



Lumière pulsée :  
Technologie innovante  
pour des fruits et légumes  
à haute valeur ajoutée

PPTQ – Aliments Baril Inc.

Projet CRSNG-ICC6

Michaela Skulinova, Ph. D.

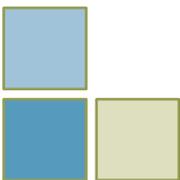
N° de projet : RAP-RA0030018

**CINTECH**  
AGROALIMENTAIRE



Les Producteurs  
de pommes de terre  
du Québec

9 juillet 2021



## CONTEXTE

---

- PPTQ : regroupement de plus de 300 producteurs
- Transformateur participant : Aliments Baril
- Problématique :
  - Élimination du métabisulfite de sodium ( $\text{SO}_2$ ) dans des pommes de terre prépelées
    - $\text{SO}_2$  : un des 10 allergènes prioritaires au Canada

Élimination du SO<sub>2</sub> dans des pommes de terre prépelées en utilisant :

- la lumière pulsée
- des approches complémentaires

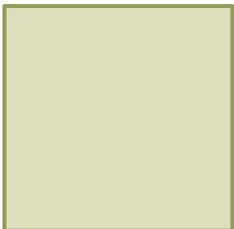
1. Diminuer le brunissement des pommes de terre prépelées (objectif de 7 jours) :

- Inhiber/arrêter la réaction enzymatique : l'oxydation des polyphénols (substrats) catalysée par l'enzyme polyphénol oxydase (PPO)

2. Développer un procédé d'assainissement



# Lumière pulsée



- Remplacement du trempage dans le métabisulfite de sodium par un **traitement à la lumière pulsée**
  - Évaluation du brunissement
  - Évaluation microbiologique
  - Emballage MAP

# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT

## Brunissement enzymatique

Traitements à la LP – **Pommes de terre K est plus blanche que contrôle rincé, après 7 jours d'entreposage à 3 °C**



*LP-240 nm cut-off  
pendant 1s*

Selon la longueur d'ondes sélectionnée :

- Brunissement supprimé jusqu'à 7 jours en utilisant des prétraitements suivis par traitement
- En ciblant des pommes de terre fraîchement coupées et non des pommes de terre sulfitées

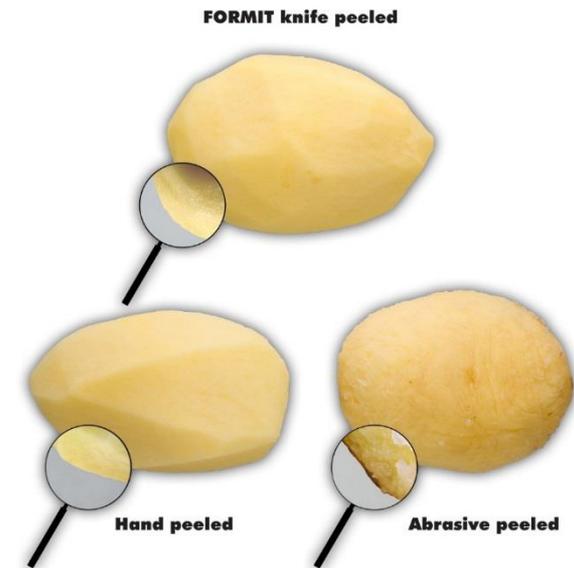
# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT (suite)

L'ensemble du procédé est en cours de réévaluation :

- Entreposage à température contrôlée
- Méthode de pelage
- Rinçage suite au pelage
- Traitements par LP/LC
- Entreposage des pommes de terre crues PAM



*Pommes de terre non rincées (à gauche) vs rincées (à droite)  
après 7 jours*



*Comparaison de pelage*

# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT (suite)

1<sup>re</sup> étape :      Rinçage + UV > Rinçage > Contrôle non rincé

7 jours



2<sup>e</sup> étape :      Développement d'un procédé d'assainissement

# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT (suite)

## Rondelles de pommes de terre à l'échelle labo

Après 7 jours



*Traitement par la lumière pulsée pendant 2s (au total pour les deux côtés);  
entreposage avant le traitement à 7 °C, après le traitement à 4 °C*

# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT (suite)

Convoyeur – cubes de pommes de terre à l'échelle pilote

Après 7 jours

Contrôle



Échantillon traité



Traitement par la lumière pulsée sur le convoyeur pendant 5 secondes;  
entreposage avant le traitement à 7 °C, après le traitement à 4 °C.

