



Agriculture and  
Agri-Food Canada

Agriculture et  
Agroalimentaire Canada



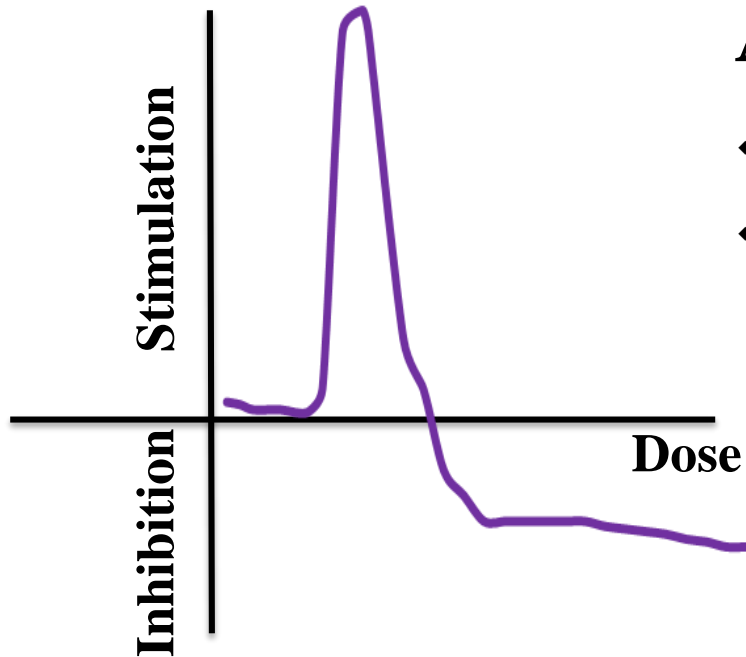
# Hormèse UV-C : Potentiel et automatisatisation

Marie Thérèse Charles, Ph.D.  
Benoît Lacasse, ing. M.Sc.

Canada

# Le phénomène de l'Hormèse

« ... *Un ensemble de réponses bénéfiques observé dans un système biologique exposé à de faibles niveaux d'un agent stressant* ».



## Agents stressants

- ❖ **Biotiques:** Microorganismes, Insectes, Herbivores
- ❖ **Abiotiques:**
  - Composés chimiques: Sels, Métaux lourds
  - Physiques: Température, Sécheresse, Lumière

➤ **UV-C**



# L'hormèse UV-C chez les plantes

## ❖ En postrécolte

- Doses: 0,125-9 kJ/m<sup>2</sup>
- Fréquence: unique

## ❖ Plantes en croissance

- Doses: 0,0123-0,85 kJ/m<sup>2</sup>
- Fréquence: 1- 4 fois/semaine
- Cumul des traitements: 0,2- 10 kJ/m<sup>2</sup>

## ❖ Espèces

## ❖ Cultivars

## ❖ Prévention de la photoréactivation

- **Respect d'une période de noirceur après traitement**

# Effets bénéfiques

## Postrécolte

- ❖ Contrôle des maladies
- ❖ Ralentissement de la sénescence
- ❖ Amélioration de la qualité

## Plantes en croissance

- ❖ Contrôle des maladies
- ❖ Contrôle des arthropodes

- ❖ *Amélioration de la qualité*
- ❖ *Ralentissement de la sénescence*

**Produits récoltés**

# Contrôle des maladies post-récolte

*Lu, Stevens et al., 1987- 2008*

## GAMMA, ELECTRON BEAM AND ULTRAVIOLET RADIATION ON CONTROL OF STORAGE ROTS AND QUALITY OF WALLA WALLA ONIONS

J. Y. LU, C. STEVENS, P. YAKUBU and P. A. LORETAN

*Food and Nutritional Science  
School of Agriculture and Home Economics  
and the Carver Research Foundation  
Tuskegee University  
Tuskegee, Alabama 36088*

