

# Comparaison de l'éthylène et du chlorprophame pour le stockage des pommes de terre

Brice Dupuis<sup>1</sup>, Gaétan Riot<sup>1</sup>, Theodor Ballmer<sup>2</sup>, Etienne Thévoz<sup>1</sup>, Roger Wüthrich<sup>2</sup> et Thomas Hebeisen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 1260 Nyon

<sup>2</sup>Agroscope, Institut des sciences en production végétale IPV, 8046 Zurich

Renseignements: Brice Dupuis, e-mail: brice.dupuis@agroscope.admin.ch



**Figure 1** | Locaux frigorifiques pour le stockage des pommes de terre. (Photo: Gaétan Riot)

## Introduction

Maintenir la dormance des tubercules de pommes de terre destinées à la consommation permet de limiter les pertes de poids et les modifications organoleptiques indésirables entraînées par la germination. Cette conservation doit se faire à température suffisamment élevée (> 8 °C), afin de limiter le développement de sucres qui engendrent des brunissements à la friture proscrits en cas de transformation industrielle des pommes de terre en chips et en frites. Cette température élevée ne permet pas de maintenir suffisamment longtemps la dormance du tubercule. Il est donc nécessaire de faire appel à l'utilisation de substances antigerminatives (Rousselle *et al.* 1996). La principale méthode utilisée pour le contrôle de la germination au stockage est l'application de chlorprophame ou CIPC (isopropyl 3-chlorophenylcarbamate) sur les tubercules avant leur entrée au stockage

(Kleinkopf *et al.* 2003; Rousselle *et al.* 1996). Le CIPC agit par inhibition des divisions cellulaires au niveau des germes (Campbell *et al.* 2010). Ceci explique pourquoi il est possible de déceler des résidus de CIPC dans les pommes de terre à la sortie du stockage. La quantité de résidus varie en fonction de la formulation de CIPC utilisée, de la méthode d'application ainsi que de la durée du stockage (Singh et Ezekiel 2010). Plusieurs études ont été réalisées pour savoir si les limites maximales de résidus (LMR) autorisées étaient dépassées dans la pratique. De manière générale, les LMR sont rarement dépassées à part à quelques rares exceptions concernant principalement l'application de CIPC par poudrage (Ezekiel et Singh 2008; Kleinkopf *et al.* 1997; Noël *et al.* 2005). Le risque est d'autant plus faible pour la santé humaine qu'une grande partie du CIPC appliqué n'est pas retenue par le tubercule, que plus de 90% des résidus sont éliminés après pelage et que les résidus détectés dans les produits frits sont très faibles (Ezekiel et Singh 2008; Lentzaris et Balokas 2001). Bien que le risque pour la santé humaine soit faible, ce produit inquiète car i) il est toxique pour les mammifères (DL50 de 4,2g/kg par voie orale), ii) il est appliqué directement sur les tubercules et iii) ses effets éventuels à long terme restent mal connus (Green 2009).

Des alternatives au CIPC existent, telles que l'éthylène, le peroxyde d'hydrogène, l'ozone, les naphthalènes, des substances organiques volatiles, des extraits de plante ainsi que certains produits appliqués en végétation (Kleinkopf *et al.* 2003). L'éthylène est un gaz très peu toxique pour l'homme et qui est utilisé dans de nombreux pays pour limiter la germination des pommes de terre (Daniels-Lake *et al.* 2011; Kleinkopf *et al.* 2003). La firme Restrain® commercialise depuis le début des années 2000 un générateur très facile à utiliser qui produit de l'éthylène à partir d'éthanol (liquide). Même si cette technologie semble prometteuse, elle pourrait présenter un inconvénient pour le stockage des pommes de terre industrielles. En effet, l'exposition du tubercule à l'éthylène augmente sa respiration et accélère la trans-

formation de l'amidon en sucre (voir références dans Daniels-Lake *et al.* 2005). Certaines variétés particulièrement sensibles à ce sucrage développeront des brunissements à la friture (Daniels-Lake *et al.* 2011; Daniels-Lake *et al.* 2007; Daniels-Lake *et al.* 2005; Prange *et al.* 2005). Cette étude compare les effets du CIPC et de l'éthylène (procédé Restrain®) sur les pertes de poids dans les frigos, la germination pendant le stockage et après le déstockage, le développement des symptômes de gale argentée et/ou de dartrose et, enfin, le développement de brunissements à la friture ou de goûts sucrés après cuisson à la vapeur.

