

CONSIGNES DE SÉCURITÉ RELATIVES À L'ENTREPOSAGE À ATMOSPHÈRE CONTRÔLÉE

par J. A. Bartsch

La concentration en oxygène dans une chambre d'entreposage à atmosphère contrôlée (AC) étanche est si réduite qu'un humain ne peut y survivre. Ce danger doit être clairement signalé devant toutes les entrées possibles des chambres d'entreposage à AC. Il arrive que des personnes doivent pénétrer dans ces lieux pour prélever des échantillons ou effectuer des réparations et elles doivent impérativement comprendre les dangers inhérents à ces tâches. Personne ne doit jamais entrer ni même passer la tête à l'intérieur d'une chambre à AC lorsqu'elle fonctionne. Certaines personnes se sont évanouies, sont tombées à l'intérieur et sont mortes à quelques mètres à peine du seuil de la porte. Ne jamais entrer seul ni ouvrir une fenêtre ou une porte sans être accompagné d'au moins une autre personne qui est familière avec les dangers inhérents à l'entreposage à AC. S'assurer que tous les employés et collègues sont bien informés de ces dangers et qu'ils comprennent bien le sens des mises en garde et des panneaux de signalisation de DANGER. S'assurer, deux fois plutôt qu'une, que tout le personnel a lu et comprend les symptômes d'asphyxie décrits dans les informations suivantes. Cela pourrait sauver une vie!

SYMPTÔMES DE L'ASPHYXIE

21 %	Concentration normale en oxygène de l'atmosphère. La respiration ainsi que toutes les fonctions vitales sont normales.
17 %	Une chandelle allumée ne peut plus brûler.
16-12 %	La respiration s'accroît et la fréquence du pouls s'accélère. Les facultés de concentration et de penser clairement sont réduites, mais elles peuvent être recouvrées en y mettant des efforts. La coordination musculaire pour effectuer des mouvements de motricité fine est quelque peu perturbée.
14-10 %	La personne demeure consciente, mais son jugement est altéré. Les blessures graves (brûlures, ecchymoses, os brisés) peuvent ne pas être ressenties. Les efforts musculaires entraînent rapidement de la fatigue, peuvent causer des dommages irréversibles au cœur et provoquer un évanouissement.
10-6 %	Des nausées et des vomissements peuvent se manifester. Les jambes se dérobent, la personne est incapable de se tenir debout, de marcher ou de ramper. Souvent, il s'agit du premier et seul signe d'avertissement, et il survient trop tard. La personne peut réaliser qu'elle est en train de mourir, mais elle est nonchalante et éprouve relativement peu de douleur.
Moins de 6 %	Perte de conscience en 30 à 45 secondes au repos, voire plus rapidement si la personne est active. Respiration saccadée, suivie par des convulsions, puis la respiration cesse. Le cœur peut continuer de battre pendant quelques minutes, puis s'arrête.

Source : Noxious Gasses and the Principles of Respiration Influencing Their Action, Yandell Henterson and Howard W. Haggard, Reinhold Publishing Corp., 330 W. 42nd Street, New York, NY.

L'ATMOSPHÈRE D'UN ENTREPÔT À AC
CONTIENT MOINS DE 5 % D'OXYGÈNE

SCS | STORAGE CONTROL SYSTEMS
SPARTA, MI • SODUS, NY • UNION GAP, WA • KENT, UK
STORAGECONTROL.COM • INFO@STORAGECONTROL.COM

SPÉCIFICATIONS RELATIVES AUX FUITES DANS LES ENTREPÔTS

par David Bishop

De nombreuses personnes méconnaissant l'entreposage à AC sous-estiment sérieusement le degré d'étanchéité nécessaire dans un entrepôt à AC. Un taux de fuite devrait être inclus dans toutes les spécifications et dans tout contrat donné pour la construction d'un entrepôt à AC, et des tests de vérification de l'étanchéité devraient être inclus dans les critères d'acceptation. Ces tests devraient être faits annuellement et tout problème détecté devrait être rectifié avant de remplir les entrepôts avec des produits frais.

Pour effectuer un test d'étanchéité, on hausse ou on abaisse la pression de la chambre d'entreposage à AC et on mesure le taux de décroissance. La pression à utiliser est la pression maximale de la chambre d'entreposage, soit en général 250 Pa (1 pouce de colonne d'eau).