AND  
D. EAKIN

### Nectarine

Sain



Malade

Control

4,8kJ/m<sup>2</sup>

### Fraise



Control

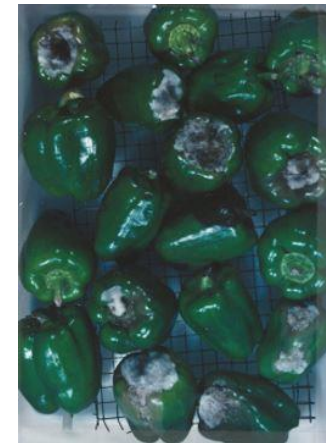


0,25kJ/m<sup>2</sup>



1kJ/m<sup>2</sup>

### Poivron



Control



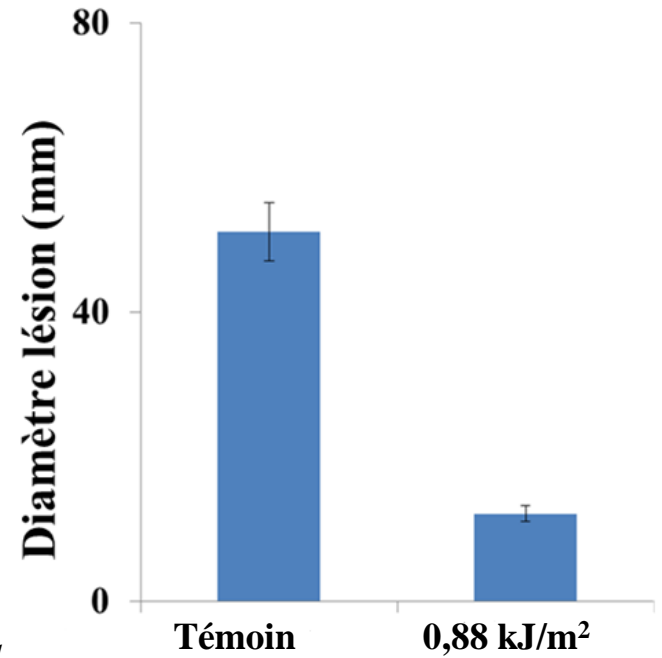
4,8kJ/m<sup>2</sup>

# Contrôle des maladies postrécolte

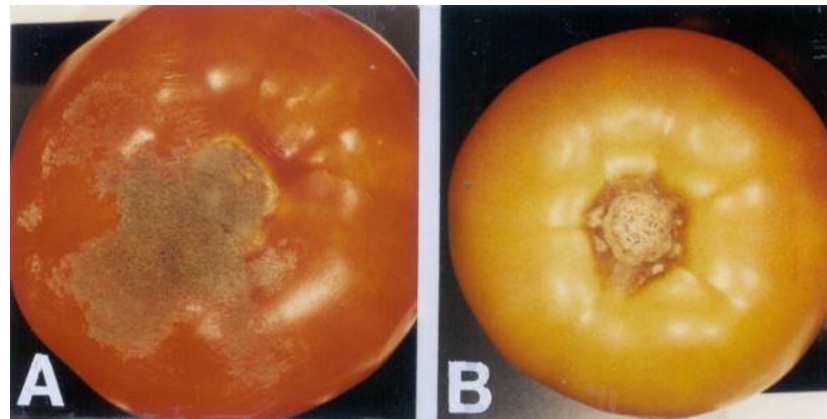


Témoin

0,88 kJ/m<sup>2</sup>



*Arul, Mercier et al. 2001*



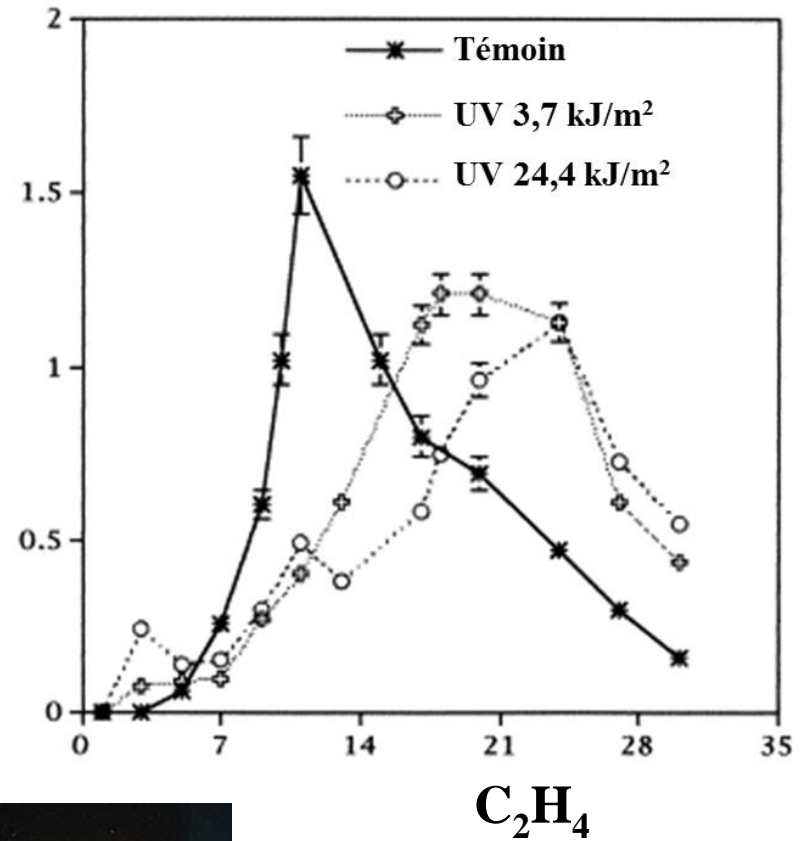
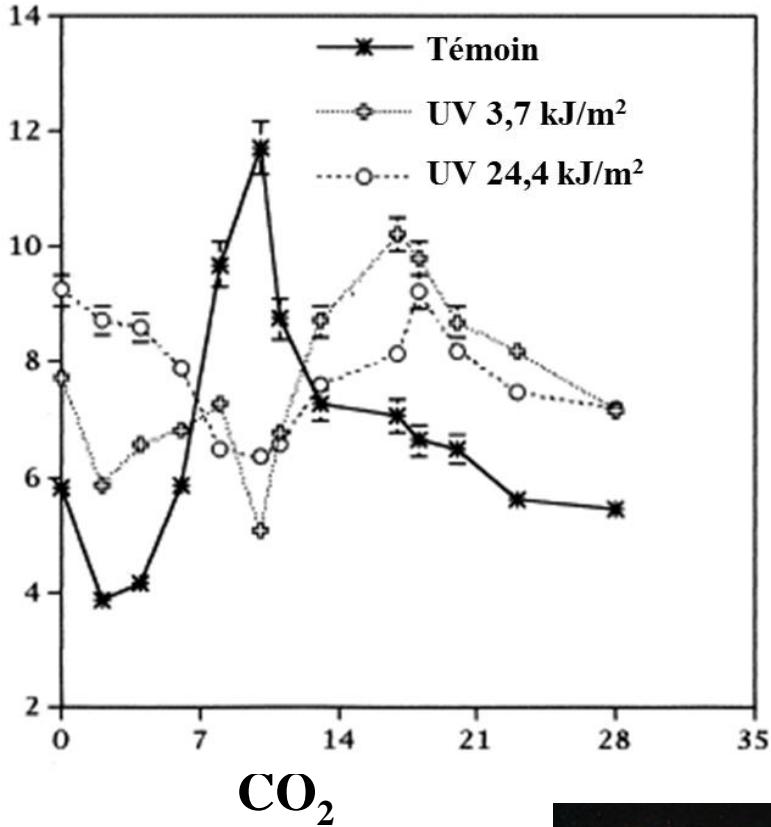
Témoin