## Matériel et méthodes

Un suivi de frigos commerciaux de stockage de pommes de terre a été réalisé pendant trois saisons de stockage consécutives en Suisse entre 2011 et 2014. L'essai a été mis en place dans dix frigos pour les deux premières saisons et dans huit frigos pour la dernière saison. La température des frigos était réglée entre 4 et 5 °C et contrôlée par une sonde de température (LogTag). La moitié des frigos étaient équipés du diffuseur d'éthylène Restrain® tandis que, dans l'autre moitié, les pommes de terre étaient stockées par application de CIPC par nébulisation. Pour les deux premières saisons, six frigos (3 Restrain® et 3 CIPC) étaient situés à Zollikofen (BE) et les quatre autres (2 Restrain® et 2 CIPC) à Bätterkinden (BE). Pour la dernière saison, le site de Zollikofen a été abandonné au profit de Bercher (VD) (2 frigos Restrain® et 2 CIPC). Dans chaque frigo, six variétés ont été testées: Amandine, Charlotte, Ditta, Gourmandine, Lady Felicia et Victoria, chaque variété étant stockée dans une caisse distincte (56\*36\*30 cm). Dans chaque local de stockage (fig. 1), les caisses étaient disposées aléatoirement sur une palette. Chaque caisse contenait un sac filet d'environ 10 kg de pommes de terre pour les observations de perte de poids, ainsi que 25 kg de pommes de terre en vrac pour diverses analyses. >

**Résumé** ■ Le CIPC (ou chlorprophame) est le produit le plus utilisé pour contrôler la germination des pommes de terre durant le stockage. Une nouvelle technique de stockage sous atmosphère enrichie en éthylène (procédé Restrain®) a récemment fait son apparition en Suisse. L'efficacité de ces deux méthodes a été comparée en Suisse durant trois saisons de stockage sur six variétés de pomme de terre conservées dans différents frigos commerciaux. Les deux méthodes présentent des effets comparables. Elles assurent chacune un bon contrôle de la germination durant le stockage et aboutissent à des pertes de poids comparables. Le test de friture n'a pas permis de déterminer si l'éthylène accélère la production de sucres réducteurs, car les échantillons ont été conservés à basse température (entre 4 et 5 °C), ce qui a généré un brunissement généralisé des échantillons. Toutefois, un goût sucré a été plus souvent décelé lors de la dégustation des pommes de terre stockées sous éthylène, ce qui indique un risque d'accumulation de sucres pour ce procédé. Cette méthode est donc déconseillée pour des pommes de terre destinées à la transformation en chips ou en frites. Les dégustations d'échantillons ont aussi permis de déceler une très légère altération du goût des pommes de terre stockées sous éthylène, toutefois la différence avec les échantillons stockés sous CIPC est minime. Enfin, ni le CIPC, ni l'éthylène, ne permettent de limiter le développement des symptômes de gale argentée et de dartrose. Ceux-ci se sont développés très rapidement en cours de stockage pour atteindre des niveaux d'attaque importants.



Figure 2 | Echelle de coloration de chips allant de 1 à 9.

**Tableau 1 | Echelles utilisées pour les dégustations**

Echelle 1: note gustative générale	Echelle 2: appréciation du goût sucré
+2: saveur bonne, irréprochable	+2: très sucré
+1: saveur acceptable ou passable	
0: saveur douteuse ou suspecte mais sans faux-goût discernable	+1: légèrement sucré
-1: léger faux-goût	0: non sucré
-2: faux-goût prononcé, denrée inconsommable	

Quatre échantillonnages ont été réalisés pendant la saison de stockage. Le premier a été réalisé au moment de la mise en place de l'essai (19.10.2011; 23.10.2012 et 17.10.2013). Les trois échantillonnages suivants ont été réalisés avec approximativement deux mois d'intervalle, soit en décembre (16.12.2011; 19.12.2012 et 10.12.2013), en février (15.02.2012 ; 13.02.2013 et 11.02.2014) et en avril (5.04.2012, 23.04.2013 et 17.04.2014). Les résultats du premier échantillonnage n'ont pas été analysés statistiquement car les pommes de terre n'avaient pas encore été exposées aux traitements antigerme.

Trois observations différentes ont été réalisées lors de chaque échantillonnage. Premièrement, l'avancement de la germination a été évalué par un comptage du nombre de germes sur dix tubercules par caisse et une mesure de la taille du germe le plus long sur ces mêmes tubercules. En 2013 et 2014, une observation supplémentaire de la germination a été réalisée pour apprécier la rémanence des traitements après déstockage. Pour cela, un échantillon de dix tubercules a été prélevé dans chaque caisse au moment du déstockage et conservé à 12 °C pendant deux ou trois semaines. Une observation a été réalisée deux semaines après le déstockage en 2013 et trois observations ont été réalisées en 2014, à raison d'une observation par semaine.

