

## RÉSUMÉ

Afin de répondre aux objectifs de la conservation d'abricots pour des marchés lointains à l'export et à l'initiative de la SIPMM abricot, le CTIFL a mené plusieurs essais entre 2015 et 2019 sur l'application de techniques post-récolte. Les travaux ont notamment mis en évidence l'intérêt d'un conditionnement sous emballages plastique (sachets à atmosphère modifiée) et d'un traitement au 1-MCP (SmartFresh™) pour améliorer le maintien de la qualité. Le conditionnement des colis de fruits dans des emballages, combiné à l'application d'une température adaptée proche de 1 °C, permet d'atteindre trois semaines de stockage, pour les variétés présentant un bon potentiel initial de conservation. La qualité des fruits est maintenue pendant cette période grâce à une forte réduction des pertes d'eau et un ralentissement de la perte de fermeté des fruits. Le SmartFresh™ a également ralenti l'évolution de la fermeté, en particulier en sortie de chambre froide.

## STORAGE OF APRICOTS FOR EXPORT : FOCUS ON PACKAGING AND 1-MCP (SMARTFRESH™)

In order to meet the objectives of storing apricots for distant export markets and at the initiative of the Interbranch Section for Initial Marketing (SIPMM)\* of apricot, the CTIFL conducted several trials between 2015 and 2019 on the application of post-harvest techniques. The work highlighted, in particular, the interest of plastic packaging (modified atmosphere bags) and 1-MCP treatment (SmartFresh™) to improve and maintain quality. Packaging fruit, combined with a suitable temperature close to 1°C, makes it possible to achieve three weeks' storage for varieties with good initial storage potential. The quality of the fruit is maintained during this period thanks to a sharp reduction in water loss and a slowing down of the loss of fruit firmness. The SmartFresh™ treatment also slows down the change in firmness, particularly once the fruit are removed from cold storage.

\*Section interprofessionnelle de première mise en marché

## CONSERVATION DES ABRICOTS POUR L'EXPORT

# FOCUS SUR LES EMBALLAGES À ATMOSPHÈRE MODIFIÉE ET LE 1-MCP (SMARTFRESH™)

*L'abricot est une espèce présentant un potentiel de conservation relativement court en comparaison d'autres fruits comme les pommes, les poires ou les kiwis. Toutefois, est-il possible de préserver ses qualités pour permettre son exportation vers des marchés lointains nécessitant un transport de 2 à 3 semaines ? Cet article synthétise les principaux résultats d'une étude menée par le CTIFL sur l'application de techniques post-récolte.*



> ABRICOT LADY COT (COV) APRÈS 20 JOURS DE STOCKAGE SOUS EMBALLAGE PLASTIQUE À 1 °C ET 48 HEURES DE MATURATION À 20 °C

## CONTEXTE CONCURRENTIEL

La France produit environ 140 000 tonnes d'abricots dont 50 000 tonnes sont exportées (source Eurostat, moyenne 2015-2017), en grande majorité vers des destinations européennes nécessitant moins d'une semaine de transport. Elle est toutefois fortement concurrencée à l'export par d'autres pays producteurs européens, nécessitant de diversifier les débouchés. En 2014, une enquête sur « l'analyse de nouveaux marchés potentiels pour l'abricot français » réalisée par le cabinet Agrex Consulting<sup>1</sup>, a permis d'identifier de nouvelles destinations d'intérêt, en tenant compte des flux existants et en analysant les marchés importateurs (fournisseurs, prix d'achat, durée de transport, qualité recherchée, cibles et attentes consommateurs). Plusieurs pays, notamment d'Europe de l'Est ont été ciblés, mais également des destinations plus lointaines, nécessitant un transport par bateau de 10 à 20 jours. La période couvrant les mois de juillet et d'août est ressortie comme la plus propice aux opérateurs français. Les volumes importants produits dans les différents bassins de production pendant cette période offrent des opportunités pour l'export et la concurrence des autres pays producteurs plus précoces est également moins forte. Sur la période 2015-2019, le CTIFL a été sollicité par la SIPMM abricot pour mener une étude sur la gamme variétale la plus appropriée à moyen terme pour la conquête de ces pays cibles et sur l'optimisation des itinéraires post-récolte, pour préserver la qualité des fruits sur une période de deux à quatre semaines. Cette période a été définie sur la base d'un transport en conteneurs maritimes de l'ordre de deux à trois semaines à basse température et d'une semaine supplémentaire pour la commercialisation des fruits dans le pays importateur.

## PÉRIMÈTRE DE L'ÉTUDE

Dans un premier temps, les essais mis en place ont eu pour but d'identifier les variétés existantes susceptibles d'être compatibles avec un stockage de 2 à 4 semaines pour l'export et présentant des volumes en production importants en France.

<sup>1</sup> Étude financée par FranceAgriMer et la SIPMM Abricot d'Interfel.

## BONNES PRATIQUES : CHOIX DES FRUITS ET CONSERVATION

Le maintien de la qualité de l'abricot au cours d'un stockage de longue durée, en chambre froide ou lors de l'export, n'est possible qu'en adoptant des bonnes pratiques présentées ci-dessous :

- choisir des variétés connues pour leur bon potentiel de conservation et plus particulièrement pour la faible évolution de la fermeté pendant le stockage au froid, mais aussi après retour à température ambiante (Lurrol *et al.*, 2012). La plupart du temps, le potentiel de conservation d'une variété est lié à une maturation moyenne à lente après récolte, souvent liée à une faible production d'éthylène ;
- éviter de préférence les variétés sensibles au brunissement de l'épiderme de type marbrures et celles sensibles au brunissement interne, particulièrement si elles sont récoltées lors d'épisodes climatiques défavorables (pluie pour les marbrures, sécheresse et chaleur pour le brunissement interne). Les gros calibres sont également un facteur favorisant l'apparition de brunissement interne : les calibres A et AA sont donc à privilégier pour la conservation et l'export ;
- choisir des fruits avec un bon état sanitaire pour éviter les pertes liées à des pourritures, qui peuvent se propager par contact des fruits à l'intérieur des colis. La maturité moyenne à la récolte ne doit pas être trop avancée et surtout ne pas dépasser le stade de maturité optimum de la variété (au code couleur CTIFL) ;
- raccourcir le délai entre la récolte et la mise au froid (4 à 8 heures maximum) et privilégier un refroidissement rapide dans une chambre froide avec une forte humidité relative (> 90 %) et une ventilation forcée. Par la suite, la température de la chambre de stockage ou du conteneur maritime doit être maintenue entre 0 et 2 °C, avec une humidité relative comprise entre 90 et 95 % (Lurrol *et al.*, 2007) ;
- préférer si possible le calibrage et le tri avant refroidissement des fruits car la reprise des fruits refroidis pour effectuer ces opérations peut favoriser une perte de poids supplémentaire, voire une accentuation du brunissement externe pour les variétés sensibles.