3,7kJ/m<sup>2</sup>

*Charles et Arul 1998*

# Ralentissement de la maturation

*Maharaj et al., 1999*



# Contrôle des maladies - plantes en croissance

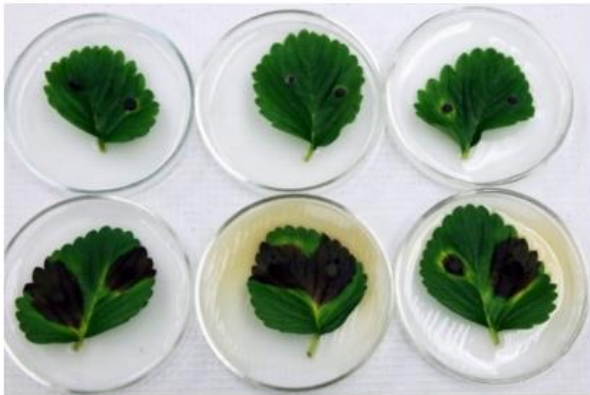
## Plusieurs études sur les champignons



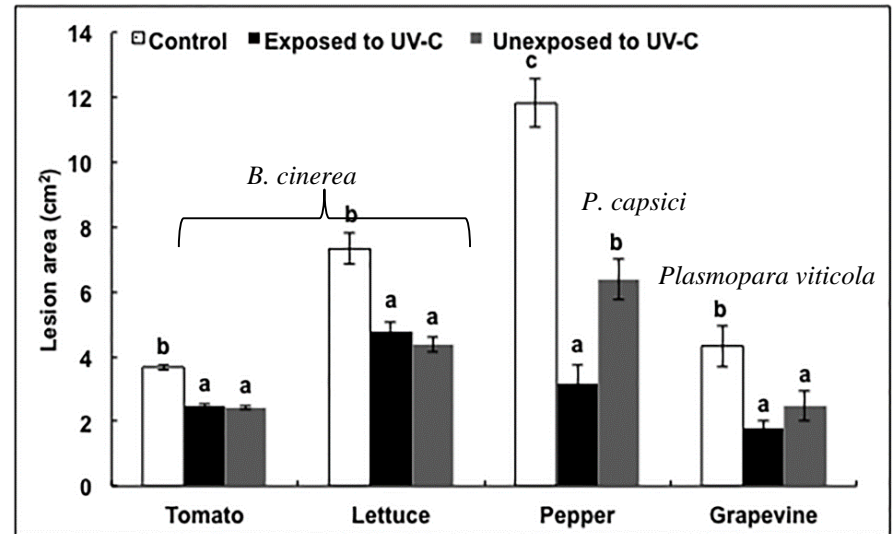
Janisiewick, et al. 2016; *Podosphaera aphanis*  
0,0125 J/m<sup>2</sup>



Charles, Xu et al, 2018; *Mycosphaerella fragariae*  
0,6 kJ/m<sup>2</sup>



Takeda et al., 2021; *Colletotrichum*  
15, 90, 135, 180 J/m<sup>2</sup>



Aarouf et Urban, 2020  
1 kW/m<sup>2</sup>



# Une seule étude sur une bactérie

## *Xanthomonas campestris* – tache bactérienne

Paris Island Cos (S)



Chief (S)



Little Gem (T)

