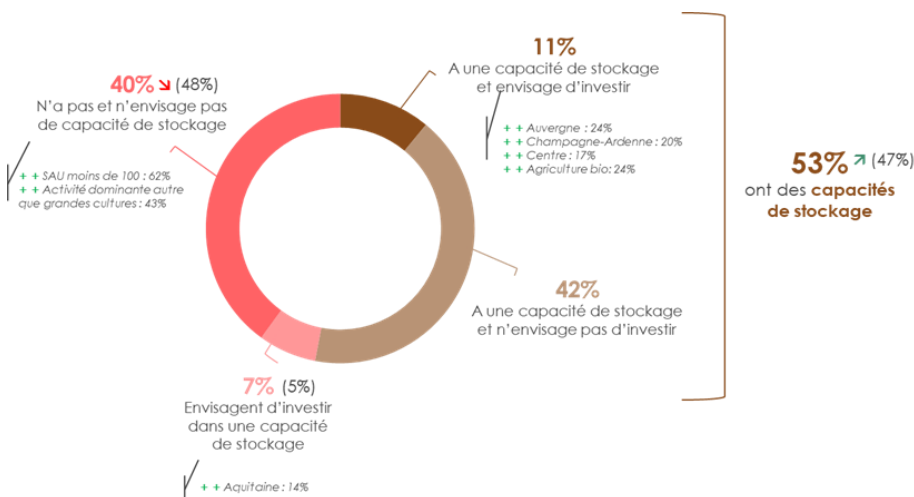


Figure 1 : Disposez-vous d'une capacité de stockage, envisagez-vous d'investir ? (Source : ARVALIS/BVA 2020)

++ : écart significatif par rapport à la population totale,
 ↗ augmentation significative par rapport à 2018,
 ↘ baisse significative par rapport à 2018

Le stockage s'effectue dans de meilleures conditions

Le taux d'équipement en système de ventilation s'établit désormais en moyenne à 83 %, soit une progression de 7 points par rapport à 2018. La quasi-totalité des cellules sont maintenant ventilables (92 %) et une amélioration significative a été faite sur les stockages à plat (68 %, + 8 points). La stratégie de ventilation n'a pas évolué : dans les trois-quarts des cas, le refroidissement se fait en trois paliers, le premier permettant de refroidir le grain autour de 21 °C, le deuxième autour de 14 °C et le troisième autour de 9 °C. En revanche, la ventilation est plus fréquemment asservie à un thermostat (16 % vs 12 % en 2018) et la surveillance de la température est effectuée par 75 % des agriculteurs (+ 6 points) : 60 % à l'aide d'une sonde mobile, et 15 % à l'aide d'une thermométrie fixe. Les agriculteurs sont aussi plus nombreux à enregistrer les mesures de températures (39 %, + 8 points).

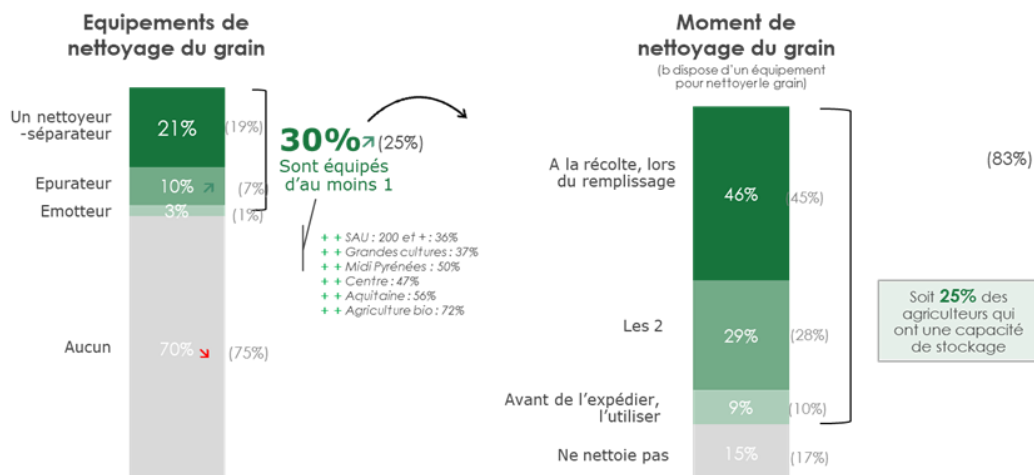


Figure 2 : Disposez-vous d'un appareil pour nettoyer les grains ? Lequel ? En général, à quel moment nettoyez-vous les grains ? (Source : ARVALIS/BVA 2020)

