

Réactions à l'entreposage et qualité post-récolte des pommes

Cultivons l'avenir d'AAC / PICO-DPAI
Analyse des résultats de la première année
(2010-2011)

Peter M.A. Toivonen
Agriculture et Agroalimentaire Canada
Centre de recherches agroalimentaires du Pacifique (CRAPAC)
Summerland (Colombie-Britannique)

21 avril 2011

Sommaire

L'évaluation du potentiel post-récolte des nouveaux cultivars issus du programme d'amélioration des pommiers de Summerland a été entreprise dans le cadre de l'entente entre la PICO et le DPAI. La première étape du projet a consisté à acheter, installer et mettre en service une installation à atmosphère contrôlée conçue pour la recherche. On a également évalué les caractéristiques de maturation et de mûrissement des pommes de chaque cultivar, ce qui a permis de déterminer que les pommes SPA365, SPA628 et SPA813 possèdent un profil de mûrissement similaire à ceux de la Golden Delicious ou de la Royal Gala, les indices d'amidon et les concentrations internes d'éthylène de ces cultivars augmentant presque simultanément. Chez l'Ambrosia et la Nicola^{MC}, la hausse de la concentration d'éthylène se produisait beaucoup plus tard (différence de l'ordre de quelques semaines); l'amidon a été dégradé avant que la concentration d'éthylène n'augmente significativement. Chez la SPA493, la hausse de la concentration d'éthylène survenait beaucoup plus tard après la dégradation de l'amidon. Il faudra donc étudier de nouvelles méthodes d'évaluation de la maturité de récolte, du moins pour les cultivars Nicola et SPA493.

Les essais d'entreposage ont montré que les pommes SPA365 et SPA813 réagissent bien au traitement au 1-MCP après un court entreposage en atmosphère naturelle. Toutefois, il faudra étudier leur réaction à l'entreposage en atmosphère contrôlée à faible concentration en O₂ et en CO₂, étant donné qu'elles sont sensibles à la pourriture du cœur. La SPA628 présente un profil de mûrissement similaire à celui de la Royal Gala, mais elle demeure ferme plus longtemps et possède une acidité totale beaucoup plus élevée. Cette pomme convient à l'entreposage à court terme et plaira aux consommateurs qui apprécient un fruit à saveur acidulée. La Nicola^{MC} et la SPA493, qui présentent toutes deux une hausse tardive de la concentration d'éthylène, n'ont pas réagi de manière significative au 1-MCP ou à l'entreposage en atmosphère contrôlée, même après 5 mois d'entreposage suivis d'une semaine à la température ambiante. Il faudra effectuer des essais d'entreposage plus longs en 2011, afin d'évaluer les capacités maximales de ces deux cultivars. Les essais d'entreposage à 3 °C ont montré que le traitement au 1-MCP peut aider les pommes Ambrosia à conserver leur fermeté à des températures d'entreposage plus élevées que la température normale de 0,5 °C. L'acidité totale des pommes était généralement plus élevée lorsqu'elles avaient été entreposées à des températures plus élevées, ce qui est avantageux vu la préférence des consommateurs pour les pommes acidulées. On a également voulu évaluer l'effet d'un entreposage à de telles températures sur la sensibilité de l'Ambrosia à l'échaudure molle, mais ce trouble n'a pas été détecté chez ce cultivar lors des essais.

Introduction

Une des difficultés que présente la mise en marché d'un nouveau cultivar de fruit est la nécessité de bien comprendre ses capacités et ses limites. La plupart du temps, quand un cultivar de pomme est mis en circulation, on possède déjà une bonne partie des données sur sa production en verger et parfois même des données préliminaires sur sa maturité de récolte, mais on ne dispose d'aucune autre information sur ses caractéristiques post-récolte. En effet, ces caractéristiques sont généralement évaluées lorsque le cultivar a fait l'objet d'une plantation commerciale et que de grandes quantités de pommes doivent être entreposées. Dans certains cas, on se rend compte que les fruits d'un cultivar nouvellement mis en marché résistent mal à l'entreposage ou au transport sur de longues distances. Par conséquent, il paraissait donc utile de déterminer les

caractéristiques post-récolte des nouveaux cultivars, quant à leur aptitude à l'entreposage et au transport, afin de réduire le risque que comporte la culture commerciale de ces cultivars. Les travaux entrepris dans le cadre du présent projet visaient à décrire de façon précise la maturité optimale de récolte, la réaction à l'entreposage en atmosphère naturelle et en atmosphère contrôlée ainsi que la réaction au 1-méthylcyclopropène (1-MCP) des nouvelles sélections et nouveaux cultivars issus du programme d'amélioration du CRAPAC, à Summerland, qui revêtent un intérêt commercial pour la PICO.

Une installation à atmosphère contrôlée conçue pour la recherche a été achetée de l'entreprise Storage Control Systems, située à Sparta, au Michigan (photo 1). L'installation n'est entrée en service que le 19 septembre; les pommes récoltées avant cette date n'ont donc pas pu faire l'objet d'essais en atmosphère contrôlée. Toutes les pommes mises à l'essai provenaient des sélections et cultivars du programme d'amélioration des pommiers du CRAPAC et ont été obtenues grâce à collaboration de Cheryl Hampson et de son équipe. Dans la plupart des cas, les fruits ont été récoltés à la date propice déterminée dans le cadre du programme d'amélioration, sauf pour la Fuji Nagano, la Golden Delicious et la Gala, qui ont servi de témoins.