Sept variétés ont ainsi été étudiées sur la base de leur potentiel de conservation préalablement évalué : Flopria (COV), Flavor Cot® Bayoto (COV), Lady Cot (COV), Orangé de Provence, Bergeron, Carmingo® Farely (COV) et Carmingo® Faralia (COV). Pour certaines, deux stades de maturité ont été étudiés séparément (le stade optimum et un stade plus précoce : vert-mature). Pour les autres, l'essai a été mené sur des récoltes commerciales regroupant généralement les deux stades de maturité précités.

Dans un second temps, plusieurs techniques de conservation ont été appliquées sur ces variétés pour préserver la qualité pendant le stockage. La conservation de l'abricot repose principalement sur le respect de bonnes pratiques (voir encadré ci-dessus), mais d'autres techniques ont été mises en œuvre pour ralentir l'évolution des fruits et réduire les pertes. L'intérêt d'emballages à atmosphère modifiée, à l'échelle du colis de 5 kg de fruits, a été évalué à l'échelle expérimentale, puis à plus grande échelle dans des stations d'expédition intéressées, sur la base d'un protocole établi par le CTIFL.

D'autre part, le SmartFresh™ ProTabs (matière active : 1-méthylcyclopropène ou 1-MCP), déjà utilisé sur fruits à pépins (prune, kiwi et melon), a vu son homologation s'étendre en 2019 en France sur pêche, nectarine et abricot. Ce traitement, appliqué sous forme gazeuse dans un délai maximum de 72 heures après la récolte pour l'abricot, permet de prolonger la durée de vie des produits en conservation. Il agit en tant qu'antagoniste de l'éthylène et réduit sa production et ses effets sur la maturation des fruits. Lors de la récolte 2019, la société AgroFresh a sollicité le CTIFL pour conduire des essais de conservation et acquérir des références sur quelques variétés d'abricot, notamment pour répondre à l'objectif de conservation pendant l'export lointain.

## CONDITIONNEMENT EN SACHETS À ATMOSPHÈRE MODIFIÉE

### MISE EN ŒUVRE À L'ÉCHELLE EXPÉRIMENTALE

En complément du froid et pour un stockage de quelques semaines, l'application

d'une atmosphère contrôlée peut s'avérer intéressante pour l'abricot à condition de respecter les teneurs recommandées en oxygène (2 à 5 % d'O<sub>2</sub>) et dioxyde de carbone (2 à 3 % de CO<sub>2</sub>). Elle est cependant très peu utilisée en pratique sur abricot. La mise en œuvre, en chambre froide complète, est assez lourde pour une durée de stockage qui reste courte (3 à 4 semaines) et dans des locaux qui servent la plupart du temps à stocker des variétés à récolte échelonnée tout au long de la saison. Elle est également complexe à mettre en place dans le cas d'un transport par bateau, car elle nécessite des conteneurs spécifiques, plus coûteux et souvent réservés à d'autres espèces.

Les emballages, permettant de créer une atmosphère modifiée, ont rapidement été identifiés comme une solution intéressante. Ils ont été étudiés pour évaluer le bénéfice apporté sur le maintien de la qualité des abricots. Le format choisi correspond à des sachets en plastique, prévus pour des colis de 5 kg, permettant de réduire les échanges gazeux entre les fruits et le milieu extérieur (humidité, oxygène, CO<sub>2</sub>).

Le sachet est positionné au fond des colis (bois ou carton), avant remplissage avec des fruits. Dans le cas de colis bois, il est recommandé d'ajouter des protections, sous la forme de feuilles de papier, positionnées au fond et sur les parois, pour éviter toute déchirure du sachet par les agrafes. Il est essentiel que la perforation du sachet définie par le fabricant soit adaptée au format de la caisse, à la quantité de fruits conditionnés et à la température de stockage prévue. Ces différents facteurs interviennent dans l'atmosphère

créée au final dans le sachet, autour des fruits.

Dans le cadre des essais réalisés au CTIFL, les abricots ont été conditionnés dès la récolte dans des sachets de dimension 70 x 70 cm, positionnés au fond des colis de 5 kg de fruits (format 30 x 40). Les colis ont été remplis avec les fruits non refroidis, le plus souvent le jour de la récolte, après un tri éventuel au calibre et à la couleur de fond pour sélectionner des maturités spécifiques. Ils ont ensuite été placés, sachets ouverts, une nuit à 1 °C pour assurer un refroidissement des fruits. La respiration des abricots est beaucoup plus forte à température ambiante. Il est donc important d'attendre que les fruits soient froids avant de fermer le sachet, afin d'éviter ensuite une trop forte augmentation de CO<sub>2</sub> qui peut occasionner des dégâts, notamment de brunissement interne. Cette fermeture est assurée par un clip, un collier de serrage ou un nœud au niveau de la partie haute du sachet, après avoir chassé l'air autour des fruits.

Les caisses ont ensuite été stockées au froid pendant plusieurs semaines, en maintenant une température la plus stable possible afin d'éviter une accumulation excessive de CO<sub>2</sub> en cas de remontée de la température. Lors de la remise à température ambiante (20 °C), les sachets ont été ouverts dès la sortie du froid. Cette opération est indispensable, pour éviter les problèmes d'asphyxie des fruits, évoqués précédemment.

Plusieurs films plastiques ont été testés au cours des différentes campagnes d'essais. Un premier test a été réalisé avec un sachet à perméabilité sélective (film sans perforation dont la perméabilité est direc-

tement liée à la propriété du plastique) de la société ZOEPAC (ZOEPAC 1), distribué par la société DECCO. Des abricots de la variété Flavor Cot® Bayoto (COV) ont été conservés 29 jours à 0,5 °C dans les sachets fermés, puis replacés 2 jours à 20 °C dans les sachets ouverts. Pendant l'entreposage au froid, les teneurs en O<sub>2</sub> ont fluctué entre 10 et 13 % et celles du CO<sub>2</sub> entre 5 et 7 %. À la fin du stockage (froid plus 48 heures de maturation), il a été noté une forte limitation de la perte de poids des lots emballés (2,8 % contre 11,7 % pour les témoins) et de la fermeté (68,7 ID10<sup>2</sup> contre 58,7 ID10 pour les témoins) pour les abricots conservés sous sachet, ainsi qu'une baisse moindre de l'acidité (23,4 contre 20,8 meq/100 g). Cependant, les teneurs élevées en CO<sub>2</sub> atteintes, même si elles n'ont pas eu d'effet néfaste sur cette variété peu sensible au brunissement interne, sont apparues excessives pour une utilisation de ce film sur d'autres variétés plus sensibles ou dans le cas d'une augmentation de la température.