++ : écart significatif par rapport à la population totale,
 ↗ augmentation significative par rapport à 2018,
 ↘ baisse significative par rapport à 2018

Les agriculteurs traitent peu les grains, nous l'avons déjà constaté lors de la précédente enquête. Ceci se confirme et se renforce: alors que 21 % des stockeurs disaient traiter le grain, ils ne sont plus que 14 % à le faire désormais. Les agriculteurs stockant du blé dur, de l'orge ou du triticale traitent plus (respectivement 25 %, 18 % et 29 %), de même que les stockeurs de Midi-Pyrénées et de Bretagne (40 % et 25 %) ou les éleveurs (40 %). Le pulvérisateur à dos reste l'équipement le plus utilisé pour le traitement des grains (56 %) malgré une progression notable de l'utilisation de pompe doseuse sur circuit (33 % vs 27 % en 2018). 15 % des agriculteurs traitant le grain le font sur la moissonneuse-batteuse.

La surveillance directe des infestations durant le stockage reste peu pratiquée, avec à peine 2 % des agriculteurs stockeurs utilisant des pièges à insectes.

Cette deuxième enquête confirme le développement du stockage à la ferme et l'amélioration des conditions de conservation. Déjà peu pratiqué, le traitement des grains se réduit encore, mais l'utilisation de solution de lutte alternative reste marginale. Ainsi, l'utilisation de poudres inertes (Silicosec, ProCrop ou Forcegrain MN) est citée par moins de 4 % des agriculteurs. De même la surveillance des stocks par piégeage d'insectes reste très peu pratiquée. Parmi les voies de progrès identifiées il y a 4 ans, on peut se réjouir de la progression significative de l'équipement en système de ventilation, en particulier dans les stockages à plat (+8 points), d'un pilotage plus précis grâce à l'asservissement à des thermostats (+ 4 points), et d'une meilleure surveillance de la température grâce à l'utilisation accrue de sondes de température mais aussi de l'enregistrement de ces mesures.







Photo d'illustration (ARVALIS)

Avec Venti-LIS® audit, ARVALIS accompagne les agriculteurs stockeurs

Venti-LIS audit est un nouvel outil gratuit proposé par ARVALIS – Institut du végétal. Il permet de réaliser un auto-diagnostic des installations et des pratiques de stockage à la ferme et détermine les voies de progrès possibles.

L'audit est basé sur un questionnaire permettant de décrire les locaux et l'itinéraire de stockage, ce qui inclut les étapes de réception du grain, de ventilation, de lutte contre les ravageurs, de séchage le cas échéant, et d'expédition. A chaque question, plusieurs réponses sont proposées. L'ensemble des réponses données permet d'identifier les points forts et les points faibles et de proposer des voies de progrès. L'outil aide ainsi à questionner ses pratiques en les situant selon quatre axes :

-  Le respect des bonnes pratiques d'hygiène,
-  La maîtrise de la ventilation,
-  La pratique d'une lutte intégrée contre les ravageurs,
-  Et la maîtrise de l'énergie dépensée.

Un calcul de risque d'infestation par les insectes, basé sur le potentiel de refroidissement de votre région sera effectué et les performances aérauliques du ventilateur installé sont calculées, à l'aide du moteur de calcul de l'outil Venti-LIS® agri ^{iv}.