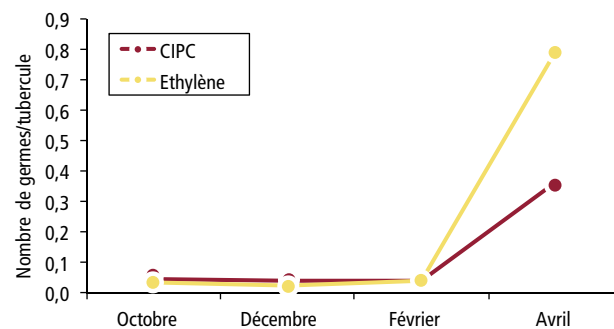
Deuxièmement, le sac filet a été pesé afin d'évaluer la perte de poids d'une observation à l'autre. Troisièmement, une observation du développement des symptômes de la gale argentée (*Helminthosporium solani* et/ou *Colletotrichum coccodes*) a été effectuée sur vingt tubercules de chaque caisse par une appréciation du pourcentage de tubercules atteints et de la surface couverte par la maladie. Pour évaluer les attaques de gale argentée, nous avons calculé un indice qui considère la surface du tubercule couverte par les symptômes, c'est-à-dire le niveau d'attaque, et le nombre de tubercules pour chaque niveau d'attaque. On distingue cinq niveaux d'attaque en fonction du pourcentage de la surface du tubercule couverte par les symptômes: moins de 20% = niveau 0; 20–40% = niveau 2; 40–60% = niveau 4; 60–80% = niveau 6 et 80–100% = niveau 8.

$$\text{Indice} = \sum_{i=1 \text{ à } 5} (\text{niveau d'attaque } (i) \times \text{nombre de tubercules atteints})$$

De plus, vingt tubercules ont été prélevés lors de chaque échantillonnage. Au centre de chacun de ces tubercules, une fine tranche a été prélevée et soumise au test de friture (protocole IPV/Reckenholz). Ce test avait pour objectif de déceler la présence de sucres via l'observation de la coloration des chips. En effet, il existe une bonne corrélation entre le brunissement à la friture et la teneur en sucres. Plus les chips sont colorées (note faible) plus il y a de sucres (fig. 2).

Enfin, une dégustation a été réalisée sur un échantillon unique prélevé au moment du déstockage (mois d'avril). Cette taxation culinaire a été effectuée sur deux sous-échantillons par variété et par procédé. Chaque sous-échantillon a été dégusté par un jury composé de quatre à cinq personnes (tabl. 1). L'objectif de cette dégustation était de détecter la présence éventuelle de faux goûts et de goûts sucrés (saison 2012–2013 et 2013–2014).

Les analyses de variance ont été réalisées avec le logiciel Statistica® (Statsoft, Tulsa, USA) selon un modèle complètement aléatoire pour évaluer les deux facteurs «traitement antigerme» et «variété». Dans le cas où un effet variété a été décelé ( $p < 0,05$ ), un test de comparaison de moyenne de Newman et Keuls a été réalisé (Gomez & Gomez, 1984).


**Figure 3 | Evolution du nombre moyen de germes par tubercule selon le procédé antigerme (moyenne de trois saisons de stockage).**

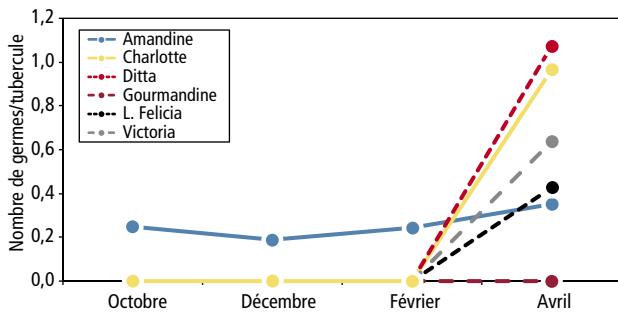


Figure 4 | Evolution du nombre moyen de germes par tubercule selon la variété (moyenne de trois saisons de stockage).

## Résultats

### Germination durant le stockage

Les quatre contrôles de la germination n'ont révélé aucune différence significative entre les procédés éthylène et CIPC en ce qui concerne le pourcentage de tubercules germés, le nombre de germes par tubercules (fig. 3) ainsi que la longueur moyenne des germes. Si les deux procédés ne se distinguaient pratiquement pas lors des trois premiers échantillonnages, une différence, toujours non significative, est apparue en fin de stockage lorsque la germination a repris (fig. 3). Le procédé éthylène semble moins efficace que le procédé CIPC pour freiner la germination.

