



## Edito :

Au cours des dernières années, ARVALIS a renforcé ses moyens d'actions sur la thématique stockage et conservation des grains. Moyens humains, avec la création d'une équipe de cinq ingénieurs et deux techniciens, entièrement dédiée à cette thématique. Moyens techniques, avec la construction d'une plateforme d'essai destinée à la recherche et à la formation sur la station expérimentale de Boigneville (91). La construction de cette plateforme s'est achevée au printemps 2012, elle a été complétée fin 2013 avec l'installation d'un séchoir. Les activités de cet outil sont pilotées par ARVALIS avec l'appui d'un Comité d'Orientation Stratégique composé de représentants des stockeurs et des interprofessions céréales et oléo-protéagineux pour garantir un programme de recherche-développement cohérent avec les problématiques sur le terrain. Cette newsletter nous permet de vous transférer rapidement les résultats acquis. Nous espérons qu'elle rencontrera votre adhésion et permettra un dialogue renforcé entre nos équipes et les opérateurs du stockage, avec qui nous partageons un objectif commun : optimiser les techniques de stockage et de conservation des grains pour les valoriser au mieux.

Christine BAR

## Comment évolue l'hétérogénéité d'un lot lors d'assemblages et de transilages ?

Certains contaminants des céréales, comme les mycotoxines, sont connus pour présenter des distributions hétérogènes au sein d'un lot. Du fait de cette hétérogénéité, l'incertitude liée à l'échantillonnage sera bien supérieure à celle que l'on peut observer pour des constituants intrinsèques des grains, comme la teneur en protéines, qui sont répartis de manière plus homogène dans le lot. Ceci conduit parfois à des erreurs dans l'appréciation de la qualité du lot qui peuvent avoir des répercussions commerciales importantes. Toute action qui serait de nature à diminuer l'hétérogénéité permettrait donc de réduire ces erreurs d'appréciation.

Nous avons cherché à mesurer l'impact du travail du grain réalisé chez les organismes stockeurs sur l'hétérogénéité d'un lot en suivant l'évolution de la dispersion de deux critères : la teneur en déoxynivaléol (DON) et la teneur en matière azotée totale (protéine) au cours d'une succession d'assemblages et de transilages.

### Simulation d'une réception

La première étape de notre travail a consisté à constituer un lot hétérogène par superposition de plusieurs lots de blé tendre présentant des valeurs en DON et protéines différentes, afin de simuler une réception à la moisson. Nous disposions pour ce faire de trois lots de blé tendre réceptionnés sur la station expérimentale d'ARVALIS présentant des teneurs en protéines et en DON significativement différentes (voir tableau 1). Ces trois lots ont été répartis chacun dans 4 containers d'une tonne (soit 12 containers au total). Six containers choisis aléatoirement parmi les douze sont ensuite vidés dans la fosse de réception et transilés dans une cellule en constituant des strates. Deux cellules de 6 tonnes sont ainsi constituées (C52 et C53) à l'aide des 12 containers initiaux.

Tableau 1 : caractéristiques des trois lots initiaux

	Variété	Protéine (%PB*)	DON (µg/kg PB*)
Lot 1	Mercato	13.3	<LQ
Lot 2	Isengrain	10.1	3490
Lot 3	Autan	11.6	1226

\*PB : Produit Brut

### Réalisation des assemblages et des transilages

Les deux cellules de 6 tonnes sont alors assemblées puis transilées dans une cellule de 12 tonnes (C41). Cette cellule est ensuite transilée dans les deux cellules de 6 tonnes. L'opération est répétée trois fois (voir figure 1). Le lot est nettoyé avant expédition (nettoyeur rotatif Marot). Un échantillonnage est réalisé sur flux lors de chaque étape, à raison d'un prélèvement élémentaire tous les 500 kg.