L'OUTIL EST ACCESSIBLE SUR LA PLATE FORME VENTI-LIS® : <https://ventilis.arvalis-infos.fr/accueil>



Katell CREPON - k.crepon@arvalis.fr

ⁱÉvaluation des capacités de stockage à la ferme 2014 en France métropolitaine. FranceAgriMer décembre 2014

ⁱⁱStockage de grains à la ferme : Résultats d'une enquête conduite auprès d'agriculteurs-stockeurs. Lettre Stock@ge n°11 consultable sur <https://www.arvalis.fr/infos-techniques/telechargez-les-lettres-stockage>

ⁱⁱⁱRéalisation d'une étude sur l'évaluation des coûts de la chaîne logistique céréalière française. FranceAgriMer 2020

^{iv}Venti-LIS agri : Un outil pour choisir son ventilateur. Perspectives Agricoles n°474

COMMENT LA PRÉSENCE D'INSECTES AFFECTE-T-ELLE LA QUALITÉ DU BLÉ STOCKÉ ?

Un lot de blé tendre stocké n'est pas inerte et peut être considéré comme un écosystème. La durée de stockage sans détérioration de qualité du blé résulte d'une évolution du grain en interaction avec les composantes physiques de son environnement (température, humidité relative) mais aussi avec les autres organismes vivants présents dans l'écosystème (insectes, moisissures). Nous avons cherché à déterminer le rôle d'une infestation du blé tendre par des charançons du riz (*S. oryzae*) dans l'évolution de la qualité du blé tendre : teneur en eau, temps de chute de Hagberg (TCH) et énergie germinative.

L'essai a mobilisé un lot d'environ 2 t de blé tendre, récolté sur la ferme de Boigneville en 2021. Préalablement à l'essai, le lot a été nettoyé au nettoyeur-séparateur (NSD2, Ets Denis) et réhumidifié afin d'atteindre une teneur en eau de 14,5 %, favorable au développement des insectes. Le lot de blé a ensuite été réparti dans 6 cellules métalliques de 300L chacune qui ont été placées en salle régulée, à 25 °C et 70 % d'humidité relative. Trois cellules constituaient le groupe témoin (modalité absence d'insecte « AI »), trois autres ont été infestées avec des charançons de riz âgés de moins de 3 semaines, issus des élevages d'ARVALIS, à hauteur de 2 insectes pour 10 kg de

grains, soit 58 insectes par cellule (modalité présence d'insectes « PI »). Les insectes ont été répartis de manière homogène dans la masse de grains à l'aide d'une canne métallique perforée. Dans chaque cellule, un piège à insectes et une sonde de température et d'hygrométrie ont été positionnés. Les cellules ont ensuite été fermées à l'aide d'un couvercle grillagée pour éviter la fuite des insectes tout en permettant les échanges de gaz.

Les prélèvements ont débuté lorsqu'une capture par piège a été observée dans chaque cellule du groupe infesté, soit environ un mois après infestation. À partir de cette date, des prélèvements de grains ont été effectués à la canne sonde :

- 2 fois par semaine pour comptage des insectes dans les cellules infestées (PI), les insectes étant ensuite remis dans les cellules,

- 1 fois par semaine pour mesure de la teneur en eau, du TCH et de l'énergie germinative du blé tendre dans les cellules témoins (AI) et les cellules infestées (PI).

L'essai s'est poursuivi tant que la qualité du blé s'est maintenue, c'est-à-dire que l'énergie germinative est restée supérieure à 90 % et le TCH supérieur à 220 s.

▶ Les insectes se sont multipliés très rapidement...

Dans les cellules infestées, le nombre d'insectes par kg de blé tendre dans les prélèvements augmente régulièrement jusqu'à 9 semaines d'essai (25 insectes par kg), puis de manière exponentielle pour atteindre en moyenne 758 insectes par kg en fin d'essai (Figure 1).