Photo 1 – Installation de recherche à atmosphère contrôlée nouvellement installée et mise en service. La photo de gauche montre le poste de commande informatisé et l'équipement d'ajustement des gaz, et la photo de droite montre une pièce renfermant quatre enceintes à atmosphère contrôlée. Seize enceintes ont été installées dans quatre chambres froides, à raison de quatre enceintes par chambre, ce qui a permis de mener des expériences en utilisant jusqu'à quatre températures différentes. Chaque enceinte peut contenir six boisseaux de pommes. Toutes les heures, l'équipement contrôle l'atmosphère de chaque enceinte et l'ajuste selon les critères déterminés par l'utilisateur.

Résultats et analyse

Expérience 1 – Évaluation du point climactérique d'éthylène

La pomme Golden Delicious a servi de témoin pour la SPA365, puisque ce sont deux pommes d'entreposage à maturation hâtive. La Fuji Nagano a servi de témoin pour l'Ambrosia, la Nicola et la SPA493, puisque ces dernières ont une maturation plus tardive. La concentration interne d'éthylène des pommes, entreposées à 10 °C, a été mesurée tous les 3 ou 4 jours, à compter de la

date de récolte jugée optimale pour la Colombie-Britannique (figure 1). La courbe de concentration interne d'éthylène de la SPA365 s'est révélée similaire à celle de la Golden Delicious (hausse commençant immédiatement après la récolte), tandis que celles de l'Ambrosia et de la Nicola étaient semblables à celle de la Fuji Nagano. La SPA493 a connu la hausse de concentration d'éthylène la plus tardive, parmi tous les cultivars de l'essai. La fermeté de tous les fruits a été mesurée à la fin de l'expérience, en novembre, ce qui a permis d'établir clairement que plus la hausse de la concentration d'éthylène était tardive, plus les fruits étaient fermes. Ces résultats font ressortir deux points importants. Premièrement, l'indice d'amidon et la concentration interne d'éthylène ne constituent des paramètres utiles que pour les cultivars tels que SPA365 et Golden Delicious. Il est donc nécessaire d'évaluer quelle serait la méthode la plus appropriée pour déterminer la maturité de récolte optimale des autres cultivars. Actuellement, les pommes Fuji Nagano sont récoltées le plus tard possible (celles utilisées dans la présente étude ont été récoltées à un indice d'amidon de 6,6, ce qui signifie que l'amidon était presque entièrement dégradé), tandis que les Ambrosia sont récoltées à des indices d'amidon allant de 2,75 à 3. On peut se demander si chacune de ces deux techniques divergentes convient aux deux cultivars. Deuxièmement, les cultivars chez lesquels la concentration d'éthylène augmente tardivement pourraient posséder une aptitude naturelle à l'entreposage prolongé. Cette hypothèse devra être vérifiée dans le cadre de futurs travaux.

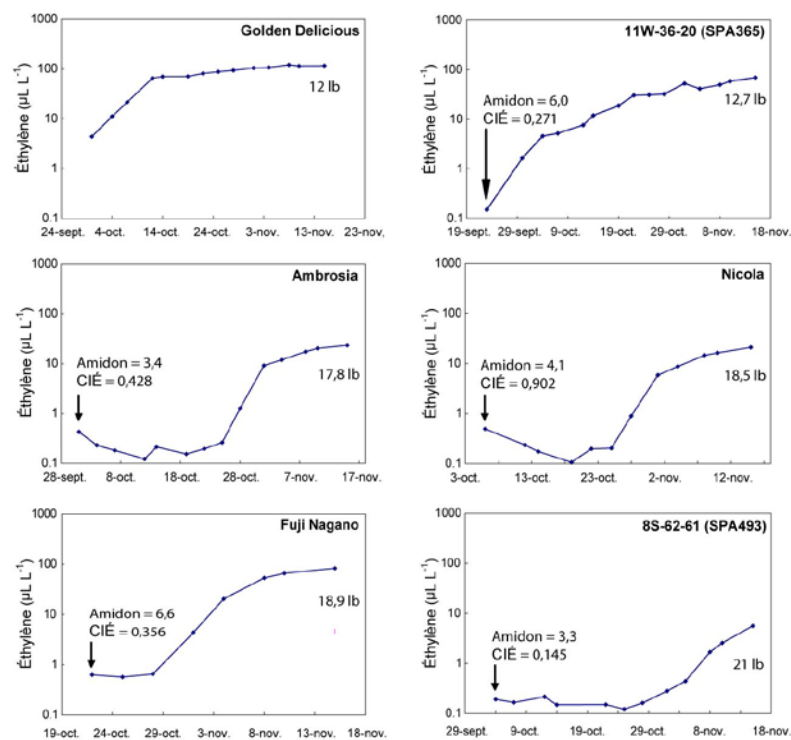


Figure 1. Concentration interne d'éthylène (CIÉ) mesurée dans les pommes de quatre cultivars prélevées tous les 3 ou 4 jours à compter de la récolte, au Centre de recherches agroalimentaires du Pacifique, à Summerland, en Colombie-Britannique. L'indice d'amidon et la concentration interne d'éthylène mesurés le jour de la récolte sont indiqués au premier point de chaque graphique. Les pommes ont été conservées à 10 °C pendant toute la durée de l'expérience. La fermeté a été évaluée à l'aide d'un pénétromètre de marque Güss.