Ces mesures devraient être prises à l'aide d'un indicateur sensible, par exemple un manomètre à tube incliné, un manomètre électronique ou une jauge de pression de type Magnehelic. Il est essentiel que l'indicateur soit suffisamment précis pour permettre de mesurer facilement la pression maximale et d'observer sa décroissance.

L'entrepôt est ensuite préparé pour le test en vérifiant que toutes les portes, les trappes, les drains, les valves et les tuyaux sont fermés. La pression de la chambre peut être augmentée à l'aide d'un ventilateur; un aspirateur domestique peut aussi convenir. Il faut toutefois redoubler de vigilance car même un petit ventilateur peut générer suffisamment de pression pour endommager la structure d'un grand entrepôt à AC. Quand la pression a atteint le niveau désiré, le ventilateur est arrêté et l'entrée d'air scellée. L'impossibilité d'atteindre la pression voulue indique la présence d'une fuite importante qui nécessitera l'apport de mesures correctives avant de continuer.

Pour obtenir une indication du taux de fuite de la chambre d'entreposage, on mesure la vitesse à laquelle la pression chute. En Europe, on mesure la durée nécessaire pour que la pression d'une colonne d'eau chute de 20 à 13 mm. Dans une chambre d'entreposage dont la concentration en oxygène est maintenue à 2,5 % ou plus, la durée minimale recommandée est de 7 minutes. Dans une chambre à 2 % ou moins d'oxygène, la durée minimale devrait être de 10 minutes. Il peut arriver que des entrepôts bien construits prennent jusqu'à 20 minutes pour abaisser la colonne d'eau de 7 mm. (Au Royaume-Uni, les spécifications relatives à la pression sont exprimées en « mm de colonne d'eau », car il s'agit d'une mesure pratique à utiliser. 25 mm ou 1 pouce de colonne d'eau = 250 Pa = 250 Nm-2).

En Amérique du Nord, les tests définis par les exploitants diffèrent quelque peu et le temps précis ici correspond à la vitesse à laquelle la pression chute de moitié par rapport à la valeur initiale. Par exemple, la durée sera la même pour une chute de 1 à ½ pouce que pour une chute de ½ à ¼ pouce. Une durée de 30 minutes est acceptable pour toutes les chambres d'entreposage maintenues à une faible concentration en oxygène et équipées de n'importe quel type de système d'épuration des gaz. Toutefois, pour les chambres maintenues à 3 % d'oxygène, une durée de 20 minutes est acceptable. Incidemment, la norme de 20 minutes mesurée dans les essais nord-américains équivaut à 12 minutes dans les essais du Royaume-Uni, et 30 minutes sont équivalentes à 18 minutes.



LES PRODUCTEURS DE POMMES DU QUÉBEC

L'entreprise Storage Control Systems et le Dr Jennifer DeEll se sont associés une fois de plus pour aborder les récents problèmes rencontrés dans les entrepôts quand vient le temps de stocker de nombreux cultivars dans des situations stressantes. Nous espérons que cette affiche fournira des renseignements utiles pour vous aider à conserver l'état optimal des pommes. De plus, nous y avons inclus des notions de sécurité et des directives d'opération. Jim Schaefer, président de SCS inc. et SCS liée, est impliqué auprès de plusieurs firmes faisant la conception, la fabrication et la gestion de tous vos besoins en atmosphère contrôlée. Voyez tous les détails sur notre site Web, ou visitez le www.michiganpanel.com pour les étapes d'installation de panneaux métalliques isolés, ou encore le www.thinkAEG.com pour de l'information sur le système de refroidissement secondaire Frigadon Hycool. Comme toujours, SCS poursuit chaque jour sa lancée par l'atteinte de nouveaux objectifs.



LISTE DE VÉRIFICATIONS D'UN ENTREPÔT À AC

GUIDE POUR BIEN CONSERVER SES
PRODUITS FRAIS DANS UN ENTREPÔT
À ATMOSPHÈRE CONTRÔLÉE

par James Schaefer

AVANT DE COMMENCER LA SAISON

1. Informer tous les nouveaux employés concernant les dangers des entrepôts à AC.
2. Vérifier toutes les lignes d'échantillonnage de gaz pour la présence de fuites.
3. Vérifier la précision de toutes les sondes thermiques.
4. Vérifier le bon fonctionnement des analyseurs portatifs : 21,0 % d'O₂ avec de l'air extérieur, une plage de variation nulle avec une bouteille de gaz étalon, et ceci devrait aussi être vérifié pour le système principal.
5. Vérifier que les chambres d'entreposage sont étanches et satisfait aux tests de pression recommandés.
6. Vérifier le bon fonctionnement des systèmes d'épuration des gaz et surveiller la présence de fuite, incluant toutes les valves électriques et les analyseurs.
7. Vérifier et/ou changer le filtre et l'huile du Permeas.