L'effet variétal est plus marqué que l'effet traitement antigerme: on observe que la variété Amandine présente des germes dès l'entrée au stockage (fig.4;  $p < 0,001$ ). Toutefois, ces germes apparus avant l'entrée au stockage concernent une seule saison de stockage (2012–2013) et cette germination évolue peu au cours du stockage (fig. 4). En fin de stockage, seule la variété Gourmandine reste sans germes tandis qu'un début de germination est observé pour toutes les autres variétés.

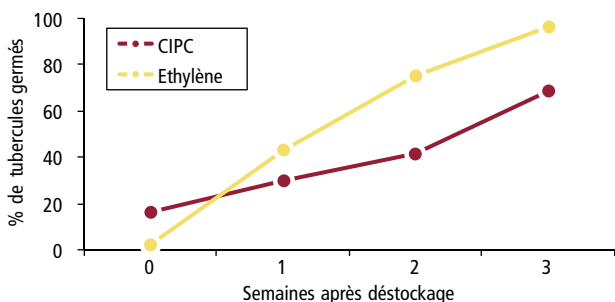


Figure 5 | Evolution du pourcentage de tubercules germés après déstockage selon le procédé antigerme (saison de stockage 2013–2014).

### Germination après déstockage

Des différences de germination entre procédés commencent à s'observer deux semaines après le déstockage, la germination étant plus rapide pour les pommes de terre stockées sous éthylène. Ces différences concernent le pourcentage de tubercules germés, le nombre de germes par tubercule ainsi que la longueur des germes ( $p < 0,001$ ). Cet effet reste significatif trois semaines après déstockage, du moins en ce qui concerne le pourcentage de tubercules germés ( $p < 0,01$ ; fig.5).

Un effet variétal est également observé après le déstockage (fig 6.). Les variétés Lady Felicia et Ditta germent très rapidement, tandis que les variétés Victoria, Amandine et Charlotte les suivent avec une semaine de retard. Gourmandine est la variété qui germe le moins vite après déstockage. Toutefois, trois semaines après la sortie du stockage, plus de 67% de tubercules germés sont tout de même observés.

### Pertes de poids au stockage

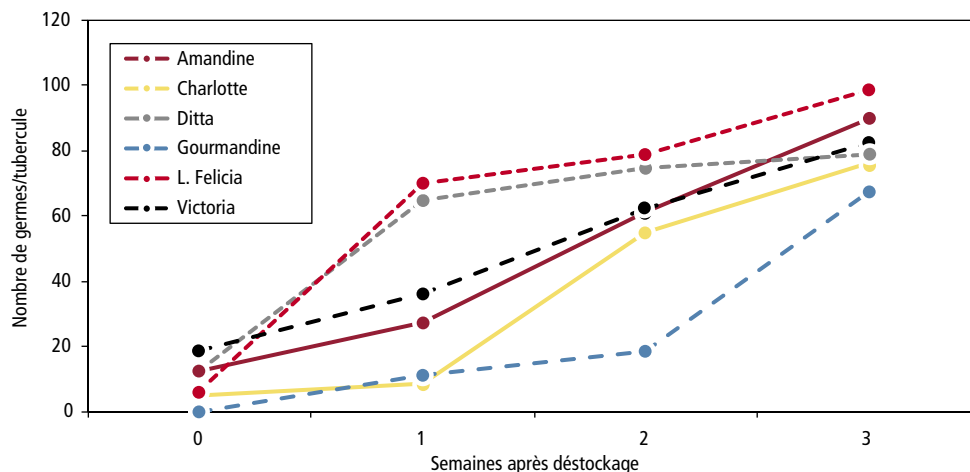
Les pertes de poids suite à un stockage sous CIPC ou sous éthylène sont rigoureusement identiques, respectivement 0,60 et 0,58 kg par 10 kg de pommes de terre après six mois de stockage ( $p > 0,05$ ). Par contre, des différences variétales apparaissent de nouveau, Charlotte et Ditta perdant significativement plus de poids au stockage que les autres variétés testées, respectivement 0,82 et 0,79 kg par 10 kg après six mois de stockage ( $p < 0,001$ ).