Expérience 2 – SPA365

Comme une quantité limitée de pommes SPA365 a été obtenue en 2010, seuls les essais sur la réaction au 1-MCP ont pu être réalisés pour ce cultivar. En 2011, la quantité de fruits devrait être suffisante pour les essais sur l'entreposage en atmosphère contrôlée (AC). De plus, les pommes SPA365 ont été récoltées à un indice d'amidon très avancé (indice de 6), ce qui devra être revu en 2011. Toutefois, ce cultivar a très bien réagi au traitement au 1-MCP, comme en font foi les concentrations internes d'éthylène (CIÉ) très basses mesurées après 7 et 14 semaines d'entreposage au froid en atmosphère naturelle suivies d'une semaine à la température ambiante (figure 2). Les pommes traitées au 1-MCP avaient des CIÉ moindres que les pommes non traitées, ce qui leur a permis de demeurer fermes plus longtemps. En fait, après 7 ou 14 semaines d'entreposage (suivies d'une semaine à la température ambiante) la fermeté des pommes traitées était similaire à ce qu'elle était au moment de la récolte. Les pommes SPA365 entreposées pendant 7 ou 14 semaines présentaient une teneur plus élevée en solides solubles et une acidité totale plus faible que les pommes nouvellement récoltées. Toutefois, ni la durée d'entreposage ni le traitement au 1-MCP n'ont eu d'effet sur la teneur en solides solubles et l'acidité totale chez ce cultivar (figure 2). Ce dernier devrait bien réagir à l'entreposage en AC, puisqu'il a eu une réaction idéale au traitement au 1-MCP. La pomme SPA365 est sensible à la pourriture du cœur (photo 2), mais ce trouble est significativement atténué par le traitement au 1-MCP. L'entreposage en AC à faible concentration en O₂ et en CO₂ devrait également aider à limiter ce problème. L'entreposage en AC à faible concentration en O₂ et en CO₂ et le traitement au 1-MCP feront l'objet d'essais en 2011. On évaluera également la maturité de récolte, puisque les pommes SPA365 ont été récoltées à un stade très avancé en 2010.

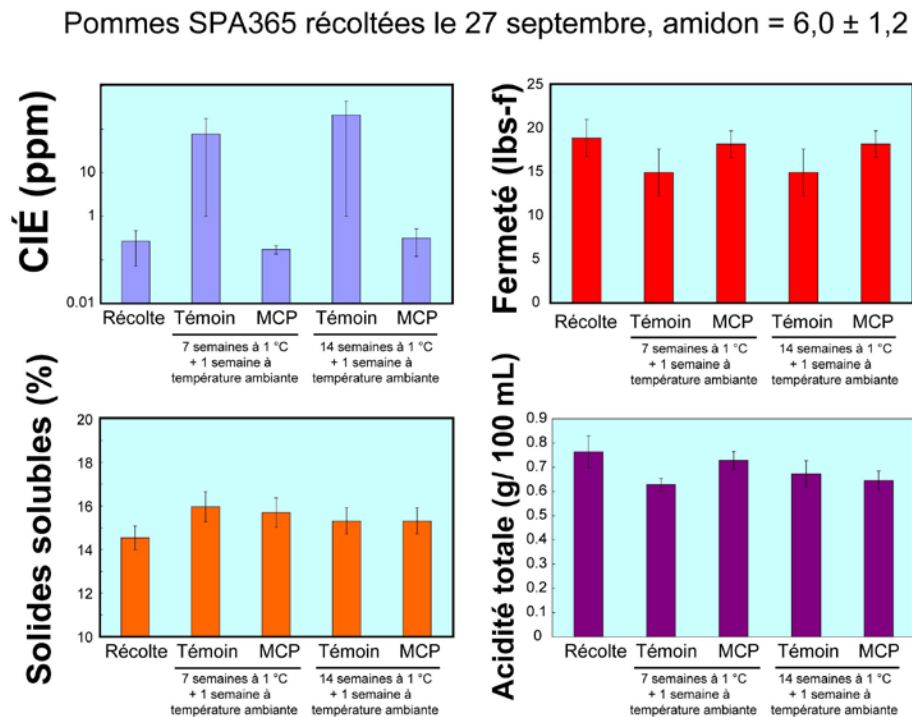


Figure 2. Concentration interne d'éthylène (CIÉ), fermeté, teneur en solides solubles et acidité totale des pommes SPA365 traitées au 1-MCP ou non traitées, après 7 ou 14 semaines d'entreposage au froid en atmosphère naturelle suivies d'une semaine à la température ambiante (20 °C).