Le choix des films plastiques suivants s'est donc porté sur des films microperforés plutôt que sur des films à perméabilité sélective.

Trois films microperforés ont donc été retenus pour les essais suivants afin de limiter cette augmentation du CO<sub>2</sub> :

- film de la société ZOEPAC (nommé ZOEPAC 2) : ce sachet était très perforé et l'atmosphère à l'intérieur des sachets est restée proche de l'atmosphère normale ;
- film de la société AMCOR (nommé AMCOR 1) : référence TOP22183 (Code P-Plus : 30EF210, Film : tube PE 30 microns avec antibuée, Microperforations : continue) ;
- film de la société AMCOR (nommé AMCOR 2) : TOP22785 (Code P-Plus : 30EF250, Film : tube PE 30 microns avec antibuée, Microperforations : continue) avec environ le double de perméabilité aux gaz que le film AMCOR 1.

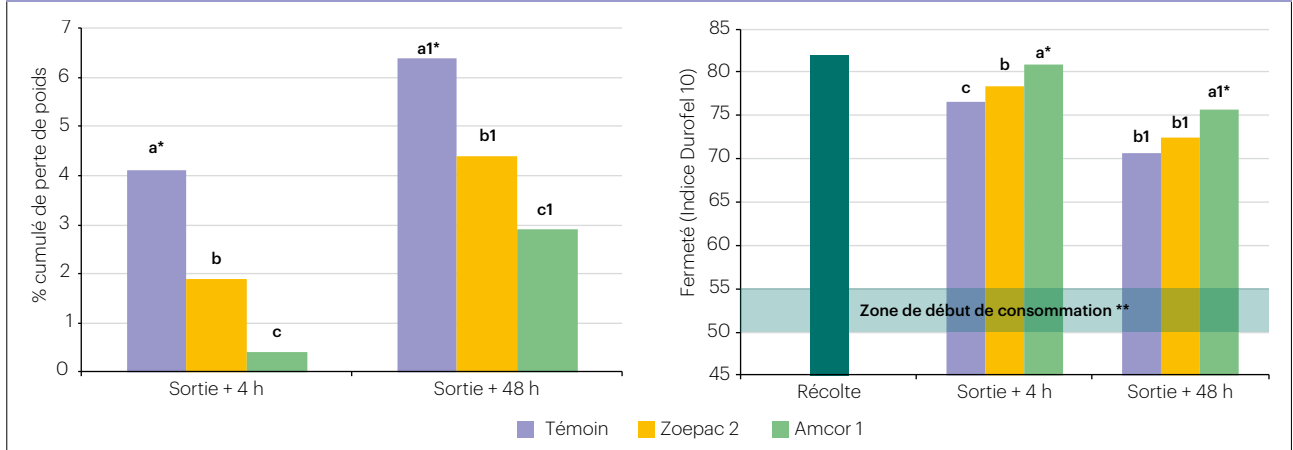
Pour ces trois types de films, les résultats obtenus font apparaître des effets similaires avec toutefois quelques différences significatives en fonction des films et des descripteurs suivis. Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 regroupent les valeurs de pourcentages de perte de poids depuis la récolte et d'évolution de la fermeté pendant le stockage de cinq variétés conditionnées en sachet ou en caisse classique (témoin).



> SACHETS À ATMOSPHÈRE MODIFIÉ : AVANT REMPLISSAGE ET APRÈS FERMETURE AVEC UN CLIP

<sup>1</sup> ID10 : indice Durofel 10.

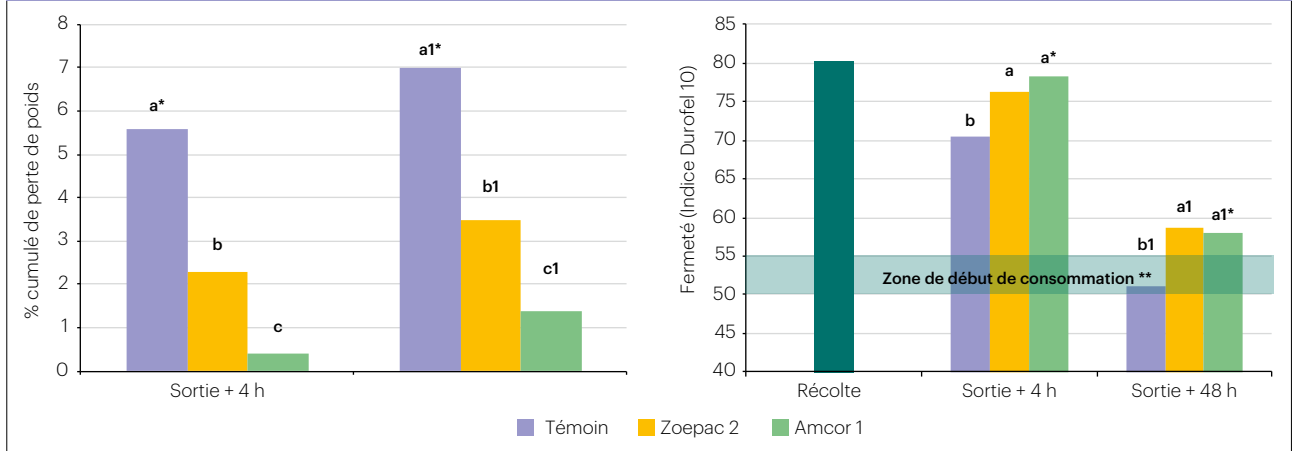
**FIGURE 1 : Évolution de la perte de poids et de la fermeté après une conservation sous emballage plastique de 20 jours à 0,5 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour la variété Flopria (cov) (récolte 2016)**



\* Les lettres distinctes indiquent une différence significative au test de Newmann et Keuls avec un risque de 5 %

\*\* Fermeté à partir de laquelle l'abricot commence à être généralement apprécié

**FIGURE 2 : Évolution de la perte de poids et de la fermeté après une conservation sous emballage plastique de 21 jours à 0,5 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour la variété Orangé de Provence (récolte 2016)**



**FIGURE 3 : Évolution de la perte de poids et de la fermeté après une conservation sous emballage plastique de 20 jours à 1 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour la variété Lady Cot (cov) (récolte 2018)**