# LUMIÈRE PULSÉE – BRUNISSEMENT (suite)

Convoyeur – pommes de terre entières à l'échelle pilote

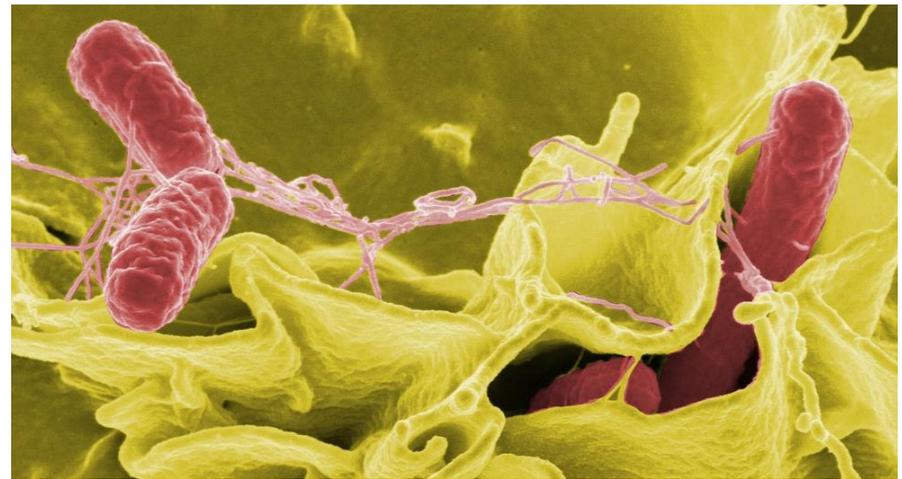
Après 7 jours



Traitement par la lumière pulsée sur le convoyeur pendant 5 secondes  
(au total pour les deux côtés);  
entreposage avant le traitement à 7 °C, après le traitement à 4 °C.

# LUMIÈRE PULSÉE - ASSAINISSEMENT

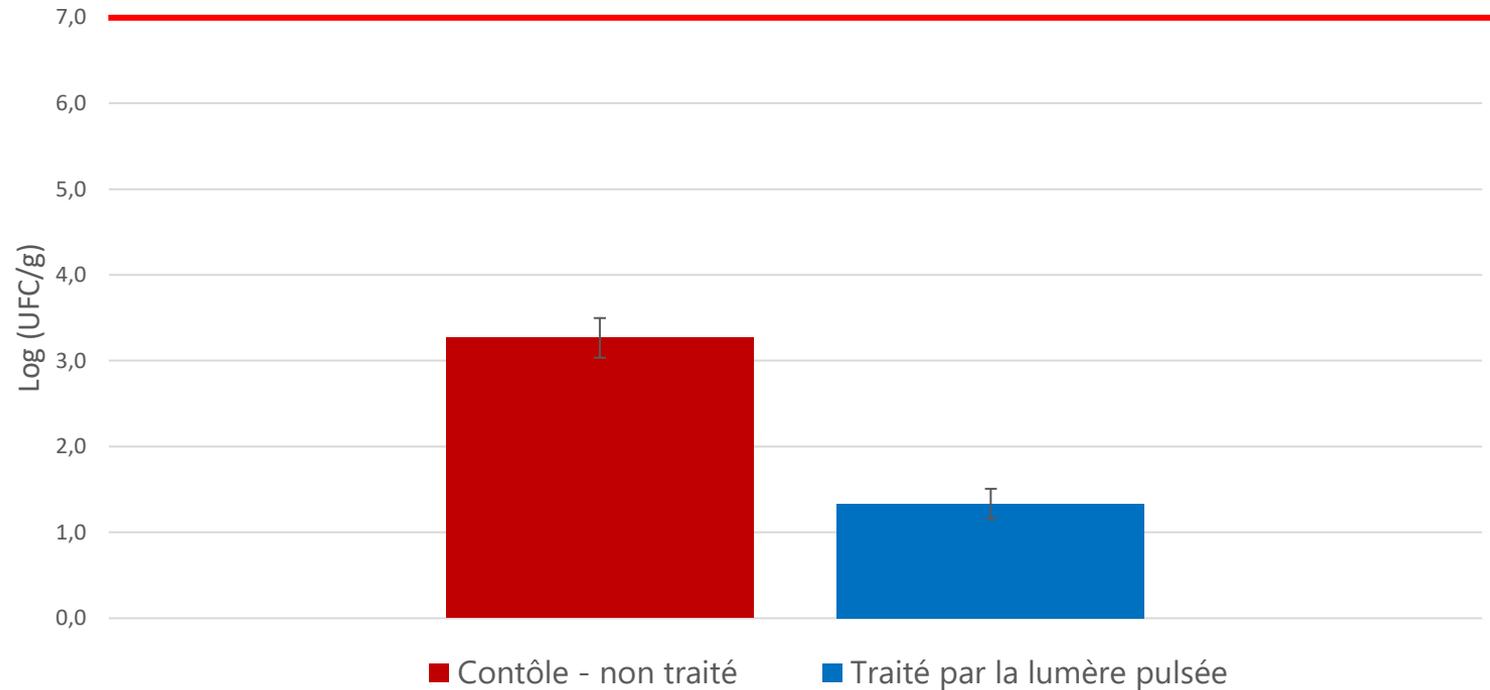
- En employant des UVs aux longueurs d'ondes germicides ( $< 260$  nm)
- En utilisant la même procédure que pour une suppression du brunissement
- En ciblant une réduction de la charge microbienne de 2 log (point de départ: 5-7 log)