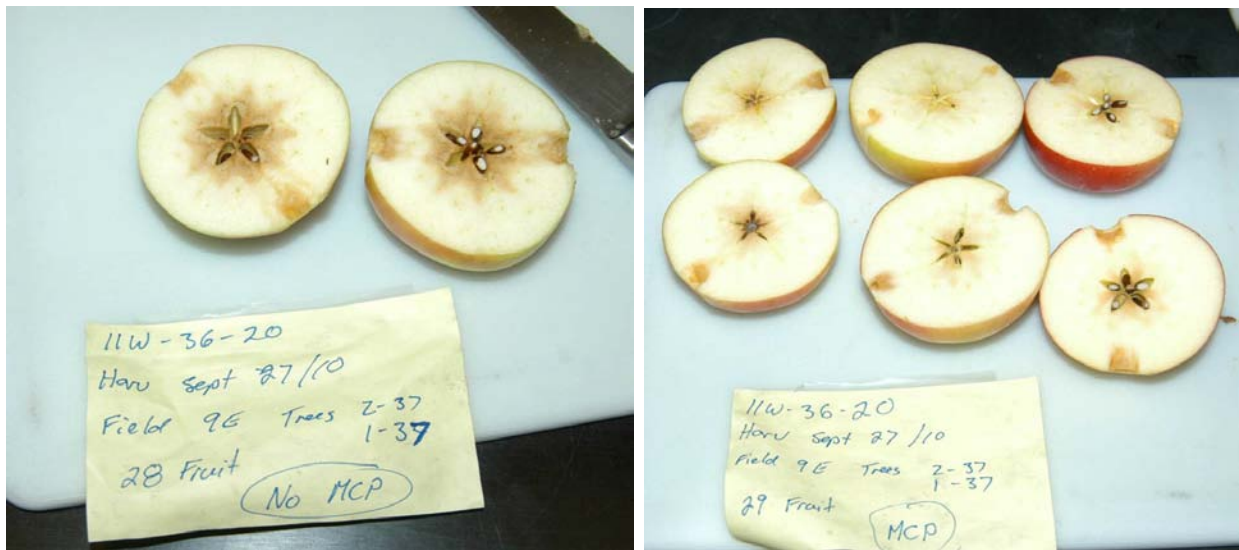


Photo 2. Pommes SPA365 atteintes de pourriture du cœur (brunissement du cœur), après 14 semaines d'entreposage à 1 °C et 1 semaine à température ambiante. Les pommes de l'image de droite ont été traitées au 1-MCP, tandis que celles de l'image de gauche ne l'ont pas été.

Expérience 3 – SPA813

Puisqu'on s'attendait à ce que la SPA813 ne convienne qu'à un court entreposage, seule sa réaction au traitement au 1-MCP et à l'entreposage en atmosphère naturelle a été évaluée. Les pommes de ce cultivar n'ont réagi de manière significative au traitement au 1-MCP qu'après 12 semaines d'entreposage à 1 °C suivies d'une semaine à température ambiante (figure 3). Bien que la SPA813 ait bien réagi au traitement au 1-MCP après 12 semaines d'entreposage, celui-ci n'a eu aucune incidence sur la fermeté, la teneur en solides solubles et l'acidité totale. Ces résultats portent à croire que les pommes non traitées commençaient à mûrir vers la 12^e semaine et que la concentration élevée d'éthylène n'avait peut-être pas encore entraîné le ramollissement des pommes au moment où la fermeté et les autres paramètres de qualité ont été mesurés. En 2011, les expériences seront donc réalisées avec des périodes d'entreposage d'au moins 14 semaines. Par ailleurs, à la 12^e semaine d'entreposage, les pommes non traitées étaient atteintes de pourriture du cœur, alors que les pommes traitées au 1-MCP ne présentaient aucun signe de cette maladie. Il est probable que le traitement au 1-MCP ou l'entreposage en AC à faible concentration en O₂ et en CO₂ permettront d'éviter que les pommes SPA813 ne présentent une pourriture du cœur significative. Cette hypothèse sera examinée en 2011.