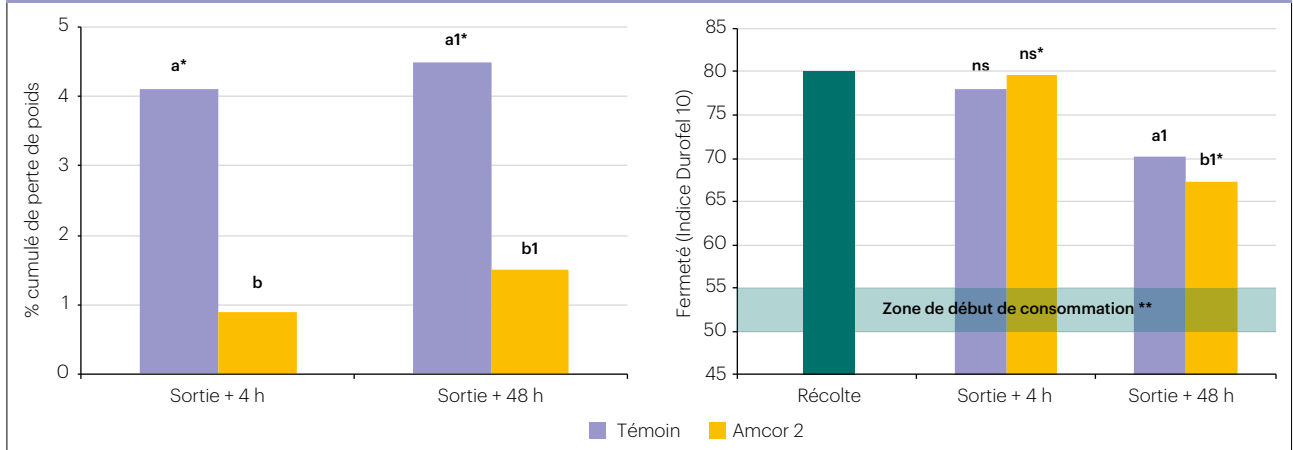


FIGURE 4 : Évolution de la perte de poids et de la fermeté après une conservation sous emballage plastique de 29 jours à 1 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour la variété Carmingo® Faralia (cov) (récolte 2018)

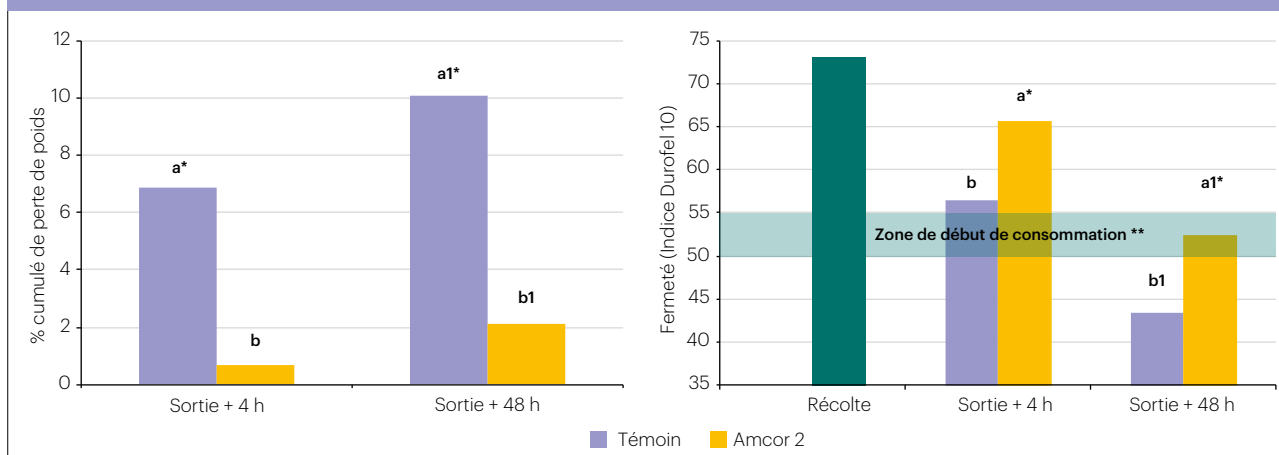
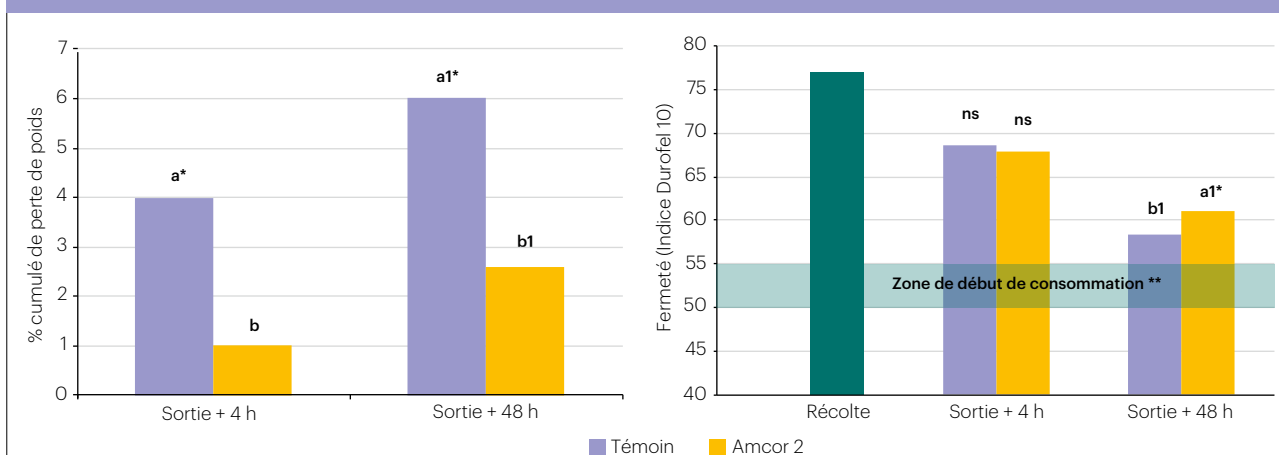


FIGURE 5 : Évolution de la perte de poids et de la fermeté après une conservation sous emballage plastique de 22 jours à 1 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour la variété Carmingo® Farely (cov) (récolte 2018)



Les descripteurs de qualité suivants ont été observés en sortie de conservation de 2 à 4 semaines à 0,5 °C ou 1 °C (85 à 95 % HR), puis après 48 heures supplémentaires à 20 °C.