*Salmonelle sp.*

# LUMIÈRE PULSÉE – ASSAINISSEMENT (suite)

## Réduction des bactéries mésophiles aérobies par le traitement de la lumière pulsée (N = 3)



- Résultats préliminaires : réduction de la charge microbienne par 2 log

## Lumière pulsée + Atmosphère modifiée (niveau d'oxygène plus bas)

- Faible augmentation du brunissement des zones traitées à la lumière pulsée après 24 h
- Traitement d'assainissement à la lumière pulsée
- Possibilité de traiter le produit une fois emballé (rondelles) OU avant l'emballage (rondelles)

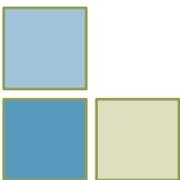
*24 heures après les traitements...*



*Emballé à l'air ambiante, entreposé @ 4 °C*



*Emballé à MAP + flashée, entreposé @ 4 °C*



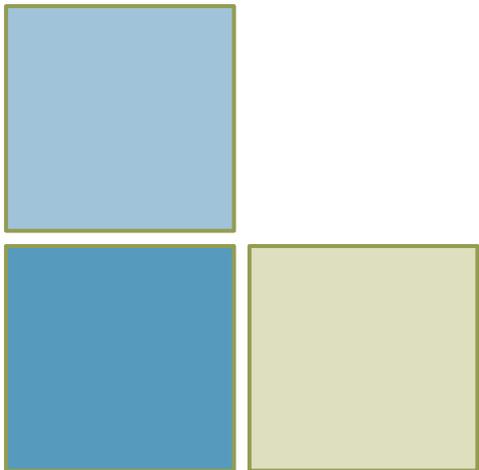
# LUMIÈRE PULSÉE - CONCLUSIONS

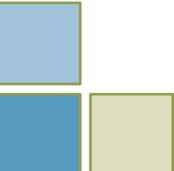
---

- La couleur finale de pommes de terre traitées à la LP ressemble à la couleur des pommes de terre fraîchement coupées.
- La réduction de la charge microbienne est environ 2 log.



Approche complémentaire :  
chlorhydrate de L-cystéine -  
trempage





# L-CYSTÉINE

---

- Trempage dans une solution de **chlorhydrate de L-cystéine** ( $\leq 1\%$ ) au lieu de  $\text{SO}_2$  ( $\approx 1,5\%$ ).
  - Évaluation du brunissement (pelage au couteau / par abrasion)
  - Évaluation sensorielle
  - Évaluation microbiologique
  - Méthode du contrôle de la qualité de la solution du trempage – développée sur mesure à l'interne
  - Pulvérisation; emballage MAP

# L-CYSTÉINE – TREMPAGE – BRUNISSEMENT

## PELAGE AU COUTEAU (sac non-perforé)

*Cubes de pommes de terre  
Trepés dans la L-cystéine  
(après 7 jours @ <4 °C)*



Contrôle – pommes de terre nature



0,02 % - 60s



Contrôle (sulfitées)



0,1 % - 30s

# L-CYSTÉINE – TREMPAGE – BRUNISSEMENT (suite)

## PELAGE PAR ABRASION (sacs non-perforés)

Cubes de pommes de terre :  
Trempés dans la L-cystéine  
(après 7 jours @ <4 °C)

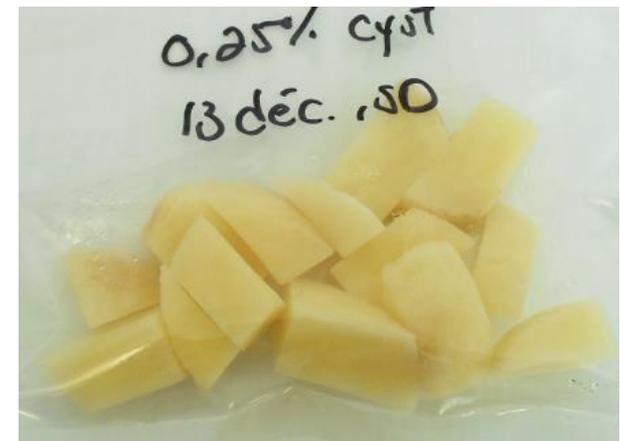


Contrôle  
(1,5% du métabisulfite – 30s)

