

COLLOQUE
maïs-soya

MIEUX SAVOIR *pour* MIEUX AGIR

Mercredi et jeudi, 24 et 25 JANVIER 2001

Hôtel Gouverneur, Saint-Hyacinthe

*Une initiative du Comité maïs et
du Comité plantes oléoprotéagineuses*



Avertissement

Toute reproduction, édition, impression, traduction ou adaptation de ce document, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, en particulier par photocopie ou par microfilm, est interdite sans l'autorisation écrite du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec.

Pour information et commentaires :

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

225, Grande Allée Est, 4^e étage

Québec (Québec) G1R 2H8

Téléphone : (418) 523-5411 ou 1 888 535-2537

Télécopieur : (418) 644-5944

Courriel : client@craaq.qc.ca

© Tous droits réservés, 2001

Publication VV 001

ISBN 2-7649-0020-1

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec, 2001

Bibliothèque nationale du Canada, 2001



Qui sommes-nous?

Le Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) est le nouvel organisme résultant du regroupement du CPAQ inc., du CPVQ inc. et du Groupe GÉAGRI. Ce regroupement a vu officiellement le jour et fait ses premiers pas le 17 avril 2000 à Saint-Hyacinthe. L'objectif de cette organisation est d'être le *carrefour de la diffusion du savoir en agroalimentaire au Québec.*

Notre mission

- Contribuer à améliorer la performance des entreprises agricoles par la diffusion du savoir.

Nos mandats

- Supporter l'introduction, l'expérimentation et la diffusion de l'innovation;
- Collecter et diffuser l'information;
- Concevoir et diffuser des outils de gestion de l'information;
- Favoriser l'harmonisation de ses activités avec celles des centres d'expertise et des autres acteurs du transfert technologique;
- Réaliser et diffuser des études dans les domaines des productions végétales, des productions animales et de l'économie et de la gestion agricole.

Notre clientèle

- Les entreprises agricoles, leurs conseillers et les autres intervenants du secteur agroalimentaire.

Les partenaires du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

Nous tenons à remercier tous les partenaires du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec pour leur précieuse collaboration.

- **Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation**
- Agriculture et Agroalimentaire Canada
- Association des fabricants d'engrais du Québec
- Association des marchands de semences du Québec
- Association des technologistes en agroalimentaire (membre de l'Ordre des technologues professionnels du Québec)
- Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière
- Centre d'insémination artificielle du Québec
- Centre d'insémination ovine du Québec
- Centre d'insémination porcine du Québec
- Conseil québécois de l'horticulture
- Coopérative fédérée de Québec
- Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec
- Fédération des syndicats de gestion agricole
- Institut pour la protection des cultures
- Ministère de l'Environnement du Québec
- Ordre des agronomes du Québec
- Ordre des médecins vétérinaires du Québec
- Régie des assurances agricoles du Québec
- Société de financement agricole
- Société du crédit agricole
- Union des producteurs agricoles
- Université de Montréal
- Université Laval
- Université McGill

Mot du Comité organisateur

Madame, Monsieur,

Sur tous les plans, l'agriculture évolue rapidement et dans ce contexte, l'information constitue l'outil le plus sûr pour demeurer dans la course. C'est donc sous le thème : « Mieux savoir pour mieux agir » que nous vous convions à ce colloque.

Le Colloque maïs-soya, c'est deux journées qui se veulent légères mais riches en informations et qui, nous l'espérons, vous permettront de prendre un peu de recul afin d'avoir une meilleure perspective de ces deux productions. Où en sommes-nous et où allons-nous? Voilà l'objectif de ce colloque, vous aider à trouver des réponses à ces deux grandes questions. Nous sommes heureux de pouvoir vous présenter une série de conférences qui vous permettront d'approfondir vos connaissances de ces deux cultures qui jouent un rôle majeur au Québec.

Nouvelles technologies, nouvelles politiques de sécurité du revenu, nouvelles pratiques au champ, nouvelles tendances en matière d'environnement et de consommation, quels en seront les impacts sur les choix d'intrants, la manutention et la commercialisation des récoltes? La complexité des choix à faire rend essentielle la compréhension des changements et des nouveautés qui composent notre nouvelle réalité.

Nous vous proposons aussi une réflexion en regard de vos valeurs personnelles et de celles de votre ultime client, le consommateur. Ce dernier peut-il influencer vos façons de faire et de produire?

Sans être exhaustif, le colloque vous offre une opportunité unique d'être informé des plus récentes mises à jour sur des sujets nombreux et diversifiés, reliés à la production du maïs et du soya.

En prenant connaissance du programme ci-joint, nous espérons que vous y trouverez plusieurs raisons d'assister à ce colloque qui se veut pratique et proche de vos préoccupations quotidiennes.

Il s'agit aussi d'une excellente occasion de venir rencontrer des spécialistes ainsi que de nombreux membres de votre profession et d'échanger vos points de vue de façon informelle au cours des pauses repas ainsi que lors du cocktail, qui se tiendra à la fin de la première journée du colloque le 24 janvier.