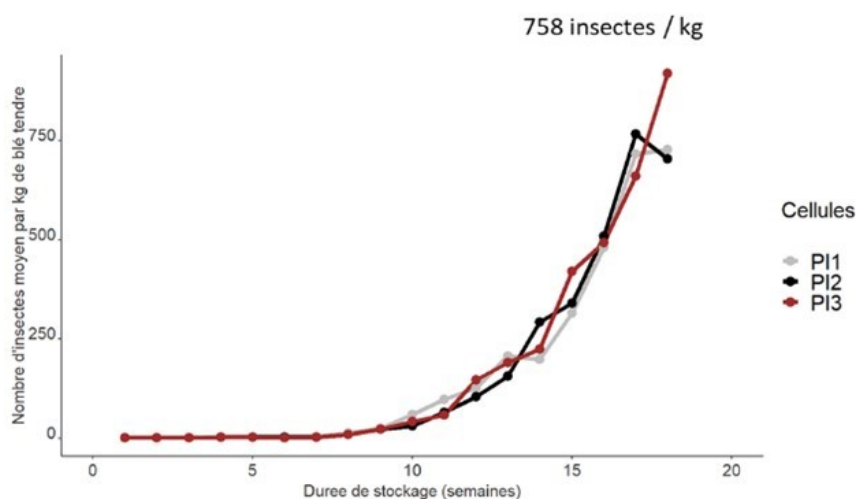


Figure 1 : Evolution de la densité d'insectes dans les prélèvements durant l'essai



▶ et cela a entraîné des modifications de l'environnement,

Au démarrage de l'essai les deux modalités présentent des conditions de température et d'humidité relative identiques et conformes au protocole, à savoir 25 °C et 70 % d'hygrométrie (Figure 2 et Figure 3). Durant les 18 semaines d'essai, les deux modalités évoluent différemment : on observe une augmentation très significative de la température dans les grains de la modalité PI, la température est ainsi passée de 25 °C pour une densité d'insectes de 0,2 insectes/kg à 38 °C pour une densité supérieure à 700 insectes/kg (Figure 7). Cette élévation de température est accompagnée d'une augmentation de l'humidité relative, observée dans les deux modalités mais de manière plus prononcée en présence d'insectes. A l'inverse, la température n'a pas augmenté dans la modalité sans insectes.

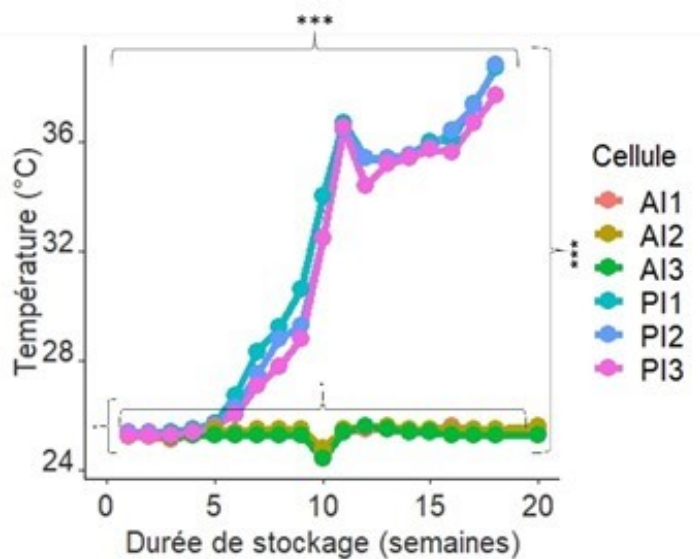


Figure 2 : Evolution de la température du grain durant l'essai (p-value<0.001 '***', <0.01 '**', <0.05 '*', <0.1 '.')