0,4% L-cystéine - 30s



Contrôle (lavage à l'eau) – 5 minutes

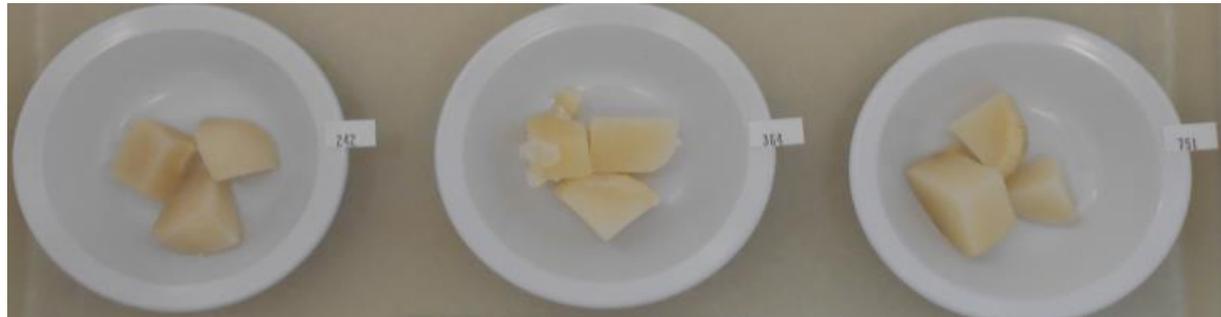


0,25 % L-cystéine - 5 minutes

# L-CYSTÉINE - ÉVALUATION SENSORIELLE

## CUBES BOUILLIS

6 jours @ <4 °C

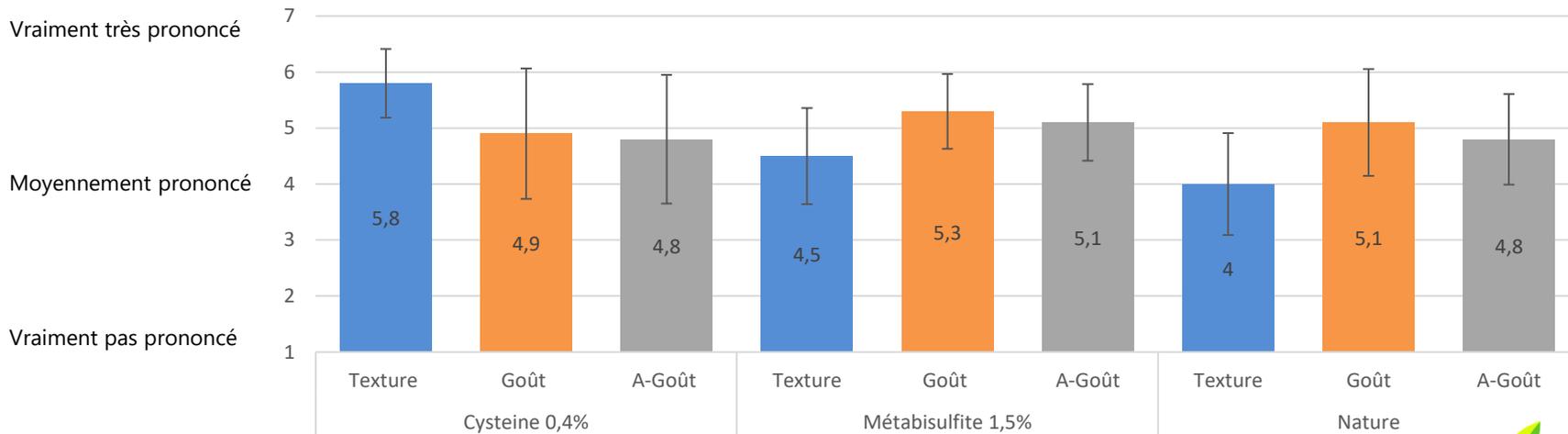


0,4 % L-CYS (30s)  
(6 jours)

1,5 % Métabisulfite (30s)  
(6 jours)

P de T nature  
(0 jours)

À quel point trouvez-vous la texture/goût/arrière-goût de ces prototypes correspondent à la texture/goût/arrière-goût de pomme de terre bouillie?



