

Chasse aux idées reçues

Ventiler le grain par temps humide, c'est possible !

Peut-on ventiler le grain par temps humide ? Bien sûr, car le raisonnement se fait essentiellement avec la température et non l'hygrométrie de l'air de ventilation. Si l'on applique correctement les consignes de température, une hygrométrie élevée n'entraîne pas de réhumidification du lot, mais peut cependant réduire l'amplitude du refroidissement.

Cette question est encore souvent posée par les Organismes Stockeurs ou les agriculteurs. Si certains d'entre eux n'hésitent pas à faire fonctionner leur ventilateur la nuit, par temps de pluie ou de brouillard, d'autres appréhendent encore de le faire car ils craignent une ré-humidification du lot.

En première approche cette crainte paraît justifiée : ventiler du grain sec avec de l'air humide laisse penser qu'il risque d'absorber une partie de cette humidité. Or, si les conditions de température conseillées pour la ventilation de refroidissement sont respectées, cela ne se réalise pas et cette idée reçue tombe.

Refroidissement = perte d'eau

Pour démystifier le sujet, il faut retenir ce principe général : pour des céréales stockées à environ 15 % d'humidité, tout refroidissement s'accompagne d'une légère perte d'eau répartie sur l'ensemble du volume stocké. C'est l'air interstitiel d'un tas de grain (représentant 10 à 30 % du volume total suivant les espèces) qui est utilisé pour refroidir le lot. Le grain possède la faculté d'échanger de l'eau sous forme de vapeur avec cet air interstitiel. L'intensité et le sens de



© Denis

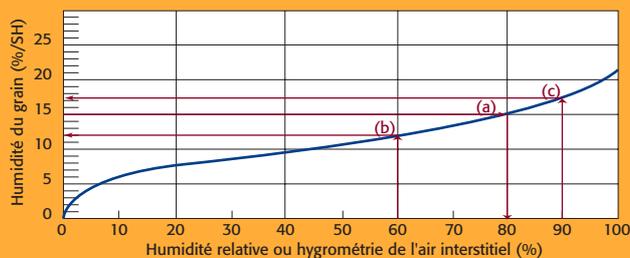
Relier le ventilateur à un thermostat permet d'éviter les risques de condensation.

l'échange dépend de l'humidité relative de l'air et de l'humidité du grain, mais aussi et surtout de leurs températures respectives.

A ce niveau du raisonnement, il nous faut introduire la notion d'équilibre air-grain. Nous ne raisonnons ici qu'avec de l'air plus froid que le grain, ce qui est la règle de base incontournable pour

toute ventilation de refroidissement. A l'inverse, si l'air était plus chaud que le grain, il pourrait effectivement y avoir condensation de l'humidité de l'air sur le grain plus froid. Ce cas de figure ne doit pas exister si la température du grain est bien suivie tout au long du stockage.

Courbe d'équilibre d'humidité air-blé



Au cours du stockage sans ventilation, l'humidité relative de l'air interstitiel se met en équilibre avec l'humidité du grain (a). Au cours des ventilations, l'humidité du grain se met localement en équilibre avec celle de l'air qui le traverse sans jamais dépasser 16 à 17 % autour des gaines (c).

Source INRA

Pierrick Berhaut • pberhaut@itcf.fr
 Gilbert Niquet • giquet@itcf.fr
 André Le Bras • alebras@itcf.fr

ARVALIS – Institut du végétal

Pour en savoir plus

Consultez la brochure « Stockage à la ferme », édition 2003, disponible dans le catalogue d'ARVALIS – Institut du végétal.

Il y a toujours équilibre d'humidité entre l'air et le grain...

Dans le cas du blé (figure 1), si l'on met du grain en cellule sans effectuer aucune ventilation, l'humidité relative de l'air interstitiel va se mettre lentement en équilibre avec l'humidité du grain. Ici, le blé à 15 % « impose » une hygrométrie de 80 % à l'air interstitiel (a), l'humidité est donc stabilisée. Par ailleurs, retenons que sans ventilation, la température du grain n'évolue qu'à proximité des parois, et encore de façon très lente car les grains en masse sont peu sensibles aux variations de température.