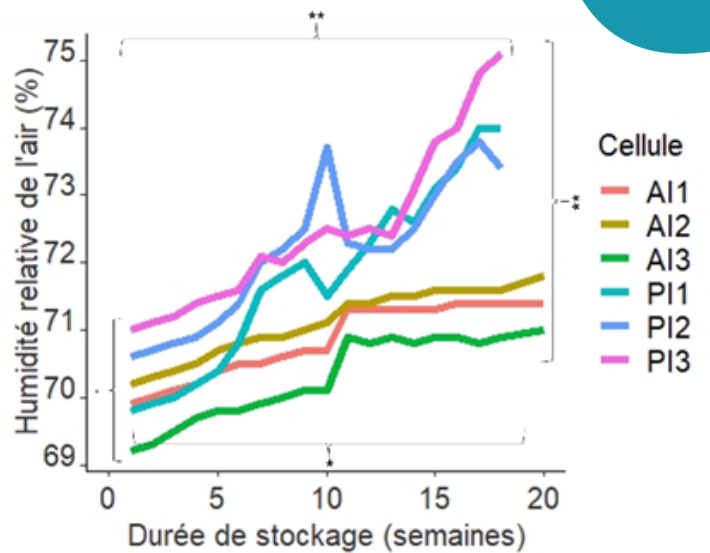


Figure 3 : Evolution de l'humidité relative durant les 18 semaines d'essai ((p-value<0.001 '***', <0.01 '**', <0.05 '*', <0.1 '.')

► puis des modifications de qualité des blés

La teneur en eau des grains évolue peu : on mesure une augmentation légère mais significative de celle-ci dans les grains de la modalité PI (+ 0,2 points) alors que la teneur en eau des grains de la modalité AI reste stable (Figure 4). Le TCH reste identique entre les deux modalités, que ce soit en début ou en fin d'essai, mais on constate que les TCH de l'ensemble des modalités présentent une tendance significative à l'augmentation (en moyenne + 80 s) (Figure 6). L'évolution la plus remarquable concerne l'énergie germinative des grains de la modalité PI qui s'effondre à partir de la 10^{ème} semaine d'essai, au moment où la température dépasse les 36 °C et la densité d'insectes dans les prélèvements atteint 50 insectes par kg (Figure 5). En fin d'essai, l'énergie germinative des grains de la modalité PI est tombée à 1 % alors qu'elle est restée supérieure à 90 % dans les lots témoin (PI).

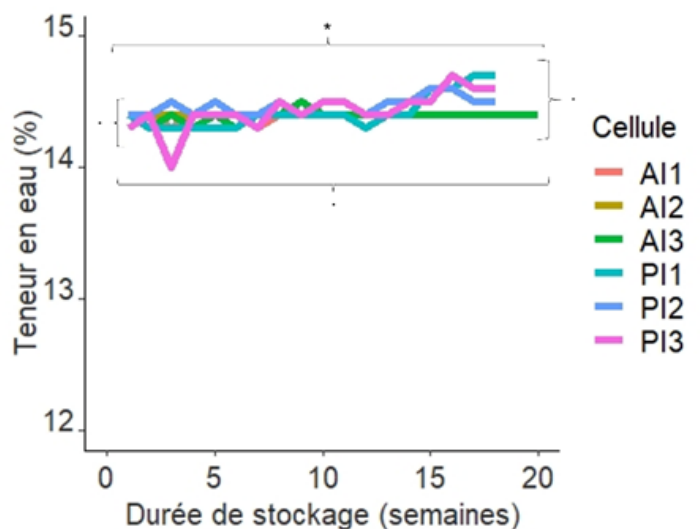


Figure 4 : Evolution de la teneur en eau du blé (p-value<0.001 '***', <0.01 '**', <0.05 '*', <0.1 '.')