# L-CYSTÉINE - ÉVALUATION SENSORIELLE (suite)

## FRITES

6 jours @ <4 °C

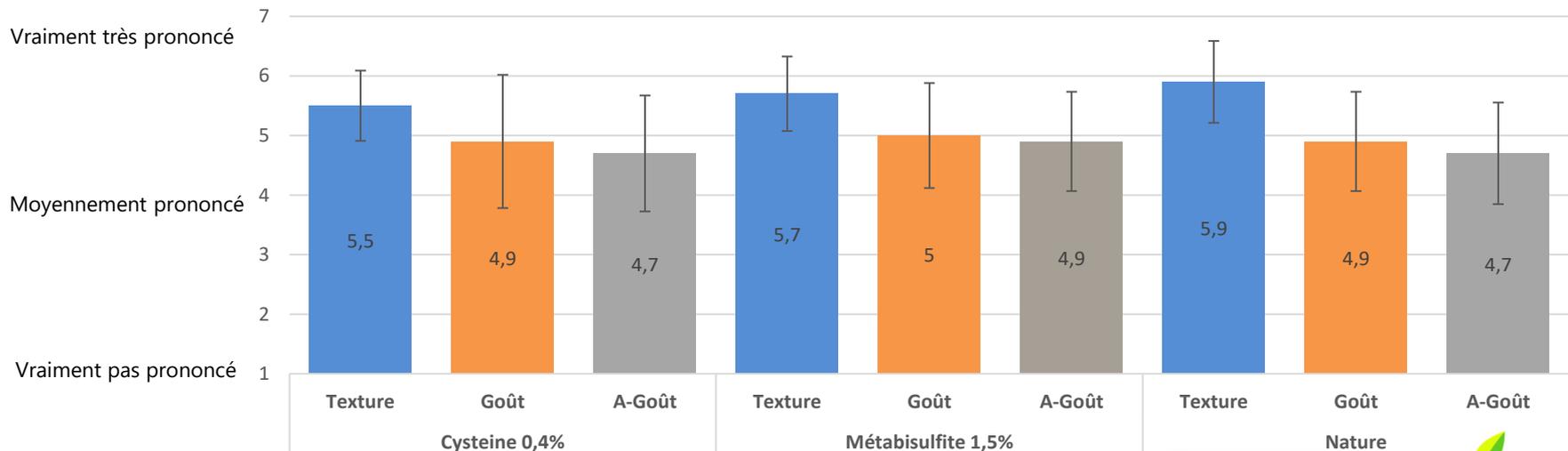


0,4 % L-CYS (30s)  
(6 jours)

1,5 % Métabisulfite (30s)  
(6 jours)

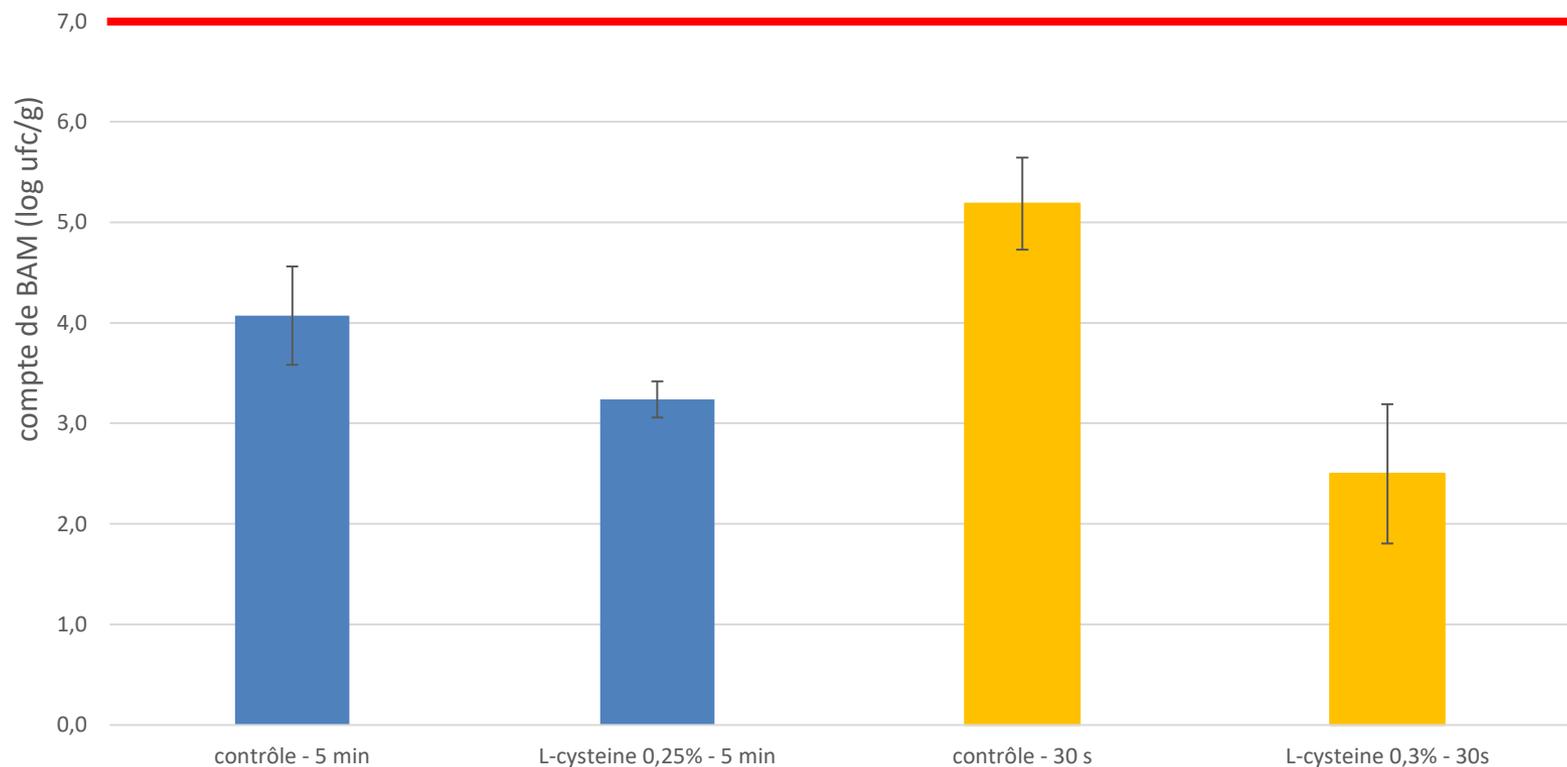
P de T nature  
(0 jours)