- Un fort ralentissement de la déshydratation a été noté dans les lots emballés, pour toutes les variétés testées. Il se traduit par une perte de poids pendant le stockage au froid inférieure à 2 %, voire 1 %, en fonction du type de film et de la durée de conservation. Comparativement, elle varie de 2 à 8 % dans les témoins, dans les conditions de stockage appliquées. Après retour à température ambiante (20 °C) et ouverture du sachet, l'effet protecteur s'atténue, mais au final la perte de poids reste nettement inférieure pour les abricots emballés. L'intérêt apporté par l'emballage est donc d'ordre économique, avec un poids de fruits commercialisable

supérieur et d'ordre visuel avec des fruits plus brillants et sans flétrissement.

- Un meilleur maintien de la fermeté pendant le stockage au froid dans les lots emballés a également été mis en évidence pour une majorité de variétés, ce qui permet d'envisager une durée de stockage plus longue sans atteindre au final un niveau de maturation trop avancé. Le niveau de fermeté à partir duquel l'abricot commence à être généralement apprécié par les consommateurs se situe autour de 50 à 55 ID10 (zone de début de consommation). La légère atmosphère modifiée créée dans certains sachets peut expliquer en partie le ralentissement de la maturation, mais la baisse moins rapide de la fermeté est plus certainement liée à la réduction des pertes en eau et donc à un meilleur maintien de la turgescence des fruits. Le niveau d'efficacité de

l'emballage diffère cependant entre les variétés : il est moins important sur les variétés dont la fermeté évolue lentement au froid et à température ambiante comme par exemple Ladycot (cov) ou Carmingo® Farely (cov) et/ou lorsque la durée de stockage est plus courte (10 à 15 jours). Après retour à température ambiante, l'accélération de la perte de fermeté est inévitable. Toutefois, l'écart de fermeté entre les lots emballés et témoins reste la plupart du temps significatif pendant le stockage à 20 °C, permettant ainsi une augmentation du délai de commercialisation des abricots de 24 à 48 heures. Pour les variétés à évolution plus rapide comme par exemple Orangé de Provence, il est préférable de privilégier le stade « vert mature » si la conservation dure plus de 15 jours.

- Pour certaines variétés, l'évolution de la couleur de fond a été légèrement ralentie

par le sachet, mais la différence au final reste faible par rapport aux fruits témoins (environ 0,5 point au code couleur) et rapidement comblée à température ambiante.

– Les sachets ont aussi montré une efficacité sur la réduction de l'apparition du brunissement de l'épiderme de type marbrures. Sur quelques variétés sensibles (Flopria<sup>(cov)</sup>, Orangered® Bhart<sup>(cov)</sup>, Bergeval® Aviclo<sup>(cov)</sup>), un ralentissement significatif du développement de ce désordre a été observé (Tableau 1).

– Concernant le taux de sucre, les évolutions sont essentiellement liées à la perte de poids des fruits. L'indice réfractométrique (corrélé au taux de sucre) des abricots évolue généralement peu pendant la conservation, car cette espèce ne dispose pas de forme de réserve (comme l'amidon) susceptible de se transformer en sucre après récolte. Cependant, lorsque la déshydratation est importante, une concentration des sucres solubles est souvent constatée, provoquant une augmentation « artificielle » de l'indice réfractométrique. Pour les abricots conditionnés en sachet, compte tenu de la faible perte en eau, le taux de sucre reste relativement stable et est au final inférieur à celui des lots témoins qui ont perdu plus d'eau.

– En ce qui concerne les acides, ceux-ci sont habituellement consommés après récolte par la respiration des fruits, qui assure la survie des fruits. La baisse est ainsi liée à la durée de conservation et de maturation. Dans le cadre des essais me-

**TABLEAU 1 : POURCENTAGE DE FRUITS TOUCHÉS PAR LES MARBRURES APRÈS UNE CONSERVATION AU FROID SOUS EMBALLAGE PLASTIQUE PUIS UNE REMISE À 20 °C**

Modalité	Sortie + 4 h à 20 °C			Sortie + 48 h à 20 °C		
	Témoin	Zoepac 2	Amcor 1	Témoin	Zoepac 2	Amcor 1
Flopria <sup>(cov)</sup> (2016 - 20 j. à 0,5 °C)	23,0 a	2,6 b	2,0 b	53,3 a1	6,4 b1	7,0 b1
Orangé de Provence (2016 - 21 j. à 0,5 °C)	6,7 a'	3,8 b'	3,0 b'	10,4 a1'	6,4 b1'	2,9 c1'
Modalité	Sortie + 24 h à 20 °C					
	Témoin	Amcor 2				
Orangered® Bhart <sup>(cov)</sup> (2018 - 9 jours à 1°C)	82,6 a	45,3 b				

\* Les lettres distinctes indiquent une différence significative au test de Newmann et Keuls avec un risque de 5 %

nés, l'emballage a permis pour certains lots de réduire la perte d'acidité, grâce à un ralentissement de la maturation et un meilleur maintien de l'intégrité des fruits (limitation des pertes de poids et maintien de leur turgescence).

– Les deux points de vigilance, avant le conditionnement en sachet, concerne la qualité sanitaire (fongique) et le brunissement interne. La plupart du temps, le taux de fruits pourris est resté très faible (0 à 1 %), sans différence entre les abricots emballés ou non. Mais la forte humidité relative à l'intérieur des sachets a entraîné, sur un ou deux lots de fruits présentant de légères blessures, un développement de pourritures légèrement supérieur dans les lots emballés par rapport aux lots témoins (respectivement de 3 à 9 % contre 1 à 3 %).

D'autre part, certaines variétés (comme Bergeron) ont présenté un taux accru de fruits avec du brunissement interne, pour les fruits de gros calibre, lorsque la durée de stockage a dépassé trois semaines et pour le film le moins perméable au gaz (AMCOR 1). Il convient donc d'être vigilant sur l'état sanitaire et les caractéristiques du lot destiné à être ensaché (sensibilité de la variété, calibre, conditions climatiques...). Pour conclure sur l'étude menée à l'échelle expérimentale, les trois films ont tous apporté un bénéfice sur le maintien de la qualité des abricots stockés pendant 2 à 4 semaines, par rapport aux témoins sans emballage. Le principal gain se situe au niveau de la réduction des pertes de poids et du maintien de la fermeté. Les films testés de la société AMCOR se sont révélés être les plus intéressants dans les conditions d'essais appliquées et les films disponibles au moment de l'étude. Au cours des différentes années d'essais, le film AMCOR 2 présentant une perméabilité supérieure au film AMCOR 1, a été privilégié pour éviter les risques de dépassement de la teneur en CO<sub>2</sub> maximale et acceptable pour l'abricot (autour de 3 % pour les variétés sensibles au CO<sub>2</sub>) notamment en cas d'augmentation de la température de stockage, et pour ne pas avoir à gérer plusieurs références de films en fonction des variétés.