DURANT LE REMPLISSAGE DES CHAMBRES D'ENTREPOSAGE

1. Vérifier que les résultats des analyses des teneurs en minéraux des fruits sont acceptables (en particulier pour les produits à entreposer sur une longue durée).
2. Vérifier que la chambre d'entreposage est chargée uniformément et qu'elle est pleine.
3. Vérifier les sondes thermiques dans les caisses de fruits et les répartir uniformément dans tout l'entrepôt.
4. Placer la sonde #4 au centre de la chambre ou des caisses empilées ainsi qu'une sonde centrale dans une pomme près de la porte.
5. Préparer la surface de la porte en prévision de la vaporisation de diphénylamine (DPA).
6. Placer un verre d'eau près de la porte pour surveiller les chutes de température sous le point de congélation.
7. Confirmer que la température au centre des pommes est inférieure à 40°F avant de commencer à abaisser la concentration en oxygène.
8. Charger les caisses de fruits dans la chambre d'entreposage en laissant un espace suffisant pour la circulation d'air et pour atteindre le plus rapidement possible les conditions d'AC voulues ou recommandées dans le cas d'un traitement au 1-méthylcyclopropane (1-MCP).
9. Tester le SafePod, puis le mettre sur le mode partage.

APRÈS L'ÉTANCHÉISATION

1. Lorsqu'on remplit la chambre d'entreposage, s'assurer de connaître la concentration en CO₂ recommandée pour les fruits à l'intérieur (la concentration en CO₂ augmentera rapidement durant la nuit après que la porte aura été refermée).
2. Aérer la chambre d'entreposage à la fin du traitement au 1-MCP, puis activer le système d'AC.
3. Mesurer et enregistrer les concentrations en gaz et les températures deux fois par jour immédiatement après avoir étanchéisé la chambre d'entreposage.
4. Vérifier quotidiennement les analyseurs à l'air frais et les calibrer chaque semaine à l'aide de gaz étalon.
5. Prendre chaque semaine des lectures indépendantes des gaz à l'aide d'un analyseur portatif directement de la chambre d'entreposage. Si on constate un écart supérieur à 0,2 %, faire fonctionner les ventilateurs à grande vitesse pendant deux heures, étalonner à nouveau les analyseurs et effectuer une seconde vérification. Si on constate encore des erreurs, il faut appeler un réparateur.
6. Inspecter régulièrement des échantillons de fruits issus de la chambre d'entreposage.
7. Si la concentration en O₂ de la chambre d'entreposage est inférieure à 1,2 %, dépister la présence d'alcool dans des échantillons de fruits tous les mois.
8. Faire tourner les ventilateurs d'évaporateur en continu au cours des 40 premiers jours, puis les faire fonctionner par cycle.
9. Utiliser le SafePod pour trouver la limite de basse concentration en oxygène et se baser sur la respiration des fruits qui ont été entreposés en AC pour les classer uniformément.

GÉNÉRALITÉS

1. Le présent document n'est qu'un guide général. Consulter les documents de l'USDA et du RSI (Règlement sanitaire international) ou les conseillers locaux pour obtenir des conseils plus détaillés.
2. Ne pas entrer dans l'entrepôt une fois qu'il a été rendu étanche. Un humain ne peut survivre dans une atmosphère à faible concentration en oxygène. Dans un tel environnement, il s'évanouira en moins de 30 secondes et mourra après quelques minutes.
3. Ne jamais procéder à l'étanchéisation d'une chambre d'entreposage qui ne contient pas de chaux sans activer un quelconque équipement, comme un générateur d'azote pour commencer à abaisser la concentration en oxygène ou se servir d'un système d'épuration de CO₂. La respiration des fruits entreposés fera monter très rapidement la concentration en CO₂ dans la chambre d'entreposage et ainsi augmenter le risque d'endommager les fruits.
4. C'est toujours une bonne pratique que de garder un contenant ouvert rempli d'eau dans la chambre d'entreposage, placé bien en vue à partir de la fenêtre, pour surveiller la formation de glace et les chutes de température sous le point de congélation.
5. Dans le doute, demander conseils.