L'agriculture québécoise a su garder le rythme d'apprentissage nécessaire pour être à la fine pointe de la production. Nous sommes fiers de pouvoir collaborer à votre réussite en vous présentant ce Colloque maïs-soya!

Bon colloque!

Claude Lapointe, biol.
Syngenta Semences,
président du Comité maïs du CRAAQ

Christian Azar, agr.
Coopérative fédérée de Québec,
vice-président du Comité plantes oléoprotéagineuses du CRAAQ

Comité organisateur

AZAR, Christian, agronome
Coopérative fédérée de Québec

BARRETTE, Robert
Semico inc.

BONIN, Roger
Mycogen Canada inc.

COLLIN, Simon, agronome
Régie des assurances agricoles du Québec

DURAND, Julie, agronome
Semican inc.

HAYART, Guy
MAPAQ – Direction de la recherche économique et scientifique

LAPORTE, Claude, biologiste
Syngenta Semences

LETELLIER, Jérôme
Syndicat des producteurs de semences *pedigree* du Québec – UPA

LÉTOURNEAU, Alain
Association des marchands de semences du Québec

TREMBLAY, Gilles, agronome
Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

BOUCHER, Caroline-Joan, agronome
Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

Table des matières

Conférences 24 janvier 2001 – Journée Maïs :

- **Portrait de la production du maïs au Québec.....** 13
Guy HAYART
- **Utilisations actuelles et potentielles du maïs – les marchés.....** 25
Yves CLAVEL
- **Maïs de qualité : critères d'évaluation.....** 43
Richard BILODEAU
- **État de la situation concernant les mécanismes de protection du revenu agricole** 57
Jean-Marc LAFRANCE
- **L'alimentation transgénique : quelques enjeux éthiques.....** 67
Georges A. LEGAULT
- **Comment parvenir à une uniformité dans la profondeur du semis de maïs.....** 85
Serge LARIVIÈRE
- **Impacts environnementaux de la culture du maïs-grain** 95
Sylvie THIBODEAU
- **Impacts des différentes densités de semis en fonction des propriétés du sol dans la culture du maïs-grain** 115
Éric THIBAUT
- **Conséquences de la norme sur le phosphore sur la culture du maïs-grain.....** 127
Jean CANTIN
- **Le séchage et la qualité du maïs.....** 133
Serge FORTIN

Conférences 25 janvier 2001 – Journée Soya :

• Portrait de la production du soya au Québec.....	147
<i>Guy HAYART</i>	
• Les maladies du soya présentes au Québec en l'an 2000.....	159
<i>Sylvie RIOUX</i>	
• Effet des conditions climatiques de la saison 2000 sur la croissance du soja.....	171
<i>Pierre MIGNER</i>	
• Le système canadien de multiplication des semences.....	181
<i>Jacques FAFARD</i>	
• Le germination du soya	189
<i>Cécile TÉTREULT</i>	
• Le soya en semis direct.....	195
<i>Georges LAMARRE</i>	
• Les résidus d'herbicides et leurs impacts sur la culture du soya.....	201
<i>Danielle BERNIER</i>	
• Le soya stressé	209
<i>Alain JUTRAS</i>	
• Le soya pour alimentation humaine	217
<i>Luc LABBÉ</i>	
• Les nouvelles tendances dans la production et l'utilisation du soya	223
<i>Joyce BOYE</i>	
• Test OGM rapide	249
<i>Pierre DESMARAIS</i>	
• Soya OGM : perspective du consommateur	257
<i>Aline DIMITRI</i>	
• Développement et tendances dans le dossier des OGM.....	267
<i>Daniel CHEZ</i>	
Commanditaires	283
Bon de commande des publications du CRAAQ reliées au maïs et aux plantes oléoprotéagineuses	297

Le séchage et la qualité du maïs

Serge FORTIN, M. Sc., ingénieur
Directeur général

Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM)
335, chemin des Ving-cinq Est
Saint-Bruno-de-Montarville (Québec)
J3V 4P6

Colloque maïs-soya
MIEUX SAVOIR
POUR MIEUX AGIR

Mercredi et jeudi
24 et 25 janvier 2001



LE SÉCHAGE ET LA QUALITÉ DU MAÏS

LES CONSÉQUENCES DU SÉCHAGE À HAUTE TEMPÉRATURE

Parmi les conséquences du séchage rapide et à haute température, on note le plafonnement ou la réduction du poids spécifique, l'augmentation de la susceptibilité au bris des grains et la production de grains chauffés. Au contraire, le séchage lent, tel que dans un crib, maximise le poids spécifique et évite les grains chauffés. La figure 1 montre l'effet de la température de l'air de séchage sur le poids spécifique de lots de maïs.