À quel point trouvez-vous la texture/goût/arrière-goût de ces prototypes correspondent à la texture/goût/arrière-goût de frite?



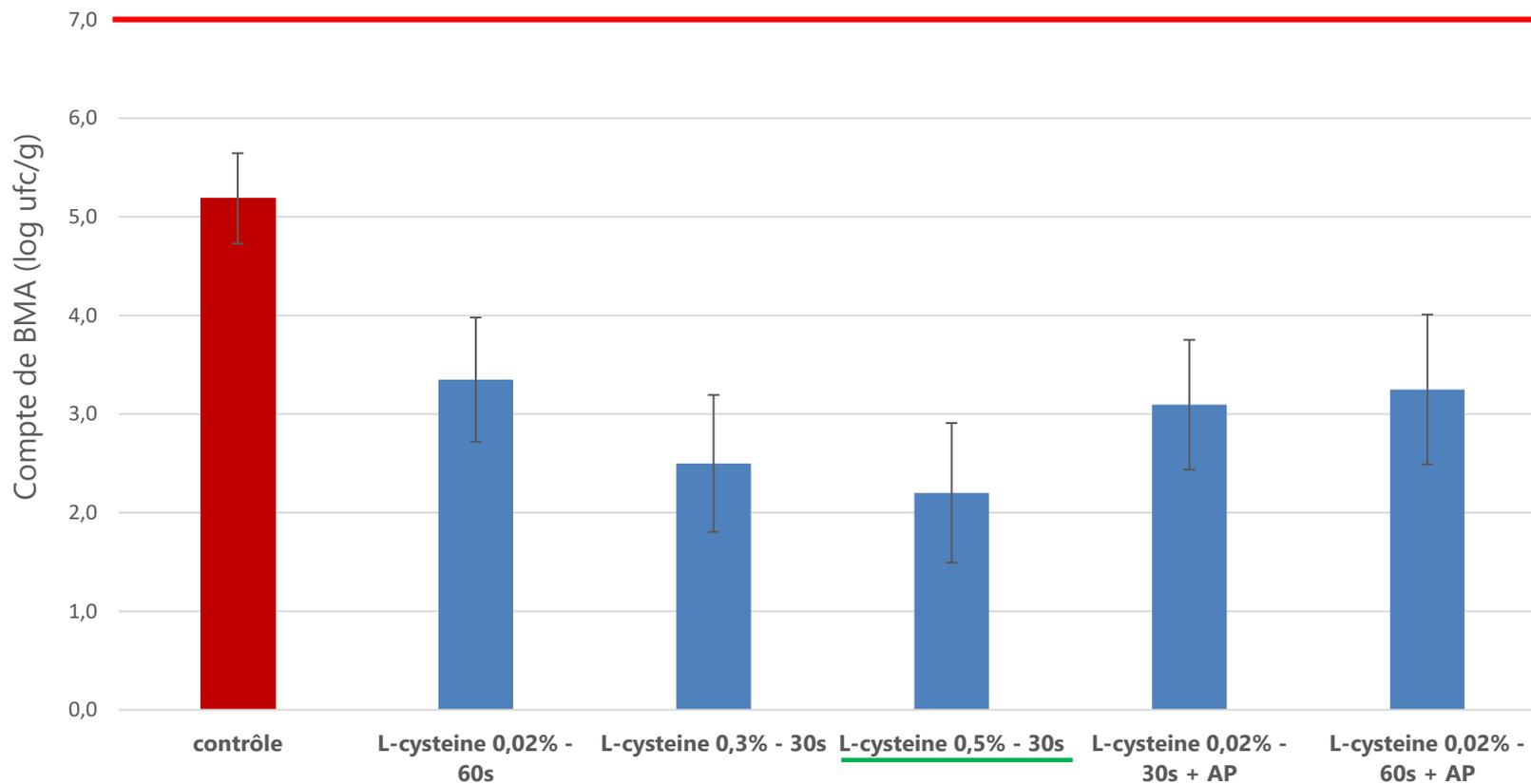
# L-CYSTÉINE - ASSAINISSEMENT

## Réduction de BAM (bactéries aérobies mésophiles) selon les traitements (7 jours @ <4 °C)



# L-CYSTÉINE – ASSAINISSEMENT (suite)

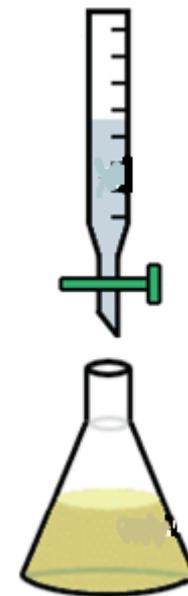
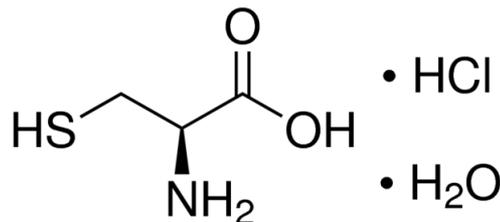
Réduction de BAM (bactéries aérobies mésophiles) selon les traitements (7 jours @ <4 °C), N=6



AP = Acide périacétique

# L-CYSTÉINE - CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

- Contrôle de la qualité de la solution de trempage (concentration de la L-cystéine) par titrage iodimétrique en milieu acide
- Méthode simple, rapide et facile à faire
- Développée sur mesure pour contrôler la concentration de la L-cystéine pendant les essais à l'interne
- Plage de détermination : 1,5–6,5 mM de chlorhydrate L-cystéine
- Écarts entre les répétitions:
  - 2,5 – 5,5 mM inférieurs à 10%
  - 1,5 – 2,4 mM et 5,6 – 6,5 mM inférieurs à 15%



# L-CYSTÉINE - CONTRÔLE QUALITÉ (suite)

## Recommandations ( $c_{L-cys \cdot HCl \cdot H_2O} = 0,25\%$ )

- Fréquence de détermination: 4 h
- Limites suggérées :

Limites	Opérationnelles	Critiques
Minimum	0,21 %	0,18 %
Maximum	0,29 %	0,35 %

## L-cystéine + Atmosphère modifiée (niveau d'oxygène plus bas)

- Faible augmentation du brunissement des zones trempées après 12 jours