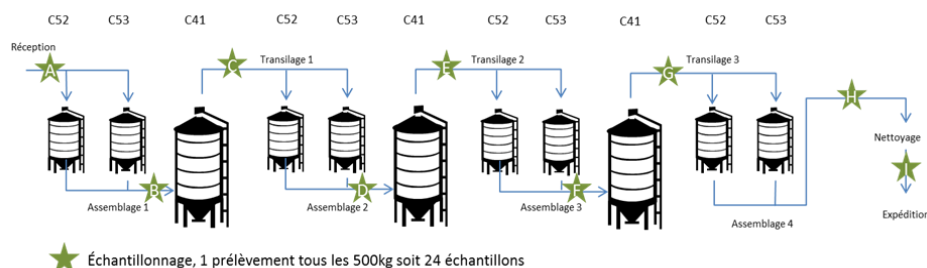


Figure 1 : succession d'assemblages et de transilages



Tous les échantillons élémentaires prélevés (soit 216) sont analysés afin de déterminer leur teneur en DON (laboratoire CAPINOV, Landerneau 29) et en protéines (Laboratoire ARVALIS, Boigneville 91).

## Evolution de la dispersion

Les coefficients de variation obtenus sont largement supérieurs en DON qu'en protéines ce qui confirme une dispersion supérieure pour le critère DON.

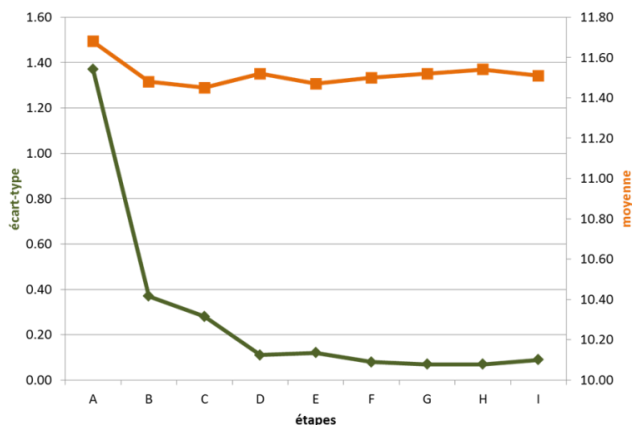


Figure 2 : Evolution de l'écart-type et de la teneur moyenne en protéines

Les écarts-types, en DON comme en protéines, diminuent fortement dès le premier assemblage et n'évoluent plus après le premier cycle assemblage + transilage. Un test d'égalité des variances (test de Fisher,  $\alpha=0.05$ ) montre que les variances sont significativement différentes suite à un premier assemblage et à un premier transilage mais qu'elles sont équivalentes ensuite.

et ce pour les deux critères observés (DON et protéines). Par ailleurs, un test de conformité des variances (test de  $\chi^2$ ,  $\alpha=0.05$ ) confirme que, compte-tenu des incertitudes de mesures associées aux méthodes d'analyse utilisées, les lots sont homogènes après un premier cycle assemblage + transilage pour le critère DON comme protéines.

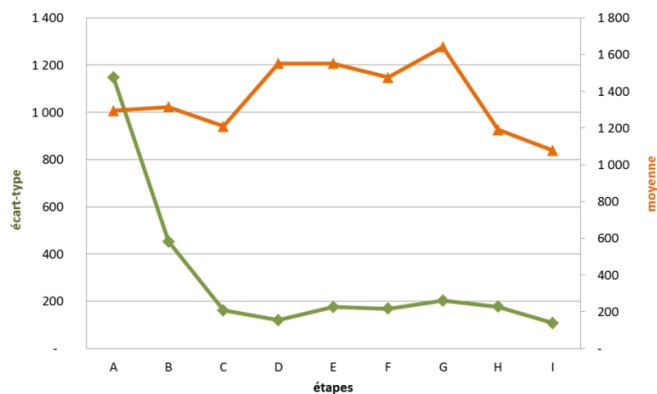


Figure 3 : Evolution de l'écart-type et de la teneur moyenne en DON

En conclusion, le travail du grain usuel pratiqué par l'organisme stockeur (un assemblage avant livraison au meunier, suivi d'un transilage : transfert du boisseau de chargement vers la cellule de stockage du meunier) permet de réduire l'hétérogénéité d'un lot. Des manipulations supplémentaires du grain, de type assemblage ou transilage, ne réduisent pas significativement l'hétérogénéité du lot.