#### MISE EN ŒUVRE EN STATION CHEZ DES OPÉRATEURS

Les sachets AMCOR 2 (TOP22785), décrits précédemment, ont été évalués à plus grande échelle chez des opérateurs à partir de 2017, en parallèle des essais



> BRUNISSEMENT EXTERNE - MARBRURE (À GAUCHE) ET BRUNISSEMENT INTERNE (À DROITE)

menés à l'échelle expérimentale. Deux opérateurs (stations d'expédition) ont mis en place un conditionnement sous sachets plastique AMCOR 2 d'une centaine de caisses (environ une palette) de la variété Bergeron, sur la base d'un mode opératoire établi par le CTIFL. Les fruits récoltés étaient à un stade de maturité proche de 4 au code couleur abricot CTIFL, donc plutôt un peu plus verts que le stade optimum de récolte recommandé (stade 5 pour Bergeron). Dans chacune des stations, 5 colis avec emballage et 5 colis « témoins » non ensachés ont été identifiés et récupérés en fin de stockage par le CTIFL pour des mesures de comparaison.

- La première station (Tableau 2) a travaillé avec des fruits de deux calibres distincts, A et AA, dont la fermeté à la récolte était de 68 ID10. Les colis ont été conservés pendant 28 jours à une température moyenne de 3,7 °C (entre 2,9 et 5,8 °C). Les fruits « témoins » non ensachés ont été gardés moins longtemps et commercialisés par l'opérateur du fait de leur évolution plus rapide. Il n'a donc pas été possible de réaliser des observations et de les comparer avec les colis avec sachets. Pour ces derniers, les teneurs moyennes d'O<sub>2</sub> et de CO<sub>2</sub>, mesurées juste avant l'ouverture des sachets, étaient respectivement de 18,6 et 3,4 %, soit un taux de dioxyde de carbone non excessif au regard de la température de conservation. Dans les conditions de stockage appliquées, la perte de poids a été très faible, environ 0,3 %. La baisse de fermeté a été relativement bien contenue à 50-55 ID10 et moins de 2 % des fruits ont été touchés par de la pourriture. Après un entreposage supplémentaire de 48 heures à 20 °C, un brunissement interne d'intensité légère a été noté sur 10 % des fruits de calibre A et 38 % de ceux de calibre AA, confirmant la sensibilité des plus gros calibres pour cette variété.

- La deuxième station (Tableau 3) a réalisé un stockage d'abricots Bergeron de calibre AA avec une fermeté initiale de 66 ID10, pendant 40 jours, à une température moyenne de 2,3 °C. Avant ouverture des sachets, les teneurs moyennes d'O<sub>2</sub> et CO<sub>2</sub> étaient proches de celles observées pour la station 1 et respectivement de 18,2 et 3,8 %. La mesure précise de la perte de poids du lot témoin n'a pas été possible, mais l'aspect flétri de nombreux fruits a pu témoigner d'une déshy-

**TABLEAU 2 : CARACTÉRISTIQUES DES FRUITS (BERGERON) DE LA STATION 1 APRÈS UNE CONSERVATION SOUS EMBALLAGE PLASTIQUE DE 28 JOURS À 3,7 °C PUIS UNE REMISE À 20 °C**

	Sortie + 4 h à 20 °C		Sortie + 48 h à 20 °C	
	A	AA	A	AA
Calibre	A	AA	A	AA
Pourritures (%)	1,8	1,9	5,6	1,3
Perte de poids (%)	0,31	0,27	-	-
Brunissement interne léger (%)	-	-	10	38,3
Surmaturité externe (%)	0	0	0	5,3
Fermeté (Durofel 10)	54	50	39	36
I.R. (% Brix)	-	-	10,9	9,7
Acidité (meq/100 g)	-	-	20,7	20,6

**TABLEAU 3 : CARACTÉRISTIQUES DES FRUITS (BERGERON) DE LA STATION 2 APRÈS UNE CONSERVATION DE 40 JOURS À 2,3 °C PUIS UNE REMISE À 20 °C**

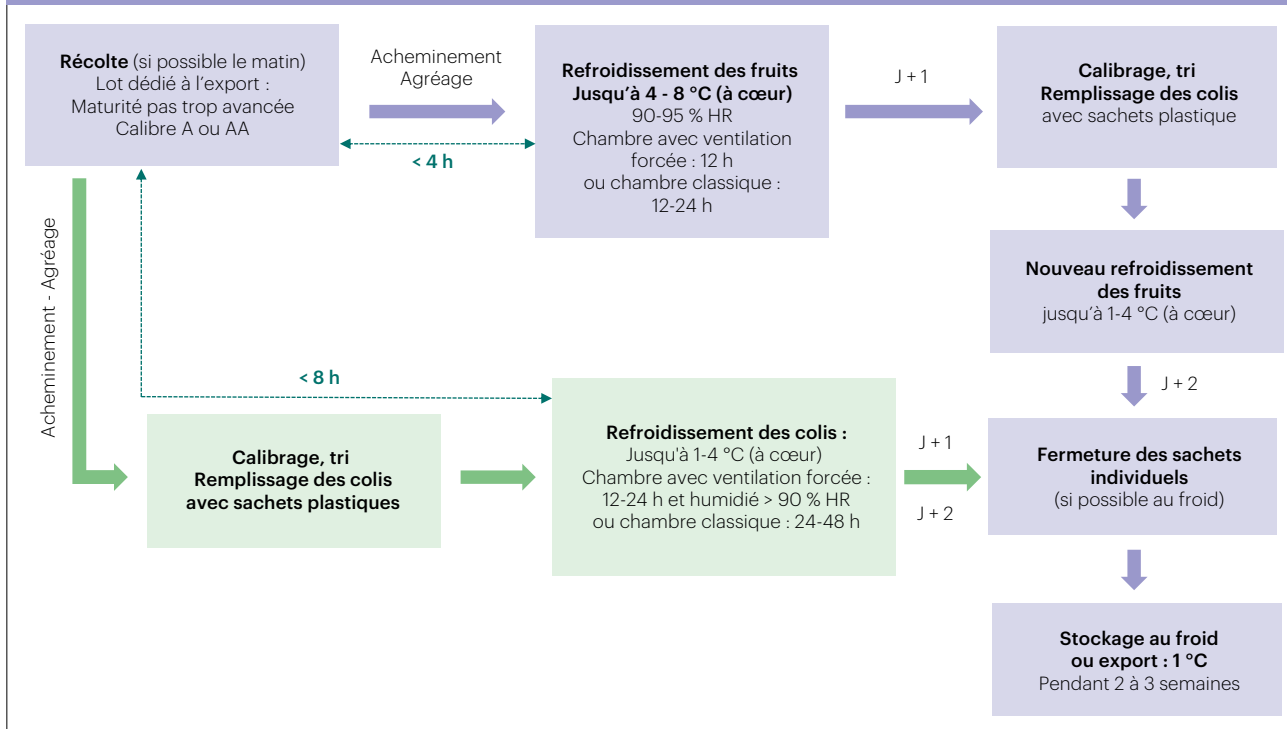
	Sortie + 4 h à 20 °C		Sortie + 48 h à 20 °C	
	Témoin	Sachet	Témoin	Sachet
Modalité	Témoin	Sachet	Témoin	Sachet
Pourritures (%)	1,7	2,5	2	3,4
Perte de poids (%)	-	1,2	Flétrissement plus prononcé sur les fruits du témoin	
Brunissement interne (%)	-	-	51	53
Surmaturité externe (%)	2,0	1,2	-	-
Fermeté (Durofel 10)	36	51	29	32
I.R. (% Brix)	-	-	10,6	10,4
Acidité (meq / 100 g)	-	-	17,9	18,4