- Concentration de la L-cystéine très basse
- Absence d'oxygène améliore considérablement les résultats

*12 jours après les traitements...*



*Emballée à l'air ambiante,  
entreposée @ 4 °C*

*Emballée à MAP,  
entreposée @ 4 °C*

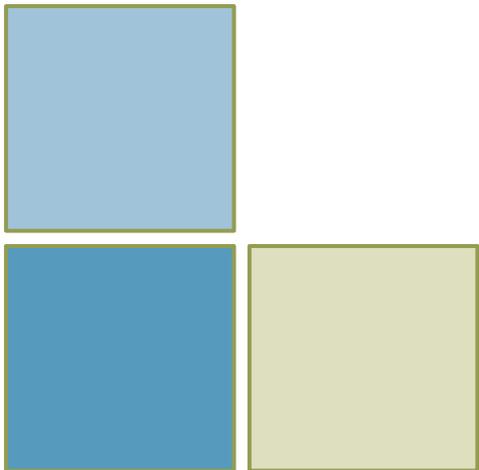
*L-cystéine 0,02%,  
emballée à MAP,  
entreposée @ 4 °C*

# L-CYSTÉINE - CONCLUSIONS

- La concentration de L-cystéine·HCL utilisée est **plus basse** par rapport à celle du métabisulfite
- Le goût évalué est favorable
- Un ajout simple au procédé dans l'usine
- Déjà approuvée par Santé Canada (additif alimentaire)
- La couleur du produit ressemble davantage à celle des pommes de terre fraîchement coupées qu'à celle des pommes de terre sulfitées.
- **Non-allergène** → **de nouveaux marchés peuvent s'ouvrir**



Approche complémentaire :  
chlorhydrate de L-cystéine -  
pulvérisation



# PULVÉRISATION L-CYSTÉINE - BRUNISSEMENT

Échantillons après 7 jours d'entreposage @ 4°C

Concentration de la L-cystéine

a) 1,2% - 15 coups de spray

b) 2,4% - 7 coups de spray



Témoin

Sans lavage\_1,2% L-cys

Sans lavage\_2,4% L-cys

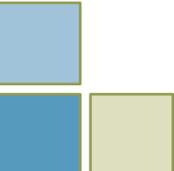
Sans lavage\_2,8% L-cys

# PULVÉRISATION L-CYSTÉINE – BRUNISSEMENT (suite)

- En utilisant l'atomiseur avec un pistolet électrique *AutoJet® Modular Spray System*
- Afin de réduire considérablement les coûts