TROUBLES DE CONSERVATION DES POMMES

Tiré de l'affiche « STORAGE DISORDERS OF APPLES » produite par Storage Control Systems, Inc. (info@storagecontrol.com). Traduction faite avec autorisation. En cas de divergence entre la version française et la version anglaise originale, cette dernière a préséance.

HONEYCRISP

ÉCHAUDURE MOLLE

- ❑ Lésions brunes et lisses de la peau, aux formes irrégulières mais aux contours bien définis, qui peuvent endommager les tissus de la chair sous-jacente; lésions souvent envahies par des agents pathogènes causant des infections secondaires donnant une couleur plus foncée.
- ❑ Causée par une exposition à de basses températures; cultivars caractérisés par une respiration intense et refroidis rapidement y sont plus sensibles; plus grande incidence sur les pommes situées à proximité de l'air froid des serpents d'évaporateur; cesse de progresser lorsque les fruits sont retirés de l'entreposage au froid.
- ❑ Associée à des fruits à maturité avancée au moment de la récolte, à l'emplacement et au climat dans lesquels les fruits ont poussé, aux faibles récoltes et aux fruits de gros calibre, aux arbres vigoureux sur des sols lourds et à la teneur en minéraux des fruits.

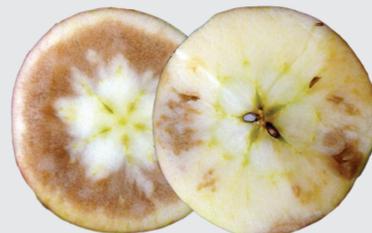


BRUNISSEMENT HUMIDE DE LA CHAIR

- ❑ Tissus de la chair mous, humides, brunâtres et spongieux. Dans les cas graves, des anneaux complets peuvent se former à l'intérieur de la pomme. Peut se développer en absence ou en présence d'échaudure molle.
- ❑ Associé à une exposition à des basses températures; généralement plus grave dans les fruits entreposés à des températures inférieures à 2 ou 3°C; commun dans 'Honeycrisp' récoltée tardivement ou à une maturité avancée.
- ❑ Dans la 'Honeycrisp', l'échaudure molle et le brunissement humide de la chair sont réduits par la pratique du refroidissement retardé, tel qu'en conservant les pommes à 10 °C durant sept jours avant de les entreposer au froid.

ALTÉRATIONS CAUSÉES PAR L'AC OU PAR LE CO₂

- ❑ Caractérisées par des zones définies de tissus bruns dans la chair qui forment des cavités à mesure que ces tissus se dessèchent et perdent leur humidité.
- ❑ Des lésions externes causées par le CO₂ peuvent aussi se développer sur 'Honeycrisp' lorsqu'elle est conservée dans un entrepôt à AC.
- ❑ Risques accrus associés à l'établissement rapide de conditions d'AC, à l'exposition à de fortes concentrations en CO₂ avant que les pommes aient été refroidies et à de faibles concentrations en O₂; les risques peuvent être aggravés par un traitement au 1-MCP.



TACHE DE LA PELURE (PEEL BLOTCH)

- ❑ Aussi nommée « lenticel blotch pit » en anglais; ressemble à la dégradation des lenticelles et à la tache amère; les cas sévères avec très grosses lésions sont parfois appelés en anglais « leather blotch ».
- ❑ Caractérisée par des plaques enfoncées et de forme irrégulière autour des lenticelles; lésions les plus grosses fusionnent souvent; fréquente autour de la cuvette oculaire (calice), tout comme la tache amère.
- ❑ Développement avancé associé à une durée prolongée d'entreposage et à des températures plus chaudes; exacerbé par un traitement au 1-MCP.

DÉGRADATION DES LENTICELLES

- ❑ Lenticelles foncées ou noires, ou taches brunes superficielles autour des lenticelles; peuvent s'enfoncer avec le temps et favoriser une infection par des agents pathogènes.
- ❑ Se développe souvent une fois que les fruits ont été emballés; avec une diminution de la fermeté, les taches grossissent en diamètre et se creusent et finissent parfois par se rejoindre et fusionner.
- ❑ Sensibilité élevée sur les fruits qui présentent des déséquilibres minéraux, récoltés à maturité avancée et/ou entreposés trop longtemps; peut être aggravée par les produits pulvérisés dans les vergers, les produits chimiques, les savons et les détergents contenus dans le réservoir du pulvérisateur, les cires et le traitement au 1-MCP.