dratation importante des colis témoins. Par contre, celle des abricots sous sachet a été faible (1,2 %) et aucun fruit flétri n'a été noté. La baisse de fermeté a été moins forte pour les fruits sous sachet : 51 ID10 à l'ouverture contre 36 ID10 pour les témoins. Les fruits sous sachet ont été un plus touchés par de la pourriture (2,5 % contre 1,7 % pour les témoins). Après maturation de 48 heures à 20 °C, plus de 50 % des fruits présentaient du brunissement interne d'intensité légère à forte et la fermeté n'était plus que de 29 ID10 pour les témoins et 32 ID10 pour les abricots sous sachet. Dans les conditions appliquées (40 jours à 2,3 °C), la durée de conservation s'est avérée beaucoup trop longue malgré l'utilisation du film plastique.

Ces deux premières expériences, réalisées en conditions de production, permettent de tirer deux conclusions. D'une part, le type de film choisi présente une bonne robustesse malgré des conditions

de stockage non optimales, avec notamment une température de stockage plus élevée que la température recommandée (1 °C) et une durée de conservation supérieure aux trois semaines envisagées initialement. Au final, la conservation des fruits a été bonne et les abricots emballés présentaient une qualité visuelle acceptable qui a permis leur vente. D'autre part, cela met en évidence l'existence d'une marge de progrès en développant un itinéraire post-récolte distinct pour les fruits destinés à l'export (ou à une conservation longue en station). Cet itinéraire passe par une sélection des lots de fruits à exporter avant le déclenchement de la récolte, un délai raccourci entre la récolte et la mise au froid et un respect strict des conditions de stockage recommandées (1 °C). Deux circuits sont proposés sur la figure 6 pour intégrer le conditionnement dans des sachets à atmosphère modifiée dans un processus de calibrage et de conditionnement.

FIGURE 6 : Circuits à privilégier pour le conditionnement des abricots pour l'export



## ÉLIMINATION DE L'ÉTHYLÈNE

L'effet de l'élimination de l'éthylène en complément du conditionnement dans un sachet à atmosphère modifiée a été évalué seulement sur une variété (Flavor Cot® Bayoto <sub>(cov)</sub>) et pour le film ZOEPAC 1 non microperforé. Dans cet essai, il n'a pas été montré d'efficacité supplémentaire de l'élimination de l'éthylène sur le maintien de la qualité par rapport au sachet seul. Toutefois, cette variété est connue pour avoir une maturation lente et s'est avérée peu sensible à l'éthylène. D'autres essais plus anciens ont montré que l'abricot était en général modérément sensible à l'éthylène et que son élimination pouvait être bénéfique pour certaines variétés (Lurrol *et al.*, 2012). L'ajout d'un système d'élimination d'éthylène à l'intérieur des sachets peut donc apporter un bénéfice supplémentaire pour allonger la conservation.

## APPLICATION D'UN TRAITEMENT AU 1-MCP (SMARTFRESH™)

### MATÉRIEL ET MÉTHODES

Suite à l'homologation de la formulation commerciale SmartFresh™ ProTabs

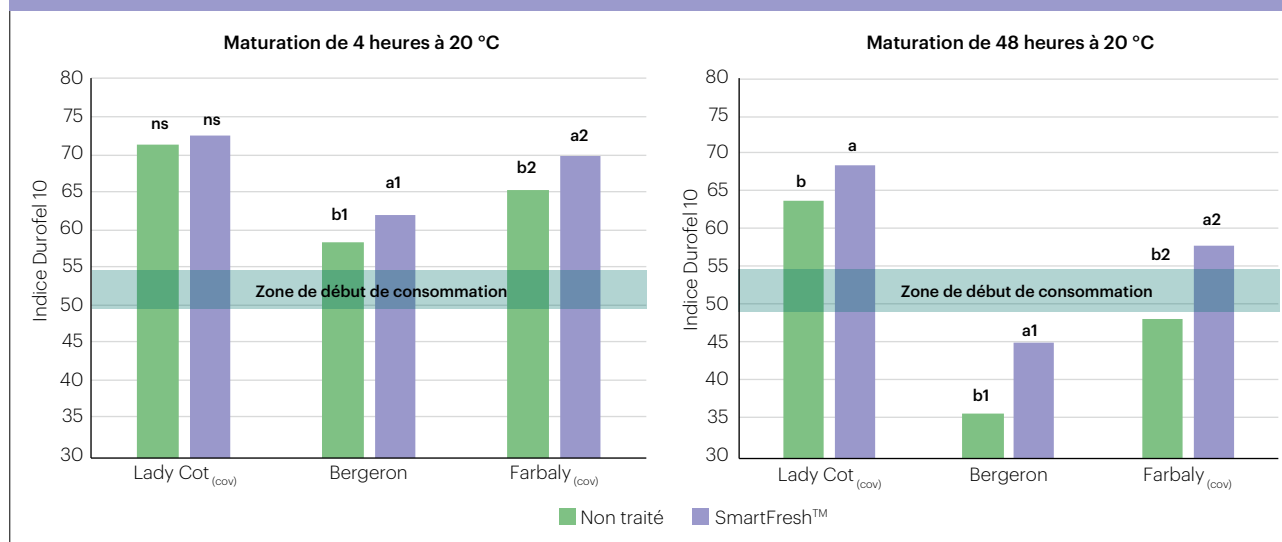
en 2019 en France, le CTIFL a réalisé un essai, pour le compte de la société Agrofresh. L'essai a été mis en place sur trois variétés (Lady Cot <sub>(cov)</sub>, Bergeron et Carmingo® Farbaly <sub>(cov)</sub>) et pour deux stades de maturité évalués à l'aide du code couleur CTIFL. Les fruits ont été triés individuellement en deux classes de couleur : un premier stade dit « vert-mature » (M1) et un second (M2) correspondant à la couleur considérée comme optimale pour chacune des variétés. Un traitement SmartFresh™ à une dose de 1 000 ppb pendant 16 heures a été appliqué sur une partie des fruits, 48 heures après la mise au froid, débutée le jour de la récolte. L'autre partie des fruits, non traités, a servi de lots témoins. Les différents lots ont été stockés à une température de 2 °C (+/- 1 °C), pendant 21 jours pour toutes les variétés, avec une observation intermédiaire après dix jours de stockage pour la variété Bergeron. Le stockage des fruits n'a pas été réalisé dans des sachets plastique comme dans les essais précédents. À la sortie du froid, les fruits ont été placés en chambre de maturation à +20 °C (+/- 1 °C) et 80 % (+/- 10 %) d'humidité relative. Les analyses ont été effectuées après 4 heures et 48 heures de maturation.