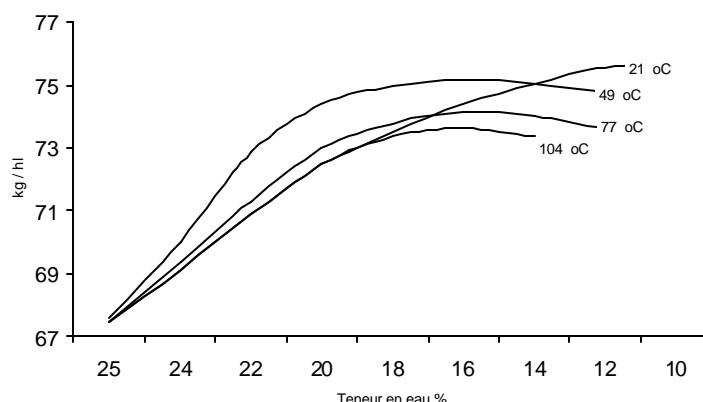


Figure 1 : Effet de la température de séchage sur le poids spécifique de lots de maïs
(Tiré de G.E. Hall, 1972)

QUELQUES FACTEURS DE DÉTÉRIORATION AU SÉCHAGE

De nombreux facteurs contribuent à la réduction de la qualité des grains. On mentionne ici trois facteurs majeurs pour lesquels des moyens d'atténuation existent, bien que des contraintes propres à chaque installation ne permettent pas toujours de les appliquer.

1. La disponibilité de l'eau dans le grain

À l'entrée dans le séchoir, l'eau est répartie uniformément dans le grain humide. De l'eau est disponible en surface du grain et elle est facile à évaporer (Figure 2).

Par contre, lorsque que le grain sèche, surtout sous les 20 % d'humidité, l'eau devient plus difficile à extraire. En effet, cette eau n'est pas aussi libre car des liens électrochimiques la lient à la matière et il faut briser ces liens. De plus, dans le grain séché rapidement, l'eau se retrouve concentrée dans le cœur du grain et est quasi-absente de sa surface : elle doit donc migrer depuis le cœur du grain avant d'en être extraite.

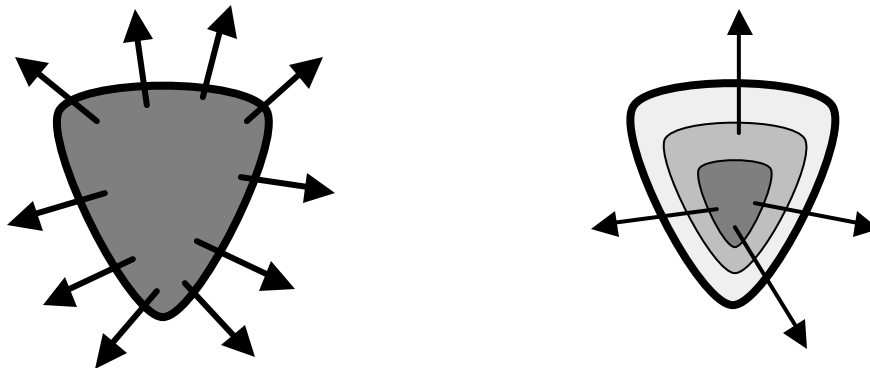


Figure 2 : En début de séchage (à gauche), l'eau est abondante et disponible en surface du grain : l'évaporation est rapide. En fin de séchage (à droite), l'eau concentrée dans le cœur du grain doit migrer vers la surface avant d'être évaporée : le séchage est lent

Il ne suffit plus alors de fournir de la chaleur pour évaporer l'eau. Il faut aussi du temps pour que l'eau se déplace dans le grain.

Enfin, puisque l'énergie calorifique fournie par le séchoir ne sert qu'en partie à évaporer de l'eau, le reste de cette énergie réchauffe le grain dont la température monte et certaines protéines se dégradent.

2. Le design des séchoirs

Le design des séchoirs couramment utilisés au Québec contribue à détériorer la qualité des grains. Ces séchoirs de conception américaine sont développés pour des conditions de teneur en eau à la récolte de moins de 25 % et pour des climats plus cléments. Les grains récoltés à une teneur en eau supérieure à 30 % et qui voisine parfois 40 % séjournent plus longtemps dans le séchoir. Les grains qui sont directement exposés à l'air très chaud ont tout le temps de chauffer et de caraméliser ou de brûler, particulièrement en fin de séchage (Tableau 1).

Pour la même raison, on retrouve à la sortie de ces séchoirs des grains dont la teneur en eau s'étend sur une très large fourchette. Par exemple, pour un lot de grains dont la teneur en eau moyenne à la sortie du séchoir est de 19 %, on trouve une distribution des teneurs en eau telle que celle présentée au tableau 1. On comprend qu'un tel mélange est susceptible de poser des problèmes importants de conservation, puisque les grains à plus de 15 % de teneur en eau sont sujets au développement de microorganismes et respirent abondamment; ils tendent donc à s'échauffer davantage que les grains secs. La fourchette des teneurs en eau à la sortie du séchoir ne ferait que s'élargir pour des teneurs en eau finales aux alentours de 14 %.