L-cystéine pulvérisée : 0,2 % (gauche) vs 0,4 % (droite)  
Échantillons après 7 jours d'entreposage à < 4 °C



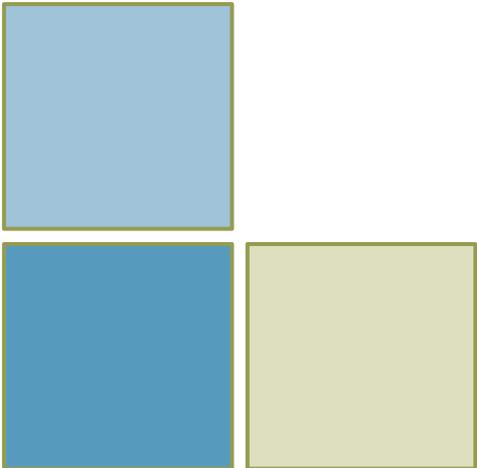
# PULVÉRISATION L-CYSTÉINE - CONCLUSIONS

---

- L'efficacité de la pulvérisation dépend en général de la qualité des pommes de terre.
- La couleur du produit ressemble davantage à celle des pommes de terre fraîchement coupées qu'à celle des pommes de terre sulfitées.



# Approche complémentaire : Érythorbate de sodium



# ÉRYTHORBATE DE SODIUM

- Remplacement du métabisulfite de sodium par **érythorbate de sodium** - concentrations similaires (0,5 - 6 %) à celles du métabisulfite ( $\approx 1,5$  %)
- Effet anti-brunissement comparable au métabisulfite et efficace indépendamment du pH
- pH neutre (6,8-7,2) sans influencer le goût
- Évaluation du brunissement après 7 jour d'entreposage @ 4°C
- Évaluation sensorielle

# ÉRYTHORBATE DE SODIUM - BRUNISSEMENT

## Échelle pilote

### Pommes de terre entières

- Pelage par abrasion;
- Trempage dans de l'érythorbate de sodium (après 7 jours @ <4 °C);
- Sac d'emballage sans trous

**Contrôle**  
**1,5% métabisulfite**

**6% d'érythorbate de sodium**

**5% d'érythorbate de sodium**

**4% d'érythorbate de sodium**



## ÉRYTHORBATE DE SODIUM - ÉVALUATION CONSO PRÉLIMINAIRE

- Évaluation du goût et couleur des pommes de terre trempées, entreposées dans le frigo @  $<4^{\circ}\text{C}$  pendant 3 jours et cuites



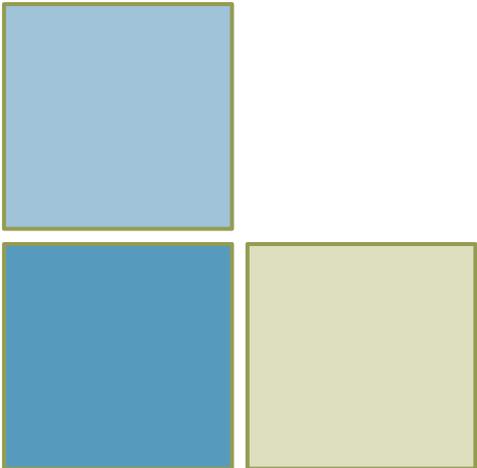
- 6% - goût peu satisfaisant (négativement prononcé)
- 4% - couleur peu satisfaisant (trop de taches brunâtres)
- 5% - goût et couleur acceptable par rapport de métabisulfite

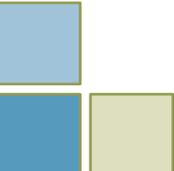
# ÉRYTHORBATE DE SODIUM- CONCLUSION

- Concentration élevée (5%-6%) par rapport au métabisulfite ( $\approx 1,5\%$ )
- Couleur de pommes de terre avec érythorbate ressemble plus à la couleur de pommes de terre fraîchement coupées (pas d'effet blanchissant)
- À 6%: goût de pommes de terre négativement prononcé
- Non-allergène
- Approuvé au Canada (pour aliment non-normalisés avec une limite selon bonnes pratiques industrielles)



# Conclusion





# CONCLUSION

---

- **Lumière pulsée**
  - Pommes de terre traitées à LP ressemble aux PdeT fraîchement coupées
  - Charge microbienne réduite par 2 log
- **Approches complémentaires**
  - L-cystéine
    - Pommes de terre traitées à la L-cystéine ressemblent aux pommes de terre fraîchement coupées
    - Goût favorable
    - Réduction de la charge microbienne par 1-2 log
    - Prolongation de la durée de vie avec emballage MAP
    - Potentiel de transfert technologique possible
  - Érythorbate de sodium
    - Pommes de terre traitées ressemblent aux pommes de terre fraîchement coupées
    - Goût moins bon (à certaines concentrations)