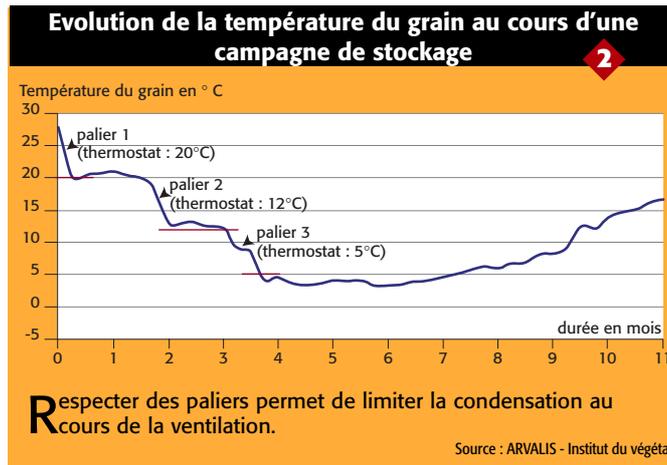
En revanche, si l'on ventile ce grain avec de l'air à 60 % d'hygrométrie, le blé s'équilibre lentement aux alentours de 12 % d'humidité au contact de l'air interstitiel (b) pendant que sa température se stabilise au niveau de celle de cet air plus froid.

Ventilation de refroidissement = mesure des températures.

À l'inverse, si l'on ventile avec de l'air à 90 % d'hygrométrie (c), seules les quelques dizaines de centimètres de grains situés à proximité des gaines de ventilation ont le temps de se réhumidifier de 15 % vers 16/17 % alors que la totalité du volume de grain perd quelques dixièmes de points d'humidité sous l'effet du refroidissement, car la mise en équilibre des températures est plus rapide que celui des humidités.

...Mais l'équilibre de température est plus rapide

L'équilibre de température étant atteint 30 à 50 fois plus rapidement que celui des humidités, il ne peut pas y avoir de réhumidification significative du grain. Ainsi, l'ensemble du tas est refroidi alors que son humidité n'a progressé que sur quelques



La ventilation permet avant tout de conserver toutes les qualités du grain.

Quelle que soit l'hygrométrie de l'air de ventilation, la réhumidification du grain sera faible et limitée aux couches en contact avec les gaines.

dizaines de centimètres de hauteur.

Ce phénomène permet donc de négliger l'hygrométrie en ne s'intéressant qu'aux températures.

Par exemple, si l'on ramène la température de tas de grains de 30 à 5 °C par trois paliers de refroidissement, en ventilant avec de l'air à différents niveaux d'hygrométrie :

- un tas de grain à 16 % peut perdre en moyenne 0,6 point d'humidité. Dans le fond de la cellule, son humidité à proximité des gaines n'évolue pratiquement pas.
- à 13 %, il ne perd pas d'eau alors que dans la couche de 20 cm d'épaisseur la plus proche des gaines de ventilation, l'humidité peut monter jusqu'aux environs de 16 %.
- enfin à 12 %, l'humidité moyenne de la masse de grain n'évolue pratiquement pas non plus, mais peut remonter localement comme dans le cas précédent jusqu'à 16-17 %.

L'expérience montre que l'humidité de 16 à 17 % atteinte localement par le grain après ventilation de refroidis-

sement constitue une limite maximale même si la ventilation est réalisée en permanence par temps de brouillard. En effet, tous les essais conduits par ARVALIS-Institut du végétal montrent que l'humidité relative de l'air de ventilation, c'est-à-dire l'air qui arrive dans la masse de grain, n'est jamais de 100 %. Sa légère compression par le ventilateur lui fait perdre au moins 10 points d'hygrométrie, voire davantage, en conditions fermières. Ceci d'autant plus que la hauteur du tas de grain est importante. Enfin, l'humidité relative de l'air de ventilation diminue progressivement car cet air se réchauffe en traversant les couches de grain à refroidir.

La mise en équilibre des températures est beaucoup plus rapide que celle des humidités.



Ce qu'il faut faire pour refroidir le grain dans de bonnes conditions

1 Ne stocker que du grain dont l'humidité ne dépasse pas 16 %.

2 Mesurer régulièrement la température du grain et connaître celle de l'air ambiant car la ventilation de refroidissement doit être conduite exclusivement à partir de la différence de température entre le grain et l'air.

3 Ventiler en 3 paliers successifs (figure 2) lorsque la température de l'air ambiant est inférieure à celle du grain. L'écart peut être supérieur à 10 °C à la récolte (palier 1) car les risques de condensation sont faibles. Il doit être compris entre 5 et 10 °C en automne et en hiver (paliers 2 et 3) car ce risque est plus important.