Tableau 1 : Caractéristiques des grains à différentes positions dans une colonne de séchage (Tiré de D. Désilets, 1996)

Teneur en eau initiale de 25 % et finale moyenne de 19 %			Température de l'air : 110 °C
Distance de la paroi intérieure (cm)	Teneur en eau (%)	Température du grain (°C)	Susceptibilité au bris (%)
1,25	10	102	48
7,50	20	78	11
13,75	24	51	10

3. Le stress thermique dû au refroidissement brutal des grains

Enfin, un autre facteur important qui contribue à la réduction de la qualité des grains est le refroidissement brutal qui provoque un stress thermique. En effet, dans la plupart des séchoirs, les grains passent de la section de chauffage à la section de refroidissement sans période de

repos et on assiste alors à la situation suivante : des grains très chauds se retrouvent sous un puissant courant d'air froid ou très froid. Il s'ensuit un refroidissement brutal et une contraction très rapide de l'extérieur du grain alors que l'intérieur ne suit pas. Le péricarpe se fissure, le grain est ainsi fragilisé et il se fractionne facilement en passant dans un convoyeur, en frappant un coude dans un tuyau d'élévateur, en chutant sur le plancher d'un silo ou sur le plancher d'un camion ou même en finissant sa chute sur un tas de grains. Il en résulte des grains sales, vulnérables au développement de microorganismes, difficiles à ventiler et finalement déclassés.

QUELQUES ÉLÉMENTS DE SOLUTION

À la lecture du chapitre précédent, on déduit qu'en travaillant sur les points suivants, on peut réduire les dégradations des grains :

- ralentir le processus de séchage en fin de traitement;
- réduire le temps d'exposition des grains aux très hautes températures;
- refroidir lentement et progressivement les grains.

Les éléments de solution qui suivent peuvent contribuer à réduire les impacts négatifs du séchage à haute température, mais il faut se rappeler qu'en aucun cas, on ne peut rehausser la qualité des grains qui arrivent du champ.

1. Le séchoir à plusieurs brûleurs

Un séchoir qui comporte plusieurs brûleurs permet de moduler la température de l'air de séchage selon le niveau de teneur en eau des grains. Ainsi, les grains très humides à l'entrée du séchoir sont attaqués avec de l'air plus chaud. La chaleur de l'air sert alors à évaporer l'eau qui est abondante en surface des grains et la température de ceux-ci ne s'élève pas à l'excès.

À mesure que les grains descendent dans le séchoir, ils sont de plus en plus secs et une partie plus importante de la chaleur sert à chauffer le grain plutôt qu'à évaporer de l'eau. Les brûleurs des étages inférieurs sont alors réglés à des températures de moins en moins élevées de façon à prévenir la surchauffe des grains (Figure 3).

Enfin, les grains étant moins chauds à leur arrivée dans la section de refroidissement, le stress thermique sera réduit. C'est l'observation des grains qui sortent du séchoir et l'expérience qui guideront l'opérateur dans la détermination des niveaux de température appropriés.

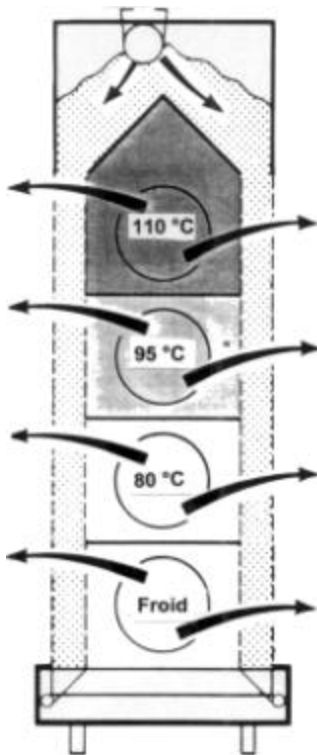


Figure 3 : Dans le séchoir multiétagé, on règle la température des brûleurs en tenant compte de l'humidité des grains (Adapté de Mathews Co.). Les chiffres ne sont donnés qu'à titre d'exemple

2. Le séchage en deux étapes

Le séchage en deux étapes fait appel aux trois éléments de solution mentionnés pour améliorer la qualité des grains : il ralentit le séchage à faible teneur en eau, il réduit le temps d'exposition des grains aux températures élevées, il refroidit lentement les grains secs. De plus, le séchage en deux étapes favorise une teneur en eau beaucoup plus uniforme des grains entreposés, ce qui facilite leur conservation et le maintien de leur qualité au cours de la période de stockage.

Le séchage en deux étapes consiste à sortir les grains chauds et pas tout à fait secs du séchoir à haute température, puis à compléter leur séchage dans une cellule. La chaleur accumulée dans le grain contribuera à évaporer l'excédent d'eau lors de la ventilation.

Le séchoir est alors opéré entièrement en mode chauffage, sans fonction de refroidissement. Le débit du séchoir augmente beaucoup, car les grains sont sortis avant d'être complètement secs et le ventilateur de refroidissement peut être remplacé par un brûleur supplémentaire. Ces procédés, principalement la dryération, favorisent également une économie d'énergie intéressante, puisque la partie la plus énergivore du séchage se fait sans apport de chaleur.