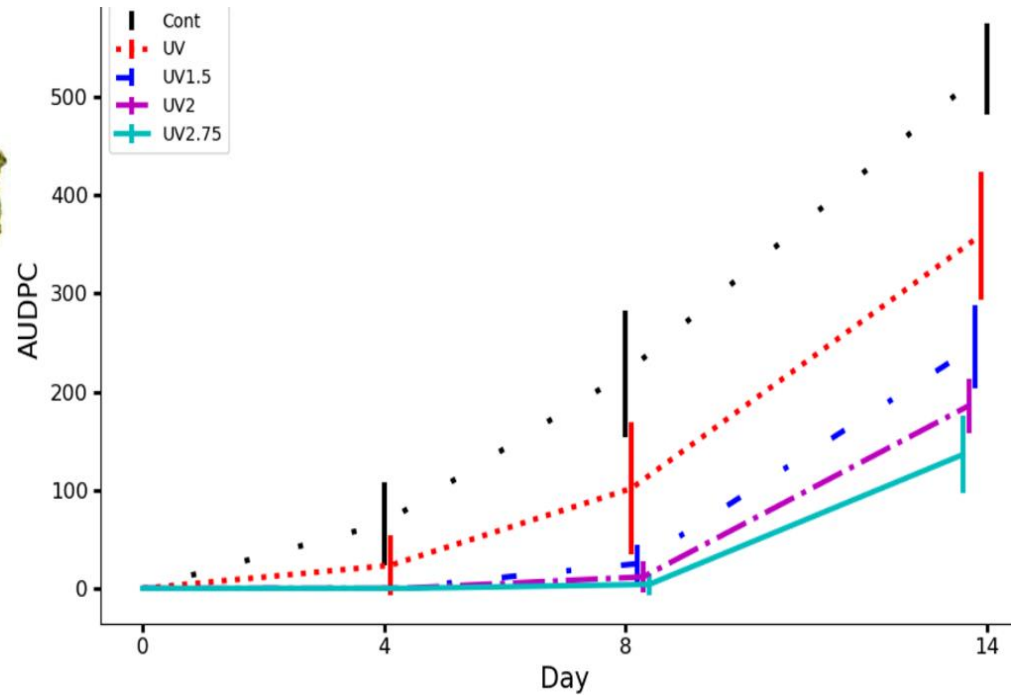


UV-C

Témoin

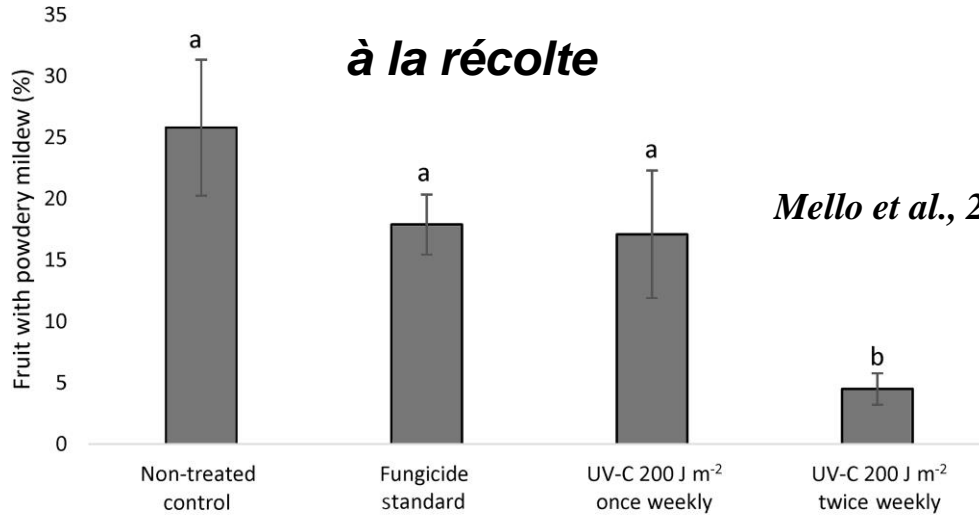
Nicolas, Charles et al., 2020  
0,4 kJ/m<sup>2</sup>

### Effet du nombre de cycles

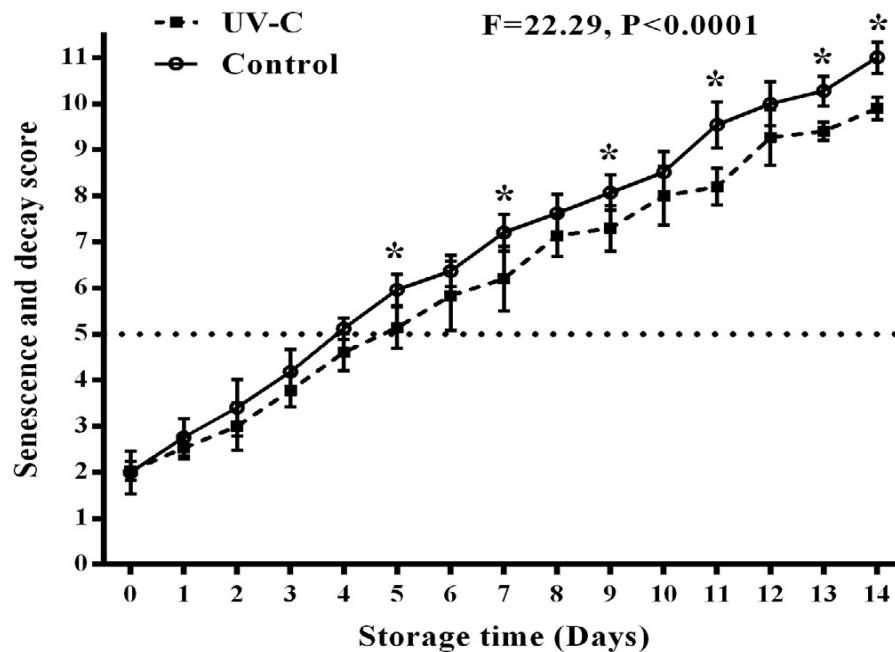


Sidibé, Charles et al., 2021  
0,4 kJ/m<sup>2</sup>

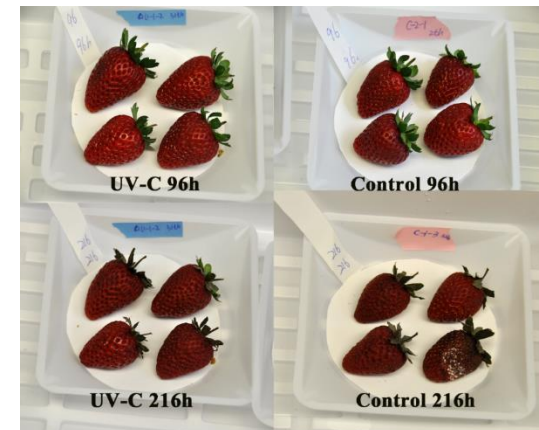
# Effets sur les fruits : maladie et détérioration