## RÉSULTATS

Dans les conditions de l'essai, plusieurs conclusions peuvent être formulées. Le traitement SmartFresh™ s'est avéré efficace principalement au niveau du maintien de la fermeté des fruits, quels que soient la variété et le stade de maturité à la récolte. Les autres critères (pertes d'eau, physico-chimiques ou état sanitaire) n'ont pas ou peu été affectés par le traitement. Cet effet a été visible dès la sortie du froid après 21 jours de stockage, pour Bergeron et Carmingo® Farbaly <sub>(cov)</sub> avec un écart d'environ 5 ID10 entre les lots traités et non traités. Cet écart s'est accentué pendant la phase de maturation à 20 °C, pour toutes les variétés et les durées de conservation, avec une fermeté supérieure de 5 à 10 ID10 pour les fruits traités (Figures 7). Concernant le stade de maturité, les différences observées à la récolte ont globalement été maintenues après stockage. Le stade optimal était toujours plus sucré, moins acide, moins ferme et plus orangé en couleur de fond, même si pour ce dernier critère la différence a eu tendance à s'atténuer pendant le stockage. Pour l'évolution des désordres externes et internes (pourriture, brunissement), le stade de maturité n'a pas eu d'effet particulier.



FIGURE 7 : Évolution de la fermeté après 21 jours à 2 °C puis maturation de 4 et 48 heures à 20 °C pour 3 variétés traitées au SmartFresh™ (récolte 2019)



Pour cet essai, une anova à deux facteurs (Maturité et Traitement) a été effectuée pour chaque variété et chaque durée de maturation. Les valeurs de fermeté présentées correspondent à la moyenne des fermetés des deux stades de maturité. Les lettres distinctives indiquent une différence significative liée au traitement pour les deux stades de maturité, au test de Newman et Keuls avec un risque de 5 %.

Les variétés ont présenté un niveau de réponse différent par rapport au traitement et à la durée de conservation.

– Lady Cot (cov) a montré un bon potentiel de conservation pendant trois semaines, y compris pour le stade de maturité le plus avancé et pour les fruits non traités. Le bénéfice du SmartFresh™ sur cette variété à évolution lente, a été plus limité. Par contre, la particularité de l'année 2019, avec une période de chaleur intense en juin, a fait que Lady Cot (cov) a développé dès la récolte du brunissement interne avec une forte intensité, préjudiciable à la commercialisation. Ce désordre n'a cependant pas beaucoup évolué pendant le stockage.

– Sur la variété Bergeron, un stockage de 10 jours à + 2 °C a été possible même pour le stade de maturité optimal sans traitement. Par contre, pour une durée de 21 jours, le stade de maturité le moins avancé (stade au code couleur CTIFL de 3-4 à la récolte) doit être privilégié, avec un traitement au SmartFresh™ compte tenu de l'évolution de la fermeté, avec toutefois un risque de brunissement interne.

– Carmingo® Farbaly (cov) a présenté un bon potentiel de conservation sur trois semaines pour les deux stades de maturité avec ou sans traitement avec cependant un léger brunissement externe de type marbrure sur environ un tiers des fruits. Toutefois, le traitement au SmartFresh™ a

## CE QU'IL FAUT RETENIR

L'utilisation de sachets à atmosphère modifiée pour des colis de 5 kg, expérimenté de 2015 à 2019, a permis d'allonger la conservation d'abricots jusqu'à trois semaines et d'optimiser le maintien de leur qualité. Les principaux bénéfices observés sont la forte réduction des pertes d'eau et un ralentissement de la baisse de fermeté. Ces emballages doivent être utilisés sur des variétés présentant un bon potentiel initial de conservation et en respectant des bonnes pratiques de conservation (température proche de 1 °C, refroidissement des fruits rapide après récolte). Leur utilisation est nécessaire pour atteindre un objectif d'export lointain. L'application d'un traitement au 1-MCP (SmartFresh™) a également apporté un bénéfice sur le ralentissement de la maturation et le maintien de la fermeté lors d'un stockage de 21 jours réalisé sur trois variétés en 2019.

assuré un meilleur maintien de la fermeté après la sortie du froid.

Le traitement au 1-MCP (SmartFresh™) s'est avéré efficace dans le cadre des essais menés en 2019 et peut constituer une solution complémentaire pour allonger la conservation. Des essais combinant un emballage sous sachet et ce traitement resteraient à réaliser, de même qu'une évaluation des différentes techniques sur la qualité gustative. ■

## Remerciements

Les auteurs souhaitent remercier la SIPMM abricot et la société AGROFRESH pour leur soutien dans la mise en œuvre des essais et les sociétés AMCOR et DECCO pour la mise à disposition des emballages étudiés.

## BIBLIOGRAPHIE

Analyse de nouveaux marchés potentiels pour l'abricot frais français. Février 2015. Agrex consulting. FranceAgriMer-SIPMM abricot d'Interfel.

Gabioud Rebeaud S. Influence d'un traitement à l'éthylène et au 1-MCP sur la qualité post-récolte des abricots. Symposium scientifique. 3 décembre, Ed. Agroscope, Changins. 2018, p. 1-15.

Luröl S., 2012. Maîtriser la maturation des fruits : pêche, poire, abricot, kiwi. Éditions CTIFL. 176 pp.

Luröl S., Hilaire C., Lichou J., Jay M., Bony P., 2007. Pêche-abricot : de la récolte au conditionnement. Éditions CTIFL. 112 pp.