Pommes SPA813 récoltées le 7 octobre, CIÉ = 0,3 ppm, amidon = 2,8

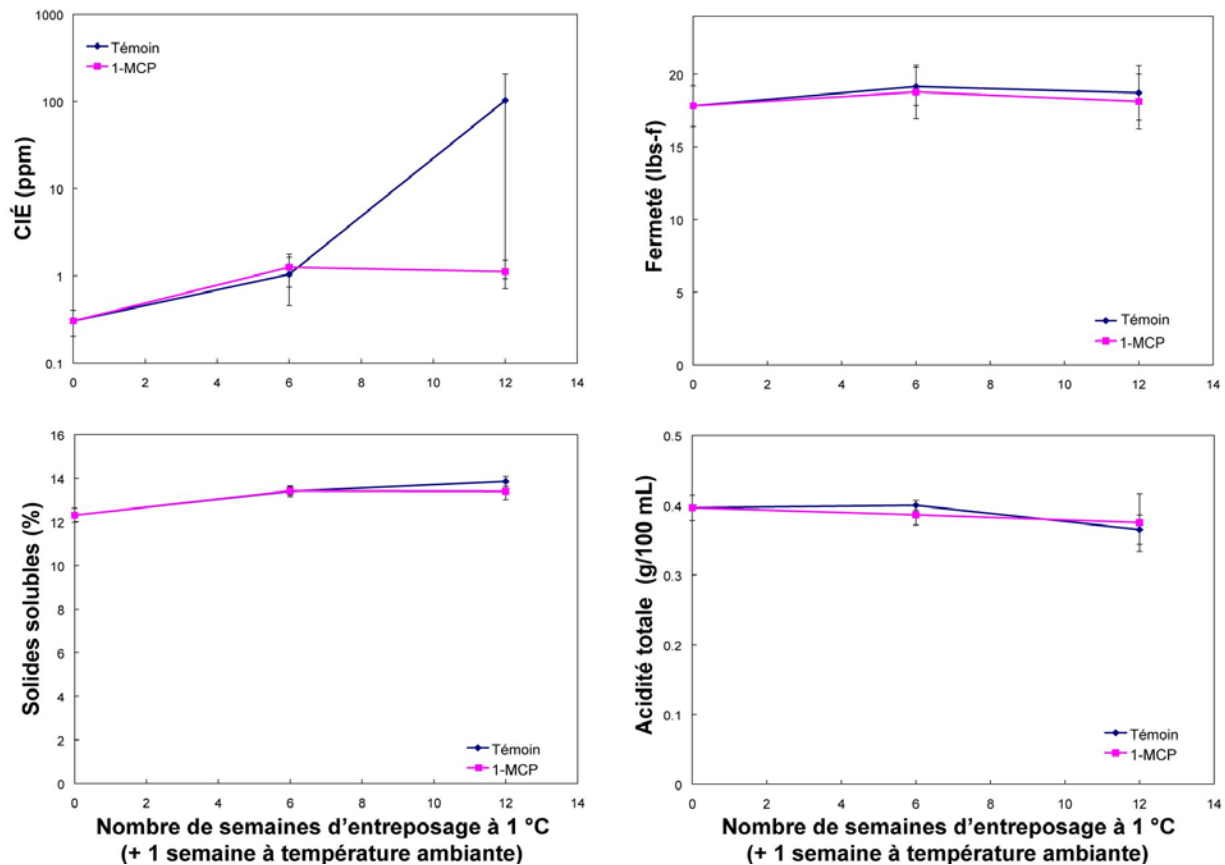


Figure 3. Concentration interne d'éthylène (CIÉ), fermeté, teneur en solides solubles et acidité totale des pommes SPA813, traitées au 1-MCP ou non traitées, après 6 ou 12 semaines d'entreposage au froid en atmosphère naturelle suivies d'une semaine à la température ambiante (20 °C).

Expérience 4 – SPA628

La SPA628 a été comparée à la Royal Gala, puisqu'on considère que ces pommes possèdent des caractéristiques post-récolte similaires. La quantité de pommes obtenues en 2010 étant limitée, aucun essai sur le traitement au 1-MCP n'a été réalisé. La hausse de la concentration d'éthylène était très similaire chez les deux types de pomme, mais la SPA628 conservait mieux sa fermeté, renfermait moins de solides solubles et avait une acidité totale plus élevée (figure 4). En effet, de la 2^e à la 16^e (dernière) semaine de l'expérience, la SPA628 a conservé une plus grande fermeté que la Royal Gala (différence d'au moins 2 lb). Ces résultats laissent croire que la pomme SPA628 possède des caractéristiques de mûrissement et de récolte similaires à celles de la Royal

Gala, mais qu'elle est plus acidulée et plus ferme. Elle devrait bien réagir au traitement au 1-MCP et à l'entreposage en AC.