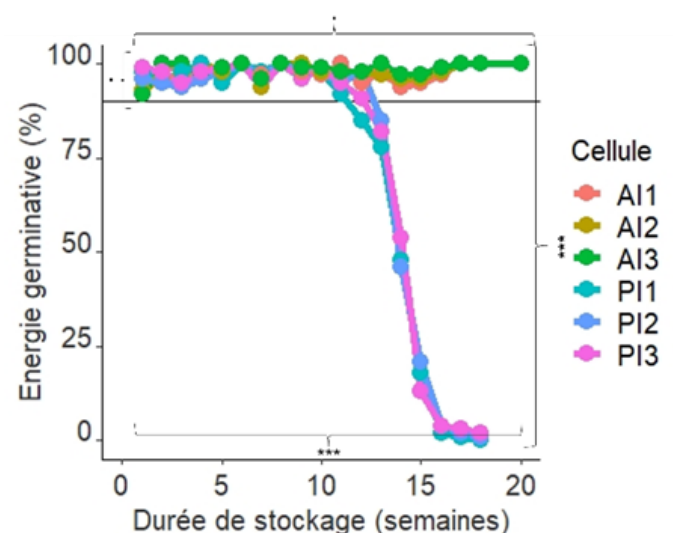


Figure 5 : Evolution de l'énergie germinative du blé (p-value<0.001 '***', <0.01 '**', <0.05 '*', <0.1 '.')



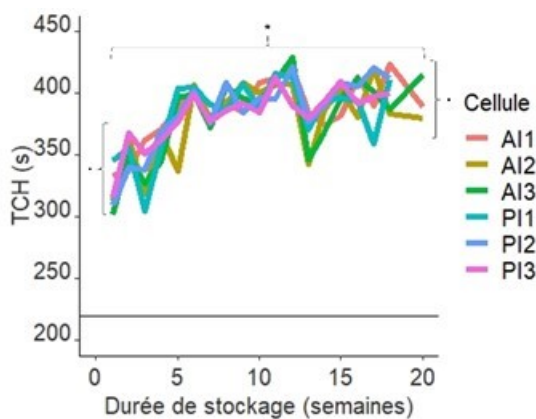


Figure 6 : Evolution du TCH (p-value<0.001 '****', <0.01 '***', <0.05 '**', <0.1 '.')

► Les insectes ont-ils un rôle direct dans la dégradation de la qualité du blé ?

Cet essai illustre les interactions à l'œuvre dans un écosystème de grains stockés. Dans un environnement constamment favorable au développement des insectes, leur prolifération et leur activité biologique (respiration) modifie les variables de l'environnement, tout particulièrement la température. Un point chaud se crée dans le grain. En l'absence d'insectes, dans les mêmes conditions (25 °C, 70 % d'humidité relative), on n'a observé aucune augmentation de température. Il est possible que l'augmentation de la température et de l'humidité relative ait par ailleurs favorisé le développement de moisissures et qu'un effet de synergie entre insectes et moisissures accélère le phénomène (Jian & Jayas, 2012) mais nous ne pouvons l'affirmer n'ayant pas mesuré la présence de moisissures dans le grain. La température élevée, la présence de larves et de moisissures dans les grains sont ensuite autant de facteurs pouvant expliquer la détérioration de l'énergie germinative du lot. On sait en effet que l'énergie germinative s'altère lorsque les températures atteignent 35 °C (Burges et al., 1963), ce qui a été le cas ici en semaine 11. Il est donc possible que la détérioration de qualité soit une conséquence directe de l'élévation de température et indirecte de l'infestation par les charançons.



Figure 7 : Infestation sur un lot de la modalité PI à la 16^{ième} semaine d'essai

L'élévation de la température (+1 °C) est perceptible dès la 6^{ème} semaine d'essai (Figure 2). A ce stade, la densité moyenne d'infestation dans le lot est de 3 insectes par kg et aucune évolution de la qualité du blé n'est mesurée. La dégradation de l'énergie germinative n'est constatée qu'à partir de 11 semaines lorsque la température atteint 35 °C dans les lots infestés alors que la densité d'infestation est de 50 insectes par kg. Il est peu probable que de telles infestations soient constatées en silo.

L'absence de détérioration du TCH dans les deux modalités, voire son amélioration, est surprenante mais également observée dans d'autres essais conduits à ARVALIS et dans la littérature (Mhiko et al., 2004 ; Hruskova et al., 2004). Les mécanismes en œuvre ne sont pas identifiés, l'amélioration de TCH reste toutefois modeste dans notre essai.