*Mello et al., 2022, Podosphaera aphanis*

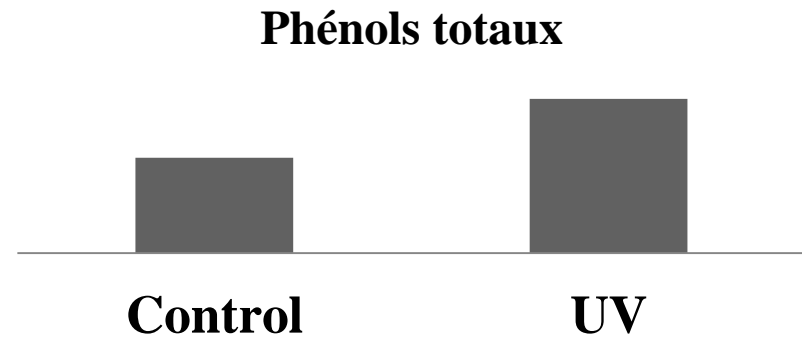
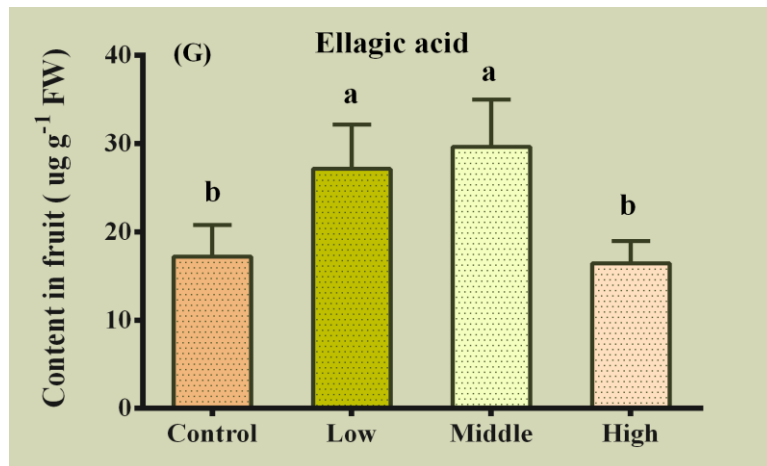
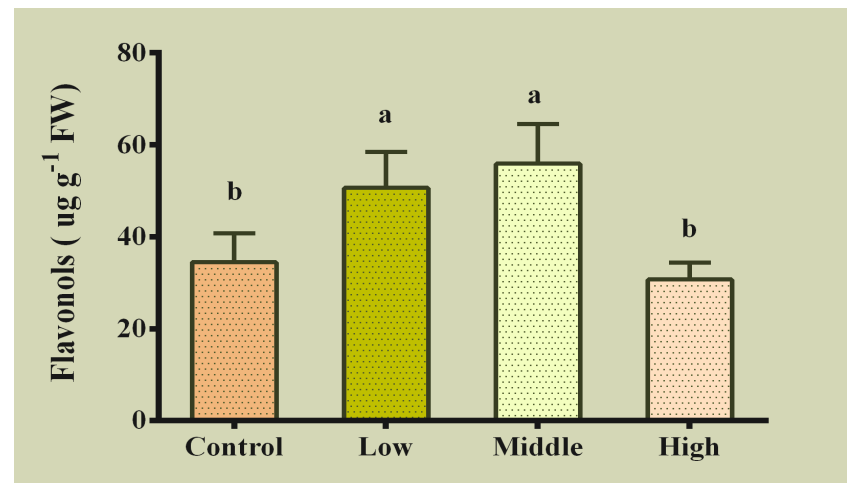
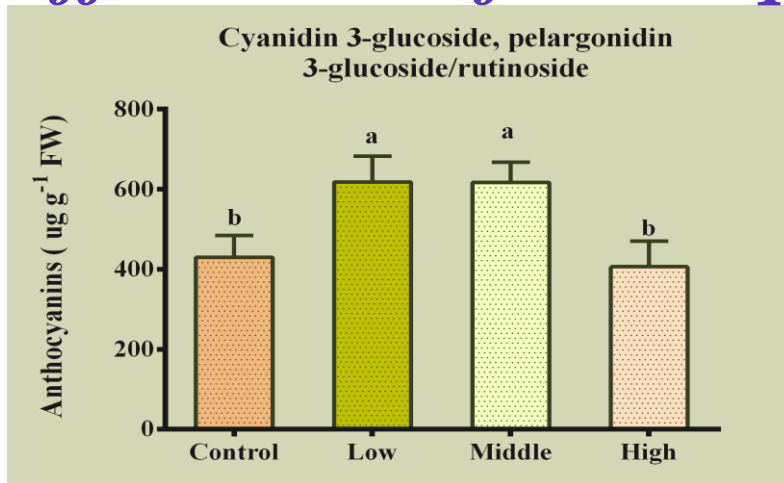