### Développement de la gale argentée au stockage

Le produit antigerme utilisé pour le stockage n'a pas eu d'effet sur le développement de la gale argentée, que ce soit sur le pourcentage de tubercules infectés ou sur l'indice d'infection ( $p > 0,05$ ). En revanche, des différences de sensibilité entre variétés ont été décelées. Après six mois de stockage, deux groupes de variétés apparaissent clairement ( $p < 0,001$ ; fig. 7): un groupe de variétés très sensibles (Charlotte, Ditta, Gourmandine et Lady Felicia) dont le pourcentage de tubercules infectés se situe entre 94 et 99% et un groupe de variétés moins sensibles, avec Amandine et Victoria dont le pourcentage de tubercules infectés atteint respectivement 71 et 76%.

### Impact des traitements sur le goût des pommes de terre

Les pommes de terre traitées au CIPC ont obtenu une meilleure appréciation générale en ce qui concerne leur goût ( $p < 0,05$ ), mais les différences entre les deux traitements sont relativement faibles (fig. 8). Le goût sucré est peu perceptible dans les échantillons stockés sous éthylène et CIPC (fig. 8). Toutefois, celui-ci est plus marqué dans les échantillons stockés sous éthylène ( $p < 0,01$ ), surtout dans ceux collectés durant la saison 2012–2013. ➤



**Figure 6** | Evolution du pourcentage de tubercules germés après déstockage selon la variété (saison de stockage 2013–2014).

Les différences sont plus marquées entre variétés (fig. 9). Des faux goûts sont fréquemment décelés chez la variété Gourmandine ( $p < 0,01$ ), tandis que la variété Ditta exprime plus fortement le goût sucré ( $p < 0,001$ ).

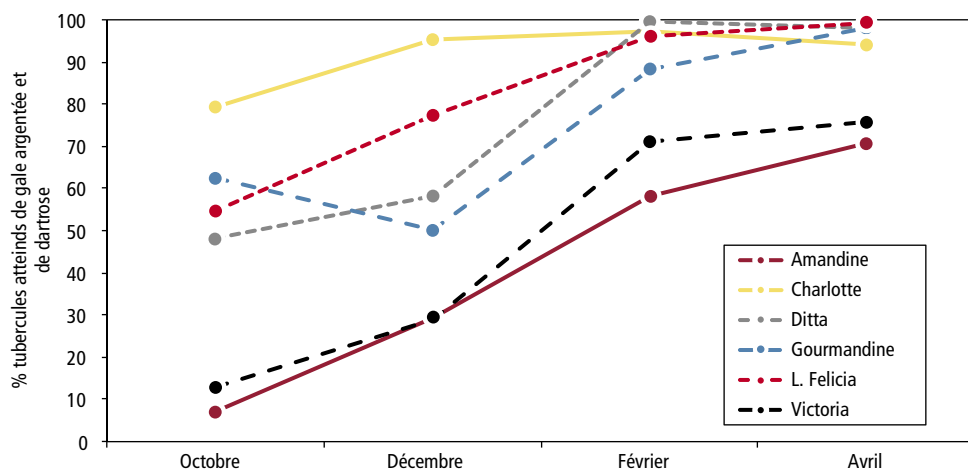
#### Effet des traitements antigermes sur le brunissement à la friture

On observe une coloration importante des chips dès la première observation (19 octobre), avec des notes allant de 4 pour la variété Amandine à 6,5 pour la variété Victoria. On considère habituellement que la coloration est bonne (chips claires) si la note est supérieure à 7. Ces valeurs particulièrement faibles sont dues aux basses températures de stockage: en moyenne 9 °C le 19 octobre, 4,5 °C le 20 décembre, 4,4 °C le 15 février et 5,5 °C le 5 avril. En effet, le stock-

age à basse température a tendance à favoriser la production de sucres réducteurs (Rousselle *et al.* 1996).

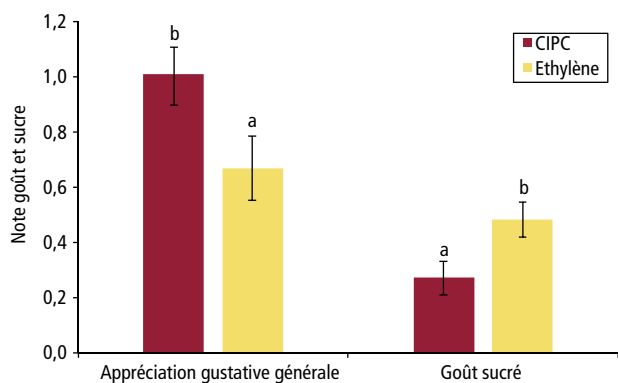
La variété Victoria présente des meilleurs résultats que les autres variétés ( $p < 0,05$  pour l'ensemble des dates d'observation), sauf pour la seconde observation (16 décembre) où les colorations obtenues avec Victoria sont comparables à celles de Charlotte (fig. 10).