Pommes récoltées le 10 septembre 2010, CIÉ = 1,2, amidon = 2,1

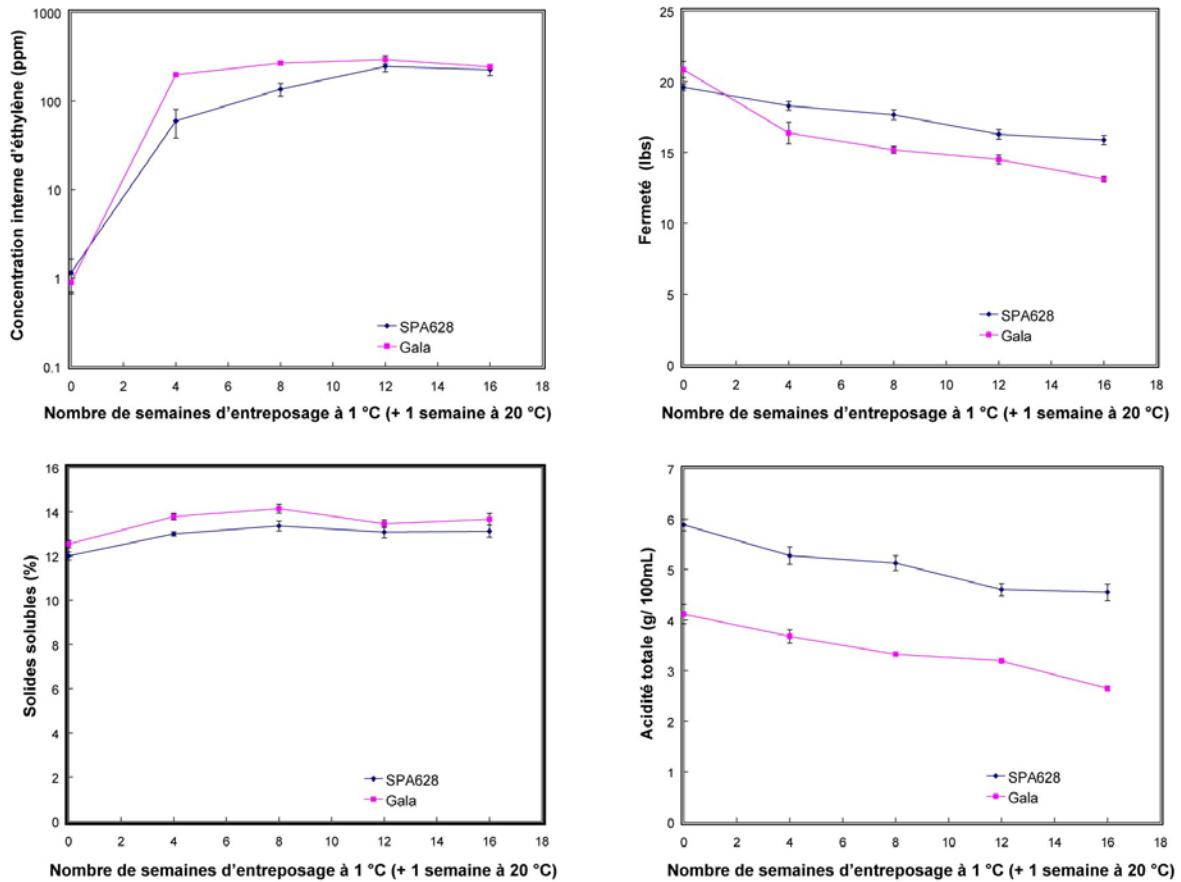


Figure 4. Concentration interne d'éthylène (CIÉ), fermeté, teneur en solides solubles et acidité totale de pommes SPA628 et Royal Gala, après 16 semaines d'entreposage au froid en atmosphère naturelle suivies d'une semaine à la température ambiante (20 °C).

Expérience 5 – Nicola^{MC} et SPA493

Les pommes Nicola ont été récoltées au début octobre, alors qu'elles avaient un indice d'amidon avancé, de 4,1. Les conditions d'entreposage (en atmosphère naturelle ou en AC) et le traitement au 1-MCP (fruits traités ou non traités) n'ont eu aucun effet après 2,5 et 5 mois d'entreposage. Comme mentionné plus haut, la hausse de la concentration d'éthylène (point climactérique) était tardive chez ce cultivar. Il n'est donc pas surprenant de constater qu'il se prête très bien à l'entreposage en atmosphère naturelle sans traitement au 1-MCP. Les résultats obtenus laissent croire que la Nicola pourrait convenir à un long entreposage; les travaux de recherche de 2011 porteront donc sur une durée d'entreposage d'au minimum 8 mois.

Pommes Nicola récoltées le 5 octobre, CIÉ = 0,9 ppm, amidon = 4,1

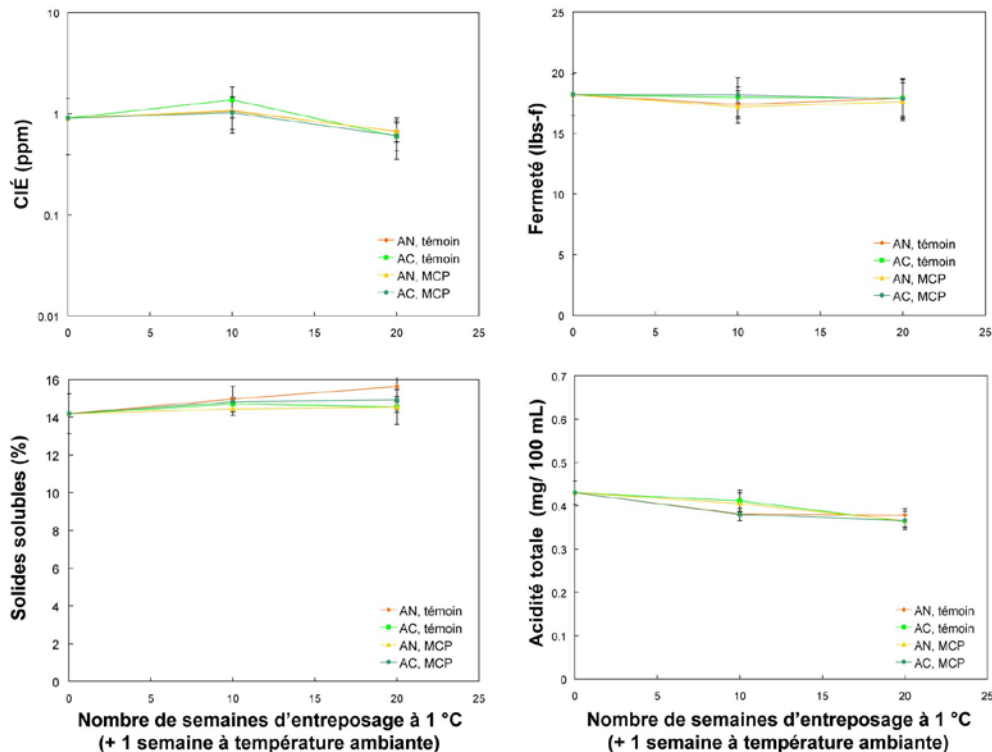


Figure 5. Concentration interne d'éthylène (CIÉ), fermeté, teneur en solides solubles et acide total de pommes NicolaTM, après 2,5 mois ou 5 mois d'entreposage au froid, en atmosphère naturelle (AN) ou en atmosphère contrôlée (1,5 % O₂, 0,5 % CO₂), suivis d'une semaine à température ambiante (20 °C). La moitié des pommes ont été traitées au 1-MCP.