4 Mettre en place un thermostat destiné à piloter le ventilateur. Afin d'appliquer les conseils évoqués précédemment, régler le thermostat sur les températures suivantes dites « valeurs de consigne » : 20 °C à la récolte (palier 1) lorsque le grain est entre 25 et 35 °C, 12 °C à l'automne (palier 2) lorsque le grain est entre 18 et 22 °C et 5 °C ou moins en hiver (palier 3) lorsque le grain est encore entre 10 et 12 °C.

5 Dans ces conditions, les risques de condensation et de reprise d'humidité sont au pire négligeables, le grain est refroidi correctement et dans les meilleurs délais possibles, le ventilateur ne fonctionne pas lorsque la température ambiante est trop élevée et pourrait sécher le grain. Par ailleurs, ces conditions de ventilation permettent de préserver la qualité du grain, aussi bien technologique que sanitaire.

BULLETIN D'ABONNEMENT

offre valable jusqu'au 31/12/03



Offrez-vous
l'information
technique à sa source
Abonnez-vous à
Perspectives Agricoles

11 numéros
61 €/an*

Nouvelle formule

Le magazine (11 numéros) + service internet*
pendant un an

77 €/an*

* chaque nouveau numéro en avant première et un accès illimité aux archives (articles parus dans le magazine depuis janvier 1996) sur www.perspectives-agricoles.com

* tarif France et UE

Bulletin d'abonnement

Oui,

je m'abonne :

- 1 an, 11 n°, France et UE : 61 € TTC
Etranger zone 1* : 107 eHT, zone 2* : 114,5 eHT
- 2 ans, 22 n°, France et UE : 107 € TTC
Etranger zone 1* : 191 eHT, zone 2* : 206 eHT
- 1 an, 11 n° + service internet (France et UE) : 77 € TTC
Etranger zone 1* : 123 eHT, zone 2* : 130,5 eHT

Je joins mon règlement sous enveloppe à PERSPECTIVES AGRICOLES, BP 5, 14410 VASSY

chèque bancaire à l'ordre de Perspectives Agricoles

virement postal à l'ordre des Editions et Publications Agricoles Françaises LEPAF - SARL, 8 avenue du Président Wilson - 75116 Paris

Etablissement	Guichet	n°compte	RIB
30041	00001	1772470D020	18

Nom, Prénom _____

Fonction _____

Nom de l'exploitation ou de la Société _____

Adresse _____

Code Postal _____ Ville _____

Pays _____

Tél _____ Fax _____

E-mail _____

Votre secteur d'activité :

- agriculteur
 agro-fourmiture
 collecte-appro
 organisme de développement
 enseignant
 étudiant
 organisme de recherche
 société de services
 autre

Votre année de naissance : 19.....

SAUha

Surface en céréalesha

Elevage : oui non

Micro-informatique oui non

N° SIRET

Code APE

*Zone 1 : Europe hors UE, Afrique, Amérique du Nord, proche et Moyen Orient
Zone 2 : autres pays

Conformément à la loi "Informatique et Libertés", vous disposez d'un droit d'accès et de rectification aux informations vous concernant.

PERSPECTIVES AGRICOLES - BP 5 - 14410 VASSY

Tél : 02 31 59 25 00 - Fax : 02 31 69 44 35 - email : pa@itcf.fr



> C'est à proximité des gaines que la reprise d'humidité est la plus importante, sans pour autant dépasser les 17 %.

Avec de l'air humide, l'amplitude de refroidissement est plus faible

L'influence de l'humidité relative de l'air de ventilation se manifeste surtout sur l'amplitude du refroidissement. Avec un air très sec, l'évaporation accompagnant le refroidissement, consomme des calories provenant du grain. Elle est perceptible et se traduit par un « sur-refroidissement » du grain de 1 à

2 °C. Ce phénomène se présente très rarement : le jour, l'air est plus chaud que le grain et la nuit, il est plus froid mais plus humide.

Inversement, refroidir du grain avec un air ambiant très humide a tendance à limiter l'évaporation de l'eau du grain et à diminuer ainsi les possibilités de refroidissement de 1 à 2 °C, toujours selon le principe que le refroidissement passe par une perte d'eau. On parle alors de « sous refroidissement ». ■