La comparaison des notes de coloration des chips obtenues avec les deux procédés antigermes montre que les valeurs obtenues sont très proches et que la différence s'atténue au cours du stockage. En effet, le 16 décembre, une différence significative est observée, avec des chips en moyenne plus claires pour un stockage au CIPC ( $p < 0,05$ ), le 15 février cette différence est très faible ( $p = 0,04$ ) et elle disparaît le 5 avril ( $p > 0,05$ ).



**Figure 7** | Evolution du pourcentage de tubercules présentant des symptômes de dartrose et/ou de gale argentée pour chacune des variétés testées.





**Figure 8** | Appréciation générale du goût et expression du goût sucré des pommes de terre stockées sous éthylène et sous CIPC.

## Discussion

Les deux méthodes assurent un bon contrôle de la germination durant le stockage. L'effet persistant du CIPC s'explique par la présence de quantités infimes de résidus de CIPC dans les pommes de terre après le stockage (Ezeziel et Singh 2008). Ces résidus continuent à jouer un rôle dans la maîtrise de la germination même après la sortie des frigos. Nos essais ont démontré que l'effet antigermes de l'éthylène était moins durable après le déstockage des pommes de terre. Composé très volatile, l'éthylène ne reste pas au sein des tubercules et perd toute action antigermes après le déstockage des pommes de terre.

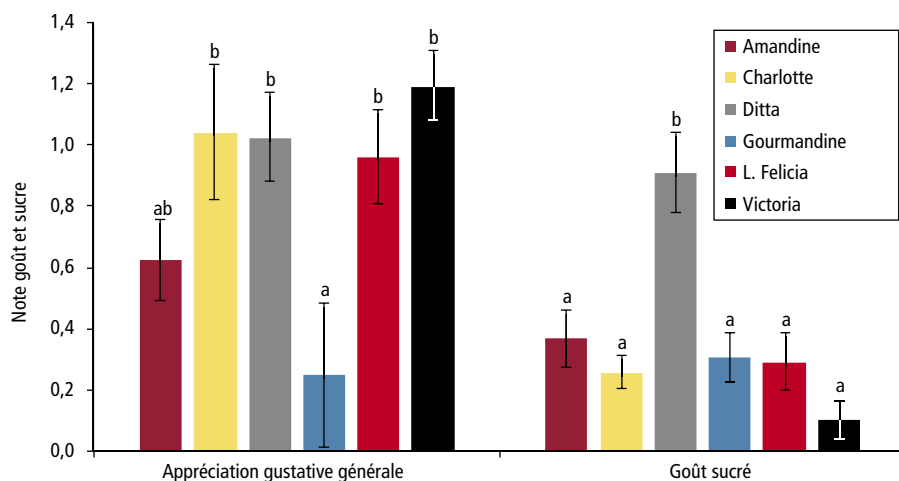
La perte de poids a été identique pour les deux méthodes antigermes testées. L'éthylène accélère la respiration des pommes de terre (Reid et Pratt 1972). Cela aurait pu provoquer une perte de poids accélérée due à une consommation accrue d'eau et à l'émission massive

de gaz carbonique. Il est probable qu'aucune perte de poids significative n'a été observée car les pommes de terre étaient stockées à basse température, ce qui a contribué à ralentir l'activité métabolique des tubercules et donc leur respiration.



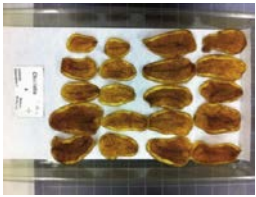

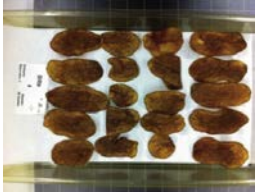







Selon les résultats du test de friture, il semblerait qu'un stockage sous éthylène n'accélère par significativement la production de sucres réducteurs. On veillera toutefois à être prudent dans l'interprétation de ce résultat. En effet, l'éthylène est une hormone végétale naturelle connue pour accélérer le vieillissement (Latche et al. 1995). De plus, le vieillissement d'un tubercule de pomme de terre engendre la production de sucres réducteurs (Rousselle et al. 1996). C'est pourquoi, l'éthylène a tendance à accélérer la production de sucres réducteurs au sein du tubercule ainsi que l'apparition de brunissements non désirés à la friture (Daniels-Lake et al. 2007; Daniels-Lake et al. 2005; Prange et al. 2005). Cette information semble confirmée par les résultats des dégustations, qui montrent un goût sucré légèrement plus fort pour les pommes de terre stockées sous éthylène. Il est possible qu'aucune différence de brunissement entre les procédés n'ait pu être observée en raison des températures très basses de stockage (entre 4 et 5 °C) qui ont favorisé le développement généralisé de brunissements à la friture (voir fig. 10).