Les pommes SPA493 ont été récoltées au début octobre, alors qu'elles avaient un indice d'amidon jugé acceptable pour l'entreposage à long terme dans le cas d'autres cultivars. Les conditions d'entreposage (en atmosphère naturelle ou en AC) et le traitement au 1-MCP (fruits traités ou non traités) n'ont eu aucun effet après 2,5 et 5 mois d'entreposage, sauf dans le cas des pommes traitées au 1-MCP entreposées en AC, qui présentaient des CIÉ anormalement élevées après 2,5 mois. Ce phénomène pourrait être attribuable au fait que quelques pommes de ce lot étaient pourries, ce qui a pu provoquer une production d'éthylène accrue chez les autres pommes. Chez ce cultivar, la hausse de la concentration d'éthylène (point climactérique) est extrêmement tardive. Il n'est donc pas surprenant de constater qu'elles se prêtent exceptionnellement bien à l'entreposage en atmosphère naturelle sans traitement au 1-MCP. Les résultats obtenus laissent croire que ce cultivar pourrait convenir à un long entreposage; les travaux de recherche de 2011 porteront donc sur une durée d'entreposage d'au minimum 8 mois.

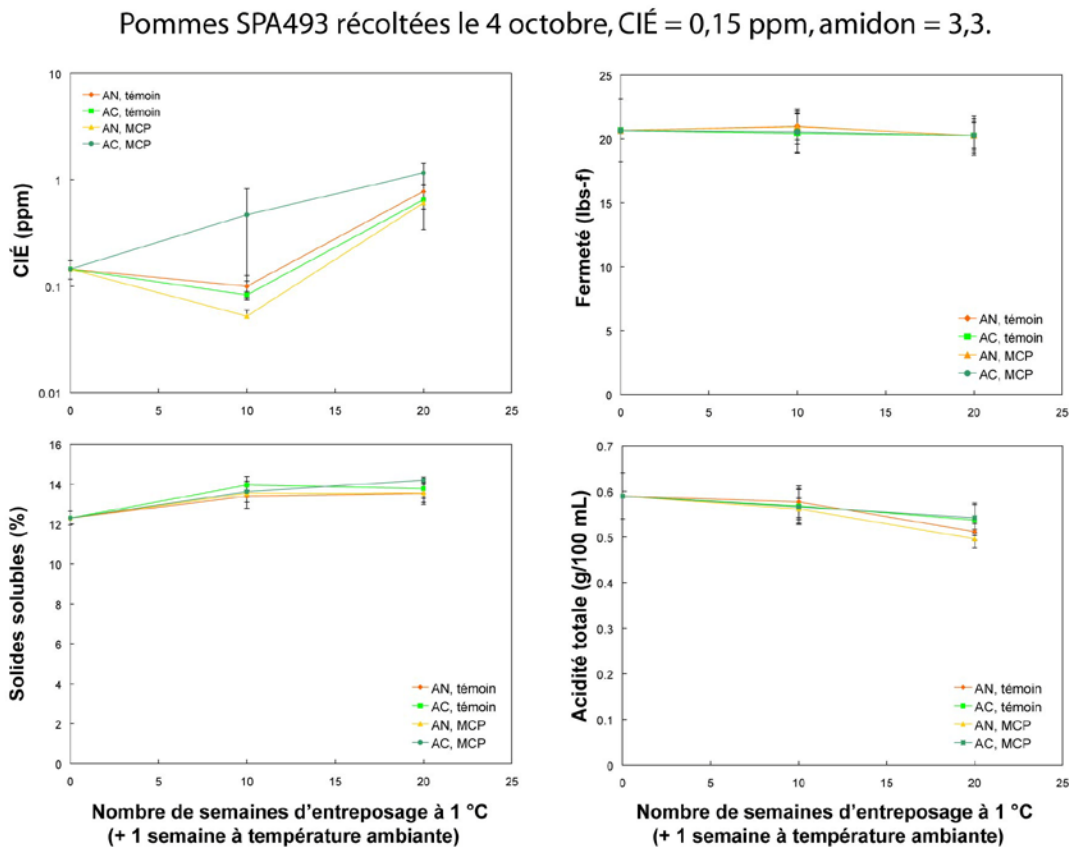


Figure 6. Concentration interne d'éthylène (CIÉ), fermeté, teneur en solides solubles et acide total de pommes SPA493, après 2,5 mois ou 5 mois d'entreposage au froid, en atmosphère naturelle (AN) ou en atmosphère contrôlée (1,5 % O₂, 0,5 % CO₂), suivis d'une semaine à température ambiante (20 °C). La moitié des pommes ont été traitées au 1-MCP.

Expérience 6 – Pommes Ambrosia entreposées à deux températures différentes

Cette expérience visait à évaluer si les pommes provenant de quatre vergers différents, ayant tous été fortement touchés par l'échaudure molle dans le passé, pouvaient être entreposées à 3 °C plutôt qu'à 0,5 °C et si le traitement au 1-MCP leur permettrait de conserver leur fermeté. Aucune différence significative n'était observable après 3 mois d'entreposage, et de légères différences étaient observables après 6 mois d'entreposage suivis d'une semaine à température ambiante (figure 7). Dans tous les cas, le traitement au 1-MCP a aidé les pommes à conserver leur fermeté, mais l'amélioration était généralement de l'ordre de 1 à 1,5 lb, sauf pour les pommes du verger Stewart entreposées à 3 °C. L'acidité totale était généralement plus élevée chez les fruits conservés à 3 °C (figure 7). Le traitement au 1-MCP n'a eu aucun effet sur la teneur en solides solubles et sur l'acidité totale, à l'une ou l'autre des températures, pour tous les vergers. Toutes les pommes ont été récoltées le 27 septembre, alors qu'elles avaient un indice d'amidon de 2,9 (Lucich), de 3,9 (Mennell), de 3,4 (Jack Rafter) et de 2,6 (Stewart). Les données relatives à la maturité de récolte et à la fermeté portent à croire que la récolte des pommes Ambrosia à un stade moins avancé pourrait légèrement améliorer leur réaction au 1-MCP. Malheureusement, la sensibilité à l'échaudure molle a été généralement très faible au cours de cette saison; il a donc été impossible d'évaluer l'effet de l'entreposage à une température élevée sur l'apparition de ce trouble. Dans l'ensemble, il semble que l'entreposage des pommes Ambrosia à 3 °C n'a pas d'effet défavorable sur la fermeté, particulièrement si le 1-MCP est utilisé. De plus, les pommes ont conservé une meilleure acidité totale lorsqu'entreposées à 3 °C.