## Conservation postrécolte



*Xu, Charles et al., 2019*  
0,6 kJ/m<sup>2</sup>

# Effets sur les fruits : qualité

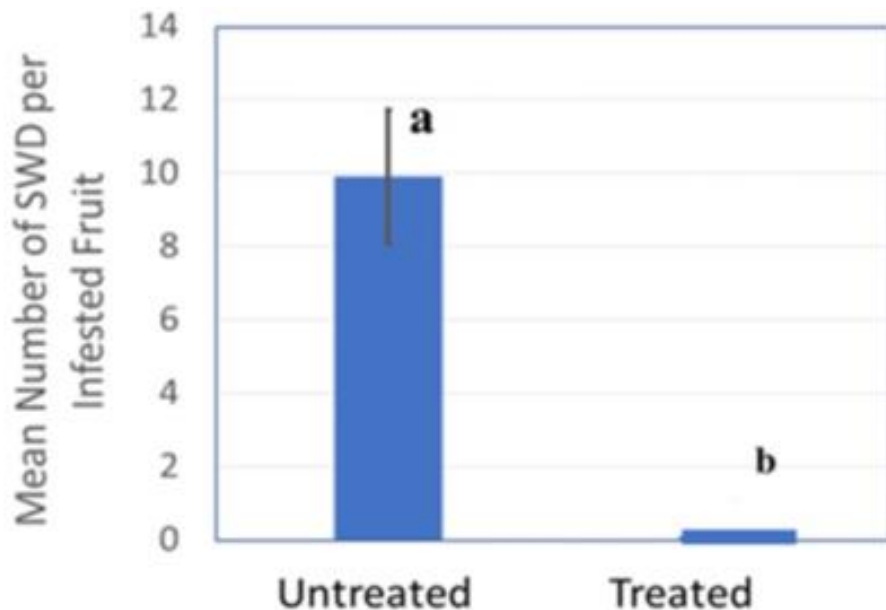


**Effet dépendant du nombre de traitements par semaine**

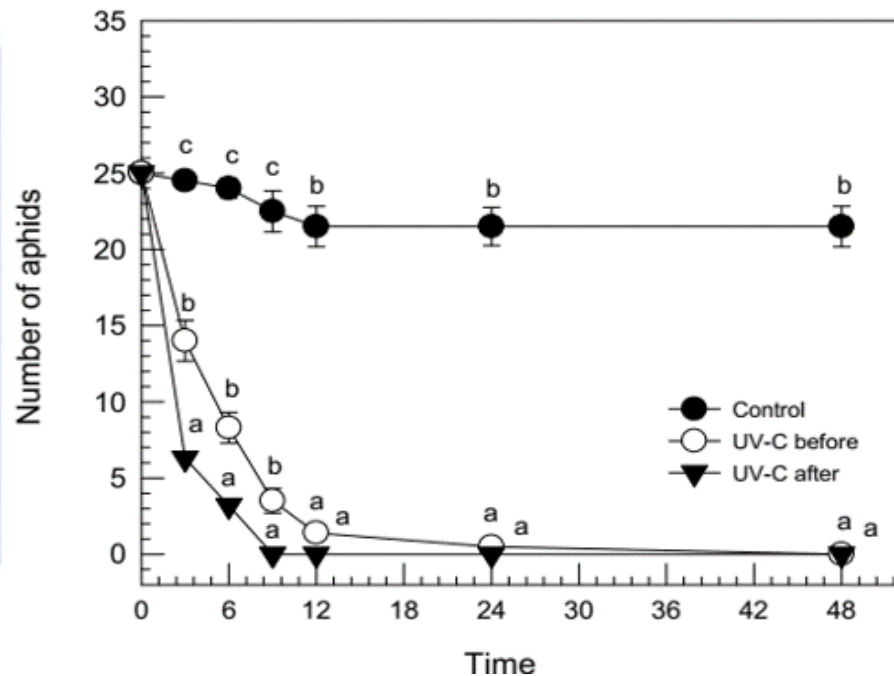
- ☐ Anthocyanins →→→ 43%
- ☐ Flavonols →→→ 35.4%
- ☐ Ellagic acid →→→ 60%

Xu, Charles et al., 2017  
*0,6 kJ/m<sup>2</sup>*

# Contrôle des arthropodes



Takeda et al., 2021 - *Drosophile à ailes tachetées*  
Fraise (fruits) – 15, 90, 135, 180 J m<sup>2</sup>



Darras et al., 2021 - *puceron vert du rosier*  
2,5kJ/m<sup>2</sup>



Short et al., 2018 - *Tétranyques à 2 points*  
0.237 W/m<sup>2</sup>

| Life stage per plant measurement | UV-C exposed  | Untreated control |
|----------------------------------|---------------|-------------------|
| Adults per whole plant           | 21.33 ± 3.08* | 84.73 ± 8.82      |
| Nymphs per 9-leaf sample         | 31.50 ± 4.93* | 78.81 ± 9.43      |
| Eggs per 9-leaf sample           | 14.42 ± 2.69* | 44.46 ± 6.74      |

Leskey et al., 2021 - *Aleurode, tomates en serre* 12  
16 s/ 6 semaines

# Les Écueils

Dose supérieure



*Charles, Lacasse et al.,  
données non publiées*

Réponses variables pour différents cultivars



*Forges et al, 2018  
1,7 kJ/m<sup>2</sup>*

- ❖ Réduction de la taille des feuilles (*non publiées*)
- ❖ Augmentation du nombre de fleurs avortées
- ❖ Augmentation du nombre de fruits déformés

*Xu, Charles et al., 2017 0,6 kJ/m<sup>2</sup>; 7 fois/semaine; 7 semaines*

# Automatisation des traitements UV-C

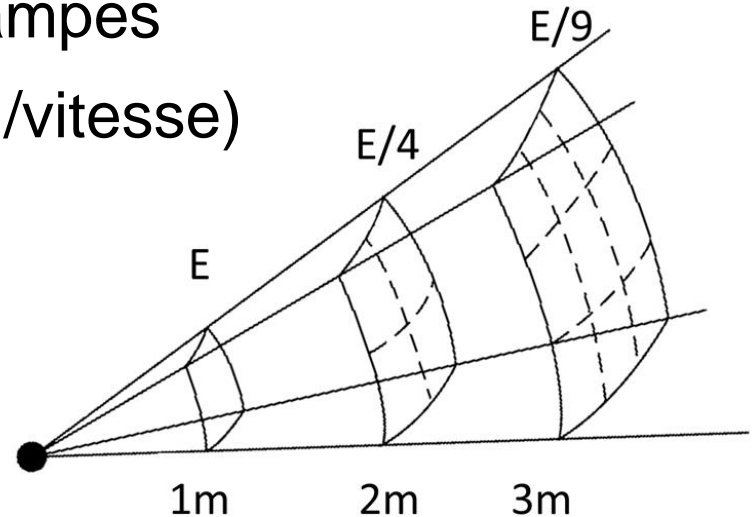
## ❖ Critères de développement d'un système