Finalement, lorsque les conditions d'infestation restent « maîtrisée » (c'est-à-dire que la densité reste inférieure à 1 ou 2 insectes par kg), la qualité des grains stockés ne semble pas être impactée. Ce constat démontre, une fois de plus, l'importance du bon refroidissement des grains, qui passe par une conduite optimale de la ventilation (thermométrie, thermostat...).

Mélanie JANUARIO

Katell CREPON - k.crepon@arvalis.fr

Références

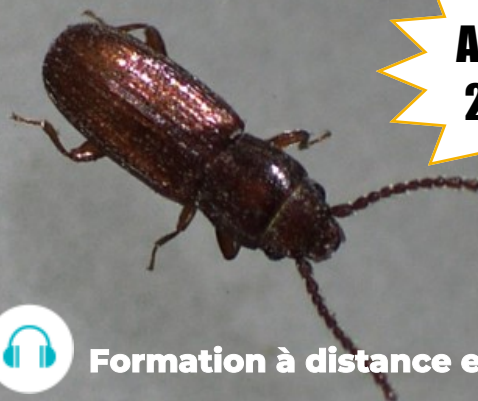
Burges H.D., Edwards D.M., Burell N.J., Cammel M.E., 1963. Effect of storage temperature and moisture content on the germinative energy of malting barley, with particular reference to high temperature. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 14, 580-583

Hruskova M., Skodova V., Blazek J., 2004. Wheat Sedimentation Values and Falling Number. Department of Carbohydrate Chemistry and Technology, Faculty of Food and Biochemical Technology, Institute of Chemical Technology in Prague, Prague, Czech Republic. Vol. 22, No. 2: 51-57. *Czech J. Food Sci*

Jian F., Jayas, D.S., 2012. The Ecosystem Approach to Grain Storage. *Agric Res* 1(2):148-156

Mhiko T.A., 2012. Determination of the causes and the effects of storage conditions on the quality of silo stored wheat (*Triticum aestivum*) in Zimbabwe; *Nat. Prod. Bioprospect.* 2012, 2, 21-28. DOI 10.1007/s13659-012-0004-5

Approfondissez vos connaissances sur les insectes ravageurs au stockage, de leur biologie aux différentes stratégies de lutte, formez-vous avec nos experts à distance !



**A partir du
28/02/23**

[Plus d'infos](#)



Formation à distance en 5 séquences

1 Les principaux insectes au stockage des céréales : leur biologie, leurs caractéristiques (2h30)

- Morphologie et cycles de développement des principaux ravageurs des céréales stockées
- Guide pour la reconnaissance des espèces
- Comportements et mécanismes biologiques caractéristiques de ces insectes

2 Les différents outils et méthodes existants pour surveiller en continu un stock de grains (1h45)

- Présentation des étapes de la lutte intégrée
- Intérêts de la mise en place d'une surveillance du risque insectes
- Présentation des différents niveaux de surveillance et des outils/méthodes qu'ils comportent

3 Quelle stratégie de piégeage adopter ? Comment interpréter des données de captures ? (1h45)

- Aide à la décision pour le positionnement des pièges dans un lot de céréales
- Efficacité des médiateurs chimiques pour améliorer les performances de piégeage
- Méthode pour évaluer le risque insectes à partir de données de piégeage et construction d'un arbre de décision

4 La mise en place d'une lutte intégrée au stockage des céréales (partie 1 - 2h30)

- Les méthodes constituant le socle d'une stratégie de lutte intégrée contre les insectes
- Les méthodes opérationnelles pour compléter un itinéraire technique de protection des grains stockés
- Présentation des activités expérimentales d'ARVALIS autour de la lutte intégrée contre les insectes au pôle stockage des grains

5 La mise en place d'une lutte intégrée au stockage des céréales (partie 2 - 2h30)

- Les méthodes opérationnelles pour compléter un itinéraire technique de protection des grains stockés (suite)
- Découverte de quelques méthodes de lutte plus prospectives



Chaque séquence est animée en direct par Marine CABACOS de la Plate Forme Métiers du Grain (Boigneville-91)