CONCLUSIONS

Les recherches effectuées en 2010-2011 montrent que les cultivars issus du programme d'amélioration des pommiers du CRAPAC produisent des fruits ayant des aptitudes supérieures pour la manutention post-récolte et l'entreposage.

Les pommes à maturation hâtive (SPA365, SPA628 et SPA813) semblent toutes conserver une bonne fermeté et une bonne acidité totale, lorsqu'entreposées en atmosphère naturelle. La SPA365 et la SPA813 ont très bien réagi au traitement au 1-MCP. De plus, la pourriture du cœur, qui touchait une portion significative des pommes chez les deux cultivars, a été significativement réduite chez la SPA365 et éliminée chez la SPA813 grâce au traitement au 1-MCP. Il est également probable que l'entreposage en AC à faible concentration en O₂ et en CO₂ soit utile contre ce trouble et pour le maintien de la qualité. La SPA628 semble mieux conserver sa fermeté et son acidité totale que la Royal Gala. En 2011, la SPA365, la SPA628 et la SPA813 feront l'objet d'essais visant à évaluer leur réaction à l'entreposage en AC et au traitement au 1-MCP, après de courtes durées d'entreposage.

Les pommes à maturation plus tardive (Nicola^{MC} et SPA493) semblent très bien se prêter à l'entreposage à long terme en atmosphère naturelle, sans traitement au 1-MCP. L'entreposage en AC et le traitement au 1-MCP n'ont eu aucun effet observable lors des essais de 2010. Il se peut que la physiologie particulière du mûrissement, chez les deux cultivars, fasse en sorte que ces

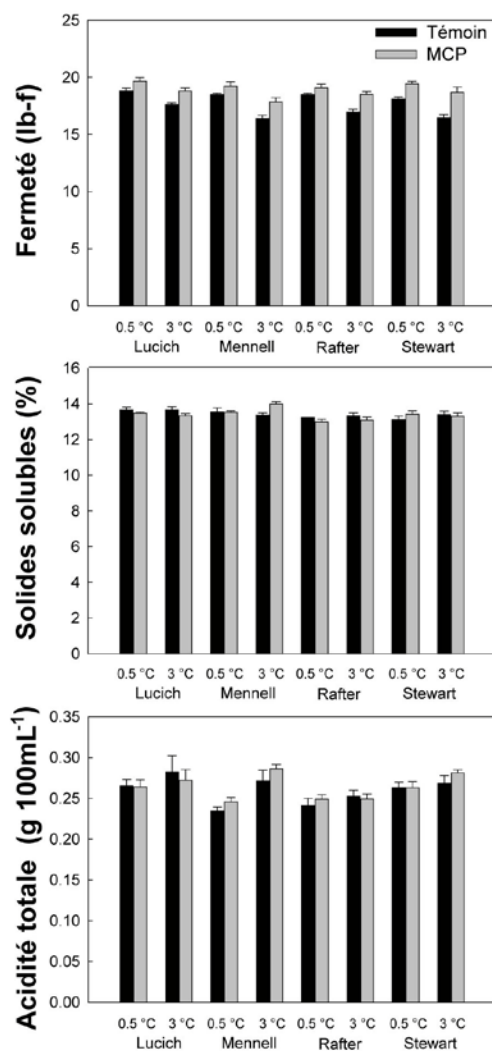


Figure 7. Fermeté, teneur en solides solubles et acidité totale de pommes Ambrosia^{MC}, traitées au 1-MCP ou non traitées, provenant de quatre vergers, après 6 mois d'entreposage à 0,5 °C ou à 3 °C.

deux techniques de conservation ne produisent des effets visibles qu'après un entreposage beaucoup plus long. En 2011, on effectuera également des essais d'entreposage en atmosphère naturelle et en AC sur une période de 8 mois, pour évaluer cette question.

Aucun cas d'échaudure molle n'a été observé chez les pommes Ambrosia^{MC} étudiées en 2010-2011. Cependant, on a pu constater que les pommes traitées au 1-MCP entreposées à 3 °C pouvaient conserver leur fermeté aussi bien que les pommes traitées ou non traitées conservées à 0,5 °C. De plus, les pommes entreposées à 3 °C avaient tendance à posséder un taux d'acidité totale plus élevé que celles entreposées à 0,5 °C, ce qui constitue un avantage. Ces travaux se poursuivront en 2011, en espérant qu'il sera alors possible d'évaluer les effets de la température sur l'apparition de l'échaudure molle en cours d'entreposage.

Les travaux visant à préciser les caractéristiques de maturité se poursuivront également en 2011. Ils permettront d'établir plus clairement les dates de récolte optimales, en fonction des résultats obtenus en matière d'entreposage pour tous les cultivars d'intérêt.