ÉCHAUDURE SUPERFICIELLE

- ❑ Brunissement ou bronzage diffus de la peau, souvent confiné aux zones non rougies des cultivars à peau rouge.
- ❑ Apparaît après plusieurs mois de conservation au froid et augmente lorsque les fruits sont gardés à la température de la pièce.
- ❑ Aggravée par la récolte de fruits immatures, par le refroidissement et l'établissement des conditions d'AC retardés, par les températures d'entreposage élevées, par des concentrations élevées en O₂ et par une mauvaise ventilation.

LÉSIONS EXTERNES CAUSÉES PAR LE CO₂

- ❑ Lésions rugueuses brunes ou bronzées de la pelure, souvent partiellement enfoncées, aux contours bien définis; plus communes dans les zones non rougies de la pomme.
- ❑ Lésions apparaissent habituellement durant les deux premiers mois d'entreposage, moment où les concentrations en CO₂ augmentent.
- ❑ Plus grande sensibilité associée à l'établissement rapide des conditions d'AC, notamment lorsque la concentration en CO₂ augmente avant que les pommes aient été refroidies, à de faibles concentrations en O₂, au traitement au 1-MCP, à une mauvaise ventilation, à la présence d'humidité libre sur la peau et aux fruits immatures.

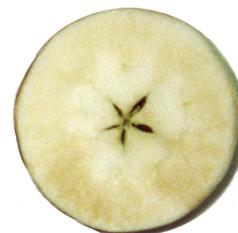


LÉSIONS INTERNES CAUSÉES PAR LE CO₂

- ❑ Brunissement nécrotique des tissus du cortex et du cœur qui sont d'abord fermes et humides, mais s'assèchent à mesure que l'humidité se déplace vers les tissus sains; avec la progression de la dessiccation, formation de cavités qui deviennent tapissées de tissus secs brun pâle; aussi appelé cœur brun lorsque seuls les tissus du cœur sont atteints.
- ❑ Les lésions cessent de se développer une fois que les fruits sont placés à l'air ambiant normal; l'apparence externe des fruits demeure souvent normale.
- ❑ Risques accrus liés à de faibles concentrations en O₂, à un refroidissement retardé, à des conditions d'entreposage à basse température et à une maturité avancée des fruits.

LÉSIONS CAUSÉES PAR UNE FAIBLE CONCENTRATION EN O₂

- ❑ Possibilité de bleuissement et de décoloration de la peau, d'odeur et de goût d'alcool, d'éclatement du fruit, de lésions aqueuses brun foncé sur la peau (semblables à celles de l'échaudure molle) et/ou de présence de tissu liègeux brun sous la peau ou dans le cortex.
- ❑ Plus fréquent lorsque l'atmosphère est < 2 % d'O₂, mais les symptômes peuvent varier d'un cultivar à l'autre et selon le régime d'entreposage. 'McIntosh' est très sensible.
- ❑ Exacerbées par un refroidissement retardé et par l'entreposage à basse température où les concentrations en O₂ fluctuent.



BRUNISSEMENT DIFFUS DE LA CHAIR

- ❑ Aussi appelé brunissement interne; zone endommagée sans contours définis; peut affecter la chair externe et les tissus centraux ou les deux; souvent, les faisceaux vasculaires ont un aspect normal; habituellement aucun symptôme externe.
- ❑ Les pommes cultivées dans des régions à climat frais sont plus sensibles; 'Empire' est très sensible (sur ce cultivar, le trouble apparaît souvent d'abord dans la cuvette pédonculaire).
- ❑ Selon le cultivar, les symptômes peuvent être exacerbés ou réduits par un traitement au 1-MCP; souvent aggravé par une maturité avancée et par des températures d'entreposage plus élevées (3 °C contre 0,5 °C).

BRUNISSEMENT DE LA CUVETTE PÉDONCULAIRE

- ❑ Brunissement radial de la chair de la cuvette pédonculaire qui peut progresser vers la cuvette oculaire (œil) en causant un brunissement interne.
- ❑ Le traitement au 1-MCP peut exacerber ce trouble dans certaines conditions; généralement plus fréquent dans les entrepôts maintenus à une température plus froide (0,5 °C contre 3°C); commun sur 'Gala'.
- ❑ Souvent un symptôme de désordre causé par le refroidissement; grande variation de la sensibilité d'un verger à l'autre et selon les régions.