Katell CRÉPON

[k.crepon@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:k.crepon@arvalisinstitutduvegetal.fr)

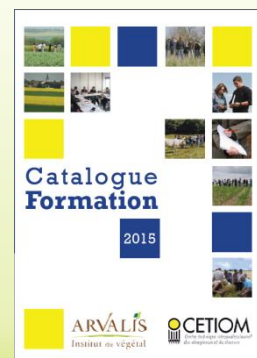
## Dates à retenir

### Formations

- **Maîtriser l'aéraulique pour optimiser la consommation énergétique lors de la ventilation des grains**  
14 et 15 avril 2015, Boigneville (91)  
Contact : Julie Lecocq, [formation@servicescoopdefrance.coop](mailto:formation@servicescoopdefrance.coop)
- **Maîtriser le stockage et la conservation des grains en organismes stockeurs ou à la ferme**  
3 février 2015, Boigneville  
Contact : Marianne Demay, [m.demay@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:m.demay@arvalisinstitutduvegetal.fr)
- **Optimiser le séchage du maïs**  
11 mars 2015, Boigneville  
Contact : Marianne Demay, [m.demay@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:m.demay@arvalisinstitutduvegetal.fr)

### Événements

- **51ème colloque qualité sanitaire des céréales**  
Comprendre et maîtriser l'ergot tout au long des filières  
1<sup>er</sup> avril 2015, Paris 12<sup>ème</sup>



## Automatisation de la ventilation par un thermostat : un investissement très vite rentabilisé !

Une ventilation de refroidissement est efficace si et seulement si la température de l'air extérieur est inférieure de 7 à 10°C à celle du grain. Pour « capter » toute l'offre climatique favorable, les automatismes déclenchent la ventilation uniquement lorsque ces conditions d'écart de températures sont réunies. La preuve dans nos essais ARVALIS 2012 sur le boîtier Sec-LIS®.

### Un refroidissement deux fois plus efficace

L'essai a permis de comparer le refroidissement de deux cellules de 50 t de blé tendre, conduit en trois paliers. La ventilation a été soit (voir tableau 1) :

- (1) déclenchée automatiquement grâce au boîtier Sec-LIS® à partir de la température consigne,
- (2) déclenchée manuellement, de 20 h à 8h, en période de ventilation.

Modalité	Modalité
« Déclenchement automatique »	« Déclenchement manuel »
<b>Palier 1</b> • température consigne (écart de 7°C par rapport au grain)	• entre juillet – août • températures prévisionnelles en moyenne favorables (écart de 7°C par rapport au grain) • entre 20h-8h en période de ventilation
<b>Palier 2</b> • température consigne (écart de 7°C par rapport au grain)	• entre septembre et octobre • températures prévisionnelles en moyenne favorables (écart de 7°C par rapport au grain) • entre 20h-8h en période de ventilation
<b>Palier 3</b> • température consigne (écart de 7°C par rapport au grain)	• entre novembre et janvier • températures prévisionnelles en moyenne favorables (écart de 7°C par rapport au grain) • entre 20h-8h en période de ventilation

Tableau 1 : Détails des modalités étudiées dans notre essai ARVALIS 2012

Dans notre essai, l'automatisation de la ventilation grâce au boîtier Sec-LIS® a confirmé deux éléments indispensables pour la conservation des grains :

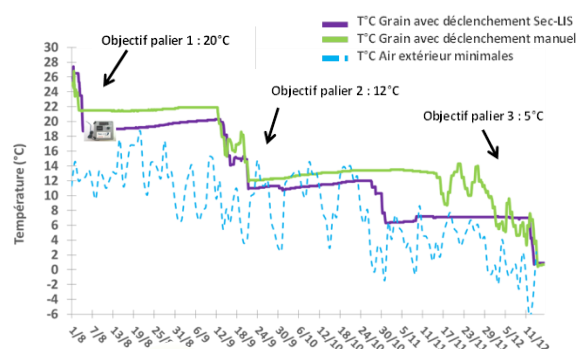
- **L'efficacité** : la ventilation de refroidissement est efficace uniquement si elle est réalisée lorsque les températures d'air extérieur sont inférieures de 7 à 10°C à la température du grain.

Avec l'automatisation de la ventilation, le refroidissement du grain a été progressif en fonction de l'offre climatique saisonnière. Par contre avec le déclenchement manuel par l'opérateur, le refroidissement a été plus compliqué, notamment sur le palier 3. En effet, entre la fin novembre et début décembre, des événements climatiques (fortes montées de températures sur 1 ou 2 jours) ont provoqué le réchauffement du grain. Le refroidissement a été ralenti et le nombre d'heures de ventilation augmenté. Ainsi, le refroidissement d'une cellule pilotée par un boîtier Sec-LIS® a été possible en

220 h contre 480 h pour un déclenchement manuel, pour une même température finale du grain à 1°C.