- **Le refroidissement en silo**

Le maïs est sorti chaud du séchoir avec une teneur en eau supérieure de 0,5 à la teneur en eau finale souhaitée. La ventilation de refroidissement se fait dès la mise en silo des grains à un débit d'air de 5 litres/seconde par mètre cube de grains (Figure 4).

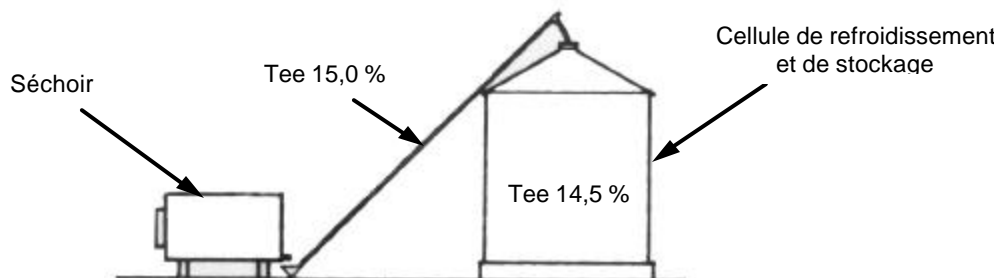


Figure 4 : Le refroidissement en silo demande une teneur en eau des grains précise et uniforme à la sortie du séchoir et un refroidissement complet des grains

Le tableau 2 qui suit présente la puissance de ventilateurs pour obtenir un débit de 5 l/s.m³ pour quelques dimensions de silos. En comparaison, la ventilation de grains secs se fait avec un débit de 2 l/s.m³. Un refroidissement trop rapide ne permet pas un séchage complet des grains.

- **La dryération**

En dryération, le grain est sorti le plus chaud possible du séchoir, à une teneur en eau supérieure de 1,5 à 2,0 % à la teneur en eau finale souhaitée. Ces grains chauds sont soumis à

une période de ressuyage de 8 à 10 heures sans ventilation qui permet à l'eau fortement concentrée au coeur du grain de se répartir de nouveau uniformément dans tout le grain.

Le lot de maïs est ensuite ventilé à un débit d'air de 9 à 12 litres/seconde par mètre cube de grain. La disponibilité d'eau en surface du grain et la chaleur emmagasinée dans ce dernier permettent alors à la ventilation de refroidissement de compléter le séchage (Figure 5).

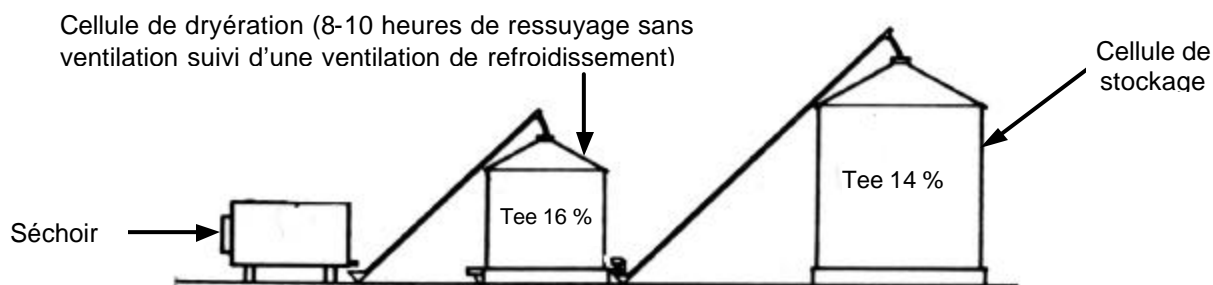


Figure 5 : En dryération, le séchoir est opéré avec soin pour une teneur en eau qui ne dépasse pas de plus de 2,0 % la teneur en eau finale souhaitée

Après un refroidissement complet qui peut nécessiter de 15 à 20 heures de ventilation, le lot de grains doit être transféré dans une cellule d'entreposage. Ce transfert est essentiel pour bien mélanger les grains et briser toute poche de grains mal refroidis ou incomplètement séchés.

Le tableau 2 de la page suivante présente la puissance typique de ventilateurs pour obtenir un débit de 10 l/s.m³ pour quelques dimensions de silos. Un refroidissement trop rapide ne permet pas un séchage complet pendant la ventilation de refroidissement.

- **Le séchage « combination » : pas pour le Québec**

Un autre procédé américain a été testé sous les conditions du Québec. Il s'agit du séchage dit « combination ». Son nom indique qu'il fait appel au séchage à haute température jusqu'à une teneur en eau de 20 à 22 %, puis au séchage par ventilation à basse température dans une cellule d'entreposage pour compléter lentement le séchage du maïs.

Malheureusement, sous les conditions du Québec, ce procédé s'est révélé peu intéressant pour les raisons suivantes : 1) les grains doivent être très propres, ce qui est difficile avec du maïs récolté à plus de 30 %, sinon il n'y a pas de séchage dans les zones sales et compactes du silo; 2) la température en novembre et en décembre est peu favorable au séchage à basse température de sorte que le bilan énergétique du procédé n'est pas reluisant et 3) par journées et par nuits parfois très froides, il y a condensation de l'humidité sur les surfaces intérieures du silo, ce qui alimente le développement de microorganismes dans les grains qui reçoivent cette humidité.