COEUR AQUEUX

- ❑ Présence de tissus aqueux autour des faisceaux vasculaires et près de la chair, causé par une accumulation de sorbitol dans les espaces intercellulaires.
- ❑ Les petites zones de tissus aqueux récupèrent souvent lorsque les produits sont entreposés au froid, mais dans des cas graves, elles peuvent provoquer un brunissement et une dégradation de la chair.
- ❑ Principalement associé à la maturité des fruits, une maturité accélérée ou avancée des fruits favorisant l'apparition du cœur aqueux.

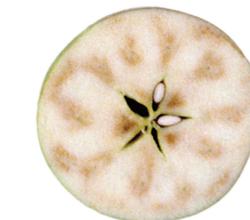


DÉGRADATION CAUSÉE PAR LES BASSES TEMPÉRATURES

- ❑ Brunissement diffus bien défini du cortex externe, généralement humide et séparé de la peau par du tissu sain; le tissu vasculaire devient plus foncé que le cortex; souvent aucun symptôme externe, mais le fruit peut se révéler spongieux lorsqu'on le comprime.
- ❑ 'McIntosh' est très sensible aux basses températures maintenues dans les entrepôts à AC.
- ❑ Favorisée par des concentrations élevées en CO₂, une humidité élevée, de faibles concentrations en O₂, une maturité avancée des fruits et des températures fraîches à la fin de la saison de croissance.

BRUNISSEMENT DU COEUR

- ❑ Aussi appelé cœur brun ou rougissure du cœur; brunissement diffus de la chair autour du cœur et des carpelles, souvent sans démarcation nette entre les tissus sains et les tissus atteints.
- ❑ Se développe après plusieurs mois d'entreposage et s'étend lorsque les fruits sont exposés à la température de la pièce.
- ❑ Plus fréquent dans les fruits qui ont été récoltés après une période prolongée de temps nuageux, frais ou humide; incidence réduite associée aux fruits à maturité avancée, au refroidissement et à l'entreposage retardés, et/ou aux atmosphères à faible concentration en O₂ (<2 %).

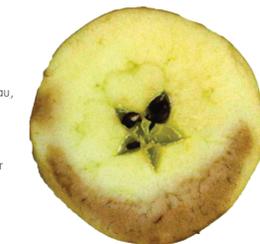


BRUNISSEMENT VASCULAIRE

- ❑ Brunissement des faisceaux vasculaires principaux et des tissus adjacents et dans les cas graves, extension radiale du brunissement dans la chair.
- ❑ Se développe en général tardivement au cours de l'entreposage (après six mois).
- ❑ Associé aux saisons de croissance fraîches; incidence et sévérité varient selon le refroidissement et la sénescence; 'McIntosh' y est très sensible.

BRUNISSEMENT DE SÉNESCENCE

- ❑ Brunissement et dégradation qui apparaissent d'abord dans les tissus situés directement sous la peau, la faisant souvent fonder; observé fréquemment près du calice; le fruit entier peut devenir sec et farineux.
- ❑ Exacerbé par la maturité avancée des fruits, un refroidissement retardé, une température d'entreposage plus chaude, une humidité élevée, un entreposage prolongé et la présence de cœur aqueux; progresse rapidement lorsque les fruits sont retirés de l'entreposage au froid.
- ❑ Les conditions d'AC qui retardent la sénescence des fruits atténuent aussi ce désordre.



TACHE AMÈRE

- ❑ Lésions foncées et enfoncées à la surface du fruit ou sous la surface; peuvent être présentes à la récolte, mais deviennent souvent plus apparentes au cours de l'entreposage.
- ❑ Causée par de faibles niveaux de calcium dans la chair (ou par un déséquilibre des minéraux); incidence accrue chez les cultivars de pommes à gros calibre, chez les pommiers à faible charge, chez les plants ayant eu une croissance végétative excessive, chez les pommiers taillés trop sévèrement, carencés en bore, surfertilisés en potassium, en magnésium ou en azote, chez les pommes à pépins peu nombreux, par temps de sécheresse et chez les pommiers ayant été taillés trop sévèrement pendant la période de dormance.
- ❑ Réduite par des applications de calcium en pré ou post récolte, par un refroidissement rapide, par de basses températures d'entreposage, par une humidité relative élevée et par des conditions en AC.