### ➤ Dose requise

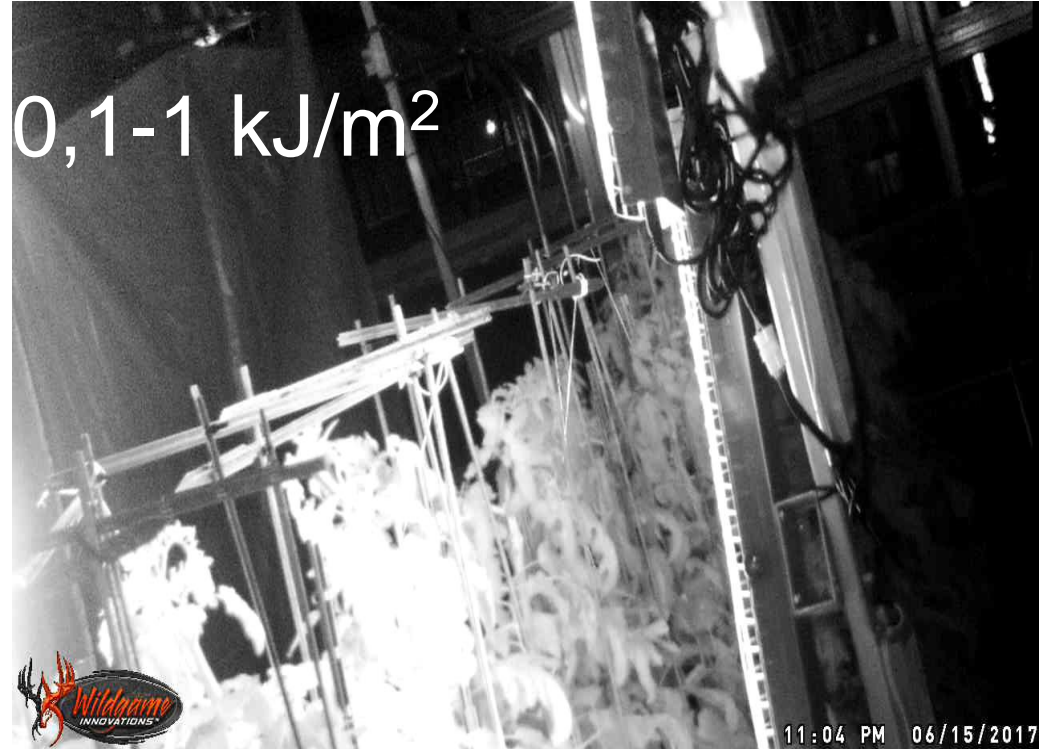
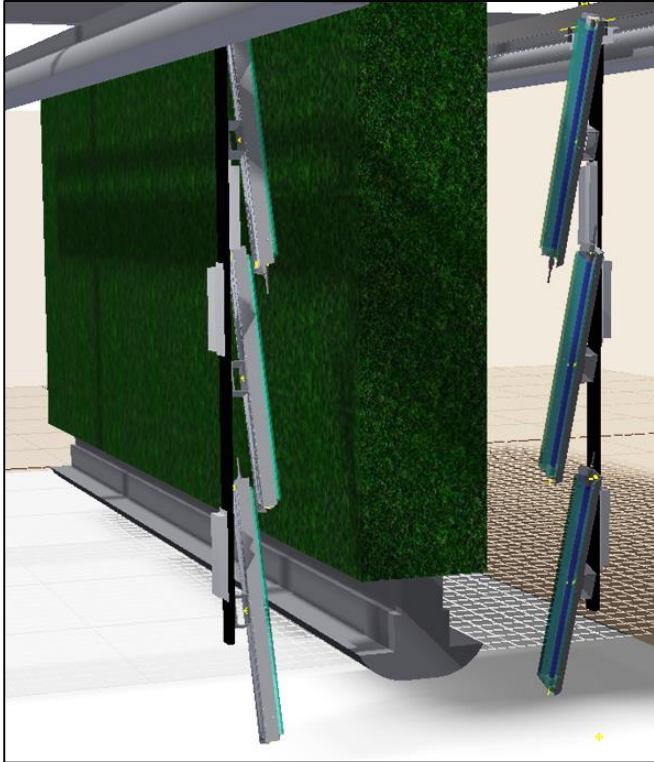
- Intensité et nombre de lampes
- Durée d'exposition ( $\propto 1/\text{vitesse}$ )
- Distance source – cible

### ➤ Uniformité

### ➤ Sécurité



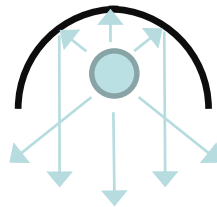
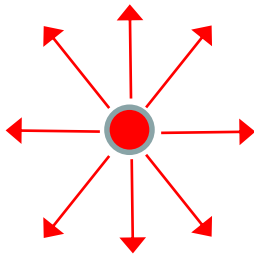
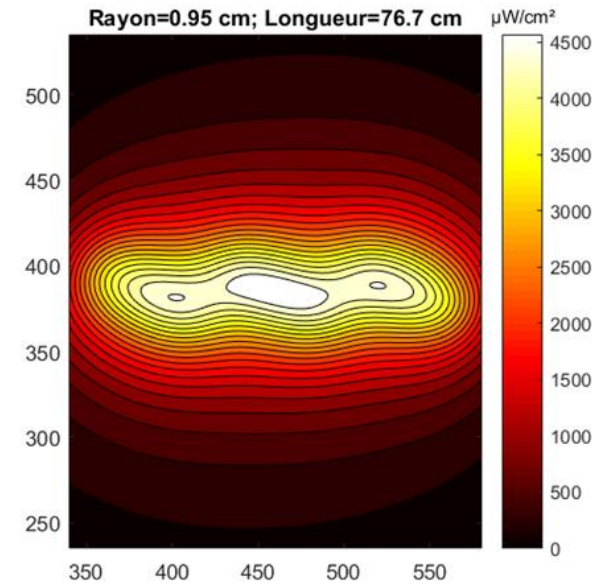
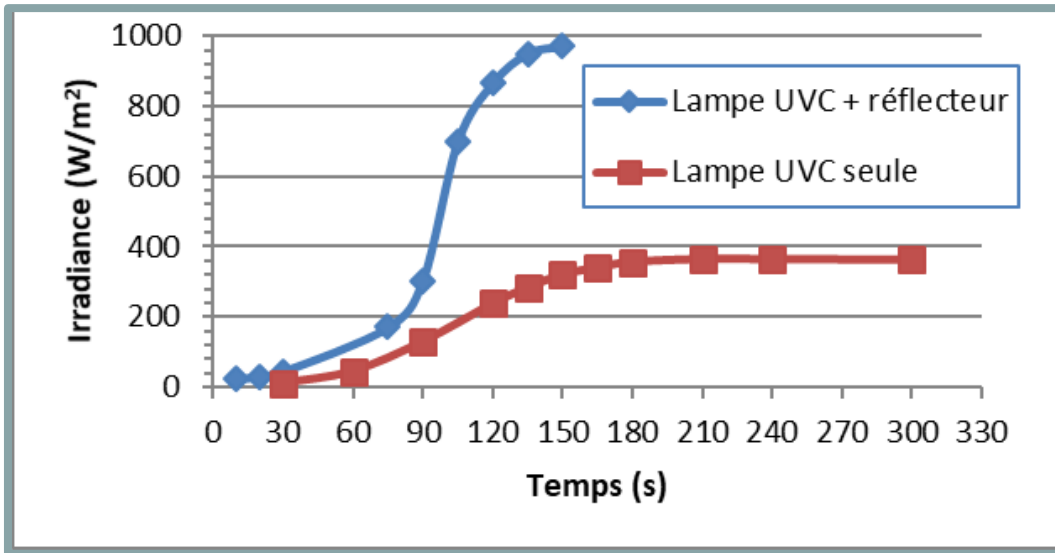
# Rampe UV-C au CRD – Saint-Jean-sur-Richelieu