Ni le CIPC ni l'éthylène ne permettent de limiter le développement des symptômes de gale argentée et de dartoise. L'application d'éthylène ne semble donc pas être un outil efficace pour contrôler cette maladie qui peut se développer rapidement en cours de stockage (INRA et al. 2008; Radtke et Rieckmann 1991).

Le CIPC est connu pour ne pas altérer le goût des pommes de terre (Boylston et al. 2001), tandis que les



**Figure 9** | Appréciation générale du goût et expression du goût sucré pour les six variétés de pommes de terre testées.

Variété\Procédé	Restrain®	CIPC
Amandine		
Charlotte		
Ditta		
Gourmandine		
Lady Felicia		
Victoria		

**Figure 10** | Exemple de photos prises après le test de friture. Les échantillons proviennent de deux frigos à Zollikofen et ont été prélevés le 16 décembre 2011 (Photo: Roger Wüthrich)

échantillons stockés sous éthylène présentent plus de faux goûts que les pommes de terre stockées sous CIPC. Toutefois, cette différence est très peu marquée et ne disqualifie pas l'utilisation de l'éthylène pour le stockage des pommes de terre destinées au marché du frais.

## Conclusions

Au vu des résultats obtenus, les deux méthodes de stockages testées présentent des effets comparables sur le stockage des pommes de terre de consommation desti-

nées au marché du frais. En raison du risque accentué de brunissement pour les pommes de terre stockées sous atmosphère enrichie en éthylène, il est déconseillé d'utiliser ce produit pour le stockage des pommes de terre industrielles destinées à la transformation en frites ou en chips. ■

### Remerciements

Les auteurs remercient fenaco qui a contribué au financement de cette étude.

## Riassunto

### Confronto tra etilene e clorprofam per lo stoccaggio delle patate

Il CIPC (o clorprofam) è il prodotto più utilizzato per controllare la germinazione delle patate durante l'immagazzinamento. In Svizzera è recentemente comparsa una nuova tecnica di stoccaggio in atmosfera arricchita di etilene (procedimento Restrain®). In Svizzera, l'efficacia di questi due metodi è stata confrontata, nel corso di tre stagioni di stoccaggio, su sei varietà di patate conservate all'interno di diversi frigoriferi commerciali. I due metodi presentano effetti equiparabili. Entrambi assicurano un buon controllo della germinazione durante lo stoccaggio e comportano perdite di peso di simile entità. Il test di frittura non ha permesso di determinare se l'etilene accelera la produzione di zuccheri riduttori, in quanto i campioni sono stati conservati a bassa temperatura (tra 4 e 5 °C), con conseguente imbrunimento generalizzato dei campioni. Tuttavia, è stato rinvenuto più spesso un gusto zuccherato degustando le patate immagazzinate sotto etilene, dato che indica un rischio di accumulo di zuccheri insito in questa procedura. Tale metodo è pertanto sconsigliato per le patate destinate alla trasformazione in patatine imbustate o in patatine fritte. Le degustazioni dei campioni hanno altresì permesso di rilevare una leggerissima alterazione del gusto delle patate immagazzinate sotto etilene, tuttavia la differenza rispetto ai campioni immagazzinati sotto CIPC è minima. Infine, né il CIPC né l'etilene consentono di limitare lo sviluppo dei sintomi di scabbia argentea e di *Colletotrichum*, che si sono diffusi molto rapidamente durante lo stoccaggio fino ad attaccare i tuberi a livelli importanti.