Tableau 2 : Puissances typiques de ventilateurs axiaux (kW) pour quelques dimensions de silo pour la ventilation de grains secs, le refroidissement en silo et la dryération

Dimensions du silo Diamètre x Épaisseur	Grains secs 2 l/s.m ³	Refroidissement 5 l/s.m ³	Dryération 10 l/s.m ³
5,5 m x 5,5 m	0,8	0,8	2,3
6,5 m x 6,5 m	0,8	1,1	3,8
7,5 m x 5,0 m	0,8	1,1	3,8
7,5 m x 7,5 m	0,8	2,3	---
8,3 m x 5,0 m	1,1	1,1	3,8
8,3 m x 8,3 m	1,1	3,8	---
9,0 m x 5,0 m	1,1	2,3	3,8
9,0 m x 7,0 m	1,1	3,8	---
9,0 m x 9,0 m	1,1	3,8	---
10,0 m x 6,0 m	1,1	2,3	---
10,0 m x 8,0 m	2,3	3,8	---
10,0 m x 10 m	2,3	---	---

- ***Quelques mises en garde pour les procédés en « deux étapes »***

Malgré des avantages évidents, les procédés de refroidissement en silo et de dryération ne doivent être pratiqués que par les opérateurs expérimentés et minutieux, car ces techniques exigent une gestion rigoureuse. De plus, ces techniques sont plus appropriées pour les automnes cléments et pour des grains récoltés à des teneurs en eau modérées.

En effet, l'opération du séchoir à haute température nécessite un suivi serré pour que les grains en sortent toujours à une teneur en eau très proche de celle désirée. De plus, les grains chauds doivent être propres et leur répartition dans la cellule de refroidissement doit être homogène pour favoriser une ventilation et un refroidissement uniformes et complets. Enfin, il faut s'assurer que la ventilation a bel et bien complété le refroidissement et le séchage de l'ensemble des grains, y compris dans les zones compactes qui sont sources de problèmes de conservation. Lors des périodes froides, la condensation importante d'humidité peut créer des zones à risque en périphérie du silo et à tout autre endroit où l'eau dégoutte sur les grains.

3. Deux passages dans le séchoir

Les grains très humides sont toujours très sales, ce qui réduit le débit d'air des ventilateurs du séchoir. Ils descendent trop lentement dans le séchoir continu, ce qui donne des grains chauffés et un poids spécifique réduit. Il survient également des problèmes de pontage ou de blocage des grains dans le séchoir desquels découlent des risques d'incendie.

Une façon de réduire ces difficultés est de passer les grains deux fois dans le séchoir. Un premier passage relativement rapide abaisse leur teneur en eau aux environs de 25 %. Un second passage complète le séchage. L'opération est évidemment plus compliquée et plus longue et elle nécessite des installations qui s'y prêtent.

4. Le séchoir en fournées avec agitation

Lors des récoltes difficiles telle que celle de l'automne 2000, le séchoir en fournées avec agitation (genre Tox-O-Wik) retrouve ses partisans. Ces derniers n'ont pas tout à fait tort de considérer que ce type de séchoir peut s'en tirer mieux que d'autres. En effet, la vis verticale mélange les grains de sorte que ceux qui sont descendus le long de la paroi intérieure du

plénium d'air chaud ont de bonnes chances d'éviter cette position dommageable lors du passage suivant. Ce mélange redistribue les grains et contribue à ce que la fourchette des teneurs en eau à la sortie du séchoir soit rétrécie par rapport à un séchoir sans agitation.

De plus, l'agitation constante prévient la formation de ponts dans le séchoir, mais cette même vis de mélange peut favoriser un bris non négligeable des grains. Enfin, la perte de volume importante des grains en cours de séchage oblige à ajouter des grains humides pour maintenir le remplissage du séchoir et ces derniers grains ne seront pas aussi secs à la fin du séchage de la tournée.

5. Abaisser la température de l'air chaud

Abaisser la température de l'air réduit la surchauffe des grains. La surchauffe est due à la combinaison des facteurs *température de l'air* et *temps d'exposition dans le séchoir*. Même si le temps de séjour augmente avec une réduction de la température, il y a un gain sur la qualité des grains. Cependant, on doit noter que le débit du séchoir diminue et que plus la température de l'air est basse plus il faut de carburant pour évaporer chaque kilogramme d'eau.

L'ENTREPOSAGE ET LA VENTILATION DES GRAINS SECS

Il faut bien ventiler tous les grains séchés. Il est encore plus important de bien ventiler les grains récoltés très humides car ils sont plus sales, davantage brisés et mal séchés et parce que leur teneur en eau finale est moins uniforme. Il se crée dans le silo d'entreposage des zones difficiles à ventiler ou de grains trop humides pour une bonne conservation. Il est donc essentiel de bien surveiller les silos de grains de moindre qualité et de les vider dès que possible.