Traitement dans le noir  
suivi de 2 - 4 h d'obscurité



# Performances rampe expérimentale-CRD St-Jean

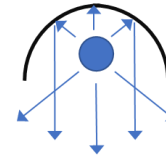




# Capacité théorique pour 1 ha

❖ Dose :  $0,2 \text{ kJ/m}^2 = 2000 \text{ kJ/ha}$

❖ Efficacité lampes: 33 % selon lampes et ballasts



❖ Efficacité réflecteur: 75 %

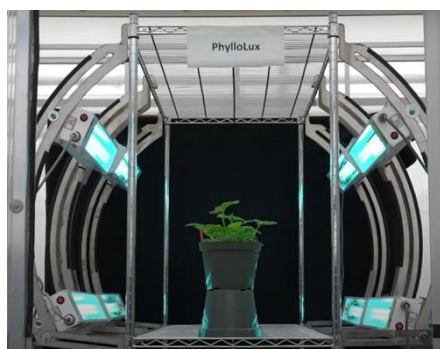
8100 kJ/ha      (kJ = kW x s)

1 kW: 8100 secondes → 0,45 ha/h

2 kW: 4050 secondes → 0,90 ha/h

# Capacité d'autres systèmes expérimentaux

| Adapté de                  | Dose (kJ/m <sup>2</sup> ) | Capacité (ha/h) | Rangées traitées | Superficie/nuit (ha) |
|----------------------------|---------------------------|-----------------|------------------|----------------------|
| <b>Takeda et al., 2021</b> | 0,075-0,1                 | 0,27            | -                | -                    |
| <b>Mello et al., 2022</b>  | 0,2                       | 0,26            | 1                | 1,6                  |
|                            | 0,2                       | 2,1             | 4                | 19                   |



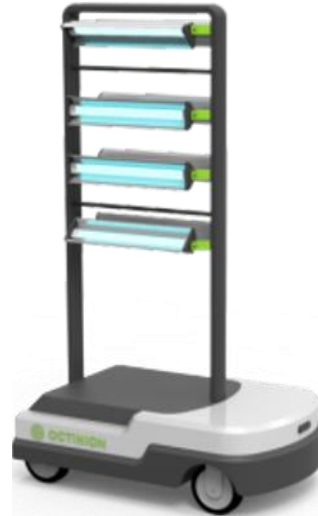
**Phyllolux – ARS-USDA**

<https://www.youtube.com/watch?v=Dm9yLvnENd0>

# Offre commerciale d'équipements UV-C



**Phoenix - Advanced intelligence system-BC**  
[https://youtu.be/idD\\_xI074bYI](https://youtu.be/idD_xI074bYI)



**Lumion - Octinion/Belgique**  
<http://octinion.com/products/agricultural-robotics/lumion>



**Narva and Flora UV-C Microthon - Pays-Bas**  
<https://microthon.nl/uvc-solutions/demo-uv-c/>



**Thorvald-Saga Robotics - Norvège**  
<https://sagarobotics.com/news/>



**UVBoosting - France**  
<https://www.youtube.com/watch?v=AibIsFpVbsI>

# UV-C Aspect Sécurité

« ...très dangereux pour toutes les formes de vie (même à très faible dose)... »  
Santé Canada

## Protection

❖ Yeux

❖ Peau




[UV-C disinfection: Keeping our offices germ-free | The Financial Express](#)

# Conclusion et perspectives

- ❖ **Évidences du potentiel de l'hormèse UV-C sur les plantes en croissance**
  - Diminution de l'incidence et de la sévérité des maladies
  - Diminution de la pression parasitaire-arthropodes
  - Augmentation des composantes bioactives des F&L
    - **À considérer dans le contexte de la lutte intégrée**

## **Toutefois**

- ❖ **Besoin d'optimiser la réponse**
  - Calendrier d'application
  - Effet sur le rendement
  - Effet sur la qualité et l'entreposage post-récolte
- ❖ **Besoin d'essais pratiques - commercial**
- ❖ **Le bon choix d'équipements**  **EFFICACITÉ**



Agriculture and  
Agri-Food Canada

Agriculture et  
Agroalimentaire Canada



**Mèsi anpil!**  
**Adjarama**  
**谢谢!**  
**Merci!**  
**Thank you!**

Canada 