#### Bibliographie

- Boylston T. D., Powers J. R., Weller K. M. & Yang J., 2001. Comparison of sensory differences of stored Russet Burbank potatoes treated with CIPC and alternative sprout inhibitors. *American Journal of Potato Research* **78** (2), 99–107.
- Campbell M. A., Gleichsner A., Alsbury R., Horvath D. & Suttle J., 2010. The sprout inhibitors chlorpropham and 1,4-dimethylnaphthalene elicit different transcriptional profiles and do not suppress growth through a prolongation of the dormant state. *Plant Molecular Biology* **73** (1–2), 181–189.
- Daniels-Lake B. J., Pruski K. & Prange R. K., 2011. Using Ethylene Gas and Chlorpropham Potato Sprout Inhibitors Together. *Potato Research* **54** (3), 223–236.
- Daniels-Lake B. J., Prange R. K., Kalt W. & Walsh J. R., 2007. Methods to Minimize the Effect of Ethylene Sprout Inhibitor on Potato Fry Colour. *Potato Research* **49**, 303–326.
- Daniels-Lake B. J., Prange R. K., Nowak J., Asiedu S. K. & Walsh J. R., 2005. Sprout development and processing quality changes in potato tubers stored under ethylene: 1. Effects of ethylene concentration. *American Journal of Potato Research* **82** (5), 389–397.
- Ezekiel R. & Singh B., 2008. Effect of Cooking and Processing on CIPC Residue, Concentrations in Potatoes and Processed Potato Products. *Potato Research* **50**, 175–184.
- Green A., 2009. *Pesticide Properties DataBase (PPDB)*. University of Hertfordshire. Accès: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/index2.htm> [15.01.2015]
- INRA, SPV, CNIPT & GIPT, 2008. Guide Pratique des Maladies, Ravageurs et Désordres de la Pomme de Terre. INRA 192 p.
- Kleinkopf G. E., Oberg N. A. & Olsen N. L., 2003. Sprout inhibition in storage: Current status, new chemistries and natural compounds. *American Journal of Potato Research* **80** (5), 317–327.

## Summary

### Comparison of ethylene and chlorpropham for potato storage

CIPC (or chlorpropham) is the most commonly used product for controlling potato sprouting during storage. A new technique involving storage in an ethylene-enriched atmosphere (the Restrain® process) has been recently implemented in Switzerland. The efficacy of these two methods was compared in Switzerland during three storage seasons over six potato varieties stored in different commercial storage facilities. The two methods produce comparable effects: both ensure good control of sprouting during storage and lead to comparable weight losses. The frying test did not reveal whether ethylene hastens the production of reducing sugars, since the samples were stored at low temperature (between 4 and 5 °C), which resulted in their generalised crisps' browning. Nevertheless, a sweet taste was more frequently detected in tastings of potatoes stored under ethylene, indicating a risk of sugar accumulation for this treatment. Consequently, this method is not recommended for potatoes intended for processing into crisps or French fries. Tastings of the samples have also revealed a very slight change in the taste of potatoes stored in an ethylene atmosphere, although the difference compared to the samples stored under CIPC is minimal. Lastly, neither CIPC or ethylene is capable of limiting the development of symptoms of silver scurf and black dot. Symptoms of both fungi developed very rapidly during storage, with significant levels of infestation being reached at the end of the storage period.

**Key words:** potato, storage, CIPC, chlorpropham, ethylene.

- Kleinkopf G. E., Brandt T. L., Frazier M. J. & Moller G., 1997. CIPC residues on stored Russet Burbank potatoes. 1. Maximum label application. *American Potato Journal* **74** (2), 107–117.
- Latche A., Ayub R., Martinez G., Guis M., Ben Amor M., Rombaldi C., Pech J.C. & Bouzayem M., 1995. Biosynthèse et mode d'action de l'hormone végétale éthylène. *Fruits* **50** (5), 379–396.
- Lentza-Rizos C. & Balokas A., 2001. Residue levels of chlorpropham in individual tubers and composite samples of postharvest-treated potatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49** (2), 710–714.
- Noël S., Huyghebaert B., Weickmans B. & Pigeon O., 2005. Bilan de l'étude de l'hétérogénéité de l'application des traitements anti-germinatifs au chlorprophame (CIPC) sur pommes de terre. I: Journée d'étude Pomme de terre (CRA-W éd.), Gembloux.
- Prange R. K., Daniels-Lake B. J., Jeong J. C. & Binns M., 2005. Effects of ethylene and 1-methylcyclopropene on potato tuber sprout control and fry color. *American Journal of Potato Research* **82** (2), 123–128.
- Radtke W. & Rieckmann W., 1991. Maladies et ravageurs de la pomme de terre, 168 p.
- Reid M. S. & Pratt H. K., 1972. Effects of ethylene on potato tuber respiration. *Plant Physiology* **49** (2), 252–255.
- Rousselle P., Robert Y. & Crosnier J. C., 1996. La pomme de terre. INRA, Paris. 606 p.
- Singh B. & Ezekiel R., 2010. Isopropyl N-(3-chlorophenyl) Carbamate (CIPC) Residues in Potatoes Stored in Commercial Cold Stores in India. *Potato Research* **53** (2), 111–120.