Le CÉROM a développé et expérimenté un concept d'automatisation de la ventilation des silos pour les conditions du Québec (S. Fortin et J. Quenneville). Une entreprise (Multico Électrique) fabrique et commercialise un contrôleur automatisé qui prend en charge la ventilation du silo en assurant sa gestion 24 heures sur 24 selon ce concept. La ventilation d'un silo de maïs peut aussi être opérée manuellement en respectant les quatre grandes étapes qui suivent.

- ***La ventilation d'automne***

À la suite du remplissage du silo, on ventile pour s'assurer que les grains qui viennent sont refroidis uniformément et à fond. Par la suite, on ventile pour amener le silo sous le point de congélation pour la conservation d'hiver (entre 0 et -5°C). Il faut s'assurer que tout le silo a bien été refroidi à ce niveau. Il n'est pas souhaitable de refroidir davantage le silo car la ventilation de printemps s'en trouvera plus difficile à conduire. De plus, la condensation sur le dessus du silo et sur le plancher perforé sera accrue lors des périodes de redoux et au printemps.

- ***La ventilation d'hiver***

On doit maintenir le silo froid pendant tout l'hiver, empêcher le développement de zones chaudes et prévenir le développement d'odeurs. Pour y parvenir, on ventile deux à trois périodes de 4 heures consécutives chacune par deux semaines quand la température de l'air extérieur est voisine de celle des grains de façon à ne pas modifier la température du silo, mais plutôt de la maintenir entre 0 et -5°C .

- ***La ventilation de printemps***

Si le silo doit être vidangé avant la mi-juin, on ne ventile pas le silo. Pour les grains qui passeront une bonne partie de l'été en silo, il faut entreprendre un réchauffement progressif dès avril. En effet, il est important de procéder au réchauffement du silo par paliers successifs d'au plus 5°C , car un réchauffement trop important, peut entraîner des problèmes de condensation de l'humidité de l'air tiède sur les grains trop froids. La ventilation se fait par cycles de façon à compléter chaque palier de réchauffement entrepris. On entreprend donc un cycle lorsque les conditions climatiques s'annoncent stables pour quelques jours.

- ***La ventilation d'été***

Les températures ambiantes de l'été ne permettent pas de refroidir fortement les grains, mais il faut noter qu'à tous les mois, il y a plusieurs heures et journées où la température ambiante est de 20°C et moins. Une ventilation périodique de nuit maintiendra ou ramènera le silo à un

niveau de température sécuritaire. Si l'inspection révèle l'amorce de points chauds, on ventile les grains sans délai, même par temps chaud et il faut vidanger le silo dès que possible.

- ***L'inspection des silos***

Le silo contient le revenu de l'année. Les grains sont vivants et ils évoluent toujours vers une détérioration et un réchauffement. Il faut donc faire une inspection sérieuse du silo, au moins à chaque semaine, qu'on soit en automne, à l'hiver, au printemps ou à en été.

Bon de commande

des publications du CRAAQ reliées au maïs et aux plantes oléoprotéagineuses

Numéro de la publication	Titre de la publication	Quantité	Prix unitaire	Prix total
VV 001	Colloque maïs-soya : Mieux savoir pour mieux agir. Cahier de conférences – 2001 (298 pages) NOUVEAU !!		20,00 \$	
	<i>Maïs-grain</i>			
02-9602	Application d'herbicides en bandes dans le maïs -grain. Feuille technique – 1996 (12 pages)		4,00 \$	
VR 203	Colloque sur le maïs -grain : Le maïs est encore une production d'avenir. Cahier de conférences – 1997 (62 pages)		5,00 \$	
	<i>Plantes oléoprotéagineuses</i>			
VU 050	Guide Soya – 2001 (50 pages) NOUVEAU !!		18, 00 \$	
VR 240	Oléoprotéagineuses – Pois secs de grande culture. Feuille technique – 1997 (8 pages)		5,00 \$	
V 9610	Oléoprotéagineuses – Canola. Feuille technique – 1996 (8 pages)		4,00 \$	
V 9609	Oléoprotéagineuses – Haricots secs de grande culture. Feuille technique – 1996 (8 pages)		5,00 \$	
VS 002	Colloque sur les plantes oléoprotéagineuses : Des semences pour l'avenir. Cahier de conférences – 1998 (64 pages)		5,00 \$	
	<i>Fertilisation</i>			
02-9605	Grilles de référence en fertilisation, 2 ^e édition (revue et augmentée) – 1996 (128 pages) <i>(Une version anglaise est disponible sous le numéro VS 058)</i>		4,00 \$	
96-0002	Colloque sur la fertilisation intégrée des sols. Cahier de conférences – 1996 (262 pages)		22,00 \$	
	<i>Mauvaises herbes</i>			
CU 500	Guide d'identification des insectes nuisibles et utiles dans la culture du maïs sucré – 2000 (24 pages)		8,00 \$	
VT 049	Traitements herbicides – Grandes cultures. Guide – 2000 (358 pages)		15,00 \$	
VS 025	Guide d'identification des mauvaises herbes du Québec – 1998 (262 pages) <i>(Une version anglaise est également disponible sous le numéro VT 007)</i>		16,00 \$	
02-9222	Producteurs agricoles : Protégez-vous lors de l'utilisation des produits antiparasitaires. Feuille technique – 1992 (86 pages)		2,00 \$	
VU 001	Colloque sur la protection des cultures : La protection de vos grandes cultures... Êtes-vous à jour ? Cahier de conférences – 2000 (90 pages)		10,00 \$	
VT 017	Colloque sur les plantes transgéniques : Un nouvel outil pour l'agriculture. Cahier de conférences – 1999 (72 pages)		8,00 \$	
VT 018	Colloque sur les doses réduites d'herbicides en grandes cultures : Mise au point. Cahier de conférences – 1999 (102 pages)		12,00 \$	
	<i>Sol</i>			
VS 014	Guide des pratiques de conservation en grandes cultures – 2000 (520 pages)		48,00 \$	
VU 003	4 ^e Colloque sur le travail minimum du sol : L'agriculture de demain passe par la conservation des sols aujourd'hui. Cahier de conférences – 2000 (124 pages)		15,00 \$	