- **La rapidité** : c'est-à-dire « capter » toute l'offre climatique à disposition pour refroidir le plus tôt possible le grain.

Figure 1 : Cinétique de refroidissement avec Sec-LIS® comparé à un déclenchement manuel



Le refroidissement piloté avec Sec-LIS® a été réalisé en 220h, contre 480 h en déclenchement manuel.

En effet sur le palier 3, le déclenchement automatique avec Sec-LIS® a permis de « capter » dès la fin octobre les quelques jours où les températures d'air extérieur étaient efficaces, permettant ainsi de ramener la température du grain à 7°C, alors que pour la modalité « déclenchement manuel », la température était de 13°C pendant tout le mois de novembre. Ce refroidissement plus précoce a permis notamment de créer des conditions défavorables au développement des insectes un mois plus tôt alors que pour la modalité « déclenchement manuel », dont la température était alors de 13°C, la prolifération des ravageurs du grain était possible (voir figure 1).

### Un retour sur investissement très rapide

Le retour sur investissement du boîtier Sec-LIS® est calculé en tenant compte du prix d'achat du boîtier et des économies en électricité réalisées avec celui-ci.

Il dépend de la puissance du ventilateur sur l'installation, du tarif électrique souscrit et du nombre de cellules pilotées par le boîtier Sec-LIS®.

Prenons l'exemple d'une installation fermière qui dispose de 4 cellules de stockage ventilées. La puissance du ventilateur est de 4 kW. Avec un tarif « bleu », l'achat d'un thermostat est rentabilisé en 1 an, avec un tarif « jaune », il faudra 2 ans.

Quel que soit le tarif souscrit, la puissance du ventilateur va fortement influencer le retour sur investissement. Plus la puissance du ventilateur est forte, plus le retour

sur investissement sera rapide car pour un même nombre d'heures de ventilation, la consommation électrique en kWh sera plus élevée. Il est donc d'autant plus rentable d'investir dans un boîtier Sec-LIS® que l'installation est de grande capacité (Puissance du ventilateur importante) (voir figure 2).

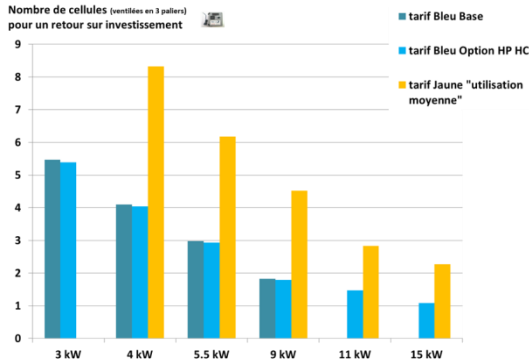


Figure 2 : Nombre de cellules refroidies à partir duquel le retour sur investissement est positif, en fonction de la puissance du ventilateur et du tarif électrique

Pour les organismes stockeurs, les débits spécifiques de leur installation sont généralement un peu plus faibles. Les résultats ne sont donc pas directement extrapolables. Cependant, la tendance reste la même :

- une automatisation permettra d'être plus efficace et plus rapide dans l'atteinte des paliers. En effet, beau-

coup de sites ferment le soir dès 17h et le weekend. Les plages de ventilation sont donc très larges et le risque potentiel de températures non efficaces est plus fort.

- le retour sur investissement sera d'autant plus rapide que les puissances installées sont importantes. Cependant, cette conclusion est à relativiser car le prix du kWh est souvent négocié et donc moins élevé que pour les petites installations.

Amandine BONNERY

[a.bonnery@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:a.bonnery@arvalisinstitutduvegetal.fr)

Le boîtier Sec-LIS® comprend

- une sonde de température de l'air extérieur
- un thermostat avec un écran pour la saisie de la température de consigne pour la mise en route et l'arrêt de la ventilation
- un compteur horaire pour suivre le nombre d'heures de ventilation

Pour en commander un : MTE SA, [contact@mte-silo.com](mailto:contact@mte-silo.com)