Numéro de la publication	Titre de la publication	Quantité	Prix unitaire	Prix total
VT 005	3 ^e Colloque sur le travail minimum du sol 1999 : Un sol en santé, c'est payant! Cahier de conférences – 1999 (136 pages)		16,00 \$	
VS 011	2 ^e Colloque sur le semis direct et la culture sur billons 1998 : Plus de profits, moins de travail. Cahier de conférences – 1998 (115 pages)		14,00 \$	
VR 202	Colloque sur le semis direct et la culture sur billons. Cahier de conférences – 1997 (222 pages)		20,00 \$	
V9603	Estimation de l'activité biologique des sols. Bulletin technique 23 – 1996 (36 pages)		6,00 \$	
	Budget			
AGDEX 100.45/855	Grains de semence – Prix. Feuillet – 1998		2,30 \$	
AGDEX 100/850	Grandes cultures – Statistiques. Feuillet – 1998		2,30 \$	
AGDEX 871/100	Assurances agricoles – Céréales, Maïs-grain, Soya. Feuillet – 2000		2,30 \$	
AGDEX 111/821	Maïs-grain et soya – Budget – Culture sur billons. Feuillet – 1993		2,30 \$	
AGDEX 111/821	Maïs-grain – Budget. Feuillet – 1993		2,30 \$	
AGDEX 111/821a	Maïs-grain fourrager – Budget. Feuillet – 1999		2,30 \$	
AGDEX 120/854	Foin et maïs fourrager. Feuillet – 2000		2,30 \$	
AGDEX 111/821c	Maïs-grain et soya – Budget. Feuillet – 1999		2,30 \$	
AGDEX 141/821	Soya – Budget. Feuillet – 1999		2,30 \$	
AGDEX 100/854	Avoine, orge, blé, maïs-grain, soya et haricot sec. Feuillet – 2000		2,30 \$	
Nom : _____			Total des achats	
Adresse : _____			Frais de manutention	
Code postal : _____ Numéro de téléphone : () _____			Total à payer	
Signature : _____				
Date : _____				

Le CRAAQ a une collection complète sur la plupart des sujets concernant l'agriculture. Pour obtenir plus de détails sur l'ensemble de nos publications ou sur nos nouvelles parutions, veuillez communiquer avec notre **Service à la clientèle** :

(418) 523-5411 ou au 1 888 535-2537

Les taxes sont incluses dans le prix des publications. Les frais de port et de manutention pour toute livraison au Canada doivent être ajoutés au montant de la commande en fonction du montant total des achats. Ces frais sont de 1,00 \$ si le total des achats est de 6,00 \$ ou moins (même pour les publications gratuites). Les frais sont de 2,00 \$ si le total des achats se situe entre 6,01 \$ et 18,99 \$ et de 3,00 \$ si le total des achats est de 19,00 \$ et plus.

Pour commander, veuillez remplir ce bulletin et l'accompagner d'un chèque ou d'un mandat-poste fait à l'ordre de DISTRIBUTION DE LIVRES UNIVERS.

Expédier le tout à : **DISTRIBUTION DE LIVRES UNIVERS**
845, rue Marie-Victorin
Saint-Nicolas (Québec) G7A 3S8

Pour commander par téléphone : (418) 831-7474, sans frais : 1 800 859-7474, ou par télécopieur : (418) 831-4021.

MODE DE PAIEMENT

Pour votre sécurité, n'envoyez pas d'espèces par la poste.

- ☐ Chèque à l'ordre de
DISTRIBUTION DE LIVRES UNIVERS
- ☐ Mandat-poste
- ☐ Carte de crédit ☐ Visa ☐ MasterCard

Numéro de la carte : _____

Date d'expiration : _____

Signature : _____

S'il s'agit d'une MasterCard, vous devez indiquer les trois derniers numéros spécifiés à l'endos de votre carte : _____